

Byggematerialer s. 1-283

E. Suenson

Lærebøger

-

1911

Dette dokument udgør en del af et større dokument, der af hensyn til downloadstiden 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.

Universaljærn, se Plader, kant- valsedede 621	§	Varmeledningsevne	§	Vægplader af Cement 1256-7, af Gibs 1274-5
Crooceride 950,		Slaggeuld 96		Vægtfylde af spændte Met. 39
Utzschneider & Ed. Jaumez 954		Skifer 782, 1282		Værftsbillen 623
		Teglsten 1279-82		Værktøjsstaa, se Staal
		Træ 1279, 1284		
		Træcementage og Træforskaling 1279		
V og W		Tækningsmaterialer 1279	X	Xylolit 1286
Vaapresning 901		Vægmateriale 1279		Xylopal 1235
Vaarved 549, 563		Varmeudstrålingskoefficienter 1282		Xylophaga, se Pæleorm
Wachwitzmetal 259, 471		Varmeudvidelse af Metaller 156, 224	Y	
Walesfliser, se Fliser		Vaselin 397		Yellowmetal, se Muntzmetal
Wallkræver 956, 958		Ved 549, 551		Yellowpine 666, 723, 725-6, 773, 781
Valnød 734		Vedceller 552, 554		Yoldialer 896, 973
Valsede Rør, se Rør		Vedparenkym 555		Yxhult Kalksten 831
Valsehjort 621		Vejrfasthedskoefficient 798		
Valsetraad, se Traad		Ventilationsrør 1083, 1247, 1274	Z	
Valseværker 898-9		Werders Maskine 16		Z-Jærn, se smedeligt Jærn
Valsning, se Smedning		Vestervisk Træ, se Fyr		Zink 259, 423-424, 444-53, 480,
Vanadiumstaa, se Staal		Weymouthsfyr 717		533, 635, 1163, 1282
Vandglas 609, 801, 1024, 1121, 1285		White pine 717		Zinkbeskyttere 386
Vandmørtel, se hydraulisk Mørtel		White wood, se Hvidved		Zinkblende 449
Vandør, se Rør		Vicats Normalapparat 990		Zinkhvidt 405-6, 416, 681
Vandpørceller, se Trakeider		Vidiepill 592		Zinkklorid 658, 660, 693-8
Vandsække 416		Vignoleskinner 369		Zinkspat 449
Vankant se Barkkant		Villeroy & Boch 952, 954		Zisseler Rør 1248
Varighedsforsøg 213-7, 468, 593, 1142		Vingstaa, se Staal		Zoncafarve 410, 417
Varmeisolering 96, 844, 938, 1272, 1275, 1277-82		Vinkeljærn, se smedeligt Jærn		Zores-Jærn, se Belegtningsjærn
Varmeledningsevne 1279-82		Vinsten i Gibs 1231		Zweispitz 877
Asbest 96, 1281		Vinterfeldet Træ, se Træ, Fældn.	Æ	
Beton 1172		Vintergravning, Vintring 897		Ædelgran 722, 779, 1282
Breddevægge 1279		Virkningsvinkel 62		Æggehvitestof 560, 576
Filt 96, 1281		Volframium 525		Ælm 566, 728, 732-3
forskellige Stoffer 1282		Volfram - Kobber - Zink - Aluminium 525		Æretre 664
Fyr 1284		Volframstaa, se Staal		Ærtesten 858-60, 1038, 1067,
Glas 1282		Volumenbestandighed, se Portlandcement		1075, 1079, 1099
Halm 1281		Woods Metal 325		Æteriske Olier 576-7
Jærn 1282		Vortejærn, se smedeligt Jærn		Ætseprøver, Ætsfigurer, se smedeligt Jærn
Kalksten 1280, 1282		Vorteplader, se Plader	Ø	
Kiselgur 96, 844, 1281		Vragsten, se Teglstén		Ølandsten 828-9
Kobber 1282		Vredet Træ, se Træ		Ør 853
Kork 96, 1279-31		Vridningsprøver 312		Øvedsklostersandsten 850-1, 878
Linoleum 1284		Vulkanisering 578		
Marmor 792, 1282, 1284		Vulstjærn, se smedeligt Jærn		
Moler 845, 938		Würzburgernormerne 300-4		
Natursten 722-3		Vægfliser, se Fliser		
Paptage 1279		Vægges Varmedledningsevne, se dette		
Sandsten 1280, 1282				
Silke 1281				

BYGGEMATERIALER

METALLER, TRÆ, NATURSTEN, LERVARER,
MØRTLER, BETON, KUNSTSTEN, GLAS

FREMSTILLING,
EGENSKABER, ANVENDELSE, PRØVNING

AF

E. SUENSON
INGENIØR
DOCENT VED DEN POLYTEKNISKE LÆREANSTALT

KØBENHAVN
P. E. BLUHME BOGHANDEL

DEN foreliggende Bog er bestemt til Brug ved Undervisningen i Materiallære paa den polytekniske Lærestalt og er først og fremmest skrevet med dette Formaal for Øje.

Udover den Stofmængde, som fordres ved Examenen, er der imidlertid i Fodnoter og med smaat Tryk tilføjet en Del Oplysninger, der i Forbindelse med Sagregistret vil kunne være til Nytte i det praktiske Liv og muliggøre Brugen af Bogen som Haandbog for Ingeniører, Arkitekter, Haandværkere og Bygherrer.

Af Materialernes Fremstilling er der som Regel kun medtaget saa meget, som Forbrugeren har Interesse af at kende, og Omtalen af Materiallaboratoriernes Maskiner og andre Hjælpemidler er begrænset paa samme Maade. En systematisk Angivelse af Priser til Brug ved Overslag o. lign. har jeg ikke villet indlade mig paa, men Prisspørgsmaalet er dog berørt for de fleste Materialers Vedkommende.

Jeg har, særlig i de Afsnit der er trykt med store Typer, bestræbt mig for, at give Æmnet en fyldig Behandling og at fremdrage Forhold, der kan lette Tilegnelsen, uden Hensyn til at Bogen derved er voxet noget i Størrelse. Til Gengæld er der ofret meget lidt Papir paa det typografiske Udstyrs Alter, og navnlig har den udstrakte Brug af smaa og tætstillede Typer muliggjort en stærk Udnyttelse af Pladsen, hvorved Bogen har vundet i Overskuelighed.

Der har i længere Tid været Trang til en vejledende Bog paa Byggematerialernes Omraade, og selv om det foreliggende Arbejde paa mange Punkter er ufuldstændigt, haaber jeg dog, at det kan afhjælpe en Del af Savnet. For Oplysninger til Gavn for en ny og bedre Udgave vil jeg altid være taknemmelig.

København, den 29^e August 1911.

E. Suenson.

INDHOLD.

	Side
Materialprøvning og Leveringsbetingelser (§ 1-2)	1
1ste Del: Styrke- og Elasticitetsforsøg (§ 3-87)	
I. Prøvemaskiner og Finmaaleinstrumenter (§ 3-23)	3
A. Prøvemaskiner (§ 3-19)	3
1. Düsseldorf Maskinen (§ 4-11)	3
2. Tinius Olsens Maskine (§ 12-15)	7
3. Werders Maskine (§ 16)	8
4. Hydrauliske Presser (§ 17-18)	9
5. Dynamometre (§ 19)	11
B. Finmaaleinstrumenter (§ 20-23)	12
1. Durand-Clayes og Bachs Formforandringsmaaler (§ 21)	12
2. Spejflapparater (§ 22-23)	13
II. Trækkforsøg (§ 24-59)	15
A. Arbejdslinier (§ 24-32)	15
B. Elastiske og blivende Formforandringer (§ 33-39)	19
C. Elasticitetslove (§ 40)	22
D. Kontraktion og Brudforlængelse (§ 41-44)	23
E. Arbejdsevne og Kvalitetstal (§ 45-47)	24
F. Sejghed (§ 48-49)	26
G. Prøvestængernes Form (§ 50-54)	27
H. Prøvestængernes Indspænding (§ 55-59)	29
III. Trykkforsøg (§ 60-66)	31
IV. Bøjningsforsøg (§ 67-73)	33
V. Højelighedsprøver (§ 74-80)	36
VI. Slagforsøg (§ 81-87)	38
2den Del: De vigtigste Byggematerialer (§ 88-1296)	
I. Jern (§ 88-127)	
A. Oversigt over Jernfremstillingen (§ 88-90)	42
B. Raajern (§ 91-96)	43
C. Støbejern (§ 97-133)	46
1. Fremstilling (§ 97-105)	46
2. Almindelige Egenskaber (§ 106)	49
3. Styrkeforhold (§ 107-13)	50
4. Anvendelse (§ 114-16)	52
5. Rør (§ 117-25)	53
6. Dansk Ingeniørforenings Betingelser for Levering af Støbejerns-Rør til Gas- og Vandledninger (§ 126-30)	58
7. Haardstøbt Jern (§ 131)	59
8. Hammerbart Støbegods (§ 132)	59
9. Tempergods (§ 133)	60
D. Smedeligt Jern (§ 134-383)	60
1. De forskellige Arter af smedeligt Jern og deres Fremstilling (§ 134-64)	60
a. Indledning (§ 134-35)	60
b. Svejsjern og Svejsstaal (§ 136-46)	61
a. Herdfriskning (§ 136)	61
b. Pudling (§ 137-40)	62
c. Svejsjernet Egenskaber og Anvendelse (§ 141-42)	63
d. Svejsstaal (§ 143-46)	64
c. Staal fremstillet i flydende Tilstand (§ 147-64)	65
a. Bessemerstaal (§ 147-50)	65
b. Thomasstaal (§ 151-52)	67
c. Martinstaal (§ 153-56)	68
d. Digelstaal (§ 157-58)	70
e. Staalets Ud støbning (§ 159-63)	71
f. Staalets Egenskaber (§ 164)	72
2. Det smedelige Jerns Egenskaber og Prøvning (§ 165-238)	73
a. Kemisk Sammensætning og Vægt (§ 165)	73
b. Struktur (§ 166-80)	73
a. Makrostruktur (§ 166-72)	73
b. Mikrostruktur (§ 173-80)	77
c. Haardhed og Hærdelighed (§ 181-89)	82
d. Smedelighed (§ 190-96)	86
e. Svejselighed (§ 197-201)	89
f. Styrke og Sejghed (§ 202-34)	91
a. Den kemiske Sammensætnings Indflydelse (§ 202-04)	91
b. Fremstillingsmaadens Indflydelse (§ 205-06)	92
c. Virkning af kold Bearbejdelse (§ 207-12)	93
d. Virkning af Spændingsvariationer (§ 213-17)	96
e. Temperaturen Indflydelse (§ 218-26)	97
Høje Temperaturer (§ 218-24)	97
Temperaturer under 0° (§ 225-26)	99
f. Almindelige Elasticitets- og Styrkeforhold (§ 227-29)	100
g. Tilladelige Spændinger (§ 230-31)	102
h. Trækprøvelegemets Udtagelse og Tildannelse (§ 232-34)	102
i. Prøvning af Jern til Bro-, Kedel- og Skibsbygning (§ 235)	104
j. Jærnpriser (§ 236-38)	104

	Side		Side
3. Handelsformer og Leveringsbetingelser for smedeligt Jern (§ 239-383)	105	k. Kæder (§ 329-36)	134
a. Stangjern (§ 239-46)	105	l. Rør (§ 337-67)	135
a. Smedejern (§ 243)	106	a. Svejsede Rør (§ 338-47)	136
b. Bygningsjern (§ 244)	106	b. Somløse Rør (§ 343-54)	140
c. Nittejern (§ 245)	107	c. Nittede og faldede Rør (§ 355)	142
d. Betonjern (§ 246)	108	d. Rørprøvning (§ 356)	142
b. Baandjern (§ 247)	109	e. Dansk Ingeniørforenings Betingelser for Levering af Rør af smedeligt Jern til Damp-, Gas- og Vandledning (§ 357-61)	143
c. Profiljern (§ 248-56)	109	f. Den tyske Ingeniørforenings Normaler af Aar 1900 for Rørledninger til Damp af høj Spænding (§ 362-67)	144
d. Plader (§ 257-69)	112	m. Jernbanematerialer (§ 368-75)	146
a. Tynde Plader og Blik (§ 258-63)	112	a. Skinner med Tilbehør (§ 368-75)	146
b. Tykke Plader (§ 264-69)	114	b. Det rullende Materiel (§ 374-75)	148
Riffel-, Bukkel- og Tondeplader (§ 267-69)	115	c. Staalstøbegods (§ 376-77)	149
e. Tyske Normalbetingelser for Levering af Jernkonstruktioner til Bro- og Husbygning (§ 270-85)	116	n. Staalstøbegods (§ 376-77)	149
f. Svenske Normalbestemmelser for Materialer og Arbejder ved Jernkonstruktioner til Bro- og Husbygning (§ 286-90)	118	o. Værktøjstaalet (§ 378-83)	150
g. Engelske Normalbestemmelser for Staal til Broer og almindelige Bygningskonstruktioner (§ 291)	120	E. Jernets Rusten og Midlerne derimod (§ 384-427)	151
h. Dansk Ingeniørforenings Betingelser for Levering af Dampkedelmateriale (§ 292-99)	121	1. Rustens Dannelse (§ 384-95)	151
i. Würzburger Normerne af 1895 for Prøvning af Dampkedelmateriale (§ 300-05)	123	2. Rustmidler (§ 396-427)	155
j. Traad (§ 306-28)	124	a. Midlertidige Overtræk (§ 397)	155
a. Fremstilling og Egenskaber (§ 306-10)	124	b. Varige Overtræk (§ 398-427)	156
b. Prøvning (§ 311-13)	126	a. Portlandcement (§ 398)	156
c. Leveringsbetingelser (§ 314-17)	129	b. Tjære (§ 399-401)	156
d. Tovværk (§ 318-27)	131	c. Fjernis (§ 402-03)	157
e. Traadnetværk m. m. (§ 328)	133	d. Oliemaling (§ 404-17)	158
Farvernes sammensætning (§ 404-10)	158	e. Malingsens Udførelse (§ 411-15)	161
f. Malingsens Varighed (§ 416-17)	162	z. Lak (§ 418-21)	163
g. Metalliske Overtræk (§ 422-26)	165	z. Metalliske Overtræk (§ 422-26)	165
h. Emaille (§ 427)	166	n. Emaille (§ 427)	166
II. Andre Metaller (§ 428-546)	168		
1. Egenskaber (§ 428-43)	168	2. Kobber-Zink-Legeringer (§ 488-508)	184
2. Handelsformer (§ 434-43)	170	a. Oversigt (§ 488-92)	184
a. Plader (§ 434-35)	170	b. Rødgods og Messinggods (§ 493-94)	186
b. Traad (§ 436)	170	c. Rødske Kobber-Zink-Legeringer (§ 492-99)	188
c. Rør (§ 437-42)	170	a. Tombak (§ 495)	188
d. Blokke (§ 443)	172	b. Messing (§ 496-98)	188
B. Zink (§ 444-53)	172	c. Nysolv (§ 499)	189
1. Egenskaber (§ 444-50)	172	d. Smedelige Kobber-Zink-Legeringer (§ 500-08)	189
2. Handelsformer (§ 451-53)	173	a. Muntmetall (§ 500-01)	189
C. Kobber (§ 454-75)	174	b. Deltametall (§ 503-06)	190
1. Egenskaber (§ 454-58)	174	c. Duranametall (§ 507)	191
2. Udvinning (§ 459-61)	175	d. Aluminium-Messing (§ 508)	191
3. Elasticitet og Styrke (§ 462-65)	176	3. Bronceer (§ 509-40)	191
4. Handelsformer (§ 466-75)	177	a. Tinbronze (§ 510-38)	192
a. Traad (§ 466-69)	177	a. Oversigt over Tinbroncernes Egenskaber (§ 510-17)	192
b. Plader (§ 470-71)	178	b. Smedelige Bronceer (§ 518-25)	194
c. Stænger (§ 472)	178	c. Støbebronze (§ 526-33)	195
d. Rør (§ 473-74)	178	d. Maskinbronze (§ 526-29)	195
e. Blokke (§ 475)	179	e. Kanon-, Klokke-, Spejl- og Kunstbronze (§ 530-33)	197
D. Aluminium (§ 476-80)	179	f. Rensede Tinbronze (§ 534-38)	198
1. Egenskaber (§ 476-79)	179	b. Bronceer uden Tin (§ 539-40)	199
2. Handelsformer (§ 480)	181	a. Aluminiumbronze (§ 539)	199
E. Tin (§ 481-84)	182	b. Manganbronze (§ 540)	200
1. Egenskaber (§ 481-83)	182	H. Lejemetaller (§ 541-46)	200
2. Handelsformer (§ 484)	183		
F. Nikkel (§ 485)	183		
G. Kobberlegeringer (§ 486-540)	183		
1. Oversigt over Egenskaberne (§ 486-87)	183		
III. Træ (§ 547-783)	203		
A. Træets Egenskaber (§ 547-611)	203	3. Træets Cellevæv (§ 549-58)	204
1. Indledning (§ 547)	203	4. Veddets Dannelse (§ 559-62)	208
2. Træets Ernæring (§ 548)	203	5. Aarringe (§ 563-67)	209

	Side		Side
6. Kjerne og Splint (§ 568-69)	211	Fyrreplanker og Fyrrebredder (§ 711-16)	261
7. Veddets Væxtfæte (§ 570-73)	212	b. Weymouthsfyr (§ 717)	263
8. Veddets kemiske Sammensætning (§ 574-78)	214	c. Lærk (§ 718)	263
9. Veddets Svind og Udbulning (§ 579-82)	218	b. Evropske Naaletræer uden farvet Kærne (§ 719-22)	263
10. Veddets Vægtfylde (§ 583-85)	218	a. Rødgran (§ 719-21)	263
11. Veddets Haardhed (§ 586-88)	219	b. Edelgran (§ 722)	264
12. Veddets Kløvelighed (§ 589-91)	220	c. Amerikanske Naaletræer (§ 723-27)	264
13. Veddets Sejhed og Bøielighed (§ 592)	221	a. Pitchpine og Yellowpine (§ 723-26)	264
14. Veddets Elasticitet (§ 593)	222	b. Cypress og Cedar (§ 727)	266
15. Veddets Styrke (§ 594-607)	222	2. Løvtræer (§ 728-55)	266
a. Forhold, der paavirker Styrken (§ 594-96)	222	a. Evropske Løvtræer med farvet Kærne (§ 729-34)	267
b. Styrkeforsøgenes Udførelse (§ 597-601)	223	a. Eg (§ 729-31)	267
c. Resultater af større Forsøgsrækker (§ 602-05)	225	b. Elm (§ 732)	268
d. Tilladelige Spændinger (§ 606-07)	227	c. Ask (§ 733)	269
16. Veddets Brændbarhed (§ 608-11)	228	d. Valnød (§ 734)	269
B. Træets Fødding og Tildannelse (§ 612-17)	230	b. Evropske Løvtræer uden farvet Kærne (§ 735-41)	270
C. Dyr, der angriber Veddet (§ 618-41)	232	a. Bog (§ 735-37)	270
1. Dyr, der angriber Træet i Skoven (§ 618-21)	232	b. Avnbog (§ 738)	271
2. Dyr, der angriber tørt Ved (§ 622-24)	234	c. Ahorn (§ 739)	272
3. Dyr, der angriber Veddet i Havet (§ 625-41)	235	d. Rødel (§ 740)	272
a. Pælekrebs (§ 626)	235	e. Pæretre (§ 741)	272
b. Pæleorm (§ 627-34)	237	c. Ostindiske Løvtræer (§ 742-44)	272
c. Beskyttelsesmidler mod Pæleorm og Pælekrebs (§ 635-41)	238	a. Teak (§ 742-43)	272
D. Veddets Forraadelse og Midlerne derimod (§ 642-702)	239	b. Ibentree (§ 744)	273
1. Forraadelsens Aarsager (§ 642-43)	239	d. Australske Løvtræer (§ 745-48)	273
2. Svamp (§ 644-50)	240	a. Jarrah (§ 745)	273
3. Midler mod Svamp (§ 651-61)	243	b. Karri (§ 746)	274
a. Almindelig Forholdsregler (§ 651-56)	243	c. Talgved (§ 747)	274
b. Imprægnering (§ 657-61)	244	d. Blackbutt (§ 748)	274
4. Veddets Varighed under forskellige Forhold (§ 662-67)	246	e. Amerikanske Løvtræer (§ 749-5)	274
5. Midler til Veddets Bevaring (§ 668-702)	248	a. Pokkenholt (§ 749)	274
a. Udtørring (§ 669-75)	248	b. Grønved (§ 750)	275
b. Udledning (§ 676-77)	250	c. Mahogni (§ 751-52)	275
c. Tjærning, Fernisering, Maling (§ 678-81)	251	d. Hvidved (§ 753)	275
d. Svidning og Rygning (§ 682)	252	e. Cottonwood (§ 754)	275
e. Imprægnering (§ 683-702)	253	f. Palissander (§ 755)	275
a. Kresotolie (§ 684-89)	253	F. Handelsformer og Leveringsbetingelser (§ 756-83)	276
b. Kobbersulfat (§ 690-92)	255	1. Tømmer af Fyr og Gran (§ 756-66)	276
c. Zinkchlorid (§ 693)	256	a. Tømmerets Art og Kvalitet; Udbudelsesmaade (§ 756-58)	276
d. Zinkchlorid + Kresotolie (694-98)	256	b. Behugningens Godhed (§ 759-62)	277
e. Kvegsalvsulphat (§ 699)	257	c. Exempler paa Leveringsbetingelser (§ 763-66)	277
f. Sukker (§ 700)	258	2. Planker og Brædder af Fyr og Gran (§ 767-77)	278
g. Søm (§ 701-02)	258	a. Tildannelse (§ 767)	278
E. De vigtigste Træsorter (§ 703-55)	258	b. Sortering (§ 768-70)	278
1. Naaletræer (§ 703-27)	258	c. Priser, grænse Dimensioner m. m. (§ 771-73)	279
a. Evropske Naaletræer med farvet Kærne (§ 704-18)	259	d. Gulvbrædder (774-77)	280
a. Skovfyr (§ 704-16)	259	3. Lægter (§ 778)	280
b. Egenskaber og Anvendelse (§ 704-05)	259	4. Tagspaan (§ 779)	281
c. Fyrretømmer (§ 706-10)	260	5. Telegraf- og Telefonstænger (§ 780)	281
		6. Brolegningsklodser (§ 781)	281
		7. Jernbanesveller (§ 782-83)	282
		IV. Natursten (§ 784-889)	283
A. Stenenes Egenskaber og Prøvning (§ 784-802)	283	7. Midler mod Forvitring (§ 800-01)	290
1. Egenskaberens Betydning for Anvendelsen (§ 784)	283	8. Ildfasthed (§ 802)	291
2. Styrke (§ 785-88)	283	B. De vigtigste Stenarter (§ 803-66)	292
3. Haardhed og Ildfasthed (§ 789-91)	285	1. Struktur og Inddeling (§ 803-04)	292
4. Porøsitet og Varmeledningsevne (§ 792-93)	287	2. Eruptivbjergarter (§ 805-18)	292
5. Varighed (§ 794-97)	288	a. Granit (§ 805-10)	292
6. Prøvning af Vejr- og Frostfastheden (§ 798-99)	289	b. Syenit, Kvartsporfyr, Pimpsten (§ 811-13)	295
		c. Diorit, Diabas, Gabbro, Basalt, Dolerit (§ 814-18)	296

	Side		Side
3. Krystallinske Skifre (§ 819-23)	296	b. Sandsten (§ 849-51)	307
a. Gneis (§ 819)	296	c. Kampesten (§ 852)	309
b. Glimmerskifer (§ 820)	297	d. Ral (§ 853)	309
c. Talkskifer (§ 821)	297	e. Sand, Grus og mindre Sten (§ 854-62)	310
d. Serpentin (§ 822)	298	a. Grusgravmaterialer (§ 858-59)	310
e. Asbest (§ 823)	298	β. Strandmaterialer (§ 860-62)	311
4. Kemiske og organiske Sedimenter (§ 824-45)	299	f. Skærver (§ 863-66)	312
a. Kalksten (§ 824-39)	299	C. Stenenes Brydning (§ 867-70)	313
α. Porøse Kalksten (§ 825-27)	300	d. Stenenes Tildannelse (§ 871-78)	314
β. Tætte Kalksten (§ 828-31)	300	E. Anvendelsesformer og Leveringsbetingelser (§ 879-89)	317
γ. Marmor (§ 832-39)	301	1. Skærver, Kampesten, raa Brudsten (§ 879-80)	317
b. Dolomit, Flint, Gibs, Myremalm (§ 840-43)	303	2. Kvadersten og Beklædningssten (§ 881-86)	318
c. Diatoméiskel og Moler (§ 844-45)	304	3. Trappetrin, Brosten, Kantsten (§ 887-89)	319
5. Mekaniske Sedimenter (§ 846-66)	305		
a. Lerskifer (§ 846-48)	305		
V. Lervarer (§ 890-967)			
A. Lerets Egenskaber (§ 890-96)	321	κ. Form (§ 929-32)	341
B. Fremstilling af Lervarer (§ 897-912)	325	ζ. Leveringsbetingelser og Anvendelse (§ 933-34)	343
1. Lerets Forbredeelse (§ 897-98)	325	b. Klinker (§ 935-36)	344
2. Lerets Formning til Sten (§ 999-901)	327	c. Skalmuringssten (§ 937)	345
3. Stenenes Tørring (§ 902)	329	d. Molersten (§ 938)	345
4. Stenenes Brænding (§ 903-99)	330	3. Tagsten (§ 939-41)	346
5. Engobering, Glasering, Blaadampning (§ 910-12)	333	4. Fliser (§ 942-54)	349
C. De forskellige Lervarers Egenskaber og Anvendelse (§ 913-67)	334	a. Gulv- og Fortovsfliser (§ 943-53)	349
1. Klassificering (§ 913)	334	α. Simple Fliser (§ 944-48)	349
2. Mursten (§ 914-38)	335	β. Finere Fliser (§ 949-53)	351
a. Almindelige Façade- og Bagnmuringsten (§ 914-34)	335	b. Vægfliser (§ 954)	353
α. Brændingsgrad og Farve (§ 914-13)	335	5. Drænrør (§ 955)	353
β. Struktur, Porøsitet, Vægt og Frostfasthed (§ 919-21)	336	6. Saltglaserede Rør (§ 956-61)	354
γ. Styrke (§ 922-27)	337	7. Ildfaste Sten (§ 962-66)	356
δ. Tilbøjelighed til Udblomstring (§ 928)	341	a. Chamottesten (§ 963-65)	357
		b. Andre ildfaste Sten (§ 966)	358
		8. Terrakotta (§ 967)	358
VI. Mørtelstoffer og deres Anvendelse til Mørtel og Beton (§ 968-1242)			
A. Portlandcement (§ 971-1175)	360	d. Valg af Sand og Grus (§ 1050-60)	396
1. Portlandcementens Fremstilling (§ 974-84)	361	α. Kornstørrelsens Betydning (§ 1050-55)	396
a. Itastoffernes Blanding og Maling (§ 975-78)	361	β. Andre Forholds Betydning (§ 1056-57)	399
α. Tørmaling (§ 976-77)	361	γ. Danske Sandsorter (§ 1058-60)	400
β. Skemning (§ 978)	362	e. Valg af Sten til Beton (§ 1061-70)	402
b. Brændingen (§ 979-80)	362	α. Størrelsens Betydning (§ 1062-65)	402
c. Malingen (§ 981)	364	β. Styrke, Frostfasthed, Form, Renhed (§ 1066)	403
d. Lagringen og Pakningen (§ 982-84)	364	γ. Danske Stensorter (§ 1067-70)	403
2. De danske Cementnormer (§ 985-1008)	366	f. Valg af Stengrus til Beton (§ 1071-79)	405
Definition (§ 987)	367	g. Vandets Art og Mængde (§ 1080-85)	409
I. Leveringsmaade (§ 988)	367	h. Blandingsforhold (§ 1086-96)	413
II. Stærkningsstid (§ 989-92)	367	a. Mørtels Blandingsforhold (§ 1087-89)	414
III. Volumenbestandighed (§ 993-96)	369	β. Betons Blandingsforhold (§ 1090-96)	415
IV. Fimning (§ 997-98)	371	i. Materialernes Udmåling og Blanding (§ 1097-1111)	419
V. Styrke (§ 999-1098)	371	α. Betydningen af om Materialerne maales eller vejes (§ 1099-1102)	420
3. Portlandcementens Egenskaber (§ 1009-29)	376	β. Haandblanding (§ 1103-05)	421
a. Farve, Vægt, Vægtfylde og Glødningsstab (§ 1009-12)	376	γ. Maskinblanding (§ 1106-11)	423
b. Fimning (§ 1013-14)	378	j. Udbytte (§ 1112-15)	427
c. Kemisk Sammensætning (§ 1015-20)	379	k. Muring og Pudsning (§ 1116-22)	429
d. Stærkning (§ 1021-24)	382	1. Betonstøbning (§ 1123-33)	432
e. Hærdning (§ 1025-29)	383	m. Betonstøbning i Vand (§ 1134-36)	436
4. Portlandcementens Anvendelse (§ 1030-1141)	387	n. Prøvning af Betons Styrke (§ 1137-41)	438
a. Anvendelsesomraade (§ 1030-32)	387	5. Cementmørtels og Betons Egenskaber (§ 1142-75)	440
b. Valg af Cement (§ 1033-34)	388	a. Elasticitet (§ 1142-43)	440
c. Tilslagsstoffernes Rumvægt og Hulrumsprocent (§ 1035-49)	389	b. Styrke (§ 1144-51)	442
a. Tørrer Stoffer (§ 1036-47)	389		
β. Fugtige Stoffer (§ 1048-49)	395		

	Side		Side
c. Slidfasthed (§ 1152)	446	7. Hærdning (§ 1195-99)	465
d. Vandtæthed (§ 1153-57)	446	8. Styrke (§ 1200)	467
e. Kemisk Modstandsdygtighed (§ 1158-63)	449	9. Lovendelse (§ 1201-04)	468
f. Forhold til Havvand (§ 1164-70)	452	10. Leveringsbetingelser (§ 1205-08)	470
g. Forhold til Varme og Ild (§ 1171-72)	456	D. Blandingsmørtel (§ 1209-12)	471
h. Forhold til Kulde og Frost (§ 1173-75)	457	E. Hydraulisk Kalk (§ 1213-18)	474
B. Slaggecement (§ 1176-78)	459	F. Romacement (§ 1219-21)	475
C. Kalkmørtel (§ 1179-1208)	459	G. Hydrauliske Tilslag (§ 1222-25)	476
1. Danske Kalksten (§ 1180-82)	459	H. Gibsmørtel (§ 1226-33)	478
2. Kalkens Brænding (§ 1183-85)	460	1. Stulgibs (§ 1227-31)	478
3. Kalkens Lækning (§ 1186-89)	461	2. Murgibs (§ 1232-33)	480
4. Valg af Sand (§ 1190-91)	463	I. Lermørtel (§ 1234)	480
5. Blandingsforhold (§ 1192)	463	K. Magnesiacement (§ 1235-37)	480
6. Blanding (§ 1193-94)	464	L. Naturlig Asfalt (§ 1238-41)	481
		M. Kunstig Asfalt (§ 1242)	483
VII. Kunststen og Mørtelprodukter (§ 1243-86)			
A. Cementvarer (§ 1243-69)	484	7. Cementtagsten (§ 1262-63)	492
1. Betonrør (§ 1244-47)	485	8. Kunstig Granit og Sandsten (§ 1264-69)	493
2. Monierør (§ 1248-49)	488	B. Kalksandsten (§ 1270-71)	495
3. Fliser (§ 1250-53)	489	C. Rhinske Svømmesten m. m. (§ 1272-73)	496
4. Trappetrin, Kantsten m. m. (§ 1254-55)	490	D. Gibsvarer (§ 1274-76)	496
5. Vægplader m. m. (§ 1256-58)	491	E. Korkplader (§ 1277-82)	498
6. Cementmursten (§ 1259-61)	492	F. Linoleum (§ 1283-85)	500
		G. Xylolit (§ 1286)	502
VIII. Glas (§ 1287-96)			
A. Fremstilling (§ 1287)	503	C. Glasvarer (§ 1290-96)	504
B. Egenskaber (§ 1288-89)	503	1. Glasplader (§ 1290-93)	504
		2. Glassten m. m. (§ 1294-96)	506

Sagregister	507
-------------	-----

Forkortelser:

E_c	E_c	E_b	E_f	= Elasticitetskoefficienten ved Træk, Tryk, Bøjning, Forskydning.
EG_r	EG_c	EG_b	EG_f	= Elasticitetsgrænsen
PG_r	PG_c	PG_b	PG_f	= Proportionalitetsgrænsen
FG_r	FG_c	FG_b	FG_f	= Flydegrænsen
S_c	S_c	S_b	S_f	= Brudgrænsen
s_c	s_c	s_b	s_f	= Den tilladelige Spænding
δ				= Brudforlængelsen i %
φ				= Kontraktionen i %
C				= Cement eller Kulstof eller Celsiusgrader.
G				= Grus.
Sl				= Singel.
Sk				= Skærver.

Bmk.	= Baumaterialienkunde.
I. M.	= Det internationale Materialprøvningsforbund.
K. M. A.	= Das königliche Materialprüfungsamt zu Gross-Lichterfelde West.

Naar ikke andet er nævnt, er Spændinger angivet i at (= $\frac{kg}{cm^2}$) og Temperaturer i Celsiusgrader.

Rettelser:

§ 123, Linie 2: mens Rørene endnu er varme, læs: som nærmere beskrevet i § 399.
 § 429, Linie 3: opløses det af... fri Kulsyre læs: angribes det stærkt af kulsyrefattigt, blødt Vand
 § 596, Linie 1: Ask udgaar.
 Side 279, Fodnote 2: frembyde en... fejlfri Overflade, læs: være fri for blaa Splint.
 Side 365, Linie 5: Komimor, læs: Kominor.
 Side 383, Fodnote 1: Calciumkarbonat læs: Kaliumkarbonat.

Materialprøvning og Leveringsbetingelser.

1. Den, der skal bygge, det være sig et Hus, et Skib, en Bro eller en Maskine, maa have Kendskab til Byggematerialernes Egenskaber. Ethvert Menneske lærer ved sine daglige Erfaringer de mest fremtrædende Egenskaber at kende, lærer at Træ er brændbart, Jærn stærkt og Glas skørt, og Haandværkeren har Lejlighed til i høj Grad at uddybe disse Erfaringer med Hensyn til det Materiale, han til Stadighed arbejder med.

For Ingeniøren er disse Erfaringer ikke tilstrækkelige, han maa ikke alene vide, at Jærn er stærkt, han skal ogsaa vide, *hvor* stærkt det er, for at kunne dimensionere sit Bygværk derefter, og paa samme Maade maa hans Kendskab til Stoffernes øvrige Egenskaber være bygget paa grundige Undersøgelser under saa enkle Forhold, at en Virknings Aarsag let kan konstateres, hvilket som Regel ikke er muligt ved de tilfældige Erfaringer, der gøres i Praxis, fordi her talrige Biomstændigheder gør sig gældende.

Videnskabelige Undersøgelser af denne Art foretages i vid Udstrækning i de mekaniske og kemiske Laboratorier Jorden over, og paa Grundlag af de saaledes vundne almenlydige Erfaringer er det, at Konstruktøren arbejder.

Mange af Materialernes Egenskaber er imidlertid saa variable, at der ikke kan siges noget almenlydigt om dem, og man er da henvist til selv at foretage Forsøg med det Materiale, man har i Sinde at bruge, eller at sende det hen til en Prøveanstalt, og der faa det undersøgt for Styrke, Sejghed, Slidfasthed, Frostsikkerhed, Ildfasthed eller hvad det nu er for en Egenskab, man ønsker belyst. For Danmarks Vedkommende har vi i den af *Dansk Ingeniørforening* oprettede *Statsprøveanstalt* i København, et Laboratorium, der paa-tager sig slige Undersøgelser.

Gælder det en Sammenligning af to Stoffer, maa Undersøgelserne naturligvis foretages paa ganske ensartet Maade, for at Resultaterne kan blive oplysende, og i Erkendelsen af den store Betydning, det har for Teknikken, at Undersøgelser, der er foretagne paa forskellige Laboratorier, kan sammenlignes, er der af Teknikere Jorden over dannet et *internationalt Materialprøvningsforbund*, som fastslaar hvilke Principper, der skal lægges til Grund for Prøverne, og som stadig arbejder paa at fuldkommengøre Prøvemetoderne, saaledes at alle uvedkommiende Virkninger holdes borte. Samtidig fastholdes saavidt muligt Forbundets Hovedprincip, at et Materiale skal prøves paa en Maade, der svarer til dets Paavirkning i Praxis. For dette Forbund, hvis Bestemmelser ofte vil blive omtalte, er der her i Bogen benyttet den forkortede Betegnelse *I. M.*

2. Foruden at give Konstruktøren Oplysninger har Materialprøvningen den Opgave at være Dommer mellem Køber og Sælger. Køb af store Varepartier sker jo meget tidt ved offentlig Udbydelse, saaledes at Leveringen overdrages den lavest bydende. Under disse Omstændigheder har Sælgeren forholdsvis ringe Interesse i at levere gode Varer; Køberen er derfor nødt til i Leveringsbetingelserne bestemt at formulere hvilke Krav, han stiller til Materialet, og ved Modtagelsen maa han prøve om disse Krav er opfyldte.

Til disse Prøver kan regnes Varernes Besigtigelse, der altid er nødvendig alene for at konstatere Kvantiteten, og som i mange Tilfælde kan give gode Oplysninger ogsaa om Kvaliteten.

Den Opgave at skrive en Leveringsbetingelse, der ikke fordrer for meget (hvorved Varerne fordyres) og heller ikke for lidt, og som uden at blive for voluminøs dog paa utvetydig Maade fastslaar Kvaliteten, er slet ikke let. Ved Siden af Kendskab til Handelsmarkedet er en detailleret Viden om de Prøver, man kan forlange, at Materialet skal udholde, nødvendig, en Viden, der er af ret formel Natur, forsaavidt som den er ganske unødvendig for den konstruerende Ingeniør.

I de fleste Lande er der derfor ved Forhandling mellem Forbrugerne paa den ene Side og Fabrikanterne paa den anden Side fastsat Leveringsbetingelser, der med rimeligt Hensyn til bægge Parter fastslaar hvilke Fordringer, der kan stilles til de mest anvendte Materialer, saaledes at Forbrugeren ved Varernes Udbydelse blot behøver at henvise til disse Normalbetingelser.

I Danmark har paa lignende Maade *Den tekniske Forening* udarbejdet Leveringsbetingelser for Cement og *Dansk Ingeniørforening* for Jærnrør.

Undertiden kan det være ugørligt at formulere sine Krav i Ord, og i saa Fald hjælper man sig paa den Maade, at man fremlægger en Prøve og foreskriver, at Leverancen skal svare til denne, eller ogsaa forlanger man, at der sammen med Tilbudet skal indsendes en Prøve paa det Materiale, der agtes leveret. Men under normale Forhold bør Fordringerne stilles bestemt, og der vil i det følgende under Omtalen af de enkelte Materialer flere Steder blive fremført Exempler paa saadanne Leveringsbetingelser.

FØRSTE DEL.

Styrke- og Elasticitetsforsøg.

I. Prøvemaskiner og Finmaaleinstrumenter.

A. Prøvemaskiner.

3. De Maskiner, der bruges til at undersøge Materialernes Styrke og Elasticitet, skal som Regel kunne udvikle en meget stor Kraft og maa samtidig være forsynede med Apparater, der maaler denne Kraft med en Nøjagtighed af 1—2%. Det er i Hovedsagen Maaden, hvorpaa Kraften maales, der adskiller Maskinerne fra hinanden, medens Kraftens Frembringelse enten sker ved et hydraulisk drevet Stempel eller en mekanisk drevet Skrue. Kraften skal virke rolig og uden Stød, og Maskinen maa være saaledes indrettet, at man let og sikkert kan undersøge, om dens Kraftangivelse er rigtig, en Undersøgelse, der maa gentages med regelmæssige Mellemrum.

Der haves Maskiner, som udelukkende er bestemt til henholdsvis Træk-, Tryk- eller Bøjningsprøver og udelukkende til et bestemt Materiale, f. Ex. Traad eller Cement, og nogle af disse Maskiner vil blive omtalt i Bogens 2den Del sammen med de paagældende Materialer. Her skal navnlig beskrives de saakaldte Universalmaskiner, der kan benyttes baade til Træk, Tryk og Bøjning, og hvis Bygning som Regel er meget kraftig, hyppigt svarende til en Maximalydelse af 50^t.

Af disse Universalmaskiner bruges talrige Typer, af hvilke tre skal nævnes, nemlig en Maskine fra *Düsseldorfer Maschinenbau-Aktiengesellschaft*, der findes i *Polyteknisk Materiallaboratorium*, *Tinius Olsens* Maskine, der findes paa *Statsprøveanstalten* samt *Werders* Maskine.

1. Düsseldorf Maskinen.

4. Fig. 1 viser denne Maskine indrettet til **Trækforsøg**. Stangen, der skal prøves, er anbragt mellem to Indspændingshoveder, af hvilke vi foreløbig kan lænke os det øverste fast ophængt i Maskinstativet. Det nederste Indspændingshoved, der ved to Styrringer er forhindret i at dreje sig, er i løs Forbindelse med den nedenunder værende Skruespindel, saaledes at det føres op eller ned sammen med denne. I Maskinstativets Fod ligger et vandret Tandhjul, som er Møtrik for Spindelen, og som er i Indgreb med en bagved liggende Snekke (Skrue uden Ende), der drives af en elektrisk Motor eller ved Hjælp af et Haandsving. Ved at lade Motoren løbe den ene eller den anden Vej kan man da efter Behag hæve eller sænke Spindelen og trække i Prøvestangen med en Kraft af indtil 50^t.

Med Motorens hurtigste Gang paatvinges der Stangen en Forlængelse af ca. 23 mm i Minuttet, med Motorens langsomste Gang ca. 7 mm i Minuttet. Ønskes en ringere Hastighed bruges Haandsvinget, der ved tilpas hurtig Drejning giver en Forlængelse af ca. 1,7 mm i Minuttet.

5. Det Træk, der paa denne Maade frembringes i Prøvestangen, skal kunne maales, og det øverste Indspændingshoved er derfor ikke ophængt direkte i Ma-

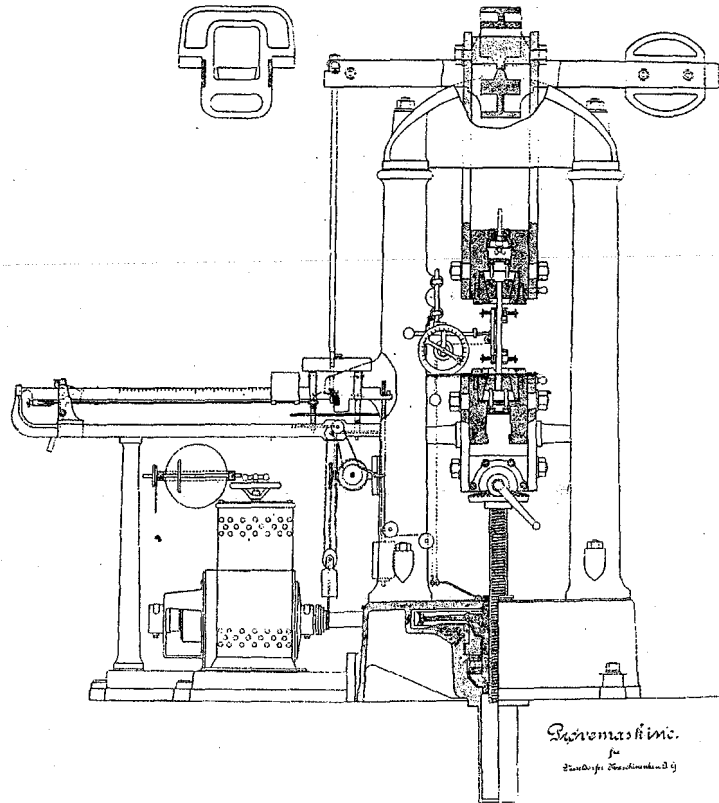


Fig. 1. Trækforsøg.

skinstativet, men derimod i en over dette anbragt uligearmet Vægtstang. Denne er rammeformet, idet den bestaar af to Stykker Fladjærn, der kun er forbundne i Midten og ved Enderne. Midterforbindelsen har to i hinandens Forlængelse liggende nedadvendte Knivsægge, der hviler paa Maskinstativet, og lidt tilhøjre derfor en opadvendt Knivsæg, der bærer Indspændingshovedet. Vægtstangens højre Arm er altsaa ganske kort, medens dens venstre Arm er 100 Gange saa lang. I Enden af denne hænger en Trækstang, der fører Kraften videre til den lavere liggende eenarmede Vægtstang, hvorved den yderligere reduceres, saa at den kan afvejes ved Hjælp af en Løbevægt (Skydelod) paa denne. Bægge de to

Vægtstænger er forsynede med Kontravægte, saaledes at der er Ligevægt, naar Skydeloddet staar ved Vægtstangens Nulmærke.

Ønsker man at frembringe et ganske bestemt Træk i Stangen, indstilles Skydeloddet paa denne Belastning, hvorved Vægtstangen synker ned; derpaa sættes Maskinen i Gang og holdes i Gang, indtil Vægtstangen atter spiller ind.

6. Hvis man derimod stadig vil følge Kraftens Stigning, da maa man uafbrudt under Maskinens Gang tilvejebringe Ligevægt ved at skyde Loddet ud efter. Denne Indstilling kan Maskinen ogsaa selv besørge, idet Løbevægten er fastgjort til et Snortræk, der løber om to Skiver, een i hver Ende af Vægtstangen; den inderste Skive er i fast Forbindelse med et (øvre) Tandhjul og et (nedre) Snekkehjul, der sidder paa samme Axel. Et tilsvarende Hjulpar sidder paa den modsatte Side af Vægtstangens Ophængningspunkt og i samme Afstand fra dette. De fire Hjul deltager altsaa i Vægtstangens Svingninger. De to Tandhjul er i Indgreb med hinanden, medens de to Snekkehjul er anbragt saaledes i Forhold til deres Snekker (der sidder paa Maskinstativet), at der kun bliver Indgribning, naar Vægtstangen forlader Ligevægtstillingen, og da kun for een af Snekkernes Vedkommende. De to Snekker roterer i modsatte Retninger drevne fra Motoraxlen, idet der dog som Mellemed er indskudt et Par Friktionsskiver, ved Hjælp af hvilke man kan ændre Snekkernes Hastighed uafhængig af Motoren.

Naar nu Motoren sættes i Gang, og Vægtstangen stiger som Følge af Trækket i Stangen, vil det bageste Snekkehjul komme i Forbindelse med sin Snekke og blive drejet rundt, og denne Bevægelse overføres gennem de to øvre Tandhjul til Skydeloddet, saaledes at dette føres ud saa langt, at der atter bliver Ligevægt, og Indgribningen ophører. Skulde Loddet paa Grund af Inertien løbe lidt for langt, saa at Vægtstangen synker ned under Ligevægtstillingen, da vil det andet Snekkehjul komme i Indgribning med sin Snekke og faa en Rotation i modsat Retning af før, saa at Loddet atter føres tilbage. Ved denne Ordning kan man altsaa stadig aflæse Trækket i Prøvestangen.

Naar Stangen trækkes over, synker Vægtstangen, og Loddet vandrer da strax indefter, men en lille Aluminiumsrytter, som Loddet har skudt foran sig, bliver siddende, saa man senere hen kan aflæse Maximalbelastningen, hvis man har forsømt det under Forsøget.

7. Vil man maale Stangens Forlængelse som Følge af Trækket, kan det ske ved Hjælp af det paa Maskinens venstre Søjle anbragte Maaleapparat (Fig. 2). Paa Prøvestangen fastklemmes da to vandrette Plader, P, mellem hvilke der stilles to Rør R, det ene glidende inden i det andet. I det indre Rørs øvre Ende er fastgjort en Snor, som ved Hjælp af Lederuller er ført lodret ned til Maale-

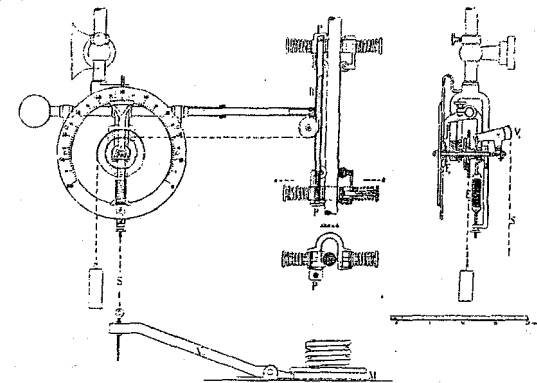


Fig. 2. Forlængelsesmaaler.

apparatets Arm og derfra vandret hen til dettes Maalebue, hvor den er viklet om en Skive og holdes strammet af et Lod. Ved denne Ordning vil Rørene stadig presses mod Pladerne, og disses Bevægelse i Forhold til hinanden kan aflæses ved Hjælp af en paa Skiven anbragt Viser, der angiver Bevægelsen (α : Maalelængdens Forlængelse) 3 Gange forstørret.)

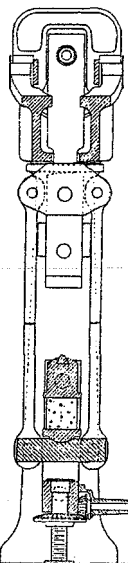


Fig. 3. Trykforsøg.

8. Skal Maskinen bruges til **Trykforsøg** (Fig. 3), hænges der 4 lange Øjestænger op i det øverste Indspændingshoved, og fornedet forbindes de med en svær Staalplade, med en kugleformet Fordybning i Midten. Den Tærning, der skal knuses, stilles paa en mindre Plade, hvis kugleformede Underside svarer til Fordybningen. Maskinens nedre Indspændingshoved fjernes, og et nyt med plan Underside anbringes, saaledes at det ligger mellem Øjestængerne oppe over Tærningen, forbundet med Spindelens Krydshoved ved lange Lasker. Naar Spindelen nu føres nedad, bliver Tærningen presset mellem de to Trykplader, og Kraften afvejes ganske som ved et Trækforsøg.

9. Skal Maskinen bruges til **Bøjningsforsøg** (Fig. 4), lægges Prøvebjælken op paa to svære Bolte, der hænger i Øjestængerne, og hvis indbyrdes Afstand kan varieres fra 30 til 100 cm, idet Traverser af tilsvarende Længde holder dem ude fra hinanden. Belastningen paaføres i Midten ved Hjælp af det samme Hoved, som bruges til Trykforsøg blot drejet 180° om en vandret Axe, hvorved man i Stedet for en Plade faar en Vulst, gennem hvilken Trykket overføres til Bjælken.

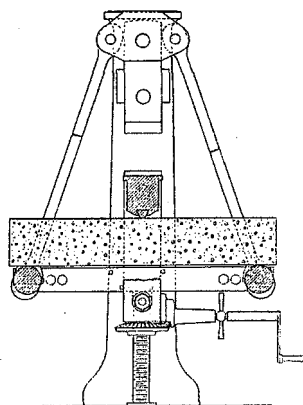


Fig. 4. Bøjningsforsøg.

10. Det ovenfor omtalte **Maaleapparat** kan, naar det anbringes mellem Plader skruede paa det øvre Indspændingshoved og paa Trykhovedet, bruges til at maale henholdsvis Sammentrykningen og Nedbøjningen. I sidste Tilfælde faar man dog ikke den rene Nedbøjning, men tillige de lokale Ind-

¹⁾ Viseren er ikke i fast Forbindelse med Skiven, men dennes Axel er hul og omslutter Viserens, og der er saamegen Friktion imellem dem, at Viseren tages med, naar dens Bevægelse ikke er hæmmet f. Ex. ved at den berører Maalebuen. Viserens Axel kan forskydes lidt i sin egen Retning, og den svage Bladfjer F_1 vil, saalænge den er eneraadende, holde Viseren lidt fjernet fra Maalebuen. Det er nu saaledes indrettet, at en Fjer, F_2 , stræber at presse Viseren ind mod Maalebuen, men hindres deri af Vægstangen V_1 , der ved en Snor, S , er forbundet med en lille uligearmet Vægstang, V_2 , der sidder paa Maskinens Fodplade, og hvis korte Arm presser ned mod en Krave paa Skruespindelens Møtrik, M . Denne er som Følge af Trækket i Spindelen hævet en Kende og vil derfor synke lidt ned, i det Øjeblik Prøvestangen trækkes over. Derved slappes Snoren S , og Fjeren F_2 strammes, saa at Viseren presses ind mod Maalebuen, hvor den fastholdes og viser Prøvestangens (α : Maalelængdens) Brudforlængelse. Hvis denne Ordning ikke var truffen, vilde Viseren i Brudøjeblikket, naar Rørene farer ud af hinanden, blive ført med.

Rykket i den lille Vægstang paa Maskinens Fodplade kan ogsaa bruges til at stille Løbevægten i Ro i Brudøjeblikket ved Hjælp af den anden paa Fig. 1 viste Snor, ved hvis Slappelse en Pal farer ind i det Palhjul og standser dettes og dermed Snekkernes Rotation.

tryk i Materialet paa de tre Kraftoverførselssteder, Indtryk, der ved bløde Materialer, som Træ, kan være ret betydelige.)

11. I Stedet for at aflæse de sammenhørende Værdier af Kraft og Forlængelse (Forkortelse, Nedbøjning) hver for sig kan man ogsaa lade Maskinen selv optegne et **Diagram** (Materialets Arbejdslinie) α : en Kurve, hvis Ordinater er lig Belastningen, og hvis Abscisser er lig Maalelængdens Forlængelse. Diagramapparatet (Fig. 5) bestaar af en lodret Tromle belagt med Papir, mod hvilket en Skrivestift trykker. Denne Skrivestift sidder paa en Stang, der styres af Bøjler paa Maskinstativet, og som ophænges i Maaleapparatets Snor i Stedet for det almindelige Lod. Naar Prøvestangen forlænger sig, vil Stiften da tegne en lodret nedadgaende Linie, hvis Længde er proportional med Forlængelsen. Imidlertid er Tromlen ved Hjælp af en Snorskive sat i Forbindelse med Løbevægten, saaledes at den drejer sig et Stykke, der er proportionalt med Løbevægtens Vandring altsaa med Kraften, og Skrivestiften kommer derved til at tegne den omtalte Kurve.

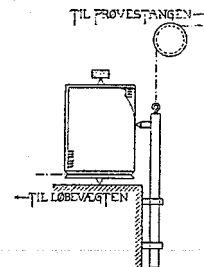


Fig. 5. Diagramapparat.

2. Tinius Olsens Maskine.

12. Denne Maskine er amerikansk med en Maximalydelse af 50 t. Som den skematiske Fig. 6 viser, indspændes Prøvestangen foroven i en Støbejernplade, der ved Hjælp af 4 Søjler er fast forbundet med en nedre Plade, og hele dette Stativ hviler paa 3 Vægstænger, der atter hviler paa et Støbejernstel, og som afvejer den Kraft, hvormed der trækkes i Stangen.

Den nedste Ende af Prøvestangen er indspændt i en Støbejernplade, der er fast forbundet med 4 lange Trækstænger, som er skrueskaarne fornedet og finder deres Møtrikker i 4 Tandhjul, der stemmer mod Maskinstativets Plade og ligger i lidt forskellig Højde, saaledes at de alle drives af et centralt siddende langt Drivhjul. Maskinen drives ved Remtræk fra en Motor, og Skrivestiften sætter ved Hjælp af en konisk Tandhjulsforbindelse det lange Drivhjul i Bevægelse, hvorved de skrueskaarne Stænger bevæger sig nedad og trækker i Prøvestangen.

Trækket overføres, som ovenfor beskrevet, i Form af et Tryk til Vægstængerne. Stativet har 4 Ben, af hvilke de to hviler paa den midterste Vægstang, der er længere end de to andre og bagtil ender T-formet, mens de to andre Ben hviler paa hver sin af de korte Vægstænger og i en saadan Afstand fra Omdrejningspunktet, at Omsætningsforholdet bliver det samme for alle tre Stænger. Grunden til at man ikke kan nøjes med een Vægstang er, at det trykkende Stativ i saa Fald vilde stille sig skævt, naar Vægstangen bevægede sig.

Stængerne fri Ender hviler i en Bøjle, og Trækket i denne føres gennem en ny, enarmet Vægstang op til den øverste toarmede Vægstang,

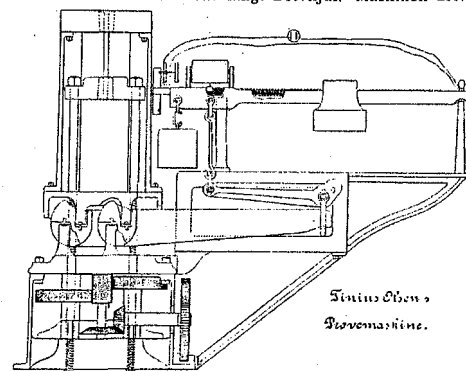


Fig. 6.

der bærer et bevægeligt Lod, hvis Stilling angiver Belastningens Størrelse.

13. Efterhaanden som Trækket i Prøvestangen voxer; maa Loddet forskydes udefter, og denne Bevægelse besørger Maskinen selv. Vægstangens Udslag er nemlig begrænset af to elektriske Kontakter, saaledes at der sluttes eet elektrisk Kredsløb, naar Vægstangen berører den

¹⁾ Ved en saadan indirekte Benyttelse af Maaleapparatet maa man belaste Prøvelegemet lidt, inden Viseren stilles paa Nul, thi i modsat Fald er man udsat for, at Trykhovedet ikke er i Berøring med Legemet fra først af, saaledes at dets nedadgaende Bevægelse i Begyndelsen slet ingen Deformationer fremkalder.

øverste, et andet, naar den berører den nederste. Oven i Vægtstangen ligger en Skrue, der paa Enden bærer en Skive med en inddrejet Rille. Ind i denne Rille rager der en lille Axel, der stadig roterer drevet af Maskinen, og som ved Hjælp af to Elektromagneter snart kan trækkes ud mod Rillens ydre Rand, snart ind mod den indre Rand, hvorved Skiven og dens Skrue snart bevæges i een Retning, snart i den modsatte. Idet nu Loddet danner Matrik for Skruen, vil det forstaaes, at en opadgaende Bevægelse af Vægtstangen medfører, at Loddet flyttes udad, indtil der paany er Ligevegt, og en nedadgaende Bevægelse af Vægtstangen fører Loddet indefter; Loddets Stilling vil altsaa i hvert enkelt Øjeblik angive Trækrets Størrelse, der direkte kan aflæses paa Vægtstangens Inddelinger.

14. Maskinens Diagrammapparat er vist paa Fig. 7. Diagrammet tegnes paa et Stykke Papir, der er lagt omkring en Tromle, idet denne drejes proportionalt med Prøvestangens Forlængelse, samtidig med at Skrivestiften bevæger sig parallelt med Tromlens Axe, proportionalt med Belastningen. Tromlen sidder paa Vægtstangens korte Ende, og under den sidder Skrivestiften fastgjort til en Matrik, der omslutter den i Vægtstangen liggende Skrue. Denne er her skrueskaaren i modsat Retning og med langt finere Gevind end paa den øvrige Del, saaledes at Skrivestiften bevæger sig proportionalt med Vægtloddet, men modsat dette og et langt kortere Stykke.

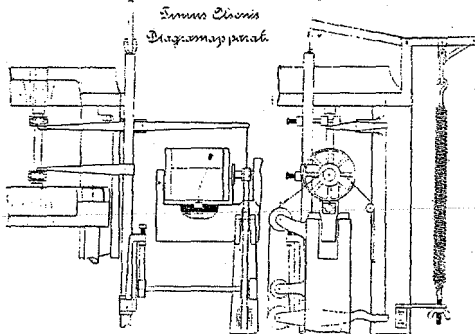


Fig. 7.

Prøvestangens Forlængelse overføres til Tromlen paa følgende Maade: Omkring Prøvestangen fastklemmes der to Ringe, hver i sin Ende af Maalelængden, og mod disse Ringe hviler et Par Staaflingre. Den nederste af disse sidder fast paa en ikke helt kontrabalaneret Jærnstang, der derfor synker ned, samtidig med

at Prøvestangen forlænger sig. Bevægelsen overføres gennem et Nysølvbaand og en Skive til en vandret Axel, paa hvis anden Ende der sidder en lignende Skive. Til denne er der fastgjort et Nysølvbaand, som over to Lederuller, en nedre og en øvre, føres op til Tromlen og holdes stramt ved Hjælp af et lille Vægtlod. Paa denne Maade drejer Tromlen sig altsaa proportionalt med det Stykke, den nederste Ring sænker sig. Denne sænker sig imidlertid ikke blot som Følge af Maalelængdens Forlængelse, ogsaa Forlængelsen af det over Maalelængden værende Stykke kommer med, saavel som en eventuel Glidning af Prøvestangen i de øverste Bakker. Derfor maa det Stykke, den øverste Ring bevæger sig nedad, trækkes fra, og dette sker ved Hjælp af den øverste Staaflingre, der er udført som en lige-armet Vægtstang. Hvis den øverste Ring synker 1 mm, stiger Vægtstangens anden Ende et lige saa stort Stykke, og denne Bevægelse overføres ved Hjælp af en Nysølvtraad til den ene Arm af en lavere liggende Vægtstang, hvis anden Arm er halvt saa lang som den første og bærer den tidligere omtalte nedre Lederulle. Denne vil altsaa sænke sig $\frac{1}{2}$ mm, hvorved der løber $\frac{1}{2}$ mm Nysølvbaand af den og 1 mm Nysølvbaand paa den, saaledes at Tromlens Drejning netop formindskes med det Stykke, den øverste Ring sænker sig.

15. Skal Maskinen bruges til Trykforsøg, maa der laves en Opklodsning paa Bordet, paa hvilken Prøvestykket stilles, og de nederste Indspændingsbakker fjernes og erstattes med en Trykplade, medens Maskinens Virkemaade iøvrigt bliver ganske den samme som tidligere.

Ved Bøiningforsøg indskydes en Jærnhjelpe, paa hvis Ender der opstilles Understøtninger for Prøvehjelpen, og denne belastes i Midten gennem en Rulle eller lignende, naar Maskinens nedre Krydshoved føres ned.

3. Werders Maskine.

16. Werders Maskine er vist skematisk i Fig. 8. Den er i Modsætning til de to foregaaende liggende, saa at Prøvestangen er vandret under Forsøget, og Kraften frembringes ved at pumpe Vand ind i en Cylinder, hvorved Stemplet S trykkes ud, førende Vinkelvægtstangen aL med sig. Denne Vægtstang vil derved dreje sig om Punktet o , men kan atter bringes i vandret Stilling ved at belaste Vægtskaalen V . Den korte Vægtstangsarm tvinges saaledes til at holde sig lodret, og da den gennem Stangen G er forbunden med Prøvelegemet P , hvis anden Ende er fastholdt ved F , maa Prøvelegemet forlænge sig lige saa meget, som Stemplet har bevæget sig, og Trækket i Stangen bestemmes ved

Hjælp af Lodderne paa Vægtskaalen. Da Vægtstangsarmene er henholdsvis 3 mm og 1500 mm (Figuren er rent skematisk), kan man med forholdsvis smaa

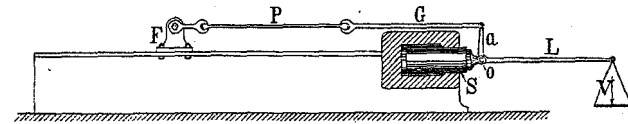


Fig. 8. Werders Prøvemaskine.

Lodder afveje indtil 100', hvilket gerne er Maskinens Maximalydelse. I Stedet for at afveje Kraften, kunde man maale Trykket i Cylinderen med et Fjermanometer, men i saa Fald vilde man ikke faa Friktionen mellem Stempel og Cylinder elimineret, og saadanne Dynamometre er desuden ikke helt paalidelige, da de kan forandre sig i Tidens Løb.

Stangen G er ophængt saaledes, at den kun forskyder sig i sin egen Retning og uden Friktion. Hvorledes dette opnaas, fremgaar ikke af Figuren, men man kan tænke sig Stangen ophængt i uendelig lange Tove.

Bukken F kan fjernes mer eller mindre fra Cylinderen og spændes fast hvor som helst, saa at Maskinen kan bruges til Prøvning af lange Kæder og Tove. Dette er een af Fordelene ved denne Maskine.

4. Hydrauliske Presser.

17. Til Trykforsøg benyttes ofte hydrauliske Presser, der bestaar af to Trykplader, af hvilke den øverste kan fastspændes i forskellige Højder, medens den nederste, paa hvilken Prøvelegemet stilles, hviler ovenpaa Stemplet og derfor hæver sig sammen med dette og presser Legemet mod den øvre Plade.

Det hydrauliske Tryk kan frembringes ved Haand- eller Maskinpumpning, men man kan ogsaa hjælpe sig med Vandværksledningernes Tryk, naar der indskydes en Multiplikator (Fig. 9), som multiplicerer Trykket med Forholdet mellem de store og det lille Stempels Areal. Naar Tregangshanernes Stilling er som i Figuren, tømmes Vandet ud fra den store Cylinder, og Apparatet er derved forberedt til en ny Prøve.

Ved smaa Presser, som den nedenfor beskrevne *Amster-Laffon'ske*, kan Trykket i den hydrauliske Cylinder maales med et aabent Kviksølvmanometer. Ved store Presser er Cylinderen forsynet med et Fjermanometer, der angiver Vædsketrykket, og ved at multiplicere dette med Stempels Areal faas det totale Tryk, hvoraf dog Stempelfriktionen sluger en mindre, ubekendt Del. Man plejer derfor fra Tid til anden paa Prøvelegemets Plads at anbringe et Kontrolmanometer og lave sig en Tabel over de effektive Tryk, som svarer til de forskellige Manometeraflæsninger.

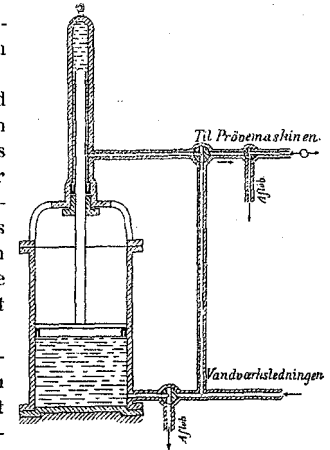


Fig. 9. Multiplikator.

Til Prøvning af Beton paa Byggepladser har *Martens* konstrueret en transportabel Presse, med hvilken der kan knuses Tærninger af indtil 30 cm Side-linie.

18. *Amsler-Laffons 30^t Presse* (Fig. 10) bruges hovedsagelig til Prøvning af Cement. Prøvelegemet (hyppigst en Tærning), stilles paa Trykpladen, hvis

AMSLER-LAFFONS 30 TONS PRESSE.

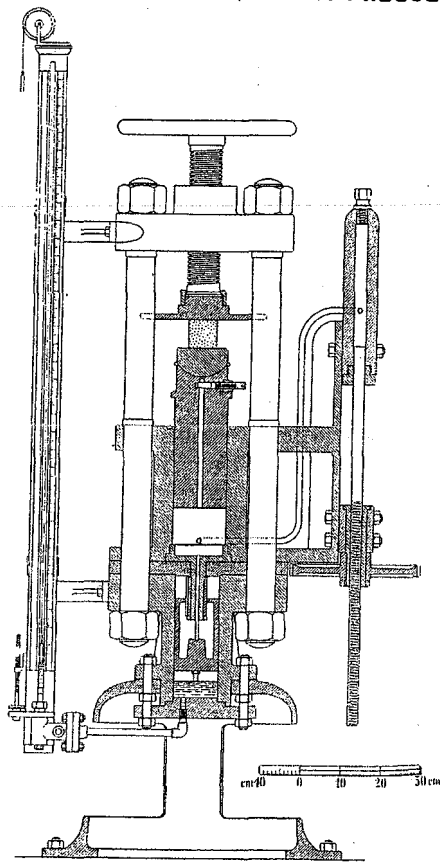


Fig. 10.

at presse direkte paa Manometerets Kviksølv, presser paa et tyndt Stempel, der atter trykker paa et større Stempel; under dette er der først et Lag Olie og for Resten Kviksølv, der gennem et Rør staar i Forbindelse med det af gennem-sigtigt Celluloid forfærdigede Manometerør. Kviksølv-søjle's Højde reduceres derved i et Forhold, der er lig med Forholdet mellem de to sidstnævnte Stemp-lers Arealer. Paa Kviksølvets Overflade svømmer et lille Lod, der ved en Traad

Underside er kugleformet og lejret i Stemplets Kugleskaal, saaledes at Trykpladen ind-stiller sig efter Prøvelegemets Underside og giver et centralt Tryk, selv om Prøvelegemets Endeflader ikke er parallelle. Naar dette er centreret, drejes Skruen ned, hvorved den øvre Trykplade, der er løst for-bunden med Skruen, men styret af Søjlerne, saaledes at den ikke kan dreje sig, presses mod Tærningen. Ved derpaa at drive Stemplet i Vejret, knuses Tærningen. Stemplet er nøjagtigt indslæbet i Cylinderen, hvis Hulrum gennem et Rør staar i For-bindelse med den lille, øverst tilhøjre viste Cylinder, der, ligesom den store og Røret, er fyldt med Olie. Naar nu Tandhjulet, der er vist nederst tilhøjre, og som danner Møtrik for Skruen, drejes rundt, gaar denne ind i den lille Cylinder, og Olien her presses over i den store Cy-linder, saa at dennes Stemp-el stiger.

Trykket i Cylinderen maa-les med et aabent Kviksølv-manometer, men ikke direkte, da Manometeret saa maatte være meget højt; først redu-ceres Trykket derved, at Cy-linderens Olie, i Stedet for

over en Trisse foroven er kontrabalanceret af et andet Lod. I det Øjeblik Brud-det sker, synker Kviksølvet pludseligt, men Loddet bliver hængende og angiver Brudbelastningen, idet der langs Manometerøret er anbragt to Skalaer, af hvilke den tilhøjre angiver det totale Tryk paa Prøvelegemet, den tilvenstre dette Tryk divideret med 50. De Cementtærninger, for hvilke Pressen fortrinsvis er bestemt, har nemlig et Tværnsnit af 50 cm², saa man direkte kan aflæse Brudspændingen i at. Afstanden mellem Delestregerne svarer til henholdsvis 100 kg og 1 at.

Det mest karakteristiske ved den *Amsler-Laffon'ske* Presse er de indslæbte Stempler, der passer saa nøjagtigt i Cylinderne, at Olien ikke kan passere Mellem-rummet. Denne Konstruktion giver en langt ringere Friktion end de alminde-lige Stempelkonstruktioner, hvor Friktionen filmede ofte er ujævn og f. Ex. lader sig ophæve et Øjeblik af en Rystelse. For yderligere at formindske Friktionen bliver det nederste, hule Stempel stadig drejet frem og tilbage om sin egen Axe ved Hjælp af et mekanisk Apparat.

5. Dynamometre.

19. Prøvemaskiner maa ret jævnlig justeres, for at man kan være sikker paa, at de angiver Kraften rigtig, og hertil bejener man sig i Reglen af Dyna-mometre, der i Følge Sagens Natur maa være meget kraftigt byggede. Disse Dynamometre bliver een Gang for alle undersøgte med Vægtlodder¹⁾ eller i en Prøvemaskine, hvis Rigtighed man ad anden Vej har overbevist sig om, og der laves en Tabel over hvilke Kræfter, der svarer til Dynamometrets forskellige Delestreger, hvorefter det kan bruges til Kontrollering af nye Maskiner.²⁾

Den almindeligste Maade at kontrollere en Prøvemaskine paa er dog ved Hjælp af en cylindrisk Staalstang (eller ved Trykforsøg en kort Staalcylinder), for hvilken man kender de sammenhørende Værdier af Belastning og Form-forandring. Formforandringerne maales da med det i § 22 be-skrevne Spejllapparat, der tillader en meget stor Nøjagtighed i Aflæs-ningen.

¹⁾ Materialprøveanstalten i Berlin er indrettet paa at kunne belaste direkte med indtil 10000 kg

²⁾ Blandt saadanne Dynamometre skal omtales den i Fig. 11 viste massive Staal-ring, der kan bruges ved Træk af indtil 15^t. Som Følge af Trækket forkortes den vandrette Diameter, og Forkortelsen an-gives stærkt forstøret af Viseren, der er indrettet som en Vinkelvægstang, paa hvis korte Arm den diametrale Stang trykker. Dynamometret kan lige saa godt bygges til Trykforsøg, men samme Ring maa altid bruges paa samme Maade, da den faar blivende Deformationer ved Over-gangen fra een Paavirkning til den mod-satte.

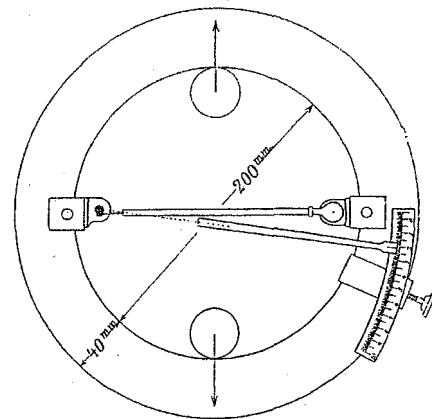


Fig. 11. Ringdynamometer.

B. Finmaaleinstrumenter.

20. Naar Materialernes Elasticitetsforhold skal undersøges, har man Brug for meget fintmærende Maaleinstrumenter, som tydeligt viser den af Kraften frembragte Længdeforandring¹⁾. Af saadanne Instrumenter skal en Formforandringsmaaler med Viser og nogle Spejlapparater omtales.

1. Durand-Clayes og Bachs Formforandringsmaaler²⁾.

21. Dette Apparat kan bruges baade ved Træk- og Trykforsøg, men kun i staaende Prøvemaskiner. Det anvendes navnlig, naar Prøvelegemets Dimensioner er store f. Ex. til Elasticitetsforsøg med Beton og Sten.

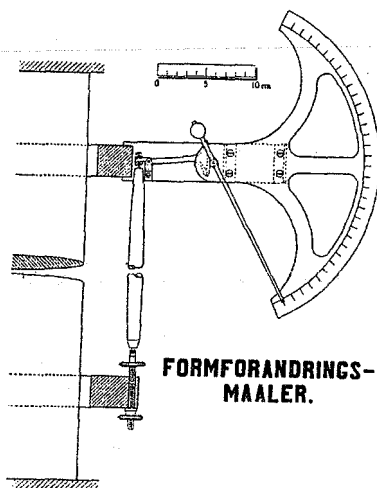


Fig. 12.

Apparatet (Fig. 12) befastes til Prøvelegemet ved Hjælp af to svære Staalringe, een i den øvre og een i den nedre Ende af Maalelængden. Disse Staalringe bringes til at sidde fast, ved at man skruer 4 radiært stillede Skruer, for hvilke Ringen er Møtrik, ind mod Prøvestykket. Den øverste Ring bærer en Maalebue, i hvis Centrum en Axel med en kontrabalanceret Viser er lejret. Rundt om denne Axel er der lagt et tyndt, bøjeligt Metalbaand, hvis ene Ende er fastgjort til Axlen, medens den anden Ende er fæstnet til den segmentformede Afslutning paa en uligearmet Vægtstang, hvis Axel ogsaa er lejret i Maalebuen, og hvis korte Arm bærer en nedadvendende Skaal; mellem denne og en lignende Skaal, der findes i Enden af en i den nedre Staalring anbragt Stilleskrue, er indskudt en Træstang. En Fjer, der ikke er vist i Figuren, bevirker, at den øvre Skaal altid er i Berøring med Træstangen. Før Forsøget begynder, stilles Viseren paa Nul ved Hjælp af Stilleskruen. Trykkes Legemet derpaa sammen, vil Staalringene nærme sig til hinanden, medens Træstangen beholder sin Længde, og Viseren vil følgelig gøre et Udslag, der viser Forkortelsen mange (gerne 600) Gange forstørret. Buen er inddelt i mm, man kan altsaa skønne $\frac{1}{600}$ mm, saa at en Forkortelse af Maalelængden paa $\frac{1}{600}$ mm endnu er mærkbar. Er Maalelængden 750 mm, vil man derfor kunne paavise en Forkortelse paa $1 : 6000 \cdot 750 = 1 : 4500000$ af denne.

Man arbejder altid med to Apparater, eet paa hver Side af Prøvelegemet, og tager Middeltallet af Aflesningerne for at eliminere de Smaafejl, der kan op-

¹⁾ Instrumenterne bør angive Længdeforandringerne med en Nøjagtighed af 0,0005 %.
²⁾ Instrumentet er opfundet af Durand-Clayes og forbedret af Bach.

staa, ved at Legemet ikke er fuldstændig centralt paavirket, eller ved at Sammentrykkeligheden er større i den ene Side end i den anden.

2. Spejlapparater.

22. Martens Spejlapparat er vist paa Fig. 13 I, anbragt paa en Prøvestang i en staaende Maskine. Det bestaar af to Maaleskinner, M , af Staal, der foroven ender i Ægge og forneden har en Kærv til Optagelse af de to Staalprismer, P , til hvilke Spejlene, S (Fig. 13 III), er befastede; ved Hjælp af Fjerklemmen, F , trykkes Maaleskinnerne fast ind mod Stangen, hvorpaa Spejlprismerne anbringes mellem denne og Skinnerne, saaledes at deres store Axe ligger vandret. Til Apparatet hører endvidere to Maalestocke, A , og to Kikkerter, K , med Traadkors.

Billed II viser Apparatet i mindre Formindskelse (ca. $3\frac{1}{2}$ Gange) set fra Kikkerterne samt et vandret Snit mellem Fjerklemmen og Spejlene, dels set op mod hin, dels set ned mod disse; endelig viser Billed III Spejlbevægelsen i fordrejet Maalestock.

Trækkes der i Prøvestangen, saaledes at Maalelængden forlænger sig et Stykke λ , vil Prismene dreje sig en Vinkel, v , bestemt ved Ligningen $\lambda = r \cdot \sin v$, hvor r er Længden af Prismets store Axe. Spejlet har da drejet sig den samme Vinkel, og den Lysstraale, som nu reflekteres ind i Kikkerten, danner følgelig Vinklen $2v$ med den oprindelig reflekterede Straale. Kaldes Differensen mellem Kikkertaflesningerne før og efter Drejningen a og Maalestockens Afstand fra Spejlet L , haves $a = L \cdot \operatorname{tg} 2v$ og følgelig:

$$\frac{a}{\lambda} = \frac{L \cdot \operatorname{tg} 2v}{r \cdot \sin v} \quad \text{eller} \quad a = 2 \cdot \frac{L}{r} \cdot \lambda,$$

idet man for smaa Værdier af v har $\operatorname{tg} 2v \sim 2v$ og $\sin v \sim v$.

Er $r = 0,4525$ cm og $L = 113,1$ cm, faas $a = 2 \cdot \frac{113,1}{0,4525} \cdot \lambda = 500 \lambda$, saa at For-

længelsen viser sig 500 Gange forstørret.

Man anvender altid to Apparater og tager Middeltallet af a_1 og a_2 , og her er det endnu nødvendigere end ved den tidligere beskrevne Formforandringsmaaler. Hvis nemlig Stangen sammen med Spejlapparatet drejer sig en lille Vinkel om en lodret Axe, hvilket let kan ske, saa vil denne Vinkeldrejning addere sig til den, der skyldes Maalelængdens Forlængelse, og har man kun eet Spejlapparat, vil der altsaa komme en Fejl ind i Maalingen. Har man derimod to Spejle, der drejer sig i modsatte Retninger, naar Maalelængden forandrer sig, vil en Drejning af Stangen formindske a_1 lige saa meget som a_2 , forøges, og Middeltallet vil altsaa være uafhængig af Stangens Bevægelser.

Hvis man, umiddelbart efter at have befastet Apparatet, ser ind i Kikkerten, vil man se Maalestocken passere langsomt forbi, ganske som om Stangen forlængede sig. Man har nemlig opvarmet Maaleskinnerne ved at tage paa dem, og idet de atter afkøles, trækker de sig sammen og drejer Spejlene. Efter at have paasat Apparatet maa man derfor vente 10 Minutter, inden man begynder Forsøget. Ved meget fine Maalinger bør man ogsaa holde Øje med Stuens Temperatur, idet en Ændring i denne hurtigere vil forplante sig til de tynde Maaleskinner end til den tykkere Prøvestang.

23. Bauschinger er den første, der har indført Spejlmaaling i Materialprøvningens Tjeneste, men hans Apparat egner sig mindre godt til Brug i

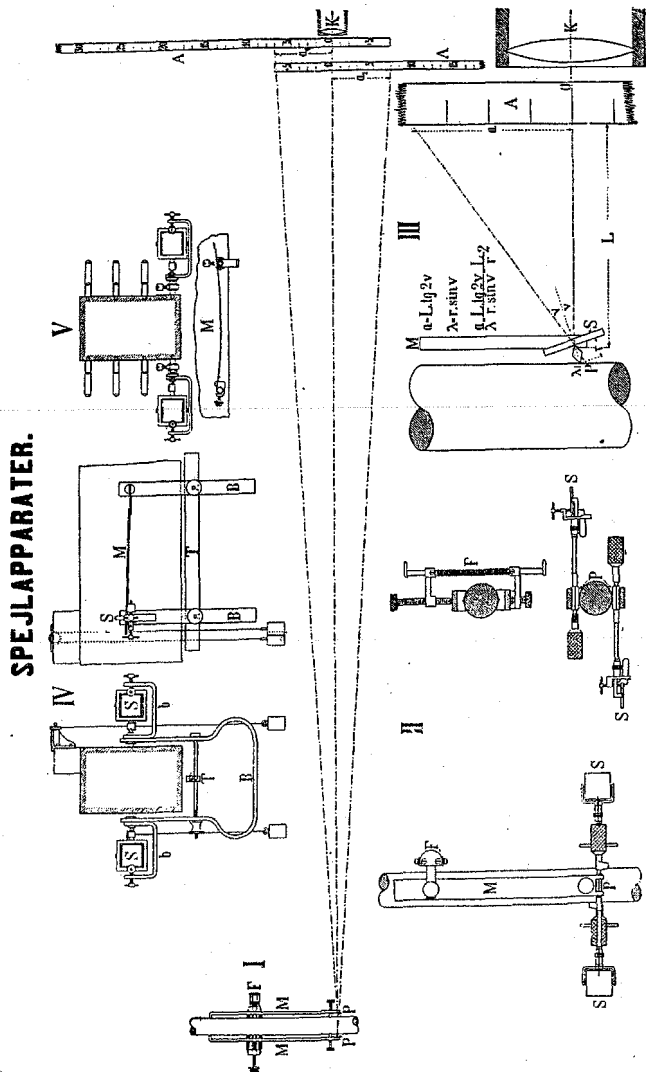


Fig. 13.

staaende Maskiner. I Fig. 13 IV er dets Anvendelse til Maaling af en bøjet Bjælkes Formforandringer vist. Spejlxlerne er her lejrede i et Par Smaabøjler, b , der er fæstnede til den store Bøjle, B , og ved Hjælp af en skrueskaaren Bolt presses dennes Kørnspidser ind i Bjælken. En lignende Bøjle anbringes i Maalelængdens Afstand fra den første, og ved Fastklemning af Trælisten T fixeres deres Stilling. Maaleskinnernes ene Ende er fastgjort til den ene Bøjle, mens

den anden Ende ved Hjælp af et Lod presses mod en paa Spejlxlen siddende Ebonitrulle, saaledes at denne drejes, naar Maalelængden, som Følge af Bjælkenes Belastning, forlænger eller forkorter sig. For at undgaa Glidning er Maaleskinnen belagt med Smergellærred.

Maalingen foregaar som ved Martens Apparat, kun er Maalelængdens Forlængelse, λ , her lig det afviklede Stykke af Ebonitrullens Periferi, altsaa $\lambda = r\theta$, hvor r er Rullens Radius og θ dens Vinkeldrejning. De Bevægelser, Bjælken som Helhed udfører, elimineres ved at anbringe en af Maaleskinnerne over og den anden under den tilhørende Rulle.

I Fig. 13 V er vist en anden Befæstelsesmaade for Spejllapparatet; Bjælken er her forsynet med indskruede Stifter, paa hvilke Spejlbøjlerne og Maaleskinneholderne direkte fastklemmes.

II. Trækforsøg.

A. Arbejdslinier.

24. Trækker man i bægge Ender af en prismatisk Stang med Kraften P , saaledes at denne fordeler sig ensformigt over hele Tværsnittet F , saa vil der overalt i Stangen være en Spænding $\sigma = \frac{P}{F}$, og Stangen vil som Følge deraf forlænge sig¹⁾. Er Forlængelsen λ , og Stangens oprindelige Længde l , bliver Forlængelsen pr. Længdeenhed $\epsilon = \frac{\lambda}{l}$. Samtidig vil Stangens Tværsnit formindskes noget.

$$\epsilon = \frac{P}{E} \cdot \frac{l}{l} = \frac{P}{E} \cdot \frac{l}{l}$$

$$\lambda = \frac{P \cdot l}{E \cdot F}$$

Maaler man sammenhørende Værdier af σ og ϵ og afsætter dem i et Koordinatsystem som henholdsvis Ordinat og Abscisse, faar man en Kurve, der kaldes Materialets Arbejdslinie, og som anskueliggør Forholdet mellem Spændinger og Forlængelser (Fig. 14)²⁾.

Arbejdslinien er forskellig for de forskellige Stoffer, men vender dog altid Konkaviteten mod Abscisseaxen. Herfra danner, saavidt vides, kun Læder, Gummi og Hampetove en Undtagelse, deres Forlængelser voxer langsommere end deres Spændinger.

Iøvrigt kan man skelne mellem to Former for Arbejdslinien, en kort og en lang.

25. Den første Form er karakteristisk for de skøre Stoffer som Støbejern, Sten og Beton. Deres Arbejdslinie danner en jævnt krummet Kurve lige fra Begyndelsespunktet, og indtil Bruddet sker; og den totale Forlængelse i Brudøjeblikket er yderst ringe³⁾. Ogsaa Tværsnitsformindskelsen er forsvindende,

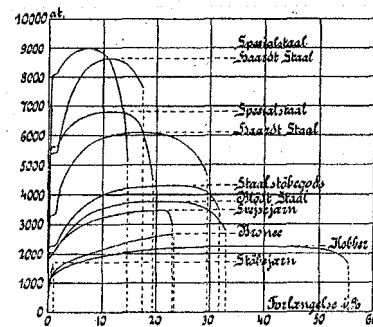


Fig. 14. Arbejdslinier for Metaller.

¹⁾ Som Spændingseenhed bruges gerne 1 kg/cm^2 eller kg/mm^2 . Her i Bogen vil hyppigst blive brugt 1 kg/cm^2 eller 1 t , hvilket er det samme, idet en metrisk Atmosfæres Tryk er lig med 1 kg/cm^2 . Betegnelsen at er nemmere og giver ikke Anledning til Misforstaaelser saaledes som kg/cm^2 , der ofte afkortes til kg .

²⁾ Kurverne er tegnede efter C. Bach: Die Maschinen-Elemente, Leipzig 1908, S. 65-93.

³⁾ F. Ex. for Støbejern 9 mm, for Granit 0,6 mm, for Beton 0,1-0,2 mm, alt for 1 m Maalelængde.

og Bruddet sker efter en Plan vinkelret paa Prøvestangens Axe, uden at Stangens prismatiske Form ændres ved Indsnøring.

Ved et almindeligt Trækforsøg, hvor man ikke gør Brug af fine Maaleinstrumenter, lader disse Formforandringer sig slet ikke eller kun mangelfuldt konstatere, og man nøjes derfor med at bestemme Brudstyrken $S = \frac{P}{F}$, hvor P er

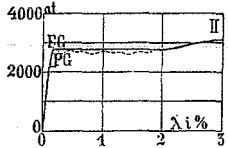
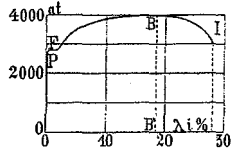


Fig. 15.

Brudbelastningen (Maximalbelastningen), og F er Stangens Tværsnit.

26. En lang Arbejdslinie finder man hos de seje Stoffer som Kobber, Svejsejærn og blødt Staal, og som Exempel paa disse Materialers Forhold vil vi gennemgaa det bløde Staals Arbejdslinie, der er vist i sin Helhed i Fig. 15 I, mens Fig. 15 II viser dens første Del i den 10dobbelte Maalestok for Forlængelsernes Vedkommende.

Belaster man en Stang af dette Materiale og maaler, hvormeget 1^m af den forlænger sig, vil man finde følgende sammenhørende Værdier af Spænding og Forlængelse:

σ^{at}	0	210	420	630	840	1050	1260	1470	1680
λ^{em}	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08

Forlængelserne er altsaa proportionale med Spændingerne, og dette gælder for alt smedeligt Jærn, naar blot Spændingerne ikke overskrider en vis Størrelse, **Proportionalitetsgrænsen** (PG), der omtrent er Halvdelen af Brudstyrken¹⁾.

Hvis Materialet er homogent, er Forlængelserne naturligvis ogsaa proportionale med den Stanglængde, paa hvilken de maales, Maalelængden l , og indenfor PG gælder derfor følgende Formforandringslov:

$$\lambda = \alpha \sigma \text{ eller: } \frac{\lambda}{l} = \epsilon = \alpha \sigma,$$

hvor α er Formforandringskoefficienten.

I Almindelighed sættes dog $\alpha = \frac{1}{E}$, altsaa $\epsilon = \frac{\sigma}{E}$, hvor E er den saakaldte

Elasticitetskoefficient, der ses at være lig med Forholdet mellem Kraften pr. Arealenhet og Forlængelsen pr. Længdeenhet. Hvis Stangen kunde udtrækkes til sin dobbelte Længde, uden at PG blev overskredet, vilde vi have: $\lambda = l$ eller $\epsilon = 1$, altsaa: $\sigma = E$; E bliver derfor lig med den Spænding, der vilde fordoble Stangens Længde.

E kan findes ved Forsøg som det ovenstaaende. Indsætter vi f. Ex. $\sigma = 1680^{at}$ og $\lambda = 0,08^{em}$ i Ligningen $\frac{\lambda}{l} = \frac{\sigma}{E}$, faas: $\frac{0,08}{100} = \frac{1680}{E}$ $\therefore E = 2100000^{at}$.

Da Loven for Jærnets Varmeudvidelse ($\lambda = klt$) har ganske samme Form som Loven for Spændingsudvidelsen, og da Varmeudvidelseskoefficienten er 1:80000, ser man, at en Temperaturstigning paa 1° medfører samme Længdeudvidelse som ca. 26^{at} Spændingsforøgelse.

¹⁾ Ved Bestemmelse af PG lader man Spændingen stige med en bestemt Værdi (ca. 100^{at}) ad Gangen og undersøger hver Gang Længdeforandringens Tilvæxt. Naar denne er mer end 0,0005%, af Maalelængden større end de tidligere Tilvæxters Middeltal regner I. M. PG for overskredet.

27. Materialer uden PG , hvis Arbejdslinie altsaa krummer sig lige fra Begyndelsespunktet, har ingen konstant Elasticitetskoefficient; man kan derfor kun tale om Elasticitetskoefficienten ved en bestemt Spænding, og selv dette Udtryk er tvetydigt, da nogle definerer E som $\frac{\sigma}{\epsilon}$, andre som $\frac{d\sigma}{d\epsilon}$, svarende til tg af Vinklen mellem Abscisseaxen og enten Korden fra Begyndelsespunktet til det betragtede Punkt eller Tangenten i dette Punkt. Her i Bogen vil den første Definition blive benyttet, thi den Elasticitetskoefficient, der bestemmes paa denne Maade, har man mest Brug for at kende ved elementære Beregninger.

28. Indenfor PG er det bløde Staals Arbejdslinie altsaa ret, forøges Belastningen, begynder den at krumme sig, idet Forlængelserne voxer hurtigere end Spændingerne, og naar Spændingen er naaet op paa ca. $\frac{2}{3}$ af Brudspændingen, kommer der et mer eller mindre skarpt Knæk i Arbejdslinien, idet Stangen pludselig begynder at forlænge sig meget stærkt, uden at det er nødvendigt at forøge Belastningen. Arbejdslinien faar derved et vandret Stykke, og den Spænding, der fremkalder dette Fænomen, kaldes **Flydegrænsen** (FG).

Forlængelserne indenfor PG er saa smaa (for blødt Staal ca. 1^{mm} pr. m), at de kun kan paavises med Finmaalingsinstrumenter, og selv efter Proportionalitetsgrænsens Overskridelse er de ret ubetydelige. Det er først ved FG , at Forlængelserne bliver synlige for Øjet²⁾.

Som antydet ved en punkteret Linie paa Fig. 15 II svinger Spændingen noget under Flydningen, og navnlig er den Spænding, ved hvilken den indre Friktion overvindes, saa at Flydningen begynder, væsentlig højere end den Spænding, der kræves for at vedligeholde Flydningen. Man taler derfor undertiden om en øvre Flydegrænse, ved hvilken Flydningen indledes, og en nedre Flydegrænse svarende til den mindste Ordinat til den punkterede Kurve.

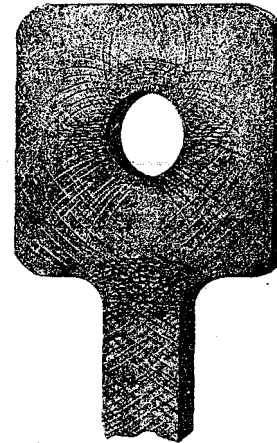


Fig. 16. Lüderske Linier.

29. Hvis der er Glødskaal paa Prøvestangen, springer den af, naar Jærnet begynder at flyde, da den er skør og ikke kan forlænge sig saa meget, og en blankt poleret Prøvestang bliver mat, naar den passerer FG . Ved mange Metaller f. Ex. Staal og Aluminium viser der sig, saafremt Stangen er poleret, et Næt af krydsende Linier, (Fig. 16), de saakaldte **Lüderske** eller **Hartmannske Linier**, der skyldes Forskydninger i Metallet. De er symmetriske om Stangens Længdeaxe og danner en Vinkel $v = 53 - 65^\circ$ med denne, idet Vinklen er konstant for Stænger af samme Materiale. Ved Trykforsøg fremkommer lignende Linier, men under en Vinkel $90 - v$ med Trykkets Retning. Naar Stangen er rund, fremtræder Linierne som Ellipser, hvad enten den strækkes eller trykkes. Glødskaalen springer ofte af langs disse Linier³⁾.

¹⁾ PG kan tilstrækkelig nøjagtigt bestemmes med en Maalestok, der tillader at skønne en Forlængelse af 0,1% af Maalelængden. Ved de bløde Jærnsorter behøver man slet ikke at maale, idet Flydegrænsen tydeligt viser sig ved, at Prøvemaskinens Vægtstang eller Manometer synker eller i længere Tid bliver staaende paa samme Punkt.

²⁾ Paa en rund Plade, der understøttes langs Omkredsen og belastes i Midten, fremkommer dels Radier, dels Cirkler og dels logaritmiske Spiraler. Særlig tydeligt viser Linierne sig, hvis man inden Forsøget anløber Prøvestykket blaat og efter Forsøget smørger det af. Løvrigt viser

Som Fig. 17 viser, er ethvert skraat Snit i Stangen paavirket af en forskydnende Kraft: $P \cos v$. Er Stangens Tværnsitsareal F , bliver Arealet af den skraa Flade: $F : \sin v$, og den forskydnende Spænding pr. Arealeenhed af denne Flade:

$$\tau = \frac{P}{F} \cdot \cos v \sin v = \frac{1}{2} \frac{P}{F} \cdot \sin 2v, \text{ der bliver Maximum for } v = 45^\circ. \text{ Den Mod-}$$

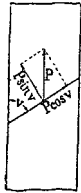


Fig. 17.

stand, Materialet gør mod Forskydningen, benævner man Materialets indre Friktion, som altsaa overvindes, naar Flydegrænsen naas. Af Skridningerne ikke foregaar under 45° , men under en større Vinkel ved Trækforsøg og under en mindre Vinkel ved Trykforsøg, kan man forklare ved at forudsætte, at den indre Friktion formindskes, naar de to Skridningsflader trækkes fra hinanden, og at den forøges, naar de presses mod hinanden. Normalspændingen i Snittet er:

$$\sigma = \frac{P}{F} \sin^2 v, \text{ altsaa voxende med } v, \text{ og Skridningen foregaar derfor}$$

under en Vinkel, ved hvilken τ ikke har sin Maximalværdi, men hvor til Gengæld Fladerne er stærkere aflastede (Trækforsøg) eller belastede (Trykforsøg), end de er for $v = 45^\circ$.

30. Naar Stangen har flydt i nogen Tid, kommer den atter til Ro, og Belastningen maa da forøges for at fremkalde nye Forlængelser; Arbejdslinien stiger derfor atter, til en Begyndelse ret stærkt, men senere svagere og svagere, idet Forlængelserne voxer langt hurtigere end Kraften. Samtidig er Stangen bleven tyndere, navnlig under den sidste Del af Forsøget efter at Flydegrænsen er naaet, og til Slut begynder den at snøre sig sammen paa et enkelt Sted, og kort efter brydes Stangen midt i **Indsnørningen** (Fig. 18 i § 43).

Paa Forhaand ved man ikke, hvor Indsnørningen kommer, det afhænger af, hvor Stangen er svagst, og ved meget homogene og sejge Materialer, som f. Ex. blødt Staal og Bronze, kan man faa Indsnørning paa flere Steder. Disse Indsnørninger standser imidlertid atter, og kun en enkelt fortsætter sig indtil Brud.

Ved Indsnørningen formindskes Stangens Bæreevne, og er den direkte belastet med Lodder, vil Bruddet følge lige ovenpaa Indsnørningen. Foregaar Forsøget derimod i en Prøvemaskine, der tvinger Stangen til at forlænge sig et konstant Stykke i hver Tidseenhed, og som angiver den hertil fornødne Kraft, saa vil man faa Arbejdslinien fortsat med en nedadgaende Gren og kan bestemme den Belastning, der er tilstede i selve Brudøjeblikket. Denne Belastning har imidlertid ingen praktisk Betydning; ved Brudbelastningen forstaar man altid Stangens Maximalbelastning, og den opgives pr. Arealeenhed af det oprindelige Tværnsnit, ikke af det indsnørrede²⁾.

31. Som Trækforsøget og Arbejdslinien her er skildrede, passer de paa de sejge Jærnsorter, Svejsejærn og blødt Staal. De andre sejge Materialer vil ganske vist i Hovedsagen forholde sig paa samme Maade, idet de forlænger sig mer eller mindre stærkt og snører sig ind, før de brydes, men i den første Del af Arbejdslinien kan der være betydelige Afvigelser. Saaledes er Flydegrænsen kun

de samme Linier sig allerede ved Paavirkninger under Elasticitetsgrænsen, saafremt Stangen under Forsøget er omgivet af et Syrebæd, som da sætter stærkest langs disse Linier. Herefter synes de blivende og de elastiske Formforandringer at være af samme Natur.

¹⁾ Angaaende Forholdene ved Flydegrænsen henvises til *Baumaterialienkunde, III Jahrgang, S. 77*, hvorfra Fig. 16 er taget, samt til *Ingeniøren 1910, S. 373*.

²⁾ Brudgrænsen bør bestemmes med en Nøjagtighed af mindst 50 at. Som Regel er der ingen Grund til at angive Proportionalitets-, Flyde- og Brudgrænsen med større Nøjagtighed end 10 at, og det samme gælder den senere omtalte Elasticitetsgrænse.

skarpt markeret hos de bløde Jærnsorter og nogle Kobber-Zink-Legeringer, de andre Stoffer har en mere jævn Overgang mellem Arbejdsliniens stejle og dens flade Del¹⁾; specielt gælder dette for alle Metaller (ogsaa Staal), der er udstøbte uden derefter at blive mekanisk bearbejdede. Det er ogsaa de færreste Stoffer, der har en PG , i Reglen (saaledes ved Zinkstøbegods, Kobber, Legeringer m. m.) voxer Forlængelserne fra Begyndelsen hurtigere end Spændingerne paa samme Maade som ved de skøre Stoffer²⁾. Til Gengæld er der enkelte skøre Materialer, som meget haardt Staal, der har en PG .

32. Mens Prøvestænger af valset Materiale som Regel bevarer deres glatte Overflade, naar de trækkes over (Svejsejærn bliver dog let rynket i Trækkets Retning), vil Legeringer af Kobber med Zink og Tin (Messing, Bronze), naar de prøves i støbt Tilstand uden at være bearbejdede, faa en ujævn knudret Overflade, der ser ud, som om den havde modtaget Indtryk af kraftige Hammer-slag. Dette Fænomen, der kun træffes hos sejge, støbte Legeringer, skyldes en uensartet Tværnsammentrækning; naar de nævnte Legeringer trækkes over i en stærkt ophedet Tilstand, hvor de ikke længer er smidige, optræder Fænomenet ikke.

B. Elastiske og blivende Formforandringer.

33. Naar et Legeme paavirket af en Kraft, undergaar det en Formforandring, der helt eller delvis forsvinder igen, naar Kraften ophører at virke. Forsvinder Formforandringen helt, kaldes den elastisk, og Legemet fuldkomment elastisk overfor vedkommende Kraft; er derimod en Del af Formforandringen blivende, kaldes Legemet ufuldkomment elastisk.

I forrige Afsnit har der kun været Tale om de totale Formforandringer, uden Hensyn til om de var elastiske eller blivende; i dette Afsnit skal der gøres nærmere Rede for Formforandringernes Natur.

Elasticitetens Fuldkommenhed kan defineres som Forholdet mellem den elastiske og den totale Formforandring og maa ikke forveksles med Elasticitetens Størrelse. Naar en lille Spænding fremkalder en stor elastisk Formforandring, siges Materialet at have stor Elasticitet eller at være meget elastisk, ganske uafhængig af om det samtidig undergaar en stor blivende Formforandring eller ej. Elasticitetens Størrelse er altsaa omvendt proportional med Elasticitetskoefficienten.

34. Fuldkommen Elasticitet overfor alle Kræfter eksisterer kun hos Luftarter og Vædsker, ikke hos faste Legemer. Disse er kun fuldkommen elastiske overfor Paavirkninger, der ikke overskrider en vis Grænse, **Elasticitetsgrænsen, $E G$** .

Elasticitetsgrænsen er saaledes den Spænding, et Materiale kan taale uden at faa blivende Formforandringer. Dens Beliggenhed kan findes ved skiftevis at belaste og aflaste en Stang med stadig større Kræfter og efter hver Aflastning maale, om den har faaet en blivende Forlængelse. Elasticitetsgrænsens Beliggenhed afhænger følgelig af Maalingens Nøjagtighed, og med de allerfineste Maaleapparater kan der paavises blivende Forlængelser paa et saa tidligt Tids-

¹⁾ Naar man alligevel taler om disse Stoffers FG , da er det i Henhold til *I.M.s* Definition af FG som den Spænding, der fremkalder en blivende Forlængelse af 0,2—0,5%.

²⁾ Læder, der forholder sig omvendt, har heller ingen PG .

punkt, at der næppe kan være Tvivl om, at EG ligger ved Nul, naar Materialet belastes første Gang, at altsaa selv den mindste Kraft fremkalder en blivende Formforandring. Kun haardt Værktøjsstaal danner en Undtagelse herfra¹⁾.

35. De elastiske Formforandringer skyldes rimeligvis elastiske Deformationer af de enkelte Smaadele, medens de blivende Formforandringer skyldes Forskydninger af Smaadelene i Forhold til hverandre. Den elastiske Eftervirkning gør sig i bægge Tilfælde gældende, saaledes at Kraften maa virke eller ophøre at virke nogen Tid, inden Legemet kommer i Ro, og navnlig foregaar de blivende Forskydninger, eller rettere sagt den sidste Del af dem, meget langsomt. Faar Kraften Lov til at virke tilstrækkeligt længe, vil de blivende Forskydninger naa den til Kraften svarende Maximalværdi, saaledes at en Aflastning og en ny Belastning ikke yderligere fremkalder blivende Forandringer, før Belastningen overskrider den oprindelige Værdi. Den langvarige Belastning har altsaa hævet Elasticitetsgrænsen op til Paavirkningens Værdi, har gjort Legemet fuldkommen elastisk overfor den paagældende Kraft eller, som man ogsaa siger, overført Legemet i en konstant Tilstand.

Elasticitetsgrænsens Beliggenhed afhænger altsaa af, om Legemet har været belastet før eller ikke, og en lignende Indflydelse har mekanisk Bearbejdelse. Valset Staal har saaledes en højere EG end Staalstøbegods, og navnlig ved kold Valsning og Traadtrækning hæves EG stærkt.

36. Den elastiske Eftervirkning er af højst forskellig Varighed; haardt Værktøjsstaal antager strax den til Kraften svarende Længde, medens en Læderrem forandrer sig i Aarevis, idet Forandringerne dog stadig bliver mindre og mindre.

Man maa gaa ud fra, at det er Formforandringernes og ikke direkte Spændingernes Størrelse, der medfører et Legemes Brud, og i Overensstemmelse hermed finder man ogsaa større Styrke, naar Belastningen forøges saa hurtigt, at Formforandringerne ikke kan følge med.

Forsøgets Varighed har saaledes stor Indflydelse paa Styrken af Tin, Zink, Bly, Træ og Læder, og det samme gælder for Kobberet og dets Legeringer, naar Forsøget gøres ved høj Temperatur (over 2—300°). Paa Jærnets Styrke og Brudforlængelse har Forsøgsvarigheden derimod ingen nævneværdig Indflydelse²⁾.

37. De blivende Deformationer naar hurtigere deres Maximalværdi, naar man i Stedet for een langvarig Belastning foretager flere kortvarige Belastninger og Aflastninger. Den første Belastning vil da fremkalde en relativt stor blivende Formforandring, der ved de følgende Belastninger forøges lidt, men for hver Gang bliver Tilvæksten mindre, indtil den tilsidst bliver Nul eller rettere saa lille, at man ikke kan maale den. Som Exempel skal angives Resultaterne af et Trykforsøg (ved Trækforsøg er Forholdet et ganske tilsvarende) med en 1^m lang Støbejernscylinder.

I første Spalte er Spændingen angivet, i anden Spalte den totale Forkortelse, som Spændingen fremkaldte, i 3die den blivende Forkortelse, efter at Belastningen var fjernet og i 4de Spalte Differensen mellem de to, altsaa den elastiske Forkortelse:

¹⁾ For at faa en bestemt Definition paa EG uafhængig af Maaleinstrumentets Fimhed har I. M. 1906 fastsat EG som den Spænding, der fremkalder en blivende Formforandring paa $\frac{1}{1000}$ % af Maalelængden. Firmaet Fried. Krupp sætter $\frac{1}{1000}$ %.

²⁾ Barba har med 16^{mm} Rundstænger af blødt Staal fundet Trækstyrken 3935^{at} og 3720^{at} og Brudforlængelsen 32 og 34 % af Maalelængden (som var 10^{cm}), naar Forsøget varede henholdsvis 2 $\frac{1}{2}$ og 75 Minutter. I Praxis varierer Forsøgstiden ikke nær saa meget.

Angaaende Forsøgshastighedens Indflydelse i Almindelighed henvises til Ingeniøren: 1910. S. 373.

Man ser, at ved en Spænding af 200^{at} skal der 4 Vexlinger til at opnaa den konstante Tilstand, ved 400^{at} 11 Vexlinger, og ved 600^{at} er den endnu ikke naaet efter 12 Vexlinger. Ved endnu flere Gentagelser vilde den sikkert kunne naaes for 600^{at} og endnu højere Spændinger, men tilsidst kommer der et Punkt, over hvilket Elasticitetsgrænsen ikke kan hæves, hver ny Belastning vil da fremkalde en ny blivende Formforandring, indtil Legemet tilsidst knuses.

De blivende Formforandringer hos Støbejernet og de andre skøre Materialer er for smaa til at faa praktisk Betydning; presser man Brudstykkerne af en overtrukken Støbejernsstang sammen, er Længden ikke bleven forøget med 1 %, og for de andre skøre Stoffer er Brudforlængelsen endnu mindre (§ 25).

38. For at belyse Forholdene hos et sejt Materiale anføres Resultaterne af et Trækforsøg med en Stang af blødt Staal. Maalingerne er paabegyndte ved en Spænding af 204,5^{at} og indenfor hvert Spændingstrin er der belastet og aflastet saa ofte, at den konstante Tilstand er naaet, men i Tabellen er kun Slutværdierne indført.

Spænding i at.	Forkortelse i mm pr. m		
	Total	Blivende	Elastisk
0	0	0	0
200	0,2310		
0		0,0125	0,2185
200	0,2323		
0		0,0148	0,2175
200	0,2333		
0		0,0166	0,2167
200	0,2338		
0		0,0173	0,2165
200	0,2338		
0		0,0173	0,2165
400	0,5070		
0		0,0510	0,4560
Herimellem kommer 9 Vexlinger			
400	0,5200		
0		0,0658	0,4542
400	0,5200		
0		0,0658	0,4542
600	0,8110		
0		0,1030	0,7080
Herimellem kommer 10 Vexlinger			
600	0,8250		
0		0,1248	0,7002
Den konstante Tilstand er endnu ikke naaet.			

Spændingsvariation i at	Forlængelse i mm pr. m		
	Total	Blivende	Elastisk
204,5—613,5	0,199	0,003	0,196
204,5—1022,5	0,399	0,007	0,392
204,5—1431,5	0,597	0,011	0,586
204,5—1840,5	0,795	0,014	0,781

Forholdet mellem de blivende og totale Formforandringer er her endnu mindre end ved Støbejernet, og selv ved en Spænding af 1840,5^{at}, en Spænding som man aldrig vilde byde Materialet i en Konstruktion, er den blivende Forlængelse saa lille, at den næppe kan faa praktisk Betydning.

Det maa dog bemærkes, at de blivende Forlængelser viser sig større, naar Jærnet udglødes inden Forsøget, medens en forudgaaende kold Bearbejdelse eller Belastning op over Flydegrænsen formindsker dem.

Ved Bygningen af Glaspaladset i München var man bange for, at de lange Trækstænger, der forbandt Tagstolene, skulde give sig mere, end Glastaget kunde taale, og strakte dem derfor inden Oplægningen.

I Reglen kan man fuldstændig se bort fra de blivende Forlængelser, saalænge Spændingen er under Proportionalitetsgrænsen, men overskrides denne, begynder de at voxte hurtigere, og fra det Øjeblik Flydningen sker og indtil Bruddet, er næsten hele Længdetilvæksten blivende, og det samme gælder Tværnittets Formindskelse.

39. Mellem Forlængelsen pr. Længdeenhed, ϵ , og Tværforkortelsen pr. Længdeenhed, μ , bestraaer der et Forhold, der er forskellig for de elastiske og de blivende Formforandringer; for de

første haves $\epsilon : \mu = \text{ca. } 3.5^1$. for de sidste haves $\epsilon : \mu = \text{ca. } 2$. Naar en Stang strækkes, vil 1 cm^3 af den forandre sit Volumen til $V = (1 + \epsilon)(1 - \mu^2)$, der ved Bortkastelse af smaa Størrelser af 2den Orden bliver til:

$$V = (1 + \epsilon)(1 - 2\mu) = 1 + \epsilon - 2\mu.$$

Er Formforandringen ren elastisk, faas: $V = 1 + 3.5\mu - 2\mu = 1 + 1.5\mu$; en Volumenførelse. Ved Trykforsøg skifter ϵ og μ Fortegn, saa at en elastisk Sammentrykning medfører en Volumenformindskelse.

Et Legemes Vægtfylde vil altsaa formindskes, naar der kommer Trækspændinger i det, og føreges, naar der kommer Trykspændinger i det. Ligesom hos Luftarterne er den elastiske Sammentrykning forbunden med Opvarmning og den elastiske Udvidelse med Afkøling.

Er hele Formforandringen blivende, faas $V = 1 + 2\mu - 2\mu = 1$: en Stangs Volumen forandres altsaa ikke, selv om den trækkes over.²

Den plastiske Formforandring fremkommer ved, at den indre Gnidning mellem Legemets Smaadele overvindes, og er altid forbundet med en Varmeudvikling baade ved Træk- og Trykforsøg.

Mens Støbejern ved et Trækforsøg afkøles lige indtil Bruddet sker, har de seige Metaller et meget skarpt Vendepunkt, hvor Temperaturen gaar over fra at falde til at stige, hvilket Punkt svarer til Flydegrænsen. Naar man maaler Stangens Temperatur under Forsøget og optegner den grafisk, fremtræder dette Punkt meget tydeligt.³

C. Elasticitetslove.

40. Den Sammenhæng mellem Spændinger og Formforandringer, som Arbejdslinierne angiver, har det stor Betydning at kunne udtrykke i en Ligning, navnlig ved Beregning af Bjælker og statisk ubestemte Systemer som Jærnbetonkonstruktioner. Ligningen behøver ikke at passe paa hele Arbejdslinien, men blot paa den Del af den, der ligger under de Spændinger, man anvender i Praxis. Af saadanne Ligninger er opstillet mange.

Først fremsatte Robert Hooke 1679 Loven: *Ut tensio sic vis* (som Forlængelsen saaledes Kraften), det vil med andre Ord sige, at Spændinger og Formforandringer er proportionale ($\sigma = E\epsilon$). En simple Lov kan ikke tænkes, men den gælder, som vi har set, kun for smedeligt Jærn, Træ og et Par andre Stoffer og kun under en vis Spænding (Proportionalitetsgrænsen), for Støbejern, Sten og Beton gælder den ikke, da disses Formforandringer voxer hurtigere end Spændingen. For disse Stoffer maa Ligningen blive mere kompliceret, og gentagne Gange er Ligningen $\epsilon = n\sigma^m$ stillet op⁴). Ved passende Valg af de to Konstanter n og m i hvert enkelt Tilfælde er denne Ligning anvendelig paa en Mængde forskellige Stoffer og ogsaa paa smedeligt Jærn, idet den for $m = 1$ falder sammen med Hookes Lov, men den er altfor kompliceret til at bygge en Elasticitetsteori paa, og det samme gælder alle de andre Formler, der er bragt i Forslag.

I Elasticitetslæren er man derfor bleven staaende ved Hookes Lov, fordi den er saa simpel og passer paa et af de vigtigste Konstruktionsmaterialer, smedeligt Jærn. Elasticitetslærens Resultater gælder altsaa kun for dette (og et Par andre Stoffer) og kun indenfor Proportionalitetsgrænsen og kan ikke umiddelbart anvendes paa Stoffer, for hvilke E er variabel, men ved Forsøg med disse Stoffer kan Afgivelsernes Størrelse slaas fast, og Formlerne gøres brugbare ved Indførelse af passende Erfaringskoefficienter.

¹) For smedeligt Jærn regner Bach ¹).

²) Dette stemmer dog ikke helt, ved Traandtrækning bliver Metallernes Vægtfylde forringet, med mindre de udglødes efter Trækningen. Man har villet forklare dette Fænomen ved de indre Spændinger, som altid er tilstede i koldt bearbejdede Metaller som Følge af, at Bearbejdelsens Intensitet ikke er ens overalt, men man har ondt ved at forestille sig indre Trækspændinger i en Traad, som ikke ophæves af lige saa store Trykspændinger.

³) Ved at maale Temperaturændringerne i en højst Bjælke paa forskellige Steder, kan den neutrale Axes Beliggenhed findes (*E. Rasch: Methode zur Bestimmung elastischer und kritischer Materialsparnungen mit Hilfe thermisch-elektrischer Messungen. I. M.s Kongressberichte 1909. VII. 3.*

⁴) Sidst af Schüle paa Grundlag af Bachs Maalingen.

D. Kontraktion og Brudforlængelse.

41. Ved mange Stoffers Anvendelse spiller Sejgheden en Rolle, og et Maal for denne har man i Størrelsen af den Formforandring, som en Stang af Stoffet undergaar, inden den trækkes over. Baade Kontraktionen (Indsnøringen) paa Brudstedet og Brudforlængelsen er i denne Henseende vejledende og bruges bægge som Kvalitetsmaalestok.

42. Kontraktionen angives i Procent, idet man inden Forsøget maaler Stangens Tværnsnitsareal med en Skydelære eller Mikrometerskrue og paa samme Maade maaler Brudfladens Areal efter Forsøget. Kaldes de to Flader F og f , bliver Kontraktionen:

$$\varphi = 100 \frac{F - f}{F} \% .^1)$$

Kontraktionen Størrelse giver kun Oplysning om Materialets Sejghed umiddelbart omkring Brudstedet, og hvis Stangen ikke er homogen, er den derfor en upaalidelig Maalestok, da tilfældige, lokale Forhold har stor Indflydelse paa den. I tidligere Tid bestemte man altid Kontraktionen, men nu angives den hovedsagelig kun for Kobber; i Leveringsbetingelser for smedeligt Jærn er den de fleste Steder gaaet af Brug dels af de nævnte Grunde, dels fordi den er svær at maale nøjagtigt ved rektangulære Tværnsnit²).

43. Brudforlængelsen angives ligeledes i Procent. Før Forsøget indridses der paa Prøvestangen en ret Linie parallel med Stangens Axe, og paa denne Linie indridses en Centimeterinddeling, hvis Endestreger ligger i en Afstand fra hinanden, der ved runde Stænger gerne er lig med 10 Gange Diameteren, dog afrundet til hele Centimeter. Efter Forsøget maales med en Skydelære Afstanden fra Endestregene hen til Brudfladen. Er Summen af disse Afstande L og den oprindelige Afstand l , bliver Brudforlængelsen:

$$\delta = 100 \cdot \frac{L - l}{L} \% .^3)$$

Forlængelsen er ikke ensformig fordelt over hele Stangens Længde, thi Indsnøringen medfører en stærk Forlængelse af de Dele, der deltager i den. Maaler man hver enkelt Centimeters Forlængelse, og afsætter den som Ordinaten til en Kurve med Maalelængden som Abscisse, faar man et Billede som

¹) Kontraktionens Størrelse varierer i Følge Forsøg af Oswald Meyer (Bmk. 1905 Side 341) med Tværnsnittets Form, idet den for smedeligt Jærn med Tilnærmelse er proportional med $\sqrt[3]{F}$, hvor U er Stangens Omkreds. En Jærnsort, der som kvadratisk Stang med $2 \cdot 2 = 4 \text{ cm}^2$ Tværnsnit, giver 60% Indsnøring, vil derefter som rektangulær Stang med $1 \cdot 4 = 4 \text{ cm}^2$ Tværnsnit kun give ca. $60 \cdot \sqrt[3]{10} = 53.6\%$. Kobberstængers Kontraktion er proportional med $\sqrt[3]{F} : \sqrt[3]{U + 3} \sqrt[3]{F}$.

Efter Bauschinger er Fladjærns Kontraktion uafhængig af Tværnsnittets Form og Størrelse, medens tykt Rundjern giver mindre Kontraktion end tyndt. Forskellen er dog for ringe til at have praktisk Betydning.

²) I mange Tilfælde giver Kontraktionen dog værdifulde Oplysninger om Kvaliteten. Se Stefan Gallik: Über die Bedeutung und Wichtigkeit der Kontraktion bei Beurteilung der Qualität, insbesondere der Plastizität der Metalle (Materialprüfungskongressen i Bruxelles 1906).

³) δ varierer noget med Tværnsnittets Form, idet den ligesom Kontraktionen tilnærmelsesvis er proportional med $\sqrt[3]{F}$.

Fig. 18, hvor den største Ordinát ligger i Brudfladen, medens Kurven iøvrigt kan forløbe mer eller mindre symmetrisk til de to Sider¹⁾.

Hvis Indsnøringen falder udenfor Maalelængden, faar man naturligvis et misvisende Tal for den procentvise Forlængelse, da man ikke faar den lokale Forlængelse med; og denne strækker sig over en saa stor Længde af Stangen, at man ikke er sikker paa at faa den med i dens Helhed, med mindre Bruddet falder i den midterste Trediedel af Maalelængden, idet det forudsættes, at Maalelængden har den normale Størrelse, hvorom nærmere i § 54. I de tyske Normalbetingelser for Levering af Bygningsjærn forlanges det derfor, at en Prøve skal

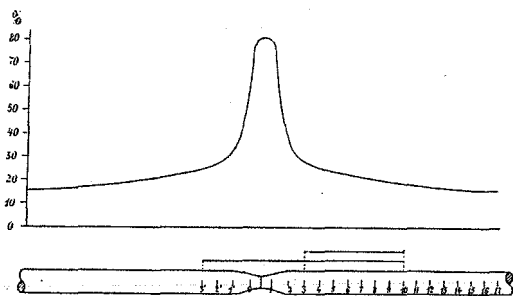


Fig. 18.

kasseres og gentages med et andet Prøvelegeme, naar den ved Brud indenfor en af Maalelængdens ydre Tredie dele har givet utilstrækkelig Forlængelse.

44. For at undgaa denne Kassering anvendes ofte, saaledes i Danmark, en **indirekte Bestemmelse** af Brudforlængelsen, der anbefales af *I. M.* Man kan nemlig med en for Praxis tilstrækkelig Nøjagtighed gaa ud fra, at der er Symmetri omkring Brudstedet, saaledes at man, hvis Bruddet falder i Maalelængdens Endestreg, kan nøjes med at maale Afstanden fra denne ind til den midterste Delestreg og multiplicere denne Afstand med 2. Falder Bruddet længere inde, maaler man naturligvis ogsaa Stykket paa den anden Side af Brudstedet direkte og kompletterer kun det manglende Stykke ad indirekte Vej. Er Maalelængden f. Ex. 20 cm, og Brudstedet beliggende som vist i Fig. 18, maaler man først fra Brudstedet til Punkterne 10 og 3' og adderer hertil Strækningen 3—10 som Erstatning for det manglende Stykke 3'—10'.

E. Arbejdsevne og Kvalitetstal.

45. Arealet mellem Arbejdslinien og Abscisseaxen (Fig. 15 I) angiver hele den Arbejdsmængde, der er medgaaet til at trække Stangen over, og Arealet tilhøjre for BB' angiver den Arbejdsmængde, der er tilført fra Indsnøringens Begyndelse, og indtil Bruddet sker. Denne Arbejdsmængde medgaaer til at frembringe Indsnøringen, medens den øvrige Del af Stangen ikke forlænger sig (snarere trækker sig sammen) i denne Periode, den bliver altsaa optaget udelukkende af det indsnørte Parti. Arbejdet inden Indsnøringen begynder, der er repræsenteret af Arealet $OPFBB'O$, er derimod kommet hver enkelt Volumeneenhed af Stangen tilgode, og Størrelsen $A = [OPFBB'O] : Fl$ er derfor

¹⁾ Den mer eller mindre stærke Flydning fremkalder en tilsvarende, mer eller mindre stærk Opløselighed i Syrer. Hvis man efter Forsøget saver Stangen i Smaastykker og undersøger disses Opløselighed og afsætter den i et Koordinatsystem, faar man en Kurve, der ganske svarer til den i Fig. 18 viste (Mitteilung aus dem K. M. A. 1909, S. 107).

et Maal for den Arbejdsmængde, som 1 cm³ af Materialet er i Stand til at optage, inden det snører sig ind, og kaldes Materialets Arbejdsevne. A angives i kgm pr. cm³, idet Belastningen indføres i kg, Forlængelserne i m, F i cm² og l i cm. For blødt Staal er Arbejdsevnen 6—8 kgm/cm³, for Støbejærn kun 0,08—0,14.

Et Materiales Værdi til Byggebrug afhænger ofte af baade Styrke og Sejghed, men i Reglen opnaar man kun en stor Styrke paa Sejghedens Bekostning og omvendt. I jo højere Grad de to Egenskaber er forenede, des værdifuldere er Materialet, og Arbejdsevnen vilde derfor egne sig godt til Kvalitetsmaalestok, hvis blot den ikke krævede Arbejdslinien bestemt, noget man sjældent indlader sig paa i Praxis.

46. Imidlertid kan man af Styrken og Brudforlængelsen nogenlunde bedømme Arbejdsevnen, idet Produktet af disse to Størrelser er lig med det om Arbejdslinien omskrevne Rektangel¹⁾, og idet det har vist sig, at Forholdet mellem Arealet $OPFBB'O$ og Rektanglets Areal er omtrent konstant for de forskellige Metaller og ligger mellem 0,6 og 0,8.

Et Materiale med rektangulær Arbejdslinie vilde have Arbejdsevnen:

$$A' = \frac{S_t \cdot \frac{b}{100} \cdot \frac{l}{100}}{l} = \frac{S_t \cdot b}{10000}$$

og den til en krum Arbejdslinie svarende Arbejdsevne bliver altsaa $A = cA' = c \frac{S_t \cdot b}{10000}$, hvor c i Følge Bachs Forsøg kan sættes til:

0,7—0,8	for Svejsejærn (ved særlig seigt Jærn over 0,8)
0,63	som Middeltal for seigt, blødt Staal
0,6—0,75	for haardt Staal til Maskindele
0,7	som Middeltal for seigt Staalstøbehøds
0,65—0,7	” ” ” Kobber
0,8	” ” ” seigt Bronce.

47. Derimod har man søgt paa en nemmere Maade at danne et **Kvalitetstal**, nemlig ved at addere Brudspændingen og den procentvise Forlængelse, idet Brudspændingen da gerne udtrykkes i kg/mm².

Dette Kvalitetstal bruges af *Wüzburgernormerne* for Levering af Dampkedeljærn, idet de foreskriver Minimalværdier for $\frac{1}{100} S$, og δ , men dog tillader, at een af Størrelserne synker indtil 1 under det forlangte, naar den anden Størrelse samtidig stiger lige saa meget. Denne Bestemmelse er meget praktisk, thi hvis man udtager forskellige Prøvestænger af samme Materiale, vil Styrken og Forlængelsen altid variere noget, men ved godt Materiale vil Variationen foregaa paa den Maade, at Styrken stiger, naar Forlængelsen aftager og omvendt. Hvis Materialets Kvalitet derfor er lige paa Grænsen af det forlangte, vil Benyttelsen af Kvalitetstallet ofte kunne forhindre en Kassation.

At benytte Kvalitetstal ved Sammenligning af helt forskellige Stoffer vilde derimod være meningsløst; thi af to Materialer med samme Kvalitetstal kan det ene være stærkt og skørt, det andet svagt og seigt, de kan derfor ikke bruges paa samme Maade, og man kan følgelig ikke tale om, at det ene er bedre end det andet.

¹⁾ Dette er dog ikke absolut rigtigt, da Brudforlængelsen kun indbefatter den blivende Forlængelse, mens Abscissen til Arbejdsliniens Endepunkt tillige indeholder den elastiske Forlængelse i Brudeblikket.

²⁾ *Tetmajers* Kvalitetstal, der bruges i Schweiz, fremkommer ved Multiplikation af Brudspændingen i $\frac{1}{cm^2}$ med den procentvise Brudforlængelse og svarer altsaa til Materialets Arbejdsevne under Forudsætning af en rektangulær Arbejdslinie (§ 46),

F. Sejghed.

48. Styrkens og Sejghedens Betydning for Byggestofferne er gentagne Gange nævnt. Styrkens Betydning er selvindlysende, om Sejgheden skal her siges et Par Ord.

Seigheden spiller ikke alene en Rolle ved Stoffernes Tildannelse (en Stang af smedeligt Jærn kan f. Ex. bøjes om til en Krog, det kan en Stang af Støbejærn ikke), men ogsaa for deres Holdbarhed under visse Forhold, navnlig ved Stødpaavirkninger.

Hvis f. Ex. en Vægtskaal er ophængt i Enden af en lodret Stang, og der falder en Vægt, G , ned paa Skaalen fra en Højde, h , vil der pludselig blive tilført Stangen en Arbejdsmængde Gh ¹⁾, og Stangen vil derfor strække sig et Stykke λ , samtidig med at Kraften i den stiger fra Nul til f. Ex. P . λ og P maa være Koordinater til samme Punkt af Materialets Arbejdslinie og maa i Forbindelse med den begrænse et Areal af Størrelse Gh eller rettere $G(h + \lambda)$, idet Faldhøjden jo er bleven forøget med λ . Efter at denne dynamiske Ligevægtstilling er naaet, vil Stangen atter trække sig sammen og svinge frem og tilbage, indtil den kommer i statisk Ligevægt under et Træk G , men her interesserer vi os kun for Maximaltrækket P .

Hvis $G(h + \lambda)$ er større end hele det af Arbejdslinien indesluttede Areal, maa Stangen nødvendigvis springe, og ved Sammenligning af f. Ex. Støbejærnets og Kobberets Arbejdslinier (Fig. 14), vil man straks kunne indse, at det sidste kan taale langt stærkere Stød end det første²⁾.

49. Man maa dog vel lægge Mærke til, at ved de allerfleste Konstruktioner faar Materialet aldeles ikke Lejlighed til at udfolde sin Arbejdsevne. Har man f. Ex. en 60 mm bred Fladjærnsstang af blødt Staal, i hvilken der findes et 20 mm Nittehul, og ligger Flydegrænsen ved 2700^{at}, saa vil Materialet paa Siderne af Hullet begynde at flyde, naar Spændingen i den øvrige Del af Stangen kun

er $2700 \cdot \frac{40}{60} = 1800^{\text{at}}$ σ : under Proportionalitetsgrænsen, og Stangen kan springe

ved Nittehullet, inden det øvrige Materiale har naaet Flydegrænsen. En saadan Stang er altsaa skør, forsaavidt som den kun taaler en meget ringe Forlængelse, inden den brydes, og denne Skørhed kan faa Betydning, baade naar Stangen faar et Stød (Jærnbanevognes Koblinger), og naar den indgaar som Led i et statisk ubestemt System, der af en eller anden Grund, f. Ex. en Pilles Synken, maa undergaa en større Formforandring. Paatvinges der Stangen en Forlængelse af ialt f. Ex. 10 mm³⁾, vil denne Forlængelse, hvis Stangen har konstant Tværnsnit, fordele sig jævnt over hele Længden og ingen Skade gøre, men er Tværnsnittet indsnævret et Sted, vil næsten hele Forlængelsen ske der, saa at Stangen eventuelt brydes. Man ser heraf, at jo mere konstant en Stangs Tværnsnit er, des sejgere er den, alt overflødig Materiale nedsætter Sejgheden. Den nævnte Stang vilde saaledes blive sejgere, hvis den forsynedes med Huller i hele sin Længde.

¹⁾ idet der ses bort fra den Arbejdsmængde, Skaalen og dens Ophængning konsumerer.

²⁾ Strængt taget er det ikke de almindelige Arbejdslinier, der skal sammenlignes, men derimod de Arbejdslinier, som en Stødkraft vilde give, og som antagelig er højere og kortere end de almindelige paa Grund af den elastiske Eftervirkning.

G. Prøvestængernes Form.

50. Brudstyrken er lige saa lidt som Sejgheden en ren Materialegenskab, den afhænger ogsaa af Prøvestangens Form. Dette blev først paavist af Kirkaldy ved følgende Forsøg: Han lod af samme Svejsejærnsort fremstille tre Prøvestænger (Fig. 19), een med Diameter 2,54 cm, en anden med Diameter 1,78 cm og en tredje med Diameter 2,54 cm, men med en inddrejet Rille paa Midten, saaledes at Diameteren her kun blev 1,78 cm. Trækforsøg med disse Stænger gav følgende Resultat:

Diameter	S_1^{at}	φ %
2,54 cm	5025	40,71
1,78 cm	5020	36,02
2,54 og 1,78 cm	6910	13,77

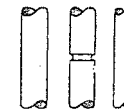


Fig. 19.

Som man ser, er Brudgrænse og Kontraktion omtrent ens for de to cylindriske Stænger, medens Brudgrænsen for den inddrejede Stang (bestemt pr. cm² af det formindskede Areal) er væsentlig større end for de to andre. Den samtidige ringe Værdi af φ giver Forklaringen herpaa. Stangen kan nemlig ikke frit snøre sig ind paa Brudstedet, det omliggende Materiale modsætter sig det, og Bruddet finder derfor ikke Sted, før Spændingen er steget væsentlig over den normale Værdi⁴⁾.

Foruden Brudstyrke og Kontraktion vil, som lige omtalt i § 49, ogsaa Brudforlængelsen i høj Grad paavirkes af saadanne Uregelmæssigheder⁵⁾, og det er derfor en Hovedregel for Trækforsøg med sejge Stoffer, at Prøvestængerne skal være cylindriske eller prismatiske paa hele Maalelængden og et Stykke udenfor denne (Fig. 20); dette Stykke skal ved runde Stænger være lig med

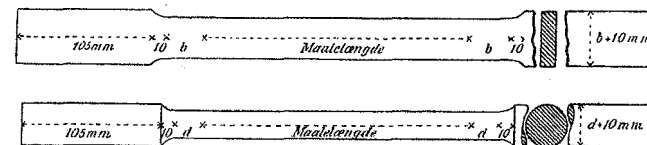


Fig. 20.

Diameteren, ved rektangulære Stænger lig med den største Sidelinie; først i denne Afstand fra Endemærket maa Stangens eventuelle Hoved begynde eller Prøvemaskinens Kæber gribe fat.

51. Materialet maa helst prøves i den Tilstand, hvori det anvendes, Rundjærn f. Ex. med Glødskaalen paa. Naar man undertiden drejer Stangen ned paa Midten, saa der opstaar sværere **Hoveder**, er det enten fordi Prøvemaskinens Indspændingsindretninger kræver det, eller fordi det fremmer en ensformig

⁴⁾ En Rundstangs Styrke svæktes derfor ikke saa meget ved Skrueskæring, som man skulde formode. Naar Gængerne drejes af en Skrue af smedeligt Jærn, formindskes dens Styrke med indtil 16 %.

⁵⁾ Diegel har fundet, at hvis Stangdiameteren paa enkelte Steder blot er 1 % mindre end normalt, kan Brudforlængelsen synke til $\frac{1}{4}$ af den normale.

fordeling af Trækket over Stangens Tværsnit, eller endelig for at sikre sig mod at Stangen springer paa Indspændingsstedet, hvilket skøre Materialer er tilhøjelige til.

52. Om Prøvestangens Tværsnit er cylindrisk eller rektangulært har ingen væsentlig Indflydelse paa Proportionalitetsgrænse, Flydegrænse¹⁾, Brudgrænse, Elasticitetskoefficient²⁾ og Brudforlængelse³⁾, kun Kontraktionen paa virkes kende- lig af Tværnsnittsformen.

Bedst egnet til at bestemme alle de nævnte Størrelser er Stænger med cirkulært Tværsnit, fordi Kraften lettest fordeler sig ensformig over et saadant, og fordi de muliggør en nøjagtig Maaling af Kontraktionen. Runde Stænger maa derfor siges at give de rigtigste Værdier og foretrækkes, naar ikke andre Hensyn gør sig gældende.

I mange Tilfælde er man dog nødt til at bruge Stænger med rektangulært Tværsnit f. Ex. ved Prøvning af Plader, og for ogsaa her saavidt mulig at eliminere Tværnsnitens Indflydelse, navnlig paa Kontraktionen, anbefaler I. M. at gøre Tværnsnitets Brede 3—4 Gange saa stor som Højden⁴⁾.

53. Maalelængden kan i Følge Sagens Natur kun faa Indflydelse paa Brudforlængelsen, men her er dens Indflydelse ogsaa meget stor. Brudforlængelsen sammensættes jo nemlig dels af den Forlængelse, der sker, inden Indsnøringen begynder, og som er ensformig fordelt over hele Stangens Længde, dels af den lokale Forlængelse i Omegnen af Brudstedet. Hvis Maalelængden var uendelig stor, vilde den lokale Forlængelse ingen Rolle spille, og hvis Maalelængden kun var lig med det indsnørede Partis Længde, vilde den lokale Forlængelse være alt overvejende⁵⁾.

Hvis derfor den procentiske Forlængelse skal være et Maal for Materialets Sejghed og uafhængig af Stangens Dimensioner, maa den ensformig fordelte Forlængelse λ_0 og den lokale Forlængelse λ_1 altid staa i samme Forhold til hinanden. λ_0 er kun afhængig af Materialet og Maalelængden l og kan derfor sættes lig $c_0 l$, hvor c_0 er en af Materialet afhængig Konstant; λ_1 er derimod uafhængig af l , men afhænger foruden af Materialet af Stangens Tykkelse, og Forsøg har vist, at den er proportional med Tykkelsen, saa at man kan sætte $\lambda_1 = c_1 \sqrt{F}$, hvor F er Tværnsnitsarealet og c_1 en Materialkonstant⁶⁾. Den samlede Forlængelse bliver $c_0 l + c_1 \sqrt{F}$, og Forlængelsen pr. Længdeenhed $\epsilon = c_0 + c_1 \frac{\sqrt{F}}{l}$.

Da c_0 og c_1 er rene Materialkonstanter, bliver Betingelsen for at to Stænger af

¹⁾ FG findes højest ved runde Stænger.

²⁾ Bauschinger har fundet E noget større ved runde Stænger end ved flade og noget større ved store Tværnsnit end ved smaa, men Afvigelserne har ingen praktisk Betydning.

³⁾ Se dog § 43.

⁴⁾ Hertil maa dog bemærkes, at Kontraktionen lader sig maale nøjagtigere paa et kvadratisk Tværnsnit, som ogsaa giver rigtigere Værdier for Brudbelastningen. I Modsætning til I. M. lægger K. M. A. Hovedvægten paa Tværnsnitets Størrelse og betegner alle Stænger, hvis Tværnsnit er 3,14 cm², som Normalstænger, naar blot Forholdet mellem Sidelinierne ligger mellem 1 og 5.

⁵⁾ Exempelvis gav Forsøg med 26 mm Rundjern følgende Brudforlængelser, naar Maalelængden varierede:

l cm	5	7	10	15	20	26
d %	62,0	53,7	46,3	39,3	35,2	31,9

⁶⁾ Hvis man bestemmer Brudforlængelsen paa to forskellige Maalelængder, der begge maa være større end den Længde, over hvilken Indsnøringen strækker sig, kan man beregne den ensformig fordelte Forlængelse. Kaldes denne d_0 (i % af l), og er Maalelængden henholdsvis 10 og 20 cm og de tilsvarende Brudforlængelser d_{10} og d_{20} gives:

$$10 \cdot \frac{d_0}{100} = \lambda_1 + 10 \cdot \frac{d_{10}}{100} \quad \text{og} \quad 20 \cdot \frac{d_0}{100} = \lambda_1 + 20 \cdot \frac{d_{20}}{100}, \quad \text{der ved Subtraktion giver } d_0 = 2d_{20} - d_{10}.$$

samme Materiale, men hvis Tværsnit er ulige store, skal give samme ϵ , at Maalelængden vælges saaledes, at $\sqrt{F} : l$ bliver ens i begge Tilfælde.

Denne Lov er bevist ved mange Forsøg. Den siger ikke blot, at ligedannede Stænger af samme Materiale faar ligedannede Indsnøringer og dermed samme procentvise Brudforlængelse, den siger ogsaa, at Stænger med forskellig Tværnsnitsform giver samme procentvise Brudforlængelse, naar blot $\sqrt{F} : l$ holdes ens.

54. Som Normalstang bruges de fleste Steder en Stang af cirkulært Tværsnit med 2 cm Diameter og 20 cm Maalelængde, og for andre cirkulære Stænger skal Maalelængden følgelig være 10 Gange Diameteren, dog afrundes den altid til hele Centimeter.

For Stænger af anden Tværnsnitsform vælges l saaledes, at $\sqrt{F} : l$ er det samme som for Normalstangen, altsaa: $\sqrt{F} : l = \sqrt{3,14} : 20 = 1 : 11,3$, o: $l = 11,3 \sqrt{F}$.

Loven om, at Prøvestængerne skal være ligedannede, overholdes ikke altid. Nogle Steder, f. Ex. paa Jærnværker, anvendes undertiden en konstant Maalelængde af 5, 10, 20 cm eller 8" engl. (20,3 cm). Andre Steder overholdes Loven vel for de tyndere Stænger, medens man bliver staaende ved en Maalelængde af 20 cm for alle Tværnsnit over 3,14 cm².

Saadanne Stænger giver misvisende Værdier for Brudforlængelsen, og man bør derfor forsyne δ med en Index, der angiver Forholdet mellem Maalelængden og \sqrt{F} , altsaa skrive $\delta_{11,3}$, naar $l = 11,3 \sqrt{F}$ (eller rettere naar l er bestemt af denne Formel og derefter afrundet til hele Centimetre). Tidligere angav man gerne selve Maalelængden: δ_{10} , δ_{20} o. s. v. (eller i Millimeter δ_{100} , δ_{200} o. s. v.)¹⁾.

H. Prøvestængernes Indspænding.

55. Maskinens Træk maa overføres til Prøvestangen paa en saadan Maade, at denne ikke udsættes for **Bøjningsspændinger**, der navnlig ved skøre Materialer kan faa stor Indflydelse paa Resultatet. Prøvestangen maa derfor helst ikke være stift forbunden med Maskinens Indspændingshoveder, men der maa være indskudt et Slags Kuglehængsel, der vanskeliggør Overførsel af vridende og bøjende Momenter og tillader Prøvestangen selv at indstille sig i Kraftretningen.

Man maa skelne mellem Indspænding i Kæber og Indspænding ved Hjælp af Hoved.

56. Indspænding i Kæber er vist paa Fig. 1 og i større Maalestok paa Fig. 21. I Maskinens Indspændingshoved er indskudt en Skaal (Fig. 1), hvis Bund er afdrejet efter en Kugleflade; i denne Skaal hviler et Omdrejningslegeme (Fig. 21) med en Ud boring begrænset af to Kegleflader, paa hvilke de to Indspændingskæber glider. Kæberne i det øvre Hoved er ophængt i en enarmet Vægtstang, med hvilken de løftes, saaledes at Prøvestangen kan føres op imellem dem, hvorefter de trykkes ned om den; paa lignende Maade anbringes Stangen mellem de nedre Kæber. Naar Maskinen sættes i Gang, og

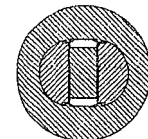
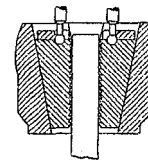


Fig. 21. Indspænding i Kæber.

¹⁾ I Frankrig bruges vel ligedannede Prøvestænger, men Maalelængden er kun $8,2 \sqrt{F}$, altsaa ved runde Stænger $l = 7,235 d$. Saadanne Prøvestænger giver derfor større Brudforlængelse end de danske. Engelske Normalstænger er omtalt i § 291.

der kommer Spænding i Stangen, vil Kæbernes Tænder bide sig bedre fast i denne. Er Stangen rund, ombyttes Kæberne med andre, hvis Form er vist nederst paa Fig. 21. Naar Kæbeindspænding bruges, behøver Stængerne slet ikke at bearbejdes, de kan være prismatiske paa hele deres Længde; er Materialet skørt, kan det imidlertid hænde, at Stængerne springer i Indspændingen som Følge af Kæbernes Pres, og i saa Fald maa Tværnittet paa Indspændingsstedet gøres større. Stænger af haardt Staal og lignende Materiale maa derfor tildannes som Fig. 20 viser.

57. Skal der gøres **Spejлмаaling** paa Stangen (til Bestemmelse af *E*, *EG*, *PG* og til nøjagtig Bestemmelse af *FG*), er Kæbeindspænding ikke godt, da Stangen undertiden kan rutsche lidt i Kæberne, hvorved Spejlene rystes ud af deres Stilling. Til slige Forsøg bør Stangen have et Hoved, gennem hvis plane Underside Kraften overføres. For Dösseldorf-Maskinens Vedkommende sker Indspændingen da ved at dreje Maskinens Indspændingshoveder 180° om en vandret Axe, saaledes at de to Kløer (Fig. 1) kommer til at vende mod hinanden. Stangen anbringes, som nedenfor beskrevet, mellem et Par Kugleskaale, og disse skydes forfra ind i Kløerne, som det er vist øverst i Fig. 1, blot i omvendt Stilling. I Kugleskaalen (Fig. 22) hviler et Kuglestykke med en Udboring; naar Stanghovedet er ført op igennem denne, lægges der to Halvringer under det, Dækslet sættes paa, og det hele skydes ind i Kløerne.

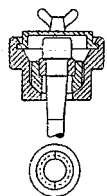


Fig. 22.

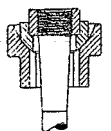


Fig. 23.

Vil man ikke dreje Stangen saa stærkt ned, kan man skrueskære dens Ende, (Fig. 23) og forsyne den med en Møtrik, der erstatter den delte Ring. Ved Prøvning af flade Stænger med Hoved bruges et Kuglehængsel med saadanne Udskaerlinger, at Stangens Hoved kan føres op derigennem (Fig. 24) og finde Hvile, naar det drejes 90°; Stangen centeres ved Hjælp af et Par indlagte Udfyldningsstykker.

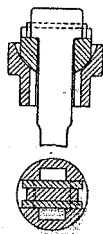


Fig. 24.

58. I alle de nævnte Tilfælde virker **Kuglehængslet** paa samme Maade: Hvis Stanghovedets Underside ikke staar vinkelret paa Stangens Axe, vil Kuglestykket dreje sig, indtil Trykket er ensformig fordelt, saa at det excentriske Træk, man ellers vilde faa, undgaas, og saafremt Maskinens Indspændingshoved stiller sig skævt under Forsøget, paavirker det ikke Stangen¹⁾.

59. I visse Prøvemaskiner indspændes flade Stænger ved Hjælp af en Bolt, der stikkes gennem et Hul i Hovedet (Fig. 16); Hullet maa bores nøjagtigt i Stangens Axe.

Tynde Metaltraade befæstes ofte til en Rulle i hvert Indspændingshoved og vikles derpaa en Gang om Rullen. Friktionen vil da aflaste Indspændingsstedet, saa at Traaden ikke saa let springer der.

Om **Indspænding af Tove** se § 325.

¹⁾ Kuglefladens Centrum maa helst ligge i samme Plan som Stanghovedets Underside, thi i modsat Fald kan den ovennævnte Drejning fremkalde en vandret Forskydning af Stangen bort fra dens centrale Stilling.

III. Trykforsøg.

60. Trykforsøg tjener dels til at undersøge et Materiales Elasticitet, dels til at bestemme dets Brudstyrke.

I sidste Tilfælde maa man for at faa sammenlignelige Resultater helst bruge **Tærninger** eller, hvis dette er umuligt, Legemer, hvis Højde er lig Kvadratroden af Tværnsitsarealet, thi Trykstyrken findes des mindre, jo slankere Prøvestykket er¹⁾.

Som Følge af Trykket bliver Legemet kortere, og **Forkortelserne** voxer i Reglen hurtigere end Trykket, medens der dog hos nogle Stoffer og deriblandt smedeligt Jærn, er Proportionalitet mellem Tryk og Forkortelse op til en vis Spænding, Proportionalitetsgrænsen; over denne voxer Forkortelserne hurtigere. Det yderligere Forløb af et Trykforsøg er forskelligt for de skøre og for de seje Legemer. Ved de første vil Forkortelserne voxe i stærkere og stærkere Forhold, indtil Sammenhængskraften pludselig ophæves, og Legemet knuses. Ved de sidste vil der komme et Punkt, Flydegrænsen, ved hvilket Legemet forkorter sig særlig stærkt, uden at Sammenhængen dog ophæves, til Trods for at Formforandringen er langt større end den, der fremkalder Brud ved de skøre Legemer.

61. Samtidig med at Legemet sammentrykkes, breder det sig i Tværetningen, stærkest paa Midten og aftagende hen mod Enderne, hvor Friktionen mellem Legemet og Trykpladerne forhindrer en **Tværudvidelse**. Ophæves denne Friktion, bliver Tværudvidelsen ens overalt, saaledes som det er paavist med Kobbercylindre: Er deres Endeflader ru, antager de Tøndeform, er de polerede, beholder de Cylinderformen, og er de filede i een Retning, bliver Tværnittene ovale, idet Friktionen er mindre parallelt med Strøgene end vinkelret derpaa.

De blivende Formforandringer ved Tryk foregaar ligesom ved Træk saaledes, at Legemets Volumen forbliver konstant, og Tværudvidelsen bliver derfor



Fig. 26.

først rigtig stærk, naar Flydegrænsen overskrides. Af Fig. 26 faar man et Begreb om, hvorledes denne Formforandring foregaar. Den viser et Snit i et oprindelig cylindrisk Legeme dannet af 5 ligetykke Blyskiver. Man ser, hvorledes Friktionen har holdt sammen paa Endeskiverne, medens Materialet i den midterste Skive, der har været mindst hindret i sine Bevægelser, er trængt ud til Siderne. Som Følge af at det indre Materiale saaledes presses udad, opstaar der tangentielle Trækspændinger i Legemets Overflade, haade i Trykkets Retning og vinkelret derpaa, og er Legemet særlig svagt i een af disse Retninger, vil det revne; f. Ex. kan der opstaa lodrette Revner i en Svejsejærns Cylinder med lodrette Fibre. Er Materialet homogent, vil det derimod revne, hvor Trækpaavirkningen er størst, altsaa vinkelret paa Resultanten af det lodrette og vandrette Træk. Er disse ligestore, vil Revnerne danne 45° med Trykretningen, men i Almindelighed maa Revnerne forløbe des stejlere, jo større Prøvestykkets Højde er i Forhold til Diameteren;

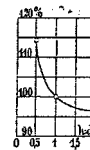


Fig. 25.

¹⁾ Fig. 25 viser Resultaterne af nogle Forsøg med Støbejærncylindre, hvis Diameter var 2cm, medens Højden varierede fra 1 til 4cm. Som Abscisser er afsat Forholdet mellem Højde og Diameter, som Ordinater Brudstyrken angivet i Procent af den 2cm høje Cylinders.

et fladt Prøvestykke af et meget strækkeligt Materiale (et Stykke Vidskelæder) kan man faa til at revne i den vandrette Midterplan.

62. Skøre Legemer kan ikke undergaa saa store Formforandringer, at disse Fænomener viser sig, men Paavirkningen bliver alligevel meget sammensat.

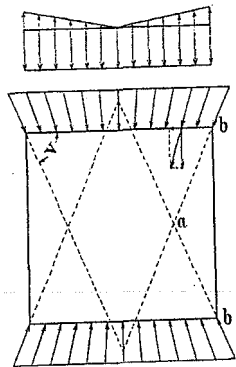


Fig. 27.

Er den til det givne Tryk svarende Tværuddvidelse pr. Længdeenhed μ , saa vil et Punkt i Afstanden r fra Legemets Axe bevæge sig Stykket $r\mu$ udefter. Erfaringen viser, at Endefladerne bliver fuldstændig fastholdt, og Tværuddvidelsen vil derfor være hæmmet paa en større eller mindre Længde af Legemet; lad os antage, at Højden af dette er saa stor, at der er fri Bevægelighed i den vandrette Midterplan. Et Punkt her vil altsaa bevæge sig $r\mu$ udefter, og tænker vi os det liggende paa et lodret, tyndt Prisme, saa vil dette efter Bevægelsen, da dets Ender er fastholdte, have bøjet sig ud med en Bøjningspil $r\mu$. Da en Bjælkes Nedbøjning er proportional med Belastningen, maa den Kraft, der driver Prismet udefter, og følgelig ogsaa Støttereaktionerne være proportional med $r\mu$, og da Støttereaktionen her er lig med Friktionen, bliver denne proportional med Afstanden fra Legemets Axe og kan altsaa fremstilles som Ordinater til de to skraa Linier øverst i Fig. 27. Samtidig er Legemet paavirket af et ensformigt fordelt Tryk, og sammensætter man i hvert Punkt dette med Friktionen, finder man, at Legemets Endeflade er paavirket af skraatrettede Kræfter, der alle gaar gennem samme Punkt. Kun det af de punkterede Pyramider begrænsede timeglasformede Legeme paavirkes altsaa direkte af Maskinen, og Paavirkningen er saadan, at den holder sammen paa Materialet. Stykkerne udenfor Timeglasset er derimod ikke direkte paavirkede, men paa Grund af Fladen ab 's Sammentrykning vil der opstaa saa store Forskydningsspændinger i denne, at Legemet spalter her.

Ved Trykforsøg med Sten- og Betontærninger viser Bruddet sig i Overensstemmelse med denne Forklaring, ved at de fire Sideflager løsner sig, mens der bliver et mer eller mindre sammenhængende Legeme, dannet af to Pyramidestubbe, tilbage (Fig. 28); er Prøvelegemet cylindrisk, faar man Keglestubbe¹⁾.

63. Brudaarsagen ved Trykforsøg er altsaa ikke direkte Trykket, men derimod sekundære Træk- eller Forskydningsspændinger, og det vilde jo ogsaa være urimeligt at antage, at man ved et Tryk, altsaa ved at nærme Molekylerne til hinanden, skulde kunne bryde et Legeme, thi et Brud bestaar jo netop

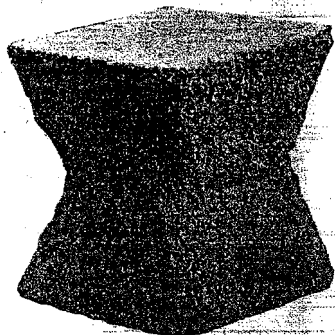


Fig. 28. Knust Tærning af Cementmørtel. (Normalprøvelegeme)

¹⁾ Disse benævnes undertiden **Skridningskeglerne**. Vinklen ν , Virkningsvinklen, kan synke til 50° ; den maa, hvis ovenstaaende Forklaring er rigtig, afhænge af Materialets Tværuddvidelse. I Virkeligheden viser det sig ogsaa, at ν bliver stor, naar Betonen er daarlig og porøs, saa at den sammentrykkes stærkt uden at vide sig ud i Tværretningen.

i, at Molekylerne fjerner sig fra hinanden. Faar et Legeme ligestore Tryk fra alle Sider, saa at Smaadelene intet Steds kan vige ud, saa kan det ikke knuses. *Föppl* har vist dette ved at putte smaa Kugler og Tærninger i en Staalcylinder, i hvilken de udsattes for et Vædskestryk af 3500^{at} uden at brydes (forudsat at de var homogene), medens de samme Legemer (f. Ex. Glas, Kalksten, Cement) ved et almindeligt Trykforsøg kun taaler en lang ringere Spænding.

Dette samme fremgaar af det i Fig. 29 viste Trykforsøg med en 6^{cm} Gummitærning.¹⁾ a er dens Arbejdslinie, naar den frit kan udvide sig til alle fire Sider, b , naar den kun kan udvide sig til to Sider og c , naar den er helt indesluttet. Sammentrykningen i sidste Tilfælde skyldes hovedsagelig, at Tærningen ikke har været absolut indesluttet. Man ser heraf, at et tæt Legemes Elasticitet er betinget af, at det kun paavirkes i en enkelt Retning og frit kan forandre Form i Tværretningerne. Er Legemet derimod porøst, vil det kunne presses sammen uden at vide sig ud paa tværs (Kork).

64. Hvis man ved et almindeligt Trykforsøg kunde ophæve **Friktionen** ved Trykpladerne, maatte man vente, at Bruddet vilde ske enten som Følge af Forskydningsspændingerne, og da under 45° med Trykretningen, eller som Følge af Tværuddvidelsen, og i saa Fald maatte Legemet spalte sig i lodrette Prismer; denne sidste Brudform er det virkelig ogsaa lykkedes *Föppl* at frembringe i mer eller mindre mangelfuld Skikkelse ved at smøre Trykpladerne, og samtidig fandt han Brudstyrken af Cementtærninger 50 %, af Stentærninger 66—75 % mindre end ellers.

65. Ved Prøvning af skøre Stoffer som Beton, Sten og Støbejern er det meget vigtigt, at Trykket virker **centralt**, da Brudstyrken ellers formindskes stærkt, og Trykpladerne maa derfor gøres planparallele, eventuelt ved Højling eller Drejning. Desuden lejrer man een af Maskinens Trykplader i en Kugleskaal, saaledes at den lægger sig an mod hele Prøvestykkets Flade, selv om denne ikke er vinkelret paa Trykretningen (Fig. 3 og 10).

66. Medens skøre Legemer har en tydelig Brudgrænse, kan en saadan ikke paavises ved seige Stoffer, da Tværnittet her stadigvæk voxer. Ved disse maa man derfor nøjes med at bestemme Flydegrænsen.

IV. Bøjningsforsøg.

67. Bøjningsforsøg benævnes her saadanne Forsøg, der tjener til Bestemmelse af et Materiales **Bøjningsstyrke** eller **Bøjningselasticitet** i Modsætning til Bøjelighedsprøver, der er rene Sejhedsprøver, ved hvilke den anvendte Kraft slet ikke maales.

Prøvestykket understøttes gerne ved Enderne og belastes med en Enkeltkraft i Midten; ved videnskabelige Forsøg anvendes dog ofte to Enkeltkræfter symmetriske om Midten, hvorved man opnaar, at det mellemliggende Bjælkestykke bliver paavirket af et konstant Moment uden Forskydninger. Paa denne Strækning kan man da (f. Ex. med Spejlapparat, Fig. 13) maale Bjælakens Forlængelser og Forkortelser i forskellige vandrette Snit og bestemme den neutrale

¹⁾ A. Martens: Materialienkunde für den Maschinenbau I. S. 10.

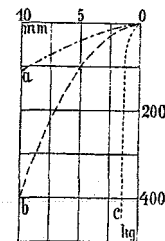


Fig. 29. Trykforsøg med Gummitærning.

Axes Beliggenhed uden at være generet af den lokale Sammentrykning paa Kraftangrebsstedet.

68. Som **Understøtning** bruges gerne Ruller, der kan dreje sig om deres Axer, saa de ikke forhindrer Bjælkens Underside i at forlænge sig, og undertiden er hver Rulle lejret i et Stel, der kan vugge lidt i en Plan vinkelret paa Bjælkens Axe, saaledes at Reaktionen bliver ensformig fordelt over hele Bjælkens Bredde, og Vridning undgaas, selv om Bjælkens Underside er lidt vindskæv.

Belastningen i Midten kan overføres gennem en lignende Rulle, som imidlertid ved blødt Materiale vil trykke sig ned i Bjælken og derved formindske

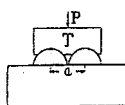


Fig. 30. Trykfordelingsstykke.

Brudtværnsnittet. Dette kan undgaas ved at overføre Trykket gennem to Halvcylindre (Fig. 30); naar Bjælken bøjer sig, vil Cylindrene dreje sig i Trykstykket T , saaledes at Trykket vedbliver at være ensformig fordelt over deres Underflade. Ved denne Ordning bliver største Moment $\frac{1}{2}P(l-a)$. Ved Prøvning af Træbjælker nøjes man gerne med at indskyde et kort Stykke haardt Træ til Fordeling af Trykket (Fig. 32).

69. Bjælkens **Nedbøjning** kan bestemmes som beskrevet i § 10 eller ogsaa ved Hjælp af den i Fig. 31 viste Nedbøjningsmaaler, som bestaar af en ulige-armet Vægtstang, hvis korte Arm berører Bjælkens Underside, mens den lange Arm viser Nedbøjningen stærkt forstørret. Ved Hjælp af Skruen s kan Viseren stilles paa Nul, og Skruen sidder ikke direkte paa Vægtstangen, men paa den lodrette Stang i en Parallelogramforbindelse, da Om-sætningsforholdet ellers vilde forandre sig, efterhaanden som Nedbøjningen voxer.

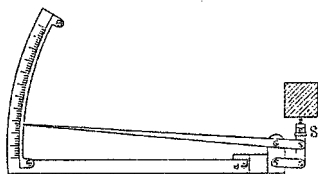


Fig. 31. Nedbøjningsmaaler.

Hvis Nedbøjningerne er store og ikke behøver at bestemmes med nogen stor Nøjagtighed, kan man simpelt hen maale Afstanden fra Bjælkens Underside op til en Lineal, der hviler paa Understøtningslinierne.

Alle de nævnte Maaleapparater har imidlertid den Mangel, at de ikke viser den rene Nedbøjning, men tillige Understøtningernes Indtryk i Bjælken. Vil man have den rene Nedbøjning, maa man i Bjælkens vandrette Midterplan afmærke tre Punkter paa hver Side, eet midtvejs og eet over hver Understøtning, og saa maale, hvormegit Midtpunktet sænker sig i Forhold til de to andre. Maalingen kan udføres med det i Fig. 32 viste Apparat¹⁾, der bestaar af en

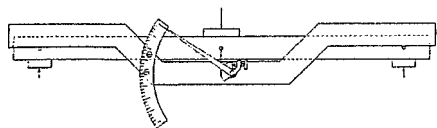


Fig. 32. Nedbøjningsmaaler.

forkrøbet Lineal med en Maalebue, i hvis Centrum en drejelig Axel er lejret. Axlen er i fast Forbindelse med en segmentformet Plade, mens Viseren kan dreje sig om Axlen og stilles paa Nul ved Hjælp af en lille Skrue,

hvis Spids berører Pladen. Fra Pladen føres en Traad op til Bjælken, og naar denne bøjer sig, vil Viseren paa Grund af sin Vægt holde Traaden stram og vise Nedbøjningen 8 Gange forstørret. I de tre Punkter, hvis Bevægelse maales, kan enten indskrues Stifter eller fastklemmes Skruetvinger.

¹⁾ G. Pinchot: Instructions to engineers of timber tests (U. S. Department of Agriculture, Forest Service, Circular 38 [Revised]), S. 52.

70. Afsætter man sammenhørende Værdier af Last og Nedbøjning i et Koordinatsystem, faar man Materialets **Bøjningskurve**, der ganske svarer til dets Trykkurve og altsaa ved smedeligt Jærn viser en Elasticitets-, en Proportionalitets- og en Flydegrænse samt undertiden en Brudgrænse. Ved sejt Materiale sker der ikke et fuldstændigt Brud, men Bjælken mister sin Bæreevne og bøjer sig stærkt.

71. Ved et Materiales **Bøjningsstyrke** forstaar man den Spænding, der findes ved at indsætte Brudmomentet og Bjælkens Modstandsmoment i den almindelige Bøjningsformel, altsaa $S_b = \frac{M}{W}$. Da Formlen kun gælder indenfor Proportionalitetsgrænsen og kun under Forudsætning af, at Tværnsnittene forbliver plane, har de beregnede Værdier naturligvis kun lidet at gøre med de Randspændinger, der virkelig er tilstede i Brudøjeblikket, men de muliggør dog en Sammenligning mellem forskellig Bøjningsforsøg.

Den lineære Spændingsfordeling, som Formlen forudsætter, er vist i Fig. 33 ved en ret Linie. I Brudøjeblikket er en saadan Spændingsfordeling kun til-

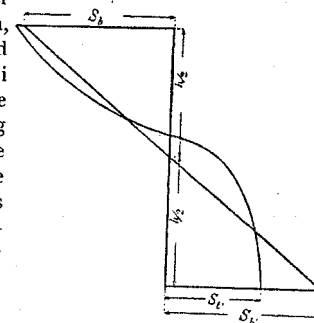


Fig. 33.

stede i Bjælker af meget haardt Staal, der altsaa giver $S_b = S_t$. For Bjælker af Støbejærn, Sten, Beton og lignende skøre Stoffer med ringe Trækstyrke er Spændingsfordelingen i Brudøjeblikket snarere, som den krumme Kurve angiver, hvorved Materialet omkring den neutrale Axe udnyttes i væsentlig højere Grad, end Formlen forudsætter. For saadanne Stoffer er derfor $S_b > S_t$, og Forskellen er des større, jo mere Materialet er koncentreret omkring den neutrale Axe; for Støbejærnsbjælker med I-formet Tværnsnit er Forholdet $S_b : S_t$ saaledes ca. 1,4, med rektangulært Tværnsnit ca. 1,7 og med cirkulært Tværnsnit ca. 2,1; for rektangulære Betonbjælker findes $S_b : S_t =$ ca. 2.

Bjælker af smedeligt Jærn forholder sig paa lignende Maade, saaledes har valsedede I-Bjælker $S_b = S_t$, medens for rektangulære Staalbjælker S_b stiger fra 1,01 S_t til 1,79 S_t , naar Kulindholdet synker fra 0,96 til 0,14 %.

72. Er Prøvebjælken saa kort, at der skal generende store Belastninger til at bryde den, kan man indspænde dens ene Ende og forlænge den anden ved Hjælp af en Vægtstangsarm, der yderst ude bærer en Vægtskaal. Armen forbindes med Bjælken ved Hjælp af en Bøjle og en Kile, som vist i Fig. 34. For at bestemme det bøjende Moment, som det tomme Vægtstangsapparat giver, kan man ombytte Bøjle og Kile og maale den Kraft, som skal til for at løfte den fri Ende. Er denne

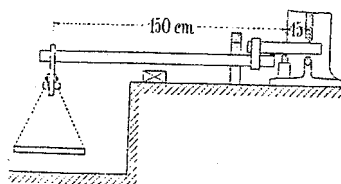


Fig. 34.

Kraft P , og Vægtstangsarmen 150 cm, bliver det bøjende Moment $150 P$, der altsaa maa adderes til Momentet af den paaførte Belastning. Ved at anvende en inddelt Spand i Stedet for Vægtskaalen, kan man bruge Vand som Belastning²⁾.

²⁾ Dette Apparat er opfundet 1790 af Ramus, Direkter for Creusot.

73. Som praktisk **Kvalitetsmaalestok** ved Materialleverancer benyttes Bøjningsforsøg kun overfor Støbejern og Jærnbeton.

V. Bøjelighedsprøver.

74. En af de simpleste Maader at undersøge Metallernes **Sejghed** paa er ved en Bøjelighedsprøve, idet man bestemmer, hvor stærk en Bøjning en Stang kan taale, inden den revner paa den strakte Side.

Rund- og Kvadratjern prøves, som de er, medens man af Plader og Profiljern udtager Strimler, hvis Bredde er ca. 4 Gange Tykkelsen¹⁾. Stængernes skarpe Kanter bør afhøvles, da disse er særlig tilbøjelige til at revne. Hvis Strimlerne er udklippede med Sax, maa de høvles paa Siderne, saa at det beskadigede Materiale, hvori der hurtigt vilde danne sig Revner, fjernes.

Prøven kan udføres med en almindelig Hammer og Ambolt, idet man først bøjer Prøvestykket i en Løkke (Fig. 35) og dernæst hamrer paa *a*, indtil der viser sig Revner ved *b*, eller indtil Løkken er hamret helt flad.

Paa Jærnværkerne, hvor der daglig udføres mange Prøver af denne Art, anvendes undertiden to Presser; i den ene (Fig. 36) gives der Stangen en foreløbig Bøjning, hvorpaa den med en Tang holdes ind mellem Ambolten *A* og Stemplet *B* (Fig. 37), der trinvis bøjer den sammen.

75. Et Stykke, *l*, af Stangen vil efter Bøjningen have faaet Længden *L* paa Ydersiden, og hvis Stangen er bøjet efter en Cirkelbue samt under Forudsætning af, at den neutrale Axe ligger i Midten, og at Tværnittene er forblevne plane, faas (Fig. 38):

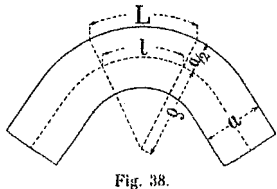


Fig. 38.

$$\frac{L}{l} = \frac{\rho + \frac{a}{2}}{\rho} \quad \text{og} \quad \frac{L-l}{l} = \epsilon = \frac{a}{2\rho}$$

Hvis Stangen bøjes fladt sammen, bliver $\rho = \frac{1}{2}a$ og $\epsilon = 1$, hvilket vil sige, at de yderste Fibres Længde fordobles. De ovennævnte Forudsætninger passer imidlertid ikke helt, i Virkeligheden har man ved fuldstændig Sammenbøjning af smedeligt Jærn maalt Maximalforlængelsen til 75—80 %²⁾.

76. Da Materialets Anstrengelse afhænger af Krumningsradius, søger man ofte at holde denne konstant, hvilket kan ske ved at fastspænde Prøvestykket paa en Staalplade med afrundet Kant og ved Hammerslag bøje det rundt om denne. Denne Prøve viser sig mærkeligt nok strængere end den først beskrevne.

I Stedet for en Plade med afrundet Kant bruges hyppigere løse, cylindriske

¹⁾ Længden er gerne 15—30 cm.

²⁾ Gælder det om at karakterisere Materialet ved Hjælp af en Bøjelighedsprøve, benyttes

Bøjelighedskoefficienten $100 \frac{a}{2\rho}$, der altsaa angiver de yderste Fibres formelle Forlængelse i Procent af den oprindelige Længde; ρ er den Krumningsradius, ved hvilken Revnerne viser sig, og den maales i den neutrale Axe ved Hjælp af smaa Pladestykker med cirkelformede Udsnit paa 45°, hvis Radier varierer i Spring paa 2 mm.

Dorne, om hvilke Stangen bøjes, og man lader da Dornens Diameter variere med Prøvestangens Tykkelse, saa at Anstrengelsen bliver den samme for tynde og tykke Stænger. Ofte tages Dornens Diameter lig med Prøvestangens hele eller halve Tykkelse (Fig. 39 og 40).



Fig. 39.



Fig. 40.

Ved større Jærnliveringer kræver Køberen gerne saadanne Bøjeprøver foretagne, og enten forlanger han, at Stængerne skal kunne bøjes fladt sammen¹⁾, eller ogsaa foreskriver han Tykkelsen af de Dorne, Stængerne skal kunne bøjes om uden at revne.

77. Tillige foreskrives gennem hvor stor en **Vinkel** Bøjningen skal udføres (Fig. 41), eller, hvad der er det samme, hvor stor en Del af Dornens Omkreds Prøvestangen sluttelig skal berøre. I Følge den ovenfor opstillede Formel skulde denne Størrelse ingen Indflydelse have paa Anstrengelsen, men den faar det indirekte, da ρ aftager, naar Vinklen voxer, navnlig naar der ikke anvendes Dorn, men ogsaa hvor en saadan bruges, da man ikke kan tvinge Stangen til helt at lægge sig ind til Dornen. Desuden voxer det paavirkede Steds Længde med Vinklens Størrelse, saaledes at der er mere Lejlighed til at finde Fejl i Materialet²⁾.

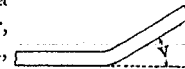


Fig. 41.

78. Undertiden høvler man en **Kerv** ind i Prøvestykkets strakte Side (Fig. 43 a), hvorved Materialets Skørhed viser sig tydeligere³⁾, eller man gennemlokker Strimlen (Fig. 43 b), for at se i hvor høj en Grad Materialets Sejghed forringes ved Lokning⁴⁾. Hvis Hullet bores i Stedet for at lokkes, skærner det ikke Materialet, men det paagældende Tværnsnit faar et mindre Modstandsmoment, hvorved Krumningsradius bliver mindre, og Flydningen sker hovedsagelig i dette Tværnsnit.

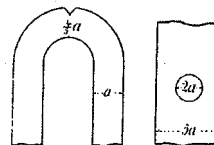


Fig. 43 a og b.

79. Bøjelighedsprøver kan udføres mere ensartet paa **Maskiner**, der i Stedet for Hammerslag anvender et jævnt Tryk, og saadanne Maskiner bruges derfor paa Materialprøveanstalterne. De kan være indrettede som Fig. 44 viser, hvor den omskiftelige Dorn, *D*, af det hydrauliske Stempel, *S*, drives ned mod Prøvestykket, der hviler paa Rullerne *R*. Disse kan skrues nærmere til hinanden, efterhaanden som Bøjningen skrider frem. Maskinen har dog den Mangel i Modsetning

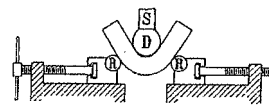


Fig. 44.

¹⁾ Naar Prøvestængerne bøjes helt fladt sammen, revner de undertiden paa den trykkede Side, men dertil tages der intet Hensyn.

²⁾ En særlig Bøjelighedsprøve er indført af General *Korobkoff*. Den udføres med smaa prismatiske Jærnstykker (Fig. 42), hvis ene Ende fastspændes i en Skruestik, mens man sætter en Vægstang paa den anden Ende og bøjer Prøvestykket, indtil det revner paa den strakte Side. Som Maal for Sejgheden benyttes enten Krumningsradius eller Træksidens Forlængelse.

³⁾ Man bruger en Kerv, hvis Dybde er $\frac{1}{4}$ af Prøvestykkets Tykkelse, og hvis Sideflader danner en Vinkel paa ca. 90°.

⁴⁾ Det anbefales at gøre Bredden af Prøvestrimlen lig 5 Gange Tykkelsen og lokke i Midten med et Stempel, hvis Diameter er 2 Gange Tykkelsen.

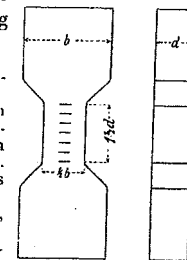


Fig. 42.

til den først beskrevne Bøjning uden Dorn, at Paavirkningen ikke er en ren Bøjning, idet der optræder direkte Træk paa Grund af Friktionen mellem Prøvestykket og henholdsvis Dornen og Lejerne¹⁾.

80. Bøjelighedsprøver foretages ogsaa med Rør af smedeligt Jærn og da navnlig for at undersøge Svejsfugens Styrke, idet denne lægges ud til Siden. saa at de største Forskydningspændinger optræder i den (§ 356).

Om Bøjelighedsprøver med Traad, se § 313.

VI. Slagforsøg.

81. Om et Materiale er skørt eller ej viser sig som tidligere nævnt tydeligst, naar det faar et Stød eller Slag, og man nøjes derfor ikke altid med den Oplysning, som Brudforlængelsen ved et Trækforsøg giver, men underkaster ogsaa Materialet en Slagprøve.

Det er navnlig Skinner, Hjul og Axler til **Jærnbanebrug**, der undersøges paa denne Maade, fordi disse Dele ved Kørslen hen over Skinnestødene faar meget voldsomme Paavirkninger, som de erfaringsmæssig ikke altid modstaar, selv om Materialet har vist stor Brudforlængelse. Slagforsøget er saaledes en skrappere Prøve end Trækforsøget.

Prøven udføres gerne med hele **Brugsstykket** og som **Bøjeprøve**, idet man lader en Vægt falde ned paa den lodret staaende Hjulbandage eller paa Axlen eller Skinnestykket oplagt som Bjælke. Enten forlanges, at Stykket skal kunne taale et Slag af bestemt Energi uden at brydes, eller ogsaa forlanges, at man skal kunne bearbejde det saa længe med Slag af konstant Energi, at Formforandringen naar en vis Størrelse.

Nedbøjningen maales (som vist øverst tilvenstre paa Fig. 46) fra en Lineal, hvis Længde er lig Skinnens Spændvidde, og som har en Slidse til Styling af en Millimetermaalestok. Da Skinnens Overside deformeres ved Slagene, bruges et Paasætningsstykke, der har en Fordybning over det Punkt, hvortil Maalingen sker.

82. Resultaterne af saadanne Slagforsøg lader sig vanskeligt sammenligne, thi gøres Slaget saa kraftigt, at Stykket springer, ved man ikke, om det muligvis ogsaa vilde være sprunget for et svagere Slag, og gøres Slaget saa let, at det f. Ex. maa gentages 10 Gange, før der sker Brud, saa vil den samlede

¹⁾ En Bøjemaskine uden Dorn er vist i Fig. 45. Bøggens Stangens Enden er indspændt. Indspændingshovedet A er i fast Forbindelse med Tandhjulet, der drives ved en Skrue uden Ende, og hvis Vinkeldrejning φ kan aflæses. Indspændingshovedet B sidder paa et Vægtstangssystem, der er saaledes indrettet, at B ikke kan dreje sig, men kun forskyde sig i vandret og lodret Retning. Stangen C er nemlig stadig parallel med Trekantsiden D, og denne holdes i vandret Stilling af E og F. Man er her ganske fri for Extraspændinger, og da Bøjningsmomentet er konstant over hele Stangens fri Længde l, vil Stangen bøje sig efter en Cirkelbue med Radius $\rho = \frac{l}{\varphi}$ for den

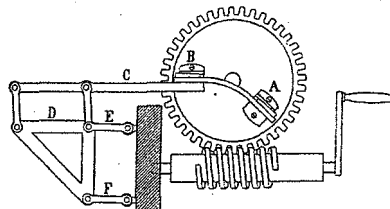


Fig. 45.

neutrale Linies Vedkommende. Efterhaanden som Bøjningen skrider frem, bliver ρ mindre, og man finder altsaa ved Forsøget det mindste ρ , der kan taales, uden at der kommer Revner.

Energimængde i disse 10 Slag ikke kunne jævntiltes med en lige saa stor Energimængde anvendt i et enkelt Slag, thi det Arbejde, der medgaar til Stykkets elastiske Formforandring, spildes i første Tilfælde 9 Gange. Overhovedet

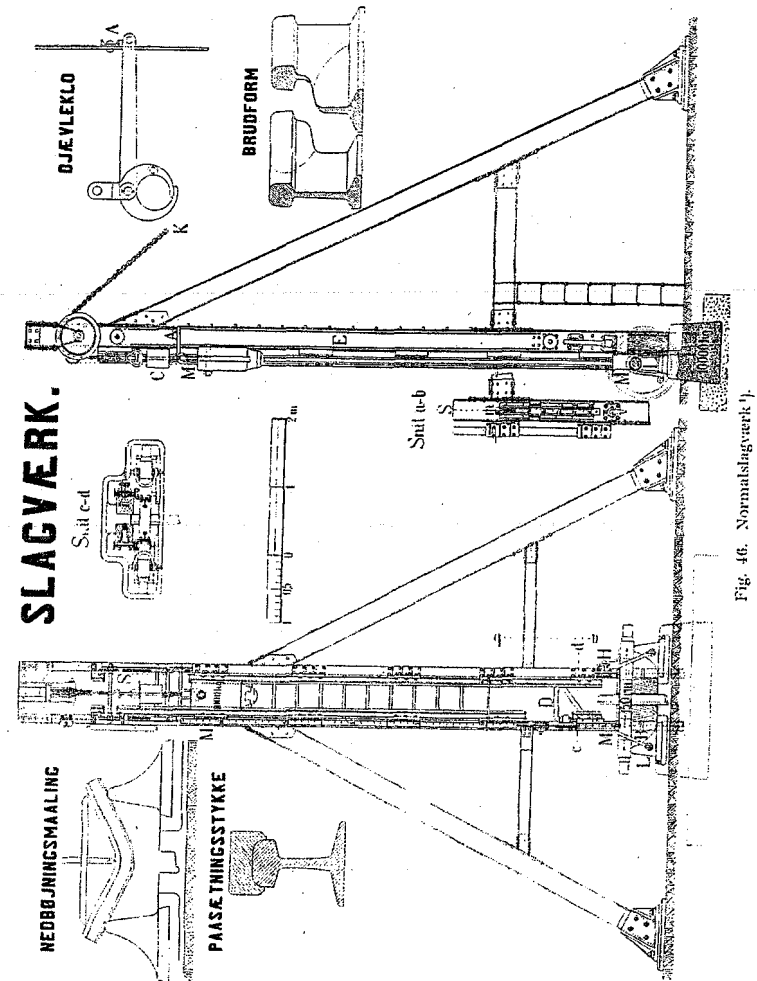


Fig. 46. Normalslagværk¹⁾.

ved man ikke, hvor stor en Del af Slagets Energi, Prøvestykket optager, og hvor stor en Del, der gaar videre til dets Understøtninger. Var Prøvestykket

¹⁾ Figuren viser et Normalslagværk svarende til de Forskrifter. Foreningen af tyske Jærnbaneadministrationer har opstillet.

ophængt i lange Skruefjere, vilde dets Paavirkning naturligvis blive langt mindre, end hvis det er fastere understøttet.

83. For dog at skaffe en vis Ensartethed til Veje har *I. M.* opstillet følgende Principper for Slagværkers Konstruktion og Benyttelse (Fig. 46):

Faldklodsen skal være af Støbejern, støbt eller smedet Staal, og bør i Almindelighed veje enten 1000 eller 500 kg, kun i særlige Tilfælde mindre¹⁾. Formen skal vælges saaledes, at Tyngdepunktet kommer til at ligge saa lavt som muligt. Selve Hammerbanen skal være af smedet Staal, afrundet efter en Radius paa 150 mm og fastgjort med Svalehale og Kile. Den skal sidde absolut centralt i Forhold til Faldklodsens Tyngdepunktslinie, og begge Parter maa være forsynede med saadanne Mærker, at man let kan overbevise sig om, at denne Betingelse er opfyldt.

Faldklodsen styres af lodrette Jærnskinner²⁾, og Styringens Længde skal være større end 2 Gange Lysvidden mellem Skinnerne. Berøringsfladerne skal være saa glatte som muligt for at formindskes Friktionen; Grafitsmøring anbefales.

Faldhøjden bør ikke overskride 6 m, da større Faldværker vanskeligere kan have under Tag og ikke kan bygges saa nøjagtigt som lavere.

Faldklodsens Tyngdepunktslinie skal ligge i Styreskinnernes Midtlinie, og denne maa være angivet ved særlige Mærker paa Ambolten. Ambolten skal være af eet Stykke Støbejern og mindst veje 10 Gange saa meget som Faldklodsen. Fundamentet skal være af stærkt Murværk og saa uelastisk som muligt. Størrelsen maa under ingen Omstændigheder være under 6 Gange Ambolstens og maa iøvrigt afpasses efter Byggegrundens Bestaffenhed.

Naar Prøvestykket, som Tilfældet er ved Hjulringe, har en saadan Form, at der maa anbringes et Paasætningsstykke paa det til Optagelse af Slagene, skal dette Paasætningsstykke have en plan Slagflade og om muligt veje 20 kg; i alt Fald bør det ikke være tungere end nødvendigt³⁾.

Faldklodsen skal udløses paa en Maade, der ikke sætter den i Svingninger. Den i Fig. 46 viste Djevlekle anbefales⁴⁾. Der skal træffes saadanne Foranstaltninger, at Klodsen ikke kan falde uforvarende. Til Faldhøjdens Bestemmelse skal der være en i Centimeter inddelt Maalestok, *MM*, der kan forskydes op og ned, saa at Nulpunktet kommer i Højde med Prøvestykkets Overside⁵⁾.

Lejestykkerne, *L*, for Prøveobjektet skal være solidt befæstede til Ambolten⁶⁾, og der skal være anbragt saadanne Sikringer, *B*, at de uden at paavirke Forsøget hindrer en Udslængning af Objektet.

Inden Prøven maa man overbevise sig om, at Styreskinnerne staar lodret, og at der ingen Modstand er mod Faldklodsens Bevægelser samt indstille Prøvestykket saaledes, at dets Midtpunkt træffes af Hammerbanens Midtpunkt.

Både Faldhøjden og Faldklodsens Vægt maa angives, da begge Størrelser har Indflydelse paa Slagets Virkning.

84. Vil man sammenligne Virkningen af forskellige Slagværker, kan man benytte ganske ens Cylindre af ganske ens Kobber⁷⁾. Hvis disse sammentrykkes lige meget af Slaget, er Slagværkernes Virkningsgrad den samme.

85. Saafremt Materialet ikke er for sejt til at brydes paa denne Maade, sker **Bruddet** gerne, som Fig. 46 viser. Da der er Symmetri omkring Faldlinien, kan Bruddet naturligvis lige saa godt ske efter en Flade (den punkte-

¹⁾ Den hæves af en Motor ved Hjælp af Kæden *K*. *C* er en blyfyldt Kontravægt, der trækker den tomme Kæde ned. Naar Slagværket ikke bruges, hviler Faldklodsen paa Konsolen *D*; naar denne er ubelastet, svinger den ud af sig selv, saa Banen bliver fri.

²⁾ Sædvanligvis Jærnhænskiner (Snit *c-d*), der ved Hjælp af Støbestaalsvinkler er fastholdte til I-Jærnene.

³⁾ I Figuren er en Hjulbandage indtegnet punkteret, den gaar ned i en Rille i Ambolten og fastholdes bagtil mellem to Træklodser.

⁴⁾ Kloen anbringer sig, naar den støder mod Anslaget *A*; dette bestaar af en Tværstang og kan indstilles i enhver Højde, idet det er fastgjort til to endeløse Kæder, der bevæges med Haandsvinget *H*.

⁵⁾ Maalestokkens Forskydning kan aflæses paa en fast Maalestok, der sidder tilhøjre for den bevægelige lige under Snit *c-d*. Maalestokken *m* (Snit *a-b*) er en formindsket Udgave af *MM* og har ligesom denne en fast Maalestok paa sin højre Side: naar *MM* er indstillet paa Objektets Overflade, forskydes *m* et dermed proportionalt Stykke. I Snoren *S* hænges et Lod med en Viser (sværtet paa Figuren), og naar Anslaget *A* bevæges med Haandsvinget *H*, overføres denne Bevægelse i reduceret Maalestok til *S* ved Hjælp af nogle Udvekslinger, saaledes at man ved at følge Viseren kan indstille *A* nøjagtig.

⁶⁾ I Motorhuset findes en Gentagelse af Maalestokken *m* med Viser samt en lille Faldklods, der gengiver den stores Bevægelser, saaledes at Maskinpasseren altid er paa det rene med, hvor Faldklodsen befinder sig i Forhold til Anslaget *A*.

⁷⁾ Lejebukkene kan vendes, saaledes at Spændvidden ændres fra 1,5 til 1 m.

⁸⁾ Disse Normalkobbercylindre fremstilles af det bedste Rundkobber til Stagbolte og sælges af *K. M. A.*

rede), der er symmetrisk med den viste, og undertiden sker Bruddet efter bægge Flader, saa man faar 4 Brudstykker.

86. I den senere Tid er man stærkt inde paa at undersøge ogsaa andre Materialer end Jærnanematerialer ved Slagprøver, og der er konstrueret Slagværker, der muliggør Bestemmelsen af det til Bruddet medgaaede Arbejde. Ved disse Forsøg anvendes ganske smaa Prøvestænger og tilsvarende smaa Hammer og Faldhøjder.

Hammeren kan f. Ex. være ophængt som et Pendul, der svinger langs en cirkelbueformet Maalestok, medens Prøvestykket er anbragt lodret under Hammerens Ophængningspunkt og indspændt i den ene Ende, mens den anden er fri. Hammeren føres ud til Siden og slippes ved en bestemt Delestreg paa Maalebuen; i Tilbagesvinget knækker den Prøvestykket og svinger videre til den modsatte Side; af dette Udsvinges Størrelse kan den forbrugte Arbejdsmængde beregnes.

Ved *Frémonts* Apparat falder Hammeren lodret ned paa Prøvestykket, der er understøttet i bægge Ender. Efter Bruddet støder Hammeren paa en Fjer, hvis Sammentrykning angiver den ubrugte Arbejdsmængde¹⁾.

87. De fleste af disse Forsøg gøres med Stænger, der er **indkærvede** paa den strakte Side, saa at Bruddet sker uden væsentlig Deformation. Uden denne Kærv vilde de seje Jærnsorter slet ikke knække, men blot bøjes stærkt. Selv indkærvede Stænger bøjser sig uden at brydes, naar Materialet er sejt.

Om Nyttan af saadanne Forsøg er Møningerne delte; foreløbig synes man blot at have paavist, at Modstandsevnen af de indkærvede Stænger er meget variabel og ikke staar i noget Forhold til de ved rolige Trækforsøg rundne Resultater, men om der til en stor Forskel i Slagarbejde virkelig svarer en lige saa stor Forskel i Materialets Modstandsevne i Praxis, derom kan der endnu intet hestemt siges²⁾.

Det Arbejde, der medgaar til Brydningen af en indkærvet Stang, er altid mindre end det, der medgaar til en ubeskadiget, selv om Brudfladens Modstandsmoment er det samme; thi i første Tilfælde er Nedbøjningen væsentlig mindre end i sidste.

¹⁾ *Guillerts* Slagværk har Hammeren siddende paa Følgen af et Hjul, der roterer hurtigt i en lodret Plan, medens Prøvestykket ligger understøttet ved Enderne paa en Ambolt lidt udenfor Følgen. Efter at Hjulets Hastighed er aflæst, skydes Ambolten ind mod Følgen, saa at Hammeren træffer Prøvestængen, og efter Bruddet aflæses Hastigheden altes. Af Differensen mellem Aflæsningerne kan det anvendte Arbejde beregnes.

²⁾ For at faa sammenlignelige Resultater har *I. M.* paa Kongressen i København 1909 vedtaget at anbefale følgende Regler for Forsøg med indkærvede Stænger. Stængerne skal være 30 · 30 · 160 mm, indkærvede paa Midten med en 15 mm dyb Kærv, hvis Bund er cylindrisk med 2 mm Radius. For Plader og andet Valsejern skal Stangtykkelsen dog være lig Pladetykkelsen, saaledes at Glødskaflen ikke fjernes, mens Bredden og Kærven (der lægges i en Glødskaflside) skal være som ovenfor nævnt. Naar Materialets Dimensioner udelukker Brugen af saa store Stænger, skal disses Tværnit reduceres til 10 · 10 mm med en 5 mm dyb Kærv, hvis Bund er cylindrisk med 3 mm Radius. Prøvestængerens Dimension skal altid anføres. Prøvestængerne udsættes for Bøjning ved Hjælp af en Faldhammer, hvis Bane er kileformet og afrundet med 2 mm Radius. Stængerne skal hvile paa Kiler med 120 mm Afstand (naar Tværnittet er 10 · 10, skal Afstanden kun være 40 mm), og Kærven skal vende nedad. Bruddet skal frembringes ved eet Slag og med en Maskine, der maaler Brudarbejdet; dette opgives pr. cm² af det ved Kærven reducerede Tværnit. Temperaturen skal om muligt ligge mellem 15 og 25° C og skal altid opgives.

Temperaturen har en meget stor Indflydelse paa Brudarbejdet; ved Forsøg med indkærvede Stænger af samme Materiale fandtes:

Temperatur:	— 20°	— 1°	+ 20°	+ 200°
Slagarbejde:	4.24	16.29	24.69	33.90 kgm/cm ² .

ANDEN DEL.

De vigtigste Byggematerialer.

I. Jærn.

A. Oversigt over Jærnfremstillingen.

88. Jærnet findes i Jorden kemisk forbundet med andre Grundstoffer, af hvilke det vigtigste er Ilten. Af disse Mineraler, Jærnets Malme, udvindes Jærnet, ved at Ilten bortbrændes med Kul. Produktet bliver dog ikke kemisk rent Jærn, thi Jærnet optager under Processen forskellige Stoffer, af hvilke **Kullet** spiller den største Rolle, da det hovedsagelig er dets Mængde, der bestemmer Jærnets Egenskaber; jo mindre Kul der er tilstede, des blødere er Jærnet. Voxer Kulholdigheden, bliver Jærnet haardere og dermed skærere, saa det lettere springer for et Slag og vanskeligere lader sig bearbejde, navnlig i kold Tilstand. Derfor fremstilles det almindelige Bygningsjærn, som bruges til Jærnbrøer, Gulvhjælker o. s. v. med kun ca. 0,1 % Kul, da Haardheden her ingen Nytte gør, mens Sejgheden og Bearbejdigheden spiller en stor Rolle. Jærnbanseskiner maa heller ikke være skøre, men for deres Vedkommende er man dog nødt til at gaa op til ca. 0,4 % Kul, for at de ikke skal slides for hurtigt, og Værktøj, der skal skære i andet Jærn, maa undertiden have et Kulindhold af over 1 % for at blive haardt nok.

89. Alt det omtalte Jærn kan smedes, hvilket vil sige, at det ved Glødning bliver blødt og plastisk, saa at man kan forme det ved Hammerslag. Jo mere Kul det indeholder, des vanskeligere er det at smede, og naar **Kulmængden** overstiger 2,3 %, kan det ikke smedes mer. Jærn, der indeholder under 2,3 % Kul, kaldes derfor **smedeligt Jærn**, og det formes som Regel ved Smedning eller Valsning, sjældnere ved Støbning. Efter Fremstillingsmaaden deles det smedelige Jærn atter i Svejsejærn og Staal.

I Modsætning til det smedelige Jærn staa **Støbejærnet**, der indeholder over 2,3 % Kul, og som kun kan formes ved Støbning, ikke ved Smedning, da det ved Opvarmning smelter pludseligt uden først at blive blødt. Kakkelovne er f. Ex. støbt af saadant kulrigt Jærn.

Jærn, der staa paa Overgangen mellem det smedelige Jærn og Støbejærnet, finder ingen Anvendelse. Smedeligt Jærn til praktisk Brug indeholder højst c. 1,5 % C, Støbejærn til praktisk Brug mindst c. 3 % C.

90. Før det 14de Aarhundrede kendte man kun smedeligt Jærn, og det blev udvundet direkte af Malmene¹⁾. I Danmark har saaledes Myremalmen været almindelig anvendt i Oldtiden og Middelalderer, idet man brugte Trækul som Brændsel; efterhaanden som Skovene ødelagdes, standsede denne Industri, men endnu ved Aar 1600 var den ikke helt uddød.

Den moderne Jærnindustri gaar en Omvej, idet den først fremstiller en meget kulrig Jærnsort, Raajærn, med 2,3—6 % C, der danner Raastoffet for den yderligere Fabrikation, idet det, alt efter Behandlingsmaaden, kan omdannes til Støbejærn eller smedeligt Jærn.

I den allerseneste Tid er man dog atter begyndt at fremstille smedeligt Jærn direkte af Malmene ved at smelte disse med Kul og Tilslag i en elektrisk Ovn. Denne Fremgangsmaade bruges nogle Steder til Fremstilling af særlig fint Værktøjstaal (Elektrostaal).

B. Raajærn.

91. **Jærnmalmene** er alle Iltforbindelser; f. Ex. er den sorte Magnetjærnsten Jærnmellemilte (Fe_3O_4), det samme Stof, som danner sig paa Jærnets Overflade, naar det glødes, medens Rødjærnstenen er Jærntveilte (Fe_2O_3) og saaledes nærbeslægtet med Rust²⁾.

92. Malmenes Ilt fjernes ved Hjælp af Kul i store, cirkulære Schaktovne, **Højovne**, der gerne er 15—20^m høje (Fig. 47). Ovnen fyldes fra oven med vexlende Lag af Malm og Brændsel, der anbringes i den øvre Trag, hvorpaa Lukket *L*, der omgiver Røgaftrekket *R*, sænkes med Vippen *V*³⁾.

Brændslet er hyppigst Cinders eller Koks, sjældnere Antracit⁴⁾, medens almindelige Kul er for svovlholdige. I trærige Lande som Sverrig bruges Trækul, der egner sig udmærket

¹⁾ I Ægypten brugtes der Svejsejærn allerede for 6000 Aar siden.

²⁾ Af store Jærnmalmfelter findes der kun 4. to i Amerika og to i Evropa, nemlig Lothringen og Nordsværrig. De nordsvenske Lejer (Kirunavara og Gellivara) dannes af Magnetjærnsten af enestaaende Renhed (72 % Jærn).

Efter Brydningen sønderlaas Jærnmalmene og renses mekanisk for andre Bjærgarter, eller de knuses, hvorefter det knuste Materiale udsættes for stærke magnetiske Paavirkninger, der udskiller de jærnholdige Dele, som derpaa briketeres for ikke at stoppe for Trækket i Højovnen. Undertiden ristes Malmen eller henlægges til Forvitring inden Brugen.

³⁾ Ovnmandingen benævnes **Gigten**, og Forbrændingsprodukterne **Gigtgas**; denne bortledes gennem Røret *G* og bruges til Drivning af en Gasmaskine og til Forvarmning af den senere omtalte Blæseluft. Det store, øvre Ovnrum kaldes **Schakten**, det mellemste, kegledannede Rum kaldes **Rasten**, og det nederste, cylindriske Rum kaldes **Stellet**; Ovnbunden benævnes **Herden**.

⁴⁾ Antracit er de allerældste Kul, hvis Omdannelse er videst fremskredet, saa de bestaar af næsten rent Kulstof.

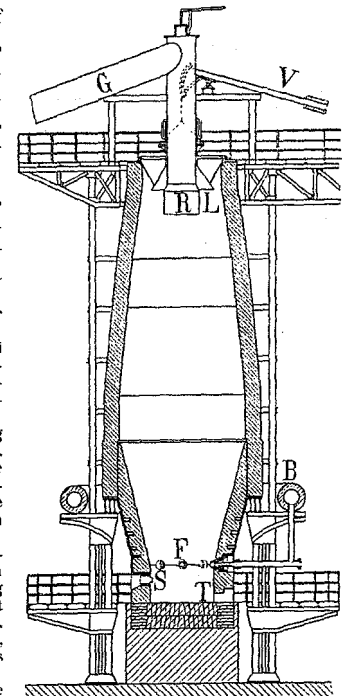


Fig. 47. Højovn.

dertil, da de er fuldstændig fri for Svovl og indeholder meget lidt Fosfor. Da Malmen er blandet med andre Bjærgarter, maa man forhindre disses kemiske Bestanddele i at forene sig med Jærnet og giver derfor Malmen en Tilsætning af slaggedannende Stoffer, det saakaldte **Tilslag**, der bestaar af Kalk (Kalksten og Dolomit) ved kiselsyrerige Malme og Kiselsyre (Lerskifer) ved kalkrige Malme.

I Ovnens nedre Del indblæses Luft fra Ledningen B gennem Hullerne F, hvorved Kullene forbrænder til Kulsyreanhydrid, der stiger tilvejs og ved Berøring med de glødende Kul omdannes til Kulilte. Det er denne Luftart, der affilter Malmene, idet den atter omdanner sig til Kulsyreanhydrid. Det saaledes opstaaede rene Jærn kan ikke smelte i den forhaandenværende Temperatur, men under dets videre Vandring ned gennem Kullene optager det Kulstof, hvorved Smeltepunktet synker, saa at Jærnet ender nede paa Ovnbunden som en flydende Masse, Raajærn¹⁾. Samtidig har Tilslaget forenet sig med Urenhederne til en letflydende Slagge, der paa Grund af sin ringe Vægtfylde lægger sig ovenpaa Raajærnet. Naar Slagget har naaet en hvis Højde, løber Slaggen ud gennem Aabningen S, medens Raajærnet udtømmes hver 4de—5te Time gennem Hullet T. Ovnen arbejder uafbrudt i Aarevis og producerer i Reglen 100—200^t Raajærn i Døgn.

Raajærnet kan enten strax behandles videre i flydende Tilstand og omdannes til Staal, eller det kan støbes ud til **Pigjærn** i Forme dannede ved at lave Fordybninger omtrent som lange Rugbrød i Gulvets Sandlag. Undertiden bruges ogsaa en Støbemaskine, hvis Støbejernsforme er anbragt paa et drejeligt Bord eller paa et Transporthaand.

93. Raajærnet indeholder 2,3—6% C, der enten kan være til Stede i krystallinsk Form som Blade af Grafit eller kan være i kemisk Forbindelse med Jærnet; i første Tilfælde haves graat, i sidste hvidt Raajærn.

Desuden indeholder Raajærnet forskellige Stoffer, som stammer fra Malmene, Tilslaget eller Brændslet, og af hvilke de vigtigste er Silicium, Mangan, Fosfor og Svovl.

Silicium har større Affinitet til Jærn end Kullet og tvinger derfor dette til ved Størkningen at udskille sig som Grafit og danner altsaa graat Raajærn. Det gør Jærnet tyndtflydende.

Mangan virker i modsat Retning og danner hvidt, tyktflydende Raajærn.

Fosfor gør Raajærnet tyndtflydende og haardt, skørt og svagt, og i smedeligt Jærn er det en meget farlig Indblanding. Tidligere var man ikke i Stand til at fjerne det og kunde derfor ikke oparbejde de fosforholdige Malme, men siden 1878 er det lykkedes ved Hjælp af Thomasprocessen. Til Støberibrug egner fosforholdigt Raajærn sig godt²⁾.

Svovl gør Jærnet tyktflydende og formindsker Styrken.

Undertiden benævner man Raajærnet efter Højovnsbrændslet og taler om Koksraajærn og Trækulsraajærn, af hvilke det sidste er det rene og stærkeste.

Raajærnets Karakter bestemmes dog navnlig af Malmens Silicium- og Mangandindhold.

¹⁾ I gamle Dage var Ovnene saa lave, at Jærnet kun i ringe Grad fik Lejlighed til at optage Kul, og man fik derfor direkte smedeligt Jærn, men efterhaanden gjorde man Ovnene højere, og det kunde da hælde, at der dannedes flydende Raajærn, hvorved man lærte dette at kende. Lidt efter lidt forlod man saa den gamle Fremstillingsmaade.

²⁾ Fosforholdige Partier i graat Raajærn viser sig meget tydeligt under Mikroskopet, naar man sætter med en vilkaarlig Syre, idet de aldeles ikke angribes, men beholder deres Glans fra Poleringen. Hvidt Raajærn maa behandles med Salpetersyre af Vt. 1,2, der svagt farver Cementitten og ikke de fosforholdige Partier.

94. Hvidt Raajærn indeholder næsten intet Grafit og Silicium, men ofte meget Mangan. Det har et hvidt, straalet eller bladet, aldrig kornet Brud. Det egner sig ikke til almindeligt Støbejern, da det er tyktflydende og bliver skørt og haardt, saa det ikke kan files, derimod bruges det til Svejsjærn, basisk Staal og hammerbart Støbegods¹⁾.

Det almindelige, hvide Raajærn, der anvendes paa denne Maade, indeholder sjældent over 3 $\frac{1}{2}$ % Kul, men tillige fremstilles nogle stærkt kul- og manganholdige hvide Raajærnssorter, **Spejljærn** og **Ferromangan**, af en Blanding af Jærn- og Mangantalme. Disse Raajærnssorter, der slet ingen Grafit indeholder, men af hvilke navnlig Ferromanganet er meget manganrigt, bruges kun som Tilsætninger ved Staalfabrikation²⁾.

95. Graat Raajærn indeholder næsten alt sit Kul i Form af Grafitblade, der farver Jærnet graat. Naar man slaar graat Raajærn over, sker Adskillelsen langs alle Grafitbladene, og Brudfladen viser sig derfor mørkere end et filet Hak. Grafitten skiller sig først ud i Størkningsøjeblikket, og der sker da en Rumfangsforøgelse, saa at Jærnet presser sig ind i Formens Fordybninger og gengiver disse skarpt; da det tilmed er tyndtflydende, egner det sig godt til Støbejern, og de støbte Genstande er seigere og blødere, end om der var anvendt hvidt Raajærn, og er derfor lettere at bearbejde. Strukturen er grovkornet.

Grafit findes kun i Raa- og Støbejern, ikke i smedeligt Jærn; det lader sig ikke brænde bort, selv om Genstanden glødes længe.

Foruden Støbejern fremstilles der ogsaa Staal af graat Raajærn, og det sker ved Processer, der netop er baserede paa det graa Raajærns Siliciumindhold³⁾.

Ferrosilicium er en særlig siliciumrig Raajærnsort, der bruges som Tilsætning til Støbejern⁴⁾.

Halveret Raajærn staar paa Overgangen mellem graat og hvidt og har hyde og graa Korn mellem hinanden.

96. Højovns slaggen, der navnlig bestaar af Calcium- og Aluminiumsilikater, kan anvendes paa forskellig Maade. Leder man en kold Vandstraale ind i den flydende Slagge, granuleres den til Slaggesand, der i malet Tilstand anvendes til Slaggecement og som Tilsætning til Portlandcement.

Hvis man lader Slaggen falde ned som en tynd Straale og blæser en højtspændt Dampstraale ind i den, faas **Slaggeuld** bestaaende af fine, hvide eller grøngraa Traade, der ender i et glasagtigt Korn. Den er udmærket varmesolerende og bruges derfor til Isolering af Damp- og Iskabe, og da den tilmed er ildfast, egner den sig særlig til Isolering mod meget høje Temperaturer. En 2—3 cm tyk Plade af Slaggeuld, der er rødglødende forneden, kan uden Fare berøres med Haanden foroven.

Slaggeuldens Billighed og store Isolationssevne ses af følgende Tabel, der angiver nogle Forsøgsresultater fundne af Firmaet *Riedinger* i Augsburg⁵⁾:

¹⁾ Det smelter ved 1050° og vejer 7600 kg/m³. Under Mikroskopet viser det sig hovedsagelig at bestaa af brunlig Perlit (Ætsemiddel: Pflkrinsyre med Alkohol).

²⁾ Spejljærnet indeholder 4—6% C og 8—18% Mn; det er meget hvidt og har et krystallinsk, storbladet Brud. Under Mikroskopet viser det sig at bestaa af smaa Prismen med en pragtfuld blaa Farvetegning. Ferromangan indeholder 5,5—7,5% C og 30—87% Mn.

³⁾ Graat Raajærn indeholder 2 $\frac{1}{2}$ —4 $\frac{1}{2}$ % C, det smelter ved 1200° og vejer kun 7200 kg/m³ paa Grund af den udskilte Grafit. Under Mikroskopet viser det en ensartet Grundmasse af siliciumholdigt Ferrit, gennemkrydset af store Grafitblade.

⁴⁾ Den indeholder 10—18% Si.

⁵⁾ Isolationsstoffe und Kühlräume auf Kriegsschiffen, Zeitschr. des Ver. deutsch. Ing. 1902. S. 1366.

	Relativt Varmetab	Lagtykkelse i cm.	Vægt kg/m ²	Pris M/m ²
Asbestmasse	46	14	175.0	14.0
Kiselgur	23	7	17.2	0.26
Slaggeuld	16	4.5	11.0	1.3
Filt	16	4.5	13.0	32.0
Korkmel	14	4	4.0	0.2
Presset Kork	13	4	6.5	3.4
Filt med Papirindlæg	10	3	9.0	21.0

Beholdere til glødende Koks er paa københavnske Gasværker fremstillede af to Lag Staal plader med Slaggeuld imellem.

C. Støbejern.

1. Fremstilling af Støbegods.

97. Med Støbejern betegner man Raajærn, der er omsmeltet og udstøbt til Brugsgenstande. Saadanne Genstande maa ikke være for skøre og skal i Reglen let kunne lade sig høvle og bore, og de fremstilles derfor af graat Raajærn, der i langt højere Grad end det hvide har disse Egenskaber. Endvidere egner det graa Raajærn sig bedre til Støbning end det hvide paa Grund af sit større Siliciumindhold, der gør Raajærnet tyndflydende og faar det til at udvide sig i Størkningsøjeblikket, saa at Formen udfyldes fuldstændig.

Da Raajærnets kemiske Sammensætning vexler stærkt, kan det ikke direkte fra Højovnen udstøbes til Brugsgenstande, men som tidligere (§ 92) nævnt støbes der Pigjærn af det, der købes af Jærnstøberierne¹⁾ og dér nedsmeltes i en lodret Schaktovn, **Kupolovn**. Ved at blande flere Sorter Pigjærn og tilsætte gammelt Støbejern og slaggedannende Stoffer er Jærnstøbereren i Stand til at fremstille et Materiale af den Haardhed og Styrke, han ønsker. Til stærkt paa-virkede Dele som Dampcylindre tilsættes ofte noget Staalaffald for at forøge Trækstyrken, uden at Materialet bliver for haardt. Overhovedet egner en Staaltilsætning sig udmærket til at regulere Støbejernets Egenskaber, da det i Førhold til Støbejernnet kan betragtes som kemisk rent Jærn²⁾.

Jærnet udtappes fra Ovnens store Skeer eller Kar, der bæres hen til Formen og tømtes i den.

98. **Formen** maa være porøs, for at Luften kan slippe ud; den laves af blandet Sand og Ler, der formes over en Model eller ved Afdrejning, og den bruges kun een Gang. Leret er nødvendigt for at gøre Sandet plastisk, saa det kan formes og bevare Formen, men gør iøvrigt Skade ved at formindske Porositeten, saa der tilsættes ikke mere end nødvendigt. Det almindelige Formsand, der bruges til smaa, enkle Forme, er derfor lertfattigt, mens der til større og vanskeligere Formninger bruges mere lerholdigt Sand, «Masse», der bedre taaler Jærnets Tryk og ikke beskadiges ved Støbningen og ikke mister sin Plasticitet, selv om Formningen tager lang Tid, i Modsætning til almindeligt Formsand, der kun er plastisk i vaad Tilstand og derfor maa benyttes hurtigt, inden Vandet fordampes.

Formsandets Fugtighed bevirker, at Jærnets Overflade afkøles pludseligt, hvorved der dannes en meget haard Støbeskal, der kun kan fjernes med Mejsel, ikke med Fil. Ved Masseforme bliver Støbeskallen ikke saa haard, thi de tørres inden Brugen, for at Porositeten skal blive større.

¹⁾ I Danmark benyttes mest engelsk og skotsk Raajærn, af hvilke Sorter det skotske er det bedste og mest fosforfrit, men langt fra kan maale sig med det svenske Trækulsraajærn.

²⁾ Til Statsbanernes Bremsklodser skal Støbejernnet blandes med Drejespaaner af Staal.

Endelig benyttes Forme af Ler (med kun lidt Sand), naar der stilles store Krav til Plasticitet og Modstandsdygtighed. For Exempel bruges Ler undertiden til store Forme, der afdrejes med Skabelon, men Hovedanvendelsen er til store Kærner: de Formdele, der udfylder Genstandens (f. Ex. et Rørs) Hulheder og ofte maa bære frit paa længere Strækninger. For at faa den fornødne Porositet blandes Leret med Hestegødning.

99. Hvis Formen er for tæt, kan Luften ikke slippe ud, men bliver i Godset som **Blærer**, og dette gælder haade den Luft, der findes i Formen og den, der er opløst i det flydende Jærn og som udskiller sig ved Størkningen. Da Luften stiger tilvejs i Jærnet, vil Blærerne meget ofte findes i Genstandens øverste Del lige under Overfladen, der ved sin Størkning har standset dem. Ved Afdrejning eller Afhøvling af Overfladen viser der sig derfor ofte Huller.

Ved Støbningen bliver de Dele bedst, der ligger nederst i Formen, da Blærerne stiger tilvejs herfra, og da Trykket her er størst, saa Jærnet bliver tæt og fuldstændig udfylder Formen. Genstandene støbes derfor altid med de vanskeligste Dele nedad; Mufførør støbes f. Ex. med nedadvendende Muffe, da denne er den vanskeligste Del af Røret og tillige skal være den stærkeste paa Grund af de kraftige Paavirkninger, den faar, naar der stemmes Bly ind i den.

Godsets øverste Partier bliver daarligst, thi her samler Blærer og Urenheder sig; Støbetappen (o: Afstøbningen af Indfyldningshullet) er derfor oftest blæret. For at blive af med disse Blærer støber man Rør, Cylindre, Sejler o. s. v. med **Død hoved**: støber dem længere, end de skal være, og skærer bagefter Forlængelsen, i hvilken Blærerne har samlet sig, af.

De nævnte Genstande bør altid støbes **lodret**, dels for at man kan anvende Død hoved, dels fordi det da er lettere at bevare den lange Formkærnes centrale Stilling; ved liggende Støbning kan den let forskyde sig eller høje sig paa Grund af Opdriften i det flydende Jærn, saa at Godstykkelsen bliver uensartet. Er Genstanden for lang til at kunne støbes lodret, maa den i det mindste stilles saa stejlt som muligt.

100. Mindre vigtige Sager som Lygtepæle støbes liggende, og Kærnen maa da bæres af **Kærnestøtter**, en Slags Søm, der plantes i Yderformen. For at faa dem til at staa fast, komprimerer man først Formsandet paa det paa-gældende Sted ved at trykke en Bule ind i det, der paa Genstanden kommer til at vise sig som en rund Vorte, midt i hvilken Stiften sidder. Denne svejser sig ikke altid sammen med Støbejernnet, og der opstaar da et utæt Sted, hvilket er en yderligere Grund til ikke at støbe Rør liggende, navnlig ikke naar de skal udsættes for store Tryk.

101. Ved Støbning af høje Genstande som Rør, kan det hælde, at Jærnet ved det dybe Fald splittes i **Draaber**, der størkner, inden de naar Bunden, og ikke altid smelter igen, saa at de ses i det færdige Gods. Dette kan undgaaes ved at trykke Jærnet op i Formen fra neden.

102. Under Afkølingen **svinder** Støbejernnet, og der kan derved opstaa Hulheder, hyppigst i de inderste Partier, hvor Jærnet holder sig flydende, efter at Omgivelserne er størkede og derfor ikke kan formindske sit Volumen, uden at der opstaar Hulrum eller i det mindste indre Spændinger¹⁾. Undertiden kan Overfladen, medens den endnu er blød, blive suget ind eller endog brydes,

¹⁾ Svindets Størrelse er ca. $\frac{1}{100}$ i lineært Maal, men aftager med voxende Graaftindhold.

nemlig naar der under den ligger en større Blære, der voxer ved Omgivelsernes Svind, mens Luften i den samtidig afkøles, saa der opstaar et Undertryk.

103. Hvis Støbeformen dannes over en Model, skal denne atter fjernes, og som Regel maa Formen derfor være til at skille ad. Ved mange Støbninger er Modellen i eet Stykke, og dens Flader maa da have **Slip** 5: have en saadan Form, at de ikke skurer langs Formens tilsvarende Flader, naar denne og Modellen skilles. Til Forklaring skal Støbningen af et Svinghjul omtales. Det støbes i liggende Stilling, og Formen fremstilles, ved at en Ramme stemples fuld med Formsand, hvorefter Modellen trykkes ned deri, saa at kun Halvdelen er fri. Derpaa stilles en anden Ramme ovenpaa den første og stemples fuld. Modellen ligger altsaa med Halvdelen i hver Ramme, og den øverste maa løftes op, for at Modellen kan komme ud. Hvis nu Hjulringen og Navet var begrænset af Cylinderflader, saa vilde de under denne Bevægelse stadig skure langs Formens tilsvarende Flader og kunde let beskadige disse, hvilket undgaas, naar man lader de nævnte Deles Tykkelse aftage fra Midterplanen udefter og f. Ex. bruger Kegleflader til Begrænsning. Disse Forhold maa der tages Hensyn til ved Konstruktion af Støbejernsgenstande, thi har disse ikke »Slip«, fordyres de uden Nytte, idet Jærnstøberen maa bruge kostbare, sammensatte Modeller.

104. Godstykkelserne, der bør ligge mellem $\frac{3}{4}$ og 8 cm, skal saavidt muligt være ens overalt, og navnlig maa pludselige Tværsnitsændringer undgaas. Steder med ringe Godstykkelser afkøler sig nemlig hurtigere end tykkere Steder, og paa et givet Tidspunkt er deres Svind derfor større end Omgivelsernes, hvorved der opstaar indre Spændinger og eventuelt Revner i dem. Det kan saaledes hænde, at Svinghjulsarme trækker sig over, fordi de køler sig hurtigere end den svære Hjulring. Faren kan dog formindskes ved at bruge S-formede Arme, der i Stedet for at revne retter sig lidt ud. Store Svinghjul støbes af samme Grund undertiden med Navet delt i Sektorer, saa at hver Sektor kan følge den tilhørende Arms Længdeforandringer. Ved Afkølingen ser man da, hvorledes Sektorerne først fjerner sig fra hinanden paa Grund af Armenes Forkortelse, men senere atter gaar sammen, efterhaanden som Kransen svinder.

105. Ofte maa Formene fyldes fra flere Punkter samtidig, navnlig naar Jærnet skal passere lange, snævre, vandrette Kanaler f. Ex. Svinghjulsarme, ellers risikerer man, at Jærnet er halvstørknet, inden det naar sit Maal, saa at Formen ikke udfyldes helt, eller to hinanden mødende Strømme ikke smelter helt sammen (**kold Sammenløbning**)¹⁾.

Støbningen maa ske i eet Drag med stadig fyldt Indløbstragt; løber Tragten et Øjeblik tom, suges der Luft ind i Formen, Jærnoverfladen overtrækker sig med en Iltehinde og forbinder sig ikke intimt med det efterhældte Jærn.

For at undgaa **indre Spændinger** i Støbegods maa Afkølingsforholdene ofte reguleres. Ved Støbning af et Svinghjul maa saaledes den svære Krans hurtig blottes, for at Luften kan køle den, mens de tynde Arme holdes dækkede. Slige Kunstgreb kan være af langt større Betydning for et Stykke Støbegods' Styrke, end Jærnets Kvalitet.

Jo langsommere Afkølingen sker, des mere grovkornet bliver **Strukturen**.

Efter Afkølingen **pudses** Genstandene, Støbetappen slaas af, de ved Formens Skilleflader fremkomne Støberande affiles, og Overfladen renses med Staaltraadsbørster. Smaagenstande pudses ofte med Sandblæst eller ved at fyldes i roterende Tromler.

¹⁾ Skal man støbe gammelt Jærn sammen med nyt — hvilket undertiden benyttes ved Reparation af kostbart Støbegods — maa der træffes særlige Foranstaltninger. Er en Valsetap brækket, kan man saaledes reparere Valsen ved at anbringe dens Brudflade som Bund i Tapformen og umiddelbart over den anbringe en Indløbsaabning og flere Udløbsaabninger. Det stærkt overhede Jærn ledes ind gennem den første og ud gennem de andre saa længe, indtil Brudfladen begynder at smelte; derpaa tilstoppes Afløbene, saa at Formen fyldes.

2. Støbejerns almindelige Egenskaber.

106. Støbejerns Brudflade er kornet, og **Kornstørrelsen** varierer fra en ganske ringe til flere Millimetre i Tværmaal. Megen Grafit og langsom Afkøling forøger Kornstørrelsen, og nedsætter samtidig Styrken. Støbejern til Bygningsbrug bør have en finkornet Struktur og blaagraa Farve; baade Farve og Struktur skal være ens overalt, kun i Nærheden af Støbeskallen maa Brudfladen være lysere og mere finkornet end ellers¹⁾.

Støbejern er altid **skørt**, navnlig ved lave Temperaturer, men dog i større eller mindre Grad efter den kemiske Sammensætning; saaledes voxer Skørheden med Mængden af kemisk bundet Kulstof. Ogsaa Fosfor forøger Skørheden stærkt, og ved Anvendelser, hvor et pludseligt Brud kan gøre Ulykker, maa Indholdet ikke overstige 0,8%. Om der er en skadelig Fosformængde tilstede viser sig bedst ved Slagprøver. Et stort Fosforindhold har imidlertid ogsaa sine Fordele, idet det gør Støbejernet letsmelteligt og tyndtflydende og derfor bedre egnet til Kunststøbning²⁾.

Haardheden voxer med Manganmængden og aftager med Siliciummængden³⁾.

Støbejerns **Vægt** sættes gjerne til 7250 kg/m³; jo mere Grafit og jo flere fremmede Stoffer det indeholder, des mindre vejer det⁴⁾.

Smeltepunktet ligger ved ca. 1200°. Ved meget lang Tids Opvarmning til over 1000° kan det kemisk bundne Kulstof brænde bort og Jærnet iltes til Brandjærn, der denner en blæret eller afskallende Masse. Dette sker hyppigt med Ristestænger. Ved disses Konstruktion maa der iøvrigt tages Hensyn til, at Støbejern ved stadig gentagne Glødninger faar en blivende Rumudvidelse paa 3—4%. Om **Varmeudvidelseskoefficienten** se § 224.

Støbejern **rustet** kun i ringe Grad, naar Støbeskallen sidder paa, derimod virker syreholdigt Vand og Havvand stærkt opløsende paa det og omdanner det til en porøs, blød Masse, idet Jærnet opløses, mens Grafitten bliver tilbage. Naar man lægger Støbejern i en Blanding af Vand og Svovlsyre, opløses det yderste Lag og bliver blødt, saa man kan skære i det. Se iøvrig § 385—94.

¹⁾ Under Mikroskopet viser det storkornede, mørkegraa Støbejern lange og tykke Grafitlameller, mens de særlig stærke, finkornede Sorter indeholder mindre Grafit og har den i Form af tynde, uregelmæssige Lameller.

²⁾ Det bedste Støbejern indeholder 0,3—0,5% Ph, men i det meste Jærn til Byggebrug er der 0,5—0,8% og i mindre vigtige Genstande ofte 1, ja 1,5% Ph. Den totale Kulstofmængde er gerne 3—3,5%, hvoraf 0,5—0,8% er kemisk bundet; over 4% vil som Regel nedsætte baade Sejghed og Styrke. Jærn med under 3 à 2,9% C lader sig overhovedet ikke fremstille i Kupolovn. Da Mangan begunstiger Kulstoffets Binding, maa Manganindholdet ikke overstige 0,8%. Ogsaa Siliciumindholdet paavirker Sejgheden og maa ikke overstige 2—2,5%; i Reglen findes der 1,5—2,5% Si. Svovl maa kun findes i ubetydelige Mængder ikke saa meget af Hensyn til den færdige Genstand, der godt kan taale 0,2%, men for Udstøbningens Skyld, da blot 0,05% gør Jærnet hvidt og tyktflydende, saa Støbningen vanskeliggøres. Kobber maa gerne findes, det forøger Sejgheden.

Vil man have godt Støbegods, er det sikrest at analysere de forskellige Raajærnssorter og derefter bestemme Blandingsforholdet, men de fleste smaa Støberier nøjes med at bedømme Raajærnet efter Brudfladens Kornstørrelse og Beskaffenheden af den Iltelhinde, hvormed Jærnet i smeltet Tilstand bedækker sig.

Raajærnet maa altid indeholde mere Silicium, end der ønskes i Støbejærnet, da en Del brænder bort. Ved gentagne Omsmeltinger af Støbejern bliver dette derfor efterhaanden hvidt, med mindre der tilsættes Ferrosilicium. Støberierne kræver derfor, at Raajærnet skal have en mørk, storkornet Brudflade, som Kendetegn paa at det er rigt paa Grafit og Silicium og kan taale gentagne Omsmeltinger.

³⁾ Chrom forøger Haardheden, og Indholdet maa ikke overstige 0,2%.

⁴⁾ Vægten svinger mellem 7000 og 7600 kg/m³.

3. Støbejerns Styrkeforhold.

107. Støbejern følger ikke Hookes Lov, Arbejdslinien (Fig. 14, Side 15) er krum lige fra Begyndelsespunktet, idet Formforandringerne voxer hurtigere end Spændingerne. Elasticitetskoefficienten aftager altsaa med voxende Belastning. For mindre Spændinger, som de bruges i Praxis, regner man gerne $E = 1000000$ at baade for Træk og Tryk, svarende til at Støbejerns Formforandringer er omtrent dobbelt saa store som smedeligt Jærns ved den samme Spænding.

Der optræder lige fra Begyndelsen **blivende Formforandringer**, som er langt større end smedeligt Jærns ved de tilsvarende Spændinger, men medens de hos dette Materiale voxer ganske enormt, naar Flydegrænsen naas og yderligere, naar Indsnøringen finder Sted, saa springer Støbejernsstangen uden at have passeret nogen Flydegrænse og uden Indsnøring, og den totale Forlængelse i Brudøjeblikket er kun ca. 0,9%¹⁾.

Støbejerns **Styrke** afhænger af **Strukturen**, mørkt, grafitrigt, grovkornet Støbejern har mindre Styrke end lyst, grafitfattigt, finkornet. Styrken betinges derfor ikke blot af den kemiske Sammensætning, men ogsaa af Afkølingens Hurtighed, altsaa af Formmaterialets Beskaffenhed og Godsets Tykkelse. Styrken voxer stærkt, naar Godstykkelsen aftager²⁾.

Man bør derfor modvirke Afkølingsforholdenes Indflydelse ved at variere den kemiske Sammensætning, saaledes at der til tyndt Gods bruges siliciumrigere Jærns end til tykt³⁾.

Under iøvrigt ens Forhold vil Mangan og kemisk bundet Kulstof forøge Styrken, medens Silicium, Grafit og Fosfor nedsætter den.

108. **Bøjningsforsøg** er udmærkede til at bedømme Støbejerns Godhed efter, da de ikke alene viser Styrken, men ogsaa ved Hjælp af Nedbøjningen angiver Sejgheden. Kun maa man enes om at bruge en bestemt Tværnsnitform, thi af denne afhænger Bøjningsstyrken. Stænger med samme Modstandsmoment giver des større S_b , jo mere Materialet er samlet om den neutrale Axe. Et cirkulært Tværnsnit har større S_b end et rektangulært, og dette større end et I-formet (§ 71).

Desuden voxer S_b , naar Stangens Tværnsnitsareal aflager, da den hurtigere Afkøling forringer Grafitmængden⁴⁾, og det er blevet foreslaaet, at lade Prøvestængernes Godstykkelse variere i Forhold til Godstykkelsen hos de Genstande, der skal støbes af Jærnet.

Ved Rystelser forøges S_b , rimeligvis fordi Støbespændingerne faar Lejlighed til at udjævne sig ved Smaabevægelser af Molekulerne.

Forsøgene gøres altid med ubearbejdede Stænger; hvis man fjernede Støbeskallen, vilde baade Nedbøjning og Bøjningsstyrke stige⁵⁾, da Støbeskallen er skørere og har en større Elasticitetskoefficient end det indenfor liggende Materiale. Støtte Plader lader sig derfor ogsaa bedre rette, naar først Støbeskallen er afhøvet.

¹⁾ Den blivende Brudforlængelse er ca. 0,55% og Arbejdsvevnen 0,08–0,14 kgm/cm².

²⁾ Prøvestænger udtagne af svært Gods er ogsaa des stærkere, jo nærmere Overfladen de er tagne; denne Forskel er dog ikke stor.

³⁾ Ved at støbe en Kile og knække den paa langs kan man af Bruddet bedømme Haardhedens Væxt, og saaledes bestemme til hvor tyndt Gods Materialet kan anvendes, uden at det bliver for haardt for det bearbejdende Værktøj.

⁴⁾ Støbejern, der som 3 · 3 cm² Stænger gav $S_b = 3500$ at, gav som 1 · 1 cm² Stænger $S_b = 4300$ at.

⁵⁾ S_b vilde stige 10–20%.

109. Ofte anvendes ubearbejdede, kvadratiske Stænger med 2,5 eller 3 cm Sidelinie¹⁾ og 110 cm lange, men da Materialet i disse bliver mindre homogent paa Grund af Hjørnernes hurtige Afkøling, er man i Tyskland begyndt at bruge cirkulære Stænger (§ 284). Stængerne støbes samtidig med de bestilte Varer²⁾ og belastes i Midten ved et givet Fritliggende, og der er da foreskrevet en Minimumsværdi for Brudbelastningen og undertiden ogsaa for Nedbøjningen.

Ved denne Belastningsmaade brækker Bjælken gerne i Midten, og Resultatet er derfor ikke saa afhængig af tilfældige Støbefejl som ved Trækprøver, hvor Bruddet altid sker i det svageste Tværnsnit; og Formalet er ikke at opdage Støbefejl, men at bestemme Materialets Styrke, naar det er fejlfrit støbt.

Af Stængernes Brudstykker kan der eventuelt udrejes Legemer til Træk- og Trykforsøg.

110. De **Fordringer**, der stilles til Støbejernets Styrke og Sejghed afhænger af Anvendelsen, som det fremgaar af efterfølgende Sammenstilling:

Stængens Sidelinie eller Diameter i mm	Spændvidde i cm	Brudbelastning paa Midten i kg	S_b at	Nedbøjning i mm	S_t at	Anvendelse
25 □	100	300	2880			Jærns til Rør (Dansk Ingeniørforening)
30 □	100		2200	18		Almindeligt Maskingods (Bach)
30 □	100		2500	18		Rør til højspændt Damp (Tysk Ingeniørforening)
30 □	100		2500	5 kgm ³⁾	1200	Jærns til Bro- og Husbygning (Svenske Normalbestemmelser)
30 □	100	460	2556	19		Maskingods (Danske Statsbaner)
30 □	100	520	2889	17		Lokomotivcylindre (do.)
30 □	100		3000		1800	Alm. større Maskindele (Gebr. Sulzer i Winterthur)
30 □	100		3700		2100	Afspærringsventiler, Rør-, Pumpedele o. s. v. for højt Tryk (Gebr. Sulzer i Winterthur)
30 □	100		4000		2200	Dampcylindre (do.)
30 ○	60	460	2600	6		Jærns til Bro- og Husbygning (Tyske Normalbetingelser)
40 ○	80		2800	10		Maskingods af Middelsstyrke over 25 mm tykt ⁴⁾
30 ○	60		3000	8		— — — indtil 15 mm —
20 ○	40		3200	5		— — — over 25 mm —
40 ○	80		3200	12		Maskingods af høj Styrke 15–25 mm —
30 ○	60		3400	10		— — — indtil 15 mm —
20 ○	40		3600	7		— — — — —

Statsprøveanstalten har undersøgt 29 Stænger med 25 mm Sidelinie og fundet $S_b = 2080–3450$ at, i Middeltal 2880 at, for 16 Stænger var $S_b < 2880$ at; Nedbøjningen var 13–25 mm. 26 Stænger med 30 mm Sidelinie gav $S_b = 2310–2940$ at, i Middeltal 2670 at, for 3 Stænger var $S_b < 2500$ at; Nedbøjningen var 14–20 mm. Anstaltens Trækprøver med afdrejede Stænger har svinget mellem 1290 og 2540 at (Ingeniøren 1909, S. 307).

111. Bøjningsstyrken S_b beregnes under Forudsætning af *Bernouillis* og *Hookes* Love, saaledes for den første Stang i Tabellen:

$$S_b = \frac{M}{W} = \frac{\frac{1}{8} \cdot 300 \cdot \frac{1}{8} \cdot 100}{\frac{1}{8} \cdot 2,5^3} = 2880 \text{ at}$$

¹⁾ I. M. anbefaler 3 cm.

²⁾ Ved stigende Støbning bliver S_b større, end naar Formen fyldes fra oven.

³⁾ Minimumsværdi for den til Knækning af Stangen medgaaede Arbejdsstørrelse (Bøjningsdiagrammets Areal).

⁴⁾ Denne og de følgende Bestemmelser er foreslaaede af det tyske Materialprøvningsforbund.

Den virkelige Trækspænding i Brudøjeblikket er imidlertid langt ringere, da Hookes Lov ikke gælder for Støbejern (se Fig. 33, Side 35), men i Følge Forsøg af Bach bestaar der et konstant Forhold mellem de ubearbejdede, kvadratiske Stængers Bøjningsstyrke og de afdrejede Brudstykkers Trækstyrke. Dette Forhold er ca. 1,5, og Kravet om en Bøjningsstyrke paa 2880^{at} er derefter ensbetydende med at forlange $S_t = 2880 : 1,5 = 1920^{\text{at}}$ 1).

112. **Trækstyrken** af almindeligt Støbejern til Maskindele ligger gerne mellem 1500 og 1800^{at}, men den kan stige til 2500, ja op imod 3000^{at}, naar der tilsættes Staalaffald. En saadan Tilsætning har derimod kun ringe Indvirkning paa Trykstyrken. De nævnte Styrketal gælder for afdrejede Prøvestænger: ubearbejdede Stænger bærer mindre, da Bruddet let begynder i den skøre Støbeskal. Ved Opvarmning behøver Støbejern sin Trækstyrke op til en Temperatur af 3—400°, derefter aftager den.²⁾

Brudspændingen aftager, naar Stangens Tværsnit voxer, da Kraften saa har vanskeligere ved at fordele sig ensformigt, og overhovedet egner Trækforsøg sig ikke til praktisk Kvalitetsmaalestok, da Resultatet ved mindre fuldkomne Prøvemaskiner ikke er helt paalideligt. Naar Trækstyrken bestemmes, er det

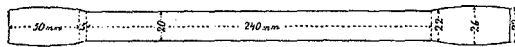


Fig. 48. Prøvestang af Støbejern.

gerne med Brudstykkerne fra en Bøjeprove, og Statsprøveanstalten anbefaler da at tilidne dem som Fig. 48 viser: af afrundede Hoveder skal sætte Stangen i Stand til at dreje sig lidt i Forhold til Kæberne, saa der intet Indspændingsmoment opstaar.

Trykstyrken er gerne ca. 5 Gange saa stor som Trækstyrken og ligger oftest mellem 7000 og 8500^{at}, men aftager stærkt med voxende Godstykkeelse.³⁾ Trykprøver foreskrives sjældent, fordi Prøvelegemerne maa være meget smaa, naar en almindelig Maskine skal kunne knuse dem; udføres de, er det gerne med Tærninger af 2,5—3 cm Sidelinie udtagne af Brudstykkerne fra en Bøjeprove.

Forskydningsstyrken er gennemsnitlig 1,1 S.

113. **De tilladelle Paavirkninger** kan sættes til $\frac{1}{10}$ af Brudspændingerne. Foreligger der Bøjningsforsøg med kvadratiske Stænger, kan man regne $s_b = \frac{1}{10} S_b$, $s_t = \frac{1}{15} S_b$, $s_c = \frac{1}{15} S_b$ og $s_f = \frac{1,1}{15} S_b$. Med $S_b = 2250^{\text{at}}$ faas saaledes: $s_b = 225$, $s_t = 150$, $s_c = 750$ og $s_f = 165^{\text{at}}$, s_b gælder dog kun for rektangulært Tværsnit, for cirkulært Tværsnit kan regnes 275^{at} og for I-formet og lignende Tværsnit, hvor det meste Materiale ligger langt fra den neutrale Axe, kun 180^{at}.

4. Støbejerns Anvendelse.

114. Støbejern er et meget benyttet Materiale paa Grund af dets Billighed og den Lethed, hvormed det udstøbes i de Former, man ønsker. Det anvendes

¹⁾ Naar Bjælken ogsaa er bearbejdet, stiger Forholdet til 1,7—1,8.

²⁾ I Følge Rudeloffs Undersøgelser af Støbejern med $S_t = 1300^{\text{at}}$ aftager Trækstyrken med stigende Temperatur indtil ca. 200°, derpaa stiger den igen for pludselig at synke ved ca. 400°: ved denne Temperatur begynder ogsaa Forlængelserne at voxes stærkt. Bach har for extra godt Støbejern med $S_t = 2362^{\text{at}}$ fundet Trækstyrken konstant indtil 300°. Styrkekurverne for begge Materialer findes paa Fig. 125.

³⁾ Støbejern, der udstøbt i 1,25 cm Tærninger havde $S_c = 8260^{\text{at}}$, havde kun $S_c = 2550^{\text{at}}$, naar de smaa Tærninger blev udarbejdede af en stor med 10 cm Sidelinie. Efterhaanden som Støbejernet omsmeltes, voxer S_c betydeligt.

De svenske Normalbestemmelser for Jern til Bro- og Husbygning forlanger $S_c = 7000^{\text{at}}$ (§ 290).

saaledes til Rør for Gas, Vand og Damp, og i Maskinbygningen til Cylindre, Stativer, Svinghjul, Lejer, Ventilf. m. m., i Husbygningen til Søjler, Vindeltrapper, Rækværker, Ovne, Vinduesrammer Konsoller, dekorative Led og Underlagsplader for Dragere, i Brobygningen til Søjler og Lejedele.

Paa Grund af dets ringe Træk- og Bøjningsstyrke egner det sig ikke til Bjælker, men til Søjler og andre trykkede Dele bruges det meget. Søjler af Støbejern udmærker sig fremfor Søjler af Murværk ved at tage mindre Plads op og fremfor Søjler af Staal ved at være mere modstandsdygtige i Ildebrandstilfælde; men man maa huske paa, at de er skøre, og ikke anvende dem paa Steder, hvor de kan blive paakørte eller blive udsatte for andre stærke Stød og Rystelser. Støbejern er overhovedet ikke noget helt paalideligt Materiale, da man aldrig er sikret mod Støbefejl, og vigtige Lejedele samt Ventilf. til Dampledning med højt Tryk eller overhedet Damp udføres derfor ofte som Staalstøbegods.

Ved at indstøbe Staalstænger i Støbejernet kan man forringe dets Skørhed, noget man dog hidtil ikke har gjort praktisk Brug af undtagen ved Fremstilling af Bremseklodser.¹⁾

115. **Støbejernssøjler** udføres gerne efter Tegning, saa man kan give dem hvilken Form man ønsker. I-formede Tværsnit har den Fordel, at Støbningens Godhed kan undersøges fra alle Sider, men som Regel anvendes cylindriske Rør, der giver de billigste Former og den paalideligste Støbning; kun naar Søjlen skal have en særlig ringe Tværdimension i den ene Retning, bruges et rektangulært hult Tværsnit. Søjlerne bør støbes lodret, hvilket udtrykkeligt maa siges i Leveringsbetingelserne, og Længden maa da nødvendigvis overskride 6—7 m.²⁾

116. **Ved Modtagelsen af en Støbejernsleverance** bør hver enkelt Genstand efterses omhyggeligt overalt, saa man er sikker paa, at der ikke findes synlige Støbefejl. Overfladen bør derfor ikke være malet, men kun ferniseret; er den malet, bør Malingen afskrabes eller gennemskæres paa forskellige Steder, for at man kan overbevise sig om, at der ikke under den findes Huller fyldte med Kit. Ved Overhæng af Overfladen vil mulige Blærer under denne give sig tilkende.

Støbejernets Sejghed kan undersøges ved at slaa med Hammeren paa en retvinklet Kant, denne skal da modtage et Indtryk uden at springe af.

Iøvrigt henvises til de tyske og svenske Leveringsbetingelser (§ 284 og 290).

5. Støbejernsrør.

117. Støbejernsrør er en Specialitet, som kun særlig udrustede Støberier giver sig af med. I Danmark er der ingen Fabrikker af denne Art, saa vi er henvist til at købe Rørene i Udlandet.³⁾

¹⁾ Friedrich Krupp, Grusonwerk forfærdiger saadanne (Sargent Patent-Bremseklodser) ved at omstøbe et Bundt Pladegitter (§ 262) med almindeligt Støbejern. Disse Klodser forener Støbejernets Bremseevne med større Slidfasthed og Brudstyrke.

²⁾ De runde Søjlers Diameter ligger gerne mellem 8 og 40 cm, og Godstykkeelsen bør ikke være under 1 cm og ikke over 3,5 cm. I Reglen gøres den lig eller større end $\frac{1}{10}$ af den uventede Diameter.

Iøvrigt henvises til de tyske og svenske Leveringsbetingelser (§ 284 og 290).

Søjlers Hoved og Fod kan støbes i eet med Søjlen, men ofte støbes de hver for sig, i alt Fald naar deres Sidelinie er over 80 cm, og Stødfaderne maa da afdrejes plant.

³⁾ Tyskland leverer 40%, England 40% og Frankrig 7%. Større Partier af Støbejernsrør koster 10—13 Øre pr. kg og Formstykker ca. 70% mere.

Rørene er enten forsynede med en Muffe i den ene Ende (Fig. 49) eller med Flanger i begge Ender (Fig. 50).

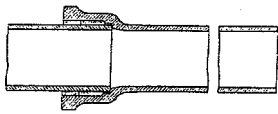


Fig. 49. Mufferrør.

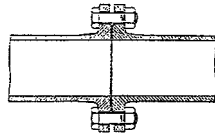


Fig. 50. Flangerør.

Flangerør samles med Skruebolte, idet der mellem de afdrejede Stødflader anbringes et Tætningsmateriale f. Ex. Papskiver gennemtrængt af Blymønje.¹⁾

Mufferrør samles ved at det ene Rørs Ende stikkes ind i det paafølgende Rørs Muffe, hvorpaa en tjæret Hampestrikke lægges ind i det ringformede Rum og bankes fast i Bunden, dels for at tætte, dels for at centrere Rørene; ligger disse vandret, anbringes der en Pølse af plastisk Ler omkring Spidsenden for at begrænse det ringformede Rum udadtil, og dette støbes fuldt af Bly gennem et Hul foroven i Pølsen, hvorpaa denne fjernes, og Blyet stemmes fast. Undertiden er Spidsenden cylindrisk, undertiden ender den i en tykkere Ring, der skal forhindre, at Hampestrikken presses ind i Rørets Indre (Fig. 51). Indvendig i Muffen er der ofte en Rille, som, naar den fyldes med Bly, forøger Forbindelsens Modstandsevne mod Træk²⁾.

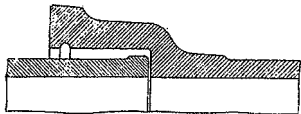


Fig. 51.

Muffeforbindelsen er ikke saa stiv som Flangeforbindelsen og anvendes derfor altid til Rør, der ligger i Jorden, og som til en vis Grad maa kunne følge dennes mulige Sætninger, da de ellers vilde knække.

118. Hvor en Stikledning skal føres ud fra en Hovedledning, eller hvor denne skal forandre Retning, maa man have særlige **Formstykker**, der gerne er meget kortere end de almindelige Rør. Paa Grund af Støbningens Vanskelighed forøges Godstykkelsen 15—20 %, hvilket sker paa den indvendige Diameters Bekostning, for at ikke et Formstykkets Spidsende skal blive for tyk til at gaa ind i et normalt Rørs Muffe. Saaledes støbes **Gren-** eller **Stikrør** (Fig. 52), fra hvis Side der udgaar en Gren endende i en Muffe eller Flange; denne Gren har gerne mindre Diameter end Hovedrøret, og eftersom den staar vinkelret paa dette eller danner en spids Vinkel dermed, skelner man mellem Rør med lige Stik og Rør med skraa Stik. Hvor Ledningen skal gaa over fra et større til et mindre Tværsnit, indlægges kegledannede Rør, saakaldte **Reduktions-** eller **Spidsrør** (Fig. 52). Endvidere haves **Bøjninger** med forskellige Krumningsradier og Centrivinkler (Fig. 53) samt **Samlingsmuffer** til Samling af to Spidsender (Fig. 54) og **Slutmuffer** til Lukning af en

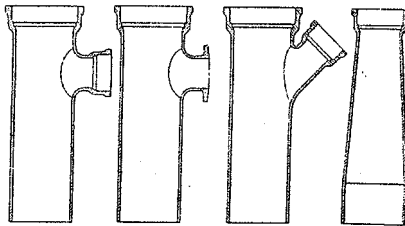


Fig. 52. Grenrør og Reduktionsrør.

Spidsende. Hvor to Ledninger skærer hinanden under rette Vinkler, indlægges **Krydsrør** (Fig. 55).

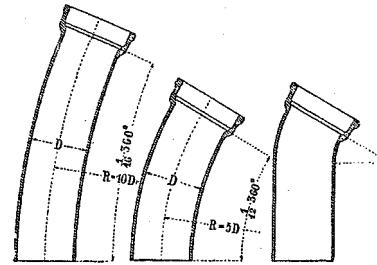


Fig. 53. Bøjninger

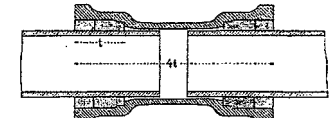


Fig. 54. Samlingsmuffe.

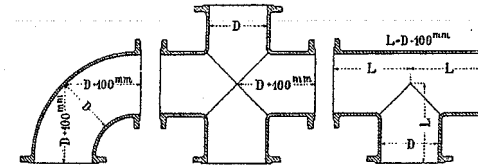


Fig. 55. Formstykker med Flanger.

Formstykker af unormale Dimensioner støbes herhjemme efter Tegning.

119. Støbejernsrør fremstilles nu næsten altid ved lodret Støbning, i alt Fald naar Lysningsdiametern er større end 7 cm. Liggende Støbning giver lettere porøst Gods (§ 100). **Støbningen** af et Mufferrør foregaar paa den Maade, at Formkassen, der her er et langt Rør, ophænges lodret i et Par Bjelker, saa at den nederste Aabning er tilgængelig. Inden anbringes Modellen — et Støbejernsrør med løs Muffe — og det snævre ringformede Rum mellem denne og det ydre Rør lukkes forned og fyldes med Formsand, der stemples fast med lange tynde Triestampere. Naar Rummet er fyldt, fjernes Muffen nedefra og Modelrøret ovenfra, og den ydre Form er dermed færdig. Den indre Form, Kærnen, fremstilles af et gennemhullet Støbejernsrør, der bevokses med Halmbaad og beklædes med Masse eller Ler, der afdrejes. Kærnen anbringes midt i Formen, der lukkes forned med en særlig Plade belagt med Masse, hvori Muffens Underflade og Underkant er afdrejet med Skabelon. Formen er dermed færdig til Støbning.

Hullerne i Kærnerøret tjener til at aflede Luften, mens Halmbaadet ved sin Sammentrykkelighed formindsker Modstanden mod det støbte Rørs Sammentrækning. Ler- eller Masselaget gøres saa tyndt som muligt, dels for at spare Formarbejde, dels for at Luften kan passere det, og endelig for at det støbte Rør let kan trykke det i Stykker under sin Sammentrækning. Til Trods for disse Forsigtighedsregler kommer der dog tangentielle Trækspændinger i Røret. Stikker man en Ring af og saver den igennem langs en Frembringer, springer Enderne fra hinanden.

120. Støbejernsrør bruges ved hydrauliske Anlæg og til Ledninger for Gas, Drikkevand, Spildevand m. m. og Dampf.

Skal Rørene kunne taale store Tryk, og er Ledningen lukket ved Enderne, kan **Godstykkelsen** ved staaende Støbning beregnes af:

$$a = \frac{1}{2} \left(\sqrt{\frac{s_t + 0,4 p_t}{s_t - 1,3 p_t}} - 1 \right) D + 0,7 \text{ cm,}$$

hvor s_t er den tilladelige Trækspænding (gerne 200^{at}), p_t det indvendige Overtryk i a og D Lysningsdiametern, medens de 0,7 cm tillægges for at dække over mulige Variationer i Godstykkelsen.

De almindelige Gas- og Vandrør støbes med større Tykkelse, end Formlen giver, thi ved Lægningen i Jorden bliver de ikke altid ens understøttede paa hele Længden, de kan komme til at bære mer eller mindre frit paa et Stykke,

¹⁾ Det er en Regel aldrig at anbringe Boltehuller i Røraxens Vertikalplan.

²⁾ Københavns Kommune prøver Samlingerne ved at underkaste Gasledningerne 1 at Lufttryk og Vandledningerne 6 at Vandtryk.

og de faar Stød under Transporten og ved Jordens Tilfyldning, ligesom Hensynet til Rust kræver en vis Godstykkelse. De støbes gerne efter Formlen $a = \frac{1}{80} D + 0,7 \text{ cm}$, og da de prøves paa Fabrikken med 20^{at} Vandtryk, regner man, at de kan bruges ved Driftstryk af indtil 10^{at}, svarende til $s_r = 264 \text{ at}$. I almindelige Vandledninger, hvor Trykket kun er 4—7^{at}, og i Gasledninger kunde Godstykkelsen godt reduceres noget, men man plejer ikke at gøre det. I Tyskland er der fastsat Normaldimensioner for dem (se *Hülte I*, Side 548), og disse Dimensioner, af hvilke Godstykkelsen meget nær falder sammen med den, der findes af sidstnævnte Formel, bruges ogsaa i Danmark ¹⁾.

121. Rørene skal være fuldstændig lige og cylindriske med de ind- og udvendige Flader konaxiale; ved at maale Godstykkelsen forskellige Steder maas man ikke finde større Forskel end 2—3 mm ²⁾. Det er navnlig vigtigt, at Muffens Inderflade og Spidsens Yderflade er nøjagtig cylindriske i Forhold til Røraxen og ikke kegleformede paa en saadan Maade, at Blytykkelsen aftager ind mod Muffens Bund, thi i saa Fald presses Blyet let ud.

Angaaende Vægten forlanges i *Dansk Ingeniørforenings* Normer, at den højst maa være 3 % mindre end opgivet i den tyske Normaltabel ³⁾.

122. Rørenes **Tæthed** er af meget stor Betydning, navnlig hvis de skal nedgraves i Jorden, og den undersøges derfor ved en Vandtryksprøve. Hertil kan benyttes den i Fig. 56 viste Presse ⁴⁾. Den bestaar af en Fundamentramme,

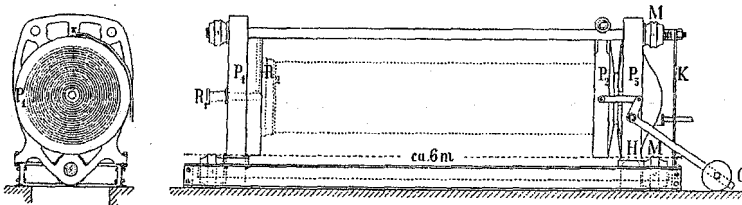


Fig. 56. Rørprøvemaskine.

hvortil en Støbejernsplade P_1 er fastgjort; gennem Pladen er stukket 3 lange Bolte, hvis frie Ender efter at være gaaet gennem Pladen P_3 , hviler i et let Kryds K . I P_3 findes en hydraulisk Presse, hvis Stempel bærer Pladen P_2 , der hænger i to Ruller paa de øvre Bolte. P_3 hviler paa H og kan sammen med P_2 skydes frem eller tilbage paa Rammen, eftersom Rørene er kortere eller længere. Røret anbringes mellem P_1 og P_2 , centreres ved Hjælp af Rillerne i P_1 og indspændes derpaa, ved at P_2 føres frem af den hydrauliske Presse. Rørets Anlægsflader tættes med Gummi eller Sejldug. Gennem R_1 pumpes der Vand ind i Røret fra en Trykpumpe, mens Luften, der, hvis den fik Lov at

¹⁾ Lysningsdiametern er for Mufferør 4—150 cm, for Flangerør 4—75 cm. Flangerørets Længde og Mufferørets Længde uden Muffen, altsaa i begge Tilfælde den nyttige Længde, voxer med Diametern og er efter Normerne 2—4 m, men de fleste Fabrikker overholder dem ikke, idet de støber dem indtil 1 m længere. Saafremt Godstykkelsen formindskes (Spildevandsrør) eller forøges (Dampvær) sker det altid saadan, at Rørets ydre Diameter og Muffens indre Diameter bevarer deres normale Størrelse.

²⁾ De engelske Rør leveres i engelsk Maal, og de gængse Dimensioner er 1½, 2, 3 . . . 9, 10, 12 Tommer. Længden er 9 Fod undtagen for 1½ og 2" Rør, der er 6 Fod lange.

³⁾ Københavns Belysningsvæsen tillader kun 2 mm.

⁴⁾ Københavns Belysningsvæsen tillader kun en Undervægt af 2%, og betaler kun Overvægt af indtil 2%.

⁵⁾ Dette er den største af de Presser, som Københavns Kommune bruger til Prøvning af Gasrør.

blive, kunde forårsage en Explosion, undviger gennem Røret R_2 , hvis Sideaabninger er lukkede med Metalpropper med Undtagelse af den øverste af de indenfor Rørets Muffe værende Aabninger. Derpaa lukkes for R_2 , og naar Trykket er bragt op til 20^{at}, bankes Røret med en Hammer af 0,5—1 kg Vægt, hvorved der ikke maa vise sig Revner eller Utætheder. Saadanne Revner kan være opstaaede under Forsendelsen (inden denne har Fabrikken prøvet Rørene), eller de kan danne sig ved Prøven, hvis der er store Støbspændinger i Godset. Kun ved en kraftig Hamring kan man sikre sig mod disse Spændinger. Efter Prøven føres P_2 tilbage af Kontravægtene C , af hvilke der findes een paa hver Side ¹⁾.

123. Gas- og Vandrør bliver i Reglen tjærede (»asfalterede») baade ud- og indvendigt for at beskyttes mod Rust. Det sker paa Værket, mens Rørene endnu er varme. De bruges til alle Jordledninger for Gas og Drikkevand, da de staar sig bedre mod Rust end Rør af smedeligt Jærn, samt undertiden til Husledninger af over 5 cm Vidde ²⁾. Paa Steder, hvor en støbt Ledning skal føres gennem Murværk, plejer man at indlægge et Rør af smedeligt Jærn, da et støbt Rør let knækker, naar Muren sætter sig. Angaaende Leveringsbetingelser se § 126.

124. Spildevandsledninger af Støbejern bruges paa Steder, hvor saltglasserede Lerrør ikke frembyder tilstrækkelig Sikkerhed. Er Vandet syreholdigt, emalieres de indvendigt.

Det københavnske Regulativ for Husspildevandsledninger forlanger saaledes, at alle Ledninger i eller under Husene skal være støbte indtil 1 Fod udenfor Murens Yderflader. Disse Rør gøres spinklere end de almindelige Vandrør; i København forlanges at de skal være forsynede med Muffer og have følgende Minimumsvægt:

Rørdiameter:	6" (15 cm)	4" (10 cm)	2½" (7 cm)
Vægt i q pr. Fod:	ca. 10,6	ca. 6,7	ca. 4,0

Samlingen maa kun ske med Bly, og i færdig Tilstand skal Blytætningens Dybde mindst være 2" for 6 og 4" Rør og mindst 1½" for 2½ og 2" (50 mm) Rør. Rørene skal udvendigt være asfalterede, indvendigt enten asfalterede eller emalierede efter Beskaffenheden af det Afløb de fører. Afløbsrør fra Vandklosetter (4") samt Gulvafløb fra Slagterbutikker, Mejerier og Viktualieforretninger skal være emalierede; indvendige Tagnedløbsrør (mindst 4"), Ventilationsrør for W. C.-Vandlaase (2½"), Faldrør fra Køkkenvadske, Badekar o. lgn. skal være asfalterede ³⁾.

De til Spildevandsledninger nødvendige Vandlaase og Interceptorer fremstilles ogsaa af Støbejern.

125. Til Dampopvarmningsanlæg bruges Støbejernsrør (med Flange eller Muffe) til de større Ledninger, og de gøres da ofte 12,5—25 % tykkere i Godset end normalt, af Hensyn til Temperaturspændinger ⁴⁾. Iøvrigt stilles der de samme Fordringer til dem som til Gas- og Vandrør. Mufferørene samles med Rustkit, da Blytætningen ikke holder sig, men ogsaa Rustkitsamlingen lider stærkt ved Rørenes Længdeforandringer under de skiftende Temperaturer, og som Regel bruges derfor ikke Mufferør, men Flangerør til Dampledninger.

Til Dampledninger med over 8^{at} Tryk egner Støbejernsrør sig ikke, navnlig ikke naar Vidden er stor. Desangaaende henvises til den tyske Ingeniørforenings Normaler af Aar 1900 for Rørledninger til Damp af høj Spænding (§ 364), hvilke Normaler anbefales af Dansk Ingeniørforening.

¹⁾ Naar Rørdiametern er mindre end 50 cm, bruges gerne en mindre Maskine, hvori Røret fastspændes med en Skrue og ikke med hydraulisk Tryk.

²⁾ I København er Gaslygtestikledninger de eneste Jordledninger, der udføres af smedeligt Jærn, de er nemlig for snævre (¾") til at støbes; iøvrigt bruges støbte Muffer med en Diameter af 2—42" for Gas og 2—24" for Vand; indenfor Husenes Murlinier bruges dog ogsaa 1½" Rør til Jordledninger for Vand.

³⁾ Asfalterede 4" Rør er ca. 40% billigere end emalierede Rør af samme Vidde.

⁴⁾ Saaledes forlanger Københavns Kommune for

	1½	2	3	4	5	6"
en Godstykkelse af	10	11	12,5	13,5	15 mm.	

6. Dansk Ingeniørforenings Betingelser for Levering af Støbejerns-Rør til Gas- og Vandledninger.

§ 1.

126. Det til Rørene anvendte Jærn skal være godt, blødt Støbejern med et fintkornet, blaa-graat Brud. Rør over 70 mm Diameter skulle være støbte med Dødhoved efter udvendigt og indvendigt afdrejede Jærnmodeller i lodret stillede Forme af tørt Sand, uden synlige Støberande eller andre Ujævnheder.

Rørene skulle være tætte og homogene i Massen uden Blærer, usunde Steder eller andre Støbefejl saavel i Rørlegemet som i Muffen. Rør, hvori der er indsat Propper eller lignende for at bøde paa Støbefejl, er Modtageren berettiget til at kassere. De skulle med Lethed lade sig bearbejde med Fil, Bor og Mejsel og skulle kunne forsynes med skarpe Skrueregønger i borede Huller. Et Slag med en Hammer mod en retvinklet Kant, stærkt nok til at efterlade et Indtryk, maa kunne taales, uden at Kanten springer af.

Rørene skulle være fuldstændig lige og cylindriske, deres ydre og indre Flader skulle være koncentriske, saa at Godstykkelsen intet Steds varierer mere end 2 à 3 mm fra mindst til største Godstykkelse. Muffens indvendige Diameter maa kun være 3 mm større og 1 1/2 mm mindre end den normale. Spidsendens udvendige Diameter maa kun være 3 mm mindre og 1 1/2 mm større end den normale.

Muffen skal være forsynet med en indvendig Rille til Fastholdelse af Blyet.

Rørene skulle paa Muffens Yderflade være mærkede med Støberiets Fabriksmærke.

Forsaauidt Fabrikationen kontrolleres i vedkommende Støberi, har den kontrollerende Ingeniør, der overværer Rørenes Udøbning, Ret til paa et af ham fastsat Tidspunkt at forlange udstøbt særlige Prøvestykker til de nedennævnte, mekaniske Undersøgelser over Støbejernets Kvalitet. Saafremt disse Prøvestykker ilde tilfredsstille de nedenstaaende Fordringer, ville alle Rørene fra den paagældende Støbning blive kasserede.

1. En kvadratisk Prøvestang med 25 mm Sidelinie skal, uden at være efterbehandlet, med et Fritliggende af 1 m kunne bære en jævnt anbragt Belastning paa Midten af 300 kg.
2. En kvadratisk Prøvestang med 40 mm Sidelinie og 200 mm lang skal, anbragt over to Staalægge med 160 mm Afstand, uden at brydes kunne taale Slaget af en Faldvægt paa 12 kg med 400 mm Faldhøjde, som rammer Prøvestangen midt mellem Understøtningerne.

§ 2.

127. Rørenes Godstykkelse og altsaa Vægten pr. Længdeenhed maa ikke være mindre end angivet i »Normaltabelle des Vereins deutscher Ingenieure und des Vereins der Gas- und Wasserfachmänner für gusseiserne Flanschen- und Muffenrohre«. — Blytykkelsen, d. v. s. den halve Differens mellem Muffens indre Diameter og Spidsendens ydre Diameter, maa ikke være mindre end angivet i samme Tabel. Med Hensyn til Længden af Rørene anbefales det ligeledes at følge de i ovenfor nævnte, tyske Normer angivne »Nyttelængder«, d. v. s. Længden fra Rørets Spidsende til Bunden af dets Muffe. For flere af de sædvanlige Rørdimensioners Vedkommende støbe forskellige Fabrikker Rørene med 1/2—1 m større Nyttelængde end efter de anførte Normer, hvorom særlig Overenskomst i paakommende Tilfælde bliver at træffe.

§ 3.

128. Naar Rørene forlanges forsynede med Overtræk, skulle de i varm Tilstand, efter at de ere udtagne af Formen og fuldstændig rensede, inden de have faaet Tid til at ruste, forsynes saavel indvendigt som udvendigt med et fuldstændig tæt, glat, ensformigt og blankt Overtræk af Asfalt, Tjære eller lignende. Dette Overtræk maa ikke blive blødt i Solvarmen eller skalle af ved Gnidning, Slag med en Hammer eller Bearbejdning med Bor og Mejsel.

§ 4.

129. Modtageren er berettiget til at efterse alle Rør og udskyde dem, der lide af synlige Fejl, derunder saandane, der have tilproppede Huller, og veje Resten. Han er endvidere berettiget til at vrage ethvert Rør, hvis Vægt er over 3% mindre end efter Tabellen (se § 2). Det samme gælder alle de Rør, ved hvilke der ved Eftermaaling viser sig større Variation i Godstykkelse eller Diameter end tilladt efter § 1.

Modtageren er endvidere berettiget til at underkaste Rørene en Prøve med et indvendigt Tryk af 20 at, idet Rørene fyldes med Vand, og Trykket tilvejsbringes ved Hjælp af en Tryk-pumpe, medens Røret samtidig udsættes for en let Bankning med en Hammer af 1 à 2 3/4's Vægt. Rør, der ved denne Prøve viser Revner eller Utætheder, er Modtageren berettiget til at vrage¹⁾.

Paa Trykpumpen eller den til Trykprøven særlig konstruerede Maskine skal findes anbragt et Manometer samt en Sikkerhedsventil, der aabner sig, naar det foreskrevne Tryk er naaet.

(Det fornødne Prøvetryk retter sig dels efter det særlige Brug, for hvilket Rørene ere bestemt, dels efter disses Diameter. Ved almindelige Gas- og Vandrør bør Prøvetrykket for Rør under 24" (600 mm) dog ikke sættes lavere end til 20 at Vandtryk.)

§ 5.

130. Med Hensyn til Formen for og Dimensionerne af de sædvanlig brugte Formstykker henvises til de ovenfor nævnte tyske Normer. Ved Beregningen af Vægten af Formstykker

¹⁾ Københavns Belysningsvæsen forlanger, at Leverandøren skal betale Udgifterne ved Prøvningen, saafremt over 10% af Rørene viser sig at være kassable. E. S.

(Vægtfylden regnet til 7) skal der gives et Tillæg til den Vægt, der svarer til den normale Godstykkelse for den paagældende Dimension, af 20% ved Bøjninger og 15% ved andre Formstykker. Naar Formstykkernes Godstykkelse gøres større end de tilsvarende lige Rørs, skal Tillæget i Godstykkelse ske ved at formindske den indre Diameter, saaledes at Formstykkernes Spidsenders ydre Diameter og deres Muffers indre Diameter blive nøjagtig den samme som for de tilsvarende lige Rør.

Vægttolerancen fastsættes ved Formstykker til 6% af den stipulerede Normalvægt¹⁾.

7. Haardstøbt Jærn.

131. Mens man sædvanlig ønsker graat, blødt Støbejern, der let lader sig høvle og dreje, er det undertiden vigtigere at faa et haardt Materiale, der ikke slides saa meget, og man bruger da haardstøbt Jærn (haardt Støbegods, Coquillegods), der kun adskiller sig fra almindeligt Støbejern ved at være blevet hurtigt afkølet; Grafiten faar da ikke Tid til at udsaigne, saa der dannes haardt, hvidt Støbejern. Det er altid kun Overfladen, der ønskes haard, det Indre, der ikke slides, skal helst være sejt, altsaa graat, og bliver det af sig selv, da man ikke kan faa det Indre hurtigt afkølet. Haardstøbningen, der viser sig ved det hvide, straaede, meget finkornede Brud, strækker sig i Reglen 15—35 mm ind, sjældent mer.

Den pludselige Afkøling opnaar man ved at udstøbe i Jærnforme, der hurtigt bortleder Varmen, og ønsker man kun en Del af Overfladen haard, f. Ex. et Hjuls Køreflade, lægges der kun Jærn ind i Formen paa dette enkelte Sted, mens man iøvrigt anvender en almindelig Sandform. Hvis man vilde bruge hvidt Raajærn i Stedet for graat, vilde Genstanden helt igennem blive af hvidt, skørt Støbejern.

Haardstøbning bruges til Tipvognshjul, til Valser i Jærnværker og Møller og undertiden til Hjærtestykker og Panzerplader.

Ogsaa Ristestængers Overside haardstøbes, naar der stilles særlige Fordringer til deres Modstandsdygtighed mod Ild. De højer sig da mindre og har i Begyndelsen en glattere Overflade, men Smeltepunktet er lavere. Dog gaar der mange Ristestænger i Handelen under Navn af Coquillegods, som kun er af almindeligt Støbejern²⁾.

Til mange Anvendelser fortrænges det haardstøbte Gods nu ofte af det dyrere, men stærkere og sejgere Staalstøbegods³⁾.

8. Hammerbart Støbegods.

132. Hammerbart Støbegods ogsaa kaldet blødstøbt Jærn anvendes ved Masseproduktion af mange mindre Genstande, der ikke maa være skøre, og som vilde blive for dyre, hvis de skulde støbes af et andet Metal, eller hvis de skulde smedes eller presses.

Til Fremstillingen benyttes hvidt eller halveret Raajærn blandet med Affald af smedeligt Jærn. Efter Støbningen, der sker fra en Digelovn, nedpakkes Genstandene med iltende Stoffer, som findelt Rødjærnsten (Fe_2O_3), Hammerskæl (Fe_3O_4) eller Zinkaske, i Støbejernspotter og holdes i Glød ved ca. 1000° i 2—5 Dage, hvorved en Del af det kemisk bundne Kulstof omdannes til det saakaldte Tem-

¹⁾ Københavns Belysningsvæsen betaler kun Overvægt af indtil 6%, og prøver Formstykkernes Tæthed ved et indvendigt Lufttryk paa 1 at.

²⁾ Undertiden bruges valset Jærn eller Staalstøbegods, men saandane Ristestænger er sjældent saa gode, da de nemt bliver krumme og brænder sammen med Slaggen fra Brændslet og da let rives ud, naa Risten renses.

³⁾ For haardstøbte Stænger fra Friederich Krupp, Grusonwerk angives Styrken til $S_t = 22—2800$ at og $S_b = 37—4400$ at. E_c er af Bach fundet lig ca. 1800000 at.

perkul, der delvis brænder bort; derpaa afkøles de langsomt. Som Følge af Afkølningen bliver Jærnet sejgt, saa det kan smedes og bøjes, men Processen trænger kun 10—12^{mm} ind og egner sig derfor bedst for tyndt Gods¹⁾.

Da Grafitten ikke, men kun det bundne Kulstof, lader sig borthrænde, maa Genstandene støbes af hvidt Raajærn, og dette maa være meget rent, da alle Urenheder nedsætter Sejgheden²⁾.

Blandt Anvendelserne kan nævnes: Smaadele til Cykler og Landbrugsmaskiner, Skrueøgler, Beslag, Stormkroge, Gaffelkroge til Stormstænger, Laase-dele, Fittings til trukne Rør, m. m.

Hammerbart Støbegods bør være tæt og have en glat Overflade. Det skal i kold Tilstand kunne bøjes og rettes ved Hammerslag uden at knække³⁾.

Ligesom det haardstøbte Jærn fortrænges nu ogsaa det hammerbare Gods ofte af Staalstøbegods.

9. Tempergods.

133. Naar Støbejerns-genstande er bleve haarde ved for hurtig Afkøling, kan de etter blødgøres ved en Udglødning med paafølgende langsom Afkøling, og Produktet benævnes da Tempergods. Man gløder Genstanden i flere Timer, hvorved en Del af dens bundne Kulstof omdannes til Grafit, og den tætte, hvide Struktur ændres til en graa, kornet. For at Jærnet ikke skal blive afkullet og omdannet til Brandjærn, beskytter man det mod Luften ved at pakke det med Aske eller Kulpulver i en Jærneholder. En saadan Tempring anvendes navnlig til Genstande, der støbes direkte fra Højovnen.

Betegnelsen Tempergods (Temperjærngods og Temperstaalgods) bruges dog ogsaa for større Genstande, der er behandlede ganske som hammerbart Støbegods, men som paa Grund af deres Godstykkelse hovedsageligt bestaar af almindeligt Støbejern⁴⁾.

D. Smedeligt Jærn.

1. De forskellige Arter af smedeligt Jærn og deres Fremstilling.

a. Indledning.

134. Jærn er smedeligt, naar Kulstofprocenten er under 2,3, men der fabrikeres meget sjældent Jærn med 1,5—2,3 % C og heller ikke kulstoffrit Jærn, saa almindeligt smedeligt Jærn indeholder 0,04—1,5 % C⁵⁾.

Indeholder Jærnet under 1 % C, bliver det ved Glødning ikke blot plastisk, men ogsaa klebrigt, saaledes at to Stykker kan smedes sammen til eet eller svejses og ligesom Smedeligheden er Svejseligheden des større, jo mindre Kulindholdet er.

¹⁾ Brudforlængelse og Indsnævring er dog kun ringe, højst 6%; $S_t = 25-3200$ at.

²⁾ Inden Glødningen er Sammensætningen 2,8—3,5 % C, 0,4—0,9 % Si, 0,2—0,4 % Mn, 0,08—0,15 % Ph og ofte indtil 0,4 % S. Ved Glødningen formindskes Kulstofmængden til 0,3—1 % C, mens Sammensætningen iøvrigt forbliver uforandret. Prisen pr. kg er 50—100 Øre.

³⁾ Om Afkølningen er tilstrækkelig dybtgaaende kan ses under Mikroskopet, idet et Snit vinkelret paa Overfladen viser et mer eller mindre tyndt Lag af kulfattigt Jærn, der fremtræder lyst.

⁴⁾ Paa Grund af deres Størrelse udstøbes de fra Kupolovn i Modsætning til det hammerbare Støbegods. Som Exempler paa Styrkeforholdene anføres for Temperjærngods: $S_t = 3210$ at, $\delta = 1,3$ %, for Temperstaalgods: $S_t = 3890$ at, $\delta = 0,4$ %. Styrkens Afhængighed af Temperaturen er vist paa Fig. 80 (etter Rudeloff) for et Materiale med $S_t = 3220$ at, $\delta_{90} = 0,8$ % og $\varphi = 1,5$ %.

⁵⁾ Hertil kommer saa Jærnets andre Indblandinger; det rene Jærn, der anvendes i Teknikken indeholder 99,6 % Fe.

Er der en vis Mængde Kulstof i Jærnet, kan det hærdes, hvilket vil sige, at det bliver haardere, naar det i glødende Tilstand dryppes i koldt Vand: Hærdeligheden voxer med Kulindholdet. En saadan Hærdning foretages med det meste Værktøj.

135. Det smedelige Jærn fremstilles af Raajærn ved at borthrænde mer eller mindre af dettes Kulstof tillige med Fosfor, Svovl, Silicium og hvad der ellers kan være af Urenheder i Raajærnet.

Den Temperatur, ved hvilken Borthrændingen sker, har stor Indflydelse paa Produktet.

Før 1855 var den Temperatur, man kunde tilvejebringe, ikke meget højere end Raajærnets Smeltepunkt, og da Jærn smelter des lettere, jo flere Forureninger der er i det¹⁾, saa var Følgen, at efter Haanden som Kullet brændte bort og Raajærnet omdannedes til smedeligt Jærn, blev Massen mere og mere tykflydende og tilsidst degagtig.

Jærn, der er fremstillet paa denne Maade, kaldes Svejsjærn eller, saafremt det er hærdeligt, Svejsestaal.

Senere er det lykkedes at udføre Processen ved en saa høj Temperatur, at det dannede smedelige Jærn holder sig flydende, lige indtil Processen er forbi, og saadant Jærn kaldes Staal, hvadenten det er hærdeligt eller ej.

Svejsjærn og Svejsestaal fremstilles enten ved Herdfriskning eller Pudling, mens det i flydende Tilstand fremstillede Staal tilvirkes ved Bessemer-, Thomas-, Martin- eller Digelprocessen. Disse Processer vil blive beskrevne i det følgende.

b. Svejsjærn og Svejsestaal.

a. Herdfriskning.

136. Herdfriskning kan foretages paa en almindelig aaben Herd, der ligesom en Smedeesse har en Fordybning, til hvilken der blæses Luft fra en Blæsehælg.

Paa Grubens Bund lægges Hammerskæl eller andre jærnilteholdige Stoffer, derover Trækul og øverst hvidt Raajærn omgivet af Trækul. Det smeltede Raajærn driver gennem Kullene ned paa Grubens Bund, men iltes paa Vejen af Blæseluften, der borthrænder noget af Kullet og ligeledes ilter noget Jærn. Mangan og Silicium til Jærnilte, Manganilte og Kiselsyre, der tilsammen danner en mer eller mindre letflydende Slagge. Raajærnet iltes ikke blot af Blæseluften, men ogsaa af Hammerskællene og de dannede Jærnilter, men alligevel er det Jærn, der samler sig paa Herdens Bund, sjældent tilstrækkeligt afkullet til at være smedeligt, og efter at være størknet og noget afkølet tages det derfor op og slaas i Stykker, med hvilke Friskningen gentages. Man faar derved en dejagtig Klump, **Luppe**, af hvilken Slaggen udhamres under en Damhammer, og som derpaa behandles videre, som det senere vil blive beskrevet under Pudling.

Stenkul kan ikke benyttes til Herdfriskning, da Svovlet i dem gaar over i Jærnet og gør det rødskørt. Da tilmed Produktionsevnen er meget lille, spiller Metoden ingen Rolle i de fleste Lande. I det skovrige Sverrig bliver derimod saa godt som alt Svejsjærn fremstillet ved Herdfriskning, og da det svenske

¹⁾ Det smedelige Jærns Smeltepunkt ligger ved 1350—1500°. Kulfrit Jærn smelter ved 1510°; for hver Procent Kulstof, Jærnet optager, synker Smeltepunktet ca. 100°.

Raajærn som Trækulsraajærn er meget rent, bliver ogsaa Svejsejærnet overordentlig rent og sejgt; det bedste indeholder næppe 0,01 % Fosfor¹⁾.

β. Pudling.

137. For England spillede det naturligvis en stor Rolle at kunne bruge Stenkul til Jærnodvindingen, og da disse ved direkte Berøring med Jærnet gav et urent, ubrugeligt Produkt, fandt man paa at bygge en særlig Ovn.

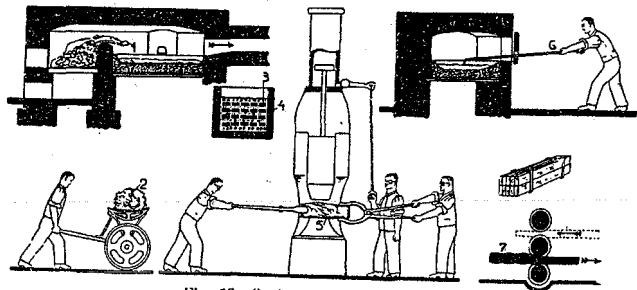


Fig. 57. Svejsejærnsfremstilling²⁾.

(Fig. 57, 1 og 6), hvor Kullenes Forbrænding sker paa et særligt Ildsted, mens kun deres Flamme ledes hen over Herden (1), der ligger i Røgaltrækket fra Ildstedet.

Fra en Aabning paa Siden af Herden bedækkes denne med Hammerskæl (Fe_3O_4) og gamle Puddelslagger [der indeholder Jærnilte (Fe_2O_3)], og ovenpaa lægges ca. 300 kg Raajærn, hvorpaa Aabningen lukkes med en Hejsedør, og der tændes op paa Ildstedet. Naar Raajærnet er smeltet, begynder Afkulningen og Urenhedernes Iltning, idet Flammens Ilt virker ganske som Blæseluften ved Herdfriskning. Gennem et Hul i Hejsedøren rører man rundt i Massen med lange Jærnstænger (6) for at faa nyt Jærn op i Overfladen og faa Jærniller blandet ind i Massen, hvor de omsætter sig til Kulilte, der bobler op gennem Jærnet og forbrænder paa Overfladen. Efter denne Omrøring har Processen faaet Navn³⁾. I Løbet af ca. 2 Timer bliver Massen saa sejt, at man ikke mere kan røre i den, og saa skydes den sammen i **Lupper**, voxbløde Svejsejærnskumper, der vejer omtr. 40 kg og ligner store, sorte Vadskesvampe (2).

138. Mens Silicium og Mangan let forslages, er det modsatte Tilfældet med Svovl og Fosfor, der først brænder bort, efter at Jærnet er stærkt afkullet. I Almindelighed pudler man derfor, indtil Kulholdigheden er under 0,1 %, hvorved man faar **senet Svejsejærn** med matgraat, senet Brud. Det er meget blødt og lader sig overordentlig let udsmede og svejse.

Vil man have kulrigere Jærn, maa man anvende Raajærn, der i særlig Grad er frit for Svovl og Fosfor, men manganrigt. Manganet forsinker nemlig Afkulningen, da det kan opløse mere Kul end Jærnet, saa at man kan pudle lige saa længe som ellers og faa Urenhederne brændt bort, medens der bliver en Del Kul tilbage. Paa denne Maade faas **Finkornsjærn** med 0,1—0,25 % C

¹⁾ De forskellige Friskningsmaander kan afvige lidt fra hverandre; den i Sverrig benyttede kaldes Lancashire Friskning, og det svenske Svejsejærn gaar derfor ofte under Navn af Lancashire Jærn.
²⁾ Billedet er med *Arkitekt Ad. Henseitns* Tilladelse fremstillet efter een af dennes Vægplaner.
³⁾ to puddle = at rode i Mudder.

og med lysegraat, finkornet Brud. Det er haardere, stærkere, sejgere og mere slaggefrit end det senede Jærn, men ogsaa dyrere og ikke fuldt saa let at smede og svejse.

Pudling er langt hurtigere og billigere end Herdfriskning, men Produktet er daarlige paa Grund af de Forurenninger, Jærnet optager fra Stenkulflammen. Naar undtages Sverrig, hvor kun et Par Værker driver Pudling, fremstilles Svejsejærnet næsten overalt ved denne Fremgangsmaade.

139. De glødende Lupper føres lige fra Ovnen hen under en Damphammer (Fig. 57, 5), der presser dem sammen til parallelipediske Blokke, hvorved en stor Del af Slaggeindholdet trykkes ud. Blokkene bringes derpaa til Valseværket (7), hvor de udvalses til flade, firkantede Stænger, **Raaskinner**¹⁾.

Ved denne saavel som ved de senere Valsninger drives Slaggen ud af Jærnet paa samme Maade som Vand drives ud af Vadsketøj med en Vridemaskine. Da nemlig Aabningen i Valserne er mindre end Blokstens Tværsnit, vil Jærnet faa et stærkt Sidetryk, der forhindrer den letflydende Slagge i at slippe med igennem; den samler sig derfor foran Valserne, og da Jærnet stadig føres frem, bliver Forholdet, som om at Slaggen gennemstrømmede det paalangs. Sidetrykket tvinger endvidere Blokken til at forlænge sig, og da Slaggen adskiller de enkelte Jærnkorn fra hinanden og forhindrer en Sammensvejsning, vil hveri Jærnkorn for sig blive udvalset til en tynd Traad. Denne **Traad-** eller **Senedannelse** begunstiges af Slaggestrømmen og fremkommer altid, naar Luppen har indeholdt megen Slagge, er dette ikke Tilfældet, som ved Finkornsjærnet, vil Jærnkornene strax blive svejste sammen til en homogen Masse, hvori der ingen Traade kan ses.

140. De nævnte Raaskinner er endnu gennemtrængt af Slagge, og fra Overfladen strækker der sig dybe Gruber ned i dem. De hugges derfor i Stykker, der stables sammen i Blokke, saakaldte Katte eller Pakker (vist paa Fig. 57 over 7), der efter at være ombundne med Jærntraad og opvarmede til Svejsede svejses sammen under en Damphammer og derpaa udvalses paany til **dobbelt svejste Stænger**²⁾. Denne Proces gentages ofte flere Gange, og Jærnet bliver for hver Gang bedre, idet det bliver tættere ved at Slaggen uddrives og de adskilte Jærndeale sammensvejses uden dog at miste den senede Struktur, som det har faaet ved de første Valsninger, naar der var megen Slagge tilstede.

De engelske Jærnværker klassificerer deres Jærn i *best*, *best best* og *best best best iron*, efter hvor stærkt det er bearbejdet paa denne Maade, men *best iron* fra eet Værk kan godt være en finere Kvalitet end *best best* for et andet.

Baade Stænger og Plader fremstilles ved Valsning som beskrevet. Ved Fremstilling af Axler bliver den sidst dannede Kat ikke udvalset, men faar sin endelige Form ved Smedning.

γ. Svejsejærnets Egenskaber og Anvendelse.

141. Svejsejærnet er den Jærnsort, der bedst lader sig smede og svejse, og bruges navnlig, hvor der stilles store Krav i disse Retninger. Ved Modtagelsen

¹⁾ Tværsnittet er gerne 2,5 · 10 cm.

²⁾ Undertiden blander man gammelt Jærnaffald i Kattene mellem Raaskinnerne, og hvis dette Affald er af en anden Karakter end Svejsejærnet (f. Ex. Staal fremstillet i flydende Tilstand), bliver Forbindelsen ikke intim, og ved en Trækprøve vil denne Mangel paa Homogenitet da ofte vise sig tydeligt.

bør man derfor undersøge dets Bøjelighed, Smedelighed, Svejselighed og Stukkelighed.

Det indeholder altid noget Slagge, men for meget bør der ikke være.

Kulindholdet er for ringe, til at Materialet kan hærdes¹⁾.

Svejsjern anvendes først og fremmest i Smedierne, til hvilken Brug det kommer i Handelen som Stænger af rundt, kvadratisk eller rektangulært Tvær-snit, og i Danmark er det navnlig det svenske Jærn, der benyttes, da det er betydeligt bedre end det engelske²⁾, tyske og helgiske. Endvidere spiller Svejsjærnet en Rolle som Materiale for Kæder og Rør, og navnlig Finkornsjærnet bruges ofte til Nitter, Bolte og Søm samt undertiden til Traad.

Tidligere, da man ikke kendte det bløde Staal, anvendtes Svejsjærnet ogsaa til Dampkedelplader, Bygningsjærn og Jærnbhanskiner, men nu bruges om-trent udelukkende det bløde Staal paa Grund af dets meget lavere Pris og større Styrke; kun særlige Konstruktionsled, der nødvendigvis maa svej-ses, fremstilles af svensk Svejsjærn.

142. Undertiden smelter man kulfattigt Svejsjærn sammen med lidt Ferroaluminium i Digler og støber Smaagenstande af det, der benævnes **Mittisgods**. Det bruges til Genstande, hvis Form er vanskelig at smede, og som vilde blive for skøre ved at laves af Støbejærn, f. Ex. Skruenøgler, Hestesko, Hanke, Dele af Cykelstel o. s. v. Saadanne Sager kan, naar Godstykkelsen er ringe, ogsaa fremstilles som hammerbart Støbegods. Større Genstande støbes sjældent af Mittis, men af blødt Staal.

Mittis kan smedes og svej-ses. Aluminiumindholdet kan f. Ex. være 0,25 %.

Det saakaldte Haberland Svejsjærnsformgods er Mittisgods.

δ. Svejsestaal.

143. Svejsestaal kan fremstilles ganske som Svejsjærn, altsaa ved Herdfriskning eller Pudling, naar man bruger manganrigt Raajærn. Manganet vil nemlig forsinke Afkulningen, saa at det fortrinnsvis er Urenhederne, der brænder bort. Da imidlertid Fosfor og Svovl først fjernes ved fuldstændig Afkulning, vil Svejsestaal, der fremstilles paa denne Maade, gerne indeholde disse skadelige Stoffer.

Staalupperne behandles ganske som Svejsjærnsupperne, men Processen kaldes her Garvning eller Raffinering og i Stedet for best og best iron benævnes Produktet **Garvestaal** eller **raffineret Staal** og dobbelt garvet eller dobbelt raffineret Staal.

144. Som nævnt er det meget nemmere at fremstille rent Svejsjærn ved Herdfriskning og Pudling end rent Svejsestaal, og da man bagefter er i Stand til ved **Cementering** at tilføre Svejsjærnet Kulstof, kan man paa denne Maade fremstille fortrinligt Svejsestaal. Cementeringen sker ved, at flade Stænger af meget rent Svejsjærn³⁾ sammen med Trækulspulver pakkes ned i lange murede Kister (Fig. 57, 3 og 4) og glødes i en Ovn⁴⁾. Kullet vandrer derved ind i Jærnet og omdanner dette til Staal, det saakaldte Cementstaal eller Blærestaal⁵⁾. Det sidste Navn skyldes Udseendet; der er nemlig altid noget Slagge i Svejsjærnet, og Slaggen bestaar navnlig af Jærnilt, som naar Kullet kommer til, danner Kulilte, der presser Overfladen op i store Buler. Blærestalet garves (raffineres)

¹⁾ Senet Svejsjærn indeholder 0,04—0,1 % C, Finkornsjærn 0,1—0,25 % C. Smeltepunktet ligger ved ca. 1500°.

²⁾ TH de bedste Sorter af engelsk Svejsjærn hører Lowmoor-, Bowling-, Farnley- og Yorkshire-Jærn.

³⁾ hyppigst svensk.

⁴⁾ i 1 à 2 Uger ved ca. 1000°.

⁵⁾ Kulindholdet er 0,8—1,5 %.

derpaa ganske som det almindelige Puddelstaal, og Produktet betegnes paa ganske samme Maade.

145. Paa Grund af sit større Kulindhold har Svejsestalet andre **Egenskaber** end Svejsjærnet¹⁾. Det er haardere og kan hærdes, og Strukturen er finkornet, des finere, jo større Kulholdigheden er. Smedeligheden og Svejseligheden er heller ikke saa store som Svejsjærnets. Trækstyrken er større og Brudforlængelsen mindre end Svejsjærnets²⁾.

Svejsestaal anvendes kun, hvor man har Brug for dets Haardhed og Slidfasthed og navnlig til Værktøj (§ 379) kun undtagelsesvis til Plader og Traad³⁾. Det allermeste Svejsestaal (hvad enten det er fremstillet direkte af Raajærnet eller som Cementstaal) finder dog slet ikke umiddelbar Anvendelse, men om-smeltes i Digler til Digelstaal (§ 157).

146. Undertiden fremstilles Genstande, der slides meget, af Svejsjærn eller blødt Staal, hvorpaa Overfladen eller en Del af denne omdannes til haardt Staal. Man slipper derved nemmere fra Tildannelsen, og Stykket bliver seigere og billigere, end om det var af haardt Staal helt igennem. Fremgangsmaaden, der anvendes i Maskin- og Smedeværksteder, kaldes **Indsætning** og adskiller sig kun fra Cementering ved at være i nogle faa Timer, saa at Kulstoffet kun trænger ind i det yderste Lag. Naar den glødende Genstand derpaa kastes i koldt Vand, vil dette yderste Lag blive hærdet. Indsætning bruges f. Ex. til Cykelaxler, til Møtrikker, der ofte løses, samt til Genstande, der skal poteres, idet den finkornede Struktur og større Haardhed giver højere Glans⁴⁾.

c. Staal fremstillet i flydende Tilstand.

α. Bessemerstaal.

147. Ved Bessemerprocessen sker Raajærnets Rensning og Afkulning paa en Maade, der i det ydre afviger meget fra Svejsjærnets Fremstilling.

Man begynder med at smelte Pigjærnet i en Kupolovn⁵⁾, men derfra flyder det over i en pæreformet Beholder, **Konvertoren** (o: Forvandleren), hvori dets yderligere Behandling foregaar.

Hvis Bessemerværket selv har Højovne, tages gerne det flydende Raajærn direkte fra disse, hvorved man sparer Omsmeltingen, men de forskellige Højovnstapninger kan afvige en Del fra hverandre i kemisk Henseende, saa det er bedre at støbe det ud til Pigjærn, da man ved at blande Pigjærn fra forskellige Tapninger lettere kan frembringe den for Processen gunstigste Sam-sætning. Det samme kan opnaas ved at samle alt det Raajærn, en Højovn producerer i Løbet af et Døgn (gerne 200¹⁾), i kæmpemæssige Beholdere, **Raa-jærnsblandere**, hvori Jærnel holder sig flydende i 24 Timer²⁾. Derved faas ogsaa en jævn Tilførsel af Jærn til Konvertoren (der skal flere Højovne til at føde een Konvertor), og ved den forholdsvis lange Henstand i Raajærnsblanderen udskiller det meste Svovl sig som Svovlmangan, der flyder ovenpaa og kan fjernes.

¹⁾ Kulindholdet er 0,5—1,5 %.

²⁾ Smeltepunktet ligger ved 13—1400°.

³⁾ Grænsen mellem Svejsjærn og Svejsestaal sættes undertiden ved $S_p = 4200$ m.

⁴⁾ Blandt mere specielle Anvendelser skal nævnes Ringe til Artillerihjul. Den svenske Stat bruger (eller brugte indtil fornylig) udelukkende garvet Puddelstaal til sine Jærnbanevognsaxler.

⁵⁾ Ved Indsætning foretrækkes ofte Svejsjærn for blødt Staal. De danske Statsbaner for-langer, at Hærdningen skal gaa 3—5 mm ind. I Stedet for Trækul kan man ogsaa bruge Ferro-cyankalium (et gullighvidt Pulver, der gerne benævnes »Kali«) til Indsætning. Genstanden kan pakkes med Pulveret i et Rør af smedeligt Jærn, paa hvis nederste Ende der er svejst en Muffe, og det hele opvarmes paa en Esse til Kirsebærrødgødhede — ikke stærkere, thi saa bliver Røret porøst for Kali.

⁶⁾ Flammeovne bruges sjældent mere.

⁷⁾ Man har Raajærnsblandere, der rummer 600 t.

148. **Konvertoren** (Fig. 58 A) ligner nærmest en stor Pære, i hvis opadvendende spidse Ende der findes en Aabning paa den ene Side. Den er bygget af Jærnplader og indvendig foret med en Blanding af malet Sandsten og ildfast Ler. Midt paa Siderne har den to udvendige Tappe, med hvilke den hviler i Lejer, saa at den kan svinges om i vandret Stilling (B) til Fyldning eller Tømnings, mens den under Processen staar lodret. Den ene Tap er hul, og gennem den er der ført en Blæseledning, der udmunder i et Rum mellem Konvertorens Bundplade og Bundfor; fra denne Vindkedel farer Blæsten ud i Beholderen gennem Huller i Bundforet.

Vognen E fyldes fra Raajærnsblanderen og trækkes af et Lokomotiv op ad en stigende Bane, til den kommer ud for den paagældende Konverter. Denne fyldes i liggende Stilling med Raajærn¹⁾, hvorpaa Blæsten sættes til, og Konvertoren rejses op i Stillingen A. Idet Luften nu under voldsom Larm blæses op gennem Jærnet og videre ad Røgfanget C til Skorstenen, vil Kullet bortbrænde, og Mangan, Silicium og noget Jærn vil ilte sig og danne Slagge, men til Trods for at Jærnets Renhed og Smeltepunkt stiger, vil det holde sig flydende, idet Siliciets Iltning foregaar under stærk Varmeudvikling. Processen kræver derfor graat, siliciumrigt Raajærn²⁾.

Ud af Beholderens Munding staar der en Regn af Gnister og en lang Flamme, der efterhaanden bliver svagere, og af hvis Farve man kan bedømme Afkølnings Fremskridt. Naar Flammen har faaet det rette Udseende, kippes Konvertoren om, og med en Ske tages en Prøve af Indholdet, der smedes ud under Damphammer og knækkes. Af Brudfladens Stuktur kan man da se, om Kulholdigheden er den rette.

149. Imidlertid har Staalet opløst en Del **Jærnforilte**, og hvis man paa dette Stadium afbrød Processen og støbte Staalet ud, vilde Jærnforilten under Udstøbningen og Afkølingen omsætte sig med det Kulstof, der endnu er til Stede, og danne Kulilte, som vilde forblive i Godset som Blærer, mens det uomdannede Jærnforilte vilde forringe Produktets Smedelighed. Man kaster derfor til Slut noget Ferromangan ned i Konvertoren, og da Mangans Affinitet til Ilt er større end Jærnets, afilter det Jærnforilten og er ikke saa tilbøjelig som dette til atter at afgive sin Ilt til Kullet³⁾.

Oftentimes har man af Hensyn til Siliciets Bortbrænding **afkullet** stærkere end ønskeligt, og Ferromangans Kul gør da ogsaa sin Nytte, men større Kulmængder kan ikke tilføres paa denne Maade uden at overfylde Staalet med Mangan, og i saadanne Tilfælde erstatter man derfor Ferromangant med Spejljærn eller drysser Cinderspulver i Staalet, mens det udhældes af Konvertoren (**Darbyprocessen**)⁴⁾.

150. Bessemerprocessens **Varighed** regnet fra Blæsningens Begyndelse er kun 20—30 Minutter; naar de er forløbne, tippes Beholderen om og tømmes i Støbeskeen F, der af Kranen G svinges ud over de kredsstillede Forme, hvori Staalet udstøbes til Blokke, der udvales til Jærnbaneskinner, Bygningjærn m. m.

Hvad Bessemerprocessens Opfindelse betød for Jærnindustrien, danner man sig et Begreb om, naar man hører, at der til Fremstilling af 5^t smedeligt Jærn

ved Herdfriskning, Pudling og Bessemerproces med enkelte Apparater medgaar henholdsvis 1½ Uge, 1½ Dag og 20 Minutter. Det er denne mægtige Produktionsevne, der har bragt Bessemerprocessen frem i første Række, saaledes at der Jorden over daglig produceres for ca. 5 Millioner Kr. Bessemerstaal. Men paa den anden Side umuliggør Processens Hurtighed en finere Regulering af Kulholdigheden.

Hvis der er **Fosfor** i Raajærnet, vil det iltes til Fosforsyre, der ikke optages af de kiselsyrerige Slagger; vilde man fjerne den, maatte man give et Kalktilslag, som imidlertid vilde forene sig med Foret til Kalksilikat, saa at Foret ødelagdes, uden at Fosforet blev forslaget. Fosfor kan derfor ikke fjernes ved Bessemerprocessen, det forbliver i Staalet og gør det koldskørt σ : skørt ved almindelig Temperatur. Det anvendte Raajærn maa derfor være omtrent fosforfrit.

Bessemerstalet bruges navnlig til **Masseartikler**, særlig til Jærnbaneskinner, Sveller, Lasker og Underlagsplader, i mindre Grad til Profiljærn og Plader til Bygningsbrug samt til grovere Værktøj.

β. Thomasstaal.

151. For at man kan fremstille Staal af fosforholdigt Raajærn, maa Konverterforet foruden at være ildfast ikke angribes af Kalktilslaget. Et saadant For bestaaende af sintret Dolomit (en Blanding af Magnium- og Calciumkarbonat) æltet sammen med Tjære blev først opfundet i 1878 af **Thomas**, og Opfindelsen var af mægtig Betydning for Staalindustrien, da ca. 90 % af Jordens Jærnmalm er for fosforholdige til at kunne anvendes ved Bessemerprocessen.

Fremgangsmaaden er som ved denne (Fig. 58), men der gives gennem Tragten D et Tilslag af 14—18 % brændt Kalk, som optager Fosforet, og den dannede Slagge, Thomasfosfat, er et værdifuldt Gødningsstof paa Grund af den fosforsure Kalk, den indeholder.

For at alt Fosforet skal blive fjernet, maa Staalet fuldstændig afkøles, og Tilbagekølningen sker som ved Bessemerprocessen. Man sikrer sig Fosforets fuldstændige Fjernelse ved at udtage en Prøve under Blæsningen, udsmede den, afkøle den i Vand og knække den. Af Brududseendet kan man da afgøre, hvor stor en Luftmængde, der endnu skal blæses igennem for at fjerne den sidste Rest af Fosfor.

Efter Forets Sammensætning benævnes Bessemerprocessen ofte den **sure Proces**, Thomasprocessen den **ba-**

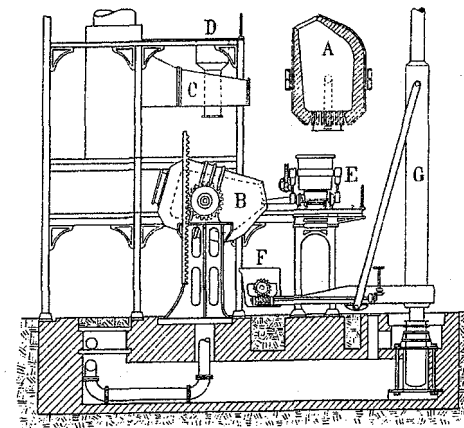


Fig. 58. Thomasværk (1:200)¹⁾.

¹⁾ Efter H. Ledebur: Handbuch der Eisenhüttenkunde, 3. 1908.

¹⁾ 5—15.
²⁾ Særlig egnet til Processen er Raajærn med 3,5—4 % C, 2—3 % Si, 3—4 % Mn samt mindre end 0,05 % S og 0,1 % Ph.

³⁾ Ogsaa noget Svovl bortskaffes i Form af Svovlmangan, der er tungt opløseligt i Staalet.

⁴⁾ opfundet 1889.

siske Proces. Mens det ved den første er Siliciets Iltning, der bevirker Temperaturstigningen, er det ved den sidste Fosforets ¹⁾.

152. Thomasstaalet anvendes som Bessemerstaalet, men foretrækkes ofte for dette, navnlig til Bygningsjærn, da man er mere sikker paa, at det er fosforfrit, og da det er billigere. Det i Danmark benyttede Bygningsjærn er næsten udelukkende basisk. Thomasstaalets Sejghed, Smedelighed og Svejselighed er større end Bessemerstaalets, og i Modsætning til dette bruges det derfor til blød Traad, Plader under 5^{mm} Tykkelse og almindeligt Stangjærn til Smedebrug.

γ. Martinstaalet.

153. Overalt, hvor Staal bruges, fremkommer der ogsaa meget Affald, dels ved Genstandenes Tildannelse og dels ved deres Kassering paa Grund af Brud eller Slid. For at dette Affald skal kunne udnyttes til Staalfabrikation, kræves der en meget høj Temperatur, der er saa meget vanskeligere at skaffe til Veje, som Staalet selv ingen Varmekilder indeholder. Før 1865 kunde man kun

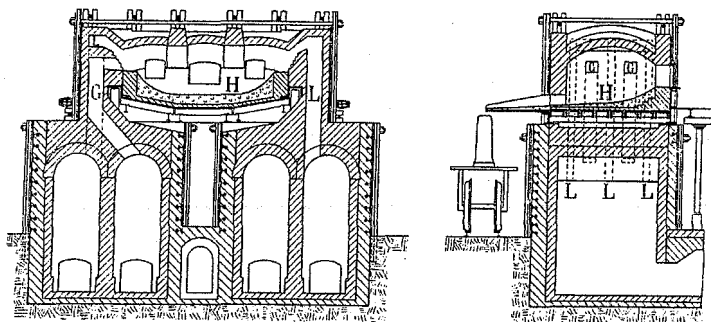


Fig. 59. Siemens' Regenerativflammeovn.

fremstille den fornødne Temperatur i smaa Digler, men paa dette Tidspunkt lykkedes det *Martin* at gennemføre Processen i stor Stil ved Anvendelse af en **Siemensk Regenerativflammeovn** med Gasfyring (Fig. 59).

Den lukkede Herd, *H*, har paa sin ene Langside en Indsætningsdør, paa den anden et Hul, gennem hvilket det færdige Staal kan flyde ud. Ved Herdens ene Ende udmunder 5 Kanaler, af hvilke de tre (*L*) fører atmosfærisk Luft, de to (*G*) Generatorgas, som paa Grund af Herdrummets høje Temperatur antændes, idet den møder Luften. Flammen stryger derpaa hen over Herden og suges ud gennem 5 tilsvarende Kanaler i Herdens anden Ende.

De 10 Kanaler staar i Forbindelse med 4 Kamre, der er stablet fulde af ildfaste Sten, og Kamrene paa den ene Side staar i Forbindelse med Skorstenen, mens der til de to andre føres henholdsvis Gas og Luft, men ved at dreje nogle Spjæld kan man bytte om og føre Luft og Gas til de første Kamre, mens de sidste sættes i Forbindelse med Skorstenen. De ildfaste Sten opvarmes af Spildevarmen, og naar Cirkulationsretningen ændres, hvilket sker om-

¹⁾ Bedst egnet til Thomasprocessen er Raajærn med 2—3% Ph, 2% Mn, højst 0,5% Si og 0,1% S.

trent hver Time, vil de atter afgive deres Varme til Gassen og Luften, saa at disse kommer stærkt forvarmede til Herden.

154. Efter at Herden er opvarmet, lægges der Pigjærn derind, og naar dette er smeltet, indbringes Staalaffaldet og undertiden ogsaa noget Jærnmalm for at faa særligt kulfattigt Staal ¹⁾.

Raajærnets Kul omdannes til Kulilte, der bobler op gennem Massen, saa at denne synes at koge, og naar Kogningen er ophørt, er det Tegn til, at Kulstoffet er bortbrændt, og man tager da med en Ske en lille Prøve af Staalet og undersøger, om det er tilstrækkelig frit for Kul og Fosfor. Er dette Tilfældet, udføres Tilbagekulingen som ved Bessemerprocessen, hvorpaa Herden tømmes gennem Udløbsaabningen, og Staalet udstøbes enten til Blokke, der vales, eller direkte til Brugsgenstande, det saakaldte Staalstøbegods.

Herdens For er ligesom Konverterens enten basisk eller surt, eftersom Raajærnet er fosforholdigt eller ej, og i første Tilfælde tilsættes ogsaa her brændt Kalk ²⁾.

Da Processen varer 5—8 Timer, er der god Tid til at tage Prøver, og Staallets Kulindhold kan derfor reguleres finere end ved Bessemerprocessen.

155. Martinstaalet er gerne lidt dyrere end Konverterstaalet, men er ogsaa et **paalideligere** Materiale, og i de sidste Aar fremstilles det i større Mængder end Konverterstaalet ³⁾; i Danmark og Tyskland er det den eneste Staal-sort, der maa benyttes til Dampkedelplader ⁴⁾. Siden 1908 fremstilles der Martinstaalet i Danmark af *Burmeister & Wain*.

Martinstaalet bruges for det første ligesom Konverterstaalet, men desuden til de allerfleste Maskindele og til store Smedestykker, af hvilke der fordres en ganske bestemt Kulholdighed, f. Ex. Skibssaxler og Skibsskruer, Axler og Bandler til Lokomotiv- og Jærnbanevognshjul, andre store Maskinaxler, Kanoner, Panserplader, endvidere til Dampkedelplader, Rør og Traad samt til Staalstøbegods. Det bløde, basiske Martinstaalet indeholder meget faa fremmede Bestanddele og er meget svejseligt, hvorfor det mere og mere fortrænger Svejseljærnet.

156. En særlig Sort Martinstaalet er **Nikkelstaalet**, der kan fremstilles ved at sætte Nikkel til Chargen. Det bruges, hvor man vil have stor Haardhed og Styrke og ikke vil opnaa disse Egenskaber ved en forøget Kulholdighed, der gør Staalet skørt; men Nikkelstaalet er meget dyrt; en Tilsætning af blot 1% Ni forøger Prisen med mindst 30% ⁵⁾.

Nikkelstaalet bruges til Tender- og Automobilaxler, Hjul og Rammestykker til Lokomotiver, Krumtapaxler, Stempelstænger, Geværløb, Kanonrør, Kanon-

¹⁾ Staaltilsætningen udgør 40—90% af hele Chargen, hvis Størrelse varierer fra 2 til 40 t. Næsten alle brugte Spørvejskinner og de fleste Jærnbanskinner nyttiggøres paa denne Maade.

²⁾ I Tyskland fremstilles Staalstøbegods undertiden ad sur Vej, mens den basiske Proces anvendes til alt Materiale, der skal smedes eller vales.

³⁾ I Aaret 1909 fremstilledes 30 Millioner Tons Martinstaalet og 23 Millioner Tons Konverterstaalet.

⁴⁾ I Østrig er det den eneste Staal-sort, der maa benyttes til Brobygning. I Tyskland er Martinstaalet ca. 5 M. dyrere pr. t end Thomasstaalet.

⁵⁾ Styrkens Maximum og Seighdens Minimum ligger ved et Indhold af 10—20% Ni, og Legeringer med 8—23% Ni bruges ikke, fordi de er skøre. Nikkelindholdet er i Reglen 3—4%, men desuden bruges Legeringer med 25—35% Ni; disse sidste har en lav Flydegrænse og er meget seige og derfor meget modstandsdygtige mod Stød, ligesom de egner sig udmærket til Fremstilling af pressede Sager. Saalænge Nikkelindholdet er under 10%, er Legeringerne godt smedelige.

skærme og Panserplader; undertiden bruges det til Jærnbanseskiner, navnlig i Kurver, hvor Sliddet er størst¹⁾, samt til Nitter²⁾.

Nikkelstaal udmærker sig ogsaa ved sin Modstandsevne mod kemiske Paa-virkninger, der voxer med Nikkelindholdet. Til rustfri Kedelrør bruges Nikkelstaal med 25—30% Ni.

Ogsaa forskellige af Staalets andre Egenskaber kan reguleres ved en Nikkeltilsætning, deriblandt Varmeudvidelsen³⁾.

δ. Digelstaal.

157. Staal, der skal bruges til **Værktøj**, maa være meget ensartet, saa at man ikke ved Værktøjets Slibning snart kommer til haardere og snart til blødere Partier. Vanskelighederne ved at fremstille saadant Staal ved Garvning bragte i 1730 *Benjamin Huntsman* paa den Franke at omsmelte Staalet i Digler og derved homogenisere det. Senere er Processen bleven udviklet af *Krupp* til Brug ved Fremstillingen af **store Genstande**⁴⁾.

Den nødvendige høje Temperatur frembringes nutildags ved Gasfyring i en Siemensk Regenerativ-Flammeovn, og Diglerne er af ildfast Ler blandet med Grafitpulver. Raamaterialet er oftest Cementstaal, sjældnere almindeligt Svejsestaal eller Martinstaal. Diglens Indhold er, i Modsætning til hvad der finder Sted ved de andre Fremstillingsmaader, ikke i umiddelbar Berøring med Ildens Luftarter, og af Slagge dannes der kun ganske lidt; det er hovedsagelig kun de smaa Mængder Oxyder, som forslagges ved dertil egnede Tilslag. Digelstaal indeholder derfor hverken Gas eller Slaggede, og da den kemiske Sammensætning praktisk set ikke ændres under Processen, er man i Stand til ved rigtigt Valg af Indsatsen at faa Staal med netop de ønskede Egenskaber.

158. Digelstalet udstøbes enten direkte til Brugsgenstande eller ogsaa til Blokke, af hvilke der dels udsmedes Maskindele o. lgn., dels udvales tynde Stænger, der anvendes til Værktøj.

Digelstalet er den dyreste Staal-sort, der eksisterer, da Omsmeltingen koster Penge, og Diglerne ofte springer. Dets Hovedanvendelse er til **Værktøj**; dernæst bruges det til saadanne **Maskindele**, af hvilke der kræves den størst mulige Driftssikkerhed, og overhovedet hvor man ønsker en stor Styrke uden at ville give Afkald paa den sædvanlige Sejghed (f. Ex. til Kanoner, Maskin- og Skibssaxler, Hjulhandager til Jærnbanevogne o. s. v.; disse Genstande bliver

¹⁾ Skovlene i Dampurbiner er udsat for et meget stærkt Slid, som kun Nikkelstaal med 35% Ni har vist sig modstandsdygtigt overfor; dette Staal har $S_t = 7-8000$ at og $\delta = 25-35$ °, Til store Dampurbineskiver bruges kun Nikkelstaal (*Krupp* anbefaler: $S_t = 9000$ at, $E_G = 6500$, $\delta = 12$ °).

²⁾ Nikkelstaal med 3,5% Ni og ca. 0,3% C finder Anvendelse i Amerika til Brobygning baade til de strakte Gitterstænger og til Nitter og Bolte. Styrken ligger mellem 5600 og 6700 at, og Brudforlængelsen er ca. 18%.

³⁾ Nikkelstaal med 36% Ni kaldes **Invar**, dets Volumen paavirkes kun i meget ringe Grad af Temperaturen (Længdeudvidelsen er ca. 0,08 mm pr. 100 m Længde ved 1° Opvarmning), hvorfor det bruges til Maalestokke, Uppenduler og Fjervægte; men Volumnet er ikke konstant; det forandrer sig en lille Smule i Aarens Løb (sekulære Forandringer). Nikkelstaal med 43-46% Ni har samme Udvidelseskoefficient som Glas og Platin (ca. 0,86 mm pr. 100 m Længde ved 1° Opvarmning) og undergaar ingen sekulære Forandringer; det bruges til Hovednormaler for Maalestokke og i stor Udstrækning af *Krupp* til Skibspanserplader paa Grund af dets umagnetiske Egenskaber. Ogsaa 23% Nikkelstaal er umagnetisk. Foruden de nævnte Legeringer fremstiller *Krupp* en Sort, der udvider sig som Støbejern og ikke ruster; den bruges til Ventilseeder i Ventilhus af Støbejern, naar Temperaturen er stærkt vexlende. Endvidere bruger *Krupp* 30% Nikkelstaal til elektriske Modstande.

⁴⁾ *Krupp* har fremstillet Digelstaalsblokke paa 85 t.

dog hyppigere og hyppigere fremstillede af det billigere Martinstaal). Endvidere finder Digelstaal Anvendelse til særlig udmærket **Traad**, af hvilken der fabrikeres Kabler til Hængebroer og Luftbaner samt Cykeleger. Som **Staalstøbegods** er Digelstaal endnu blærefattigere end Martinstaal, og dets Styrke og andre Egenskaber kan reguleres med endnu større Nøjagtighed.

e. Staalets Udstøbing.

159. Staalet kan direkte støbes ud til Brugsgenstande, og denne Fremgangsmaade anvendes ofte til Genstande af mere sammensat Form, der da benævnes Staalstøbegods (§ 376). Men i Almindelighed udstøbes Staalet til 4-kantede eller 8-kantede, pyramidestubformede Blokke, de saakaldte **Ingots**, der ved Valsning eller Smedning faar deres endelige Form som Skinner, Dragere, Axler o. s. v. Af Skinner o. lgn. udvales der flere af hver Blok, men ellers maa Blokkenes Vægt afpasses efter den færdige Genstands Størrelse¹⁾. Formene er af Støbejern og kaldes **Coquiller**; de fjernes, saasnaart Blokken er størknet, og denne anbringes derpaa i $\frac{3}{4}$ Time eller længere i en Ovn for at udjævne Varmeforskellen mellem det hede Indre og det koldere Ydre og føres derpaa til Blokvalseværket.

160. I det flydende Staal er Forureningerne jævnt fordelt, og da Formens Bund og Sider er af Jærn, afkøles Staalet saa hurtigt, at det størkner langs disse som en homogen Skal. Denne Skal beskytter Blokkens Indre mod Afkøling, saa at Staalet her har Tid til at følge sine Tilbøjeligheder til **Sajtring**. De enkelte Bestandde af en Legering synes at foretrække den faste Tilstandsform for den flydende, saaledes at naar Temperaturen er sunken ned under det Stofs Smeltepunkt, der ligger højst, saa vil dette Stof søge at skille sig ud og størkne alene. Naar derfor den ydre, homogene Staal-skals Temperatur er sunken ned under det rene Jærns Smeltepunkt, vil der indenfor Skallen lægge sig et Lag af temmelig rent Jærn, medens Hovedparten af Kulstof, Svovl og Fosfor vil samle sig inde i Midten. Da det urene Jærn er lettere end det rene, vil det navnlig være i Blokkens Overdel, at disse Stoffer samler sig.

Naar Blokken udvales f. Ex. til en Jærnbanseskinne, vil dens Længde blive mange Gange forøget og dens Tværsnit mange Gange formindsket, men Lagdelingen holder sig (§ 168).

161. Under Udstøbningen vil det smeltede Staal optage Ilt fra Luften, og det dannede Jærnilte vil opløses i Staalet. Derved kommer det i Berøring med Staalets Kul, og der dannes Kulilte, der stiger op gennem Blokken. Er Staalet fremstillet ved Konverterprocessen, vil det i særlig Grad indeholde Luft, som det har optaget under Blæsningen, og overhovedet er Luftudviklingen langt større ved Staal end ved Støbejern paa Grund af Staalets højere Temperatur. Noget af den Luft, der stiger op langs Væggene, vil blive standset under Vejs ved at det omgivende Staal størkner, og der vil derfor altid sidde talrige **Luftblærer** noget indenfor Blokkens Sider. Den Luft, der stiger op gennem Blokkens Midte, vil først blive standset, naar Blokkens øverste Flade er størknet, men saa vil der ogsaa samle sig mange Blærer under denne. Disse Blæredannelser er ikke særegne for Staal, de finder Sted i de fleste Legemer, naar de gaar over fra flydende til fast Form (jvnf. Luftblærer i Is).

¹⁾ Vægten ligger gerne mellem 2 og 18 t.

Desuden vil Blokken svinde ved Afkølingen, og dette kan fremkalde Hulrum i det Indre, og dersom Hulheden ligger nær ved Blokkens Overflade, kan det hænde, at denne trykkes ind af den ydre Luft, saa at der dannes sig en Sugetragt fra oven ned i Blokken.

162. Som Følge af alle disse Forhold duer den øverste Del af Blokken ikke til videre Bearbejdelse, og inden Blokken gaar til Valseværket, passerer den derfor en Sax, der klipper den øverste Trediedel af. Skal Blokken derimod smedes ud, f. Ex. til en Axel, lader man ofte Overdelen blive siddende for at benytte den som et Skaft, Kranen kan fatte om under Udsmedningen, og ferner den først bagefter.

De Blærer, der bliver tilbage i Blokken, fladtrykkes under Valsningen, men Væggene sammensvejses ikke, fordi de er iltede.

163. For at modvirke Blæredannelsen sætter man inden Udstøbningen Ferrumangan til Staalet. Mangan har nemlig en meget stor Affinitet til Ilt, saa at kun en ringere Del af denne vil danne Kulilte. Under Støbningen kastes der undertiden noget granuleret Aluminium ned i Coquillerne; det virker paa samme Maade¹⁾.

Naar man trykker Staalet op i Formen fra neden, i Stedet for at hælde det ned i den, formindskes baade Luftoptagelsen og Udsajgringerne.

Da store Blokke afkøles langsommere end smaa, vil de i længere Tid til lade Luften at undslippe, men til Gengæld begunstiges Sajgringen.

Hos Blokke, af hvilke der skal udsmedes Kanoner eller svære Axler, modvirker man undertiden Blæredannelsen, ved at lade Størkningen foregaa under et hydraulisk Tryk af f. Ex. 600^{at}.

Ved at varme Coquillens Top med et Gasbaal under Udstøbningen, forbedres Forholdene saa meget, at kun den allerøverste Del af Blokken behøver at kasseres. Det samme opnaas i Amerika paa en billigere Maade, nemlig ved at forbinde Coquillerne saaledes med hinanden, at naar den ene er fyldt, løber Overskuddet ovenud og hen til den næste. Man hælder da hele Tiden Staalet ud paa den første Coquil, saa det hedeste Staal vil passere Hovederne paa de al støbte Blokke og holde dem varme, inden det naar den tomme Coquil. Varmen tages altsaa indirekte fra Blokkens Underdel, hvor der ingen Brug er for den, og tilføres Overdelen.

ζ. Staalets Egenskaber.

164. Staalet er slaggefrit²⁾ og mere homogent end Svejseljærnet; det kan efter Ønske fremstilles kulfattigt med lignende Egenskaber som Svejseljærn, eller kulrigt med lignende Egenskaber som Svejsestaal og benævnes i første Tilfælde blødt Staal, i sidste Tilfælde haardt Staal.

Det bløde Staal er ikke hærdeligt³⁾, men kan smedes og svejses, om end ikke i samme Grad som Svejseljærn; mens dette kan bearbejdes ved næsten enhver Temperatur uden at lide derunder, maa Staalet behandles mere forsigtigt. Varmes det for stærkt, bliver det let forbrændt, og smedes der paa det i for ringe Varme, kan det paa anden Maade tage Skade. I endnu højere

¹⁾ Silicium bruges ogsaa. 0,018%. Al skal have samme Virkning som 0,32% Si eller som 1,66% Mn. Aluminium anvendes navnlig til Staalstøbegods.

²⁾ eller indeholder i alt Fald kun forsvindende Mængder Slagge, f. Ex. 0,05%.

³⁾ I Europa sættes Grænsen mellem blødt og haardt Staal gerne ved 0,10—0,15% C; i Amerika sættes Grænsen mellem soft Steel og half-hard Steel sædvanlig ved ca. 0,2% C.

Grad end for Smedning gælder for Svejsning, at den maa ske indenfor snævre Temperaturgrænser for at lykkes. Derimod er Staalets Styrke og Brudforlængelse væsentlig større end Svejseljærnets og omtrent ens i Valsretningen og vinkelret derpaa.

Paa Grund af disse Egenskaber anvendes det bløde Staal overalt, hvor der ikke forlanges en særlig høj Grad af Smedelighed og Svejselighed, og til Genstande, der ikke er særlig udsatte for Slid. Det er overhovedet den Jærnsort, der fremstilles i størst Mængde.

Det haarde Staal er hærdeligt og udmærker sig ved sin store Styrke og Slidfasthed, men er baade i kold og varm Tilstand vanskelig at bearbejde og mer eller mindre skørt. Det bruges f. Ex. til Jærnbåneskinner og særlig stærk Traad, men iøvrigt mest til Værktøj.

2. Det smedelige Jærns Egenskaber og Prøvning.

a. Kemisk Sammensætning og Vægt.

165. Der vil i de følgende Afsnit blive gjort rede for, hvilken Indflydelse de fremmede Stoffer i Jærnet har paa dets Egenskaber, mens de her gengivne Analyser kun skal give et Grundbegreb om de Mængder, hvori Bestanddelene ofte forekommer:

	C %	Si %	Mn %	Ph %	S %	Cu %
Skinner af Bessemerstaal	0,40—0,50	0,30—0,35	0,60—1,00	0,06—0,10	0,03—0,06	Spor
— Thomasstaal	0,25—0,48	0,00—0,01	0,56—0,95	0,04—0,10	0,02—0,05	
— Martinstaal	0,36	0,16	0,98	0,04	0,05	
Plader af blødt Bessemerstaal	0,2	Spor	0,35	0,059	0,05	Spor
— haardt —	0,62	0,28	1,05	0,07	0,06	0,07
— Thomasstaal	0,077	0,002	0,64	0,074	0,052	0,15
— blødt Martinstaal	0,09	0,02	0,37	0,04	0,05	
— haardt —	0,62	0,14	0,89	0,04	0,05	
Stangjærn af Martinstaal	0,11	0,06	0,64	0,04	0,05	
— Schlesisk Svejseljærn	0,02—0,10	0,06—0,17	0,04—0,16	0,26—0,37		
Traad af Martinstaal	0,11	0,01	0,45	0,05	0,035	
— blødt Staal	0,05	0,01	0,29	0,032	0,056	
— haardere Staal	0,19	0,01	0,50	0,062	0,020	

Vægtfylden er des større, jo mere Jærnet er komprimeret ved Valsning, Smedning og anden varm Behandling, der driver Slaggen ud af Svejseljærnet og sammentrykker Staalets Blærer⁴⁾. Svejseljærnets Vægt sættes gerne til 7800 kg/m³, mens Svejsestaalet og de øvrige Staal-sorter regnes at veje 7850 kg/m³.

b. Struktur.

a. Makrostruktur.

166. For Jærnets Anvendelse er Homogeniteten af stor Betydning; ikke blot Styrke og Sejghed, men ogsaa elektrisk Ledevne og Slidfasthed (Jærnbåneskinner) voxer med denne.

⁴⁾ Kold Bearbejdelse, som Traadtrækning, vil derimod nedsette Vægtfylden (§ 89).

Svejsejærn bør være saa slaggefrit som muligt. Lidt Slagge er der i alt Svejsejærn og Svejsestaal, men er der formeget, bliver det raaskørt σ : skørt baade i kold og varm Tilstand. Raaskørt Jærn har en uensartet Brudflade, idet grove Korn af lys Farve vexler med fine Korn af mørkere Farve.

Staal, der er fremstillet i flydende Tilstand, indeholder kun forsyvindende Mængder Slagge, men det kan have Udsajgringer, Blærer og andre Fejl.

167. Hvis Jærnet er uhomogent, viser det sig endnu tydeligere, naar man ætser en sleben Flade, idet Ætsemidlet dels angriber Bestanddelene i forskellig Grad og dels udfælder sig stærkere paa nogle end paa andre. Allerede paa den slebne og endnu tydeligere paa den ætsede Flade vil mulige lokale Fejl som Huller, sammenvælsede Blærer, Slagge og Svejsesteder vise sig, og er der svovl- og fosforrige Stæder, angribes disse særlig stærkt¹⁾.

168. Hvis man ætser et Tværsnit af en Skinne, et I-Jærn eller andet Valsestykke, vil den mulige Lagdeling, der skyldes Ingotens Sajgring vise sig (Fig. 60).

Indenfor en Skal af renere Staal, **Randstaalet**, ligger det mer eller mindre urene Midterparti, **Kærnestaalet**²⁾. I et Tværsnit, der svarer til Blokkens nederste Del, vil der ingen Forskel være mellem Rand- og Kærnestaalet³⁾, men jo mere man nærmer sig Blokkens anden Ende, des mere udpræget bliver Forskellen, idet Randstaalet er af samme Kvalitet gennem hele Længden.

Forskellen viser sig ogsaa ved kemiske Analyser og ved Trækforsøg med Stænger udtagne dels fra Kærnen, dels fra Randen, idet Randstaallet er sejgt med normal Trækstyrke, mens Kærnestaallet er skørt med stor Trækstyrke⁴⁾. Skellet mellem de to Zoner følger gerne Proflets Kontur i større eller mindre Afstand fra denne; hvis det paa et enkelt Sted berører Konturen, vil der meget let udgaa Brud fra dette Punkt, saaledes som det gentagne Gange er blevet

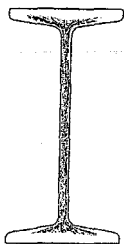


Fig. 60.

¹⁾ Inden Ætningen maa den slebne eller polerede Flade renses for Fedt ved Afvaskning med en Tot Bomuld dyppet i Alkohol, Benzin eller Æter. Svejsejærn og blødt Staal ætzes bedst med Kobberammoniumchlorid (10% af Handelsvaren opløses i 120 cm³ Vand), der farver kul- eller fosforrige Stæder mørke. Har man Jærnet i Form af en afsavet Skive, er Fremgangsmaanden som ved Fremkaldelse af en fotografisk Plade, idet Jærnet med den blanke Side opad hurtigt lægges ned i Vædsken, der holdes i Bevægelse for at undgaa Koncentrationsændringer. Vædsken vil udskille svampet Kobber paa Jærnet, og efter ca. 1 Minut Indvirkning tages dette rask op og lægges i en vandfyldt Staal, hvor Kobberet afvaskes med en Tot Vat; derpaa afskylles Fladen yderligere, overhældes med Alkohol og tørres rask ved at trykkes (ikke gnides) mod et blødt Haandklæde. Paa herdet Staal sætter Kobberet sig saa fast, at det ikke kan fjernes igen, og her ætzes derfor med 1 cm³ Saltsyre (Vf. 1,19) opløst i 100 cm³ absolut Alkohol, der i øvrigt kan bruges til alle Jærnsorter; uhaerdet Materiale ætzes i 3—15 Minutter, haerdet Staal i indtil 1 Time.

²⁾ Grenselinien kaldes Stærkningslinien, den er et Tværsnit af Stærkningsfladen.

³⁾ med mindre der er anvendt stigende Støbning, thi i saa Fald fordeler Udsajgringerne sig mere ensartet over hele Blokkens Højde.

⁴⁾ Eksempelvis skal anføres følgende Trækforsøg med en Skinne:

	FG _{at}	S _{at}	δ %	η %
Randstaal } fra Fodende	2850	5000	22,0	33,2
Kærnestaal }	2880	5000	21,5	26,7
Randstaal } fra Topende	3050	5180	20,5	39,3
Kærnestaal }	3570	6400	5,0	5,0
En anden Skinne gav:				
Randstaal	2550	4930	26,0	43,0
Kærnestaal	3270	5800	4,0	3,5

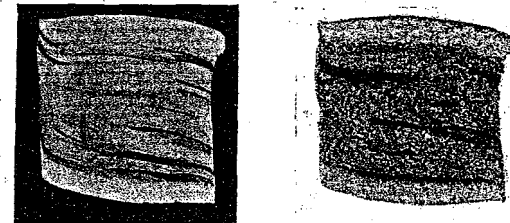
og ved Analyse fandtes:

	C	Mn	Si	P	S	Cu
Randstaal	0,294	0,442	0,012	0,028	0,018	0,134
Kærnestaal	0,504	0,500	0,016	0,062	0,048	0,152

paa vist paa knækkede Jærnbanseskinner. Naar afdrejede Maskindele, Bolte og Axler, brækker, er Grunden ofte, at Kærnezonen er bleven blottet ved Afdrejningen.

Forureningserne er ikke jævnt fordelte i Kærnestaalet, enkelte Lag er mørkere end de andre (Fig. 60 a og b). Hvis Striberne ikke er rette Linier, maa

Materialet være undergaaet en kold Formforandring; den i Fig. 60 a og b viste Pladestrimmel er saaledes øjensynlig klippet af, og det i Fig. 60 c viste Snit gennem et Nittehuls venstre Side røber strax, at Hullet er lokket, ikke boret. Da selv det bedste Materiale plejer at være noget stribet, er man altid i Stand til at afgøre, om Materialet har været udsat for kold Bearbejdelse⁵⁾.

Fig. 60 a og b. Tværsnit i stærkt forurenede Staalplade. $\frac{3}{4}$ Størrelse¹⁾.

169. En særlig Art af Uhomogenitet træffes hos det **senede Svejsejærn**.

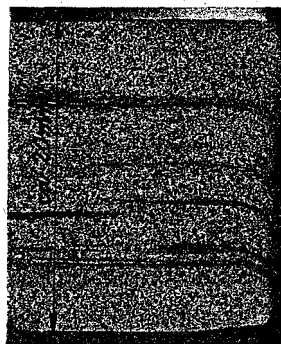


Fig. 60 c. Tværsnit i lokket Staalplade.

Dettes Slaggeindhold bevirker, som tidligere (§ 139) nævnt, at Jærnkornene vales ud til tynde Traade, hvis Forbindelse i Tværretningen ikke er intim. Trækstyrken og Brudforlængelsen er derfor væsentlig større, naar Trækket virker i Valseretningen, end naar det virker vinkelret derpaa. Dette Forhold maa der undertiden tages Hensyn til, saaledes bør Svejsejærns Kedelplader lægges med Valseretningen vinkelret paa Kedlens Axe.

Iøvrigt betragtes den senede Struktur ikke som en Fejl, men tværtimod som et Tegn paa Sejghed. For at faa Traadene at se, kan man enten slække Stangen paa langs eller file eller mejsle en Kærvi i en af Stangens Sider og bøje Stangen, saaledes at Kærven gaber; sejgt Jærn vil da slække paa langs, som Fig. 61 viser, og den konvexe Flade vil se ud som et regelmæssigt Traadbundet, mens det haardere Finkornsjærn og Staal-sorterne vil revne tværs igennem eller i alt Fald kun vise svag Senedannelse; den Senedannelse, som blødt Staal undertiden kan vise ved den beskrevne

¹⁾ Fig. 60 a, b og c er fra C. Bach & R. Baumann: Autogene Schweissung (Mitt. üb. Forschungsarbeiten, Heft 84). Fig. 60 a er ætset med Kobberammoniumchlorid, mens Fig. 60 b er et Svovltræk af samme Stykkes Bagside, frembragt ved at trykke den slebne Flade ca. 1 Minut mod et Stykke Bromsølvpapir, der er dyppet i ca. 5 % ig Svovlsyre; et saadant Svovltræk gengiver navnlig de svovlholdige, men ogsaa de fosforholdige Partier mørke, idet Bromsølvet omdannes til Svovlsølv og Fosforsølv. Ved andre Metoder kan man faa Aftryk alene af de svovlholdige Partier [Heyn & Bauer: Metallographie II, S. 130 (Sammlung Götschen)].

²⁾ Det er bedst at ætse med Kobberammoniumchlorid. Skulde Stykket være helt frit for Udsajgringer, maa man tage Mikroskopet til Hjælp; Ferritkornenes Deformation vil da tydelig vise sig. Iøvrigt vil det deforrerede Materiale fremtræde mørkere end det øvrige paa Grund af dets større Opløselighed i Syrer (§ 43).

Prøve, er kun tilsyneladende, idet den fremkommer under Prøven, ved at Jærnkornene forlænger sig, naar Flydegrænsen overskrides.



Fig. 61. Bøjelighedsprøve med indkærvet Svejsjærn.

170. Naar det smedelige Jærn er fejlfrit, vil en sleben eller poleret Flade slet ikke vise nogen Tegning, naar den betragtes med det blotte Øje; ved Jærnets Makrostruktur forstaar man den Struktur, en Brudflade viser. Paa en saadan ser man, at Jærnet bestaar af smaa Korn, hvis Størrelse varierer med den kemiske Sammensætning og med den termiske og mekaniske Behandling, som Jærnet har været udsat for.

Jo større Kulindholdet er, des mindre er Kornene¹⁾. Blødt Staal og navnlig Svejsjærn har derfor store Korn, mens haardt Staal er mere finkornet, og det haardeste Værktøjsstaal har en saa jævn Brudflade, at Kornene ikke kan ses, og Udseendet minder om graa Silke eller graa Kalksten. Fosfor forøger derimod Kornstørrelsen.

Ved Valsning, Smedning og Hærdning formindskes Kornene. En støbt Staalblok har meget store Korn, men for hver Valsning bliver de mindre. Hvis Jærnet derimod glødes stærkt og længe uden at bearbejdes, voxer Kornene.

Kornstørrelsen bedømmes bedst, naar Bruddet sker pludseligt, uden at Kornene faar Lejlighed til at deformere sig; er Materialet blødt, maa man derfor file en Kærv ind i Stangen fra alle Sider og knække Stangen med et Slag.

171. Bedre Oplysninger om Materialets Karakter, end Kornstørrelsen kan give, faar man imidlertid af en **overtrukken Stangs Brududseende**.

Hos **Svejsjærn** er Brudfladen gerne uregelmæssig, stortakket, og ofte er der ligesom Sprækker i den, idet de enkelte Senebunder ikke har forlænget sig ensartet og derfor er blevne skilt ad. Strukturen er finkornet, og Farven blaa-graa uden Glans.

I daarligt Svejsjærn er der ofte mørke oxyderede Partier, hvor der slet ingen metallisk Forbindelse har været. Er Jærnet meget fosforholdigt, vil det brydes uden nævneværdig Forlængelse og Indsnøring, og Brudfladen vil være plan med store, flade, lystskinnende Korn. Undertiden er Fosforet ikke jævnt fordelt, men samlet i enkelte Længdeaarer, og ligger disse i Prøvestangens Overflade, vil der ved en Træk- eller Bøjelighedsprøve komme Tværrivner i dem, fordi de ikke kan forlænge sig saa meget som Omgivelserne. Paa Brudtværsnittet viser disse Aarer sig som skarpt begrænsede, kornede Pletter.

172. Hos **Staal**, der er fremstillet i flydende Tilstand, er Brudfladen langt regelmæssigere end hos Svejsjærnet. Blødt Staal med en Trækstyrke omkring 4000^{at} kan undertiden brydes efter en Kegleflade (Fig. 62 a), men ellers er Grundformen den i Fig. 62 b viste Keglestub.

Bruddet kan naturligvis lige saa godt ske langs den med Hensyn til den plane Del af Brudfladen symmetriske Kegleflade, og i Reglen er det saadan, at hver af Brudstykkerne beholder en Del af den fremstaaende Rand (Fig. 62 c). Brudfladen er finkornet, blaa-graa og mat ligesom hos Svejsjærnet, men gerne noget lysere.

Undtagelsesvis kan der være een eller flere Smaasprækker i Brudfladen hidrørende fra sammenvædsede Blærer, der aabner sig under Indsnøringen eller

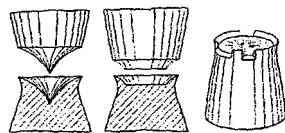


Fig. 62 a, b, c. Overtrukne Staalstænger.

i Brudøjeblikket. Hvis Prøvestangen stammer fra den øverste Del af en Blok med store Blærer eller Sugetragt, kan det hænde, at den revner paa langs helt igennem, fordi den fladtrykte Hulhed skiller den ad i to Dele, der forlænger sig ulige meget.

Den Keglestub, der fremkommer ved det bløde Staals Brud, aftager i Højde efterhaanden som Staalets Kulholdighed voxer. Hos Staal af 5—6000^{at} Styrke er kun den alleryderste Del af Brudfladen skraa (Fig. 62 c), og samtidig bliver Brudfladen ofte straalte fra Centrum udefter og viser nogen Metalglans. Staal af ca. 7000^{at} Styrke og derover brydes gerne helt plant, og Brudfladen har samme Udseende som ved et pludseligt Brud.

β. Mikrostruktur.

173. Et Metals eller en Legerings tekniske Brugbarhed er nøje knyttet til dets **Mikrostruktur**: til det Billede, en Flade af Metallet fremviser, naar den ses i stærk Forstørring.

Trækprøver, Bøjelighedsprøver o. lign. giver Oplysning om, hvorvidt en bestemt Egenskab er til Stede eller ej, men siger intet eller lidet om Aarsagen til Metallets Forhold. En kemisk Analyse kan ofte paavise en uheldig Sammensætning af Materialet, men en forkert mekanisk eller termisk Behandling røber den ikke. En mikroskopisk Undersøgelse giver derimod Oplysning om alle disse Forhold, idet Metallets Behandling eller kemiske Sammensætning altid sætter sine Spor i Mikrostrukturen.

Metalmikroskopien spiller ikke blot en Rolle i Videnskaben, ogsaa i Praxis fortrænger den mere og mere de makroskopiske Strukturundersøgelser og de kemiske Analyser, hvilke sidste den er langt overlegen paa Grund af sin Hurtighed, Billighed og Umiddelbarhed.

Til slige metallografiske Undersøgelser maa der ofte anvendes en meget stærk Forstørring, og Prøvestykket maa derfor poleres, saa at alt kommer i samme Plan²⁾. Den polerede Flade bliver derefter gerne behandlet paa en saadan Maade, at de forskellige Bestanddele træder tydeligere frem. Dette kan ske ved Ætsning (§ 187) eller ved Fremkaldelse af Anløbsfarver; har Bestanddelene forskellig Haardhed, vil en forsigtig Efterpolering mod en Kautsjukskive faa de bløde Partier til at træde tilbage.

174. Allerede en Mikroskopering af den blot polerede Flade giver Oplysning om Metallets **Tæthed**. Hos Støbejærn og støbte Legeringer vil man ofte finde talrige fine Porer, der forklarer Vanskeligheden ved at støbe fuldkommen tætte, hydrauliske Cylindre. Er Metallet forurenede af iltede Dele, **Slagger**, ses disse som mørke Pletter i Grundmassen, hyppigst smaa, men hos Svejsjærn (Fig. 63—64) ofte store og talrige³⁾. Ogsaa de forskellige Stoffer i en Legering kan som Regel ses paa den polerede Flade.

175. Vil man derimod have de enkelte **Korn** af samme Stof til at træde frem, maa Fladen **ætses**. Det, der kaldes et Korn, er nemlig i Virkeligheden en Krystalhob, hvis Krystaller er ens orienterede: ligger Side om Side med parallelle Axer. Ved Metallets Størkning danner der sig talrige Krystalindivider rundt omkring i Massen, hvert orienteret paa sin Maade, og paa disse Individer

¹⁾ Poleringen kan ske med Polerrødt eller nemmere med særlig præpareret Lerjord.

²⁾ Ved vædsede eller smedede, slaggefattige Materialer maa man altid undersøge et Længdesnit, thi i Tværsnittet er Slaggepletterne saa smaa, at de let overses.

¹⁾ Mangan, Silicium, Wolfram, Chrom og Svovl formindsker ligeledes Kornstørrelsen. Naar Kulindholdet bliver over 2%, forøges Kornstørrelsen atter, men saa er Jærnet heller ikke smedeligt.

afsætter der sig nye med samme Orientering, indtil hele Massen er størknet, og alle Krystalhobene (Kornene) støder sammen. Krystallerne i de forskellige Korn er altsaa forskelligt orienterede, og naar de ætzes, danner der sig Furer i dem, de saakaldte **Ætsfigurer**, der dels løber i forskellig Retning dels er ulige dybe, eftersom Krystallerne ligger paa den ene eller paa den anden Maade, og Kornene fremtræder derfor med forskellig Tegning og mer eller mindre lyse.

Inden Ætsningen vil et rent, ulegeret Metal blot virke som et Spejl, men efter Ætsningen kan man altsaa i Mikroskopet iagttage de enkelte Korn og af deres Størrelse slutte sig til Metallens Egenskaber. Jo mindre Kornene er, og jo mere deres Form fjerner sig fra Krystallernes Regelmæssighed, des bedre er Metallens tekniske Egenskaber.

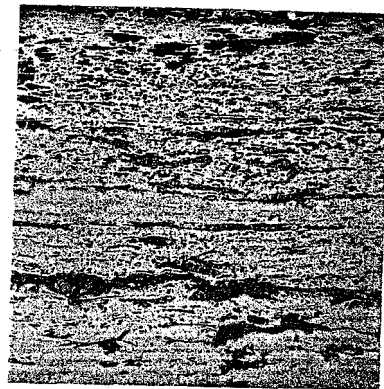
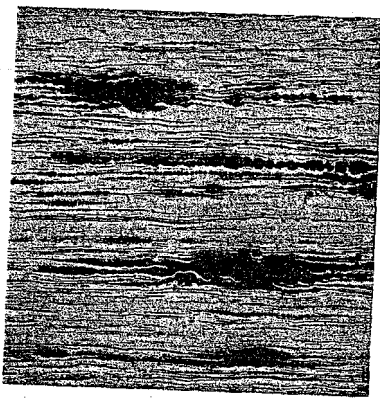


Fig. 63¹⁾. Svejseljærn fra den gamle Knippelsbro. Snit parallelt med Valserektningen, 18 Gange forstørret. Det sorte er Slagge, det hvide Jærn (Ferrit).

Fig. 64. Som Fig. 63, men Snittet er lagt vinkelret paa Valserektningen.

Kornenes Begrænsning er uregelmæssig, men Udstrækningen er, gennemsnitlig taget, ens i alle Retninger; her Kornene en bestemt Længderetning, er det et Bevis paa, at Materialet er undergaaet en kold Formforandring; i Traad er Kornene saaledes langstrakte i Traadens Retning, saafremt der ikke har fundet en Udglødning Sted efter Trækningen, thi ved en saadan faar Kornene atter deres normale Form.

Naar Jærnet glødes, smelter Kornene sammen til en ensartet Masse, af hvilke nye Korn danner sig, og Størrelsen af disse Korn voxer med Glødningstemperaturen og med Glødningstiden²⁾.

I al Almindelighed kan man sige, at jo mindre man faar at se i Mikroskopet, altsaa jo mere homogent Metallat er, des bedre egner det sig til praktisk Brug. Hvis derimod de forskellige Bestanddele ligger tydeligt adskilte med skarpe, regelmæssige Grænser, er det næsten altid et Tegn paa Skørhed; f. Ex. medfører Støbejærnets Grafitblade en saadan Skørhed³⁾.

¹⁾ Fig. 63, 64, 65, 67, 68, 69, 70 og 71 gengiver Mikrofotografier tagne af Ingeniør Wiese, Statsprøveanstalten.

²⁾ Overhovedet Staal har saaledes meget store Korn, men kan ved en fornyet, kortvarig Glødning atter gøres finkornet.

³⁾ Det samme gælder det meget haarde Staals Cementitaarer.

176. Jærnets mikroskopiske Bestanddele benævnes henholdsvis **Metaraler** (Grafit, Cementit, Ferrit, Austenit) eller **Aggregater** (Martensit, Perlit), eftersom de i kemisk Henseende er homogene eller ej.

Ved metallografiske Undersøgelser har man fundet, at Jærnets Kulstof kan forekomme i 5 Former: Diamant, Grafit, Temperkul, Hærdningskul og Karbidkul.

Diamant kan man faa dannet ved at smelte Jærnet i en elektrisk Ovn sammen med Kul og hælde det flydende kulrige Metal ud i koldt Vand. Ved Overfladens pludselige Størkning og Sammentrækning udsættes den indre Masse for et saa stort Tryk, at Kulstoffet kan udskilles i draabeflydende Tilstand.

Grafit er krystallinsk Kulstof i Form af tynde Blade. Under Mikroskopet ses de kun i Tværnit, altsaa som Streger, da de Blade, der ligger i selve den betragtede Plan, er fjernede ved Poleringen. Grafit findes kun i graat Raajærn og Støbejærn⁴⁾.

Temperkul er amorf, uregelmæssigt formet Kulstof. Det dannes kun ved Glødning af hvidt Raajærn i flere Dage, forekommer derfor i hammerbart Støbejærn, men ikke i Cementstaalet eller overhovedet i smedeligt Jærn.

Disse tre Kulstofformer forekommer som selvstændige Korn i Jærnet, hvor de kan ses under Mikroskopet, og de bliver tilbage, naar Jærnet opløses i Syrer. De findes kun i meget kulrigt Jærn, men har ingen Indflydelse paa dets Haardhed. I smedeligt Jærn optræder de ikke.

Hærdningskul, C_1 , forekommer i intim Forbindelse med Jærnet uden dog at være kemisk bundet til det; man siger, at der foreligger en fast Opløsning af Kullet i Jærnet. Forbindelsen er meget haard og kaldes **Martensit** (Fig. 65); den fremtræder under Mikroskopet som

en ensartet Masse af fine Naale almindeligvis krydsende hverandre efter tre Hovedretninger, der danner Vinkler paa 60° indbyrdes. Martensitten dannes ved hurtig Afkøling af Støbejærn og haardt Staal, og jo hurtigere Afkølingen sker⁵⁾, des mere dannes der, og des haardere bliver Jærnet. Den typiske Martensit faar man at se, naar man opvarmer en kvadratisk Staalstang, 1 cm i Sidelinie og med ca. $0,9\%$ Kulstof, til 800° og afkøler den i koldt Vand.

Karbidkul, C_2 , findes i kemisk Forbindelse med Jærnet, og Forbindelsen, der indeholder $93,4\%$ Fe og $6,6\%$ C (s: Fe_3C), kaldes **Jærkarbid** eller **Cementit** og optræder som Korn eller Aarer, der udgøre Jærnets haardeste Partier og derfor bliver ophøjede ved Poleringen og tydeligt ses i Mikroskopet⁶⁾. Det dannes ved langsom Afkøling af Jærnet; opløses dette i 10% ig Svovlsyre uden Luftadgang, bliver Jærkarbidet opløst tilbage. Jærkarbidet opløses derimod af varm koncentreret Saltsyre under Kulbrinteudvikling og uden at efterlade Kul.

I Følge **Heyns** Undersøgelser eksisterer der endnu en Kulstofform, C_3 , som, naar Jærnet behandles med 10% ig Svovlsyre uden Luftadgang, bliver tilbage, ikke som Karbid, men som en kulrig og jernfattig Rest, hvis totale Kulmængde ved Behandling med varm koncentreret Saltsyre forbliver opløst tilbage.

177. Saalenge Jærnet er smeltet, danner det en ensartet Blanding af Jærn og Kulstof, men ved Størkningen deler det sig i Partier med forskellig Kulindhold, og under den videre Afkøling fordeler sig igen anderledes. I Fig. 66 er det smedelige Jærns Forhold fremstillet grafisk: Kulholdigheden er afsat som Abscisse, og Temperaturen som Ordinat, hvorved hvert Punkt af Planen kommer til at repræsentere en Jærnsort af bestemt Kulholdighed og ved en bestemt Temperatur.

Naar det smedelige Jærn er størknet, bestaar det af mer eller mindre kulrig Martensit, der kan opfattes som en fast Opløsning af Kul i Jærn, og i denne Tilstandsform er alt det Jærn, der ligger over Kurven *abcd*. Men naar Jærnet afkøles yderligere, og det sker saa langsomt, at Martensitten faar Tid til at følge sine Tilbøjeligheder, saa deler den sig i Cementit og rent eller næsten rent Jærn, der kaldes **Ferrit**⁷⁾.



Fig. 65. Martensitstruktur frembragt ved at afkøle Staal med $0,4-0,5\%$ C i koldt Vand fra ca. 1000° . 900 Gange forstørret.

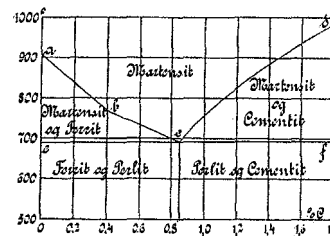


Fig. 66.

⁴⁾ Grafitten kendes paa sin Vægtfylde (2,25) og sin Evne til ved Iltning at danne Grafitysyrer.

⁵⁾ Afkølingen maa dog ikke være saa hurtig, at der dannes Austenit (§ 179).

⁶⁾ Cementitten har faaet sit Navn, fordi den navnlig findes i Cementstaalet; den forekommer ogsaa i haardstøbt Jærn.

⁷⁾ Ferrit eller α -Jærn indeholder højest $0,05\%$ C i Opløsning.

Hvis Jærnet indeholder ca. 0,9% C, vil man under Mikroskopet se Ferritten og Cementitten liggende Side om Side som fine Streger med Perlemorsglans over, og Aggregatet kaldes derfor Perlit. De to Stoffer har en særlig Tilhøjelighed til at danne dette Aggregat, saaledes at ogsaa kulrigere eller kulfattigere Jærn, naar det afkøles langsomt, vil dele sig i Perlit og henholdsvis Cementit eller Ferrit, eftersom det ene eller det andet Stof findes i Overskud (Fig. 67).

Naar derfor Jærnet indeholder under ca. 0,9% C, vil det ved Afkøling under Kurven *abc* udskille Ferrit, og denne Udskillelse vedvarer, indtil Kurven *ac* naas (ved ca. 700°), saa vil Resten



Fig. 67. Perlit og Ferrit i Randen af Temperaalstøbeegods. De smaa, ensartede mørke Korn er Slagpartikler. 75 Gange forstørret.

fixere sig i Form af Perlit. Det bløde Bygningsaal er altsaa en Legering af Ferrit og Perlit; Ferritten danner Grundmassen, og under Mikroskopet ses Perlitpartierne som Øer i Ferrithavet. Jo kulrigere Jærnet er, des større bliver Perlitpartierne, og Staal med ca. 0,9% C vil ved langsom Afkøling udelukkende danne Perlit (Fig. 68—70).

Naar Staalet indeholder over ca. 0,9% C, vil der ved Afkøling under Kurven *cd* foregaa en Udskillelse af Cementit, indtil Resten ved ca. 700° har naaet den eutektiske Legerings Sammensætning og fixerer sig som Perlit (Fig. 71). Den udskilte Cementit optræder ofte som brede, meget haarde Aarer i Perlitten.

178. De forskellige Kurvers Forløb er fundne ved Hjælp af Varmemaalinger, idet Jærnets Overgang fra een Tilstand til en anden er ledsaget af en Varmudvikling¹⁾. For det smedelige Jærns Vedkommende er Resultaterne blevne bekræftede ved mikroskopiske Undersøgelser, hvilket endnu ikke er Tilfældet for Raajærnets Vedkommende.

179. Kulstoffets Indflydelse paa Jærnets Struktur studeres bedst paa Prøver, der er opvarmede til 900—1000° og afkølede meget langsomt; ved saadanne Forsøg er man kommen til de ovenfor nævnte Resultater. Hvis Jærnet derimod afkøles hurtigt, saaledes at det

ikke faar Tid til at følge sine Tilhøjeligheder, ændrer Forholdene sig, og ved pludselig Afkøling fixeres den Tilstand, Jærnet befinder sig i i Afkølingsøjeblikket.

Et Stykke Staal, der befinder sig over Kurven *abcd* (Fig. 66), vil saaledes ved pludselig Afkøling komme til at bestaa af den haarde Martensit, det »hærdede«. Martensittens Haardhed vokser med dens Kulindhold og naar sit Maximum ved 0,9% C, α ; naar dens Kulindhold er som Perlittens; samtidig bliver dens Naale mindre og utydeligere. Ved større Kulindhold aftager Hærdeligheden atter, idet der saa sammen med Martensitten optræder et blødt Metaral, Austenit²⁾.

Er Jærnets Beliggenhed i Afkølingsøjeblikket mellem Kurverne *abcd* og *ef*, vil det i større eller mindre Mængde indeholde enten Ferrit eller Cementit, og den pludselige Afkøling vil da kun kunne fixere Resten som Martensit.

Er Jærnets Temperatur ved langsom Afkøling bragt ned under 700°, saa er dets Struktur fixeret, og om den videre Afkøling foregaa langsomt eller hurtigt er uden Indflydelse paa den.

Eksempelvis har man fundet, at en Staalskinne med 0,31% C og 0,63% Mn under Mikroskopet fremviste 80 Arealprocent Ferrit og 20% Perlit. Efter at være hærdet ved 780° havde Perlitten forvandet sig til Martensit. Ved en Hærdetemperatur af 800° var Martensitarealet voxet til 44%, og ved en Hærdetemperatur af 900° var al Ferritten forsvunden.

Staal med 0,9% C behøver kun at opvarmes til noget over 700° for at kunne hærdes fuldstændig, mens baade kulrigere og kulfattigere Staal maa opvarmes stærkere. Det meget kulfattige Bygningsjærn kan aldeles ikke hærdes, da den Smule Kul, det indeholder, ikke kan danne haard Martensit.

180. Den rene Martensitstruktur fremkommer kun ved meget pludselig Afkøling; er Afkølingen mindre voldsom, som naar det glødende Staal dyppes i hed Olie, opstaa der Overgangsformer mellem Martensitten og Perlitten, og det samme er Tilfældet, hvis pludseligt afkølet Staal med Martensitstruktur, altsaa hærdet Staal, opvarmes til en eller anden Temperatur under 700° (anløbes) og derpaa atter afkøles raskt.

¹⁾ Jærnet har tre Tilstandsformer: Mellem θ og ca. 800° benævnes det α -Jærn, mellem ca. 800 og ca. 900° β -Jærn og mellem ca. 900 og ca. 1500° γ -Jærn. Evnen til at opløse Kulstof stiger i den nævnte Orden.

²⁾ Austenit er en fast Opløsning af Kulstof i γ -Jærn og er som Regel kun stabil ovenover Staalets kritiske Temperaturlinie. Den forekommer undertiden i Jærnnikkel og Manganstaalet og udmærker sig ved sin ringe magnetiske Permeabilitet. Den dannes navnlig, naar Staalet fra en meget høj Temperatur afkøles i Isvand, og træffes kun i det hærdede Staalets Indre, ikke i Overfladen, hvor Trykket er for ringe. Austenit kan have samme Sammensætning som Martensit, men denne er haardere og har større magnetisk Permeabilitet.

Naar Staal med ca. 0,9% C anløbes ved ca. 400°, opstaa saaledes Osmondit, der udmærker sig ved sin store Opløselighed i fortyndet Svovlsyre. Ved stærkere Opvarmning faas Overgangsformer mellem Martensit og Osmondit, der kaldes Troostit, og ved svagere Opvarmning faas Overgangsformer mellem Osmondit og Perlit, der benævnes Sorbit. Rækkefølgen bliver altsaa Martensit, Troostit, Osmondit, Sorbit, Perlit; jo mere Strukturen nærmer sig til Martensittens,

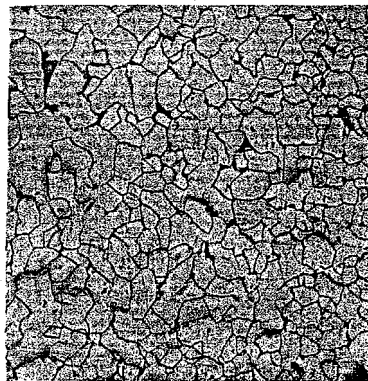


Fig. 68. Martinstaal fra Dommarvet Staalværk (Mærke 0,10), 0,05 C, 0,44 Mn, 0,045 P, 0,020 S. Ferrit med lidt Perlit (sort)¹⁾. 150 Gange forstørret.

Specimen of steel No. 10-10.

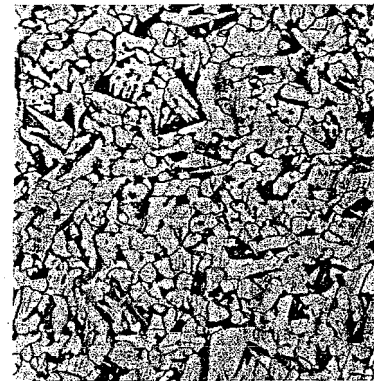


Fig. 69. Som Fig. 68, men kulrigere (Mærke 0,30), 0,25 C, 0,41 Mn, 0,027 P, 0,020 S. Ferrit og Perlit¹⁾.

Specimen of steel No. 10-10.



Fig. 70. Som Fig. 69, men kulrigere (Mærke 0,50), 0,55 C, 0,41 Mn, 0,040 P, 0,020 S. Perlit¹⁾ med noget Ferrit (hvid).

Specimen of steel No. 10-10.

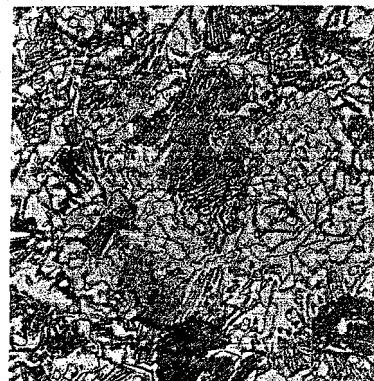


Fig. 71. Staal fra Danemora (Mærke Nr. 8), 1,35 C, 0,33 Mn, 0,045 Si, 0,016 P. Cementit (hvid) i Perlit. 300 Gange forstørret.

des haardere er Staalet, jo mere den nærmer sig til Perlittens, des blødere er det. Troostit indeholder ikke Karbidkul, men kun C_p , Sorbit indeholder begge Dele, Perlit næsten udelukkende Karbidkul. Osmondit indeholder mere C_p , end nogen af de andre gør. Ved β -tætning med Salt-syre opløst i Alkohol udskilles C_p , der farver Staalet mørkt, og Osmonditten bliver derfor mørkere end de andre ved denne Behandling. Mængden af C_p aftager fra Osmonditten i begge Retninger.

¹⁾ Perlittens Struktur viser sig først ved stærkere Forstørring.

c. Haardhed og Hærdelighed.

181. Jærnets Haardhedsgrad har stor Betydning for dets Anvendelse. Jærn til Byggebrug skal gerne være blødt for nemt at kunne lade sig høvle, dreje, bore, lokke og file; det Værktøj, hvormed disse Operationer foretages, skal derimod være haardt, saa det ikke for hurtigt slides og bliver sløvt, og Jærnbanseskinner skal ligeledes være haarde af Hensyn til Sliddet.

Sammen med Haardheden voxer imidlertid Skørheden, og da denne altid er en uheldig Egenskab, bruger man ikke haardere Staal end strengt nødvendigt af Hensyn til Anvendelsen.

Haardheden afhænger navnlig af den kemiske Sammensætning samt af Afkølingsmaaden. Blødest er det kemisk rene Jærn, enhver Iblanding forøger Haardheden omend i meget forskellig Grad efter Iblandingsens Natur.

182. Kulholdigheden spiller størst Rolle; hvorledes den varierer med Anvendelsen fremgaar af følgende Oversigt:

0—0,3 % C: Jærn til Hus-, Bro- og Kedelbygning.

0,3—0,6 - - : Maskindele og Jærnbanseskinner.

0,6—1,5 - - : Værktøj og Fjere.

For svensk Staals Vedkommende gives følgende mere specialiserede Tabel:

Kulindh. i %	Anvendelse	Kulindh. i %	Anvendelse
0,00—0,10	Telefon- og Telegraftaad.	0,65—0,75	Tove til Elevatorer, Plovjærn, Spader, Slædemeder, Hamre, Knapmagere.
0,00—0,15	Almindelige Træskruer, klippede Som.	0,65—0,80	1 ^{aa} Pansergrenater.
0,10—0,25	Tove til Skibsrigning, Kedelplader, Skibsplader, Tagblik, almindeligt Smedearbejde for Grov- og Vognsmede.	0,70—0,85	Træsler til koldt Jærn.
0,10—0,30	Sammensvejsede Vognaxler.	0,75—0,90	Traad til Musikinstrumenter, Spiralfjere, Forskæreknive, Hamre og Stenværktøj.
0,10—0,40	Valsede Bjælker o. lign.	0,80—0,90	Almindelige Saxe.
0,15—0,30	Kedelrør.	0,85—1,00	Mejsler til varmt Jærn.
0,25—0,35	Tove af uhaerdet Staal, Panserplader.	0,90—1,00	Kirurgiske Knive, Rundsaxe, Øxer.
0,30—0,50	Kanonskærme, Kanoner, hele Vognaxler, smedede eller støbte, stærke Maskindele, som skal taale Stød, Cykelrør.	0,90—1,05	Raspe.
0,40—0,60	Jærnbanseskinner, Hjulringe, Jordhakker.	0,90—1,15	Spiral-Fjere til Jærnbanevogne og Taarnure.
0,45—0,65	Tove af haerdet Traad.	1,00—1,10	Lommeknive, Baandsaxe.
0,50—0,60	Vognaxler til Krigsbrug, Geværpiber, 2 ^{de} Pansergrenater, Cirkelsaxe til varmt Jærn.	1,00—1,20	Snittøj, Rivaler, Bor, Fræsere.
0,50—0,75	Fjere, som hærdes i Vand, Vognfjere, Bærefjere til Jærnbanevogne.	1,05—1,15	Grovfile, Lokstempler, Staal til Økseægge.
0,60—0,70	Nittestempler.	1,10—1,25	Pennknive, Mejemaskiner.
0,60—0,75	Bordknive, Leblade.	1,15—1,30	Forfile.
0,60—0,90	Snedkerværktøj.	1,20—1,30	Fjere til Taffel- og Lommeure.
		1,20—1,40	Drejestaal, Høviestaal, hærdede Dorne, Lokringe, Matricer, Trækkejærn.
		1,25—1,35	Barberknive.
		1,30—1,45	Sletfile.
		1,35—1,50	Skrabere til Metal.

Chrom og Wolfram forøger Haardheden stærkt og sættes til Digelstaal, der skal bruges til Værktøj.

Nikkel, der baade sættes til Martin- og Digelstaal, forøger ligeledes Haardheden og gør ikke Staal et saa skørt som en forøget Kultilsætning (§ 156)¹⁾.

¹⁾ Størst Haardhed naas ved 20%, mere Ni gør Staal et blødere; Staal med 5—20% Ni er svært at bearbejde. Ogsaa Fosfor fremkalder Haardhed. Silicium forøger kun Haardheden i meget ringe Grad, mens Mangan kan forøge den meget, uden at Forøgelsen staar i Forhold til Manganmængden. Staal med under 1% C og med 6% Mn er slet ikke til at behandle med Værktøj, men med større Manganmængder aftager Haardheden og har et Minimum ved 10% Mn, hvorpaa den atter stiger og er meget stor ved 22% Manganstaal med 8—10% Mn bruges undertiden til Værktøj, Maskindele, Pengeskabe og Bankboxer.

183. Naar kulrigt Jærn glødes og derpaa afkøles pludseligt, bliver det haardere. Ved Glødningen fordeler Kullet sig nemlig ensformigt i Jærnet, opløses af det, som man siger, og naar denne Tilstandsform fixeres ved en pludselig Afkøling, faar man, saafremt Kulmængden er tilstrækkelig stor, et meget haardt, homogent Materiale, **Martensit** (Fig. 65). Hvis Jærnet derimod afkøles langsomt, vil Kullet samle sig i enkelte Jærnkorn, der benævnes **Perlit** (Fig. 67), medens de øvrige Korn kommer til at bestaa af kulfrit, blødt Jærn, der kaldes **Ferrit**, og Materialet bliver derved som Helhed mindre haardt. Til Martensittens Dannelse kræves der en vis Kulmængde, derfor vil kulfattigt Jærn ikke paavirkes af en pludselig Afkøling.

Ved det kulrige Jærns Hærdning stiger ikke alene Haardheden, men ogsaa Skørheden; Proportionalitets-, Flyde- og Brudgrænse hæves, mens Brudforlængelse og Indsnøring aftager, og Strukturen bliver mere finkornet.

Almindeligt Staal til Byggebrug maa ikke kunne hærdes, thi det er ofte nødvendigt at varme det for Tildannelsens Skyld, og en tilfældig, mer eller mindre hurtig Afkøling kunde da gøre det skørt lige saa vel som den Afkøling, der finder Sted efter Valsningen. Man sikrer sig mod saadan Hærdskørhed ved at gøre en Bøjeprobe med Materialet efter først at have glødet det ved ca. 800° og afkølet det hurtigt ved Omrøring i Vand af 15—30° C. Prøvestangen skal da kunne taale en vis Bøjning uden at revne.

Hos **Værktøjsstaal** er Hærdeligheden derimod en udmærket Egenskab, thi den muliggør, at Værktøjet kan forarbejdes i forholdsvis blød Tilstand og saa hærdes efter Fuldendelsen.

Haardhedstilvæksten ved Hærdningen, **Hærdeligheden**, afhænger af Kulindholdet og er størst ved ca. 0,8 % C. Ved ca. 0,15 % C begynder den at kunne spores¹⁾, og Jærn med over 0,4 % C er udmærket hærdeligt. Jo hurtigere Afkølingen sker, des større bliver Haardheden²⁾.

Staal, der hærdes, faar ikke Tid til at trække sig saa meget sammen som Staal, der afkøles langsomt; det faar en blivende Udvidelse³⁾, hvorved der opstaar indre Spændinger, som bliver des større, jo mindre ensartet Afkølingen sker, og som derfor navnlig kan blive farlige i Genstande af stærkt varierende Tykkelse, idet de giver Anledning til, at Genstanden kaster sig eller revner.

184. Kulrigt Staal, Værktøjsstaal, bliver ved Hærdningen **glashaardt** og derfor meget skørt; i denne Tilstand er f. Ex. File. Det meste Værktøj kan imidlertid nøjes med en mindre Haardhed, og man afhælder det derfor atter delvis ved en Opvarmning, den saakaldte **Anløbning**, der gengiver Staal et noget af dets gamle Seighed og Blødhed. Jo stærkere man varmer anden Gang, des mere forsvinder Haardheden, og naar den passende Haardhed er naaet, fixerer man denne ved at dyppe Staal et i koldt Vand. Haardheden afhænger altsaa af Opvarmningstemperaturen, og denne bedømmes efter Anløbsfarverne.

Naar smedeligt Jærn opvarmes, vil Overfladen, hvis den er blank, ilte sig til Jærnmellemilte, hvorved den farves, og Farven forandrer sig, efterhaanden som Iltlaget bliver tykkere og efterhaanden som Temperaturen stiger. Ved

¹⁾ Ved **Brinells** Haardhedsprøve viser der sig en tydelig Haardhedstilvæxt allerede ved 0,1% C (se Fig. 74).

²⁾ Afkølingen sker hyppigst i Vand, sjældnere i Olie, Fedt eller Luft. Haardt Vand hærdet stærkere end blødt. Olie benyttes, hvor man ønsker en vis fjerdende Evne, mens Haardheden kommer i anden Række, saaledes til Savblade og Staalfjere.

Virkingen er ogsaa afhængig af den Temperatur, hvortil Staal et opvarmes; den gunstigste Temperatur ligger des lavere, jo kulrigere Staal et. For svensk Staal med 0,4, 0,9 og 1,4% C angives saaledes henholdsvis 850, 800 og 750°.

³⁾ paa ca. 3° i lineært Maal.

ca. 225° bliver den saaledes gul, ved ca. 265° rødbrun, ved ca. 285° violet og ved ca. 300° blaa¹⁾.

Blaa Anløbning repræsenterer den svageste Grad af Hærdning og bruges f. Ex. til Træsæve, Sabler og Urkjere.

Violet Anløbning svarer til større Haardhed og bruges f. Ex. til Træbearbejdning.

Gul Anløbning endelig, der staar nærmest ved Glashaardheden, bruges til chirurgiske Instrumenter, Barberknive og Værktøj til Metalbearbejdning.

I Stedet for først at gøre Staalet glashaardt og derpaa afhærde det delvis, kan man ogsaa direkte frembringe den ønskede Haardhed ved at afkøle det glødende Staal i et Olie- eller Metalbad af en Temperatur, der svarer til den paagældende Anløbsfarve.

185. Bedømmelsen af et Materiales Haardhed kan ske paa forskellige Maader. Staal til Byggebrug bedømmes gerne efter Trækstyrken, idet man regner, at Grænsen mellem blødt og haardt Staal ligger ved $S_t = 4500-5000 \text{ at}^2$). Værktøjstaalet bedømmes rent praktisk ved at tildanne et Stykke Værktøj og se, hvorledes det staar sig i Brugen. Jærn, der skal bearbejdes, bedømmes undertiden efter det Arbejde, der medgaar til at bore i det²⁾.

En bestemt Maalestok for Haardhed lader sig vanskeligt opstille, da Haardhed ikke er nogen bestemt defineret Egenskab, og ordnen man Stofferne efter deres Modstand mod henholdsvis at ridses, børes eller plattrykkes, kommer man til forskellige Rækker.

186. Paa Materialprøvningsanstalten ved Berlin benyttes en **Ridseprøve** med en Diamant, der er tilspidset efter en Kegel med ca. 90° Topvinkel.

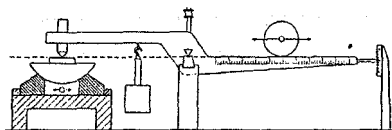


Fig. 72. Ridseprøve.

Prøvestykket ligger paa en Slæde, der kan forskydes frem og tilbage under Diamanten, og denne sidder paa Enden af en Vægtstangsarm, der ved Hjælp af en Løbevægt kan belastes mer eller mindre (Fig. 72). Man laver flere Ridses under forskellige Belastninger, og

som Haardhedstal benyttes den Belastning i Gram, der giver Ridsen en Bredde af 0,01 mm. I efterfølgende Tabel⁴⁾ er sammenstillet Haardhedstallene for forskellige Stoffer, dels fundne paa denne Maade, dels efter *Mohs'* Skala (§ 789):

Materiale:	Haardhedstal i Gram	efter Mohs' Skala
Bly	16,8	1½
Skellak	15,0—17,8	
Tin	23,4—28,2	2—3
Kobber	34,3—39,8	3
Zink	42,6	
Messing	44,7—52,8	
Nikkel	55,7	
Haardt Staal	70,8—76,5	
Bronce af 618 Cu + 382 Sn	110,0	4—5
Glas	135,5	5—5½
Meget haardt Staal	137,5—141,0	6—6½

¹⁾ Opvarmer man til over 300°, forsvinder først den blaa Farve og Staalet bliver graat, men ved ca. 500° begynder det at gløde, dog saa svagt, at det kun kan ses i Mørke; ved 700° er Farven tydelig mærkerød, 800° mørk kirsebærrød, 1000° lys do., 1100° mørk orange, 1200° lys do., 1300° hvid.

²⁾ Det tyske Materialprøvningsforbund har i 1903 vedtaget at sætte Grænsen mellem Svejsjærn og Svejsjestaal ved $S_t = 4200 \text{ at}$ og Grænsen mellem blødt og haardt Staal ved 5000 at.

³⁾ men ogsaa efter Trækstyrke og Brudforlængelse, idet man af disse to Størrelser ved Hjælp af empiriske Formler kan beregne det arbejdende Staals Skærehastighed (*Ingeniøren* 1909, Side 295).

⁴⁾ *Martens'* Materialienkunde, Side 243.

187. Man kan ogsaa bedømme Haardheden efter Længden af det Indtryk, en **Mejsel** som Fig. 73 a gør, eller Diametere af det Indtryk, en **Kørner** som Fig. 73 b giver, Bægge Dele under et bestemt Tryk; men alle de beskrevne Metoder har den Ulempe, at Værktøjet efterhaanden slides og ikke kan fremstilles igen med akkurat samme Form og Haardhed¹⁾.

Föppel benytter en mere rationel Metode, idet han prøver ethvert Stof med Stoffet selv. Han lader to smaa Plader afdreje cylindrisk paa den ene Bredside, polerer dem og sværter den ene med Sod, derpaa lægges de over Kors (Fig. 73 c) og trykkes sammen med en vis Kraft, hvorved der fremkommer en cirkelformet Afplattung, hvis Areal temmelig nøjagtig er proportional med Kraften. Ved at dividere denne med Arealet faas Haardheden udtrykt i kg. mm^{-2} .



Fig. 73 a, b, c.

188. Større Betydning end nogen af de foregaaende Metoder synes dog **Brinells Haardhedsprøve** at skulle faa. Den udføres ved Hjælp af en hærde Stalkugle (1 cm i Diameter), der trykkes ned i Materialet med en Kraft af 3000 kg for Jærn, 500 kg for blødere Metaller. Indtrykkets Diameter maales med et Traadmikroskop, hvorefter man beregner Indtrykkets krumme Overflade i mm^2 og dividerer det op i Trykket; det udkomne Tal er da Haardheden udtrykt i kg/mm^2 .

Det saaledes fundne Haardhedstal har for Jærn vist sig at være proportional med Trækstyrken, saa at man kan finde denne ved at multiplicere Haardhedstallet med en Koefficient, der er konstant indenfor Jærn i samme Bearbejdelsestilstand og af nogenlunde ens kemisk Sammensætning. Navnlig for Jærn med under ½% C er Overensstemmelsen saa god, at man undertiden vil kunne spare Trækprøven og nøjes med den nemme Kugleprøve, der ikke kræver nogen væsentlig Bearbejdelse af Prøvestykket²⁾. Helt kan Kugleprøven aldrig erstatte Trækprøven, da den ikke giver Oplysning om Brudforlængelsen samt om Blærer og andre Fejl.

Hvorledes Haardhedstallet voxer med Kulholdigheden i Følge Brinells Undersøgelser viser den nederste Kurve i Fig. 74, der gælder for udglødet Staal. Den øverste Kurve angiver Haardheden af det samme Staal i hærde Tilstand, medens den punkterede Kurve viser Haardhedstilvæksten ved Hærd-

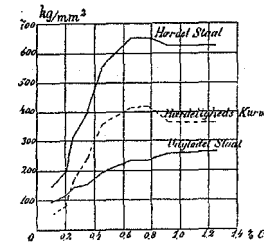


Fig. 74.

¹⁾ Om *Ludwigs* Kegelprøve se *Ingeniøren* 1908, Side 212. Ved denne Prøve er Haardhedstallet uafhængig af den anvendte Belastning, altsaa af Indtrykkets Dybde.

²⁾ Saaledes Afplattningens Diameter er mindre end 1,5—2 mm, er der ikke Proportionalitet til Støde, og heller ikke ved større Diametre er Proportionaliteten fuldkommen. Man maaler derfor Diametere ved forskellige Belastninger og tager Middeltallet af de Forsøg, hvor Diametere lægges mellem ca. 2 og 4 mm. Cylindrenes Radius er 2 cm, gøres den større, finder man lavere Tal. *Rudeloff* har anvendt samme Metode, førend *Föppel* offentliggjorde den.

³⁾ Er Kuglens Diameter D og Indtrykkets Dybde og Diameter henholdsvis h og d , maales d som nævnt, hvorefter h beregnes af $\frac{1}{2}d^2 = h(D-h)$, og derefter den krumme Overflade af $O = \pi Dh$. Ved Beregningen af h gaar man altsaa ud fra, at Indtrykkets Krumningsradius er lig Kuglens, mens den i Virkeligheden er lidt større, da Kuglen faar en elastisk Deformation. Ved *Martens* Apparat (§ 189) maales derimod h direkte.

⁴⁾ For udglødet Jærn, hvis Haardhedstal er mindre end 175 (svarende til $S_t < \text{ca. } 6300 \text{ at}$), er Koefficienten henholdsvis 36,2 og 35,4, eftersom Kuglen er trykket ind i Valseretningen eller i Valseretningen, mens den for udglødet Jærn af Haardhed større end 175 er henholdsvis 34,4 og 32,4. For Jærn med under ½% C vil man, selv om Stykket ikke er udglødet, kunne benytte Koefficienterne med en gennemsnitlig Fejl af kun 4,4%.

Kuglens Radius er som nævnt 0,5 cm, bruges en mindre Kugle, findes større Haardhedstal og omvendt. Variationen er dog lovmæssig, saaledes at man ved at multiplicere Haardhedstallet med den 5te Rod af Kuglens Radius kommer til en konstant Størrelse.

Det konstante Forhold mellem Haardhedstal og Trækstyrke er kun tilfældet hos Materialer, der kontraherer inden Bruddet, ikke hos skøre Stoffer som Støbejærn.

ningen σ : Hærdeligheden, der ses at være størst ved 0,78 % C. Haardhedstallet varierer med Temperaturen som vist paa Fig. 79; Kulfvæn gælder basisk Martinstaal med $S_1 = 3593^{\text{at}}$.

189. Martens har ændret Brinells Metode noget og bruger som Haardhedstallet det Tryk i kg, som skal til for at presse en Kugle med 5^{mm} Diameter 0,05^{mm} ned i Stoffet. Med et til dette Brug konstrueret Apparat har han fundet følgende Haardhedstal:

Nr.	Metalsort	Haardhedstal	Sammensætning
1	Tin	14	
2	Hvidt Lejemetal, langsomt afkolet	21	
3	Aluminium	25	83,1 Sn + 11,1 Sb + 5,4 Cu.
4	Magnium	26	
5	Hvidt Lejemetal, hurtig afkolet	26	
6	Antimon	27	som Nr. 2.
7	Fyrkasse-Kobber, udglødet ved 900°	30	
8	— — — — — 500°	43	
9	Støbt Messing	61	69,4 Cu + 27,1 Zn + 1,2 Sn + 1,1 Pb + 1,1 Fe.
10	Kobber udtaget af en Fyrkasse	81	samme Kobber som 7 og 8.
11	Leje-Rødgods, støbt i Sand	83	83,6 Cu + 16,0 Sn + 0,2 Zn + 0,07 Pb + 0,2 As.
12	Kulfattigt, blødt Staal	98	{ 0,07 C + 0,06 Si + 0,10 Mn + 0,010 P + 0,019 S + 0,015 Cu.
13	Leje-Rødgods, støbt i Kokil	136	samme Legering som 11.
14	Smedet Værktøjstaal	277	1,03 C + 0,26 Si + 0,19 Mn + 0,02 P + 0,03 S.
15	Værktøjstaal, ved 900° hærdet i Vand og derpaa anløbet ved en Temperatur af: ikke anløbet	6—700°	{ 0,95 C + 0,35 Si + 0,17 Mn + 0,012 P + 0,024 S.
16		500°	
17		400°	
18		275°	
19		200°	
20		100°	
21		2775	

d. Smedelighed.

190. Naar det smedelige Jærn opvarmes tilstrækkeligt stærkt, gaar det jævnt over i en dejgagtig Tilstand, i hvilken det let kan formes ved Smedning, Valsning, Presning o. s. v. i Modsætning til Støbejærn, der pludseligt smelter analogt med Stearin.

Smedeligheden er dog afhængig af Kulholdigheden, idet den aftager med voxende Kulindhold; Jærn, der skal undergaa store Formforandringer i glødende Tilstand, bør derfor være saa kulfattigt som muligt.

191. Opvarmning til Smedning maa ikke være stærkere eller mere langvarig end nødvendig. Hvis man nemlig hvidgløder Jærnet i lang Tid uden at bearbejde det, bliver det forbrændt.

Den forbrændte Tilstand har flere forskellige Facer. Den mildeste Form er den saakaldte Overhedning, der viser sig ved, at Jærnet paa Grund af den langvarige Glødning bliver storkornet og dermed koldskørt. Paa en Brudflade fremtræder Kornene da kantede eller bladede og med stærk Glans. Undertiden indskrænker Omdannelsen sig til de ydre Lag, thi Kornene begynder med at voxte sig store her, hvor Modstanden mod deres Udvikling er mindst. En saadan Overhedning kan f. Ex. finde Sted for Dampkedelpladers Vedkommende, naar de kommer i Glød paa Grund af Vandmangel.

Ved stærkere Overhedning vil enkelte af Jærnets Bestanddele smelte, efterhaanden flere og flere, og senere vil der udvikle sig Gasarter, der undviger og efterlader Hulrum.

Endelig kan der trænge smeltet Jærnmellemilte (Hammerskæl) ind i disse Hulrum, hvor det reduceres til Jærnforilte, der gør Jærnet rødskørt, saa det skilles ad, naar man smeder paa det.

Paa Grund af disse Forhold maa man ved Udgødning af smedeligt Jærn aldrig varme saa stærkt som til Svejsede¹⁾.

Den Temperatur, ved hvilken Jærnet bliver forbrændt, og som man derfor maa holde sig i en passende Afstand fra ved Udsmedningen, ligger des lavere; jo lavere Smeltepunktet, altsaa jo større Kulholdigheden er²⁾. For det kulfattige Svejsøjærn ligger den meget højt, og det bliver derfor vanskeligt forbrændt og i alt Fald kun i en mild Form, saa det kan regenereres.

Det forbrændte Jærn er nemlig ikke ødelagt, saalænge der ikke er trængt Jærnmellemilte ind i det; de mildere Former for Forbrændning kan fjernes ved forsigtig Udsmedning.

Ved meget langvarig (dagvis) Glødning kan det smedelige Jærn ligesom Støbejærn blive omdannet til **Brandjærn**, en skør, styrkeløs Masse, der, saalænge Omdannelsen ikke er trængt helt ind, ligger som en tyk Skorpe uden om den endnu højelige Kærne.

192. Et andet Forhold, som har Betydning ved Smedning, er Jærnets **Blaaskørhed**. Ved den Temperatur, hvor den blaa Anløbsfarve viser sig, er Jærnet overordentlig skørt, saa det næsten ingen Formforandring taaler. Smeder man paa det, mens det er i denne Tilstand, risikerer man, at det springer eller dog faar Revner, som, hvis de ikke opdages, kan give Anledning til pludselige Brud senere hen. Selv om Jærnet ikke faar synlige Beskadigelser, faar det en varig Skørhed, som imidlertid kan fjernes ved en Udgødning³⁾.

For at anskueliggøre Blaaskørhedens Natur har man foretaget følgende Forsøg: Af et 1^{cm} tykt Stykke Fladjærn af det blødeste, basiske Martinstaal blev der udtaget to Prøver lige ved Siden af hinanden, og i bægge udarbejdedes en Kærv. Det ene Prøvestykke blev højet om en Dorn med 1^{cm} Diameter, indtil det havde faaet en betydelig Bøjning. Derpaa blev det skaaret igennem vinkelret paa Kærven, og een af Snitfladerne blev poleret og ætset. Under Mikroskopet undersøgtes tre Punkter, eet lige ved Kærven, eet midtvejs og eet ved den indre Flade, alle liggende paa samme Radius. Ved en Forstørrelse af 365 Gange var den gennemsnitlige Udstrækning af Jærnkornene paa det

første Sted: 6,6 ^{mm} i radiær og 13,5 ^{mm} i tangentiel Retning
andet » : 11,1 » » » » 11,9 » » » »
trede » : 12,6 » » » » 8,3 » » » »

Det andet Prøvestykke højedes paa samme Maade, men ved en Temperatur af 260°; det knækkede omtrent strax, og en Maaling af Kornene lige ved Kærven viste en Udstrækning af 11,3^{mm} i radiær og 11,4^{mm} i tangentiel Retning, altsaa ingen Formforandring.

Paa Grund af disse Forhold maa man aldrig fortsætte med Smedningen, efter at Jærnet er hørt op at gløde; er Genstanden ikke færdig, maa den var-

¹⁾ Heyn har gjort Forsøg med meget rent, blødt Staal og paavist, at en Temperatur af 1100° kun taales i 6 Timer, ved længere Glødning blev det skørere og skørere, mens 14 Dages Udgødning ved en Temperatur mellem 700 og 800° ikke gjorde det skørt.

²⁾ Saaledes angives for svensk Staal:

Kulholdighed	0,40	0,65	0,90	1,10	1,30	1,40 %
Smedetemperatur	1000	950	900	850	800	750°

³⁾ i Følge Otrys og Bonets Undersøgelser.

mes paany. Blaaskørheden viser sig nemlig lige op til 500° i alt Fald ved Staalet, mens Svejsjærn endnu kan bearbejdes ved en noget lavere Temperatur uden at tage Skade; overhovedet er Svejsjærn ikke nær saa ømfindelig som Staal. Blaaskørheden forsvinder ved en Temperatur af 180° , men for at være paa den sikre Side foreskriver man ofte, at Jærnet ikke maa bearbejdes mellem 100° og tydelig Rødgldhede¹⁾.

193. Paa den anden Side maa Smedningen heller ikke ophøre for tidligt, thi naar Jærnet bliver overladt til sig selv ved en høj Temperatur, krystalliserer det ud i **store Korn** og bliver skørt, som ovenfor omtalt. Ved Smedningen eller Valsningen bliver denne Krystallisation stadig afbrudt, men naar man, som Valseværkerne undertiden gør af økonomiske Grunde, søger at fuldende Valsningen ved en saa høj Temperatur som muligt, løber man den nævnte Risiko.

194. Der har i det foregaaende nærmest været Tale om fejlagtig Behandling af Jærnet under Smedningen, men Jærnet kan ogsaa selv have Fejl, der gør det rødskørt og uskikket til Smedebrug.

Rødsjørheden bevirkes navnlig af et for stort Svovlindhold. Svovlet findes som Svovljærn (FeS). Er der kun en ringe Mængde tilstede, ligger det mellem Jærnkornene som spredte Smaaklumper; under Mikroskopet viser de sig som smaa, gule Pletter, der er runde i støbt Staal, aflange i valset; men er der meget Svovljærn, omgiver det Jærnkornene som en Hinde, der i normal Temperatur kitter dem sammen, men som i den Temperatur, hvor Jærnet smedes, smelter, saa Jærnkornene skilles ad. Hvor stor en Svovlmængde, der kan taales, afhænger af Jærnets Natur; Staal taaler væsentlig mere end Svejsjærn, des mere jo haardere det er. Staalet indeholder nemlig altid Mangan, og der dannes da Svovlmangan i Stedet for Svovljærn, og Svovlmanganet er i Rødgldhede plastisk og tager ingen Skade af Smedningen²⁾.

Rødsjørkørt Jærn kan ikke udvales til spinkle Profiler, fordi Jærnet skilles ad under Valsningen, men Jærnbanseskiner kan f. Ex. godt være rødsjøre, og selv om de tilsyneladende er sluppet godt fra Valsningen, kan de indeholde mikroskopiske Revner, der senere kan give Anledning til Brud. Svovlet findes hovedsagelig i Kærnestaalet, og herfra bør derfor Prøvestykkerne tages til Undersøgelse for Rødsjørhed.

Rødsjørhed kan foruden af Svovl ogsaa fremkaldes af for meget Jærnforsillet i det bløde Staal og formegen basisk Slagge i Svejsjærnet, idet saadan Slagge ikke bliver tilstrækkelig flydende ved Smedetemperaturen³⁾.

195. Til **Bedømmelse af Jærnets Smedelighed** anbefaler I. M. følgende Prøver:

Udsmedningsprøve (Fig. 75). Prøvestrimlernes Bredde tages tre Gange saa stor som Tykkelsen. De udsmedes med Hammerpennen, indtil Bredden eller

¹⁾ Jærnets større eller mindre Blaaskørhed kan undersøges ved Hjælp af en Bøjelighedsprøve ved en Temperatur af ca. 300° .

²⁾ Blødt Staal, der skal smedes, bør højst indeholde $0,05\%$ S og Svejsjærn højst $0,01\%$ Svovlmangan viser sig under Mikroskopet som blaa-graa Krystaller.

³⁾ Rødsjørkørt Jærn har en mørkegraa Farve med svag Glans og en traadet Struktur. Foruden de nævnte Stoffer forringer ogsaa Aluminium Smedeligheden, mens Kobber ikke gør Jærnet rødsjørkørt, i alt Fald kun i Forbindelse med Svovl.

Længden er bleven $1\frac{1}{2}$ —2 Gange større. Hammerpennen maa staa vinkelret paa den Retning, Udbredelsen skal ske i, og dens Afrundingsdiameter skal være 15 mm . Som Maal for Udsmedningsevnen opgives $100\frac{L}{l}$ eller $100\frac{B}{b}$, hvor L og B er den udsmedede Længde eller Bredde i det Øjeblik, der kommer Revner. For godt Materiale bør Udsmedningsevnen mindst være 150.

Stukkeprøve. Prøvelegemerne skal helst være Cylindre med Højden lig to Gange Diameteren. Højden smedes ned, indtil Cylindren revner i Kanten, og man opgiver Højdeformindskelsen i $\%$ af den oprindelige Højde. Stukkeprøver gøres hovedsagelig med Rundjærn til Nittebrug, og ved godt Materiale bør Højdeformindskelsen mindst være 67% .

Lokkeprøve. Prøvestykkernes Bredde bør være over 5 Gange Tykkelsen. De lokkes paa en Ambolt med et Stempel, hvis Diameter er lig Prøvestykkets Tykkelse, og man undersøger, hvor nær ved Randen Lokningen kan udføres, uden at der kommer Revner. Som Kvalitetsmaalestok bruges Forholdet mellem Prøvestykkets Tykkelse og den dobbelte Afstand mellem Hullets Rand og Prøvestykkets Kant.

Opdorningsprøve. Prøvestykkerne, hvis Bredde skal være ca. 5 Gange Tykkelsen, gennemhulles (i lys Rødgldhede) med en Lokhammer (Fig. 76), saaledes at Hullets Diameter omtrent er lig med to Gange Prøvestykkets Tykkelse. Derpaa drives Hullet op med en kegleformet Dorn, indtil der kommer Revner. Dornens Diameter skal voxes med 1 mm for hver 10 mm af Længden. Saafremt det er nødvendigt, maa Prøvestykket gentagne Gange opvarmes og Dornen afvexlende inddrives fra begge Sider for at undgaa skarpe Rande paa den ene Flade. Som Kvalitetsmaalestok bruges $100\frac{D}{d}$, hvor d og

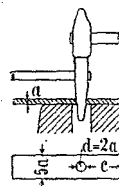


Fig. 76.

D er henholdsvis det oprindelige og det opdornede Huls Diameter. For godt Materiale bør Tallet mindst være 150.

196. Foruden disse Prøver bruges ogsaa Bøjelighedsprøver ved ca. 600° , og for Vinkeljærn til Dampkedelbygning foreskrives ofte en særlig Prøve, der bestaar i, at Fligene enten højes sammen eller rettes ud, indtil der kommer Revner; denne Prøve gøres med et 10 cm langt Stykke af Vinkeljærnet.

e. Svejselighed.

197. For de fleste Metaller er der en Temperatur, i hvilken de bliver klæbrige, saa at de kan svejses. Men for at Svejseligheden skal faa praktisk Betydning, maa den være til Stede indenfor Temperaturgrænser, der ikke er alt for snævre. Smedeligt Jærn svejses des lettere, jo mindre Kulstof det indeholder; findes der over 1% er det praktisk talt usvejseligt¹⁾. Det bløde Staal svejses vanskeligere end Svejsjærnet, da dets Svejsetemperatur ligger indenfor snævrere Grænser end Svejsjærnets.

¹⁾ Et større Siliciumindhold (over $0,3\%$) formindsker Svejseligheden, mens Fosfor forøger den. Jærn med 1% Nikkel lader sig temmelig godt svejse, men Svejseligheden aftager hurtigt med voxende Nikkelindhold.

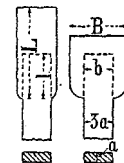


Fig. 75.

En Svejsning udføres ved at opvarme Stykkerne til stærk Glødhede¹⁾, lægge dem ovenpaa hinanden og smede dem sammen, efter at først Berøringsfladerne er bestrøede med et Flusmiddel, f. Ex. Sand, der forvandler det paa Overfladen dannede Jærnlite til en flydende Slagge, som presses ud ved Hammerslagene.

198. En godt udført Svejsning er lige saa stærk som et usvejst Sted, men da Godheden meget vanskeligt lader sig kontrollere, bør man som Regel være forberedt paa en **Styrkeformindskelse** ²⁾. Brudforlængelsen af en svejst Stang er altid mindre end af en usvejst, selv om Svejsningen er nok saa omhyggeligt udført, og **Sejghedens Forringelse** er ofte meget betydelig. Dette skyldes den stærke Opvarmning, hvorved Materialet er kommet i Nærheden af Smeltepunktet og altsaa (for Staalets Vedkommende) har nærmet sig til den Tilstand, hvori det var i Ingoten, inden den mekaniske Forædling fandt Sted. For at formindske den ved Ophedningen opstaaede Skørhed, maa Svejestedet derfor underkastes en kraftig Smedning.

Paa Grund af disse Forhold plejer man at forbyde Svejsning i Brokonstruktioner og lignende Steder, hvor et Brud kan medføre Ulykker. Hvor Svejsning ikke kan undgaaes, og hvor det er af Betydning at faa den godt udført, maa man hellere end at benytte blødt Staal bruge svensk Svejsjærn, og hvert enkelt Svejested bør besigtiges ved Modtagelsen.

199. Ved den saakaldte **autogene Svejsning**, der f. Ex. bruges til Udbejdning af Revner i Dampkedler, bliver Delene udsatte for en Stikflamme og smeltede sammen, uden at Svejestedet senere bearbejdes. Ved denne Behandling bliver Skørheden naturligvis særlig stor, og desuden kan der opstaa indre Spændinger paa Grund af den lokale Opvarmning. Saadanne Stykker bør derfor altid udglødes³⁾. Iøvrigt er selve Sæmsmeltingen ofte meget mangelfuldt udført, og man maa derfor være i højeste Grad varsom med at bruge autogen Svejsning og under alle Omstændigheder kun lade den udføre af øvede Folk⁴⁾.

200. I den senere Tid er nogle Fabrikker begyndt at anvende Svejsning paa et særligt Omraade, nemlig ved Fremstilling af vanskelige Formstykker. I Stedet for at lave dem som Jærn- eller Staalstøbegods, sæmsvejses de meget omhyggeligt af Plader, hvorved der ofte spares betydelige Beløb og opnåes andre Fordele.

201. Et Materiales **Svejselighed** kan **prøves** ved at svejse en Stang sammen af to kortere, idet man sørger for, at Tværsnittet paa Svejestedet bliver det samme som paa den øvrige Del af Stangen, og saa underkaste Slangen en Træk- eller Bøjelighedsprøve og sammenligne dennes Resultat med det usvejste Materiales. Men selvfølgelig er Prøvens Udfald ikke alene afhængig af Materialet, men ogsaa af Udførelsen.

¹⁾ Mens Svejsjærn gøres helt hvidglødende, bør Staal svejdes ved en Temperatur mellem Rød- og Hvidglødhede, højest ved begyndende Hvidglødhede. Opvarmningen bør foretages i en kraftig Ild, saa at Staalet kun behøver at være kort deri, og Svejsningen skal ske ved kraftige, rask paa hinanden følgende Slag, saa at Operationen er forbi, inden Staalet er blevet for koldt. Staal maa derfor helst svejdes under Damphammer. Se iøvrigt *Bauschingers* Svejsforsøg i Mittheilungen aus dem mechanisch-technischen Laboratorium in München, Heft XII.

²⁾ De tyske Byggeforskrifter for Dampkedler (1907) sætter Svækkelsen til 30%.

³⁾ Under Mikroskopet viser det smeltede Staal sig som Ferrit, mens det tilstødende Materiale, saafremt det er hærdeligt, er omdannet til Martensit. Ved Udglødning forsvinder Martensitten.

⁴⁾ Se de i Noten til Fig. 60 a nævnte Forsøg.

f. Styrke og Sejghed.

a. Den kemiske Sæmsætnings Indflydelse.

202. Af Jærnets forskellige Iblandinger har **Kulstoffet** størst Indflydelse paa Styrken og stor Indflydelse paa Sejgheden. Fig. 77 viser Resultaterne af

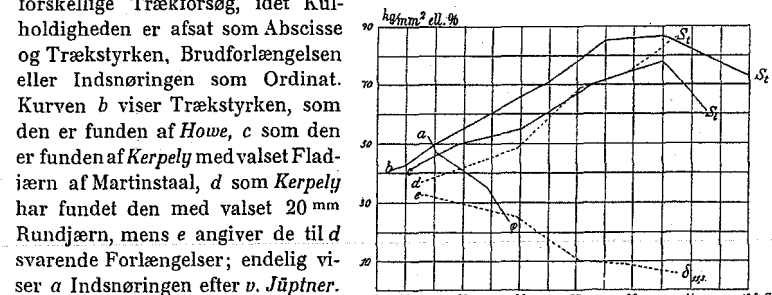


Fig. 77.

Som man ser, stiger Styrken jævnt med Kulholdigheden og har et Maximum ved 1% C, hvorpaa den atter aftager. Flydegrænsen varierer paa samme Maade¹⁾.

Det kulrige Jærns store Styrke har dog ringe Betydning for Teknikken, thi med Kulmængden voxer ogsaa Haardheden og Skørheden, mens Smedeligheden aftager; det kulrige Jærn er altsaa vanskeligt at tildanne og skørt under Brugen, og man undgaar det derfor saavidt muligt. Naar man anvender det, er det paa Grund af dets Slidfasthed og kun sjældent paa Grund af dets Styrke. I mange Tilfælde foreskriver man endog en Maximalstyrke for Jærnet og kasserer det, naar det er for stærkt, selv om Brudforlængelsen er som forlangt, saa hange er man for den Skørhed, der ledsager Styrken, og som kan give Anledning til pludselige Brud. Faren ved at bruge det stærke, kulrige Materiale er navnlig stor, naar det skal bearbejdes varmt, hvorved det tilfældig kan blive udsat for en Hærdningsproces, der forringer den oprindelige Sejghed. Denne Fare er dog kun tilstedet hos Staalet, for Svejsjærn foreskrives aldrig nogen Maximalstyrke.

Ved Fremstilling af Staal, der baade skal være stærkt og sejgt, bruges en **Nikkeltilsætning** som omtalt i § 156.

203. I Modsætning til den Skørhed, Kulstoffet fremkalder, og som er en normal Egenskab hos Jærnet, staar **Koldskørheden**, der skyldes et for stort Fosforindhold, hvilket altid er en Fejl. Fosforrigt Jærn kan være lige saa skørt som Støbejærn overfor Stød og Slag; det springer uden Deformation, og Brudfladen er lys med slærk Glans og viser store, flade, skællede Korn. Stødene behøver ikke at være særlig stærke, talrige smaa Stød kan frembringe den

¹⁾ Staalets Styrke kan derfor tilnærmelsesvis udtrykkes som en Funktion af Kulstofprocenten, c, naar denne er under 1%; saaledes angives for svensk udglødet Staal:

$$FG_c = 1600 + 2200 c \text{ at} \quad S_c = 2700 + 4800 c \text{ at} \quad \delta = 39 - 30 c \text{ \%}$$

og naar Staalet ikke er udglødet:

$$FG_c = 1400 + 3600 c \text{ at} \quad S_c = 2600 + 7500 c \text{ at} \quad \delta = 37 - 33 c \text{ \%}$$

samme Virkning. Ogsaa af kold Lokning og lignende voldsom Paavirkning beskadiges fosforrigt Jærn langt mere end fosforfattigt¹⁾.

Svejsjærn kan taale væsentlig mere Fosfor end Staal uden at tage Skade, og Fosforskørheden træffes derfor hyppigst hos Staalet. Blødt Staal, der er fremstillet ved een af de basiske Processer, er altid mindre koldskørt, end naar det er fremstillet ved en sur Proces. For det svenske Staals Vedkommende behøver man dog ikke at frygte Koldskørhed, selv om det er fremstillet surt.

Fosforindholdet kan bestemmes ved en kemisk Analyse, der dog som Regel ikke udføres for Bygningsjærnets Vedkommende, men kun for Jærnbaneskinner og Genstande, der ligesom disse er udsatte for Slag²⁾.

Koldskørhed kan foruden af Fosfor ogsaa fremkaldes af et for stort **Svovlindhold**, idet der, som omtalt under Rødsjørhed, udenom Jærnkornene danner sig Hylstre af Svovljærn, der er et skørt Stof. Ligeledes vil de mulige Revner, der rødsjøre Jærn har faaet ved Valsningen, bevirke Koldskørhed.

204. Man har undertiden bemærket, at Staaltraadstove, der benyttes i Gruber med surt Vand, blev skøre, og det samme gælder Staaltraad, der syrebejtes for at fjerne Glødskaal. Denne saakaldte **Beiteskørhed**, der navnlig optræder ved kulrigt Staal, skyldes **Brint**, som legerer sig med Jærnet. Ogsaa Jærn, der udglødes i en utæt Gasovn, kan optage Brint, der atter undviger, hvis Jærnet afkøles langsomt, men derimod bliver i det og gør det skørt, hvis Afkølingen sker pludseligt. Brinten forringer Bøjeligheden, mens Trækstyrken ikke paavirkes. Den uddrives ved Opvarmning eller længere Tids Lagring³⁾.

β. Fremstillingsmaadens Indflydelse.

205. Fremstillingsmaaden har Indflydelse paa den kemiske Sammensætning og derigennem paa Styrken. **Svejsjærnet** indeholder altid Slagge, og selv det bedste Svejsjærn kommer derfor vanskeligt op over en Trækstyrke af 4000^{at}, mens blødt Staal af samme Kulholdighed er en Del stærkere.

Men ogsaa indenfor Staal af samme kemiske Beskaffenhed kan Fremstillingsmaadens Indflydelse mærkes. Den østrigske Ingeniør- og Arkitektforening har antillet en meget omfattende Række Forsøg til Sammenligning af **Thomasstaal** og **Martinstaal** af ens Sammensætning med det Resultat, at naar Trækstyrken

¹⁾ Fosforets Virkning voxer med Kulindholdet og er langt større, naar Jærnet er pludseligt afkølet, end naar det er langsomt afkølet. Nedenstaaende Forsøg er gjort med Svejsjærn af forskelligt Fosforindhold. Af hver Sort blev eet Stykke afkølet i Luften, et andet i Vand af 20°, fra en Temperatur af 1100°.

Ph %	Jærnets Tilstand	S _t ^{at}	δ %	φ %
0,02	Udglødet	3720	31,5	55
	Hærdet	4540	20,7	53
0,65	Udglødet	4300	15,0	16
	Hærdet	2600	0,3	0
0,74	Udglødet	4400	20,0	36
	Hærdet	660	0,0	0

²⁾ I blødt Staal til Byggebrug bør der højst være 0,1% Ph, og er Konstruktionen udsat for Stød og Slag højst 0,08% Ph; de danske Statsbaner modtager ikke Skinner med over 0,075% Ph. I blødt Staal til Dampkedler bør der højst være 0,04% Ph. Svejsjærn kan derimod taale op imod 0,4% uden at tage Skade. Fosforet findes opløst i Ferritten, der farves des stærkere af Syrer, jo større Fosforindholdet er. Ogsaa Silicium, Mangan og Aluminium formindsker Sejheden. I Bygningsjærn maa der ikke være over 0,1% Si og 0,5% Mn. Manganrigt Jærn kan være saa skørt, at det kan pulveriseres i en Morter.

³⁾ En Opvarmning til ca. 200° er i Reglen tilstrækkelig til at fjerne Beiteskørhed, hvorved denne kendes fra anden Skørhed.

var den samme, var ogsaa Brudforlængelsen, Indsnøringen og Bøjeligheden ens, saafremt denne sidste bestemtes med ukærvede Strimler. Derimod var Martinstalets Modstandsdygtighed overfor statiske Bøjelighedsprøver med skarpt indkærvede Stænger og overfor dynamiske Bøjelighedsprøver med rundt indkærvede Stænger dobbelt saa stor som Thomasstalets¹⁾.

Iøvrigt staar Svejsjærn sig endnu bedre end Martinstaal overfor dynamiske Bøjelighedsprøver med indkærvede Stænger.

206. At Svejsjærn forbedres ved gentagne **Udvalsninger** er tidligere nævnt, og det samme gælder Staalet. Jo mere Ingoten udsmedes eller udvalses, des mere forsvinder den oprindelige, storkrystallinske Struktur, des tættere og homogenere bliver Materialet, og baade Styrke og Sejhed stiger derved²⁾.

Naar Materialet udvalses til meget spinkle Profiler, vil Sejheden dog som Regel lide derunder. Fig. 78 viser saaledes Resultaterne af nogle Forsøg, *Oswald Meyer* har udført med Rundjærn af forskellig Diameter, alle udvalsedes af samme Charge Thomasstaal³⁾. Man ser, at Brudgrænsen og navnlig Flydegrænsen voxer med aftagende Diameter, mens Forlængelse og Indsnøring forholder sig omvendt. Arbejds- evnen er derimod konstant, saa nogen Forædling af Materialet er der ikke Tale om.

Grunden hertil maa søges i den Temperatur, ved hvilken Valsningen sker. Brudgrænsen og navnlig Flydegrænsen hæves nemlig des mere, jo koldere Jærnet er ved den sidste Valsning, og Sejheden følger den samme Lov⁴⁾, men kun ned til en vis kritisk Temperatur, under den vil Styrken stige, men Sejheden aftage. Da spinkle Profiler afkøles hurtigere end svære, kommer de let ned under den kritiske Temperatur, inden de er færdige, mens svære Profiler ofte forlader Valserne i meget varm Tilstand. Den bedste Kvalitet findes derfor som Regel i middelstore Profiler, naar disse da ikke har en særlig vanskelig Form, der sinker Valseprocessen.

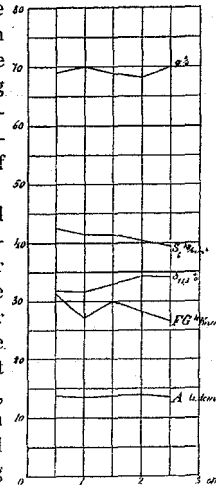


Fig. 78.

γ. Virkning af kold Bearbejdelse.

207. Jærnets Egenskaber afhænger ikke alene af Fremstillingsmaaden og den kemiske Sammensætning, men tillige af de Paavirkninger, det efter Fabrikationen har været udsat for.

En Belastning **under Proportionalitetsgrænsen** medfører som Regel en lille blivende Formforandring, men er praktisk set uden Betydning, derimod vil en Belastning **mellem Proportionalitets- og Flydegrænsen** hæve den første og des mere, jo højere Paavirkningen var. En Belastning **mellem**

¹⁾ Paa Basis af disse Forsøg anbefales det at underkaste blødt Staal til Brobygning en Bøjelighedsprøve ved Hjælp af Længdestrimler, der paa Høvlmaskine er forsynede med en vinkelformet Kerv paa 60° og af Dybde mindst lig $\frac{1}{10}$ af Strimlens Tykkelse. Disse Prøvestænger skal kunne taale at bøjes 25° omkring en Dorn, hvis Diameter er lig den 3dobbelte Stangtykkelse, uden at faa gennemgaaende Tværrevner.

²⁾ Saaledes fandtes for en ubearbejdet Ingot $S_t = 4000^{at}$, $\delta = 5\%$, og efter at Ingoten var udsmedet under Damphammer: $S_t = 5000^{at}$, $\delta = 15\%$.

³⁾ Baumaterialienkunde 1905, Side 358.

⁴⁾ Hvis Ingoten udvalses i overhedet Tilstand, bliver Brudforlængelsen mindre end normalt.

Flyde- og Brudgrænsen vil fuldstændig forstyrre Ligevægtstilstanden, saa at der kan gaa Aar, før den atter bliver stabil, og man maa derfor skelne mellem Flydningens øjeblikkelige og dens endelige Virkninger. Den øjeblikkelige Virkning er at Proportionalitetsgrænsen synker stærkt, ofte til Nul, mens Flydegrænsen hæves op til Paavirkningens Værdi, men i Tidens Løb hæver bægge Grænser sig op over denne Værdi, og Brudstyrken stiger¹⁾.

Den øjeblikkelige Hævning af Flydegrænsen viser sig, naar man indspænder en Jærtraad i en Skruestik og bøjer den ved et Tryk paa dens fri Ende. Det højdende Moment er størst paa Indspændingsstedet, og her bøjer Traaden sig, saasnart Flydegrænsen er naaet. Derved hæves Flydegrænsen, og ved Tilbagebøjningen vil Bøjningen (Flydningen) ikke ske, hvor Momentet er størst, men lidt længere ude, hvor Flydegrænsen har sin oprindelige Værdi.

Hvis enkelte Steder af en Trækprøvestang har været udsat for kold Behandling, vil disse Steder ofte blive synlige, naar Flydegrænsen naas, fordi de forlænger sig mindre end Omgivelserne. Indvalsede eller indstemplede Mærker og Firmanavne, der er blevne fjernede ved Afhøvling, kan saaledes atter træde frem, naar Flydegrænsen passerer.

208. Naar man gør **Trækforsøg med overtrukne Stænger** af samme Materiale, viser det sig, at de alle har faaet samme Proportionalitetsgrænse, lige-gyldigt om den oprindelig laa højt eller lavt, og samtidig er Styrken bleven større, men Sejgheden mindre. At Brudforlængelsen aftager, er en Selvfølge, saafremt Maalelængden afsættes efter Stangens første Flyden, altsaa efter at den har faaet en betydelig blivende Forlængelse, men selv om man regner denne med, med andre Ord: foretager en almindelig Trækprøve, som blot afbrydes, noget efter at Flydegrænsen er naaet, og tilendebringes efter en vis Hviletid, vil man finde en mindre Brudforlængelse (og større Styrke), end hvis Forsøget gøres i eet Træk.

209. Disse Forhold har stor **praktisk Betydning**, thi Jærnet kan ikke undergaa nogen kendelig, blivende Formforandring i kold Tilstand uden en mer eller mindre lokal Overskriden af Flydegrænsen, hvorved altsaa Styrken forøges, mens Sejgheden tager af²⁾. Ved de fleste Anvendelser af Jærnet er denne Sejghedsformindskelse farlig, men i enkelte Tilfælde drager man Nytte af den.

Ved en kold Overhamring af blødt Jærn kan man saaledes forøge dets Stivhed og Fjerkraft, og ved en kold Valsning af Axler, Stempelstænger og Skruespindler, bliver disse stivere mod Vridning og samtidig glatte, saa at man sparer Afdrejningen³⁾.

Ogsaa ved Kobber, Bronze og Messing viser det samme Fænomen sig, f. Ex. har *Uchatius* forøget Bronceanoners Styrke ved at udvide dem med en Dorn.

Virkningen paa Jærnet af kold Bearbejdelse kan være saa stor, at Flydegrænsen hæves næsten helt op til Brudgrænsen, og Virkningen er des større, jo haardere Jærnet er.

¹⁾ Allerede efter 24 Timers Forløb kan Flydegrænsens Hævning iagttages, og den fortsætter sig i Maaneder og rimeligvis Aar. Proportionalitetsgrænsen naar først efter flere Dages Hvile Paavirkningens Værdi. Ved Kobber, Zink og Bronze finder en lignende Hævning af bægge Grænser Sted.

²⁾ Ransome og andre har fundet, at man ved at sno en Jærnstang koldt kan forøge dens Styrke med indtil 53%.

³⁾ Saadanne Komprimerede Staalaxler krummer sig imidlertid, naar der udarbejdes en Kilegang i dem.

Den mest intensive kolde Bearbejdelse, som anvendes i Industrien, er den som Materialerne undergaaer, naar de trækkes til Traad, og den største Styrke, et Materiale kan opnaa, er derfor den, det har i Traadform¹⁾.

210. Den Styrke og Skørhed, Jærnet faar ved kolde Formforandringer, kan fuldstændig fjernes ved en **Udglødning**: en Opvarmning til ca. 700° med paafølgende, langsom Afkøling. En saadan Udglødning bruges ved Traadtrækning, naar Traaden er bleven for skør til at kunne trækkes videre, eller naar den færdige Traad ønskes blød og bøjelig, og overhovedet benyttes en Udglødning overfor alle Genstande, der ved Fremstillingen har mistet en større Del af deres Sejghed, end Hensynet til deres Anvendelse tillader²⁾.

211. Hvis den kolde Bearbejdelse er meget voldsom som ved **Lokning, Klipning og Mejsling**, bliver Materialet omkring det bearbejdede Sted overordentlig skørt og tilbøjelig til at revne, hvis det ikke allerede er revnet ved bearbejdelsen. Denne Skørhed gør ofte Ulykker; saaledes sprængtes 1904 en Petroleumskbeholder i Antwerpen, fordi Nittehullerne var lokkede; mens Materialet i Pladernes Midte var udmærket, viste Trækprøvestykker udtagne langs Nittesømmene kun den halve Styrke og omtrent ingen Forlængelse.

Det er hændt, at I-Bjælker med lokkede Huller i Flangerne er revnede ved blot at falde fra en ringe Højde, naar de læssedes af Vognen³⁾.

Virkningen af kold Bearbejdelse er større paa blødt Staal end paa Svejsejærn og voxer med Kulindholdet, men navnlig er **fosforholdigt** Staal overordentlig ømfindligt. Man har Exempler paa, at saadant Staal, der i normal Tilstand kunde bøjes betydeligt uden at revne, sprang næsten uden Deformation, fordi Prøvestrimlen var klippet i Kanten.

Skørheden strækker sig kun indtil et Par Millimeter fra det Sted, hvor Værktøjet har arbejdet, og forsvinder, hvis det paagældende Materiale fjernes.

212. Ved vigtige Konstruktioner som Broer, Dampkedler og lignende maa man derfor aldrig anvende saadan voldsom, kold Bearbejdelse uden bagefter at fjerne det beskadede Materiale i en Dybde af mindst 2 mm ved Høvling eller Fræsning, og Nittehullerne skal bores, ikke lokkes. Fra disse Forskrifter bør der kun afviges ved uvæsentlige Konstruktionsled f. Ex. Fyldplader⁴⁾.

Ved Tildannelse af Prøvestænger maa man naturligvis omhyggeligt undgaa enhver Virkning af denne Art.

Tror man, at der er sket Forsømmelser med Hensyn til slige Forskrifter,

¹⁾ Blødt Staal, der har været paavirket op over Flydegrænsen, opløses lettere af fortyndet Svovlsyre end ikke overanstrengt Staal (§ 43). Traadtrækning uden Udglødning forøger Oploseligheden meget stærkt, og Forøgelsen er i Begyndelsen omtrent proportional med Længdeforøgelsen, indtil denne har naaet ca. 300%, derefter stiger Oploseligheden kun svagt. Ved Udglødning fjernes Forskellen i Oploselighed atter, og en Opvarmning til kun 100° kan tydelig mærkes. Da en blivende Forlængelse af blot 2% paavirker Oploseligheden, vil denne sikkert kunne give Oplysning om, hvorvidt et Konstruktionsled har været overanstrengt eller ej. Stukning paavirker Oploseligheden paa samme Maade som Strækning (*E. Heyn & O. Bauer*: Der Einfluss der Vorbehandlung des Stahls auf die Löslichkeit gegenüber Schwefelsäure; u. s. w. Mitteilungen aus dem K. M. A. 1909, S. 57. En god, sammentrængt Oversigt findes Side 132, Stykke 16 og 17).

²⁾ Bach fandt ved Forsøg med en Kulsyreflaske af Martinstaal, der ikke var bleven udglødet efter Fremstillingen, og som derfor exploderede:

	S _t at	δ %	FG _t at
I Leveringstilstanden:	8429	4,8	utydelig, nær ved S _t
Efter Udglødning:	5770	22,5	3922

³⁾ Beton & Eisen 1908, S. 97.

⁴⁾ Undertiden tillades Lokning i ganske tynde Plader (under 7 mm).

kan det paavises ved en **Ætseprøve**, idet alt Materiale, der har været Genstand for en stærk Deformation i kold Tilstand, angribes stærkere af Syrer end de ikke overanstrengte Steder (§ 168 og 209)¹⁾.

δ. Virkning af Spændingsvariationer.

213. Undertiden sker der Brud paa Konstruktionsdele, uden at man kan paavise Aarsagen. Saadanne Brud sker uden Indsnøring med plan og storkornet Brudflade, selv om Materialet ved Trækprøver inden Anvendelsen har vist sig blødt og sejt. Man har derfor tænkt sig Muligheden af, at Jærnet forandrede sin Struktur og blev krystallinsk og skørt som Følge af de idelige Spændingsforandringer, der finder Sted i mange Konstruktioner. For at belyse disse Forhold har *Wöhler*, *Bauschinger* o. a. foretaget Varighedsforsøg med Jærnstænger, der Millioner af Gange bøjes frem og tilbage eller paa anden Maade belastedes og aflastedes, og det viste sig da, at man faktisk kan frembringe Brud ved tilstrækkelig mange Spændingsvariationer, selv om Grænse-spændingen er væsentlig lavere end Materialets almindelige Brudgrænse; man ved jo ogsaa fra det praktiske Liv, at man kan knække en Jærntraad ved at bøje den tilstrækkelig mange Gange frem og tilbage og en Stehøjernsklods ved gentagne Slag.

214. Hvor mange Variationer, der skal til for at fremkalde Brud, afhænger af de Spændinger, mellem hvilke Variationen sker. Er den laveste Spænding given, og er den ikke for stor, vil der dertil svare en højere Spænding, som kaldes **Arbejdsstyrken**, fordi der aldrig indtræder Brud, saalænge Maximalspændingen er lavere end den. Hvis derimod Maximalspændingen overskrider Arbejdsstyrken, vil der indtræde Brud, og jo stærkere Overskridelsen er, des færre Paavirkninger kræves der. Differensen mellem Minimalspændingen og den tilsvarende Arbejdsstyrke er des større, jo mindre den førstes numeriske Værdi er. Ved de fleste Varighedsforsøg har man søgt at bestemme Arbejdsstyrken svarende til Minimalspændingen Nul, den saakaldte **Udsvingsstyrke**, samt Arbejdsstyrken, naar Spændingen svinger mellem en positiv og en negativ Værdi af samme Størrelse, den saakaldte **Svingningsstyrke**. Exempelvis har *Wöhler* fundet, at Svejsjærn, hvis almindelige Brudgrænse var 3250 at, havde Udsvingsstyrken 2200 at og Svingningsstyrken 1170 at, mens *Bauschinger* ligeledes for Svejsjærn fandt Tallene 3480, 2000 og 1770 at, alt-saa ganske andre Forhold. Sammenholder man alle Forsøgene med smedeligt Jærn, bliver Udsvingsstyrken 0,55 og Svingningsstyrken 0,41 Gange den almindelige Brudstyrke.

215. Jo hurtigere Spændingen varierer, des farligere er det, men Hastighedens Betydning er ikke nærmere udforsket. Hvis Stængerne ikke er prismatiske, men har pludselige Tværsnitsforandringer, forringes Arbejdsstyrken meget betydeligt.

216. Saafremt Maximalspændingen ligger nær ved Materialets statiske Brudgrænse, faas Brud med **Indsnøring**, ellers faas ingen Indsnøring, men en plan eller uregelmæssig Brudflade. Ofte kan man se, hvor Bruddet er begyndt, idet Fladen er ligesom stranlet fra Brudpunktet og et Stykke ind i Stangen, mens den øvrige Brudflade har en anden Karakter. **Brudforlængelsen** varierer, men svarer omtrent til den Forhængelse, den samme Spænding vilde give ved et roligt Trækforsøg. Det kan saaledes kun være i selve Brudtværsnittet, at Formforandringerne udvikler sig indtil Brud.

217. Disse Forhold kan kun forklares ved Hjælp af de **blivende Formforandringer**. Naar Spændingen er saa stor, at Elasticitetens grænse ikke kan heves op til den, saaledes at der altsaa ved hver ny Belastning optræder ny blivende Formforandringer, saa maa Løgemet tilsidst brydes. De blivende Formforandringer skyldes som tidligere nævnt rimeligvis Forskydninger af de enkelte Jærnkorn i Forhold til hinanden samt Forskydninger i Smaaakryslers allersne Glide- eller Spalteflader. Skifter Belastningen nu mellem saa store Træk og Tryk, at Elasticitetens grænserne stadig overskrides, vil der foregaa en stadig Gliden frem og tilbage af den ene Flade paa den anden, indtil Sammenhængen sluttelig ophæves, og Bruddet sker langs disse Flader²⁾. At en Variation mellem Spændinger med samme Fortegn giver et lignende Resultat er vanskeligt at forstaa, men maa forklares paa en tilsvarende Maade, ialt Fald er det godt gjort, at Spændingsvariationerne ikke fremkalder nogen gennemgaaende Strukturforandring, thi Brudstyrkerne fra et Varighedsforsøg indsnører sig og forholder sig paa ganske normal Maade, naar de underkastes en almindelig Trækprøve. Man har ogsaa gjort Trækforsøg med Dele af en 40aarig Brø, uden at finde noget unormalt. Derimod har man ved stærkt anstrengte Dampkedelplader af Svejsjærn fundet en Formdelskelse af Brudforlængelsen paa 33—75%, efter 4—8 Aars Brug, men dette skyldes formentlig enten en Overskridelse af Flydegrænsen eller termiske Virkninger.

¹⁾ Ved at ætse afslidte Mønter kan man saaledes fremkalde et Billede af Præget (*Ingeniøren* 1909, S. 379).

²⁾ Jærn, der er overanstrengt paa denne Maade, viser under Mikroskopet efter Ætning Streger, der er parallele indenfor hvert enkelt Korn, men skifter Retning fra Korn til Korn. Disse Streger er Snit i Forskydningsfladerne, i hvilke Sammenhængen er løst, saa at Syren angriber stærkere. Disse Streger kan ogsaa fremkomme ved Lokning o. Ign., navnlig naar Materialet er storkornet som Følge af Overhedning.

e. Temperaturens Indflydelse.

Høje Temperaturer.

218. De første nøjagtigere Forsøg over Jærnets Styrke ved højere Varmegrader er udførte af Prof. *Martens* i Berlin¹⁾. Han gjorde Trækprøver med Martinstaal af tre forskellige Haardhedsgrader, og Resultaterne findes i hosstaaende Fig. 79 for det blødeste Materiale, der i udglødet Tilstand havde $S_t = 3840$ at og $\delta = 30,4$ %; de to andre forholdt sig omtrent paa samme Maade.

Man ser, at **Styrken** i Begyndelsen aftager med voxende Temperatur til et Minimum, der ligger ved 50°, men derpaa voxer stærkt og ved 250° naar et Maximum, der ligger 34 % over Styrken ved Stuetemperatur. Derfra falder den hurtigt og jævnt, og ved 375° havest atter den normale Styrke, ved 600° kun 1000 at. Disse Styrkeforhold er enestaaende for Jærnet; alle andre Metaller og Lelegeringer adskiller sig fra det derved, at Styrken med voxende Temperatur aftager mer eller mindre hurtigt uden først at stige som Jærnets.

Flydegrænsen falder jævnt med voxende Temperatur, men lader sig iøvrigt vanskelig bestemme ved Temperaturer over 300°, da den udviskes, og Arbejdslinien faar en jævn Krumning²⁾. Gaar man den modsatte Vej og gør Trækforsøg ved Temperaturer under Frysepunktet, saa bliver Flydegrænsen mere udpræget, ja haardt Staal, som ved normal Temperatur ingen Flydegrænse har, det flyder, naar Forsøget gøres i Kulde.

Proportionalitetens grænse er omtrent konstant indtil 200°, men aftager derpaa, først hurtigere saa langsommere.

Elasticitetskoefficienten synker jævnt med Temperaturen, men dens Forandringer er ikke store. Den Forlængelse, der svarer til en Spænding af f. Ex. 100 at, er altsaa ikke meget større ved 600° end ved Stuetemperatur. Først naar Temperaturen stiger over 600°, og Jærnet gløder, synker E_t rask³⁾.

Brudforlængelsen synker straks ned til et Minimum ved ca. 150° og stiger derpaa stærkt med Temperaturen.

Indsnøringen ses at forholde sig ganske omvendt af Styrken. Den har et Maximum ved normal Temperatur, men synker derpaa raskt og naar sit Minimum ved 300° for saa atter at stige meget hurtigt.

Virkningen af Temperaturens Stigning er altsaa i store Træk, at Materialet først bliver stærkt og skørt, senere svagt og sejt.

219. Disse Kurver giver en Forklaring af Jærnets **Blaaskørhed**. Den blaa Anløbsfarve viser sig som bekendt ved ca. 300°, og netop ved denne Temperatur ses Staalet at være paa sit skøreste Punkt, idet baade Forlængelsen og Indsnøringen er ganske smaa, mens Styrken har sit Maximum. Mange Axel-

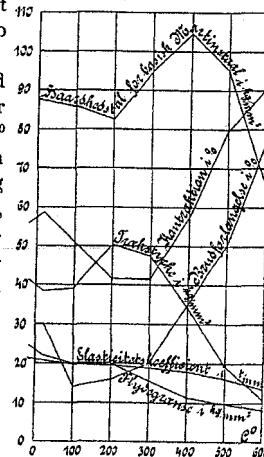


Fig. 79.

¹⁾ Mittheilungen aus den kgl. techn. Versuchsanstalten zu Berlin, 1890.

²⁾ For gamle Kedelplader har *Bach* fundet, at Flydegrænsen udviskes, allerede naar Temperaturen kommer op over 100—200°.

³⁾ Den elastiske Eftervirkning voxer med Temperaturen.

brud kan sikkert forklares ved, at Axlerne er løbne varme og blevne blaaskøre.

220. De her viste Forsøg er gennemførte paa almindelig langsom Maade; ved endnu langsommere Forsøg kommer man til samme Resultat, i alt Fald saalænge Temperaturen ikke overskrider ca. 300° ; hvis man derimod gennemfører Forsøget hurtigt, f. Ex. i ca. $\frac{1}{2}$ Minut, viser det sig, at alle Kurvene forskydes vandret til højre. Styrkens Minimum og Maximum beholder altsaa deres Størrelse, men de naaes først ved højere Temperaturer. Denne Forskydning voxer med Forsøgshastigheden, og ved Slag — der jo svarer til et meget hurtigt Forsøg — er Skørheden størst (3: Brudarbejdet mindst) ved en Temperatur af 475° altsaa ved begyndende Glødning, mens Brudarbejdet har et Maximum ved $150-200^{\circ}$ 1). Ved Hamring maa man derfor i endnu højere Grad end ved

140 % af Styrkstyrken ved Stuetemperatur

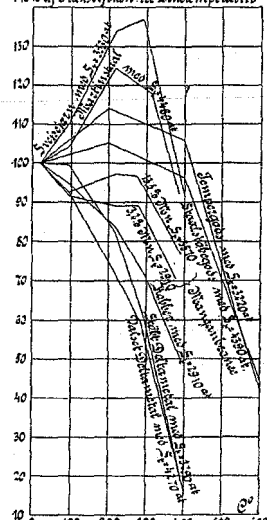


Fig. 80.

Presning og Valsning sørge for at afbryde Processen, inden Jærnet er blevet for afkølet.

221. Martens' Forsøg gaar kun til 600° ; lader man Temperaturen stige til 800° , altsaa Rødgloedehede, er Styrken ikke større end Bly og Tins 3: et Par Hundrede af.

222. Alt hvad der her er skrevet om Martinstaal, gælder lige saa godt for andet Staal, Staalstøbegods og Svejsjern. Naar man i Praxis har gjort den Erfaring, at Svejsjern er mindre blaaskørt end blødt Staal, maa det tilskrives Svejsjærnets senede Struktur, der modsætter sig Ud bredelsen af de Smaarevner, som opstaar ved Bearbejdelse i den blaa Varme. For alle de nævnte Materialer er Styrkens Variation (efter Rudeloff) angivet paa Fig. 80 i % af Styrken ved Stuetemperatur.

223. Der har foreløbig kun været Tale om Trækforsøg. Varmens Indflydelse paa Modstands evnen mod Tryk har navnlig Betydning for de Søjler, der bruges til Husbygning, og da smedeligt Jærn og Støbejern her konkurrerer med hinanden, har man foretaget sammenlignende Forsøg

for at afgøre, hvilke der først mistede deres Bæreevne i Varmen. *Bauschinger* har foretaget saadanne Forsøg med runde Støbejernssøjler og Smedejærnsøjler sammennittede af Profiljærn. De blev lagt vandret over et Baal og sammen trykkede i Længderetningen med en Belastning, der svarede til, hvad man vilde hyde dem i Praxis.

Smedejærnsøjlernes Modstandsevne ahang meget af Profilet, idet et korsformet Profil af 4 Vinkeljærn (Fig. 81 a), der kun var sammennittede paa enkelte Steder, meget hurtigt bøjedede sig ud til Siden, mens et lukket Profil som Fig. 81 b med fortløbende Nitterækker holdt sig længere. Udhøjningen skete i det seneste samtidig med den første svage Glødning, men i Reglen lidt før 600° og altid til den Side, hvor Ilden var, som Følge af

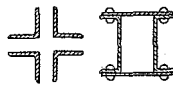


Fig. 81 a og b.

1) Disse Resultater er fundne ved indkærvede Staalstenger og er uafhængige af Kulindholdet og af Slagets Hastighed.

den stærkere Varmeudvidelse der. Sprøjtes der samtidig fra den anden Side, vil denne Virkning naturligvis forstærkes. Noget egentlig Brud indtraadte aldrig, der opstod ikke engang Ridser, men Bæreevnen mistedes omtrent ganske, saa de Konstruktioner, der understøttedes af Søjlen, maatte nødvendigvis styrte sammen.

Støbejernssøjlerne bevarede i langt højere Grad deres oprindelige Egenskaber, de bøjedede sig ganske vist ogsaa noget henmod Ilden, men ikke meget, ikke engang naar de glødede paa hele Længden, og man saa rettede en Vandstråle mod Midten 1). Der kunde ved denne Behandling opstaa Ridser, hvilket dog ikke altid skete, men selv om der kom betydelige Revner, vedblev Søjlen at bære sin Last, og ved Afkølingen rettede den sig ud igen og var efter Forsøget fuldkommen retliniet.

224. Varmeudvidelseskoefficienten er størst for Svejsjern, derefter kommer blødt Staal, haardt Staal og Støbejern. Kaldes Udvidelseskoefficienten for k , vil en Stang af Længde l ved at opvarmes fra 0 til t° forlænge sig et Stykke $\lambda = kt$, hvor k dog ikke er helt konstant, men noget voxende med Temperaturen, som efterfølgende Tabel 2) viser:

Materiale:	$k \cdot 10^6$	Gyldig
Alm. Støbejern til Maskiner	0,9794 + 0,000566 t	0-500°
Særlig godt Støbejern	0,9816 + 0,000611 t	0-500°
Haardt Staal	1,1181 + 0,000526 t	0-500°
Blødt Staal	1,1475 + 0,000530 t	0-500°
Svejsjern	1,1691 + 0,000470 t	0-500°
Kobber	1,6070 + 0,000403 t	0-625°
Bronce	1,7044 + 0,000434 t	0-500°
Messing	1,7487 + 0,0008767 t	0-375°
Aluminium	2,3536 + 0,0007071 t	0-500°

Temperaturer under 0° .

225. Som ovenfor omtalt er det smedelige Jærns Styrke i normal Temperatur nær ved et Minimum. Ved lavere Temperaturer stiger Styrken atter, og denne Stigning fortsætter sig saa langt vor Viden gaar 3: til $+80^{\circ}$. Samtidig hæves Flydegrænsen og Elasticitetskoefficienten, mens Brudforlængelsen og Indsnørningen aftager, saa at alle Tegnene paa Skørhed er tilstede.

I kolde Egne kan denne Skørhed være meget generende. *Nansen* beretter, hvorledes Skædemederne sprang som Glas, naar han kom op i Kulden, og lignende Ingtagelser har man gjort paa Jærnbaneskinner. Man har f. Ex. en Statistik fra Kanada, i Følge hvilken der der falder 1 Skinnebrud om Sommeren paa 30-45 om Vinteren; dette skyldes sikkert for en Del, at Jorden er frossen og mindre elastisk, men at Skinnerne selv har en stor Andel i dette Forhold er direkte paavist ved Slagforsøg dels i normal Temperatur og dels i lav Temperatur.

226. *Rudeloff* har foretaget en hel Del Trækforsøg i lav Temperatur med følgende Resultater:

	t°	S_{at}	$\delta_{00} \%$	$\varphi \%$		t°	S_{at}	$\delta_{00} \%$	$\varphi \%$
Blødt Nittejern	-80	4270	23,8	32,6	Valset	-80	4620	26,2	60,9
	+20	3970	27,7	39,9		Thomasstaal til	-20	4550	29,5
Valset	-80	4520	23,4	61,9	Skibsbygning	+20	4340	30,2	61,3
	-20	4360	33,3	61,6		Valset	-80	4320	20,2
Martinstaal til Skibsbygning	-20	4360	33,3	61,6	Svejsjern til Byggebrug	-20	4160	21,7	32,7
	+20	4040	32,8	62,7			+20	4020	21,3

1) Kun naar Søjlerne havde Kuglelejer i bægge Ender og glødede paa hele Længden og blev besprøjtede energisk i Midten, bøjedede de sig saa stærkt ud, at de brækkedes. Omvendt forøgede en Indspænding af Enderne Modstandsevnen, navnlig mod Sprøjtning.

2) Det er aabenbart af stor Betydning i Ildebrandstilfælde, at Brandveesen saavidt mulig undgaar at sprøjte midt paa Søjlerne i længere Tid. (Mitth. aus dem Mechn.-techn. Laboratorium in München, Heft XII og XV.)

3) Se: Mittheilungen über Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens Heft 9, hvor de paagældende Materialers kemiske Sammensætning og Elasticitetsforhold ogsaa findes.

Staal med usædvanlig høj Brudgrænse og Elasticitetsgrænse¹⁾:

	EG _c	S _c	δ	φ
Pressecylindre	6100	10430	14.3	52
Bladffere (90 · 13 mm, hærdede i Olie og udglødede)	12300	17350	4.7	26
Tunger til Taagehorn (3.5 mm tykke, do. do.)	15830	17680	4.7	37

Staal med stor Slidfasthed:

Naturhaardt Digeelstaal bruges til Genstande, der skal være haarde, men paa Grund af deres Form og Størrelse ikke kan hærdes, f. Ex. Valser til Kornmøller				
Haardtstaal bruges til Gravemaskiner og Knusemaskiner	3920	7860	31	48.9
Specialstaal bruges til Skinner og Hjærtestykker, Spidsen af Hjærtestykker, Tungeskinner og Bandager, naar Sliddet er usædvanlig stort	5060	9770	11	20
Blødt Staal med eller uden Nikkel, hærdet ved Indsætning, bruges til Krumtapper og andre Tapper				

Staal, der vanskelig rustet:

Hertil bruges meget nikkelrigt Staal med stor Styrke og lav EG, og som ikke kan hærdes. Det anvendes til Skibsskruer, Skruebolte og Møtrikker, Ventilkegler, Axler til Centrifugalpumper, sømløse Rør til Skibskedler o. s. v.	2300	5660	45	69
	3710	6720	34	48.6

η. Tilladelige Spændinger.

230. Den tilladelige Spænding for smedeligt Jærn sættes højest forskelligt.

De tidligere omtalte Varighedsforsøg har vist, at naar Jærnet er underkastet Spændingsvariationer, brydes det lettere, end naar Belastningen er konstant, og i Overensstemmelse hermed varieres den tilladelige Spænding ofte med Belastningens Karakter. Imidlertid er Forsøgene saa faatalrige og indbyrdes uoverensstemmende, at der har kunnet bygges højest forskellige Systemer op paa dem. Af disse skal her kun *Bachs* omtales; øvrigt henvises til den tekniske Elasticitetshæft.

Bach anser følgende Spændinger for tilladelige, naar Belastningen er hvilende.

	Træk	Tryk	Bøjning	Forskydning	Vridning
Svejsjærn ²⁾	900	900	900	720	360
Blødt Staal ³⁾	900—1200	900—1200	900—1200	720—960	600—840
Haardt Staal ³⁾	1200—1500	1200—1500	1200—1500	960—1200	900—1200
Fjerstaal, hærdet ⁴⁾			7500		6000
Staalstøbegods	600—900	900—1200	750—1050	480—840	480—840

231. Naar Spændingen derimod skifter mellem Nul og en Maximalværdi, sættes denne til $\frac{3}{4}$ af de anførte Tal, og naar Spændingen skifter mellem to numerisk ligestore Værdier med modsat Fortegn (f. Ex. Træk og Tryk, eller Bøjning i modsatte Retninger), sættes den tilladelige Spænding til $\frac{1}{2}$ af Tabellens Værdier. For mellemliggende Spændingsvariationer interpoleres. Denne Lov for Variationen af den tilladelige Spænding er alene bygget paa *Wöhlers* Forsøg med Svejsjærn.

Der er her nærmest tænkt paa de idelige Spændingsvariationer, som forekommer i Maskiner. Ved Bjælker og lign. i Husbygningen er Variationerne langt sjældnere og langt mindre. Ligesom Maximalbelastningen — i Modsetning til hvad Tilfældet er i Maskinbygningen — kun sjældent indtræder, saa her kan man godt regne med de for rolig Paavirkning angivne tilladelige Værdier.

θ. Trækprøvelegemers Udtagelse og Tildannelse.

232. Ved Prøvning af Plader tages Prøvestængerne ved Kanterne i Længde- og Tværretningen; er Pladen utilskaaren, maa Stangen dog ikke tages af de yderste 30 mm⁵⁾.

Stang- og Profiljærn prøves sædvanligvis kun i Længderetningen, med mindre Profilet har en stor Udstrækning i Tværretningen. Udtages flere Stænger

¹⁾ Saadant Materiale egner sig ogsaa til Kuglelejer; man er her naaet til: PG_c = 6660, S_c = 20860 δ = 7.5, φ = 34.5.

²⁾ For særlig godt Svejsjærn kan Spændingen forøges med 33%.

³⁾ De høje Spændinger maa kun benyttes, naar man er sikker paa, at Staalet tilfredsstiller de almindelige Leveringsbetingelser for et godt Materiale.

⁴⁾ f. Ex. til Jærnbanevognsfjere.

⁵⁾ Ved man, hvilken Ende af Pladen der svarer til Ingotens Top, bør Prøvestængerne udtages der.

af samme Stykke, bør man tilstræbe at faa hele Tværsnittet repræsenteret, saaledes som Fig. 82 viser. Af I-Jærn bør Prøvestængerne først og fremmest tages i Flangernes Længderetning, dernæst paa langs og tværs af Kroppen og endelig paa tværs af Flangerne. Bestaar Leverancen af enkelte, meget store Stykker, maa eet eller flere af dem bestilles med saa stor en Overlængde, at Prøverne kan udtages.

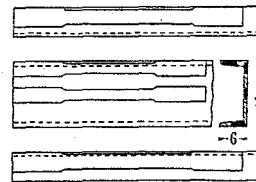


Fig. 82.

233. Som Regel ønskes Materialet prøvet i **Leveringsstilstanden**, og i saa Fald maa Prøvestængerne skilles koldt fra den paagældende Konstruktionsdel og, hvis yderligere Tildannelse er nødvendig, bearbejdes koldt ved Savning, Fræsning, Høvling, Drejning, Boring, Oprivning, Slibning eller Filing. Det arbejdende Staal maa ikke stoppe et Sted paa Maalelængden, da der derved kan fremkomme en Tendens til Brud paa Stoppestedet.

Er Prøvestængerne udtagne eller bearbejdede ved Klipping, Lokning eller Mejsling, skal der ved Savning, Fræsning, Høvling eller en af de andre ovenfor nævnte Arbejdsmaader fjernes 5 mm af Randene paa den prismatiske Del af Stangen.

Prøvestængerne skal være ganske lige; Prøvestrimler, der klippes af Plader, maa om fornødent hindres i at krumme sig ved at være spændte i en Presse. Skulde Krumning dog indtræde, eller tages Prøvestængerne fra krumme Stykker, maa de rettes koldt i en Presse eller med en Kohherhammer.

Prøvestængerne maa aldrig udglødes før Forsøget, med mindre der er truffet særlig Aftale derom (nemlig i Tilfælde, hvor Brugsstykket kommer til Anvendelse i udglødet Tilstand), og Udglødningen skal da ske ved ca. 800°, og den paafølgende Afkøling skal foregaa langsomt. I slige Tilfælde skal en eventuel Krumning rettes varm, idet man dog ikke maa gaa højere end til Kirsebærrødgødhede (ca. 650°), og bagefter skal den nysnævnte Udglødning foretages.

Saafernt man vil undersøge en Kedelplades oprindelige Egenskaber, efter at den er bearbejdet eller allerede indbygget, maa Prøvestængerne saavidt muligt tages fra saadanne Steder, der ikke ved Bearbejdelsen har faaet en uensartet Tykkelse, og som er forblevne plane. Er man henvist til at bruge et krumt Pladestykke, skal det fraskilles ved Boring og Mejsling eller med Rundsav, og alle de tidligere nævnte Forsigtighedsregler maa iagttages.

234. Prøvestængernes Styrke maa ikke overskride 50000 kg (Statsprøveanstaltens Maskines Trækkeevne), men øvrigt maa Tværsnittet heldt være stort.

Prøvestykker af **Rundjærn** kræver som Regel slet ingen Tildannelse, med mindre der skal gøres Spejlmaalinger paa dem; i saa Fald maa de afdrejes efter Fig. 20, Side 27. Denne Form maa det ogsaa anbefales at give Stænger af skørt Materiale, da man saa lettere undgaar Brud i Indspændingen. Hovedernes Diameter maa ikke overskride 40 mm (Statsprøveanstalten). Til Elasticitetsforsøg maa det anbefales at bruge Normalrundstænger (20 mm Diameter) forsaavidt ikke andre Hensyn gør sig gældende.

Flade Prøvestænger giver man samme Tykkelse som den Plade eller det Profiljærn, hvoraf de tages, og Bredden gøres 3—4 Gange saa stor (§ 52). Er Pladen meget tyk, fører denne Regel til for store Tværsnit, og Prøvestængen

udtages da paa Højkant, saaledes at dens Bredder svarer til Pladens Tykkelse, mens Tykkelsen gøres lig $\frac{1}{8}$ heraf; det kan da hænde (nemlig naar Materialet er meget stærkt eller Prøvemaskinen svag), at Tværnittet bliver urimeligt lille, i hvilket Tilfælde man maa se bort fra de nævnte Regler og vælge et mere kvadratisk Tværnsnit. Derimod skal der altid sidde Glødskal paa to af Stangens Sider, enten Bredsiderne eller Smalsiderne. Det maa i Reglen anbefales at forme Stængerne efter Fig. 20, men er Materialet blødt, kan Hovederne dog ofte undværes, og er Stangen udtaget paa Højkant, maa de undværes. Hovedets Tværnsnit maa ikke overskride 30 · 70 mm (Statsprøveanstalten).

g. Prøvning af Jærn til Bro-, Kedel- og Skibsbygning.

235. Det vil senere hen blive angivet, hvilke Fordringer man stiller til smedeligt Jærn, eftersom det skal bruges paa den ene eller den anden Maade, her skal kun nævnes, hvilke Prøver *det internationale Materialprøvningsforbund* tilraader at udføre.

Trækprøver udføres med alt Materiale.

Stukkeprøver udføres med alt Nittejærn og enten i rødvarmt Tilstand (Broer og Skibe) eller i kold Tilstand (Kedler).

Bøjeligheds- og Smedelighedsprøver udføres i Overensstemmelse med efterfølgende Tabel:

Materiale	Anvendelse	Materialets Tilstand ved Bøjelighedsprøven	Smedelighedsprøver	
Blødt Staal	Broer { Almindeligt . . . Nitter Plader Vinkeljærn ²⁾ . . . Nitter	koldt, blaavarmt, saaret ¹⁾ , koldt, blaavarmt, saaret,	hærdet hærdet hærdet hærdet hærdet	} Udsmednings- og Op- dorningsprøven
	Kedler			
	Skibe	koldt, rødvarmt, hærdet		
Svejseljærn	Broer { Almindeligt . . . Nitter Plader Vinkeljærn ²⁾ . . . Nitter	koldt, rødvarmt koldt, rødvarmt koldt, blaavarmt, rødvarmt koldt, rødvarmt		} Udsmednings- og Op- dorningsprøven
	Kedler			
	Skibe	koldt, rødvarmt		

Angaaende Prøvning af **Jærnbaneanmaterialer** og **Traad** se § 370 og § 311.

h. Jærnpriser.

236. De Jærnvarer, der omtales i denne Bog, sælges efter Vægt, og Prisen pr. Ton afhænger dels af Jærnets Kvalitet, dels af Omkostningerne ved at bringe det i den ønskede Form og dels af Transportudgifterne.

For de forskellige Valseværksprodukter noteres der gerne en **Grundpris** (der stadig svinger efter Markedet³⁾) for hver Kvalitet, og i denne Grundpris er Valsningen indbefattet, forsaavidt denne ikke volder særlig Vanskelighed. Er der derimod extra Ulejlighed forbundet med Fremstillingen, forøges Grundpri-

¹⁾ 3: indkærvet eller lokket.

²⁾ Det anbefales desuden at gøre den i § 196 nævnte Smedelighedsprøve.

³⁾ 3: eftersom Efterspørgslen (hvadenten denne skyldes virkeligt Forbrug eller Spekulation) er større eller mindre.

sen med en **Overpris**, der ligeledes angives pr. Ton. Jærnplader af en bestemt Kvalitet har saaledes en Grundpris, der gælder saalænge Pladens Vægt, Bredde og Areal ikke overskrider bestemte Grænser, der ligger des højere, jo tykkere Pladen er. Overskrides een af disse Grænser, eller er Pladen ikke rektangulær, maa der betales **Overpris**. Runde Plader er f. Ex. 20 % dyrere end rektangulære. Paa samme Maade gælder Grundprisen for Stang- og Profiljærn af en given Kvalitet kun op til en vis Længde, **Normal længden**, og for Rundjærn kun ned indtil en vis Diameter, paa tyndere Jærn er der **Overpriser**¹⁾.

237. Jærnets Pris forøges betydeligt, naar Jærnhandleren ikke kan dirigere Jærnet direkte fra Værket til Forbrugeren, men først skal tage det hjem paa sit **Lager**, og man maa derfor helst bestille Jærnet saa tidlig, at Værket kan faa Tid til at udvalde det²⁾. Det tyske Jærn kommer gerne herop med Skib; tager man det med Bane fordyres det lidt, men til Gengæld kan det leveres hurtigere³⁾, og det lider ingen Overlast, hvilket f. Ex. kan have Betydning for tyndt Rundjærn. Meget langt Jærn maa altid tages med Bane, da det ikke kan rummes paa Skibet.

238. For at give et Begreb om hvad Jærn koster, anføres efter *Joly: Technisches Aushkunftsbuch* 1908 Priserne i Reichsmark pr. 100 kg paa forskellige Jærnvarer i Tyskland:

	M.	M.
Rundjærn (16—60 mm)	14	Haardt Staal, smedet 28—30
l-Jærn	14	Bukkplader (< 1 m ²) 34
Riffelplader	15	Kedelplader af Svejseljærn 35—40
Plader til Brobygning 14—16		Staal til Maskinaxler (13—100 mm) 47
Kedelplader af blødt Staal 18		Staalstøbegods 46—95
Svejseljærnstraad (4—5 mm) 20—25		Digelstaalsplader til Værktøj 50—120
Forzinket Jærntraad (4,2 mm) 26		Raffineret Staal 60—120
Sort Bølgeblek (1 mm) 27		Hurtigdrejestaal 250—700

I Danmark er Prisen paa tysk Jærn undertiden lavere end i Tyskland, idet Værkerne, i Stedet for at trykke Priserne i deres eget Land, sælger deres Overproduktion billigt i de Lande, hvor de konkurrerer med andre Nationer.

3. Handelsformer og Leveringsbetingelser for smedeligt Jærn.

a. Stangjærn.

239. Stangjærn er Jærn, der er udvalset til mer eller mindre lange Stænger med et **simpelt Tværnsnit**. Dette kan være cirkulært (Rundjærn), halv-cirkulært, ovalt, kvadratisk (firkantet Jærn), rektangulært (Fladjærn), 6-kantet eller 8-kantet.

Det kan indeles efter Brugen i Smedejærn, Bygningsjærn, Nittejærn og Be-tonjærn.

240. Stangjærn leveres for Tiden hovedsagelig fra **Tyskland** og **Belgien**, en Del (næsten udelukkende Svejseljærn til Smedebrug f. Ex. til Hestesko og Hjulringe) dog ogsaa fra **Sverrig**, og meget lidt fra **England**.

Alt tysk og engelsk Jærn fremstilles i engelsk Maal (1" = 25,40 mm), Rundjærn dog ogsaa i Millimeter. Svensk Rundjærn leveres i svensk Maal (1" = 24,74 mm), fladt og firkantet svensk Jærn derimod i dansk Maal, naar svensk Maal ikke udtrykkelig forlanges.

¹⁾ Overprislisterne er dog ikke bindende for Valseværkerne, i Virkeligheden handles der i hvert enkelt Tilfælde om Prisen.

²⁾ Værkerne ligger som Regel kun med et ringe Lager og er naturligvis heller ikke altid i Stand til at paabegynde Valsningen strax, naar Bestillingen indløber, i alt Fald ikke i travle Perioder. En Leveringsfrist af 12 Uger vil som Regel være rigelig, for Rundjærn er 6 Uger ofte tilstrækkelig. Har Værket tilfældigvis det ønskede Jærn liggende, kan det leveres paa mindre end otte Dage.

Rundjærn fra Lager koster 25 % mere end Rundjærn fra Værk.

³⁾ Pr. Bane kan det leveres paa mindre end otte Dage, pr. Skib kan det undertiden leveres næsten lige saa hurtigt, men der gaar kun Skib en Gang om Ugen.

Det meste Stangjærn føres paa københavnske Lagere i tre Kvaliteter:

a: Tysk og engelsk blødt Staal (hyppigst tysk)

b: Tysk og engelsk Svejsjærn

c: Svensk Svejsjærn (Trækulskvalitet).

241. I disse Kvaliteter føres følgende Dimensioner af rundt og firkantet Jærn¹⁾:

$3\frac{1}{2}$, 4 , $4\frac{1}{2}$, 5 , $5\frac{1}{2}$, 6 , $6\frac{1}{2}$, 7 , $7\frac{1}{2}$, 8 , $8\frac{1}{2}$, 9 , $9\frac{1}{2}$, 10 , $10\frac{1}{2}$, 11 , $11\frac{1}{2}$, 12 , $12\frac{1}{2}$, 13 , $13\frac{1}{2}$, 14 , $14\frac{1}{2}$, 15 , $15\frac{1}{2}$, 16 , $16\frac{1}{2}$, 17 , $17\frac{1}{2}$, 18 , $18\frac{1}{2}$, 19 , $19\frac{1}{2}$, 20 , $20\frac{1}{2}$, 21 , $21\frac{1}{2}$, 22 , $22\frac{1}{2}$, 23 , $23\frac{1}{2}$, 24 , $24\frac{1}{2}$, 25 , $25\frac{1}{2}$, 26 , $26\frac{1}{2}$, 27 , $27\frac{1}{2}$, 28 , $28\frac{1}{2}$, 29 , $29\frac{1}{2}$, 30 , $30\frac{1}{2}$, 31 , $31\frac{1}{2}$, 32 , $32\frac{1}{2}$, 33 , $33\frac{1}{2}$, 34 , $34\frac{1}{2}$, 35 , $35\frac{1}{2}$, 36 , $36\frac{1}{2}$, 37 , $37\frac{1}{2}$, 38 , $38\frac{1}{2}$, 39 , $39\frac{1}{2}$, 40 , $40\frac{1}{2}$, 41 , $41\frac{1}{2}$, 42 , $42\frac{1}{2}$, 43 , $43\frac{1}{2}$, 44 , $44\frac{1}{2}$, 45 , $45\frac{1}{2}$, 46 , $46\frac{1}{2}$, 47 , $47\frac{1}{2}$, 48 , $48\frac{1}{2}$, 49 , $49\frac{1}{2}$, 50 , $50\frac{1}{2}$, 51 , $51\frac{1}{2}$, 52 , $52\frac{1}{2}$, 53 , $53\frac{1}{2}$, 54 , $54\frac{1}{2}$, 55 , $55\frac{1}{2}$, 56 , $56\frac{1}{2}$, 57 , $57\frac{1}{2}$, 58 , $58\frac{1}{2}$, 59 , $59\frac{1}{2}$, 60 , $60\frac{1}{2}$, 61 , $61\frac{1}{2}$, 62 , $62\frac{1}{2}$, 63 , $63\frac{1}{2}$, 64 , $64\frac{1}{2}$, 65 , $65\frac{1}{2}$, 66 , $66\frac{1}{2}$, 67 , $67\frac{1}{2}$, 68 , $68\frac{1}{2}$, 69 , $69\frac{1}{2}$, 70 , $70\frac{1}{2}$, 71 , $71\frac{1}{2}$, 72 , $72\frac{1}{2}$, 73 , $73\frac{1}{2}$, 74 , $74\frac{1}{2}$, 75 , $75\frac{1}{2}$, 76 , $76\frac{1}{2}$, 77 , $77\frac{1}{2}$, 78 , $78\frac{1}{2}$, 79 , $79\frac{1}{2}$, 80 , $80\frac{1}{2}$, 81 , $81\frac{1}{2}$, 82 , $82\frac{1}{2}$, 83 , $83\frac{1}{2}$, 84 , $84\frac{1}{2}$, 85 , $85\frac{1}{2}$, 86 , $86\frac{1}{2}$, 87 , $87\frac{1}{2}$, 88 , $88\frac{1}{2}$, 89 , $89\frac{1}{2}$, 90 , $90\frac{1}{2}$, 91 , $91\frac{1}{2}$, 92 , $92\frac{1}{2}$, 93 , $93\frac{1}{2}$, 94 , $94\frac{1}{2}$, 95 , $95\frac{1}{2}$, 96 , $96\frac{1}{2}$, 97 , $97\frac{1}{2}$, 98 , $98\frac{1}{2}$, 99 , $99\frac{1}{2}$, 100 , $100\frac{1}{2}$.

Som Regel valser man ikke Rundjærn tyndere end 4.5 mm, spinklere Dimensioner fremstilles ved Trækning og benævnes Traad. Undertiden valser man dog ned til 3 mm, men Produktet kaldes alligevel ofte for Traad.

For tysk Rund- og Firkantjærn er Normallængden 7 m, og Værkerne garanterer Tykkelsen med følgende Tolerancer¹⁾:

For Tykkelser indtil	25	50	100	over 100 mm
Største Afvigelse	± 0.3	± 0.5	± 1.0	± 1.5 mm

Løvrigt er den Nøjagtighed, hvormed Værkerne overholder Længde, Vægt og Tykkelse af Stangjærn, anført under Profiljærn (§ 256).

242. Fladjærn føres paa Lager med de i omstaaende Tabel angivne Dimensioner og Kvaliteter. Naar Bredden er over 152 mm (sjældnere 178 mm), fremstilles det ikke paa kalibrerede Valser, men paa et Universalvalserverk og kaldes da Universaljærn eller kantvalsed Plader, idet det kun adskiller sig fra Plader ved at have en glatvalset Kant; enkelte Værker fremstiller det 850 mm bredt, men de fleste gaar kun til 610 mm, da det, hvor større Bredder kræves, er billigere at bruge en Plade med afhøvlet Kant. De i Tabellen angivne kantvalsed Plader (152—762 mm brede) føres paa Lager i Længder indtil 18 Fod. For tysk Fladjærn garanterer Værkerne Bredden med en Tolerance af ± 1 mm, naar Bredden er under 100 mm, ellers med ± 1⁰/₁₀.

α. Smedejærn.

243. Det meste Stangjærn bruges i Smedierne og er da oftest Svejsjærn, mens blødt Staal anvendes, naar det ikke kommer an paa Svejselighed. Det føres paa Lager i ca. 4.7 m lange Stænger¹²⁾ og i de tidligere angivne Tykkelser. Dets Smedelighed og Svejselighed bedømmes rent praktisk, til Styrken stilles der sædvanligvis ingen Fordringer¹³⁾. Materialet er som Regel schlesisk eller westphalsk Svejsjærn, men naar Styrken er af væsentlig Betydning bruges blødt Staal, og til Kunstsmedearbejde bruges svensk Svejsjærn.

Svensk Martinstaal til Smedebrug føres paa Lager som runde Stænger af Tykkelse 1¹/₂, 1³/₈ og 1¹/₂" svensk, samt som kvadratiske Stænger med Sidelinie 2¹/₂, 2¹/₄, 2¹/₂, 3, 3¹/₂, 4, 4¹/₂ og 5" dansk.

Svensk Hesteskojærn føres paa Lager i Bredderne 1, 1¹/₁₆, 1¹/₈, 1¹/₄, 1¹/₂" dansk, og hver Bredder i Tykkelserne 3¹/₈, 7¹/₁₆, 1¹/₂, 9¹/₁₆ og 5¹/₈" dansk. Tysk Hesteskojærn (Svejsjærn) føres i de samme Dimensioner (dog i engelsk Maal) med Undtagelse af 1¹/₁₆" × 7¹/₁₆" og 9¹/₁₆" samt 1¹/₄" × 9¹/₁₆" og 7¹/₂".

β. Bygningsjærn.

244. Til Ingeniørkonstruktioner bruges foruden Rundjærn mest Fladjærn, f. Ex. til strakte Stænger, Lameller i Hoved og Fod af Pladejærnsdragere og til Kropplader i Dragere med ringe Højde. Ogsaa til Underlagsplader for Jærnbjelker bruges Fladjærn (Universaljærn) 6—18" bredt og 1/4—1" tykt (engelsk Maal¹⁴⁾).

¹⁾ Disse og senere Oplysninger om Lagerdimensioner er velvilligt meddelt mig af A.S. Sophus Berendsen.

²⁾ Kun firkantet og kun c. ³⁾ Ikke c. ⁴⁾ Kun rundt og kun c. ⁵⁾ Ikke c i firkantet. ⁶⁾ Ikke c i rundt. ⁷⁾ Kun b. ⁸⁾ Kun b i rundt og b og c i firkantet. ⁹⁾ Kun a. ¹⁰⁾ Kun a i rundt og a og c i firkantet.

¹¹⁾ Disse og senere Angivelser af tilladelige Afvigelser i Tværdimensioner er tagne fra nogle store Værkers Profilbøger; som Regel finder man i slige Bøger ingen Angivelse af, hvilke Forpligtelser Værkerne paatager sig udover Overholdelsen af Vægten.

¹²⁾ nemlig 14—16 Fod dansk.

¹³⁾ Verein deutscher Eisenhüttenleute skelner 1901 for saadant Stangjærn (Handelsjærn) mellem Svejsjærn af Nitte kvalitet med $S_t > 3600$ og $\delta_{118} > 18^{\circ}$ og Svejsjærn af Hestesko kvalitet med $S_t > 3500$ og $\delta_{118} > 15^{\circ}$.

¹⁴⁾ I københavnske Huse bruges saadanne Underlagsplader ofte ganske kritikløst, idet de gøres mindre end Bjelkens naturlige Lejefflade. I almindelige Bjelkelag kan Underlagsplader som Regel undværes, mens man ved store Tryk maa have dem, navnlig for at centrere Lasten.

Lagermaal paa Fladjærn.

a = Tysk og engelsk blødt Staal. b = Tysk og engelsk Svejsjærn. c = Svensk Svejsjærn (Trækulskvalitet).

Tommer	1/8	3/16	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2	9/16	5/8	3/4	7/8	1	1 1/8	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	
1 1/2	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
1 3/8	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
1 1/4	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
1 1/8	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
1	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
3/4	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
3/8	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
1/2	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
21/8	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
2 1/4	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
2 1/2	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
2 3/8	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
2 1/2	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
2 3/4	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
3	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
3 1/8	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
3 1/4	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
3 3/8	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
3 1/2	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
3 5/8	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
3 3/4	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
4	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
4 1/8	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
4 1/4	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
4 3/8	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
4 1/2	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
4 5/8	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
5	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
5 1/8	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
5 1/4	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
5 3/8	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
6	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
6 1/8	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
7	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
8	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
9	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
10	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
12	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
15	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
18	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
21	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
24	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
30	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c

Stangjærn til Jærnkonstruktioner forlanges altid af blødt Staal, med mindre det skal svejdes; i saa Fald bruges undertiden svensk Svejsjærn. Om Leveringsbetingelser se § 270—80, 286—88 og 291.

γ. Nittejærn.

245. Ved Nittejærn forstaas Rundjærn, der er særlig sejt og derfor egnet til Nittebrug.

Materialet er som Regel blødt Staal. Ved den langsomme Haandnitning og særlig til Monteringsnitter kan der dog være Grund til at bruge svensk Svejsjærn, da Nitningen i saa Fald kan paabegyndes ved en højere Temperatur, og

en eventuel Hamring paa Nitten efter at den er ophørt med at gløde ikke er saa farlig som ved Staalet¹⁾. Ved den hurtigere Maskinnitning kan man derimod lettere faa Nitningen fuldent ved den rette Temperatur, saa der bruges næsten altid blødt Staal.

Til Dampkedelnitter bruges samme Materiale som til Kedelpladerne af Hensyn til Rustdannelsen (§ 386), altsaa nu om Stunder næsten udelukkende blødt Staal.

Nitter gaar i Handelen med den ene Ende presset op til et Hoved, mens det andet dannes ved Nitningen. Store Forbrugere fremstiller dog selv deres



Fig. 83. Nitteformer.

Nitter. Fig. 83 viser forskellige Nitteformer; de indskrevne Maal er Multipla af Nitteskafnets Diameter. Nitterne *e*, *f*, *g* og *i* har et konisk Forbindelsesstykke mellem Skaft og Hoved, hvorved opnaas at dette mindre let springer af, naar Skafnet trækker sig sammen. Skal et fremstaaende Hoved undgaas, bruges de helt forsænkede Nitter *j* og *k*. Stilles der kun Krav til Nitningens Styrke, som ved Bronitter, gøres Hovedets Diameter lig $1,5d$ (*a*, *b*, *e*, *f*, *j*), skal Nitningen ogsaa være tæt, som ved Skibsnitter, gaar man op indtil $1,7d$ (*c*, *h*, *i*, *k*), og ved Dampkedelnitning bruges $1,8d$ (*d*, *g*)²⁾.

Nitteskafnets Diameter er 10, 13, 16, 20, 23 eller 26 mm. Tyndere Nitter lider saa meget ved Opvarmningen til Hvidglødhede (undertiden bliver de helt forbrændte), at man foretrækker at nitte koldt og bruge særlig blødt Staal; der kommer da ingen Spænding i Nitten, og skal Nitningen være tæt (f. Ex. ved Gasbeholdere), maa der mellem Pladerne indlægges Strimler af Lærred med Mønjekit.

Om Leveringsbetingelser for Nittejern, se § 270—79, 286—88, 291 og 303.

δ. Betonjern.

246. Rundjern til Jærnbeton kan faas i Længder indtil 18 m eller mer og i Tykkelser paa et hvilket som helst Antal hele Millimeter.

Paa københavnske Lagere findes det i Længder paa 5, 6, 7, 8 og 10 m, (undtagelsesvis 12 m) og i Tykkelserne 5³⁾, 6³⁾, 7, 8, 9, 10, 11⁴⁾, 12^{1/2}, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 27, 30 og 32 mm. Materialet er blødt Staal af den sædvanlige Kvalitet til Bygningsbrug⁵⁾.

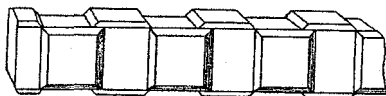


Fig. 84.

Knudejern (Fig. 84) er Firkantjern, der skiftevis er trykket sammen i den ene og den anden Retning, saa at Tværsnittet afvejlende er et staaende og et liggende Rektangel, hvorved Jærnet bedre kan faststøbes i Beton. Materialet er haardt Staal⁶⁾, og der garanteres $S_t = 6000$ at og $d_{11,3} = 10\%$, FG_1 er ca. 3500 at;

¹⁾ Saaledes foreskriver de danske Statsbaner, at der ved Haandnitning skal bruges fortrinligt Trækulsjern, og samme Materiale forlanges til Bolte, da Fremstillingen af Hovedet ellers volder Vanskelighed.

²⁾ Nitterne *a*, *d*, *h*, *k* fabrikeres af Jærnværket Reisholz i Düsseldorf-Reisholz, Nitterne *b*, *e*, *j* er tegnede efter A. Ostenfeld: Jærnkonstruktioner I, Nitterne *c*, *i*, *k* svarer til Germanischer Lloyd's Regler og er tegnede efter C. Hansen: Skibsbygning, Nitterne *f* og *g* er tegnede efter C. Bach: Maschinenelemente.

³⁾ 5 og 6 mm Rj. føres som Regel kun i 5, 6, 7 og 8 m Længde.

⁴⁾ For 11 mm Rundjern og derunder er der undertiden Overpris.

⁵⁾ Paa Bestilling leveres Jærnet i Længder paa et hvilket som helst Antal hele Centimeter (± 5 cm) uden Overpris.

⁶⁾ Undertiden udvælges Jærnene af gamle Jærnbanseskinner.

mod Overpris leveres det med $S_t = 7000$ at, $d_{11,3} = 15-20\%$ og $FG_1 = \text{ca. } 3800$ at¹⁾. Det udvælges med følgende Sideinier: 6,35, 8,47, 12, 16, 18, 20, 25 og 30 mm. Areal og Vægt (Tolerance: $\pm 5\%$) er som for alm. kvadratisk Jærn. Normal længden er 7,6 m, største Længde 18,3 m.

Kahnjern leveres med de i Fig. 85 viste 4 Profiler. Materialet er haardt Staal med $FG_1 = 30-3500$ at, $S_t = 45-5500$ at og $d_{m12} = 20\%$. Ved Jærnets Ender bliver de flade Ribber skaarne delvis løse og bøjed op under 45° (Fig. 86), saa at de danner en Slags skraa Bøjler, der er i fast Forbindelse med Armeringsjærnet paa et kort Stykke og derfor er langt virksomere end løse Bøjler, da de forhindrer en Glidning af Jærnet i Betonen. Se løvrigt *Ingeniøren* 1910, S. 214.

Profil Nr.:	I	II	III	IV
Tværsnit i cm ²	2,55	5,10	8,95	12,75
Vægt i kg/m	2,0	4,0	7,0	10,0



Fig. 86²⁾.

Vortejern er Rundjern, der er udvalset med smaa fremspringende Vorter, spredte over hele Overfladen. Det har samme Pris som almindeligt Rundjern.

b. Baandjern.

247. Baandjern er tyndt Fladjern, der sælges i store Længder sammenlagt til Bundter paa ca. 50 kg. Det leveres hovedsagelig fra Tyskland. Tykkelsen er 0,8—7 mm, og Bredden 10—32 Gange saa stor, sædvanlig 13—200 mm; det udvælges i Tyskland efter *Stubs Gauge*, sjældnere i hele Millimeter, i England efter *Stubs Gauge* eller *Birmingham Gauge* (se § 309). Det bruges f. Ex. til Tøndebaand, Pakkasebestag og Bøjler i Jærnbetonkonstruktioner. Til den sidstnævnte Anvendelse føres paa københavnske Lagere Dimensionen 80.2 mm samt ofte 20.1, 5 20.2, 30.1, 5, 40.2 og 40.3 mm³⁾, alt i blødt Staal.

c. Profiljern.

248. Ved Profiljern forstaaer man valsede Stænger af en mindre enkel Tværsnitsform end Stangjærnet. De fremstilles i Reglen af blødt Thomasstaalet, men naar der stilles særlige Fordringer til Materialet ogsaa af Martinstaalet.

I Tyskland, hvorfra Danmark tager omtrent hele sit Forbrug⁴⁾, har Valseværkerne opstillet en Række Normalprofiler for hver enkelt Tværsnitsform, og disse Normalprofiler er afbildede i »*Deutsches Normalprofilbuch für Walzeisen*«, hvor ogsaa deres Tværsnitsareal, Vægt pr. lb. m, Modstandsmoment, Inertimoment m. m. er regnet ud. Man finder i denne Bog alle de Størrelser, man har Brug for ved Dimensioneringen, og ved Bestillingen behøver man som Regel blot at opgive Profilet Nummer, der udtrykker Tværsnittets Hoveddimension i cm. Et Uddrag af disse Tabeller findes i *Hülte: Des Ingenieurs Taschenbuch*. De fleste af disse Profiler er valgte saaledes, at Jærnene nemt kan nittes sammen med andre og tillige er i Besiddelse af stor Modstand mod Bøjning⁵⁾.

Om Leveringsbetingelser for Profiljern se § 270—78, 291 og 302.

¹⁾ I Leveringsbetingelser bør man sikre sig, at FG_1 , S_t og d bestemmes ved Hjælp af ubearbejdede Stænger, og da Tværsnittet ikke kan maales nøjagtigt, bør man ikke opgive FG_1 og S_t i at, men i kg for hele Tværsnittet.

²⁾ Klicheén er velvilligt udlaant af Grosserer P. G. Munch.

³⁾ eller tilnærmelsesvis disse Dimensioner.

⁴⁾ det meste kommer fra Rhinlandene.

⁵⁾ I England har paa samme Maade *The British Standards Committee* opstillet Normalprofiler, men de er ikke trengt saa stærkt igennem som i Tyskland. Alle britiske Skinner og Staalbjælker bærer Fabrikantens Navn samt et Varemærke, der angiver Fabrikationsstedet: Normalprofilerne er desuden mærkede B. S. (British Standard).

249. Ligeformede Vinkeljærn (Fig. 87) har Fligenes Bredder til Profilnummer og udvales fra Nr. 1 1/2 til 8 med Spring paa 1/2 cm og fra Nr. 3 til 16 med Spring paa 1 cm. Nr. 1 1/2, 2 og 2 1/2 er 3 og 4 mm tykke, Nr. 3 og 3 1/2 er 4 og 6 mm tykke; alle de øvrige vales i 3 Tykkelser: $d, d + 2 \text{ mm}$ og $d + 4 \text{ mm}$; Minimumstykkelsen d er for Nr. 4—10 lig 1/2 b (Breedden), for Nr. 11—16 lig 1/3 b . Normal længden for Nr. 7 1/2 og større Profiler er 10 m, ellers 8 m.



Fig. 87.

Ved at forstille Valserne lidt, kan Værkerne levere Vinkeljærn, hvis Tykkelser ligger mellem eller udenfor Normalprofilernes. Vinkeljærn, hvis Flige danner en anden Vinkel end 90°, kan faas paa Bestilling. Paa københavnske Lagre føres saa godt som alle Normalprofilene og en Mængde unormale, deriblandt en hel Del smaa (under 8 cm brede) med alle sex Hjørner skarpkantede.

Maar uligeformede Vinkeljærn (Fig. 88) er Breedden af den korte Flig 2, 3, 4, 5, 6 1/2, 8 eller 10 cm, mens den lange Flig faas baade 1 1/2 og 2 Gange saa bred. Som Nummer benyttes begge Bredder adskilte ved en Brøkstreg (f. Ex. 6 1/2/10, 6 1/2/13). De udvales i to Tykkelser. Minimumstykkelsen er omtrent $\frac{b+B}{20}$, mens Maximumstykkelsen for Nr. 2, 3, 2 1/4 og 3 1/4 er 1 mm større, for de øvrige 2 mm større. Naar Nr. 10/15 og 10/20 undtages, føres de øvrige

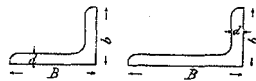


Fig. 88.

paa københavnske Lagre, i alt Fald i den mindste Tykkelse, sammen med en Del unormale Profiler.

250. Bredfligede T-Jærn (Fig. 89) har $b = 2h$ og faas med $b = 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 16, 18, 20 \text{ cm}$. Som Profilnummer bruges b/h . De vales kun i en Tykkelse, nemlig $d = 0.15h + 0.1 \text{ cm}$. Fligene hælder 2%.

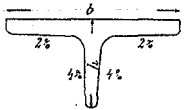


Fig. 89.

Smalfligede T-Jærn (Fig. 90) har $b = h$ og faas med $b = 2, 2 1/2, 3, 3 1/2, 4, 4 1/2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14 \text{ cm}$. Som Profilnummer bruges b/h . Baade Flige og Krop hælder 2%.

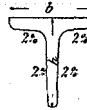


Fig. 90.

Alle de normale T-Jærn og en Del unormale (navnlige nogle, der er mindre end Normalprofilene) kan faas fra Lager.

251. Belægningsjærn eller Zores-jærn (Fig. 91) har Højden til Profilnummer, mens $b = 2h + 2 \text{ cm}$. De faas med $h = 5, 6, 7, 8, 9$ og 11 cm . Den vandrette Tyngdepunktsakse halverer Højden. Fig. 92 viser et særligt Profil, der kun vales af et enkelt Værk. Inertimomentet om den vandrette Tyngdepunktsakse er 541 cm⁴. Belægningsjærn bruges tidligere til svært belastede Brødæk og Etageudskillelser.



Fig. 91.

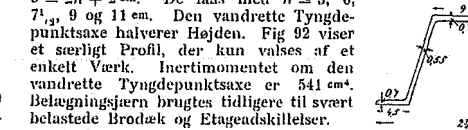


Fig. 92.

252. Z-jærn (Fig. 93) bruges navnlig til Aasc. Som Profilnummer benyttes Højden, og denne varierer fra 3 til 6 cm i Spring paa 1 cm og fra 8 til 20 cm i Spring paa 2 cm. $b = 1/2 h + 3 \text{ cm}$, $d = 0.035h + 0.3 \text{ cm}$, $t = 0.05h + 0.3 \text{ cm}$. De føres alle paa Lager.

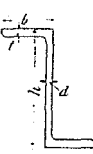


Fig. 93.

[-]jærn (Fig. 94) har Højden til Profilnummer og faas med $h = 3, 4, 5, 6 1/2, 8 \text{ cm}$ og derfra med Spring paa 2 cm op til $h = 30 \text{ cm}$, $b = 1/2 h + 2.5 \text{ cm}$. Fligene hælder 3%. Normal længden er 10 m. Er Højden under 200 mm, har den Lov at variere $\pm 2 \text{ mm}$, er den 200 mm eller derover, maa den variere $\pm 3 \text{ mm}$. Paa københavnske Lagre føres alle Numrene i alle Længder op til 12—14 m og desuden en Del ældre Profiler, der navnlig bruges til Jærnbanevogne.

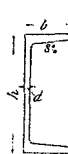


Fig. 94.

253. I-jærn eller dobbelte T-Jærn (Fig. 95) har Højden til Profilnummer, og h varierer fra 8 til 30 cm i Spring paa 1 cm, fra 30 til 40 cm i Spring paa 2 cm, fra 40 til 50 cm i Spring paa 2 1/2 cm og fra 50 til 55 cm i Spring paa 5 cm.

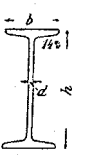


Fig. 95.

For $h \leq 25 \text{ cm}$ er $b = 0.4h + 1 \text{ cm}$ og $d = 0.03h + 0.15 \text{ cm}$
 for $h > 25$ er $b = 0.3h + 3.5 \text{ cm}$. $d = 0.036 h$.

Fligene hælder 14% og egner sig derfor ikke til Nitning. Normal længden er 12 m, den tilladte Højdefvigelse som for [-]jærn. Samtlige Profiler med Undtagelse af Nr. 55 føres paa københavnske Lagre i alle Længder op til 14—16 m; endvidere føres en Del unormalt bredfligede Profiler.

Naar I-jærn fremstilles af Svejsejærn (hvilket næppe bruges mer), er Kroppen gerne af noget ringere Kvalitet end Flangerne, idet baade Styrken og den procentiske Brudforlængelse er mindre (henholdsvis ca. 100% og 2%).

Af Vinkeljærn og Plader kan der sammennittes Dragere af lang ringere Vægt end de valsede og samme Bæreevne, men Arbejdet fordyrer dem saa meget, at deres Vægt kun maa være ca. 1/2 af de valsede, hvis der skal spares noget.

254. I de senere Aar finder nogle tyske, bredfligede Specialbjælker (Fig. 96) fra Differdengen stor Anvendelse baade som Dragere og Søjler. De udmærker sig ved deres i Forhold til

Højden store Bæreevne og Sidestivhed, samt ved at Fligenes Hældning kun er 9%. De vales i samme Højder som Normalprofilene fra Nr. 18 opefter, dog findes Nr. 19, 21 og 23 ikke, men til Gængdel Nr. 60, 65, 70 og 75. De adskilles fra Normalprofilene ved at sætte et B efter Nummeret. Indtil Nr. 30 B incl. er $b = h$, for de større Profiler derimod b konstant lig 30 cm. Normal længden er 12 m, men samtlige Profiler leveres indtil 26 m lange. Nr. 50 B og lavere Numre kan faas fra københavnske Lager som Regel i alle Længder op til 15—16 m.

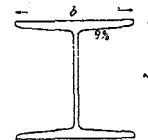


Fig. 96.

De udvales paa et Slags Universalvalseværk, og Materialet maa være meget seigt for at kunne taale Valsningen; Brudforlængelsen er derfor stor, mens Trekstyrken ikke altid er oppe paa de garanterede 3700 at. Ved Forsøg med Bjælker fra københavnske Lager fandtes $S_t = 3540-3850 \text{ at}$ og $d_{1,3} = 27.5-30 \%$; 25 mm tykke Strimler kunde bøjes fladt sammen uden at faa Revner. Den kemiske Sammensætning kan f. Ex. være: 0,56% Mn, 0,07% Ph, 0,08% C.

De engelske Normalprofiler af I-Jærn (§ 248) fremstilles af basisk Martinstaal med $S_t = 4400-5030 \text{ at}$, $d = 20 \%$ paa 8" engl. og $d = 40 \%$. Vægttolerancen er $\pm 2 1/2 \%$, Længdetolerancen $\pm 1 \%$ engl., mod Overpris $\pm 1 1/2 \%$. Dimensionerne fremgaar af følgende Tabel. Flangernes Hældning er kun 8%.

B. S. B.						B. S. B.					
Nr.	Højde	Breedde	Krop-tykkelse	Flange-tykkelse	Vægt	Nr.	Højde	Breedde	Krop-tykkelse	Flange-tykkelse	Vægt
mm	mm	mm	mm	mm	kg/m	mm	mm	mm	mm	mm	kg/m
1	76	38	4,1	6,3	5,6	18,1	16	229	178	14,0	23,5
2	76	76	5,1	8,4	12,7	41,4	17	254	127	9,1	14,0
3	102	45	4,3	6,1	7,4	30,1	18	254	152	10,2	18,7
4	102	76	5,6	8,5	14,1	61,7	19	254	203	15,2	24,6
5	121	45	4,6	8,3	9,7	46,7	20	305	127	8,9	14,0
6	127	76	5,6	9,6	16,4	89,3	21	305	152	10,2	18,2
7	127	114	7,4	11,4	26,8	149	22	305	152	12,7	22,1
8	152	76	6,6	8,3	17,8	111	23	356	152	10,2	17,7
9	152	114	9,4	10,9	29,8	189	24	356	152	12,7	22,2
10	152	127	10,4	13,2	37,2	238	25	381	127	10,7	16,4
11	178	102	6,4	9,8	23,3	184	26	381	152	12,7	22,4
12	203	102	7,1	10,2	26,8	228	27	406	152	14,0	21,5
13	203	127	8,9	14,6	41,7	366	28	457	178	14,0	23,6
14	203	152	11,2	15,2	52,1	453	29	508	191	15,2	25,7
15	229	102	7,6	11,7	31,3	296	30	610	191	15,2	27,2

I København føres kun Nr. 2, 4, 7, 10, 14 og 18 paa Lager.

255. Kvadrantjærn (Fig. 97) bruges til Søjler, idet de nittes sammen 4 og 4. Som Profilnummer benyttes Middleradius, der faas fig 5, 7 1/2, 10, 12 1/2 og 15 cm, idet der til hver Værdi svarer 2 Metaltykkelser; paa Bestilling leveres dog ogsaa andre Tykkelser. $b = 0,2 R + 2,5 \text{ cm}$.

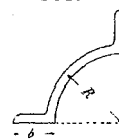


Fig. 97.

For Sextant- og Oktantjærn er der ikke fastslaaet Normalprofiler, og de benyttes sjældnere.

Haandstøjærn (Fig. 98) med $R = B = 4, 6, 8, 10, 12 \text{ cm}$ bruges til Røkværker og leveres 4—12 m lange. Til Skibsbygning bruges forskellige Vulfstjærn, T- og L-Vulfst (Fig. 99) og en Mængde uligeformede Vinkeljærn, som dog ikke skal omtales nærmere.

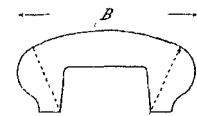


Fig. 98.

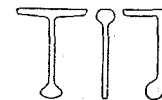


Fig. 99.

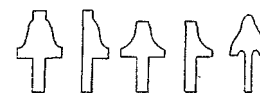


Fig. 100.

Sprossejærn til Vinduer vales i forskellige Profiler (Fig. 100). Jærnbane- og Sporvognskinner, Underlagsplader, Lasker m. m. vil blive omtalte under Jærnbanematerialer (§ 368).

256. For tysk Profil- og Stangjærn (ikke rundt og firkantet) garanterer Værkerne Tykkelsen med en Tolerance af $\pm 0,5 \text{ mm}$ ved Tykkelser indtil 15 mm incl. og $\pm 4 \%$ ved Tykkelser over 15 mm.

For Normalprofilene er Normal længden 8 m, naar intet andet er anført. Mod Overpris kan de faas betydelig længere, i alt Fald indtil 20 m.

Den Nøjagtighed, hvormed man faar de bestilte Længder af Profil- og Stangjærn er ± 5 cm. Mod Overpris kan man faa fixe Længder, der afviger ± 1 cm og fræsedede Længder, der afviger $\pm 0,5$ cm. Undertiden gaar Værkerne ind paa at levere med en Nøjagtighed af $\pm 0,2$ cm, naar der indsendes en Jærnskabelon. Danske Jærnhandlere bestiller som Regel den nøjagtige Længde, og Værkerne garanterer, at den ikke bliver mindre og højst 5 cm større. Overlængden betales af Modtageren. Værkerne garanterer Vægten med en Nøjagtighed af $\pm 6\%$, normalt, men ved større Bestillinger af samme Profil kan der garanteres en større Nøjagtighed.

d. Plader.

257. Plader fremstilles baade af Staal og Svejsejærn. I første Tilfælde udvælges de direkte af en flad Staalblok, i sidste Tilfælde danner man en Kat af korslagte Raaskinner, der sammensvejses under Damphammer og derpaa udvælges først i Tværetningen, saa i Længderetningen. For Pladernes Bredde sættes Valsernes Bredde en Grænse. Rektangulære Plader leveres indtil 3,65 m brede, runde Plader med indtil 3,9 m Diameter, men under normale Forhold er en Pladebredde paa 2 m allerede meget. Naar Tykkelse og Bredde er givne, sættes der en Grænse for Længden ved den Jærnvægt, man er i Stand til at manøvrere under Valsningen. Man kan dog naa meget vidt i Retning af Pladestørrelse, naar man vil betale, hvad det koster¹⁾.

Plader kan indeles i tynde Plader og tykke Plader²⁾.

a. Tynde Plader og Blik.

258. Tynde Plader er under 5 mm tykke, og er Tykkelsen under 3 mm, benævnes de ofte Blik. Ved Udvalsningen følges forskellige Lærer³⁾, men det er klogest at opgive Tykkelsen i mm for at undgaa Misforstaaelser.

Blik kan udvælges betydelig tyndere, end Pladelærernes Numre angiver; f. Ex. har Krupp til Reklamebrug fremstillet Visitkort af $\frac{1}{16}$ mm Staalplade.

Blik bedømmes i Reglen efter Bøjelighedsprøver i kold Tilstand, undertiden i hærdet Tilstand; saaledes kan der foreskrives, at det skal kunne taale en dobbelt Foldning (Fig. 101).

259. Plant Blik. Har Blikket sin naturlige Overflade, kaldes det Sortblik, men ofte er det beskyttet mod Rust ved et metallisk Overtræk af Tin, Zink, Bly, Kobber eller Nikkel.

Hvidblik σ : fortinnet Blik bruges f. Ex. til Køkkentøj⁴⁾.

Til Tækning bruges forzinket Blik og undertiden ogsaa forblyet Blik. Bøge Dele er billigere end Hvidblik, men Rustbeskyttelsen er heller ikke saa god. De giver billigere og stærkere Tage end Zinkblik, men er sværere at false og ikke saa varige. Tykkelsen er 0,5—0,7 mm.

I Stedet for at give Pladerne et Overtræk ved Neddypning i det smeltede Metal kan man ogsaa svejse en Plade af det ædlere Metal paa den ene eller paa begge Sider af Jærnpladen. Saadant sammensvejet Blik fremstilles af mange forskellige Metaller og benævnes Wachwitzmetal.

Gennemhullet (perforeret) Blik med Huller af forskellig Form bruges til Sichter og til at omgive Varmerapparater med.

¹⁾ Krupp har saaledes leveret Kedelplader af indtil 26,8 m Længde og 29500 kg Vægt, og Svejsejerns Panserplader har man fremstillet af indtil 160000 kg Vægt og indtil 550 mm tykke.

²⁾ Af de i Danmark brugte Plader kommer omtrent Halvdelen fra England (navnlig Skibs- og Kedelplader) og Halvdelen fra Tyskland samt nogle fra Sverrig.

³⁾ Hyppigst bruges Stubs Gauge, men i England ogsaa New Birmingham Gauge (§ 309).

⁴⁾ Det er gerne 0,4—2,5 mm tykt. En alm. Pladestørrelse er 14.20 eller 28.20 engl. Tom. Det indføres hovedsagelig fra England.

260. Bølgeblik (Fig. 102a) er Plader, der er gjort bølgede ved Valsning og Presning, for at Bæreevnen skal blive større. Forholdet mellem Højde og Bredde (Fig. 102c) er meget variabelt og tages des større, jo mere Blikket skal bære. Det leveres ogsaa i bøjet Form¹⁾ til Fremstilling af hvælvede, fritbærende Tage. Det er næsten altid forzinket²⁾.



Fig. 102 a, b og c.

Bølgeblik bruges til Jalousier og Tækning samt undertiden til Ydervægge og Porte for Skure³⁾.

Det leveres i enhver Længde op til ca. 6 m (Længdesnittet er retliniet, mens Tværsnittet er bøjet). Tykkelsen varierer fra 0,4 til 6 mm, Bølgebredden fra 2,5 til 30 cm og Bølgelhøjden fra 1 til 12 cm.

I efterfølgende Tabel er nogle gængse Profiler betegned med Bogstaverne a til d.

a	faas i Tykkelserne	0,50	0,56	0,62 mm	} incl. Zinklagene
b	» » »	0,62	0,75	1,00 »	
c	» » »	0,75	1,00	1,50 »	
d	» » »	1,00	1,50	2,00 »	

Bølgelhøjde i cm	Bølgebredde i cm													
	3	4	5	6	7	7,6	8	9	10	12	13,5	15	16	20
1,5	a	b												
2		b				c ⁴⁾								
2,5			b	b					c					
3				b	c			c	c		c		c	
3,5					c	c			c					
4							c	c	c	d				
4,5								c	c	d				
5									c	d				
6										d				
8											d		d	
10														d

Fra københavnsk Lager kan faas forzinket Bølgeblik med 3" brede og $\frac{3}{4}$ " høje Bølger i følgende Størrelser:

72" 25", 72" 30", 84" 25", 84" 30", 96" 25", 96" 30", 120" 30" engl. Maal og i Tykkelserne Nr. 22 og 24 B. G. σ : 0,79 og 0,63 mm incl. Zinken; de fire 30" brede Plader føres desuden i Tykkelsen Nr. 26 B. G. σ : 0,50 mm incl. Zinken.

261. Beklædningsplader til Tage (Fig. 103), 0,81 m brede og 2 m lange, forzinkede, føres paa Lager i Tykkelserne Nr. 22 og 24 Stubs Gauge.

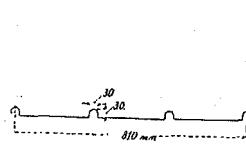


Fig. 103.

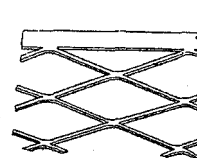


Fig. 104.

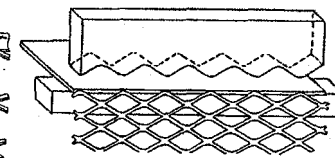


Fig. 105.

262. Pladegitter (Strækmetal) (Fig. 104) fremstilles paa den i Fig. 105 viste Maade, ved at et Stempel eller en Kniv med hølgeformet Æg trykkes ned i en blød Staalplade⁵⁾, saa at der opstaar Spalter, adskilte ved et kort Stykke, og de saaledes afskaarne Jærnstrimler presses et Stykke ned. For hver Bevægelse af Stemplet flyttes det en halv Maskelængde til Siden, hvorved

¹⁾ med 2—14 m Radius.

²⁾ For 1 mm tykt Blik vil Forzinkningen forøge Vægten med 10—15% og Prisen med ca. 25%.

³⁾ Meget tykt og højt Bølgeblik bruges forud til Brodækk og svært belastede Etageadskillelser.

⁴⁾ Dette Profil er engelsk, de øvrige tyske.

⁵⁾ $\sigma_2 = 3500-4000 \sigma$, $\sigma_{100} = 25-26 \sigma$.

Spalterne bliver forsat for hinanden og Pladen omdannet til et Næt. Maskebredden (den korte Diagonal) varierer fra 6 til 150 mm, Pladetykkelsen fra 0,44 til 4,8 mm, Bredden af Jærnstrimlerne fra 2,0 til 6,4 mm, medens selve Pladegitteret kan være indtil 4,875 m langt eller bredt. Det koster 50 til 35 Øre pr. kg, eftersom det er mer eller mindre spinkelt (Kr. 1,10—4,61 pr. m²).

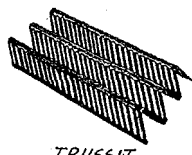
De svære Dimensioner bruges til Indlæg i Jærnbeton og til Indhegninger. De spinkle Dimensioner (Nr. 1, 26, 81 og 82), der ogsaa benævnes *Lathing*, bruges til Forskalling af Vægge og Loffer og til Beklædning af Dragere og Søjler. Det kan kun bære frit paa 35 cm og lader sig ikke stramme saa godt som Rabitznæt; strammer man det i en Retning, slappes det i den modsatte. Største Dimension efter Maskelængden er 2,44 m, efter Maskebredden 0,635 m. Prisen er Kr. 1,10—1,80 pr. m².

263. Sildebensjærn (Fig. 106) er ganske tyndt Blik, der er opskaaret og spilet ud som vist; det frembyder en udmærket Flade at pudse paa og bruges paa samme Maade som *Lathing*.



Model: B
Model: A
SILDEBENSJÆRN.

Fig. 106¹⁾.



TRUSSIT
til Tage og tynde Vægge.

Fig. 107¹⁾.

Trussit (Fig. 107) er falsat Sildebensjærn og bruges som Mørtelbærer i Tage og stærkere Vægge. Den fremstilles i Plader, der er 39,4 cm brede (paa tværs af Falsene), 244 cm lange og ca. 2,2 cm tykke. I Vægge lægges Falsene vandret med 5 cm Overlæg ved Enderne og med forløbne Stød; de vandrette Samlinger tilvejrbringes ved enkelt Indgribning. Pladerne anbringes mellem lodrette 3 mm Jærntraade, der udspringer mellem Øskner i Gulv og Loft; der fastgøres eet Traadpar ved hver af Væggens Ender og isærigt med 1 m Afstand. Derpaa udkastes og pudses med Blandingsmørtel. Trussitten leveres gerne sortlakeret. Væggene gøres som Regel 5 cm tykke.

β. Tykke Plader.

Plane Plader.

264. Til Dampkedler, Pladejærnsdragere, Skibe, Vandbeholdere m: m. bruges Plader af 5—40 mm Tykkelse; sværere Plader anvendes sjældent.

Til Beholdere for Vand og lign., hvor Pladetykkelsen mere fastsættes af Hensyn til Rust end af Hensyn til Styrke, spiller Pladernes Kvalitet en underordnet Rolle, mens Dragere og Dampkedler maa være af et godt Materiale, og navnlig maa de Kedeldele, som direkte paavirkes af Ilden, eller som skal ombertles eller svejdes, fremstilles af de allerbedste Plader ogsaa af Hensyn til den Forringelse af Sejheden, som de høje Temperaturer medfører. Den forskellige Temperatur i Kedlens enkelte Dele fremkalder allerede under normale Forhold betydelige Udvidelser og Sammentrækninger, der forøges ved Varmestuvning i de af Kedelsten dækkede Flader. Det er derfor ganske nødvendig, at de til Kedelbygning brugte Materialer er meget seje baade i kold Tilstand og ved Driftstemperaturen, saaledes at de kan taale Deformationerne og strække sig uden at springe. Til Dampkedler bruges altid Martinstaal, mens man i Brobygningen ofte bruger Konvertorstaal. Om Leveringsbetingelser se § 265—266 og § 270—301.

265. I Følge de Leveringsbetingelser for Svejsjærn og Staal, som Foreningen af tyske Jærnfabrikanten har opstillet, skal Plader af 5 mm Tykkelse og derover leveres noget længere og bredere end forlangt. Overmaalet maa ikke overskride $\frac{1}{10}$ med den Indskrænkning, at det skal være:

¹⁾ Klichéerne er velvilligt udlånt af Grosserer Isidor Heymann.

for Plader under 20 mm Tykkelse mindst 10 mm og højst 25 mm
 „ „ af 20 mm Tykkelse og derover 15 mm „ „ 30 mm

Tykkelsen skal maales med Mikrometerskrue, og Maalepunkterne skal ligge mindst 40 mm fra Randene og mindst 100 mm fra Hjørnerne. Forskellen mellem den mindste og største Tykkelse maa ikke overskride de i efterfølgende Tabel angivne Tal (mm).

Pladens Bredder i mm	Den forlangte Pladetykkelse i mm			
	5—6,9	7—9,9	10—19,9	20 og mer
indtil 1500	1,2	1,1	1,0	0,9
1501—2000	2,0	1,8	1,7	1,6
2001—2500	2,8	2,5	2,4	2,2
2501—3000			2,9	2,8
3001 og mer			3,4	3,2

Overskrider Plader af:

5—6,9 mm Tykkelse en Bredder af 2000 mm og en Længde af 6000 mm	
7—9,9 „ „ „ „ 2500 „ „ „ „ 7500 „	
10—19,9 „ „ „ „ 3000 „ „ „ „ 9000 „	
20 og fler „ „ „ „ 3250 „ „ „ „ 10000 „	

saa maa de tages, som de falder ud, naar blot det tyndeste maalte Sted ikke er tykkere end forlangt. Ved Valsning af meget brede Plader er det nemlig uundgaeligt, at Valsernes Udbøjning kan mærkes, saaledes at Pladen bliver tykkere (indtil ca. 2 mm) paa Midten end ved Siden, hvor Tykkelsen maales.

266. For Plader af blødt Staal af 5—40 mm Tykkelse (bægge incl.) har *Verband der deutschen Grobblech-Walzwerke* opstillet følgende Overpris-Liste (December 1902):

Grundprisen gælder for følgende normale Maal og Vægte:

Ved en Tykkelse (mm) af:	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—15	15—25	25 og mer
Bredden (Diameter) (mm) indtil:	1600	1700	1800	1900	2000	2200	2400	2700
Areal (m ²) indtil:	6	7	8	9	10	12	15	20
Vægt (kg) indtil:	500	600	700	800	900	1250	2500	3500

Enhedsvægten for Plader regnes til 8 kg/m² ved 1 mm Tykkelse.

Overpriser for Maal og Vægt:

Naar de normale Maal og Vægte overskrides, beregnes følgende Overpriser:

For hver paabegyndt 25 mm Overskridelse af den normale Bredder eller Diameter	M. 1,00	pr. 1000 kg
„ „ „ 0,1 m ² „ „ af det normale Areal	„ 0,50	„ „ „
„ „ „ 100 kg „ „ af den normale Vægt	„ 1,00	„ „ „

Særlig Overenskomst om Overprisen træffes:

- 1) for retvinklede Plader mindre end $\frac{1}{4}$ m²; Overprisen er mindst 10% af Grundprisen;
- 2) for Plader, der paa Grund af usædvanlig stor Længde i Forhold til Bredder og Tykkelse er særlig vanskelige at fremstille.

Overpriser for Form.

Runde og halvrunde Plader betales med en Overpris af 20% for Andre Plader af særlig Form beregnes som retvinklede Plader, idet der fradrages M. 50 for hver 1000 kg af Affaldet. Herfra undtages Formplader af højst 1000 mm Længde og højst 1000 mm Bredder (Kandeplader), for hvilke særlig Overenskomst træffes.

Plader med skraa Snit af ialt 70 mm Længde og med en Buchhøjde af højst 50 mm betragtes ikke som Formplader.

Riffelplader, Bukkeplader, Tøndeplader.

267. Riffelplader (Fig. 108) er paa den ene Side forsynede med ophøjede Riffer, der krydser hverandre, og som fremkommer ved, at den ene Valse har tilsvarende Fordybninger. Rifferne er 1,5—3 mm høje og 4—5 mm brede. Pladetykkelsen er 4—25 mm og maales uden Fremspringene. De faas indtil 1,5 m brede og indtil 450 kg tunge, en almindelig Dimension er 3·0,9 m. Riffede Plader bruges, hvor Pladen foruden at være hørende ogsaa skal danne Slidlag og derfor ikke maa være glat, saaledes til Trappetrin, Gulv i Maskinrum, Fortov paa Broer m. m. Statsbanerne bruger 5 mm Riffelplader mellem Skinnerne paa aabne Broer.

Paa Københavnske Lagere føres Riffelplader i 4 Størrelser (engelsk Maal): 72"·24", 72"·30", 72"·36", 96"·48", og alle i Tykkelserne: $\frac{3}{16}$ ", $\frac{1}{4}$ ", $\frac{5}{16}$ ", $\frac{3}{8}$ "

¹⁾ Det første Tal inclusive, det sidste Tal exclusive.

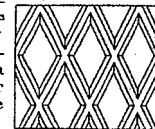


Fig. 108.

268. Bukkeplader (Fig. 109) er i glødende Tilstand presset op til en Krydshvælvning med 4—8 cm brede, flade Rande og af kvadratisk indtil 1,5 · 1,5 m, rektangulær indtil 0,3 · 2,3 m eller trapezoidal Form: Tykkelsen er 6,5—10 mm. Pilhøjden $\frac{1}{10}$ af den korteste Side. De benyttes til Brodæk, idet de fastnættes til I-Bjælker langs alle fire Sider.

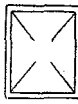


Fig. 109.

Er h Pilhøjden, a Tykkelsen og l den korteste Side, alt i cm, kan en staaende Bukkeplade med 2½-dobbelte Sikkerhed bære et Hjultryk paa 60 h*u* Tons. Til Brodæk bruges de dog mest hængende, da de saa bærer mest og afvandes lettest (gennem et 4—5 cm vidt Hul).

269. Tøndeplader har Form som Tøndehvælvinger med $\frac{1}{6}—\frac{1}{10}$ Pilhøjde og 6—8 cm brede Rande, langs hvilke de nittes. De faas 4—10 mm tykke og af Størrelse fra $\frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 1$ m til 2 · 3 m. De bruges ligesom Bukkeplader, men bærer ikke saa meget og er vanskeligere af afvande.

e. Normalbetingelser

for Levering af Jærnkonstruktioner til Bro- og Husbygning, opstillede af de tyske Arkitekt- og Ingeniørforeningers Forbund, Foreningen af tyske Ingeniører og Foreningen af tyske Jærnfabrikker. Ændrede i Aaret 1910 under Medvirking af det tyske Materialprøvningsforbund og Foreningen af tyske Bro- og Jærnbgningsfabrikker.

I. Prøvernes Udførelse.

270. Materialet bedømmes ved Træk-, Bøjeligheds- og Bearbejdsesprøver. Prøvestænger med synlige Fejl maa ikke benyttes.

Trækprøvestængerne skal skilles koldt fra det til Undersøgelse foreliggende Jern og bearbejdes koldt. Virkningen af eventuel Klipping, Lokning eller Mejsling skal omhyggelig fjernes. Udglødning maa ikke finde Sted, med mindre Brugstykket selv skal udglødes.

Valsehuden skal om mulig forblive paa Prøvestængerne.

Prøvestængerne skal i Reglen have en Maaletængde af 20 cm og et Tværnsnit af 3—5 cm². Er Tværnittet (F) mindre, skal Maaletængden (l) bestemmes af Formlen $l = 11,3 \sqrt{F}$; for runde Stænger, hvis Diameter er mindre end 20 mm, skal Maaletængden følgelig være 10 Gange Diameteren. Tværnittet skal holdes konstant indenfor Maaletængden og 10 mm til buge Sider af denne.

Hvis Bruddet falder udenfor Maaletængdens midterste Trediedel, og Brudforlængelsen viser sig for ringe, skal Forsøget gentages.

Trækprøvemaskinernes Rigtighed maa let og sikkert kunne undersøges.

Til Bøjelighedsprøver benyttes Strimler af 30—50 mm Bredde eller Rundjærnstænger af en til Anvendelsen svarende Tykkelse. Prøvestykkerne skal fraskilles koldt. Strimlernes Kanter afrundes.

II. Materialernes Godhed.

§ 1. Svejsejærn.

271. Jærnet skal være tæt, godt stukkeligt og svejseligt, hverken kold- eller rødkørt og maa ikke have Længderevner, men skal vise en glat Overflade uden Kantrevner, aabne Svejfsuger eller andre mangelfulde Steder.

Af hver 100 Stykker kan der tages 3 Prøver, saavidt mulig af Affaldet ved Enderne. Hvis de tilfredsstillende de givne Forskrifter, saa gælder disse 100 Stykker for antagne. Hvis en af de 3 Prøver er utilfredsstillende, kan der i Stedet for af samme Mængde udtages 2 nye. Dermed een af disse heller ikke svarer til Fordringerne, saa kan Materialet kasseres.

A. TRÆKPRØVER.

272. Disse skal mindst give:

		S_{at}	δ°_{0}
1. Stangjern, Profiljern og saadanne Plader, som hovedsagelig kun paavirktes i Længeretningen ¹⁾ . Prøves kun i Valseretningen	Indtil 10 mm ²⁾ tykke	3600	12
	10—15 " 2)	3500	12
	15—25 " 2)	3400	12
2. Plader med udpræget Længeretning og som hovedsagelig skal optage Bøjningspændinger f. Ex. Kropplader i Pladejærndragere	i Længeretningen	3500	10
	i Tværretningen	2800	3
3. Plader uden udpræget Længeretning og som hovedsagelig er paavirkede af Spændinger i forskellige Retninger, f. Ex. Knudeplader	i Hovedvalseretningen	3500	10
	i Tværretningen	3000	4
4. Rundjern til Nitter, Bolte o. lign. i Længeretningen	Indtil 25 mm ²⁾ tykt	3800	18
	25—40 " 2)	3600	15
5. Zoresjærn i Længeretningen		3300	6

¹⁾ For Plader til Beholdere og Skibe opstiller Foreningen af tyske Jærnfabrikker:

1. Kvalitet: i Længeretningen: $S_t = 3500at$, $\delta = 7^{\circ}_{0}$, i Tværretningen: $S_t = 2850at$, $\delta = 5^{\circ}_{0}$.

2. " " " : " : $S_t = 3150at$, $\delta = 5^{\circ}_{0}$, " : " : $S_t = 2750at$, $\delta = 3^{\circ}_{0}$.

²⁾ Denne Tykkelse indbefattet.

B. ANDRE PRØVER.

1. Stangjern, Profiljern og Plader.

273. a) Bøjelighedsprøver. Længdestrimler skal kunne bøjes sammen i Vinkel over en Runding med 13 mm Radius, uden at der paa Bøjestedet viser sig Brud i Jærnet. Den Vinkel α , som det ene Ben skal taale at gennemløbe, er i Grader

ved Bøjning i kold Tilstand:

Jærntykkelse i mm:	8—11	12—15	16—20	21—25
α i Grader:	50	35	25	15

ved Bøjning i mørk kirsebærrød Tilstand:

Jærntykkelse: indtil 125 mm incl.	over 25 mm
α i Grader:	120

b) Udsmedningsprøver. En 3—5 cm bred Strimmel af et Vinkeljern, et Fladjern eller en Plade, koldt adskilt, skal i rødvarm Tilstand kunne udsmedes til den $\frac{1}{4}$, dobbelte Bredde, uden at Jærnet viser Spor af Adskillelse. Hammerpenen skal holdes parallel med Valseretningen og være afrundet med 15 mm Radius.

2. Nittejern.

274. a) Bøjelighedsprøver. Nittejern skal kunne bøjes koldt og med Hammer slaas sammen til en Sløjfe, hvis Lysning er lig med Rundjærnets halve Diameter, uden at der viser sig Spor af Adskillelse i Jærnet.

b) Stukkeprøver. Et Stykke Nittejern, hvis Længde er 2 Gange Diameteren, skal i varm Tilstand, i en Varmegrad der svarer til Anvendelsen, kunne sammenstykkes til $\frac{1}{4}$ af sin Længde uden at revne.

§ 2. Blødt Staal.

275. Staalet skal have en glat Overflade uden Afladninger og Blærer og maa hverken have Kantrevner eller mangelfulde Steder.

Er der aftalt en Undersøgelse af hver Smeltning, skal alle Stykkerne bære Smeltningens Nummer. Af hver Smeltning kan der udtages 3 Stykker til de nednævnte Prøver; dog højst eet Stykke for hver 20 eller paabegyndte 20 Stykker.

Er der ikke aftalt en Undersøgelse af hver enkelt Smeltning, kan der af hver 100 Stykker udtages 5 til Prøvebrug, højst dog eet Stykke for hver 2000 kg eller paabegyndte 2000 kg af det samme Valseprofil.

I bøgge Tilfælde skal saavidt muligt Prøvestængerne tages af Affaldet ved Enderne.

Tilfredsstillende alle Prøvestykkerne de stillede Fordringer, gelder det tilhørende Materiale for antaget. Hvis over Halvdelen af de udførte Prøver giver et daarligere Resultat end forlangt, kan Materialet kasseres, ellers kan der for hver utilfredsstillende Prøve udtages 2 nye Prøvestænger af de til den pagældende Materialmængde hørende uprøvede Brugstykker. Hvis en af de nye Prøvestænger heller ikke tilfredsstillende Fordringerne, kan Materialet kasseres.

De enkelte Brugstykker, som ved de nævnte Prøver har vist sig at være af daarligere Materiale end forlangt, kan kasseres. Dog har Sælgeren Ret til ved yderligere Prøver at paavise deres Brugbarhed.

De følgende Bestemmelser gelder for Materiale af $\frac{1}{4}$ til 28 mm Tykkelse; for andre Tykkelser maa særlig Overenskomst træffes.

A. TRÆKPRØVER.

276. Disse skal give:

	S_{at}	δ°_{min}
7—28 mm tykt Materiale	i Længeretningen 3700—4400	20
	i Tværretningen 3600—4500	17
4—7 mm tykt Materiale	i Længeretningen 3700—4600	18
	i Tværretningen 3600—4700	15
Nittermateriale	3600—4200	22
Boltemateriale	3800—4500	20

B. ANDRE PRØVER.

1. Stangjern, Profiljern og Plader.

277. a) Bøjelighedsprøver. Baae Længe- og Tværstrimler opvarmes til lys Rødgledede, afkøles i Vand af ca. 28° C og sammenbøjes derefter saaledes, at de danner en Sløjfe, hvis indre Diameter paa Bøjestedet er henholdsvis lig med eller dobbelt saa stor som Strimlens Tykkelse. eftersom denne er udtaget i Længe- eller i Tværretningen. Længdestrimlerne maa ikke revne ved denne Behandling, medens der i Tværstrimlerne tillades uvæsentlige Overfladerisser.

b) Prøve for Rødkarhed. En Prøvestrimmel smedes i rødvarm Tilstand ned til 6 mm Tykkelse og ca. 40 mm Bredde, hvorpaa den, ligeledes i rødvarm Tilstand, gennemløkkes med et kugleformet Lokstempel, der er 80 mm langt, og hvis Diameter ved den tynde og tykke Ende er henholdsvis 20 og 30 mm. Det 20 mm vide Hul skal derpaa udvides til 30 mm, uden at der kommer Revner i Staalet.

2. Plader hvis Tykkelse er mindre end 5 mm samt Riffel- og Vortepalader.

278. Disse Plader skal kun underkastes Bøjelighedsprøven.

3. Nittemateriale.

279. a) **Bøjelighedsprøver.** Rundjærnsstængerne varmes til lys Rødgledhede, afkøles i Vand af ca. 28° C og sammenbøjes derpaa, saaledes at de danner en Slejfe, hvis indre Diameter paa Bøjestedet er lig med Rundjærnets halve Diameter. Denne Behandling maa ikke fremkalde Revner.

b) **Stykkeprøver.** Et Stykke Nittejern, hvis Længde er 2 Gange Diameteren, skal i varm Tilstand, i en Varmegrad, der svarer til Anvendelsen, kunne sammenstykkes til $\frac{1}{2}$ af sin Længde uden at revne.

4. Boltemateriale.

280. Rundjærnsstængerne varmes til lys Rødgledhede, afkøles i Vand af ca. 28° C og sammenbøjes derpaa, saaledes at de danner en Slejfe, hvis indre Diameter paa Bøjestedet er lig med Rundjærnets Tykkelse. Denne Behandling maa ikke fremkalde Revner.

§ 3. Haardt Staal.

281. Prøvning og Godkendelse sker for hver enkelt Smeltning for sig. Hvert Stykke skal være mærket med Smeltningens Nummer. Af hver Smeltning udtages tre Prøvestænger, dog højst een for hver 1000 kg eller paabegyndte 1000 kg.

A. STAALSTØBEGODS.

282. Dele, der er støbte af haardt Staal, maa ikke have Blærer eller Porer, der forringere Brugbarheden. For Prøvestængerne udtages, maa Genstandene afpudses, i det mindste raat, og udglødes godt.

Prøvestængerne skal fordeles saa ensartet som muligt over de forskellige Modeller og støbes i eet med Genstandene; de skal udglødes sammen med disse, og Adskillelsen maa først ske, efter at de er stemplede.

Prøvestængernes Trækstyrke skal være 4500—6000 at og Brudforlængelsen mindst 10 %.

B. VALSET ELLER SMEDET STAAL.

283. Materialet skal være homogent og frit for Slagger, Revner, Blærer og andre Fejl.

Prøvestængerne skal tages af de udvalgte, henholdsvis smedede Dele, der maa fremstilles med et tilsvarende Overmaal. Ved Smedegods skal det foreskrevne Antal Prøvestykker udsmedes i Sammenhæng med Godset, og disse tilsmedede Stykker, af hvilke Prøvestængerne tages, maa ikke have et mindre Tværnsnit, end Godset har paa sit tyndeste Sted. Prøvestykkerne maa først fraskilles efter at være stemplede.

Prøvestængernes Trækstyrke skal være 4500—6000 at og Brudforlængelsen mindst 16 %.

§ 4. Støbejern.

284. Støbegodset skal, naar der ikke udtrykkelig er forlangt haardstøbt Gods eller andre Støbejernsorter, være støbt af graat, blødt Jern, omhyggeligt og uden Fejl, samt være afkølet langsomt paa en under Hensyntagen til Godsets Form hensigtsmæssig Maade, saaledes at Spændinger saavidt mulig undgaaes.

Støbejernet skal være sejgt og saa blødt, at det kan bearbejdes med Mejsel og Fil.

En ubearbejdet Stang med cirkulært Tværnsnit, 30 mm i Diameter, og ca. 650 mm lang, støbt af samme Ovtømning som Brugsstykkerne, skal, understøttet i to Punkter, 600 mm fra hinanden, kunne bære en i Midten anbragt Belastning, der jævnt forøges til 460 kg, før den knækker. Nedbøjningen ved denne Belastning maa ikke være under 6 mm. Har Prøvestængerne Støbefejl, lades Resultaterne ude af Betragtning.

Forskellen mellem Vægtykkelserne i et Tværnsnit, der overalt skal have mindst det foreskrevne Fladeindhold, maa ved Søjler af indtil 400 mm Middeldiameter og 4 m Længde ikke overstige 5 mm. Har Søjlerne større Diameter og større Længde, forøges den tilladte Forskel med $\frac{1}{2}$ mm for hver 100 mm Forøgelse af Diameteren og med $\frac{1}{2}$ mm for hver 1 m Forøgelse af Længden.

At den foreskrevne Vægtykkelse er tilstede skal paavises ved at gennemføre Søjlen paa der til egnede Steder, altid i to diametralt modsatte Punkter og, hvis Søjlerne er støbt liggende, i den Plan, der svarer til Kærnets Bøjning.

Skal Søjlerne støbes staaende, maa det udtrykkelig forlanges.

III. Jærnkonstruktionernes Fremstilling.

IV. Aflevering.

285. (Angaaende disse to Afsnit henvises til de originale Betingelser.)

f. Normalbestemmelser for Materialer og Arbejder

ved Jærnkonstruktioner til Bro- og Husbygning, vedtagne af Svenska Teknologföreningens Afdeling för Väg- och Vattenbyggnadskonst den 26. November 1900.

I. Prøvemethoder.

286. Til Bedømmelse af Materialernes Beskaffenhed udføres Træk-, Bøje- og Bearbejdelsesprøver, samt i visse Tilfælde kemisk Analyse.

Prøvestænger, der er behæftede med synlige Fejl, maa ikke anvendes til Styrkeprøver.

Prøvestænger, der skal underkastes Trækprøve, skal adskilles koldt fra Emnerne og bearbejdes koldt, hvorved stor Forsigtighed bør iagttages.

Virkning af Bearbejdelsen ved Udsækning af Prøvelegemet, saasom efter Boring, Mejsling m. m., skal omhyggeligt fjernes.

En Udglødning af Prøvelegemet er ikke tilladt, med mindre den Stang, af hvilken Prøvelegemet er taget, ogsaa skal udglødes.

Gladskallen bør, saafremt det er muligt, forblive uskadt paa Prøvestangen.

Prøvestængernes Form og Størrelse skal svare til de af Materialprøveanstalten ved den tekniske Højskole udfærdigede Forskrifter. Forlængelsen skal altid maales paa en Normal længde i mm af $L = 11,3 \sqrt{A}$, hvor A er Tværnsarealet i mm².

[Er Prøvestangens Tværnsnit cirkulært, bliver Maalelængden 10 Gange Diameteren, og ved 20 mm Diameter bliver $L = 200$ mm.]

Ved Bøjeprøver skal Prøvestængerne være 30—50 mm brede eller have et cirkulært Tværnsnit svarende til Tykkelsen af den Stang, de tages af.

Prøvestykkerne tildannes koldt, og Kanterne afrundes.

II. Materialernes Beskaffenhed.

§ 1. Svejsejern.

287. Jærnet skal være tæt samt let at bearbejde og svejse, maa hverken være kold- eller rødskørt, skal have en glat Overflade, fri for Revner, aabne Svejsfuger eller andre Utætheder.

A. TRÆKPRØVER.

1) **Prima svensk Materiale.** Trækstyrke i Længderetningen: mindst 3000 à 3400 at, afhængig af Godstykkelsen, men staaende i omvendt Forhold til denne. Brudforlængelse mindst 20 %.

2) **Andet Materiale.** Trækstyrke i Længderetningen: mindst 3400 à 3600 at; tilsvarende Brudforlængelse henholdsvis 12 og 10 %.

B. ØVRIGE PRØVER.

1) **Prima svensk Materiale.** Strimler af 30—50 mm Brede med afrundede Kanter samt Rundjern skal kunne bøjes 180° om en Dorn, hvis Diameter er lig med Strimlens Tykkelse eller Rundjærnets Diameter, uden at der fremkommer Revner.

2) **Andet Materiale.** Strimler eller Rundjern som ovenfor skal kunne bøjes 180° om en Dorn, hvis Diameter er det dobbelte af Strimlens Tykkelse eller Rundjærnets Diameter, uden at der fremkommer Revner.

For Materiale til Nitter og Bolte gælder særlige Bestemmelser.

§ 2. Blødt Staal.

288. Jærnet skal have en glat Overflade uden Afbladninger, Blærer, Kantridser eller Ujævnheder.

Følgende Bestemmelser gælder for Materiale med 7—28 mm Tykkelse. For større Tykkelser maa opstilles særlige Bestemmelser.

A. TRÆKPRØVER.

1) **Prima svensk Materiale.** $S_t = 3900-4500$ at, $\delta_{\min} = 22\%$.

2) **Andet Materiale.** $S_t = 3700-4400$ at, $\delta_{\min} = 20\%$.

3) **Nitter af svensk Materiale.** $S_t = 3200-3800$ at, $\delta_{\min} = 28\%$.

B. ØVRIGE PRØVER.

1. Profiljern og Plader.

a) **Bøjeprøve.** Saa vel Længde- som Tværstrimler opvarmes til lys rød Farve og afkøles i Vand med en Temperatur af + 28° C., hvorefter de bøjes 180° om en Dorn, hvis Diameter for Længdestrimlerne er lig med Godstykkelsen og for Tværstrimlerne lig den dobbelte Godstykkelse, uden at der maa opstaa Revner.

b) **Opdringsprøve.** En Prøvestrimmel, der er udsmedt til 6 mm Tykkelse og 40 mm Brede, gennemløkkes i rødgledende Tilstand med en Dorn, der har en Længde af 80 mm, en nedre Diameter paa 20 mm og en øvre paa 30 mm, hvorefter det saaledes dannede 20 mm Hul udvides til 30 mm, uden at der derved fremkommer Kantrevner.

2. Materiale til Nitter.

a) **Bøjeprøve.** Rundjærnsstænger opvarmes til lys rød Farve, afkøles i Vand, hvis Temperatur er + 28° C., og sammenbøjes derefter 180° om en Dorn, hvis Diameter er lig med Prøvestængens halve Diameter, uden at der fremkommer Revner.

b) **Stykkeprøve.** Et Stykke Nittejern, hvis Længde er lig med den dobbelte Diameter, skal i opvarmet Tilstand kunne sammenstykkes til en Tredjedel af sin oprindelige Længde, uden at der opstaa Revner.

C. KEMISK SAMMENSÆTNING.

Jærnets Fosforindhold maa ikke overstige 0,08 %.

For Nittejern maa Svovlindholdet ikke naa op til 0,06 %.

§ 3. Staalstøbegods.

289. Mindre Dele af en Konstruktion, saasom Underlagsplader o. l. skal have en Trækstyrke af 4500—6000^{at} og en tilsvarende Forlængelse paa Normalmaalelængden af 15—12^o. For større Konstruktionsdele af Staal maa særlige Bestemmelser opstilles.

§ 4. Støbejern.

290. Konstruktionsdele af Støbejern skal, saafremt ikke særlige Bestemmelser er opstillet, fremstilles af graat, blødt Jern af fejlfri Beskaffenhed.

Trækstyrken af en afdrejet Prøvestang skal mindst være 1200^{at} og Trykstyrken mindst 7000^{at}. Man skal med en Hammer kunne slaa et Mærke i en skarp Kant af Støbegodset, uden at Kanten springer af.

En ubearbejdet Stang, hvis Tværnsnit er et Kvadrat med 30^{mm} Sidelinie, skal, naar den hviler paa to Understøtninger i 1^m Afstand, vise en Bøjningsstyrke af 2500^{at} og et Deformationsarbejde ved Brudgrænsen af mindst 5^{kg}, bestemt ved Udmaaling af Diagrammets Areal.

Godstykkelsen i Søjler med cirkulært Tværnsnit maa ikke variere mere end 5^{mm} for Diameter op til 4^{dm} og en Længde af 4^m. Tværnsnittets Areal skal dog være mindst det foreskrevne. For Søjler med større Diameter og Længde forøges den tilladte Afvigelse med 1^{mm} for hver ^{dm}, hvormed Diameteren vokser, og for hver Meter, hvormed Længden forøges.

Godstykkelsen maa dog ikke i noget Tilfælde være mindre end 10^{mm}. Skal Søjlen støbes staaende, maa dette udtrykkelig angives.

III. Materialernes Bearbejdelse og Behandling.

(Angaaende dette Afsnit henvises til de originale Bestemmelser.)

g. Engelske Normalbestemmelser for Staal til Broer og almindelige Bygningskonstruktioner.

291. 1. Fabrikationsmaade. Alle Plader og alt Nittejern skal fremstilles ved Martin-Processen, sur eller basisk efter Modtagerens Bestemmelse, og maa ikke indeholde over 0,06^o Svovl eller Fosfor.

Profiljern og almindeligt Stangjern til Broer skal fremstilles paa samme Maade og med samme Maximalindhold af Svovl og Fosfor.

Profiljern og almindeligt Stangjern til almindelige Bygningskonstruktioner skal fremstilles ved Martin- eller Bessemer-Processen, sur eller basisk efter Modtagerens Bestemmelse, og maa ikke indeholde over 0,06^o Svovl eller 0,07^o Fosfor.

Fabrikanten skal analysere hver Støbning, hvis det forlanges. Modtageren er berettiget til fra Tid til anden for egen Regning at lade en Metallurg foretage en fuldstændig Analyse.

2. Fejlfrihed. Plader, Profil- og Stangjern skal være fri for Revner, overfladiske Ridser, Afbildninger og andre Fejl og være smukt udvælsede. Vægten af hvert enkelt Stykke maa højst afvige +2^o fra den beregnede Vægt.

3. Mekaniske Prøver. Trækstyrken og Brudforlængelsen skal bestemmes ved Normalprøvelegemer¹⁾, for Pladernes Vedkommende enten i Længde- eller Tværetningen, for Profil- og Stangjern kun i Længderetningen. Er Materialet udgladet eller paa anden Maade efterbehandlet, skal Prøvelegemerne samtidig behandles paa samme Maade.

Er en Retning af Prøvelegemet nødvendig, skal den ske koldt.

4. Prøvelegemernes Udtagelse. Plader, Profil- og Stangjern skal kunne taale de følgende Prøver, som skal foretages paa Jernværket, inden Materialet afsendes. Med Undtagelse af det i Stykke 13 nævnte Tilfælde, skal alle Prøvelegemer udtages af Modtagerens Repræsentant og prøves i dennes Nærværelse; han skal overbevise sig om, at de stillede Betingelser er opfyldte, og intet udvalset Stykke maa forlade Værket, før han har overværet de foreskrevne Prøver og undertegnet Prøveattesten.

5. Trækprøver. Plader, Profil- og Stangjern skal i Form af Normalprøvelegemer have en Trækstyrke af 4400—5030^{at} og en Brudforlængelse af mindst 20^o, maalt paa en Længde af 8^o for Plader og Profiljern (Form A¹⁾) og paa en Længde af mindst 8 Gange Diameteren for Rundjern (Form B¹⁾). For Materiale tyndere end ³/₈ forlanges kun Bøjelighedsprøver.

Nittejern skal have en Trækstyrke af 4090—4720^{at} og en Brudforlængelse af mindst 25^o, maalt paa en Længde af mindst 8 Gange Diameteren (Form B¹⁾). Jernet skal prøves med Glødskallen paa.

¹⁾ I England bruges 5 forskellige Normalformer A, B, C, D og E.

Formen A gælder for flade Stænger (Plader og Profiljern). Maalelængden er 8^o, den prismatiske Længde mindst 9^o, den totale Længde ca. 18^o. For Tykkelser under ³/₈ maa Bredden højst være 2^o, for Tykkelser mellem ³/₈ og ¹/₂ maa Bredden højst være 2^o, for Tykkelser over ¹/₂ maa Bredden højst være 1^o. I Reglen vælges Bredden lig ¹/₂.

Formen B gælder for alm. Rundjern. Er Diameteren d, skal Maalelængden mindst være 8d. Har Stangen Hoveder, skal den prismatiske Længde mindst være 9d.

Formen C gælder for Hjul, Axler, Smedestykker, støbte Stykker o. s. v. $d = 0,564$, Tværnsnit $F = \frac{1}{4}$ sq. in., Maalelængde: 2^o, prismatisk Længde: mindst 2^o.

Formen D bruges som C. $d = 0,798$, $F = \frac{1}{2}$ sq. in., Maalel.: 3^o, prism. L.: mindst 3^o.

Formen E bruges som C. $d = 0,977$, $F = \frac{3}{4}$ sq. in., Maalel.: 3^o, prism. L.: mindst 3^o.

6. Trækprøvernes Antal. Der skal gøres eet Trækforsøg med hver Støbning eller med hver 25^t, hvis Støbningen er større.

Hvis et Prøvelegeme brydes udenfor den midterste Halvdel af Maalelængden, har Fabrikanten Ret til at fordrø, at der ikke tages Hensyn til Resultatet, men udtages et nyt Prøvelegeme af samme Stykke Plade, Profil- eller Stangjern.

7. Bøjelighedsprøver. Kolde Prøver: Prøvestrimlerne skal udtages i Længde- eller i Tværetningen af Plader og i Længderetningen af Profil- og Stangjern og skal mindst være 1^o brede. Varme Prøver: For Prøvelegemerne gælder det under Kolde Prøver sagte; de skal opvarmes til blodrød Farve og afkøles i Vand af højst 80^o Fahr. Farven skal bestemmes indendørs i Skyggen.

Baade ved de kolde og varme Prøver skal de skaarne Kanter fjernes ved Fræsning, Høvling, Slibning eller lign. Fremgangsmaade. Prøvelegemerne maa ikke udglades, med mindre det tilsvarende Materiale ogsaa er udgladet, og i saa Fald skal Prøvelegemerne behandles samtidig paa samme Maade.

Materialet skal baade i kold og varm Tilstand kunne sammenbøjes til en Bøjle med parallel Ben, og hvis indre Radius er lig eller mindre end 1^o Gange Stangens Tykkelse.

Bøjningen kan udføres med Presse eller Hammer.

For Nittejern kræves ikke Bøjelighedsprøver.

8. Bøjelighedsprøvernes Antal. Af hvert enkelt Valsestykke (Plade, Profiljern eller Stangjern) skal der udtages een Prøvestrimmel til Bøjelighedsprøve (kold eller varm).

9. Prøvers Gentagelse. Hvis de af Modtagerens Repræsentant først udvalgte Prøvelegemer ikke opfylder de stillede Fordringer, udtages to nye Prøvelegemer, men hvis et af disse ogsaa er mangelfuldt, skal de Plader eller andet Materiale, af hvilke Prøvelegemerne er tagne, kasseres. I alle slige Tilfælde skal der gøres nye Forsøg, førend noget Materiale af den paagældende Støbning antages.

10. Prøvning af Nitte. Pressede Nitte, udtagne af Modtagerens Repræsentant i et Antal, der fastsættes i Kontrakten, skal kunne taale følgende Prøver:

(a) Nittestøbet skal kunne bages sammen med Hammer i kold Tilstand, uden at revne paa Ydersiden.

(b) Nittehovederne skal i varm Tilstand kunne stukkes ned, indtil deres Diameter er ²/₃ Gange Skafets.

11. Mærkning. Plader, Profil- og Stangjern skal være læseligt mærkede paa to Steder med Fabrikantens Navn eller Fabriksmærke, Fabrikationsstedet og med et Nummer eller Genkendelsesmærke, der angiver hvilken Støbning, Stykket tilhører. For spinkle Stykker, der er betryggende bundtede, vil et Blikmærke med Støbningens Nummer være tilstrækkeligt.

12. Lettelse af Kontrollen. Fabrikanten skal indføre et Mærkningssystem for Blokke, Mellemprodukter, Plader, Profiljern o. s. v., saaledes at de færdigvædsede Stykkers Oprindelse kan paavises, og han skal paa enhver Maade lette Modtagerens Repræsentant at kontrollere de enkelte Stykkers Oprindelse og at overvære de foreskrevne Forsøg.

13. Certifikat. Hvis Modtageren ikke lader Materialet kontrollere paa Værket, skal Fabrikanten sende ham en underskrevet Prøveattest med Resultaterne af de for hver enkelt Støbning foretagne mekaniske Forsøg og kemiske Analyser (hvis saadanne er forlangte). Prøveattesterne skal indeholde Navnene eller Genkendelsesmærkerne paa de Støbninger, til hvilke den henhører, hvilke Numre skal forefindes paa hvert enkelt af de leverede Jernstykker.

14. Kontrol. Modtagerens Repræsentant skal have fri Adgang til Fabrikantens Værk til enhver rimelig Tid; han har Ret til at overvære Fabrikationen paa ethvert Stadium og til at kassere alt Materiale, som ikke tilfredsstiller disse Bestemmelser.

15. Prøvemateriale og Prøvemaskine. Fabrikanten skal gratis levere det fornødne Forsøgsmateriale og skal for egen Regning udtage og tilpaa den fornødne Prøvelegemer samt levere Mandskab og Redskaber til samtlige Prøver, som kan forlanges udførte i Henhold til disse Bestemmelser. Mangler Værket de fornødne Prøveapparater, bliver Prøverne at gøre andetsteds for Fabrikantens Regning.

h. Dansk Ingeniørforenings Betingelser for Levering af Dampkedelmateriale.

Indledning.

292. I de efterfølgende Bestemmelser benyttes de Betegnelser for Jern og Staal, der ere vedtagne af »Dansk Ingeniørforening« den 12. November 1895, og for hvilke de fremmede Benævnelser her vedføjtes:

	Dansk.	Tysk.	Engelsk.	Fransk.	Svensk.	
Jern	Raajern	Roheisen	pig iron	fonte cru	Tackjärn	
	Smedeligt Jern	Gusseisen	cast iron	fonte	Gjutjärn	
	Staal	Støbejern	Schweisseisen	wrought iron	fer	Lancashirejärn
		Svejsjern	Flusseisen	mild steel	acier doux	Götjärn
		blødt Staal	Flusstahl	hard steel	acier dur	Götstål
		haardt Staal	Flusstahl	steel casting	acier moulé	Stålgjute
		Staalstøbegods	Tiegelstahl	cast steel	acier creuset	Gjutstål
		Digelstaal	Schweissstahl	wrought steel	acier soudé	Garfstål
		Puddelstaal				

A. Almindelige Bestemmelser.

§ 1. Klassificering af Jærn til Dampkedelbrug.

293. De Materialer, der fortrinsvis antages at blive benyttede i Dampkedler, ere Svejsejærn eller blødt Staal i følgende Former: Plader, Façonjærn, Stag- og Støttebolte, Nitter og Rør, og det er for Leverancer af Materialer i disse 5 Former, at der i det følgende gives Bestemmelser.

Nærværende Betingelser omhandle derimod ikke Støbejærn og Staalstøbegods.

§ 2. Valg af Betingelser for Undersøgelser og Prøver, og Afholdelse af Udgifter ved disse.

294. Det staa Leverandøren af Kedlerne frit for, naar intet særligt er bemærket, at modtage Materialet og udføre Kedlerne enten efter de i »Lloyds Register of British and Foreign Shipping« eller i »Bureau Veritas Rules and Regulations« for Dampkedelmateriale opstillede Fordringer eller efter »Würzburger Normen 1895«.

Idet i øvrigt henvises til disse Regler i Originalsprogene, skal her kun bemærkes, at der udkommer en ny Udgave af de to førstnævnte hvert Aar.

Leverandøren maa give fornøden Meddelelse om, hvilke af disse Regler der ere lagte til Grund ved Materialbestillingen, og alle de i de paagældende Regler nævnte Prøver og Certifikater skulle paa Forlangende præsteres, dog kan Kedlens Modtager af Leverandøren kun forlange gratis leveret Prøvecertifikat fra Værkerne. Derimod maa han betale for autoriseret Certifikat, om saadant ønskes og ligeledes for Tildannelsen af de fornødne Prøvestykker, hvis han ønsker Prøver foretagne udenfor Værkerne.

Materialer, for hvilke der ikke kan fremskaffes Certifikater af den Art, der omtales i de nævnte Regler, kunne forlanges prøvede her uden Udgift for Modtageren af Kedlen, og skulle da tilfredsstille Lloyds, Veritas eller Würzburger Reglerne.

Skulde Modtageren af Kedlen yderligere ønske Prøver og Undersøgelser ud over dem, som ere nævnte i de 3 Regler, da ville saadanne Prøver for Pladers Vedkommende kunne udføres af de Affaldsstykker, der maatte fremkomme ved Udskareringen af Mandehuller og Kanalhuller eller lignende, dog er Modtageren pligtig at betale disse Prøver extra, samt, saafremt Prøvestykker herhjemme ønskes udtagne af hver enkelt Plade, da paa Forhaand at angive dette, for at de Plader, af hvilke der ikke bliver Affaldsstykker til de nødvendige Prøvestykker, kunne bestilles med fornøden Overlængde. Ogsaa herfor vil der være at yde Extrabetaling, saafremt intet særligt er bestemt eller angivet.

§ 3. Undersøgelers og Prøvers Art.

295. De Undersøgelser og Prøver, det leverede Materiale skal kunne underkastes til Bestemmelse af dets Egenskaber, ere dels almindelige Prøver, der foretages med hvert enkelt Stykke af den hele Leverance, dels særlige Prøver, der foretages med enkelte udtagne Prøvestykker, og hvis Resultater derefter betragtes som gyldige for et større eller mindre Antal Stykker af det hele leverede Parti.

Til almindelige Prøver henhøre: Besigtelse, Maaling og Vejning.

Til særlige Prøver henhøre: Træk-Prøve, Bøje-Prøve, Hærde-Prøve, Stukke-Prøve, Smede- og Lokke-Prøve, Vandtryk-Prøve.

B. Almindelige Prøver.

§ 4. Besigtelse.

296. Ved en Besigtelse af det leverede Materiale skal dette vise sig rent og glat udvalset efter de forlangte Profiler, frit for Brud, Afbladninger, Blerer, Revner og Ridser eller andre Fejl, som hidrøre fra ufuldkommen Fabrikation.

§ 5. Maaling.

297. Pladerne skulle være renskaarne og retvinklede eller udførte efter de ti stillede Tegninger og bør være tydeligt stemplede med Værkets Mærker. Materialet maa ikke have mindre Dimensioner end opgivet, men der tillades for Plader, naar ikke andet er bestemt, en Overlængde af indtil 25 mm og en Overbredde af indtil 10 mm samt for Vinkler og Façonstænger indtil 75 mm Overlængde. For Rør tilstedes en Afvigelse fra de opgivne Længder paa indtil 5 mm.

Pladerne maa intet Steds have mindre Tykkelse end 2%, under den foreskrevne Tykkelse og intet Steds have en Overtykkelse, der er større end, hvad der fremgaar af følgende Tabel:

Plader	Største tilladte Forskel mellem mindste og største Tykkelse ved en forlangt Pladetykkelse i Millimeter paa:		
	5-7mm (exkl.)	7-10mm (exkl.)	10mm og derover
indtil 1600 mm Bredde	1,2	0,9	0,9
fra 1600 - 1800 »	1,8	1,7	1,7
» 1800 - 2100 »	2,0	1,7	1,7
» 2100 - 2700 »			2,3
» 2700 - 3000 »			2,9

Ved Bredder over 2100 mm og Tykkelser paa indtil 10 mm saavel som ved Bredder over 3000 mm antages Pladerne, som de ere, naar det tyndest maalte Sted ikke har mindre Tykkelse

end 2%, under den forlangte Tykkelse. Maalingerne af en Plades Tykkelse maa i intet Tilfælde ske nærmere ved Randen end 40 mm derfra.

§ 6. Vejning.

298. De enkelte Konstruktionsdeles virkelige Vægt maa ikke falde uden for Grænserne 97% og 105% af den beregnede Vægt, hvorved forstaaes den, der findes som Produktet af: Vægtfylden henholdsvis 7,80 for Svejsejærn og 7,85 for blødt Staal, det forlangte Tværsnitsareal og den maalte Længde (for Pladernes Vedkommende: den forlangte Tykkelse og det maalte Overfladeareal).

Plader over 2700 mm brede antages, naar Undervægten ikke andrager over 3%.

C. Særlige Prøver.

§ 7. Udtagelse af Prøvestykker.

299. Foretages Prøver her i Landet, skal som Prøvestykker saa vidt muligt anvendes Affaldsmateriale, dog kan Leverandøren, naar Talen er om Plader, netop forlange, at saadant Materiale, der ved Brugen bevisligt vil blive bortskaaet som ubenyttet, ikke anvendes til Prøver. Forinden der udtages Stykker til Prøvebrug, skal Modtageren bestemme, hvilke Dele af Leverancen hvert enkelt udtaget Stykke skal repræsentere. Udtagne Prøvestykker, der vise sig behæftede med synlige Fejl, skal Modtageren ikke kunne forlange nærmere undersøgte, men han har Ret til at kassere det enkelte Stykke af Leverancen, hvoraf Prøvestykket er taget, og til at lade udtagte et nyt Prøvestykke i Stedet for det saaledes udskudte.

Hvis ikke alle de med et Prøvestykke foretagne Prøver og Undersøgelser falde tilfredsstillende ud, kan Modtageren — naar ikke andet er bestemt under de særlige Prøver — kassere det enkelte Stykke af Leverancen, hvoraf Prøvestykket er taget, og af det Parti af Leverancen, som dette Prøvestykke repræsenterer, lade udtage 2 nye Prøvestykker (af Plader 4) og lade disse underkaste de i de forannævnte Regler angivne Undersøgelser. Falde ikke alle disse tilfredsstillende ud, kan hele vedkommende Parti af Leverancen kasseres.

I. Würzburger Normerne af 1895 for Prøvning af Dampkedelmateriale¹⁾.

Kedelplader af blødt Staal.

300. Pladerne skal fremstilles af Martinstaal og stemples FI, FII, FIII, eftersom det er Ildplader, Kedelskalplader I eller Kedelskalplader II.

Kedelskalplader II maa kun bruges til de Dele af Kedelskallen, der ikke berøres af Forbrændingsprodukterne (f. Ex. Skallen af en Skibskedel), og som ikke skal ombertles. Kedelskalplader I maa kun bruges til de Dele af Kedelskallen, der ikke ligger i 1ste Ildkanal, og som ikke skal ombertles. Ildplader skal bruges til alle de øvrige Dele af Kedlens Vægge, f. Ex. til Plader i Ildstedet og 1ste Ildkanal og til Plader, der skal ombertles, saasom Endebunde, Dampkupper, Stutsen o. s. v.

Samtlige Plader skal ved Besigtigelsen paa Valseværket mærkes med den tilsynførendes Stempel og det Løbenummer. Mærkerne sættes ca. 200 mm fra et Hjørne og mindst paa to Steder.

Af samtlige Plader skal der tages Længde- og Tværstrimler til Bøjelighedsprøver i hærdet Tilstand. Af samtlige Ildplader skal der tages Længde- og Tværstrimler saavel til Trækprøver som til varme Bøjelighedsprøver. Af Kedelskalpladerne undersøges kun Halvdelen, $\frac{1}{4}$ for Træk i bægge Retninger, $\frac{1}{4}$ for varm Bøjelighed i bægge Retninger.

301. De Fordringer, der stilles, er i alle Tilfælde ens for Længde- og Tværstrimler.

Trækprøver skal give følgende Resultat:

	Ildplader	Kedelskalplader I	Kedelskalplader II	
			< 24 mm tykke	≥ 24 mm tykke
S_t i kg/mm^2	34-40	36-42	39-45	38-44
δ_{min} i %	25	22	20	20
Kvalitetstal	62	61	60	60

Kvalitetstallet, der er lig $S_t + \delta$, skal altid naas, og Maximalstyrken maa aldrig overskrides, men S_t og δ har Lov at være i mindre end forlangt, naar blot Kvalitetstallet naas; en Ildplade med $S_t = 33$ og $\delta = 29$ eller $S_t = 38$ og $\delta = 24$ er altsaa konditionsmæssig.

Alle Pladerne skal i glødende Tilstand kunne bøjes fladt sammen uden at revne. I hærdet Tilstand skal Pladerne kunne bøjes 180° om en Dorn, der for Ildplader og Kedelskalplader I er dobbelt saa tyk som Pladen, for Kedelskalplader II 3 Gange saa tyk som Pladen. Udsmedningsevnen (§ 195) skal mindst være 150 og Lokkeligheden mindst 1.

¹⁾ Her gengives kun Hovedpunkterne, og Fordringerne til Svejsejærn er udelatte.

Vinkeljærn.

302. af Vinkeljærnene prøves. I Længderetningen fordres: $S_t = 37-44 \text{ kg/mm}^2$, $J_{\min} = 20 \%$, idet der gøres de samme Indrømmelser som ved Plader: Kvalitetstallet maa aldrig være under 60. I glødende Tilstand skal Fligene kunne slaas fladt sammen og bredes fladt ud. I kold Tilstand skal Vinklen mellem Fligene kunne forøges 45° ved Presning, og en Længdestrimmel skal kunne bøjes 180° . I hærdet Tilstand skal Længdestrimler kunne bøjes 180° omkring en 3 Gauge saa tyk Dorn. Ingen af disse Bøjelighedsprøver maa fremkalde mere end begyndende Revnedannelse. Smedelighed og Lokkelighed skal være som for Pladerne.

Nittejærn og Nitter.

303. Der tages Prøver af 4% af Jærnmængden. $S_t = 30-40 \text{ kg/mm}^2$, $J_{\min} = 25 \%$, idet der gøres de samme Indrømmelser som ved Plader: Kvalitetstallet maa aldrig være under 62. I kold Tilstand skal Materialet kunne bøjes fladt sammen og mindst kunne stukkes 50% (§ 195).

I glødende Tilstand skal det kunne stukkes $67-75 \%$ og derpaa lade sig lokke uden at revne. I hærdet Tilstand skal det kunne bøjes 180° om en dobbelt saa tyk Dorn.

Rør¹⁾.

304. Rørene skal være fri for Valsefejl, have en glat Overflade og maa ingen beskadigede Steder indeholde. Rørene skal endvidere være lige, kalibrerede ind- og udvendig, uden Skører, Ar, Ridser eller andre ved Brugen skadelige Fejl, ligesom de ogsaa skal være glat og retvinklet afskaarne.

Svejesømmenes Overlæg skal mindst være 10 mm.

I Reglen skal der tages Prøvestykker af 2% af Rørene, dog mindst af 2 Rør.

Samtlige Rør skal ved Besigtigelsen paa Valseværket stemples paa mindst 2 Steder og haade med den tilsynførendes Stempel og et Løbenummer; disse Stempler anbringes ca. 200 mm fra Enderne. Den tilsynførende bestemmer hvilke Rør, der skal prøves, og Prøvestykkerne tages fra Enderne af disse. Hvis tilsynledende fejlfri Prøvestykker efter Prøven viser sig at have lokale Fejl, gælder Prøven ikke.

305. Alle Prøverne udføres i kold Tilstand²⁾.

Udvidelsesprøve. Rørenderne skal paa en Længde af 30 mm kunne udvides som følger:

Naar Vægttykkelsen er indtil 4 mm	5	3/4	% af Diametern
„ „ „ „ 6 „	3	2	„ „ „
„ „ „ „ 6 „	2	1	„ „ „

Udvidelsen skal ske ved Hamring over en Dorn.

Bertelprøve. Rørenderne skal lade sig omberte udefter som følger:

Staalrør af enhver Diameter og Vægttykkelse 90°

Bredden af den ombertede Rand skal være 12% af Rørdiameteren.

Svejseljærnrør af indtil 76 mm Lysning og 3 mm Vægttykkelse 60°

„ „ „ over 76 „ „ indtil 4 mm Vægttykkelse 30°

Bredden af den ombertede Rand skal være henholdsvis 12 og 8% af Rørdiameteren.

Bøjelighedsprøve. Rørstykker af 100 mm Længde skal lade sig sammentrykke fuldstændig

(til den halve Diameter), naar Svejsfugen ikke ligger i Bøjningen.

Vandtrykprøve. Rørene skal kunne taale et Prøvetryk svarende til det 3dobbelte Driftstryk, dog mindst 30 at, uden at vise nogensomhelst Formforandring eller Utæthed. Rørene skal overhamres, mens de staar under Tryk.

j. Traad.

a. Fremstilling og Egenskaber.

306. Traad fremstilles haade af Svejseljærn og Staal, ved at Materialet først vales ned til 3 à 6 mm (Valsetraad) og derpaa i kold Tilstand trækkes gennem stadig snævrere Huller i Plader af meget haardt Digelstaal. Traaden bliver der ved stiv og blank, og Styrken stiger overordentlig stærkt, saaledes at den største Styrke, et Materiale overhovedet kan bringes op til, er den, det har i Traadform. Baade Styrken og den medfølgende Skørhed kan fjernes ved Udglødning, og man maa derfor skelne mellem **haardtrukken Traad**, der bruges, hvor Styrken eller Stivheden spiller en Rolle (Telegraf- og Telefontraad til store Spændvidder, Traadtove, Cykeleger, Traad til Klaverstrænge og Murstensma-

¹⁾ Tilføjelserne i , gælder Svejseljærn.

²⁾ Nærmere om disse Prøver i § 356.

skiner, Traadstifter, Træskruer, Kroge, Fjere, Haarnaale o. s. v.) og **udglødet Traad**, der bruges, hvor Bøjeligheden har Betydning (Telegraftraad til smaa Spændvidder, Hegnstraad, Traad til Armering af Kabler, Flasketraad, Blomstertraad, Bindetraad til Jærnbeton, Traad til Traadvæv o. s. v.). Undertiden trækker man tyndt Rundjærn blot for at give det Stivhed eller tilvejebringe en nøjagtig Diameter og glat Overflade, saaledes at en Afdrejning spares (komprimeret Axelstaal § 209).

Den haardtrukne Traads Overflade er blank, mens den udglødede Traad er sort, hvis den da ikke som Blomstertraad er poleret efter Glødningen. Ofte forsynes Traaden med et Overtræk af Zink (Hegnstraad, Telegraftraad, Traad til Tove), Tin (Flasketraad), Kobber (Møbelkjere), Bly, Nikkel eller Messing (§ 424).

307. Traadmaterialet er som Regel Konvertor-, Martin- eller Digelstaal, og Kulholdigheden kan variere fra 0,05 til 0,8 % og mer (§ 182), alt efter den Bøjelighed, Styrke og Slidfasthed, man ønsker.

Svejseljærn bruges ikke meget mere; dog anvendes det, hvor Svejseligheden har Betydning og f. Ex. til Træskruer, fordi det er blødere at arbejde i end Staal.

Blødt Staal bruges til Hegnstraad, Kabelarmatur, Søm og til Tovværk af hvilket der ikke kræves særlig Styrke samt til korte Telegraf- og Telefonledninger af hvilke der kræves en saa ringe Ledeevne, at Hensynet til Styrken bliver bestemmende for Dimensionerne.

Haardt Staal anvendes til Tovværk, der skal være stærkt uden at blive for svært, eller som slides meget, og naar det i særlig Grad kommer an paa Styrke og Paalidelighed, bruges Digelstaal, saaledes til Tove for Hængebroer og Elevatorer, til lange Transmissionstove (for at forringe Vægten), til Tove for Trisseværker (hvilke Tove maa være særlig bøjelige og derfor tynde); endvidere til Klaver- og Teglværkstraad og Telefontraad til store Spændvidder.

Paa Danmarks eneste Traadfabrik (i Middelfart) oparbejdes Valsetraad fra Westphalen. Materialet er hyppigst Thomasstaal (til Hegnstraad, Tovværk, Søm o. s. v. er Kulholdigheden ca. 0,15 % til Møbelkjere ca. 0,3 %), sjældnere Martinstaal. Svejseljærn og Digelstaal bruges ikke¹⁾.

308. For Traad af samme Materiale voxer Styrken med aftagende Diameter. Saaledes angiver *Karmarsch* ($d =$ Traaddiameteren i mm):

		S_t at
Bedste Jærntraad ²⁾ (haardtrukken)	6370 +	$\frac{1590}{d}$
„ „ (udglødet)	3310 +	$\frac{380}{d}$
Alm. „ (haardtrukken)	4580 +	$\frac{2290}{d}$
„ „ (udglødet)	2870 +	$\frac{640}{d}$
Traad af haardt Staal (haardtrukken)	6370 +	$\frac{2670}{d}$
„ „ „ (udglødet)	5730 +	$\frac{380}{d}$

Grunden hertil er, at Materialets Komprimering kun strækker sig et bestemt Stykke ind i Traaden, og tyk Traad (3 mm og derover) af alm. blødt Staal kommer derfor ikke op over en Styrke af ca. 6500^{at}. Hvor større Styrketal kræ-

¹⁾ Iøvrigt indføres Traad fra Tyskland og England; for 5 mm Traad og derunder er Tolden 3 Øre pr. kg. for tykkere Traad 2 Øre.

²⁾ Svejseljærn eller blødt Staal.

ves, bliver Traaden fremstillet af haardt Staal og efter Trækningen hærdet, hvilket sker ved at gløde den i en Retort og derefter trække den gennem et Bad af smeltet Bly. Saaledes hærdes f. Ex. Staaltelefontraad af 12—1400^{at} Styrke.

Som Exempler paa hvilken Styrke, der kræves af Traad til bestemt Brug, anføres:

S ^{at}	
4000—4300	Forzinket, udglødet Traad af blødt Staal til Telegraf- og Hegnsbrug og til Tovværk for Sejlskibes staaende Rigning ¹⁾ .
3940—4720	Forzinket Traad af blødt Staal (Diameter: 9,65, 7,02, 5,13, 4,19, 2,41 mm) til Armering af Store nordiske Telegrafskabs Kabler ²⁾ .
5000	Svensk Trækulsjærtraad.
6000—6500	Traad af blødt Staal til almindelige Transmissionstove.
8190	Forzinket Staaltraad (2,41 mm) til Armering af Store nordiske Telegrafskabs Kabler ³⁾ ; forzinket Staaltraad i Jacob Holm & Sønners Tovværk for Dampskibes staaende Rigning (engelsk Materiale, J-Kvalitet ⁴⁾).
10000 og 12500	Minimums- og Middelverdi for Traad til kabelslaaet Staaltraadstovværk for den tyske, keiserlige Marine.
12000	Fortinnet Beretraad af Staal (Frederiksbergs Sporveje), Digelstaastraad (uforzinket, 0,5—1,6 mm) i Felten & Guilleaumes Elevatorstove og Tove i Trisseværker.
12000—14000	Digelstaastraad til Brokabler (4—6 mm tyk, $\epsilon_{100} = 4—5\%$, EG ₁ = 6—7000 ^{at}); forzinket Digelstaastraad til Telefonledninger.
13000	Trækledninger til Statsbanernes Bomme (4 mm forzinket Telefontraad).
14200	Staaltraad i Jacob Holm & Sønners Tovværk til Fortøjning, Varpning, løbende Rigning, Kraner, Elevatorer og til deres Flagtiner og Liner til Dampfløjtter, Ventil m. m. (engelsk Materiale, S-Kvalitet ⁴⁾).
14000 og 18000	Uforzinket Staaltraad i Felten & Guilleaumes Krantove (0,5—1,6 mm).
18900	Staaltraad i særlig stærke og bøjelige Elevatorstove fra Jacob Holm & Sønner (engelsk Materiale).
11500—20000	Digelstaastraad til Ophejsningstove fra Felten & Guilleaume.
15750—21650	Amerikansk Plov-Staaltraad ⁵⁾ .
20000	Plov-Staaltraad til Kran- og Ophejsningstove fra Ferdinand Wolff i Neckarau Mannheim.

309. Traad benævnes som Regel ikke direkte efter Diameteren, men efter Nummeret i en Traadlære, af hvilke der haves forskellige Systemer. I England benyttes til *New British Imperial Standard Wire Gauge*, ogsaa kaldet *Legal Standard Wire Gauge*, som kort betegnes med *W. G.*); i Amerika bruges mest *Brown & Sharpe Wire Gauge*, i Nordtyskland *Stubs Gauge*, der ofte benævnes *Birmingham Wire Gauge (B. W. G.)*, en tvetydig Betegnelse, da den ogsaa, og rigtigst, bruges for den gamle *B. W. G.*, som nu er gaaet af Brug. Derimod bruges den tyske Millimeter-Traadlære, hvis Numre angiver Diameteren i Tiendedele af Millimetre (Nr. 20 = 2 mm), vistnok kun sjældent; i Frankrig og Sydtykland bruges *Jauge de Paris*, der for Traadstifter anvendes hele Tyskland over. I Tabellen paa Side 127 vil man finde, hvilken Diameter (i mm) der i de forskellige Lærer svarer til et bestemt Nummer. Den tyske Traadlæres Numre er følgende: 100, 94, 88, 82, 76, 70, 65, 60, 55, 50, 46, 42, 38, 34, 31, 28, 25, 22, 20, 18, 16, 14, 13, 12, 11, 10, 9, 8, 7, 6, $\frac{5}{16}$, $\frac{4}{16}$, $\frac{3}{16}$, $\frac{2}{16}$, $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{32}$, $\frac{1}{64}$, $\frac{1}{128}$, $\frac{1}{256}$, $\frac{1}{512}$, $\frac{1}{1024}$; Brokstregerne skal læses som Kommaer, Traad Nr. $\frac{1}{4}$ har altsaa Diameteren 0,24 mm.

310. Foruden cirkelrund Traad haves Profiltraad (Fagotraad, Dessintraad) med mange forskellige Profiler som halvrundt (til Splitter), ovalt, ottetalsformet, kvadratisk, rektangulært, 3-, 6- og 8-kantet, samt Traad til Fremstilling af Paraplystel, Brillen, Staaldrøv i Uhre m. m. De saakaldte Traadsøm eller Traadstifter fremstilles af Sømjern, som er kvadratisk Traad.

β. Prøvning af Traad.

311. I Følge det internationale Materialprøvningsforbunds Bestemmelser skal Traad underkastes Træk-, Vridnings- og Bøjelighedsprøver.

¹⁾ Traad fra Nordiske Kabel- og Traadfabrikker bruges af Jacob Holm & Sønner paa denne Maade.

²⁾ Diameteren maales paa den forzinkede Traad, og Tolerancen er $\pm 2\frac{1}{2}\%$. Paa en Længde af 152 mm skal Traadene kunne taale henholdsvis 5, 9, 12, 15 og 30 Snøninger. Den tyndeste Traad skal have en Brudforlængelse af mindst 16% (gennemsnitlig 18%) maalt paa 254 mm.

³⁾ Traaden skal have en Brudforlængelse af mindst 3% (paa 254 mm) og skal kunne taale 3 Bøjninger (§ 313) omkring en Dorn med samme Diameter som Traaden.

⁴⁾ Nævnte Firmas Kvalitetsbetegnelser J og S er tilfældigt valgt.

⁵⁾ Tove til Trækning af Damplove fremstilles af Traad med indtil 26000^{at} Styrke, nærmest af Hensyn til Sliddet, idet Tovene slæber hen over Pløjejorden. Saa dan stærk Traad benævnes Plov-Staaltraad, selv om den finder anden Anvendelse.

⁶⁾ Mellemnumre indskydes ved simpel Interpolation, Nr. 15 $\frac{1}{4}$ svarer saaledes til 1,78 mm.

Lærers Nr.	New British Imp'l Standard W.G. Legal Standard W.G. Traad og Hår	Stubs Gauge Birmingham Wire Gauge Plader, Baandjærn og Traad	Standard Gauge eller Birmingham S.G. eller New B.G. Plader og Baandjærn	Jauge de Paris Plader og Traad	Brown & Sharpe W.G.	Tysk Pladelerer	Lærers Nr.	New British Imp'l Standard W.G. Legal Standard W.G. Traad og Hår	Stubs Gauge Birmingham Wire Gauge Plader, Baandjærn og Traad	Standard Gauge eller Birmingham S.G. eller New B.G. Plader og Baandjærn	Jauge de Paris Plader og Traad	Brown & Sharpe W.G.	Tysk Pladelerer
7 $\frac{1}{16}$	12,70						24	0,56	0,56	0,63	6,4	0,51	0,50
8 $\frac{1}{16}$	11,78						25	0,51	0,51	0,56	7,0	0,45	0,44
9 $\frac{1}{16}$	10,97	12,70					26	0,46	0,46	0,50	7,6	0,41	0,38
10 $\frac{1}{16}$	10,16	11,53					27	0,42	0,41	0,44	8,2	0,36	0,30
11 $\frac{1}{16}$	9,45	10,80	12,70		11,7		28	0,38	0,36	0,40	8,8	0,32	
12 $\frac{1}{16}$	8,84	9,65	11,31		9,3		29	0,34	0,33	0,35	9,4	0,29	
13 $\frac{1}{16}$	8,23	8,64	10,07		8,3		30	0,31	0,31	0,31	10,0	0,25	
14 $\frac{1}{16}$	7,62	7,62	8,97	0,6	7,3	5,5	31	0,29	0,25	0,28			
15 $\frac{1}{16}$	7,01	7,21	7,99	0,7	6,5	5,0	32	0,27	0,23	0,25			
16 $\frac{1}{16}$	6,40	6,58	7,12	0,8	5,8	4,5	33	0,25	0,20	0,22			
17 $\frac{1}{16}$	5,89	6,05	6,35	0,9	5,2	4,25	34	0,23	0,18	0,20			
18 $\frac{1}{16}$	5,38	5,59	5,65	1,0	4,62	4,00	35	0,21	0,13	0,18			
19 $\frac{1}{16}$	4,88	5,15	5,03	1,1	4,11	3,75	36	0,19	0,10	0,15			
20 $\frac{1}{16}$	4,47	4,57	4,48	1,2	3,66	3,50	37	0,17		0,14	P. 0		0,50
21 $\frac{1}{16}$	4,06	4,19	3,99	1,3	3,26	3,25	38	0,15		0,12	P. 1		0,46
22 $\frac{1}{16}$	3,66	3,76	3,55	1,4	2,91	3,00	39	0,13		0,11	P. 2		0,42
23 $\frac{1}{16}$	3,25	3,40	3,18	1,5	2,59	2,75	40	0,12		0,10	P. 3		0,38
24 $\frac{1}{16}$	2,95	3,05	2,83	1,6	2,30	2,50	41	0,11		0,087	P. 4		0,34
25 $\frac{1}{16}$	2,64	2,76	2,52	1,8	2,05	2,25	42	0,10		0,078	P. 5		0,31
26 $\frac{1}{16}$	2,34	2,41	2,24	2,0	1,83	2,00	43	0,09		0,069	P. 6		0,28
27 $\frac{1}{16}$	2,03	2,10	1,99	2,2	1,63	1,75	44	0,08		0,062	P. 7		0,27
28 $\frac{1}{16}$	1,83	1,83	1,78	2,4	1,45	1,50	45	0,07		0,055	P. 8		0,25
29 $\frac{1}{16}$	1,63	1,65	1,59	2,7	1,29	1,38	46	0,06		0,049	P. 9		0,23
30 $\frac{1}{16}$	1,42	1,47	1,41	3,0	1,15	1,25	47	0,05		0,043	P. 10		0,22
31 $\frac{1}{16}$	1,22	1,24	1,26	3,4	1,02	1,13	48	0,04		0,039	P. 11		0,20
32 $\frac{1}{16}$	1,02	1,07	1,12	3,9	0,91	1,00	49	0,03		0,034	P. 12		0,18
33 $\frac{1}{16}$	0,91	0,89	1,00	4,4	0,81	0,88	50	0,025		0,031	P. 13		0,17
34 $\frac{1}{16}$	0,81	0,81	0,89	4,9	0,72	0,75	51			0,027	P. 14		0,16
35 $\frac{1}{16}$	0,71	0,71	0,79	5,4	0,64	0,63	52			0,024	P. 15		0,15
36 $\frac{1}{16}$	0,61	0,63	0,71	5,9	0,57	0,56							

Ved Trækprøven skal den fri Længde og Maalelængden mindst være henholdsvis 75 og 50 Gange Traadtykkelsen. I Reglen bruges en Maalelængde af 15 cm. Statsprøveanstalten bruger 20 cm, naar intet andet forlanges (§ 59).

312. Ved Vridningsprøven indspændes Traadens Ender i to Patroner (Fig. 110), saaledes at den fri Længde mindst bliver 75 Gange Traadtykkelsen¹⁾. Den ene Patron er befæstet til et Haandsving, mens den anden er forhindret i at dreie sig ved en Styling, der saa lidt som muligt maa hindre Traaden i at forkorte sig. Antallet af de Snøninger, der behøves til at vride Traaden over, er et Maal for dens Sejghed²⁾.

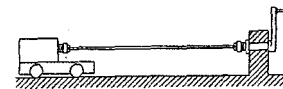


Fig. 110.

¹⁾ Dette overholdes ikke altid for de tykkere Traades Vedkommende, idet man arbejder med en konstant fri Længde af 15, 16 eller 20 cm for alle Diametre. Undertiden strammer man Traaden med en Vægt.

²⁾ Hvis Haandsvinget er drejet n Gange rundt, og Traadens Diameter er d cm, den fri Længde l cm, saa vil to af Traadens Overfladepunkter, der ligger i en Frembringer, 1 cm fra hinanden, have forskudt sig et Stykke $n \pi d$ i Forhold til hinanden, forudsat at Traaden er homogen (σ : Vridningsvinklen pr. Længdeenhed konstant), og at de oprindelige Radier ogsaa er retliniede efter Forsøget. Denne Størrelse — Forskydningen pr. Længdeenhed — benævnes Torsionskoefficienten og

Vridningsprøven egner sig ogsaa udmærket til at paavise Materialets Ensartethed; er Traaden homogen, vil den sno sig ganske regelmæssigt over hele Længden, er der derimod haardere Steder i den, vrides disse ikke.

313. Til Bøjelighedsprøver kan det i Fig. 111 viste Apparat¹⁾ benyttes. Traadens ene Ende indspændes mellem et Par cylindriske Dorne i en Skruer-

TRAAD-BØJEAPPARAT.

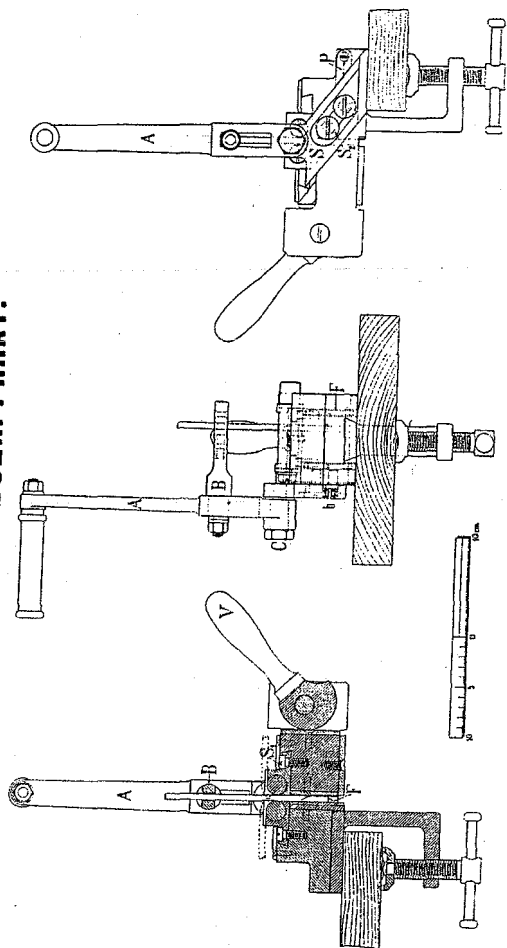


Fig. 111.

stik ved Hjælp af Vægtstangen *V*, mens den anden Ende stikkes ind i en Tværbolt *B* paa Armen *A*, der kan drejes om Axlen *C*. Bolten er forskydelig paa

er under de nævnte Forudsætninger et absolut Maal for Materialets Anstrengelse uafhængig af Diameteren. Snoningernes Antal kan derimod ikke bruges til Sammenligning af forskellige Traade, med mindre *d:l* holdes konstant.

¹⁾ fra *Tarnogrocki* i Essen a. d. Ruhr.

Armen og fastspændes i en Afstand fra Indspændingspunktet lig 15 Gange Traadtykkelsen; den maa ikke være i fast Forbindelse med Traaden, saaledes at denne strækkes¹⁾. Armen bevæges skiftevis til højre og venstre, saaledes at Spændingerne paa Bøjningsstedet stadig veksler mellem Træk og Tryk, og Bevægelsen fra den lodrette Stilling til den vandrette og tilbage til den lodrette regnes for een Bøjning.

Antallet af de Bøjninger, en Traad kan taale, er proportionalt med Dornens Diameter, og *I. M.* anbefaler at tage denne lig 4 Gange Traadtykkelsen. For Nemheds Skyld nøjes man dog gerne med to Sæt Dorne og bruger 10^{mm} Diameter til 3 eller 4^{mm} Traad og derunder, og 20^{mm} Diameter til sværere Traade²⁾.

γ. Leveringsbetingelser for Traad.

314. Telegraf-, Telefon- og Hegnstraad leveres i ringformede Nøgler med paaskreven Vægt, der i Reglen forlanges at skulle ligge mellem 96 og 104 kg eller 48 og 52 kg. Traaden maa intet Steds være svejst. Er de enkelte Nøgler samlet af flere Traadstykker, skal Samlingerne være smukt og holdbart udførte ved Bevikning og Lodning (Britannialodning³⁾). Statsbanerne forlanger, at de enkelte Traadstykker skal have en Vægt af mindst 10 kg for Hegnstraaden og mindst 15 kg for Telegraftraaden.

315. En Del af de Fordringer, Statstelegrafvæsenet stiller, er angivet i Tabellen paa Side 130, hvor ogsaa Kobber- og Broncetraad er medtagne.

Iøvrigt kræves, at Traaden skal være nøjagtig cirkelrund overalt med glat Overflade uden Ridser eller andre Ujævnheder. Diameteren maa højst være den i Tabellen angivne Størrelse mindre eller større end forlangt. Styrken prøves med en jævnt voksende Belastning og en fri Længde af mindst 15 cm. Traadene skal være saa seige, at de uden at begynde at spalte, briste i Overfladen eller springe tilbage kan taale det i Tabellen angivne Antal Snoninger paa en Længde af 15 cm.

Traadene skal kunne taale at vikles omkring en Traad af samme Tykkelse i tæt til hinanden sluttende Skruvindinger uden at sprække eller i nævneværdig Grad fjerne (Bestemmelsen om Fjeringen mangler for Staaltraadens og den svære Jærtraads Vedkommende).

316. Statsbanernes Telegraftraad er W. G. Nr. 7, forzinket, og Diameteren skal ligge mellem 4,5 (l) og 4,7 mm. Brudstyrken skal mindst være 660 kg, og Bruddet skal vise en ensartet, mat, lysegraa Farve uden sorte Pletter og lysere Steder og have et senet Udseende. Traaden skal kunne taale 20 Bøjninger uden at brække og 14 Snoninger paa en Længde af 16 cm uden at briste eller revne. Endvidere maa Traaden kunne taale at blive snoet i tætsluttende Vindinger omkring en Traad af samme Tykkelse uden at spalte, brække eller fjerne tilbage. Ledningsmodstanden maa højst være 9 Ohm pr. km.

Statsbanernes Hegnstraad er W. G. Nr. 6, forzinket. Traaden kan være valset eller trukket; den skal i første Tilfælde være fri for al Valsesand. Den skal gennemgaaende have et cirkelformet Tværnit, og Tværmaalet skal ligge mellem 4,8 og 5,0 mm. Brudstyrken skal mindst være 750 kg (4000 at). Iøvrigt stilles der ganske de samme Fordringer til den som til Telegraftraaden, kun er Ledningsmodstandens Størrelse ligegyldig. Prisen for Hegnstraaden saa vel som for Telegraftraaden er 19—22 Øre pr. kg.

¹⁾ *Tinius Olsen* fabrikkerer en Maskine, paa hvilken Bøjelighedsprøven kan udføres, samtidig med at Traaden strækkes med en vilkaarlig Last, altsaa netop den Paavirkning som Traadene i et Transmissions- eller Ophejningsstov udsættes for.

²⁾ Fig. 111 viser Apparatet med 20^{mm} Dorne; ved at fjerne Skruerne *S*, kan de sammen med deres Indfatning udtages og ombyttes med 10^{mm} Dorne. Højdebeliggenheden af den vandrette Plan, der tangerer Dornene, ændres ikke ved denne Ombytning.

Skæringspunktet mellem Traadens Axe og Tværboltens Axe, naar denne er i sin øverste Stilling, vil beskrive en Cirkelafvikler, mens Tværboltens Axe beskriver en Cirkel. De to Punkter følges altsaa ikke ad, og der vil kunne opstaa smaa Træk- eller Trykspændinger i Traaden, som imidlertid reduceres til et Minimum, hvis Omdrejningspunktet *C* vælges saaledes, at den nævnte Cirkel og Cirkelafvikleren skærer hinanden, naar Traaden er i sin lodrette og vandrette Stilling. *C* bør derfor kunne forskydes, naar Traadens Diameter varierer, hvilket er opnaaet ved at lejre Axlen i Slæden *S*, der kan forskydes i skraa Retning, naar Boltene *S*, løsnes. Beliggenheden af *C* er nøjagtig bestemt for 6^{mm} og 2^{mm} Traad; Forbindelselinierne mellem de to Punkter danner en Vinkel paa ca. 38° med den vandrette, og langs denne Linie bevæger Slæden sig. Slædens rette Stilling ved Prøvning af 1^{mm} og 8^{mm} Traad findes ved at bringe henholdsvis den øvre og den nedre af de to Tværestreger *b* udfor Pilen *P*. For at Bøjningsvinklen i alle Tilfælde skal blive saa nær som muligt 90°, er den Tværbolt, der fører de tynde Traade (1—4^{mm}), tyndere end den, der fører de tykke.

De to Bladfjere *F* aabner Skruestikken, naar *V* drejes tilbage.

³⁾ Navnet betegner Forbindelsesmaaden og har intet med Britanniametal at gøre.

Materiale	Diameter	Diameterens tilfældige Afvigelse	Trækstyrke	Total Brudlast	Antal Snoninger paa 15 cm	Mindste Lednings- Længde (m ²)	Største Lednings- modstand pr. km ved 15° for Jærn- strøm	Brudforlængelse paa 15 cm Maale- længde	Forchrujer
	mm	mm	at	kg		%	int. Ohm	%	Statistograf- væsenet
Blødt Staal ¹⁾ (forzinket) . .	4,5 ²⁾		4000	636	20 ⁷⁾	ca. 13	ca. 8		Statistograf- væsenet
Blødt Staal ¹⁰⁾ (udglødet) . .	1,5 ²⁾	± 0,1							
Haardt Staal (forzinket) . .	3,0 ²⁾		12000 ⁸⁾	846		ca. 8,5	ca. 28	mindst 4	
Kobber (haardtrukket) . . .	8,21 ⁹⁾		4000			97			*)
do. do.	5,0 ¹¹⁾		4100	805	18	97	0,88		Statistografvæsenet
do. do.	4,5 ¹¹⁾		4200	668	20	96	1,09		
do. do.	4,0 ¹¹⁾	± 0,05	4300	541	22	95	1,40	højest 1,5	
do. do.	3,5 ¹¹⁾		4400	423	24	94	1,85		
do. do.	3,0 ¹¹⁾		4500	318	26	93	2,54		
do. (fortinnet, udgl.) . . .	1,5 ²⁾	± 0,1							
Bronce	3,0 ²⁾		6100	431	26	64	3,69		Statistografvæsenet
do.	2,5 ¹²⁾	± 0,05	5500	270	28	80	4,25	højest 1,5	
do.	2,0 ¹²⁾		6500	204	30	60	8,86		
do.	1,5		6500	115	32	60	15,71		
do.	2,0	± 1 ¹⁰⁾	5800			75			
do.	1,25		8000			35			*)

317. Foreningen af tyske Jærnfabrikker har 1901 opstillet følgende Leveringsbetingelser:

For forzinket, udglødet **Jærnfætraad** af blødt Staal:

Trækstyrke: mindst 4000 at.

Vridningsprøve. Traadens fri Længde 15 cm.

Traad af 6 5 4 3 2,5 2 1,7 mm Diameter
skal kunne taale 16 19 23 28 30 32 38 Snoninger.

Bøjelighedsprøve.

Traad af 6 5 4 3 2,5 2 1,7 mm Diameter
skal kunne taale 6 7 8 8 10 14 16 Bøjninger
omkring en Dorn med 10 5 mm Radius.

For forzinket **Telefontraad** af haardt Staal:

Trækstyrke: 13—14000 at. Brudforlængelse paa 500 mm Maalelængde: mindst 5 %.

Bøjelighedsprøve. Dornens Radius: 5 mm.

Traad af 2,5 2,2 2,0 1,8 1,6 mm Diameter
skal kunne taale 4 6 7 8 10 Bøjninger.

¹⁾ Denne Traad er brugt til omtrent alle Telegrafledninger; til vigtigere, internationale Ledninger i Danmark brugtes tidligere 5,5 mm Jærntraad, men nu 3 mm Kobbertraad.

²⁾ Bindestraad; den forlanges vel udglødet.

³⁾ Bruges i Reglen til Telegrafledningers Fremføring gennem Byer og til mindre vigtige Telefontledninger (Oplandsledninger og Abonnentledninger paa Landet). Pris: 32—33 Øre pr. kg.

⁴⁾ Trolleytraad til Frederiksberg Sporveje. Tværsnittet skal være 53 mm².

⁵⁾ Specielt for Telefonanlægget paa Island.

⁶⁾ Flydegrænsen skal mindst være 80 % af Brudgrænsen.

⁷⁾ For hver 100 at højere Brudstyrke end forlangt fordrer 1/2 Snoning mindre, dog mindst 15 Snoninger.

⁸⁾ I Procent af rent Kobber σ : Normalkobber med Modstand $\frac{1}{100}$ international Ohm pr. mm² Traad ved 15° C.

⁹⁾ Københavns Telefon-Aktieselskab.

¹⁰⁾ Traaden benævnes blot »Jærntraad«. For den 4,5 mm Traad er Prisen 19—23 Øre pr. kg.

¹¹⁾ Bruges til mellemby Telefontledninger. Se ogsaa Note ¹⁾.

¹²⁾ Brugtes tidligere til mellemby Telefontledninger.

¹³⁾ Bruges undertiden til Telegrafledningers Fremføring gennem Byer og undertiden til mindre vigtige Telefontledninger (Oplandsledninger).

δ. Tovværk.

318. Næsten 1/2 af alt det smedelige Jærn, der fremstilles, laves til Traad, og største Parten af denne bruges til Tovværk, der finder Anvendelse, hvor Hampetove vilde blive for dyre og tunge¹⁾. Staaltraadstove vejer kun ca. 1/2 af, hvad en Kæde med samme Styrke vejer, men de er mindre varige²⁾ og beskædiges stærkt af Rust³⁾; Tove, der skal bruges i fri Luft, fremstilles derfor af forzinkede Traade⁴⁾.

319. Ved Fabrikation af Transmissions- og Ophejsningstove gælder det om at forene Styrke og Bøjelighed i saa høj Grad som muligt. Bøjeligheden opnaar man ved at bruge tynde Traade⁵⁾, der snos i eet eller flere Lag udenom en Hampesnor, **Sjælen**, og af de saaledes fremstillede **Dukter** (Fig. 112 a-c) laves Tovet ved at sno 5 til 10 uden om en ny Hampesjæl (Fig. 114—16⁶⁾).

Ofte erstattes Dukternes Hampesjæl med Staaltraade (Fig. 112 d-m), hvorved faas et mindre bøjeligt, men stærkere Tov, der ikke forlænger sig saa meget under Brugen og derfor egner sig til Kraftoverføring paa store Afstande⁷⁾. I Kabler til Hængebroer er der slet ikke Hamp, idet Kærnen og saa dannes af en Staaltraadsdukt.

Hvor den størst mulige Bøjelighed ønskes, bruges **kabelslaede** Tove. Hver Dukt er da selv et Tov, der f. Ex. bestaar af 6 sekundære Dukter udenom en

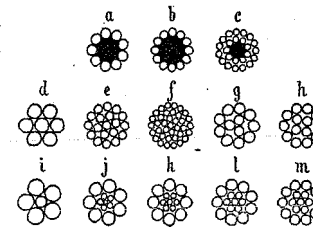


Fig. 112. Dukter.

¹⁾ Hampetove bruges i Maskinbygningen til Ophejsning og Transmission og fremstilles runde, kvadratiske, trekantede og flade. Vejrfastheden er størst for Manillahamp og kan forøges ved Imprægnering med varm Tjære. Styrken af nye Tove er 700—900 at, men synker under Brugen temmelig hurtigt til det halve; Tjeringen formindsker Styrken med ca. 100 at. For Ophejsningstove sættes Sikkerhedsgraden gerne til 8. E_1 er for Manillahamp ca. 5000 at.

For **Læderremme** er Styrken 250—450 at ved alm. Forsøgshastighed, men ved langvarig Belastning (flere Maaneder) kan Styrken synke til 1/2 af de anførte Værdier. Naar en ny Rem belastes, faar den store blivende Forlængelser, der atter delvis forsvinder, naar Remmen lagres. De elastiske Forlængelser er ogsaa større for en ny Rem end for en gammel og voxer langsomt end Spændingen, saaledes at E_1 er variabel. Ved almindelige Driftspændinger kan sættes for nye Remme $E_1 = 1250$ at, for gamle Remme: $E_1 = 2250$ at. Ved svagt spændte Remme er E_1 mindre, ved stærkt spændte større. Statsprøveanstaltens Forsøg med Drivremme og Hampetove er offentliggjorte i *Ingeniøren* 1909, Side 309.

²⁾ Varigheden af Transmissionstove er 2—3 Aar.

³⁾ Naar Traad rustet, formindskes ikke blot Styrken, men ogsaa Seigheden.

⁴⁾ Til Transmission kan Staaltraadstove kun bruges, naar Kraftoverføringen er horizontal. Tovskiverne maa ligge nøjagtigt i samme lodrette Plan og i en indbyrdes Afstand af mindst 16 og højest 100 m.

⁵⁾ Tykkelsen ligger gerne mellem 0,3 og 2,6 mm, og der kan være fra 12 til 432 Traade i et Tov. Skal Tovet bruges til Transmission eller til Ophejsning, maa Traadens Diameter højest være henholdsvis $\frac{1}{1000}$ og $\frac{1}{1100}$ af Tovskivens.

⁶⁾ Naar Dukten bestaar af flere Traadlag, er Snoningsretningen gerne modsat i de enkelte Lag; Stigningsvinklen maa være den samme, da Traadene ellers faar forskellige Spændinger, naar Tovet belastes.

Som Regel er Snoningsretningen modsat i Dukterne og Tovet (**Krydsslag**), men ved Transmissionstove er den undertiden ens (hvilket i Tyskland benævnes **Albertslag**, i England **Langs Patent**), da Tovet derved faar en jævnere Overflade og berører Tovskiven i flere Punkter, saa at Slidtet formindskes. Saadanne Tove er imidlertid tilbøjelige til at sno sig op, naar Enden er fri, og egner sig derfor kun til Ophejsningstove, saafremt Byrden er styret (Elevatører).

⁷⁾ Naar Traaddiametere holdes ensartet (d, e og f), kommer der 6 Traade uden om Kærnetraaden, og derefter kommer der 6 Traade til i hvert Lag (svarende til 2n).

Brugen af en enkelt Kærnetraad medfører iøvrigt den Ulempe, at den austrænges mere end de øvrige Traade, da den er mindre snoet; dette kan modvirkes ved at udgløde den eller ved at erstatte den med flere sammensnoede Traade (Fig. 112 g—h og Fig. 118). Se ogsaa *Ingeniøren* 1906, S. 280.

Hampesjæl¹⁾. Kabelsaaet Tovværk bruges undertiden i svære Taljer og som Fortøjningstrosser.

320. Traadenes Styrke kan svinge mellem 4000 og 26000^{at} (§ 308); mens man til Barduner, der ikke behøver at være bøjelige, bruger tykke Traade af ringe Styrke (Fig. 113), bruger man til Ophejsningstove tynde Traade af stor Styrke (Fig. 114—18), og Materialet er da gerne Digelstaalet af Hensyn til dettes større Sejghed.

Tovene benævnes ofte efter deres Omfang i engelske Tommer. Fig. 113—16 viser forskellige 2" Tove af dansk Fabrikat (Jacob Holm & Søner), men samme

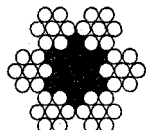


Fig. 113.

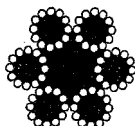


Fig. 114.

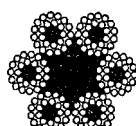


Fig. 115.

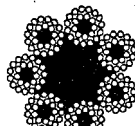


Fig. 116.

Typer leveres i mange andre Dimensioner fra 1/2" til 6" i Omfang, idet man lader Traadens Diameter variere paa samme Maade som Tovets.

Fig. 113 er et 6-slaaet Tov til Skibes staaende Rigning (Styrke: 14,8^t, Traad: 1,78 mm), Fig. 114 en 6-slaaet Fortøjningstrosse (Styrke: 8,3^t, Traad: 1,02 mm), Fig. 115 et 6-slaaet Krantov (Styrke: 12^t, Traad: 0,91 mm) og Fig. 116 et 7-slaaet Krantov (Styrke 11^t, Traad: 0,81 mm); de to sidste er i Forhold til deres Styrke særlig bøjelige (special flexible). Styrketallene gælder for Traad med $S_c = 14200$ ^{at}; til Fig. 113 og 114 bruges ogsaa Traad med $S_c = 8200$ ^{at}.

Fig. 117 er et 6-slaaet Elevatorov (Diameter: 14 mm, Styrke: 8,4^t, Traad: 0,86 mm), Fig. 118 et mere bøjeligt, 9-slaaet Elevatorov (Diameter 14 mm, Styrke: 9,7^t, Traad: 0,81 mm); disse Tove fremstilles af Traad med $S_c = 18900$ ^{at} og efter Langs Patent.

Tynde Flagliner er gerne 6-slaaede med 3—12 Traade i Dukten.

321. Transmissionstove fremstilles ogsaa af 5 flade, ellipsoformede Dukter uden om en Hampeskæerne (Fig. 119); de slides mindre end de almindelige, da de berører Tovskiven i flere Punkter. Helt flade Tove slides derimod hurtigere end de runde, men er mere bøjelige. Hampskædede Transmissionstove har hver Dukt omgivet med Hamp, hvorved Staaltraaden slides mindre, og Friktionen mod Tovskiven bliver større, saa at der kan overføres mere Kraft gennem Tovet.

322. En særlig Slags runde Tove er de slukkede Traadtove, der bestaar af tykke Traade, dels runde, dels med specielle Former, der griber saaledes ind i hverandre, at en Traad ikke kan springe frem af Tovet, selv om den brydes²⁾ (Fig. 120), og at de indre Traade er godt beskyttede mod Fugtighed. De anvendes, hvor Overfladen skal være særlig glat f. Ex. til Luftbaners Løbetove, eller hvor en særlig stor Styrke er nødvendig, saaledes navnlig til Hængebroer, men ogsaa til Ophejsningsapparater, naar man vil sikre sig mod Opvinding. Diameteren ligger gerne mellem 20 og 45 mm, og Traadene har en Styrke af 5600^{at}, men ved Brokabler har man været oppe paa en Diameter af 132 mm og benyttet Digelstaastraad af indtil 20000^{at} Styrke.

323. I Amerika fremstilles Tov til Hængebroer ved at omvikle et Bundt parallele Traade med tynd Traad; der bruges 4—6,5 mm tykke Digelstaastraade med $S_c = \text{ca. } 12000$ ^{at} og $\delta = 4\%$, og den tilladelige Paavirkning sættes til 3000—3500^{at}. Kraften lader sig imidlertid vanskeligt fordele ensformig over et saadant Tov, hvis Traade ikke er snoede.

324. Ved Undersøgelse af Staaltraadstove prøves de enkelte Traade som tidligere beskrevet, og desuden prøves hele Tovets Trækstyrke.

¹⁾ De sekundære Dukter benævnes Kordeler. Bøjeligheden kan yderligere forøges ved at erstatte hveranden Kordel med en Hampesnor.

²⁾ Det sker imidlertid ikke saa sjældent, at der springer flere Traade ved Siden af hverandre, og i saa Fald holdes de ikke tilbage, og Tovet er da ubrugeligt. I et alm. Traadtov kan der godt fremkomme mange Traadbrud, uden at Tovet behøver at kasseres.

Af Traad til Tove for Mennesketransport forlanger Dortmunds Oberbergamt:

Naar Diameteren er . . .	1,0—2,0 ¹⁾	2,0—2,2 ¹⁾	2,2—2,5 ¹⁾	2,5—2,8 ¹⁾	2,8 mm og mer
Antal Bøjninger	8	7	6	5	4

Af Traad til kabelsaaet Staaltraadstovværk forlanger den tyske kejserlige Marine:

Traadtykkelse (uforzinket)	0,55	0,60	0,65	0,79	0,99	1,17	1,30 mm
Brud- } (mindst ($S_c = 10000$ at)	24	28	33	49	77	108	133 kg
styrke } (Middeltal ($S_c = 12500$ at)	30	35	41	61	96	134	166 kg
Antal Snoninger paa } (mindst	14	13	12	9	8	7	6
25 cm Længde } (Middeltal	36	33	31	23	20	17	15
Antal Bøjninger } (mindst	11	10	9	7	5 ^{1/2}	4 ^{1/2}	4
Dornradius: 5 mm } (Middeltal	16 ^{1/2}	15	13 ^{1/2}	10 ^{1/2}	8	6 ^{1/2}	6

325. Ved Prøvning af hele Tovets Trækstyrke skal Prøvestykkets frie Længde helst være 30 Gange Tovets Tykkelse, dog mindst 50 cm. Inden Prøvestykket skilles fra det øvrige, bør det i begge Ender paa en Længde af mindst 2,5 cm omvikles fast med Traad, for at de enkelte Dukter ikke skal forskyde sig i Forhold til hverandre. En almindelig Indspænding kan ikke bruges, da Træklet saa ikke bliver overført til de indre Traade, i alt Fald ikke naar Tovet er over 15 mm tykt.

Man gaar bedst frem som vist paa Fig. 121³⁾, idet man stikker Tovenden ind i et konisk Jærnhylster, trævler den op, fortinner den og bøjer Traadene om, hvorpaa den støbes fast i Hylstret med en letsmetelig Legering af 4 Kadmium + 4 Tin + 8 Bly + 15 Wismut (Woods Metal) eller 9 Bly + 1 Wismut + 2 Antimon. Fortinningen skal bevirkte, at Legeringen hæfter bedre. Indspændingslængden tages 10—12 Gange saa stor som Tovtykkelsen.

Naar Tovets Tykkelse ikke overskrider 15 mm, kan det ogsaa indspændes mellem Klembakker, men disse maa da være mindst 20 cm lange, og Tovets Riller maa udfyldes med Kobbertraad paa Indspændingslængden, der derpaa omvikles med tynd Traad.

I Kataloger over Staaltraadstove opgives som Tovets Brudstyrke Summen af de enkelte Traades Brudstyrke. I Virkeligheden er Tovets Styrke ca. 9/10 ringere⁴⁾.

326. Som tilladelig Paavirkning for Ophejsningstove sættes gerne 1/10—1/10 af Brudbelastningen, eftersom Tovet benyttes til Gods- eller Mennesketransport⁵⁾. I Danmark skal Elevatorstove beregnes med 10 dobbelt Sikkerhed, naar Elevatoren kun bruges til Godstransport; bruges den ogsaa til Personbefordring, skal der være to Tove, hvert beregnet for hele Belastningen med 10 dobbelt Sikkerhed.

327. Traade i Tovværk til Spil eller Tovbaner kan undertiden ved voldsom Friktion opvarmes saa stærkt, at de hærvles ved Afkølingen, og de knækter da let, naar de udsættes for stærk Bøjning. Under Mikroskopet viser saadanne Traade Martensit-Strukturer.

Saafernt et Brud kan gøre Ulykker, maa Tovet jævnlig efterses. Da det trætter Øjnene meget at lede efter brudte Traade, kan man tage en Tot Hamp i Haanden og lade Tovet langsomt glide igennem; Traadenderne vil da gribe fat i Hampen.

e. Traadfletværk m. m.

328. Traad bruges ogsaa til Traadfletværk, der hovedsagelig anvendes til Indhegninger og gaar i Handelen i Ruller. Mest benyttet er det i Fig. 122 viste 6 kantede Fletværk, hvis Traade i Reglen er uløseligt sammensnoede, men ogsaa blot kan være bøjede om hinanden, som vist ved α , saa at Forbindelsen kan løses uden Overklipping. Saadanne Næt bliver dog altid forzinkede efter Fremstillingen, og Forbindelsesmaader derved i Betydning.

¹⁾ Dette Tal exclusive.

²⁾ Klichéer er velvilligt udlånt af Statsprøveanstalten.

³⁾ Statsprøveanstaltens Forsøg med Staaltraadstove findes offentliggjorte i Ingeniøren 1909, Side 309.

⁴⁾ I England bruges for Krantove 1/11, for Elevatorstove 1/10—1/12.

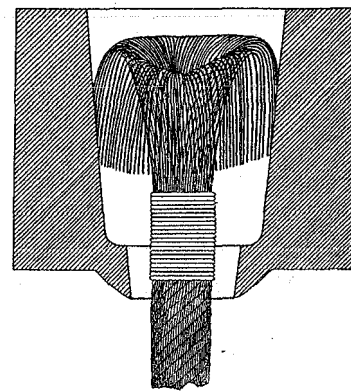


Fig. 121.

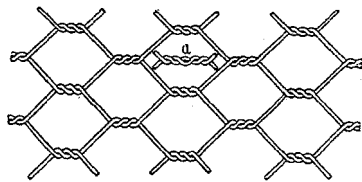


Fig. 122.

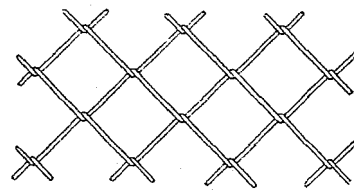


Fig. 123.

Fig. 123 viser et Stykke **Spiralpletværk**, hvor Traadene kun er snoede een Gang om hinanden. Det fremstilles af Traad, der forud er forzinket eller fortinnet.

Undertiden begrænses den Slags Indhegninger ovenfor til en **Pigtraad** dannet af to runde sammensnoede Traade,

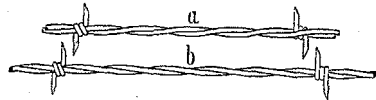


Fig. 124.

af hvilke den ene med visse Mellemrum bærer smaa tilspidsede Traadstykker (Fig. 124a). Ved Ditrigon-Pigtraaden (Fig. 124b) omslutter disse Traad-

stykker begge Traadene, der er trekantede.

Rabitznæt er et løst Væv af forzinket 1 mm Jærtraad med kvadratiske 20 mm Masker. Det bruges til Udspænding mellem Loftshjælker eller Vægstolper for at danne en Flade, hvorpaa der kan pudses.

k. Kæder.

329. Almindelige Kæder har ovale Led, der fremstilles af Rundjærn ved Bøjning og Sammensvejsning. Materialet er gerne Svejseljærn med $S_t = 35-3600 \text{ at}$ og $\sigma_{200} = 12-20 \text{ } \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$. Kort-

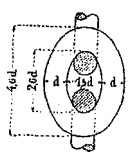


Fig. 125

leddede Kæder med de i Fig. 125 viste Dimensioner vejer $2,25 d^3 \text{ kg/m}$ (d = Rundjærnets Diameter i cm) og bruges navnlig til Krankkæder, der skal løbe over smaa Ruller. **Langleddede Kæder** med de i Fig. 126 viste Dimensioner vejer $1,92 d^3 \text{ kg/m}$ og er billigere end de kortleddede, men ikke saa bevægelige og faar større Bøjningsspændinger naar de vikles om en Tromle; de bruges derfor ikke saa meget til Ophejsning, men f. Ex. som Transportkæder og til Forankring af Sømærker.

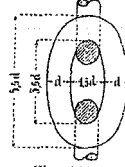


Fig. 126.

Kædeleddene er lopsvejste, og ved 18 mm Kæder og derunder ligger Svejsstedet gerne i Leddets Ende, ved svarende Kæder i Leddets Langside. Da Svejsstedernes Haardhed er større end de usvejste Partiers, er det i første Tilfælde af Vigtighed, at Leddene ved Fabrikationen vendes saaledes, at skiftevis to svejste Ender mødes, thi derved forringes Sliddet. Svejsningen maa foretages med stor Omhu, da en enkelt daarlig Svejsning gør Kæden ubrugelig.

Kalibrerede Kæder, der bruges i Forbindelse med Tandhjul, faar deres nøjagtige Dimensioner ved Senksmedning, og hvert enkelt Led eftergaaes og maales.

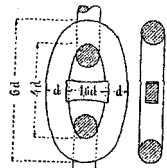


Fig. 127

330. Til **Ankerkæder** bruges Led, hvis Langsider er afstivet mod hinanden; med de i Fig. 127 viste Dimensioner vejer Kæderne $1,98 d^3 \text{ kg/m}$. De er 20% dyrere end de aabne Kæder, men lettere at holde i Orden og stærkere, navnlig taaler de en større Prøvebelastning uden at deformeres.

331. En ny Maade at fremstille Kæder paa er opfundet af **Alfred Marion**, Bruxelles. Et Stykke fladt Svejseljærn opvarmes til Svejskede og indføres i et Valseværk, hvor det vikles op og svejses sammen, som Fig. 128 viser; andre Valser afrunder Ringen, saa den faar cirkulært Tværnsnit, og presser den derpaa sammen til oval Form, samtidig med at Tværafstivningen indstilles. Saa-nede Led og saaledes fortsættes. Ved disse Kæder er der ingen Fare for Brud paa Grund af daarlig Svejsning¹⁾.

332. Aabne Kæder kan ogsaa ndvales af en korsformet, glødende Stang ved Hjælp af 4 Valser udformede som koniske Tandhjul, der indgriber i hverandre, hvorved man først faar en kædelignende Stang (se Fig. 129, hvor den

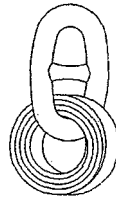


Fig. 128.

forreste Valse er fjernet), hvis enkelte Led derpaa adskilles og efterbehandles. Saadanne usvejste Valsekæder er opfundne af **Klatte** og har en Længde af ca. 50 m. De fremstilles af blødt Staal og er langt stærkere ($S_t = \text{ca. } 6000 \text{ at}$) og sejgere end de svejste¹⁾.

333. **Kreaturlænker** er langeddede, og hvert Led bliver gerne vredet noget om dets Længdeaxe, hvorved opnaas, at Lænken faar en rundere Overflade og lettere trækkes gennem en Ring, uden at Leddene vender sig paa tværs og spærrer. Leddene samles i Enden ved elektrisk Svejsning.

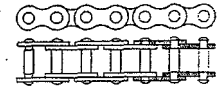


Fig. 130.

Galls Kæde (Fig. 130), der kun er højelig i een Plan, bruges navnlig til stærke Kraner og som Drivkæde.

Af Traad fremstilles forskellige Slag Kæder, saaledes den i Fig. 131 viste **Vaucanson'ske Kæde**, hvis Bæreevne angives til $4 d^2 \text{ kg}$ (d i mm), og som, navnlig bruges til Drivkæde.

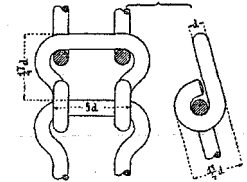


Fig. 131.

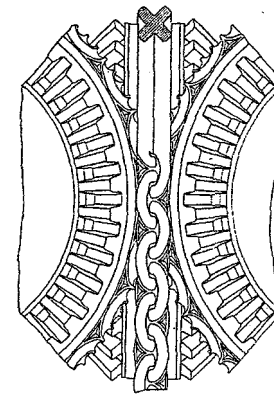


Fig. 129. Klattes Valsekæde.

334. Naar en Kæde er gjort færdig, bliver der hugget 3-5 Led af den ene Ende, og med disse foretages der en Trækprøve; falder den tilfredsstillende ud, bliver hele Kæden prøvebelastet enten under eet eller, naar den er for lang, i Længder paa 25 m. Ved denne Prøve, som er nødvendig for at konstatere Svejsningernes Paalidelighed, maa Kæden ikke faa nogen nævneværdig, blivende Formforandring.

Den tyske kejserlige Marine forlanger, at Kæder med Tværafstivning skal have en Trækstyrke af 2700 at og skal prøvebelastes med 1800 at , mens Kæder uden Afstivning skal holde 2400 at og prøvebelastes med 1350 at . **Germanischer Lloyd** forlanger af Ankerkæder med Afstivning, naar Jærnets Diameter er mindre eller lig 38 mm : $S_t = 2700 \text{ at}$, Prøvelast 1800 at , og naar Diameteren er større: $S_t = 2530 \text{ at}$, Prøvelast: 1800 at ; samt af Krankkæder o. lgn. uden Afstivning: $S_t = 2400 \text{ at}$, Prøvelast: 1200 at .

335. For en ny, kortleddet Kæde (uden Afstivning), omhyggelig fremstillet af udmærket Jærn, sætter **Bach** den tilladelse Trækpaavirkning til 637 at , saafremt Rulle- eller Tromlediameteren mindst er $20d$, og saafremt den største Last, P , som Kæden er beregnet for, kun sjældent forekommer; Kædeleddenes Tykkelse kan derefter bestemmes af Formlen $d \text{ cm} = \sqrt[3]{P}$, hvor P indføres i Tons. Til denne Værdi af d lægges ofte indtil $0,3 \text{ cm}$ af Hensyn til Slid og Rust og af Hensyn til de Udgløddinger, det fra Tid til anden kan anbefales at foretage for at opdage mulige Brudrevner. Naar Maximalbelastningen ofte forekommer, tilraader **Bach** at vælge $d = \sqrt[3]{1,25 P}$. Til Kæder for Dampspil, der benyttes meget, og til Kæder, der er udsatte for stærke Ryk, gaar man op til $d = \sqrt[3]{2 P}$. For kalibrerede Kæder, der ikke for hurtigt maa strække sig og slides, saa de bliver usøjagtige, sætter **Bach** $d = \sqrt[3]{1,6 P}$. Ankerkæder med Afstivning dimensioneres efter Formlen $d = \sqrt[3]{\frac{P}{s}}$, svarende til $s_t = 955 \text{ at}$. d kan variere lige fra $0,5$ til 10 cm .

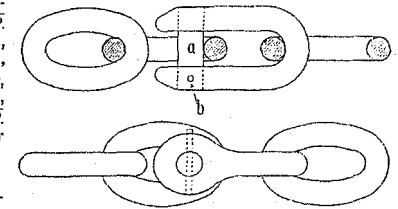


Fig. 132.

336. Hvis en Kæde springer, kan Brudstykkerne samles med en **Kædeleas** (Fig. 132), som man altid bør have i Reserve; Dornen a stikkes ind gennem Hullerne og fastgøres med Stiften b .

l. Rør.

337. Rør fremstilles baade af Svejseljærn og Staal. Efter Fabrikationsmaaden skelnes mellem svejste, sømløse, loddede og nittede Rør eller *paude*.

¹⁾ Se *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure* 1894 S. 944, 1895 S. 1146 samt *Stahl und Eisen* 1894 S. 660, 1895 S. 564, 1896 S. 152.

²⁾ Trækstyrken bestemmes ved at dividere Kraften med $2 \cdot \frac{1}{2} \pi d^2$. Provestykket behøver kun at indeholde 3 Led.

¹⁾ Dette Materiale bruges af Gutehoffnungshütte.

²⁾ *The Engineer*, 26. Marts 1909.

c. Svejste Rør.

338. Disse fremstilles ved at sammenbøje en lang, glødende Pladestrimmel til Rørform og sammensvejsede Kanterne. Hvis Svejsningen er foretaget saaledes, at Kanterne støder stumpt mod hinanden, kaldes Røret **stuksvejst**, er der derimod lagt over hinanden, kaldes det **lapsvejst**. Stuksvejste Rør bliver let utætte i Fugen, navnlig naar de bøjes, mens lapsvejste Rør er tættere og stærkere, men ogsaa dyrere. Pladestrimlen sammenbøjes ved at trækkes gennem et Hul, og Stuksvejsningen udføres ved en ny Trækning gennem et snævrere Hul, mens Lapsvejsningen udføres ved at stikke en Jærnstang med en sværere Dorn paa Enden gennem Røret, der derpaa oversmedes maskinelt eller føres gennem et Valseværk. De to Slags Rør benævnes derfor ogsaa undertiden henholdsvis trukne og valsede Rør, men ofte bruges Betegnelsen trukne Rør ensbetydende med svejste Rør. Da der kræves en temmelig svær Stang til at holde Dornen paa Plads, kan Rør med under 51 mm Lysvidde kun faas stuksvejste¹⁾. Saadanne smaa Rør fremstilles i den seneste Tid ogsaa ved **Kilesvejsning**, en ny,

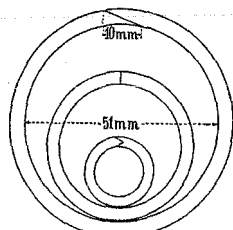


Fig. 133.

patenteret Metode, der sammen med de to andre er vist paa Fig. 133. Mens der ved de gamle Metoder anvendtes henholdsvis en retvinklet og skraa Afhøvling af Pladekanten, er her den ene Side høvlet kileformet, den anden indkærvet, hvorved en meget solid Samling opnaas²⁾.

Da Tætheden er af stor Betydning for Rørenes Anvendelse, prøver de bedre Rørfabrikker hvert eneste Rør (ogsaa Gas- og Vandrør) med 15—20^{at} Vandtryk.

Efter Anvendelsen og Kvaliteten deles de svejste Rør i Gas- og Vandrør, Damp- og Perkinsrør, Dampkedelrør, spiralsvejste Rør og Højtryksrør.

339. **Gas- og Vandrør** bruges til alm. Husledninger for Gas og Vand, idet disse Ledninger er for snævre til at udføres af Støbejern³⁾. Til Jordledninger bruges derimod støbte Rør, der paa Grund af deres Tykkelse og Støbeskal staar sig bedre mod Rust. Overgangen fra de støbte til de svejste Rør sker lidt udenfor Muren, da man ved at føre det støbte Rør gennem Muren kan risikere, at det revner ved eventuelle Sætninger i Murværket. Desuden bruges Gas- og Vandrør til Rækværker o. lgn.

Rørene er gerne stuksvejste, men, naar Diameteren er 51 mm eller derover, leveres de ogsaa lapsvejste. Ydersiden er som Regel sortmalet, men til Vandledninger fremstilles Rørene ogsaa forzinkede eller forede med enten Bly eller Tin⁴⁾.

¹⁾ Kun undtagelsesvis gaar man ned til 38 mm.

²⁾ Se *Ingeniøren* 1909, Side 441.

³⁾ I København er alm. Husledninger 19 mm, Ledninger til Badeværelser 25 mm, til Brandhaner 51 mm.

⁴⁾ Rørene leveres med de i efterfølgende Tabel angivne Lysvidder, der dog ikke fremstilles med nogen stor Nøjagtighed. I Tabellen er endvidere indført Prisen pr. Fod i Ører dels for disse Rør, dels for de senere omtalte Damp- og Perkinsrør. Prisen er Lagerpris, paa hvilken der gives 45% Rabat.

Lysvidde i engl. Tom.	1/4	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2	2 1/4	2 1/2	2 3/4	3	3 1/2	4	4 1/2	5	6	
» mm	3	6	10	13	19	25	32	38	44	51	57	63	70	76	89	102	114	127	152
Pris for Gasrør	11	12	15	19	26	36	52	64	75	90	145	175	235	285	325	370	475		
» Damp-																			
	20	26	35	51	70	88													

Vegtykkelsen og Længden varierer, eftersom Rørene er fra den ene eller den anden Fabrik. 13 mm Rør er gerne 2—3 mm tykke, 76 mm Rør 4—5 mm tykke. Længden er 12—20 Fod.

340. Rørene er skrueskaarne i Enderne og samles ved løse Muffer, idet Tætning tilvejebringes med Hamp og Mønjekit eller Blyhvidt. Foruden Muf-

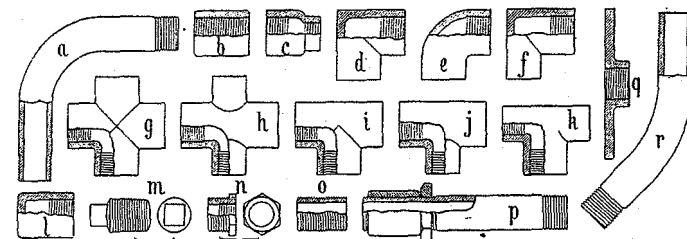


Fig. 134. Fittings.

ferne haves mange andre Forbindelsesstykker (**Fittings**) (Fig. 134); a og r er *Bøjninger*, der bruges, hvor en Ledning skal bøje af under 90 eller 45°; b er en *alm. Muffe*, c en *Formindselsesmuffe*, der bruges, hvor Ledningens Dimension skal formindskes; d er en *skarp Vinkel*, e en *rund Vinkel*, f en *Formindselsvinkel*, de bruges alle som Erstatning for Bøjninger; *Krydset g* og *Formindselskrydset h* bruges, hvor der samtidig udgaar to Stikledninger fra en Hovedledning; *Teet i* og *Formindselssteet j* bruges ved Afgang af enkelte Stikledninger; *Teet k*, hvor en Ledning forgrener sig i to. Hvor en Ledning ender blindt, bruges *Slutmuffen l*, til midlertidig Lukning *Proppen m*, der nemt kan skrues ud igen¹⁾. n er en *Nippelmuffe*, som indskrues i *Teet i* erstatter Formindselssteet j; o er en *Nippel* til Samling af Vinkler, Kryds og Teer. *Langgevindet p* er et kort Rørstykke med langt Gevind i den ene Ende og med en særlig formet Muffe og Kontramøtrik; det faas i forskellige Længder og indbygges i Ledningen, hvor denne nemt skal kunne adskilles, nemlig ved at Muffen skrues over paa Langgevindet som vist; naar Muffen er skrues fast paa Naborøret, skaffes der Tæthed ved dens højre Ende ved at skrue Kontramøtrikken stramt imod den, idet bægge de to Flader er skaalformede til Oplagelse af Tætningsmateriale. Endelig haves *Flanger q*, der skrues paa Rørenden, og i hvilke der kan bores Huller til Forbindelsesbolte.

I Stedet for Langgevind bruges ogsaa *Rør-Muffekobliger (Unions)*, hvis Form hyppigst er som Fig. 135 viser med Læder- eller Gummipakning. Sjældnere bruges Formen Fig. 136, der er fri for den forgængelige Pakningsring, men hvis Kegel-flader, der er belagte med Rødgods, til Gengæld let ødelægges af Sand og Snavs. Rørkoblinger bruges dog mest til Kobber-, Messing- og Broncerør, og i saa Fald er de helt af Rødgods eller Bronze og bliver ikke skruede, men loddede paa Rørenderne.

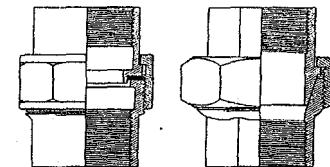


Fig. 135—36. Rør-Muffekobliger.

Fittings til 51 mm Rør og derover er altid af smedeligt Jærn. Til mindre Dimensioner bruges derimod ofte hammerbart Støbegods (§ 132), da det er billigere. Saaledes tillader Københavns Kommune Brugen af støbte Fittings, naar Rørdiameteren er 13 mm eller derunder. De skal kunne slaas flade paa en Ambolt uden at revne.

¹⁾ Proppens skrueskaarne Del er undertiden kun halvt saa lang som vist.

341. Damprrør adskiller sig fra Gas- og Vandrør ved en 1—2 mm større Vægttykkelse og, naar Diametere er over 38—51 mm, ved at være lapsvejste. De er gerne rød- eller brunmalede. De faas i samme Dimensioner som Gasrørene og helt op til 305 mm (12" engl.), men for at der kan bruges samme Gevindskæreapparater til bægge Slags Rør, fremstilles de med samme ydre Diameter, hvorved Damprrørens Lysning bliver mindre end den paalydende Værdi. De tilhørende Fittings er altid smedede og sværere end Vandrørens.

Damprrør bruges til Opvarmningsanlæg, nærmest af Hensyn til Rustdannelse, og af samme Grund benyttes 19 mm Damprrør som Stikledning til Gadelygter.

Damprrør kan samles med Muffer, idet Tætningen foretages med Mønje, men ofte bruges Flanger, der giver en stivere og derfor tættere Samling; Flangerne medfører dog den Ulempe, at Rørens Afstand fra Væggen bliver større. Flangerne paaskrues Rørens skrueskaarne Ender (uden Tætningsmateriale), hvorefter disse yderligere vales fast med Rørudvidere.

Københavns Kommune tillader Brugen af Støbejerns Flanger til Varmtvandsledninger, mens de til Dampledning skal være af smedeligt Jern. De forlængte Flangedimensioner er indførte i efterfølgende Tabel, hvor ogsaa Fordringerne til Kobberrør og disses Rødgodsflanger er medtagne (Fig. 137).

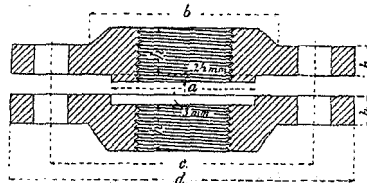


Fig. 137.

Rør-		Flangedimensioner											Kobberrør			
Diameter		Alle tre Materialer				Smedeligt Jern		Støbejern		Rødgods			Vægt i mm	Vægt i kg/m	Vægt i kg/m	
Tom. engl.	mm	a mm	b mm	c mm	d mm	Boltens Diameter	Antal	k mm	h mm	k mm	h mm	k mm				h mm
1/8	9,5	26	37	58	80	3/16	4	8	9	10	16	8	12	0,35	1,25	0,40
1/4	12,7	29	40	63	85	3/16	4	8	10	12	18	9	14	0,45	1,50	0,64
3/8	19,0	36	48	71	95	7/16	4	8	12	20	10	16	20	0,60	1,70	1,08
1/2	25,4	43	56	82	110	1/2	4	9	14	15	22	11	18	0,85	1,97	1,59
3/4	31,7	50	66	92	120	5/8	4	10	16	18	24	12	20	1,10	2,30	2,15
1	38,1	58	72	105	140	3/4	4	11	18	18	26	13	22	1,60	2,40	2,87
1 1/4	44,4	65	82	115	150	7/8	4	12	19	19	28	14	24	2,15	3,17	5,03
1 1/2	50,8	71	92	125	160	1	5	12	20	19	28	14	24	2,15	3,17	5,03
2	63,5	85	107	140	180	1 1/8	6	13	22	19	30	15	26	2,75	3,65	7,22
2 1/2	76,2	98	118	158	200	1 1/4	6	14	24	20	32	16	28	3,60	4,90	9,42
3	88,9	112	130	170	215	1 1/2	6	15	26	20	34	17	30	4,25	4,30	11,60
3 1/2	101,6	125	145	185	230	1 3/4	6	16	28	21	36	18	32	5,00	4,40	13,76
4	114,3	140	160	200	245	1 3/4	6	17	30	21	38	19	34	5,80	4,50	15,95
4 1/2	127,0	153	175	215	260	1 3/4	7	18	32	22	40	20	36	6,70	4,66	18,13
5	139,7	165	185	230	275	1 3/4	7	18	34	22	42	20	36	7,90	4,86	22,46
5 1/2	152,4	180	200	240	290	1 3/4	8	19	36	22	44	20	40	7,90	4,86	22,46

342. Perkinsrør er svære, lapsvejste Svejsejernsrør, der bruges til Højtryks-Varmeanlæg med varmt Vand. De fremstilles kun i to Dimensioner, nemlig med en Lysvidde af 16 og 22 mm (5/8 og 7/8 engl.) og ca. 3 mm Vægttykkelse. De samles uden Pakningsmateriale paa den i

Fig. 138 viste Maade. Den ene af de to Rørender skærpes, den anden files flad, og de skrueskaeres modsat og samles med en Muffe, som er højreskaaren i den ene Ende, venstreskaaren i den anden, hvorved den skærpede Rørende presses lidt ind i den flade.

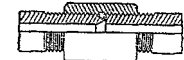


Fig. 138.

343. Dampkedelrør (Røgrør, Ildrør, Kogerør, Vandrør)

har en forholdsvis ringe Vægttykkelse, men er til Gengæld fremstillet af et udmerket Materiale og særlig omhyggeligt lapsvejste. De bruges fortrinvis til Rørkedler (Lokomotiver, Lokomobiler, Dampskibe, faststaaende Rørkedler) og til Dampledning. Til Skibskedler bruges undertiden en haardere Kvalitet end den normale for at formindske Rustdannelsen; denne kan helt undgaas ved Anvendelse af Nikkelstaa, saaledes fremstiller Krupp Kogerør med 25 % Ni, Bethlehem Steel Company sømløse Rør med 30 % Ni.

Naar Rørene bruges til Dampledning, samles de indbyrdes, ved at Rørenderne ombertles til Kraver (Fig. 139), der presses sammen mellem løse Flanger. Kraverne kan ogsaa loddes paa eller fremstilles ved Opstukning af Rørenden og er da sværere (Fig. 140—41) samt undertiden forsynede med Styrelist; Pakningsfladerne kan have inddrejede Noter til Fastholdelse af Pakningen (Fig. 140) eller de kan være plant afdrejede (Fig. 141).

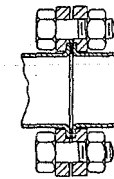


Fig. 139.

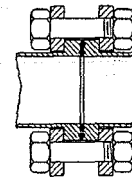


Fig. 140.

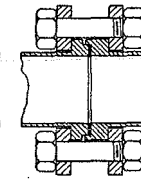


Fig. 141.

Naar Rørene bruges til Dampkedler, befestes de paa forskellige Maader til disses Vægge, f. Ex. ved Indskrumning, Nitning eller Fastvalsning. Den sidste Metode i Forbindelse med Ombertling bruges ved Lokomotiver, og hvis Ildkassen ikke er af Kobber, indlægges mellem denne og Røret en Kobberstrimmel for at tætnes.

Skal Rørene bøjes, sker det i glødende Tilstand, efter at de er fyldte med Sand og lukkede for Enderne.

344. Dampkedelrør leveres i følgende Dimensioner:

Ydre Diameter		Normal Vægttykkelse	Vægt pr. m	Ydre Diameter		Normal Vægttykkelse	Vægt pr. m
engl. Tom.	mm	mm	kg	engl. Tom.	mm	mm	kg
1 1/2	38	2 1/4	1,97	5 1/4	133	4	12,65
1 3/4	41,5	2 1/2	2,17	5 1/2	140	4 1/2	14,90
2	44,5	2 3/4	2,32	5 3/4	146	5	15,56
2 1/4	47,5	3	2,49	6	152	5 1/2	16,22
2 1/2	51	3 1/4	2,97	6 1/4	159	6	17,00
2 3/4	54	3 1/2	3,15	6 1/2	165	6 1/2	17,65
3	57	3 3/4	3,65	6 3/4	171	7	18,31
3 1/4	60	4	4,20	7	178	7 1/2	19,08
3 1/2	63,5	4 1/4	4,45	7 1/4	191	8	24,93
3 3/4	70	4 1/2	4,90	7 3/4	203	8 1/2	26,60
4	76	5	5,35	8 1/4	216	9	33,20
4 1/4	83	5 1/4	6,35	8 1/2	229	9 1/2	35,30
4 1/2	89	5 1/2	6,78	9 1/4	241	10	37,20
4 3/4	95	5 3/4	7,30	9 1/2	254	10 1/2	44,50
5	102	6	8,01	10 1/4	267	11	49,60
5 1/4	108	6 1/4	9,56	10 1/2	279	11 1/2	52,10
5 1/2	114	6 1/2	10,10	11	292	12	54,70
5 3/4	121	6 3/4	11,46	11 1/2	305	12 1/2	60,50
6	127	7	12,03		318		

Rørene leveres ogsaa med større Vægttykkelse, og om det ønskes med udvidede eller indsnævrede Ender (Fig. 151—52). Længden er 4—6 m. De større Rør (102 mm og derover) leveres

ogsaa med mindre Vægttykkelse til Brug ved Luft-, Varmtvands- og Dampopvarmningsanlæg samt til almindelige Dampledningner med ringe Tryk.

345. Angaaende det ydre Vædsketryk, der skal til for at trykke Kedelrør flade, har Stewart anstillet Forsøg og fundet, at lapsede Rør af Bessemerstaa kunde taale:

$$6100 \frac{a}{D} - 97,5 a^2, \text{ naar } \frac{a}{D} > 0,023, \text{ og } 3530000 \left(\frac{a}{D}\right)^3 a^2, \text{ naar } \frac{a}{D} < 0,023.$$

a er Vægttykkelsen, D den ydre Diameter. Formlerne giver Middeltal af Forsøg med 6,1 m lange Rør med $D = 50$ a 305 mm. Ved mindre Rørlængder voxer Modstanden noget (se Tekn. Forenings Tidsskrift 30te Aargang, Side 253).

346. Spiralsvejste Rør har Svejsefugen liggende i en Skruelinie. De fremstilles af sejgt Martinstaa eller Svejsejærn og egner sig navnlig til større Dampledningner med stort Tryk.

Den ydre Diameter ligger mellem 157 og 622 mm, Vægttykkelsen mellem 2,5 og 6 mm, og hvert Rør leveres med 3-4 forskellige Vægttykkelser efter Driftstrykket. Dette kan for 157 mm Rør være indtil 30 at, for 622 mm Rør indtil 15 at. Inden Forsendelsen underkastes de et Prøvetryk lig 1,5 Gange Driftstrykket. I Reglen leveres de asfalterede, men de kan ogsaa faas oliemaalede eller forzinkede. Normallængden er 10 m.

De samles paa forskellige Maader: ved ombertlede Kraver og løse Flanger af smedeligt Jærn (for Luft- og Varmeledningner med ringe Tryk), ved paanittede Flanger af smedeligt Jærn eller Støbejærn, ved paaloddede eller paa svejste Kraver af smedeligt Jærn og løse Flanger af samme Materiale, samt endelig ved Hjælp af tilvalsede Muffer for Spændinger af indtil 5 at.

Til de allerede nævnte Anvendelser maa endnu føjes Master samt Gas- og Vandledningner. I sidste Tilfælde beskyttes de mod Rust med tjæret Jute ligesom Muffestaalrør (§ 353).

347. Højtryksrør til Manometre, hydrauliske Presser o. s. v. er ligesom Dampkedelrørene særlig omhyggeligt svejste, men tillige tykkere. Tykkelsen bestemmes efter Trykket. De fremstilles med følgende Lysvidder:

$\frac{1}{6}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	1	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{3}{4}$	2" engl.
6	10	13	16	19	25	32	38	44	51 mm.

β. Sømløse Rør.

348. Disse fremstilles af en Hulcylinder af blødt Staal, der indsnævres og strækkes ved Valsning eller Trækning.

Selve Hulcylindren kan støbes i en Form med Kærne, naar Kærnen er saaledes beskaffen, at den ikke hindrer Cylindrens Svind, men man plejer at undgaa Kærnen enten ved at støbe i roterende Forme, der løber saa hurtigt, at Staalet presses op mod Væggen¹⁾, eller ved at støbe almindelige Blokke, hvis flydende Indre udhældes, naar der er størknet en tilstrækkelig tyk Skal langs Formens Vægge²⁾.



Ved Ehrhardts Metode (Fig. 142) anbringes en glødende Blok med kvadratisk Tværsnit i en cylindrisk Form, hvorpaa en cylindrisk Dorn presses ind i den; det saaledes dannede tykke Rør fuldendes ved Trækning.

Mannesmann udvalser ved en særlig Fremgangsmaade tykke Rør af glødende, massive Staalstænger, og undertiden fuldendes Røret efter Fig. 142. samme Princip. Det er en meget voldsom Behandling af Materialet, og Rørenes Sejghed bliver mindre end ved de andre Metoder³⁾.

349. Hulcylindrenes Strækning og Indsnævring kan ske ved varm Presning (Fig. 143), idet man anbringer en Dorn i den for Enden lukkede Cylinder og presser bægge Dele gennem stadig snævrere Trækhuller.

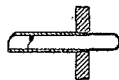


Fig. 143.

¹⁾ Denne Metode bruges f. Ex. i Frankrig. Rørene støbes liggende, 2 m lange og 20 cm i ydre Diameter; deres endelige Dimensioner faar de ved Valsning. Materialet er blødt Martinstaa med $S_t = 38-4000$ at og $\delta = 30\%$; blødere Materiale gør Rørene porøse. Disse sømløse Rør bruges af alle Frankrigs store Jærnbanselskaber til Lokomotivrør og finder desuden Anvendelse til andre Dampkedler, Jagtgeværer Cykel- og Automobilstel.

²⁾ Materialet er Martinstaa. Efter Opvarmning afsaves Blokkens Bund, og Røret fuldendes ved Valsning og Trækning. Metoden (Styrning) bruges i Sverrig til Cykelrør og Geværløb, men er meget dyr, da Halvdelen af det flydende Staal hældes ud.

³⁾ Der bruges Martin- eller Digelstaa, Svejsejærn er for svagt til at taale Processen.

Cylindrene kan ogsaa vales med paa samme Maade som Rundjærn, kun anbringes der mellem Valserne en Dorn omtrent som ved Lapsvejsning (§ 338).

Koldt trukne Rør fremstilles af Hulcylinderen ved at sammenhamre dens ene Ende (Fig. 144) og trække den gennem stadig snævrere Trækhuller, hvis Midte er udfyldt med en Dorn (Fig. 145). Mellem hver Trækning udglødes Røret¹⁾.

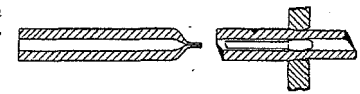


Fig. 144.

Fig. 145.

350. Almindelige sømløse Rør bruges navnlig til Cykel- og Automobilstel, men desuden i Lokomotiv- og Skibskedler, til Dampledningner og hydrauliske Ledninger, hule Vogn- og Transmissionsaxler, Telegraf-, Telefon- og Flagstænger (ved en særlig Valsemetode bringes Diameteren til at aftage trinvis opefter), Borerør, Kulsyreflasker og Rør af hærdeigt Digelstaa til hult Værktøj (f. Ex. Bor).

351. Om Mannesmanns Rør skal der i det følgende gives nogle nærmere Oplysninger. Kedelrør fremstilles af Martinstaa med $S_t = 38-4200$ at i ganske samme Dimensioner som de svejste Kedelrør, dog kun op til 305 mm i Diameter. Længden er 4-5,5 m; for Længder over 5,5 m forlanges Overpris. Rørene leveres ogsaa med større Vægttykkelse (naar Diameteren er 51 mm eller derover) og, om det ønskes, med udvidede eller indsnævrede Enders (Fig. 151-52). Inden Salget prøves de med 50 at Overtryk. Vægttykkelsen af de bløt valsed Rør varierer en Del, hvilket kan undgaa, naar Rørene trækkes efter Valsningen; saadanne kalibrerede eller Præcisions-Rør leveres med indtil 216 mm ydre Diameter og indtil 8 mm Vægttykkelse; de bruges til Kogerør, men er naturligvis væsentlig dyrere end de almindelige.

Højtryksrør fremstilles med 30-216 mm Lysvidde og 3-13 mm Vægttykkelse; Prøvetryk: 25-525 at. De samles, ved at Rørene ombertles to Gange (Fig. 146), og i den ringformede

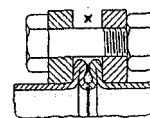


Fig. 146.

Not lægges der en Guttapercha- eller Gummiring og udenom den en Kobberring, hvis Tværsnit er korsformet, saaledes at Gummiringen og de to Rønder hver gaar ind i sin Kvadrant; naar Rørene derpaa spændes sammen mellem løse Flangeringe, dannes der en Forbindelse, der kan taale samme Tryk som Rørene.

Koldt trukne Rør til Cykler o. lgn. fremstilles af det bedste svenske Staal og med den ydre Diameter lig 10-12-14... 38-40 mm²⁾. Hvert Rør faas med Vægttykkelserne 0,5-0,6-0,7... 1,9-2,0 mm. I alm. Cykler er Vægttykkelsen kun 0,5 a 1,5 mm.

352. Til Statsbanernes Lokomotiver forlanges Kedelrør af blødt Staal med $S_t = 34-4200$ at og $\delta \leq 25\%$. De skal forfærdiges uden Svejsning ved Presning eller Valsning og derefter følgende Trækning af allerbedste Materiale (Kvalitet: Cykelrør) og maa i kold Tilstand kunne taale Opdroring og Indsnævring til en 20% større eller mindre Diameter (Fig. 151-52) samt Indvalsning i Rørvæggen uden at vise Tegn til Ridsler eller Revner. Et Rørstykke paa 50 mm Længde maa kunne taale at slaas fuldstændig plat sammen (Fig. 149) under Damphammer i alle Retninger, uden at der viser sig mindste Tegn til Brud eller Revner. Rørene maa være aldeles glatte baade ud- og indvendig, og der maa ikke findes Glødskalet eller Rust paa dem.

353. En særlig Art sømløse Rør er Muffestaalrør (Fig. 147), der bruges til Jordledningner for Gas og Vand paa Steder, hvor Støbejærnrør ikke er paalidelige nok; de vejer en Del mindre end de støbte Rør, er derfor billigere at transportere og gaar ikke i Stykker som disse, samt lader sig bøje ved Lægningen, men de er ca. 20% dyrere. De samles med Bly ligesom støbte Rør. Til Beskyttelse mod Rust er de asfalterede ind- og udvendig og desuden indhylles de i tjæret Jute.

Mannesmann fremstiller Rørene med følgende Dimensioner³⁾:

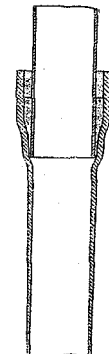


Fig. 147.

¹⁾ Denne Metode bruges f. Ex. i England; Materialet er svensk Martinstaa.

²⁾ Rør med mellemliggende Diameter leveres til samme Pris som det nærmeste større Rør.

³⁾ De føres dog ogsaa i engelsk Maal $1\frac{1}{2}$ -10" i Diameter og indtil 47 Fod lange.

Lysvidde	Vægtfylde	Muffevide	Muffetykkelse	Muffelybte	Vægt pr. m incl. Jute	Lysvidde	Vægtfylde	Muffevide	Muffetykkelse	Muffelybte	Vægt pr. m incl. Jute
mm	mm	mm	mm	mm	kg	mm	mm	mm	mm	mm	kg
40	3	60	7	81	3,85	100	4	123	7 ¹ / ₈	97	11,6
50	3	71	7 ¹ / ₂	85	4,0	125	4	148	7 ¹ / ₈	100	14
60	3	81	7 ¹ / ₂	88	5,5	150	4 ¹ / ₂	174	7 ¹ / ₂	103	19
70	3 ¹ / ₄	91 ¹ / ₂	7 ¹ / ₂	90	6,5	175	5	200	7 ¹ / ₂	106	25,5
75	3 ³ / ₈	97	7 ¹ / ₂	91	7,8	200	5 ¹ / ₂	227	8	110	30
80	3 ³ / ₂	102	7 ¹ / ₂	92	8,6	225	6 ¹ / ₂	254	8	110	40
90	4	112 ¹ / ₂	7 ¹ / ₂	94	10,5	250	7	282	8 ¹ / ₂	113	53

Nyttelængden er normalt 5–10 m, paa Bestilling kan de faas længere. De prøves med 75 at Tryk.

Københavns Belysningsvæsen har følgende Leveringsbetingelser for 75 mm Muffestaalrør: Rørene skal være asfalterede udvendigt og være beviklede med et Lag tjæret Jute eller lign., fuldstændig forbunden med Røret. Rørene skal være fuldstændig lige og cylindriske, og deres Endeflader vinkelrette paa Rørets Axe. Længden af Rørene skal være 5 à 7 m, Muffen exclusive, efter Leverandørens eget Valg, men skal være nøjagtig den samme for alle Rør. Den til Blyet bestemte Fuge skal være mindst 7,5 mm bred og 90 mm dyb. Vægten ønskes helst 924 kg pr. 100 lb. m, men ogsaa Rør af anden Vægt kan tilbydes. Med Hensyn til Vægttolerance, Vandtrykprøve, Ætseprøve for Sømløshed, Styrke og Bøjelighed følges Ingeniørforeningens Normer. Tilbudet skal være ledsaget af en nøjagtig Tegning af Rørene og en mindst 1/2 m lang Prøve, der kan vise Beviklingens Art.

354. Sømløse Patent Staalrør er forsynede med to Længderibber i samme Plan; stilles denne lodret, kan de bære sig selv paa en stor Længde trods deres ringe Vægtfylde; de kan ogsaa bruges som Søjler. De fremstilles af sejt Martinstaal, 6–10 m lange, 130–220 mm i indvendig Diameter og 3–10 mm tykke.

γ. Nittede og loddede Rør.

355. Rør sammennittede af Jærnplader bruges, naar Diameteren er saa stor eller de virkende Kræfter saa betydelige, at Støbejern ikke kan bruges. Blandt Anvendelserne skal nævnes Vandtilførselsledninger for Turbiner, Blæseledninger samt dykkede Vandledninger (under Vandløb). Saadanne Rør (indtil 3 m i Diameter) fremstilles nu ogsaa ved autogen Svejsning.

Rør, hvis Fuge ikke er svejst, men loddet sammen med Slaglod, bruges ofte til Cykelstel og kan endvidere benyttes til Dampledninger med lavt Tryk (Varmeledninger), idet de samles med paasatte Støbejernsflanger.

δ. Rørprøvning.

356. Om et Rør er sømløst eller ej kan afgøres ved en Ætseprøve (§ 167). Den eventuelle Svejsfuges Tæthed og Rørets Styrke mod indre Tryk kan undersøges ved en Vandtryksprøve som omtalt under Støbejernsrør (§ 122).

Svejsningens Godhed kan ogsaa undersøges ved at fylde Røret med fint Sand (for at det ikke skal klemmes fladt) og lukke det for Enden med Træpropper og derpaa underkaste det en Bøjelighedsprøve, idet Svejsfugen lægges i den vandrette Midterplan, hvor Forskydningspændingerne er størst. Røret understøttes paa drejelige Trækklodser og belastes i Midten med en

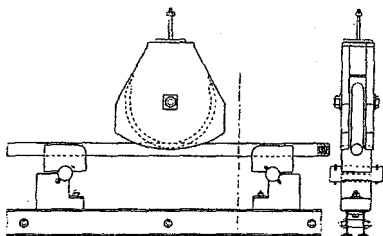


Fig. 148.

Trædorn, hvis Radius (maalt inderst i Rillen) er 3 eller 4 Gange Rørdiameteren (Fig. 148). Man maaler Bøjningsvinklen i det Øjeblik, Svejsfugen aabner sig eller selve Materialet revner.

Ved Fladtrykning af Røret (Fig. 149) viser Materialets Sejghed sig. I Fig. 150 ses et Rør, der paa et tidligt Stadium er revnet saavel i Svejsfugen (yderst tilhørende) som i selve Materialet. Svejsfugen bør dog ikke lægges i Bøjningen, da man ikke kan forlange, at den skal holde tæt ved denne Prøve.



Fig. 149

Fig. 150.

Materialets Sejghed bedømmes endvidere ved forskellige kolde Smedeprøver. Ved Udvidelsesprøven (Fig. 151) udvides Rørenden ved Overhamring over en Dorn, ved Indsnævringsprøven (Fig. 152) indsnævres den, ved Bertelprøven

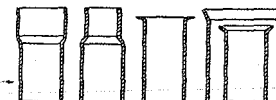


Fig. 151. Fig. 152. Fig. 153. Fig. 154.

ombertles Rørenden 90°, saaledes at der dannes en Krave (Fig. 153), hvis Bredde er en given Brøkdelen af Rørdiameteren; Svejsjernsrør taaler kun at bertles gennem en mindre Vinkel (Fig. 154).

Endelig gøres Trækprøver med Længdestrimler, udtagne af Rørene og rettede i mørk Rødguldhed, eller, naar Diameteren er ringe, med et helt Rørstykke.

Angaaende Detailler ved disse Prøver henvises til de efterfølgende Leveringsbetingelser og til Würzburgernormerne (§ 304¹).

ε. Dansk Ingeniørforenings Betingelser

for Levering af Rør af smedeligt Jærn til Damp-, Gas- og Vandledninger²⁾.

§ 1.

357. Rørene skulle være lige og cylindriske, fri for Rust og uden synlige Fejl. Rørens udvendige Diameter skal være omtrent den samme for svære og for lette Rør, saaledes at samme Fittings kunne anvendes til begge Arter Rør.

Alle Gevind skulle være renskaarne og af passende Længde. Det anbefales, at Gevindet beskyttes ved en Muffe³⁾. Naar ikke andet bestemmes, skal Gevindet være efter Whitworths System.

Leverandøren er paa Forlangende pligtig til at opgive, fra hvilken Fabrik Rørene ere leverede.

§ 2.

358. Vægten af Rørene uden Samlingsstykker skal mindst være:

Nominel indv. Diameter		Lette Rør		Svære Rør	
Engelske Tommer	mm	Vægt i danske $\frac{1}{2}$ pr. 100 løb. Fod	Vægt i kg pr. 100 løb. m	Vægt i danske $\frac{1}{2}$ pr. 100 løb. Fod	Vægt i kg pr. 100 løb. m
3 ¹ / ₈	9,5	54	86	60	96
3 ¹ / ₂	12,7	73	116	85	135
3 ³ / ₄	19,0	110	175	130	207
1	25,4	155	247	180	287
1 ¹ / ₄	31,7	208	331	244	389
1 ¹ / ₂	38,1	260	414	308	491
2	50,8	365	581	438	698
2 ¹ / ₂	63,5	470	749	570	908
3	76,2	580	924	700	1115
3 ¹ / ₂	88,9	690	1099	830	1322
4	101,6	790	1259	960	1529
4 ¹ / ₂	114,3	900	1434	1090	1736

¹⁾ Se ogsaa Ingeniøren 1903, Nr. 42.

²⁾ For Damprør, bestemte til 8 at Spænding og derover, anbefales det at bruge den tyske Ingeniørforenings Normer (§ 362).

³⁾ Gasrør til Københavns Belysningsvæsen skal leveres i Længder paa 12–17 Fod og være forsynede med Muffe i den ene Ende. Gevindet i den anden Ende skal være beskyttet ved Bevikling eller paa anden Maade.

Modtageren er berettiget til at vrage ethvert Rør, hvis Vægt er over 5%, mindre, end Tabellen udviser.

Modtageren er berettiget til at underkaste Rørene en Prøve med et **Indvendigt Tryk** af 20 at, idet Rørene fyldes med Vand, og Trykket tilvejebringes ved Hjælp af en Trykpumpe, medens Røret samtidig udsættes for en let Bankning med en Hammer af 1 à 2 kg Vægt. Rør, der ved denne Prøve viser Revner eller Utætheder, er Modtageren berettiget til at vrage.

§ 3.

359. Naar der forlanges lapsvejste Rør, gælder dette for 2" Rør og opefter. For lapsvejste Rør er Modtageren berettiget til at fordræ, at der ikke ved **Ætseprøve** kan paavises en stuksvejst Fuge. Naar der forlanges sømløse Rør, er han berettiget til at fordræ, at der ikke ved en **Ætseprøve** kan paavises nogen Svejsfuge.

Prøven udføres med mindst 2 vilkaarligt udtagne Rør af hver Dimension. Hvert af disse Rør benyttes ogsaa til Prøverne i § 4.

§ 4.

360. Rørene skulle forfærdiges af blødt, seigt Materiale. Eftervisningen heraf sker ved en Trækprøve med Materialet og en Bøjningsprøve med Rørene.

a. **Trækprøven** udføres for 1 1/2" Rør og derover med Strimler, udtagne parallelt med Længderetningen. Strimlerne skulle være 30 mm brede paa en Længde af 220 mm og med jævne Overgange til de 85 mm brede og 115 mm lange Hoveder. De rettes i mørk Rødgloedehed med en Træhammer. Der udtages 2 Strimler af hvert Prøverør, een fra Midten og een fra den ene Ende. Strimlerne maa ikke indeholde Svejsfugen. For Rør under 1 1/2" foretages Trækprøven med 450 mm lange Rørstykker, hvis Enden lukkes med Propper.

Materialet skal ved disse Prøver vise en Brudgrænse af mindst 3300 at med 12% Forlængelse paa 200 mm Længde.

b. **Bøjningsprøven** udføres koldt med Rørstykker, fyldte med fint Sand og lukkede for Enden med Træpropper. Rørstykkerne bøjes over Klodser med den nedenfor angivne Krumningsradius.

For **Damprør**: Klodsens Krumningsradius = 3 Gange Rørets nominelle indvendige Diameter.
For **Gas- og Vandrør**: Klodsens Krumningsradius = 4 Gange Rørets nominelle indvendige Diameter.

2" Rør og derover skulle kunne taale at bøjes i en Vinkel paa 120°, medens mindre Rør skulle kunne taale at bøjes 90°, uden at Røret viser nogen synlig Skade.

Under Prøven skal for svejste Rør Svejsfugen ligge yderst til Siden, s: saa fjernt som muligt fra den Plan, der indeholder Rørets Axe og Bøjningsretningen.

Alle Prøverørene udtages af Leverancen ved Modtagerens Foranstaltning.

§ 5.

361. Prøverne foranstaltes udførte af Modtageren og betales af samme, forsaavidt de tilfredstille Betingelserne, i modsat Fald betales de af Leverandøren.

Z. Den tyske Ingeniørforenings Normaler af Aar 1900

for Rørledninger til Dampf af høj Spænding.

I. Normalernes Gyldighedsomraade med Hensyn til Rørdiameter og Dampspænding; Prøvetryk.

362. Normalerne gælder for Rør af 30—400 mm Diameter og for et Driftsvertryk af 8—20 at, men desuden er der opstillet en Dimensionstabel for Rør af over 300 mm Diameter og med et Overtryk af indtil 15 at¹⁾.

Rørledningens enkelte Dele bør prøves i normal Temperatur med 2 Gange det højeste Driftstryk og under Prøven bankes med en Hammer. Det anbefales ogsaa at prøve de færdige Rørledninger efter de for Dampkedler gældende Forskrifter.

II. Flangeforbindelsernes Tryklade.

363. Ved Flangeforbindelsernes Dimensionering antages den Flade, paa hvilken Dampen trykker, at strække sig helt ud til Tætningssingens Yderside.

III. Materialer.

364. a. Støbejern. Ved indtil 8 at Tryk maa Støbejern bruges til Rør, Formstykker og Ventilligegemer af enhver Diameter.

Ved 8—13 at maa det bruges til Ventilligegemer og Formstykker af enhver Diameter, men kun til Rør af indtil 150 mm Diameter.

Ved 13—20 at maa det overhovedet ikke bruges undtagen til Ventiler af indtil 50 mm Diameter.

¹⁾ Dampnæg af højere Spænding udføres nemlig sjældent, og ved saa store Rør er det af væsentlig økonomisk Betydning om de beregnes for 20 eller 15 at. Dimensionstabellen er udeladt her; den findes f. Ex. i *Bach: Maschinenelemente* 1908, S. 902.

Støbejernet skal have en Bøjningsstyrke af mindst 2500 at og mindst 18 mm Nedbøjning, idet Prøven udføres med 30 mm kvadratiske Stænger med Støbeskallen paa og med 1 m Spændvidde.¹⁾

b. **Bronce.** Bronce maa bruges til Ventilligegemer og Formstykker, forudsat at Trækstyrken er mindst 2000 at og Brudforlængelsen mindst 15%²⁾.

c. **Kobber.** Kobberets Styrke skal mindst være 2100 at og Brudforlængelsen mindst 33%³⁾.

d. **Svejsjern, blødt Staal, Staalstøbegods.** Boltene kan laves af Svejsjern eller blødt Staal; Flangerne af Svejsjern, blødt Staal eller Staalstøbegods; Rørvæggene af Svejsjern eller blødt Staal, saafremt de ikke skal være af Kobber. Til Ventiler bruges Staalstøbegods, til Formstykker Staalstøbegods eller Svejsjern, saafremt man ikke foretrækker Bronce, og saafremt Støbejern er forbudt i Henhold til III a.

Styrken og Brudforlængelsen skal være:

for **Svejsjern** i Længderetningen mindst 3400 at og mindst 12%; i Tværetningen mindst 3200 at og mindst 8%;

for **blødt Staal** højst 4500 at og mindst 22%;

for **Staalstøbegods** mindst 3800 at og mindst 20%.

Prøvestængerne skal udtages af Rørene.

IV. Bolte.

365. Ved 20 at Arbejdstryk maa Spændingen i Skruboltens Kærne højst være:

Boltdiameter i engl. Tom.	5/8	3/4	7/8	1	1 1/8
Spænding i at	240	310	335	415	445

Boltens Antal skal være lige. I Ventilers Symmetriplan maa der ingen Bolte anbringes⁴⁾.

V. Rørvægge.

366. Rørvæggene maa kun udføres af Støbejern indenfor de nedenunder angivne Grænser; ellers benyttes Svejsjern, svejst eller trukket blødt Staal samt Kobber.

a. **Støbejern.** Ved indtil 8 at Tryk maa Støbejern bruges til Rør af enhver Diameter, ved 8—13 at kun til Rør under 150 mm Diameter, ved højere Tryk maa det slet ikke bruges.

b. **Svejsjern, blødt Staal.** Den af det indre Tryk fremkaldte Trækspænding i Rørvæggene maa i de videste Rør — 400 mm Diameter — ikke overstige 400 at.

Stuksvejste Rør — saakaldte Gasrør — maa ikke bruges, men kun usvejste eller lapsvejste. Ved svejste Rør maa man sørge for, at Væggen er tyk nok til at kunne svejses paalideligt. Af Hensyn til Rørledningernes Bøjelighed er det heldigt ikke at bruge meget svære Rør; paa den anden Side kræver Svejsprocessen og Styrkeformindsættelsen i Svejsfugen rigeligt Materiale. Disse Fordringer har Udvalget søgt at forene ved for Rør af indtil 200 mm at beregne Vægtykkelsen af Formlen $a = \frac{pD}{700} + 0,1$; for større Rør skal Materialspændingen voxe jævnt, indtil

Vægtykkelsen for Rør af 400 mm Diameter svarer til Formlen $a = \frac{pD}{800}$.

I Formlerne betyder a Vægtykkelsen i cm, p det største Driftstryk i at og D Rørdiameteren i cm.]

c. **Kobber.** Kobberør skal tilfredstille den tyske kejserlige Marines Forskrifter. [Disse fordrer:

$$a = \frac{pD}{400} + 0,15 \text{ for } 100 \text{ mm Rør og derunder,}$$

$$a = \frac{pD}{400} \text{ for } 125 \text{ mm Rør og derover.}$$

Kobberør med 125 mm Lysvidde og derover skal, naar de bruges til Dampf af 8 at Tryk, omvikles saaledes med forzinkede Staaltraadstove, at Tovvingerne berører hverandre, og at et Brud i een af Vindingerne ikke medfører, at Nabovindingerne bliver løse. For Tovets Tykkelse gælder følgende Maal:

Rørets Lysvidde i mm	125—150	155—200	205—250	255—300	305—350	355—400
Tovets Omfang i cm	0,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0

Beviklingen skal stryges godt med Linoliefærnis. Rørene skal saavidt muligt være trukne.

¹⁾ Udvalget, der har udarbejdet disse Bestemmelser, er ikke blindt for, at Støbejernets Styrke og Seighed kan forøges betydeligt ved passende Valg af Raastofferne og ved Til sætning af smedeligt Jern, og at der findes Firmaer, hvis Sikkerhed og Øvelse paa dette Omraade er saa stor, at det uden Betænkning kan tillades dem at bruge Støbejern til Ventiler og Formstykker ogsaa udenfor de angivne Grænser, men Udvalget har dog ikke ment at kunne gaa videre end sket er, fordi man ikke ved Hjælp af Forskrifter kan sikre sig et saa godt Materiale.

²⁾ Senere Forsøg af *Bach* har vist, at almindelig Bronce ikke kan bruges, naar Dampens Temperatur er væsentlig over 200° (§ 528).

³⁾ De til ovennævnte Bolte svarende Huller gøres henholdsvis 17, 21, 24, 28 og 32 mm vide.

VI. Flangerne.

367. a. Flanger og Kraver for løse Flanger. At forbinde Flange og Rør alene ved Lodning er kun tilladt ved Rør af indtil 50 mm Diameter: ved større Rør maa en Forskydning af Flangen sikres ved Svejsning, Nitning, Fastvalsning, Skrueskæring eller Ombertling, saaledes som der er vist paa de til denne Beretning hørende Tegninger¹⁾.

Flanger og Kraver til Kobberrør skal være af Bronze.

Ved overhedet Damp er Forbindelser, der kun er fremstillet ved Lodning, ikke tilladte.

b. Flangediametre, Boltens Plads. For 30 mm Rør og derunder stemmer Flangediametere og Boltens Afstand fra Røraxen med de Maal, der gælder for Støbejerns Flangerer med ringe Tryk; for større Rør er Maalene større.

c. Tætning. Er Flangerne glatte, maa der bruges saadanne Tætningsringe, som ikke kan presses ud ved højt Damptryk.

Er Flangerne formede saaledes, at de centrerer hinanden, skal den ene have en fremspringende Rand og den anden en tilsvarende Inddrejning. Paa Ventilhus skal Noten anbringes i den Flange, gennem hvilken Dampens strømmer ind og Ejerer paa den anden Flange. Hvor der er Brug for at kunne inddrage en blind Flange, skal Centreringens fremspringende Del falde bort.

Tegningerne er de Tætningsmaader vist, som Udvalget anser for paalidelige. Nogle af disse Tætningsmaader kræver mindre Plads end andre, men Udvalget har ikke ment at burde tage Hensyn hertil og har for hver Rørdiameter fastsat bestemte Flangedimensioner uafhængige af Tætningsmaaden.

De optagne Tætninger kan deles i metalliske og bløde.

Af metalliske Tætninger er den bølgede Kobberring mellem glatte Flanger og Metallinsen med slæbne Kugleflader optagne. Den sidstnævnte Forbindelse tillader Retningsændringer af Rørledningen, og da ethvert Tætningsmateriale mangler, er det den paalideligste, men ogsaa dyreste Tætningsmaade.

Af bløde Tætninger anbefaler Udvalget særligt den med en rund Snor i en trekantet Not og med en centrerende Ring. Pakningen er indesluttet og bliver af Damptrykket presset ind i Noten. Ved Tilspænding af Flangerne kommer disse i Berøring med hinanden, saa at Forbindelsen ikke kan blive skæv. Naar Flangerne een Gang er sammenspændte, forbliver Forbindelsen tæt og behøver ikke at efterspændes. Tætningsnoren, der ikke behøver at være rund, men ogsaa kan have andre Tværnit, trykkes ind omkring den centrerende Ring og sidder fast af sig selv paa Grund af Spændingen, selv om Flangen vender nedad. Er Snoren for tyk, kan den presse sig ind i den indre Fuge og finde Plads der.

Tætningen med retvinklet Not og Fjer holder Pakningen indesluttet og centrerer Rørene. For at lette Flangerens Sammenskrumning maa Noten være noget videre end Fjeren. Dybden og Højden er derimod ens, saa at man af Fugens Størrelse umiddelbart kan se Pakningens Tykkelse.

Efter at Udvalget havde endt sit Arbejde, fremkom Brødrene Sulzer i Winterthur med en Flangeforbindelse for Kobberrør, som de i flere Aar med Held havde benyttet til 20 mm Rør med højt Tryk og til 350 mm Rør med middelhøjt Tryk. Rørene udvides i kold Tilstand og klemmes ved Hjælp af tætsluttende Flanger fast ind mod en Art Linse. Da Forbindelsen udelukkende er fremstillet af kold Vej, er Faren for, at Kobberet skal blive ødelagt ved for stærk Opvarmning, udelukket, og man sikrer Rørenden en betydelig Elasticitet. Denne Forbindelse er vist paa Tafel 65 hos Bach.]

m. Jærnbane materialer.

a. Skinner med Tilbehør.

368. Det første Skinnemateriale var Støbejern, men det var for skørt, hvorfor man gik over til Svejsjern, der imidlertid ikke kunde taale den stærke Paavirkning, idet Hovedet skiltes ad i Svejsningerne. Nu om Stunder anvendes Konverter- eller Martinstaal og i Reglen basisk med et betydeligt større Kulindhold end Bygningsjærnet, og Kulindholdet bliver stadig sat op for at formindske Sliddet²⁾. Styrken er gerne ca. 6000 at³⁾.

¹⁾ Disse omfatter nogle af de mange i Praxis benyttede Forbindelser, som Udvalget mener er paalidelige, deriblandt ogsaa saadanne, som egner sig til Brug ved Montering udenfor Værkstedet. Jeg har ikke gengivet Tegningerne her, men henviser til f. Ex. Bach: Die Maschinenelemente 1908, Taf. 64—65.

²⁾ Om Bessemer- eller Thomasstaal høretrækkes er et Stridsspørgsmaal; det første er dyrest, men siges at være 2—3 Gange saa slidfast som Thomasstaal, mens andre hævder, at de staar lige. Thomasstaal synes derimod at frembyde noget mindre Brudfare end Bessemerstaal. I Amerika anvendes næsten udelukkende Bessemerstaal. I den sidste Tid er man ogsaa begyndt at bruge det haarde og sejge Nikkelstaal med 3—3½ % Ni, navnlig i Kurver, hvor Sliddet er størst, men det er dyrt. Manganstaal er anvendt et enkelt Sted i Amerika i Kurver med særligt stort Slid; Skinnerne holder sig udmærket, men Prisen er 13 Gange saa stor som for almindelige Skinner, og de kan ikke skæres koldt, men godt højes.

Hvor meget det almindeligt anvendte Staal slides, afhænger af Sporets Hældning og Krumning, af Hjultryk og Hastighed og Understopningens Godhed. Til at afslibe 1 mm er under gunstige Forhold en samlet Færdsel af 20 Millioner Tons Bruttolast nødvendig, under almindelige Forhold 10 Millioner, under særlig daarlige Forhold 1 Million. Se ogsaa *Elektrotekniker* 1909, S. 125.

³⁾ Undtagelsesvis er man gaaet op til 8500 at.

369. Jærnbaneskinner er i Danmark altid Vignoleskinner (Fig. 155); for Hovedbanernes

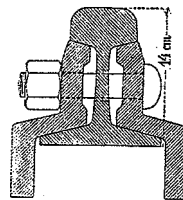


Fig. 155. Stathanernes 45 kg Skinner.

Vedkommende var Vægten tidligere 37 kg m, men nu indføres Skinner af Vægt 45 kg m; i Belgien er man gaaet op til 52,7 kg m. Længden er gerne 9—12 m, undtagelsesvis indtil 24 m¹⁾.

Til Sporveje anvendes gerne Rilleskinner eller Phoenixskinner (Fig. 156) med en Vægt af 40—45 kg m og 9—12 m Længde. $S_2 = 6 - 7000$ at.

Af de Skinner, der bruges i Danmark, leverer England 50 %, Belgien 20 %, og Tyskland 12 %.

370. Jærnbaneskinner bør først og fremmest undersøges ved Slagbøjeprøver (§ 81), og I. M. anbefaler at gøre de overragede Enders Længde

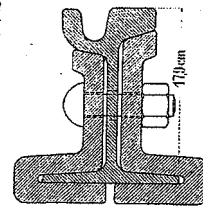


Fig. 156. Frederiksberg Sporvejes Phoenixskinne Nr. 25 b.

lig med Profilets Højde. Endvidere udføres gerne Trækforsøg, hvortil Prøvestængerne helst maa udtages af Skinnens ydre Lag²⁾. Brinells Haardhedsprøve anvendes af de preussiske Statsbaner³⁾.

371. De danske Statsbaner har siden 1890 kun købt Thomas-Darby-Skinner. De forlanger, at Skinnerne skal fabrikeres af Staal af ensartet Haardhed (§ 166) og Kvalitet (§ 168), og efter Udvalsningen skal de være glatte, rene, tætte og fejlfri; Sammenhamring af Revner eller lignende Efterarbejder med det Formaal at skjule Fejl er forbudt. Skinnerne afskæres i varm Tilstand med Sav i bægge Ender⁴⁾ og rettes saa lige som muligt. Efter Afkøling rettes de fuldstændig, og Enderne afræses, saa at Skinnerne faar den rette Længde, og Endefladerne danner en Plan vinkelret paa Skinneaxen. Skinnelængden maa højst afvige ¼ engl. (ca. 3 mm) fra den forlangte. Alle Grater fra Bearbejdelsen maa fjernes, da de kan hindre Tilspændingen af Laskepladerne. Hullerne for Laskeboltene bores.

Skinnerne forsynes med Aars- og Maanedstal for Valsningen samt med Nummeret paa den Staalblæsning, af hvilken Skinnen er valset. Sælgeren garanterer i 5 Aar for Skinnernes Godhed. Fra den foreskrevne Normalvægt maa ingen enkelt Skinne afvige mer end 2 % og hele Leveringen ikke mer end 1 %, saaledes at Overvægten ikke betales, mens Undervægten fradrages ved Betalingen. Prisen er gerne 10—11 Øre pr. kg⁵⁾.

372. Der forlanges Kulstof- og Fosforundersøgelser for hver Blæsning og iøvrigt fuldstændige kemiske Analyser (§ 165) i passende Omfang. Fosforindholdet maa ikke overstige 0,075 %.

Slagprøver foretages med et ca. 2 m langt Skinnestykke af hver Blæsning, saaledes at det med 1 m Fritliggende udsættes for et Slag af en Faldklods, faldende 6 m og rammede Skinnestykkets Hoved midt mellem Understøtningerne⁶⁾. Skinnestykket maa udholde Slagprøven uden at vise Tegn til Brud, i modsat

¹⁾ Staalskinner til Tipvogne føres paa Lager i København i 5 m Længde og af følgende Dimensioner:

Højde i mm	50	50	55	65
Vægt i kg _m ca.	4,5	5,0	4,5	7,0

²⁾ Om Rødsårhed se § 194.

³⁾ Disse forlanger, at en Kugle med 19 mm Diameter ved 50: Belastning skal give et Indtryk, hvis Dybde ligger mellem 3,5 og 5,5 mm.

⁴⁾ Skinner udvalses i Længder paa ca. 80 m (§ 159).

⁵⁾ Ud rangerede Skinner sælges for 4,5—5 Øre pr. kg (§ 154).

⁶⁾ Faldklodens Vægt skal for 37 kg og 63 lbs Skinner være 1000 kg, for 45 lbs Skinner 500 kg; til 35 og 25 lbs Skinner anvendes ogsaa 500 kg, men kun en Faldhøjde af henholdsvis 4,5 og 3 m. 1 lbs pr. yard = 0,49606 kg pr. m; 63, 45, 35 og 25 lbs pr. yard svarer altsaa til 31,2, 22,4, 17,4 og 12,4 kg pr. m.

Fald gentages Prøven med en af samme Blæsning valgt Skinne, og hvis den heller ikke taaler Slaget, kasseres alle Skinner af vedkommende Blæsning.

Trækprøver foretages i det Omfang, den kontrollerende Ingeniør anser for nødvendent. Prøvestykker med 20—25^{mm} Diameter og 200^{mm} Maalelængde maa udvise en Brudstyrke mellem 5500 og 6500^{kg} og en Forlængelse ikke under 14%; den kontrollerende Ingeniør kan dog tilstede mindre Afvigelser fra disse Tal.

373. Lasker og Underlagsplader fabrikeres af bedste Sort blødt Staal. Laskerne skal i kold Tilstand kunne bøjes i en ret Vinkel om en Linie tværs paa Valsereingen uden at revne. Boltehullernes Lokning skal foretages koldt, og uden at der fremkommer Revner¹⁾.

Laskebolte og Spiger skal fabrikeres af blødt Staal, der opfylder de i »Normalbedingungen für die Lieferung von Eisenkonstruktionen für Brücken- und Hochbau« (Hamburg 1895) for Staal til Nitter og Bolte opstillede Fordringer²⁾. Spigerhovedet skal i kold Tilstand ved forsigtig Hamring paa Hovedets Nakke kunne rettes ud i Forlængelse af Spigret, uden at der opstaar Revner. Hvert Spiger og hver Bolt skal være udsmedet af eet Stykke Jærn, sundt og frit for Revner og Afbladninger. Boltehovederne skal være fremstillede ved Presning. Skruægængerne i Bolte og Møtrikker skal være saa nøjagtigt skaarne, at enhver Møtrik passer til enhver Bolt; Møtrikkerne maa ikke klemme paa Boltene og maa kunne drejes med Haanden uden dog at have Spillerum; de leveres skrue- de paa Boltene, der forinden skal være vel smurte med Olie.

Møtrikkerne skal være af bedste Sort Svejsejærn³⁾ og skal i kold Tilstand lade sig stukke ned til $\frac{2}{3}$ af deres oprindelige Højde og lade sig slaa sammen, saa at Hullet erholder $\frac{1}{3}$ af dets oprindelige Diameter i Sammentrykningsretningen, uden at noget Brud viser sig.

β. Det rullende Materiel.

374. Hjulaxlerne udsmedes under Damhammer af 3 Gange saa tykke ottekantede Blokke. Først smedes Blokken lang, derpaa rund, og tilsidst afdrejes den. Materialet er enten Martin-, Konvertor- eller Digelstaal, sjældnere Svejsejærn eller Svejsestaal (§ 145). De danske Statsbaner forlanger Martinstaal og til Lokomotivernes Krumtapaxler Nikkelstaal med 5—7% Ni.

Hjulene, der presses ind paa Axlerne med hydraulisk Tryk, bestaar af en Hjulstjerne, udenom hvilken der er lagt en valset Bandage i varm Tilstand. Statsbanerne bruger Martinstaal til Bandagerne paa Vognhjul, Tenderhjul og Lokomotivernes Løbehjul, men Digelstaal til Lokomotivernes Drivhjulbandager. Vognenes Hjulstjærner er af Svejsejærn eller Martinstaal, mens Lokomotivernes er Staalstøbegods; sammen med hver af disse sidste støbes et Prøvestykke, der senere bræktes af og underkastes et Trækforsøg.

375. Der foretages **Træk- og Slagprøver** (§ 81) med alle Materialerne. Trækprøvestængerne skal mindst være 20^{mm} i Diameter. Der stilles følgende Fordringer (se ogsaa § 229):

¹⁾ Prisen er 13—16 Øre pr. kg.

²⁾ Laskebolte koster ca. 18 Øre pr. kg, Spiger ca. 15 Øre pr. kg.

³⁾ Møtrikkerne udpresses nemlig glødende, en Proces, som meget vanskeligt kan gennemføres, naar Materialet er Staal, idet Pressestemplerne springer.

	S ^{at}	δ%
Martinstaal til alm. Axler	54—6000	20
Nikkelstaal til Krumtapaxler (σ = 45%)	54—6000	20
Blødt Bandagestaal (Martinstaal) til Vognhjul, Tenderhjul og Lokomotivernes Løbehjul	54—6000	18
Haardt Bandagestaal (Digelstaal) til Lokomotivernes Drivhjulbandager	70—7600	16
Svejsejærn til Eger og Fælg	3500	18
Martinstaal	34—4000	25
Støbe Hjulstjærner ¹⁾	38—4500	20
Martinstaal til Fjere (uherdet).	76—8200	10

Axlerne udsættes med 1,5^m Fritliggende for Slag af 3000^{kgm} Energi, indtil Nedbøjningen har naaet en vis Størrelse²⁾.

Bandagerne behandles med Slag af 3000^{kgm} Energi, indtil den oprindelige, indre Diameter er bleven formindsket med en vis Størrelse³⁾. Før dette Punkt naas, maa ingen Revner eller Ridser vise sig.

Der prøves eet Stykke for hver 50, dog mindst eet Stykke af hver Smeltning; svarer de ikke til Fordringerne, kasseres alle til den Smeltning henholdsvis Stykker.

Endvidere prøves hver enkelt **Hjulstjerne**, ved at man lader den falde 2 Gange fra 1^m Højde ned paa et Jærnunderlag, der mindst maa veje 3000^{kg}; Stjærnen drejes derefter 90°, og den samme Prøve gentages.

n. Staalstøbegods.

376. Som Staalstøbegods fremstilles Genstande, der skal være stærkere eller lettere eller mere slidfaste, end de kan blive i Støbejærn, og som paa Grund af deres Form vanskeligt lader sig tildanne ved Valsning eller Smedning.

Blandt saadanne Dele skal nævnes: Pressecylindre til store Tryk, Maskindele, Spande til Muddermaskiner, Pælesko, Skibsagterstævne, Sporvognshjul, Hjertestykker, Stykker af kompliceret Form til Brobygning. Endvidere bruges Staalstøbegods til Ventil- og Ign. for overhedet Damp til Erstatning for Bronze, som ikke taaler den høje Temperatur.

Genstande støbt af Staal er ofte dobbelt saa dyre, som naar de er af Støbejærn, og da kun faa Værker giver sig af med Fremstillingen, kræves der som Regel en lang Leveringsfrist.

Da Staalstøbegods hverken smedes eller vales, er det meget vigtigt at undgaa Blærer deri, derfor benytter man i Reglen Digelstaal (§ 158), dog ogsaa hyppigt Martinstaal, men sjældent Konvertorstaal, der paa Grund af Gennemblæsningen indeholder særlig megen Luft. Blæredannelsen er alligevel stærkere end i Støbejærn (§ 161), og Overfladen derfor ofte hullet. Større Huller kan tilsmeltes med Staal af elektrisk Vej, hvorefter man maa udgløde Stykket for at fjerne de ved den lokale Opvarmning opstaaede Spændinger⁴⁾.

Ved Udstøbningen bruges hyppigt et Dødhoved, der fjernes efter Støbningen. Formene er i Reglen af ildfast Ler blandet med Grafit, sjældnere af Jærn. Naar

¹⁾ En Stang med Tværsnit 12·24^{mm} skal kunne bøjes koldt 120° om en Dorn af 24^{mm} Diameter, uden at der viser sig Revner paa den yvendige Side.

²⁾ nemlig 20 og 19^{cm}, eftersom Diameteren i Navet er 13 eller 14^{cm}.

³⁾ nemlig med 12°, for Martinstaalsbandagerne og med α°, for Digelstaalsbandagerne, hvor $x = \frac{D}{100} \frac{\alpha - 65}{10}$ og D = Løbekredsens Diameter, α = Bandagecyklens, bæge i mm.

⁴⁾ Naar man polerer Genstandens Overflade paa Svejsestedet og røtter med 20% ig Salpetersyre, kan man se, om Stykket er udglødet eller ej. Mens nemlig det ismeltede Materiale er i Form af Ferrit og forbliver hvidt ved Ætsningen, vil det gamle Materiale farves mørkt, saafremt det ikke er udglødet, idet det da bestaar af Martensit, Troostit eller Sorbit; ved Udglødningen omdannes disse Strukturformer derimod til Perlit.

Formen er fjernet, udglødes Genstanden gerne i længere Tid for at bortskaffe de Spændinger, der er fremkomne ved den uregelmæssige Afkøling: derved stiger haade Styrke og Sejghed¹⁾.

377. Om Leveringsbetingelser for Staalstøbegods se § 282 og 289. Godset undersøges sjældent kemisk, men der gøres Trækprøver med Taloner, støbte sammen med Genstandene. Kulholdigheden og dermed Haardheden kan variere efter Ønske.

Bach angiver: $E_s = 2150000$ at, PG_s mindst 2000 at, FG_s mindst 2100 at, $S_s = 35-7000$ at. Om Arbejdsevnen se § 46. Vægten regnes i Almindelighed til 7850 kg/m³.

Firmaet *Krupp*, der har drevet Staalstøbningen op til stor Fuldkommenhed²⁾ og opnaaet lignende Styrketal og Forlængelser som ved smedet Staal, fremstiller 5 forskellige Sorter, som leveres med fuldkommen tæt og homogent Tværsnit, uden Spændinger og Svindrevner, med blød Overflade uden haard Støbeskal:

1. Materiale til Dynamoer og Elektromotorer.
2. Materiale til Skibe, Skibsmaskiner, Lokomotiver og alm. Maskiner. Her skelnes gerne mellem tre Sorter:

S_s at	= 37-4400	40-5000	50-6500
d_{\min} o.	= 20	18	12

3. Specialstaalet med $S_s = 6000$ at, $d = 18$ o., $\varphi = 55$ o.

4. Materiale til Hjertestykker, Skivehjul, Tandhjul o.s.v.

5. Haardstaalet: til Konstruktionsdele som skal være meget slidfaste og frembyde stor Sikkerhed mod Brud.

Der *Bochumer Verein für Bergbau und Gussstahlfabrikation*, paa hvis Værker det første Staalstøbegods blev fremstillet, leverer det med en Trækstyrke af 35-7000 at og skelner mellem:

1. Materiale, der skal være slidfast:

a. Skivehjul og Hjertestykker ($S_s = 55-6500$ at, $d_{\max} = 6$ o., $\varphi_{\max} = 10$ o.).

b. Tandhjul, Kasser for Axlelejer, Glidebakker for Lokomotiver o.s.v. ($S_s = 50-5500$ at, d og φ ubetydelige).

2. Materiale, der ikke direkte slides, og af hvilket man i mindre Grad forlanger Haardhed end en vis Sejghed; saaledes Hjullegemer, der skal forsynes med særlige Bandager, Lavetdele, Skibsdele (Stævne, Ankre, visse Maskindele) o.s.v. ($S_s = 35-4000$ at, $d_{\max} = 30$ o. (paa 200 mm), $\varphi_{\max} = 50$ o.). Kvadratiske Stænger med 32 mm Sidelinie udtagne af dette Materiale lader sig i kold Tilstand bøje sammen til en Vinkel paa ca. 135 o.

3. Pressecyindre ($S_s = 50-3500$ at, d og φ ubetydelige). For disse Cyindre sættes den tilfældige Spænding til $s_s = 1200$ at.

o. Værktøjstaalet.

378. Værktøjstaalet gaar i Handelen som runde, firkantede eller ottokantede Stænger, en 30 cm lange, af hvilke Værktøjet udsmedes.

En Staalarts Anvendelighed til Værktøj beror først og fremmest paa den Haardhed, den faar ved Hærdningen (§ 181-89), men dernæst paa det hærdede Staalets Sejghed og endelig paa, hvor let det lader sig smede inden Hærdningen. I hvor høj en Grad disse Egenskaber er tilstedeværende prøves ved at smede et Stykke Værktøj af det og se, hvorledes det staar sig under Brugten. Trækprøver o. lign. anvendes sjældnere. De elastiske Egenskaber er omtalte i § 34 og 36.

379. Svejestaalet lader sig lettere smede og svejse og bevarer en større Sejghed end de andre haarde Staal-sorter, men bliver til Gengæld ikke særlig haardt. Det bruges derfor til Værktøj, af hvilket der ikke kræves særlig Haardhed, og som har en kompliceret Form, saaledes til Tømrer-, Snekker-, Sadelmager- og Skomagerværktøj samt til Leer og Saxe. Undertiden fremstilles Værktøjet af Svejseljærn, hvortil der svejses et Stykke Svejestaalet, af hvilket den arbejdende Del udformes (Staalet lægges for).

380. Konvertor- og Martinstaalet udmærker sig fremfor Svejestaalet ved at blive haardere ved Hærdningen, men er til Gengæld mindre sejgt og sværere at tildanne. Det svejses vanskeligt, og er Kulindholdet over 1-1,2 o. er det praktisk set usvejseligt, hvorfor det ikke egner sig til at lægges for. Det gaar i Handelen som Stænger og Plader, der ofte har Kulholdigheden indstemplet. Det anvendes særlig til Værktøj, der skal arbejde i bløde Metaller og Jord (Spader og Plove); undertiden til Stenhuggerhamre. De gjorte Bemærkninger gælder naturligvis kun haardt Staal; Skruenøgler og lignende Værktøj laves ofte af blødt Staal med indsatte Hoveder.

¹⁾ Genstandens Overflade, der har været i Berøring med Formens Graft, er gerne kulrigere end det indre, men ved Udglødningen kan den fuldstændig afkølles til Ferrit, der under Mikroskopet ses som en tyndere eller tykkere Skale. Ferritlagets Tilstedeværelse er derfor et Bevis paa, at Stykket er udglødet, og af Lagets Tykkelse i Forbindelse med den indre Masses Struktur kan man bedømme, om Udglødningen er udført paa rette Maade.

²⁾ Det største Stykke Staalstøbegods, der endnu er fremstillet, vejede 150 t.

381. Digelstaalet kan hærdes haardere end nogen af de andre Staal-sorter, kaster sig ved Hærdningen mindre end disse og forbliver dog sejgere end Konvertor- og Martinstaalet (men ikke saa sejgt som Svejestaalet). Til Gengæld er det overordentlig vanskeligt at smede, og Digelstaalets stænger fremstilles derfor med lige saa mange forskellige Tværsnit, som der er Værktøjsformer, saa at Køberen slipper med det mindst mulige Tildannelsesarbejde, og med Stængerne følger gerne Oplysninger om deres Bestemmelse og Behandling. Paa Grund af Digelstaalets Dyrhed bruges det kun, naar Værktøjet skal være meget haardt, saaledes til Værktøj, der skal arbejde i Jærn, til File, visse Hammere, Lejekugler, Ambolthænder (Banen paasvejses) o. s. v. I Priskuranter benævnes Digelstaalet ofte Støbestaal, et Navn, der skriver sig fra tidligere Tid, da Konvertor- og Martinprocessen ikke kendtes.

382. Til særlig haardt Værktøj giver man Digelstaalet en Tilsetning af Mangan, Volfram eller Krom.

Digelstaalet med større Manganindhold bruges til svære Smedehamre, Knapmagere, Sænker, Matricer og Skraamejsler.

Volframstaalet, der først er fremstillet af *Mushet* under Navn af Specialstaalet, er et fortrinligt og meget anvendt Værktøjstaalet, men overordentlig vanskeligt at bearbejde. Det bruges ogsaa til Magneter. Det er naturhaardt, ridser Glas i uuhærdet Tilstand og bruges saadan, da det ved Hærdning vilde blive altfor skørt. Det udsmedes ved jævn Rødværme. Volframindholdet er gerne 2-5 o. undertiden indtil 12 o.

Ogsaa **Kromstaalet** er naturhaardt, i alt Fald naar det indeholder over 1 o. Krom; Indholdet kan variere mellem 0,4 og 2 o.

Ved haade at sætte **Volfram** og **Krom** til Digelstaalet og ved at benytte særlige Hærdemaader, nemlig Opvarmning til Hvidglødhede og Afkøling i en Luftstrøm eller i Talg, er det i de senere Aar lykkedes at fremstille forskellige Staal-sorter: *Taylor-White-Staalet*¹⁾, *Bahlers Rapidstaalet*, *Poldi Staal*, *Vingo Rapidstaalet* o. s. v., der kan arbejde i Jærn med en hidtil ukendt Hastighed, idet Gnidningsvarmen ikke forringer Staalets Haardhed. I 1906 lykkedes det *Taylor* ved til Krom-Volfram-Staalet at sætte en ringe Mængde Vanadium at komme op paa en Skærehastighed af 30 m pr. Minut i middelhørdt Staal²⁾.

I Automobilindustrien bruges mest lufthærdende **Nikkel-Krom-Staal-sorter** med 0,2-0,6 o. C, 3-7 o. Ni, 0,15-1 o. Cr og undertiden 0,1-0,2 o. Vanadium. Særlig slidfast er Staal med 0,5-0,6 o. C, 2,5 o. Ni og 0,5 o. Cr.

383. **Uchattus-Staal** er et særligt Værktøjstaalet, der fremstilles i Digler af en Blanding af Raajærn og Jærnmalm. Naar Raastofferne er meget rene, kan Produktet være fortrinligt.

E. Jærnets Rusten og Midlerne derimod.

1. Rustens Dannelse.

384. Naar Jærn samtidig er i Berøring med Ilt og Vand, rustner det o: det omdannes til et vandholdigt Jærntveiltehydrat ($2 Fe_2O_3, 3aq$).

Rust er et rød- eller gulbrunt, porøst, let smuldrende Stof med en Vægtfylde af ca. 4. Rusten optager altsaa omtrent et dobbelt saa stort Rumfang som det Jærn, hvoraf den er dannet, og Sten, der er forbundne med Jærndybler, kan derfor sprænges, naar disse rustner. Rusten æder sig meget hurtigt ind i Jærnet, naar først Processen er indledt, idet det porøse Stof optager Ilt fra Luften og overfører den til det underliggende Jærn. Ved Jærnbaneskinner har man set de yderste 1,6 mm blive forvandlet til et 3 mm tykt Rustlag i Løbet af 7 Aar. Det er dette Forhold, der betinger Rustens Farlighed i Modsætning til de Ilteholder, hvormed Kobber, Bly og Zink overtrækkes, og som beskytter det underliggende Metal mod yderligere Iltning.

385. Jo kulfattigere Jærnet er, des lettere rustner det, saaledes blødt Staal lettere end haardt³⁾. Nikkelstaalet rustner langt mindre end almindeligt Staal

¹⁾ Dette indeholder indtil 12 o. Volfram og indtil 4 o. Krom.

²⁾ Se angaaende Hurtigdrejestalet *Ingeniøren* 1909, S. 287.

³⁾ og uuhærdet Staal lettere end hærdet. Valset Jærn rustner lettere end smedet, fordi dets Glødskaal er tykkere.

(§ 156)¹⁾. Ogsaa en ringe Kobbertil sætning virker overordentlig gunstigt, og det er blevet foreslaaet at forlange et Indhold af 0,1% Kobber i Jærnmaterialer, der er udsat for Vejrliget²⁾.

Fosfor og Svovl begunstiger Rustangrebet; saaledes har *Heyn* iagttaget, at en Brudflade rustar hurtigere i Kærnezonen end i Randzonen, hvorved man kan narres til at tro, at der i Forvejen har været et indre Brud.

Mellem Svejsejærns, blødt Staalets og Støbejærns Tilbøjelighed til at ruste er der ingen nævneværdig Forskel, naar Fladerne er bearbejdede; derimod virker Støbejærnets Støbeskal beskyttende; Støbejærnsrør kan henligge mange Aar i Jorden uden at tage væsentlig Skade.

Polerede Flader rustar vanskeligere end ru, da der er færre Angrebepunkter.

386. Ofte er der mellem Jærnet og dets Omgivelser en **elektrisk Spændingsforskel**, der ganske vist (selv i Havvand) er for ringe til at dekomponere Vandet, men som driver den i Vandet opløste Ilt hen til den positive Pol, og er det Jærnet, der danner denne, vil det ruste stærkt. Er Jærnet samtidig i Berøring med Kobber og Fugtighed, vil det derfor hurtigt ødelægges, og paa lignende Maade virker Nikkel, Bly og Tin omend i ringere Grad. Zink bliver derimod positivt elektrisk i Forhold til Jærn og tiltrækker Iltten, saa Jærnet skaanes³⁾. Man anbringer derfor »Zinkbeskyttere« af valset⁴⁾ Zink omkring Bronzeventilflanger udenbords paa Skibe for at beskytte det omgivende Jærn, og inde i Skibskedler hænger man ofte Zinkblokke op, der paa lignende Maade modarbejder de galvaniske Strømme mellem Broncedele og Jærndelev. Messing synes ikke at paavirke Jærnets Rusten.

De elektriske Strømme kan ogsaa danne sig mellem forskellige Jærnsorter. Svejsejærnsnitte i Staal konstruktioner er saaledes særlig tilbøjelige til at ruste, da de bliver positivt elektriske i Forhold til Staalet. I Dampkedler bør man derfor bruge samme Materiale til Plader og Nitter, mens Forholdet er uden Betydning ved Konstruktioner, der males⁵⁾.

387. Alene en Forskel i Jærnets **termiske eller mekaniske Behandling** betinger en Spændingsforskel. Hvis Smedningen afbrydes, mens Jærnet endnu er hvidglødende i Stedet for at fortsættes til Rødgloedehede, kan Jærnet blive overhedet og dermed negativt elektrisk i Forhold til det ikke overhedede Jærn, saa at dette rustar stærkt paa Overgangsstedet, saafremt der er Vand tilstede. Denne Aarsag er f. Ex. blevet paavist paa nogle Galloway-Rør, der rustede stærkt langs Svejsfugerne. Naar smedeligt Jærn belastes over Flydegrænsen bliver det positivt elektrisk i Forhold til ubelastet Jærn, saaledes at en over-

¹⁾ Prof. *Howe* angiver forskellige Jærnsorters Vægttab paa Grund af Rust ved følgende Tal, idet Svejsejærnets Vægttab er brugt som Enhed:

	Saltvand	Flodvand	Vejrligt
Svejsejærn	100	100	100
Blødt Staal	114	94	103
Nikkelstaal (3% Ni)	83	80	67
do. (26% Ni)	32	32	30

²⁾ F. H. *Williams* har fundet følgende:

Af Jærn med	0	0,078	0,145	0,263 % Kobber
bortrustede	1,85	0,89	0,75	0,74 %

³⁾ Metallernes Stilling i Spændingsrækken er ikke konstant, men afhænger af Vædsken, der forbinder dem.

⁴⁾ Støbt Zink smuldrer hen og falder af, hurtigere end det fortæres. Undertiden bruges Støbejærn i Stedet for Zink.

⁵⁾ Hvor meget disse Strømme har at sige kan ses af følgende Forsøg med en lille Plade af blødt Staal: Ved at ligge 22 Dage i fersk Vand tabte den 0,08 g i Vægt, men var den samtidig i Berøring med Støbejærn kun 0,04 g. Blev der ledet Luft gennem Vandet, var Rustdannelsen henholdsvis 0,19 g og 0,14 g.

anstrengt Konstruktionsdel er særlig udsat for Rust¹⁾. Man har Exempler paa, at Bunde i korniske Kedler er rustede særlig stærkt der, hvor Afstivningerne ender, naar disse er førte for nær hen til Ildkanalen. Dennes Varmeudvidelse maa under disse Forhold optages af den ringe Del af Bunden, der er uafstivet, og som derfor anstrenges meget²⁾.

388. Hvis der sidder Slagge i Jærnets Overflade, eller hvis der er indvalset Glødskal i den, kan disse Urenheder give Anledning til en lokal **Tæring**, saa at der danner sig en Rustgrube det paagældende Sted. Overhovedet er det et almindeligt Fænomen baade ved smedeligt Jærn og Støbejærn, at Rustangrebet ikke er ligelig fordelt, men at Rusten æder sig ind som Furer eller runde Fordybninger, og Forklaringen maa søges i, at Jærnet er uensartet i kemisk, elektrisk eller mekanisk Henseende, samt at Rusten fremskynder Fortæringen af det underliggende Jærn, som tidligere nævnt³⁾. Befinder Jærnet sig i Vand, kan de lokale Rustpletter ogsaa skyldes Dannelsen af Luftblærer de paagældende Steder (§ 392)⁴⁾.

389. Som det fremgaar af ovenstaaende, er Rustangrebets Styrke i høj Grad afhængig af **Jærnets Omgivelser**. Ilt og Vand er naturligvis nødvendige, for at Jærnet skal ruste, og Vandet skal være tilstede som Vædske, i Dampform angriber det ikke.

390. I **Luften** angribes Jærnet kun, naar der er Fugtighed tilstede, som kan slaas sig ned paa Jærnet, hvorfor man i Udstillingskabiner med Jærngensstande holder Luften tør ved Hjælp af Klorcalcium. Findes der Syredampe, rustar Jærnet meget hurtigt. Ved Forbrænding af svovlholdige Kul dannes Svovlsyring, der gennem Fabriks- og Lokomotivskorstene føres ud i Luften sammen med Kulrøgen og der iltes til Svovlsyre, der slaar sig ned paa Jærnet⁵⁾. Jærnbrøer over Jærnbaner er derfor meget vanskelige at beskytte, og det samme gælder Jærndelene i Banegaardshaller og i Jærnbantunneler. Ogsaa Kulsyreanhydrid bevirker en stærkt forøget Rustdannelse, men dog ikke i saa høj en Grad som Svovlsyring. Ammoniumnitrat virker stærkt rustdannende⁶⁾; det dannes i Luften under Tordenvæjr og optages af Regnvandet, der saaledes kommer til at virke særlig angribende, og i Modsætning til hvad der ellers er Tilfældet, kan Nitratopløsningen fremkalde Rust, selv om den er fri for opløst Ilt. Kogsalt, Salmiak og Svovl befordrer Rustdannelsen. Jærngensstande, der berøres med Haanden, rustar saaledes let paa Grund af det overførte Kogsalt, og de tre nævnte Stoffer bruges til Fremstilling af Rustkit, hvorved man tætter Huller i Støbegods og forbinder Jærn og Sten indbyrdes eller med hinanden (§ 125)⁷⁾.

¹⁾ Rundjern til Jærnbeton, der bøjes koldt, rustar stærkt paa Bøjestederne; her er dog sikkert Glødskallens Afspiring en medvirkende Aarsag.

²⁾ Haardttrukken Traad rustar lettere en udglødet Traad.

³⁾ Nogen elektrisk Spændingsforskel mellem Rusten og Jærnet har man ikke kunnet paavise. Kulkassensiderne ombord i Skibe lider ofte af lokale Tæringer paa Grund af galvaniske Virkninger mellem de fugtige Kul og Staalet.

⁴⁾ Ovenfor har der kun været Tale om Spændingsforskellen mellem to Metaller. Er Jærnet i Berøring med en Vædske (Elektrolyt): en Syre, en Base eller et Salt, vil en lignende, blot mindre Spændingsforskel opstaa. Bliver Jærnet negativt elektrisk eller saa svagt positivt elektrisk, at Spændingsforskellen ikke overskrider 0,2 Volt, vil det ikke kunne ruste. Er Spændingsforskellen større, afhænger det af Elektrolytens Natur, om Jærnet rustar eller ej.

⁵⁾ Fortyndet Svovlsyre (1:100) angriber blødt Staal, Svejsejærn og Støbejærn i Forholdet 1:2:100.

⁶⁾ Stærkere end Fosfatet, Kloridet og Sulfatet.

⁷⁾ Til Trykvindkedler paa Vandledninger bruges: 35 kg rustfri Jærnløspaaner, 2 kg Salmiak og 1 kg Svovl, der udrøres med Eddike til en Grød; eller 10 l Stenulstjære, 1,2 l Svovlsulfat og noget Melkalk. En Jærnkrit, der taaler højere Temperaturer, har Sammensætningen: 4 l Jærnløspaaner, 2 l Ler og 1 l Porcelænsulver udrørt i en mættet Kogsaltopløsning.

391. I Vand rustet Jærnet kun, naar der er Ilt tilstede, og Angrebet voxer med Mængden af den opløste Ilt. Destilleret Vand angriber væsentlig stærkere end almindeligt Drikkevand, fordi det indeholder mere Ilt. Derfor virker Dug, der fortætter sig paa Jærn, ogsaa stærkt rustfrembringende. Fjernes Ilten (f. Ex. ved Kogning) er selv Havvand uskadeligt¹⁾.

Hvis Vandet indeholder Syrer, kan Jærnet naturligvis omdannes til Jærnsalte under Brintudvikling, men det er ingen Rustdannelse.

Vandets Angreb afhænger af Temperaturen. Destilleret Vand angriber stærkest ved ca. 60° (ca. 4 Gange saa stærkt som ved almindelig Temperatur), derfra aftager Angrebet atter og naar et Minimum ved 100°. I tropiske Farvande rustet Jærnskibe stærkere end i kolde.

392. Stærke Opløsninger af Natronlud (Natriumhydroxyd, $NaOH$) eller **Soda** (Na_2CO_3) indeholder næsten ingen Ilt og binder tilmed Kulsyren, saa i disse Opløsninger rustet Jærnet ikke, og man beskytter derfor undertiden **Dampkedler**, der er ude af Drift, ved at fylde dem med en Sodaopløsning, men Fremgangsmaaden kan dog næppe anbefales, thi er Oplysningen for tynd²⁾, virker den ikke beskyttende, men tværtimod rustfremmende, og er den for stærk, kan der opstaa galvaniske Virkninger mellem de forskellige Metaller i Kedlen³⁾. Kalkmælk bruges undertiden paa samme Maade, men den bedste Fremgangsmaade er at tørre Kedlerne ved Hjælp af Varme og sætte Bakker med ulæsket Kalk eller Korkalcium ($CaCl_2$) ind i dem og derpaa tillukke alle Aabninger; de nævnte Stoffer vil da opsuge den Fugtighed, der alligevel trænger ind i Kedlen. Dampkedler og Damp rør er meget tilbøjelige til at ruste, hvilket skyldes Vandet og den høje Temperatur, ikke Dampen, da tør Damp ikke fremkalder Rust; Kedelrør kan under Brugen ruste saa tynde, at de bule ud under Damptrykket. I Nærheden af Luftblærer eller paa Overgangen mellem Luft og Vand rustet Jærnet stærkt, fordi den forbrugte Ilt strax erstattes enten fra Blæren eller Luften uden først at skulle diffundere et længere Stykke Vej; derfor er det i Dampkedler navnlig de Steder, der angribes, hvor Fødevandets Luft udskilles og afsætter sig som Blærer. Paa Dele, der ligger frit i Vandet, som Trækstænger og Rør samler Blærerne sig paa Oversiden, der derfor fortrinnsvis rustet. Fødevandet bør følgelig have den mindst mulige Lejlighed til at optage Luft paa Vejen til Kedlen, overhovedet vil alle Forholdsregler, der formindsker Vandets Iltindhold, ogsaa formindsker Rustdannelsen⁴⁾.

393. Vand fra dybliggende, vandførende Lag, der sædvanlig indeholder megen Kulsyre og undertiden flygtige Svovlforbindelser, virker stærkt tærende, og **Borerør** af smedeligt Jærn kan ganske ødelægges i Løbet af faa Aar, mens støbte Rør kan have en betydelig Varighed.

394. I Havvand, der jo baade indeholder Klor- og Svovlforbindelser, fortæres Jærnet langt hurtigere end i fersk Vand, dels paa Grund af disse Stof-

¹⁾ Hvis man kommer Trækulpulver i Vandet, vil det absorbere Ilten og reducere Rustdannelsen til 22–24% af den normale (Mitt. aus dem K. M. A. 1908, S. 9). I høj Grad beskyttende virker Kromsyren og dens Kalisalte.

²⁾ under 4–5 kg Soda pr. m³ Vand.

³⁾ Undertiden tilsættes der Kedelvand Stoffer, som skal forhindre Dannelsen af Kedelsten. Disse Stoffer bestaar ofte hovedsagelig af Natriumkarbonat, som, hvis der er Gibs i Vandet, omdannes til Svovlnatrium; efterhaanden som Kedelvand fordampes, bliver Svovlnatriumopløsningen stærkere og foranlediger stærke elektrolytiske Virkninger. Dens skadelige Virkninger viser sig særlig stærkt i visse Lokomotivkedler paa de Staalnitte, der forbindes Kedelpladen med Kobber-Rørvæggen. Disse Nitters Hoved bliver hurtig angrebne af den tilførte Ilt.

⁴⁾ En Oliehinde paa Vandets Overflade beskytter ikke mod Rust, da Olie er stærkere ilt-absorberende end Vand.

fers direkte ædende Virkning, og dels fordi de forstærker de galvaniske Strømme. 4^{cm} Bolværksbolte kan ruste helt over i Løbet af 20–25 Aar, svarende til en Tæring af ca. 1^{mm} om Aaret. Støbejern fortæres ogsaa stærkt; ved Frihavnens Bygning fandt man Kanonkugler fra 1801, der næsten intet vejede, idet de kun bestod af Grafit, og det samme gælder de Kugler, man har opfisket fra Slaget i Køgebugt. Ogsaa Havvandets Angreb voxer med Iltindholdet, saaledes rustet Jærnskibe navnlig i Nærheden af Vandfladen.

395. Cementmørtel virker rustbeskyttende, saa at man uden Fare kan indstøbe Jærn i Beton. Kalkmørtel beskytter kun, saalænge den er frisk; i Tidens Løb vil Jærndeje, der er indmuret med Kalkmørtel, ruste stærkt og sprænge Murværket. Jærnankre og lign., der anbringes i Murværk, bør derfor enten forzinkes eller omgives med Cementmørtel. Gibsmørtel æder mindre stærkt, men det er dog nødvendigt at forzinke Jærn, der kommer i Berøring med den. Jærn faststøbt i Svovl fortæres i Tidernes Løb.

2. Rustmidler.

396. Der er i det foregaaende Afsnit lejlighedsvis omtalt nogle Midler, der under særlige Forhold kan tjene til at formindsker Rustdannelsen, men under almindelige Forhold er der kun eet paalideligt Middel mod Rust, og det bestaar i at give Jærnet et **Overtræk**, der er tilstrækkelig tæt til at udelukke de rustfrembringende Stoffer og tilstrækkelig modstandsdygtigt overfor kemiske og mekaniske Paavirkninger. Det beskyttende Overtræk kan være af højst forskellig Natur efter Jærngenstandens Anvendelse og Størrelse og efter de Krav, der stilles med Hensyn til Varigheden og Udseendet.

a. Midlertidige Overtræk.

397. Indfedtning bruges meget som et foreløbigt Beskyttelsesmiddel (ved Lagring, Forsendelse o. lign.) for Genstande, der ved Brugen skal være ubeskyttede. Eksempelvis beskyttes blanke Maskindele og høvede Parier af Støbegods paa denne Maade, men aldrig Flader, der senere skal males, da Maling ikke binder paa fedtet Jærn. Ved Bestilling af Jærnvarer forlanges saaledes ofte at »alle de høvede og afrettede Flader skal udgaa fra Fabrikken vel indsmurte med Blyhvidt og Talg¹⁾».

Kalkmælk benyttes undertiden til midlertidig Beskyttelse af syrebeitset Jærn (særlig Plader) under Forsendelse, idet man tillige opnaar at neutralisere mulige Syrerester. Men naar Kalken er omdannet til Karbonat, ophører Beskyttelsen.

¹⁾ Denne Masse fremstilles ved at røre 50–100% Blyhvidt ud i den smeltede Talg og spæde op med Linolie. Talg bruges ogsaa alene ligesom **Svinefedt**, **Bomolie**, **Kautsjukolie** (s: Kautsjuk opløst i Terpentintolie), **Vaselin** m. m. Alle de organiske Fedtstoffer og navnlig Talgen bliver nemt harske, og de derved dannede fri Fedtsyrer angriber Jærnet. I den senere Tid bruges derfor mere Vaselin og andre mineraliske Fedtstoffer opløst i Terpentin eller letflydende Petroleumsdestillater. Samtidig er der dog fremkommet nogle organiske Indfedtningsmidler, **Mannocitin** (opløst Uldfedt) og **Ferroat** (samme Stof med Tilsætning af brændt Magnesia, der binder de fri Fedtsyrer), der ikke bliver harske, og binder bedre til Jærnet end Vaselin. Intet af de nævnte Stoffer giver dog mere end en foreløbig Beskyttelse. De bliver nemt skræbete af, regner af i det fri og smelter i Solen. Mest modstandsdygtige er de, der indeholder et fast Stof som Blyhvidt eller Magnesia.

b. Varige Overtræk.

c. Portlandcement.

398. Portlandcement er et udmærket Rustmiddel, særlig i Vand og paa fugtige Steder, men ikke hvor det er udsat for Overlast eller stærke Rystelser. Cementen, der skal være langsomt størknende, udrøres med Vand eller bedre med skummet Mælk til en Vælling, der stryges paa med Kost, og i Modsætning til andre Rustmidler maa Jærnet helst være rustent, hvorved Adhæsionen forøges. Et tyndt Lag beskytter ikke, der maa derfor anvendes 4—5 Strygninger, og hvert Lag maa være størknet, inden det næste paaføres. Et saadant Cementovertræk er anvendt ved Niagarabroen og har vist sig meget holdbart¹⁾.

Ved Husbygning stryges Jærnbjælkernes Ender ofte med Cement, inden de indmures, hvilket næppe er nogen Nytte til, da Bjælkerne altid er mønjemalede; vil man bruge Cement, maa man enten brænde Malingen af eller forlange Bjælkerne leverede med umalede Ender. Dampkedler stryges undertiden baade ud- og indvendig med Cement, ligesom Rustgruber i Pladerne kan fyldes dermed, hvorved Tæringen standser.

Ogsaa Cement blandet med Sand, Grus og Sten (Cementmørtel, Beton) beskytter mod Rust, naar Cementindholdet ikke er for ringe. Herpaa beror Jærnbetonkonstruktionernes Varighed og Betons Anvendelse til Udfyldning af Vand-sække og andre Hulheder i Jærnkonstruktioner. Bunden i Staalskibe afrettes indenbords med Beton af smaa Skærver.

β. Tjære.

399. Tjæring er et billigt Rustmiddel, og hvis Tjæren er ren, virker den udmærket²⁾. Det er navnlig Stenkulstjære, der benyttes, f. Ex. til Skihsbunde, Sluseporte, Fortøjningstønder m. m. baade i fersk og salt Vand. Saavidt muligt maa baade Tjæren og Jærnet være varmt ved Strygningen.

Stenkulstjære anvendes ogsaa til støbte Rør, der, efter at være pudsede og rensede, nedlægges nogen Tid i den hede, indkogte Tjære; Muffens Indre og Spidsendens Ydre stryges i Forvejen med Kalkmælk, for at de kan holde sig fri for Tjæren. Større Rør dyppes ikke, men opvarmes til 100—150° og overstryges 3 Gange med den varme Tjære. I Reglen blander man Tjæren med noget brændt og pulveriseret Kalk, der neutraliserer Tjærens Syrer og gør Overtrækket blankt³⁾. Saaledes behandlede faar Rørene et blankt, tæt Overtræk, der holder sig godt i Jorden, ikke skaller af ved Stød og ikke bliver blødt i Solvarme, saaledes som ren Tjære. Rørene benævnes altid **asfalterede** (§ 128).

Der kan ikke oliemales ovenpaa Tjære og heller ikke ovenpaa ægte Asfalt, da Stofferne er opløselige i Olie og trænger ud i Dæklaget.

400. **Siderosthen-Lubrose** er et tysk Fabrikat af Oliegastjære uden Farvepulver. Den er let at stryge, men Arbejdet maa udføres omhyggeligt, da der ellers kommer smaa Blærer. Den giver et smukt, sort, blankt Overtræk, der navnlig udmærker sig ved dets Bøjelighed og dets Modstandevne mod Svovlsyringluft og Klorbrinteluft. Den bruges dog mere til Beton end til Jærn. I Havvand staar den sig godt.

Antiferugin er en tjærelignende Farve med samme Egenskaber som den foregaaende, og som desuden staar sig godt mod Kogsaltopløsninger.

¹⁾ Kommer man Cementpulver i en Flaske med Vand og ryster den, til Cementpulveret er bundet af, vil Jærn, som anbringes i Vandet, ikke ruste.

²⁾ Træjtæren maa være rensset for Eddikesyre, Stenkulstjæren for Ammoniakalte, og de maa begge være vandfri.

³⁾ En Blanding af 8 kg Tjære, 2 kg Kalk og 1 kg Terpentintolie anbefales.

Black-Varnish (3: sort Fernis) er en Tjærefarve, der dækker godt og er nem at stryge, men let giver Blærer under Strygningen. Den staar sig godt mod Gasværksluft.

401. Her skal ogsaa nævnes nogle andre sorte Farver af ubekendt Sammensætning: **P & B Komposition** for elektriske Anlæg er et hæsigt lugtende, amerikansk Fabrikat, der dækker godt, men er meget vanskelig at stryge og giver en grim, ujævn Overflade. Den er overordentlig modstandsdygtig mod Kogsaltopløsninger og Svovbrinteluft, ligesom den staar sig godt mod Akkumulatorsyre.

P & B Armaturfarnis dækker godt og er let at stryge.

P & B Ruberinfarve dækker godt, men er ret vanskelig at stryge og giver en noget ujævn Overflade. Den er betydelig mere højlig og slidfast end de to andre.

γ. Fernis.

402. Fernisering udføres med Linolieferniss. Linolie vindes af Hørfvør og ilter sig i Luften til et fast Stof. Den raa Linolie ilter sig langsomt¹⁾, men Iltningen kan fremskyndes ved at opløse noget Blyilte eller Manganiit i Olien. Man koger derfor Olien med de paaældende Metalliter, og den saaledes tilberedte Olie kaldes Fernis²⁾. Fernissen optager Ilt fra Luften, hvorved den bliver fast, »tørre«, og Vægten stiger med ca. 20%³⁾.

Jo større Indholdet af Metalliter er, des hurtigere sker Tørringen; god Fernis, udstrøget i et tyndt Lag, skal være klæbefri efter højst 24 Timers Forløb, og man kan godt faa Fernisser, der tørrer i Løbet af 5—6 Timer. En altfør hurtigtørrende Fernis er ubekvem at arbejde med, da den stivner allerede under Strygningen. Tørringen kan fremskyndes ved umiddelbart inden Strygningen at tilsætte særlige Tørringsmidler, **Sikkativer**, men Fernishindens Holdbarhed lider derunder⁴⁾.

Iltningen ledsages af en mer eller mindre stærk Varmendvikling. Ved et Forsøg paa Statsprøveanstalten blev en Tot Bomuld gennemvædet med en særlig hurtigtørrende Fernis og henlagt paa et Bord i Laboratoriet; efter 3 Kvarters Forløb gav den sig til at ulme og ryge og forkullede fuldstændig. Det er derfor næppe udelukket, at f. Ex. Twist mættet med Fernis kan tænde sig selv og forårsage Ildløb.

Den tørrede Fernis' Hovedbestanddel er en iltrig Syre, og gammel Fernis kan derfor fjernes med Opløsninger af Alkalier (f. Ex. Sæbelud).

403. Fernissen danner en gennemsigtig, elastisk, kautsjukagtig Hinde udenom Jærnet og følger dets Temperaturforandringer uden at revne; men Hinden er ikke vandlæt, i Berøring med Vand indsuger den dette og bliver blæret⁵⁾. Denne Egenskab, der kan ophæves ved at blande et fast Stof i Fernissen, som det vil blive omtalt under Oliemaling, forhindrer Fernissens Anvendelse til Genstande i det fri, og i det Hele taget benyttes Fernisering mest som Underlag (Grunding) for senere Maling.

Større Jærnkonstruktioner som Broer, Tagværker o. lign. bliver grundede paa Fabrikken for ikke at ruste under Transporten og Opstillingen. Efter denne males de først rigtig. I saadanne Tilfælde har Fernis den Fordel fremfor an-

¹⁾ God Linolie skal blive haard (ikke klæbende) i Løbet af 3—4 Dage, naar den i et tyndt Lag stryges paa en Glasplade, der henstilles i Lyset ved en Temperatur af ca. 15°.

²⁾ Fernis kan ogsaa tilberedes paa andre Maader, men dette er den almindeligste.

³⁾ Varme og Lys (navnlig ultraviolette Straaler) fremmer Iltoptagelsen; i Mørke foregaar Tørringen temmelig langsomt.

⁴⁾ Sikkativerne, der er Opløsninger af Bly- eller Mangansæber i Terpentintolie, fremkalder en hurtig Tørring af Overfladen, hvorved Gennemtørringen vanskeliggøres; desuden beviker de, at Fernishinden let revner og hurtigere forvitrer. De bør derfor kun i ringe Mængde sættes til Fernis og Oliefarve, der skal bruges i det fri.

⁵⁾ Hinden er nemlig noget porøs, da Fernissen under Iltningsprocessen afgiver Kulstof og Brint i Form af Kulsyre og Vand.

dre Grundingsmidler at være gennemsigtig, saa at Fejl i Materialet eller Forarbejdelsen ikke skjules for Modtageren. Af saadanne Fejl er Støbefejl nogle af de hyppigst forekommende, og Støbegods forlanges derfor ofte grundet med Fernis («Alle ikke afrettede Flader paa Støbejerns Genstande skal renses omhyggeligt og stryges 1 Gang med ren Linoliefernis»).

δ. Oliemaling.

Farvernes Sammensætning.

404. Til Oliemaling bruges Linoliefernis, hvori et Farvepulver (Pigment) er udrørt ¹⁾. De saaledes fremstillede Malerfarver skal være hurtigt tørrende og tyndflydende; er de for tykke, bliver Fladens Ujævnheder ikke udfyldte, og den indesluttede Luft vil ved en Temperaturstigning give Blærer; da en tyk Farve er vanskelig at arbejde med, kan man rolig overlade Malersvendene at bestemme Pigmentindholdet. Blærer i Malingen kan ogsaa skyldes Fugtighed i Pigmentet. Fernissen skal være ren Linoliefernis uden Tilsætning af Sikkativer eller Terpentinolie ²⁾, der vel fremmer Tørringen, men ogsaa medfører, at Malingen snart bliver skør og revner, saa den tilsidst kan gnides af. Er der Mineralolie i Fernissen, tørrer den ikke. Da Farvepulveret fuldstændig omgives af Fernissen, er det først og fremmest denne og i mindre Grad Pulveret, der bestemmer Malingens Varighed.

Malingen maa for at blive holdbar og dækkende paaføres i flere tynde Lag, og i Reglen anvendes to forskellige Farver, en Grundfarve og en Dækfarve.

405. Til Grundingen maa naturligvis bruges en Farve, der ikke skader Jærnet. Ren Fernis har som ovenfor nævnt den Fordel at være gennemsigtig og anbefales derfor af mange, men andre holder paa, at der absolut skal et Farvepulver i, og det Farvepulver, der hyppigst bruges her i Landet, er den røde, giftige **Blymønje** (Pb_3O_4). Den forbinder sig kemisk med Fernissen til en haard og modstandsdygtig Skal, der hæfter meget fast til Jærnet ³⁾.

I Stedet for Blymønje bruges undertiden den saakaldte **Jærnmønje**, der ikke er andet end Jærntveite (Fe_2O_3), og som let kendes paa den mørkere, brunlige Farve. Den er billigere og ikke giftig, og i visse Lande, f. Ex. Belgien, benyttes den overalt, men den kan indeholde fri Svovlsyre, der fremmer Rustangrebet, og i Danmark er man derfor som Regel hange for at bruge den. Tyske Jærnhjælker er ofte malede med Jærnmønje eller med en Blanding af lige Dele Jærn- og Blymønje ⁴⁾.

¹⁾ Pigmentet købes gerne som et groft Pulver og sammenrives med Fernissen mellem to Sten. Jo mere det rives og sønderdeles, des mindre Fernis kræver det, des bedre dækker Farven, des hurtigere tørrer den, des glansfuldere bliver den, og des bedre beskytter den.

²⁾ Terpentinolie er flygtig (§ 577) og fremmer derfor Tørringen, saaledes at Malingen kan pastryges i tykkere Lag; dette er for det første uheldigt, og for det andet vil den tørrede Maling være for mager σ : for pigmentrig i Forhold til Fernismængden, saaledes at den, i alt Fald i fri Luft, ikke er holdbar, med mindre den lakeres.

³⁾ Blymønje købes som et fint Pulver, der direkte (uden Rivning) kan udrøres i Fernissen; ved Henstand i udrørt Tilstand bliver Farven hurtig tyk. Naar der kun tilsættes en ringe Mængde Fernis, faas **Mønjekit**, der, udsat for Luften, i Løbet af kort Tid tørrer til en stenhaard Masse.

Blymønje egner sig ikke til Dækfarve, da den forholdsvis hurtig forvirrer under Vejrligets Indflydelse; navnlig bør den ikke bruges til Dækfarve paa Broer over Jærnbaner, da Lokomotivrogens Svovlbrinte omdanner den til Svovlbly under Rumudvidelse; ogsaa ammoniakholdig Luft (som den forekommer i Stalde og paa Gasværker) angriber stærkt.

Malersvende, der til Stadighed arbejder med Blymønje eller Blyhvidt, kan efterhaanden blive forgiftede, idet Blysaltene ophober sig i Organismen.

⁴⁾ Jærnmønje fremstilles ved Brænding af Rødjærnsten eller andre Jærnmalm og kommer navnlig fra Belgien. Man bør sikre sig mod Svovlsyre ved at koge Pigmentet i Vand og til Af-

Det vilde muligvis være praktisk at grunde første Gang med Blymønje og anden Gang med Jærnmønje, da Farveforskellen vil røbe en ufuldstændig Strygning.

Under Vand bør Jærnmønje aldrig bruges ¹⁾.

406. **Dækfarven** maa være modstandsdygtig overfor Omgivelsernes kemiske og mekaniske Indvirkning, af stor Dækkraft, at der ikke bruges for meget af den, og af et tiltalende Udseende. Farven bør ikke ligne Rusts, da senere fremkommende Rustpletter i saa Fald vanskeligt opdages ²⁾. Skal Overfladen have Glans, maa man enten bruge en Emaillefarve eller lakere den almindelige Maling (§ 421).

Dækfarvens Hovedbestanddel er gerne Blyhvidt (udendørs) eller Zinkhvidt (indendørs), som bægge er stærkt dækkende ³⁾, og som farves ved Tilsætning af eet eller flere Farvepulvere ⁴⁾.

Blyhvidt (basisk kulstort Blylte) bliver sort i stærkt svovlbrinteholdig Luft og gulner i alm. Stueluft (idet der dannes sig Svovlbly), hvorfor det ikke finder Anvendelse indendørs. Dog bør det foretrækkes for Zinkhvidt i Banegaardshaller og lignende Rum, hvis Maling er udsat for Kulrøg, da det bedre taaler **Røgens Svovlsyrling**. I fri Luft staar det sig godt ⁵⁾.

Zinkhvidt (ZnO) bruges til alt indendørs Arbejde (med mindre der er Svovlsyrling i Luften), da det ikke gulner ⁶⁾. I fri Luft er det i højere Grad end Bly-

koget sætte Klorbaryum, hvorved der ikke maa fremkomme et hvidt Bundfald (af $BaSO_4$). Pigmentet indeholder undertiden Ler, der tiltrækker Fugtighed, saa Malingen forbliver blød (Lerindholdet maa aldrig overstige 20%). I Tyskland forlanges gerne et Jærntveiteindhold af mindst 80% i Belgien og Holland 60%. God Jærnmønje har stor Dækkeevne og Varighed, men tørrer langsomt og bliver ikke slet saa haard som Blymønje, da den kræver langt mere Fernis. Det synes at have Betydning for dens Varighed, at Dækfarven har samme Varmudvidelseskoefficient. Indenbords i Skibe bruges den (ogsaa i Danmark) hyppigere end Blymønje og ofte baade som Grund- og Dækfarve (i alt 3 tynde Lag). I Holland har man gjort daarlige Erfaringer med den som Dækfarve overhovedet.

¹⁾ Foruden Bly- og Jærnmønje kan ogsaa **Graft** og det billigere **Kørnæg**, der bægge er kemisk uvrirkomme overfor Fernissen og Jærnet, bruges som Pigmenter, mens Blyhvidt og Zinkhvidt formentlig ikke bør anvendes. Undertiden tilsættes ubrændt Gibs, men det bør ikke ske, da den kan indeholde Svovl.

²⁾ Denne Fejl har Jærnmønje, der, som nævnt i forfærrige Fodnote, undertiden bruges som Dækfarve.

³⁾ Forholdet mellem de to Stoffers Evne til at dække er følgende. 5 kg Zinkhvidt (å 15 Øre) dækker omtrent det samme Areal som 7 kg Blyhvidt (å 11 Øre); Pigmentprisen pr. m² bliver altsaa omtrent ens. Men Zinkhvidt kræver en væsentlig større Fernistilsætning end Blyhvidt, saa at der maa stryges henholdsvis 4 og 3 Gange for at faa de nævnte 5 og 7 kg paaførte paa normal Maade. Som Regel nøjes man dog med 3 Strygninger i bægge Tilfælde, men gør Zinkhvidtlagene tykkere, og Prisen bliver da ens for de to Slags Maling.

⁴⁾ Blandt Farvetilsætningerne skal nævnes: **Sorte**: Kørnæg, Druesort (Frankfurtersort, forkullede Drueskaller); **røde**: Engelskrødt, Bjergkrødt, Italienskrødt (disse 3 er mer eller mindre rene Former af Fe_2O_3), Cinnober (HgS), Florentinerlak (Karmsyre bundet til Lerjord); **gule**: Okker, Kromgul ($PbCrO_3$); **brune**: Dodenkop (Fe_2O_3); **grønne**: Kromiltgrønt (Cr_2O_3 , egnet til Varmeledninger), Koboltgrønt (CoO , $nZnO$); **blaa**: Ultramarinblaat ($Na_2Al_2Si_2O_7 \cdot S_2O_4$), Pariserblaat ($Fe_3(CN)_6 \cdot 18H_2O$).

Undertiden tilsættes Fyldstoffer som **Kridt** og **Tungspat**, der i visse Tilfælde gør Nytte, Tungspat gør f. Ex. Farven mere syrefast, men de burde ikke forekomme i Handelspulverne, da man ikke kan kontrollere, om Prisen er forringet i Forhold til Tilsætningens Størrelse, og saaledes let bedrages. Fyldstofferne forringer Dækkraften, saa man bruger mere Farve, og et tykt Farvelag revner lettere end et tyndt og skaller lettere af.

⁵⁾ Blyhvidt købes næsten altid udrevet. Malingen tørrer hurtigere end al anden Oliemaling, fordi Fernisindholdet er ringere, og fordi der dannes sig Blysebe, som forøger Fernissens Tørreevne. Paaført i tykke Lag er Blyhvidt meget tilbøjeligt til at rynke under Tørringen, idet Overfladelaget tørrer hurtigt og under Rumfangsforøgelse, mens de indre Lag først tørrer efter længere Tids Forløb. Paa Grund af det ringe Fernisindhold optager Malingen let Vand og Kulsyre fra Luften, og til udendørs Brug maa der derfor iblandes noget (højest 20%) slæmmet og fuldkommen tørret Kridt, hvis gavnlige Virkning formentlig herer paa, at Fernisbruget stiger. Paa Gasværker bør Blyhvidt ikke bruges, da det angribes af Ammoniakken. Da Blyhvidt er giftigt (se under Blymønje), bør det ikke uden særlige Grunde foretrækkes for Zinkhvidt.

⁶⁾ Forudsat det ikke er udrørt i en blyholdig Fernis. Svovlzink er nemlig hvidt.

hvidt tilbøjeligt til at hulne ud og skalle af, idet det optager Vand og Kulsyre¹⁾.

Litoponehvidt (Griffiths Hvidt) er en Blanding af Svovlzink og Baryumsulfat. Det er billigt, godt dækkende, ikke giftigt og gulner ikke, men det revner i det fri. Mod svovlsyreholdigt Røg staaer det sig bedre end Zinkhvidt.

407. Ved udenbords Maling af Skibs-bunde er der et dobbelt Hensyn at tage, idet Malingen ikke blot skal beskytte Jærnet mod Rust, men ogsaa mod Begroening. Som Grundfarve benyttes (bortset fra Tjerefernis, der regnes for noget af det bedste), Blymønje, Blyhvidt og Zinkhvidt, mens Dækfarven kan være af forskellig Beskaffenhed. Enten indeholder den giftige Stoffe som Salte af Kobber, Arsenik og Kvægsølv, eller ogsaa har den en saadan Sammensætning, at den let skaller af; hyppigst bruges en giftig Maling. Det er nødvendigt at forny Malingen mindst een Gang aarlig, og for at Skibet ikke skal behøve at ligge for længe paa Bedding, maa Skibsmaling i endnu højere Grad end anden Maling være hurtigtørrende.

408. Emaillefarver er Malerfarver, der ved Tørringen faar en glansfuld Overflade, saa at Lakering er overflødig. De bestaar af en Harpix (hyppigst Kopal eller Rav) opløst i Linolie. Terpentinolie, Alkohol o. s. v. og blandet med et giftfrit Farvestof. Som Følge af deres tætte, glatte Overflade bruges de meget til Maling af Vægge, der skal holdes rene, og derfor ofte maa vaskes (f. Ex. paa Hospitaler). Mest benyttede er de spirituose Farver paa Grund af deres øjeblikkelige Tørring, Lugtfrihed og kemiske Modstandsdygtighed.

409. Mens man hyppigst gør Forskel paa Grund- og Dækfarve og bruger Blymønje til Grundingen, gaar der ogsaa en Mængde Farver i Handelen, som med større eller mindre Ret angives at kunne bruges baade til Grund- og Dæk-lag og at være billigere eller bedre end de almindelige.

Saaledes har **Dixons Silica-Grafit-Farve** fundet en Del Anvendelse herhjemme f. Ex. paa Gasværker (af Hensyn til dens store Modstandsevne mod Røggas) og til de københavnske Sporvejes Opstandere. Farven, der enten er sort eller graa (den første bruges til Grundingen, den sidste til Dæklaget), sælges strygefærdig og bestaar af Grafit og noget Kiselsyre m. m. udrørt i ren, kogt Linolie. Farven er dyrere end Mønje, men alligevel fordelagtigere at anvende, da den er lettere at stryge.

Overhovedet er **Grafit** vel egnet til Dækfarve, da den er meget modstandsdygtig overfor de allerfleste Paavirkninger²⁾. I Luften staaer den sig bedre end Blyhvidt.

410. Af andre mer eller mindre patenterede Farver, der anvendes baade til Grunding og Dæk-lag skal nævnes **Dr. Grafs Skælpanserfarve**, der bruges meget. Den bestaar af smaa, flade, kemisk uforanderlige Jærnglimmerskæl³⁾, der forhandles udrørte i Linoliefernis til en tyk Grød, som ved Brugen spædes op med mere Fernis. Farven er meget bøjelig og slidfast, staaer sig godt i Luften og i Vanddamp, men i Vand og som Tagmaling daer den ikke. Den faas jærngra, sølvgra m. m.

Stellings danske Jærnskælfarve er en Efterligning af Grafs.

Matthies's Skælbrotfarve faas som et Pulver, der udrøres i Linoliefernis. Den er ikke helt let at stryge, og Dækkraften er ikke særlig stor. Farven synes særlig modstandsdygtig overfor Vanddampe ogsaa i Forbindelse med Luft og Kulsyre.

Bessemerfarve er sortegraa og sælges strygefærdig. Den er meget let at stryge, giver ikke Blevet og danner en godt dækkende, meget bøjelig og slidfast Hinde, der staaer sig godt i Vanddamp, men ikke som Tagmaling.

Zoncafarve er en graa eller sort, meget tyndtflydende, let stryglig og godt dækkende Farve. Den er meget slidfast og staaer sig godt i Luften og i Vanddampe (ogsaa luft- og kulsyreholdige).

Juulmanns brune, graa og grønne Farver sælges strygefærdige, og Bindemidlet er hovedsagelig Linoliefernis. De dækker godt og stryges let. Den brune Farve er meget slidfast og modstandsdygtig overfor spændte Vanddampe, og en Opvarmning formindsker dens Bøjelighed i ringere Grad end andre Farvers. Den grønne Farve udmærker sig ved sin overordentlige Modstandsdygtighed mod kogende Vand.

¹⁾ Zinkhvidt købes altid udrevet, og undertiden er Handelsvaren stærkt vandholdig, hvilket i Henhold til ovenstaaende er uheldigt; man bør sikre sig, at Vandindholdet ikke overstiger 2% ved at tørre en afvejet Mængde ved ca. 120°, indtil der ikke mere ændrer Vægttab Sted. Zinkhvidt har en mere blaallig Tone end Blyhvidt. Fernisindholdet er stort, og Farven tørrer derfor meget langsomt; paaføres den i tykke Lag, faar den let Ridser efter Tørringen. Muligvis er Zinkhvidts Modstandsdygtighed i fri Luft ikke saa ringe, som det almindeligvis antages; Forsøg i Holland har vist, at det holder sig godt baade paa Jærn, Zink og Cementpuds, og kun staaer tilbage for Blyhvidt paa Steder, hvor der stadig fortættes sig Vanddraaber. Indenbords i Skibe synes Zinkhvidt mindst lige saa varigt som Blyhvidt.

²⁾ Grafiten maa være yderst fint pulveriseret og mindst indeholde 55° C.

³⁾ der, i Modsetning til Jærnmønjes, er graa.

Malingens Udførelse.

411. For at Malingen skal beskytte Jærnet maa dette være frit for Rust, løs Glødskaal, Snavs og Smøreolie. Er der Rust under Malingen, fortsætter Rustdannelsen sig og sprænger Malingen af. Jærnet maa derfor først renses enten mekanisk eller kemisk, og denne Rensning maa ske, inden de enkelte Jærnde-le samles. Paa nyvalset Jærn sidder Glødskaallen gerne fast, men efter nogen Tids Henliggen springer den ofte af som Følge af Temperaturvariationer. Undertiden, særlig ved Skibsplader, venter man derfor med Malingen, til dette er sket¹⁾. Imidlertid kan man rolig lade den Glødskaal sidde, som ikke lader sig slaa af med en Hammer eller fjerne ved Skrabning og Børstning.

Til **mekanisk Rensning** bruges File, Skrabere, Staaltraads-Kradsbørster, Pimpsten, Smergellærred o.s.v. eller Sandblæst, der virker udmærket, men er dyr. Rensningen maa helst ske uden Brug af Petroleum eller Olie, thi hvis disse Stoffer ikke fjernes helt, forhindrer de Malingens Adhæsion.

Ved den **kemiske Rensning** børster man først med Staaltraads-Kradsbørster, bejdser saa med fortyndet Saltsyre, neutraliserer med Kalkmælk og skyller med varmt Vand, hvorved Jærnet bliver varmt, saa at det hurtig tørrer og er varmt til Malingen. En grundig Rensning lader sig lettere udføre ad kemisk end ad mekanisk Vej, men den kemiske Rensning kræver meget paalidelige Folk, thi bliver der en Syrestof tilbage, vil denne angribe Jærnet stærkt.

Der bør lægges megen Vægt paa en omhyggelig Rensning; den er af større Betydning end Valget af Farve.

412. Efter Rensningen maa Jærnet grundes saa hurtigt som muligt, da det i mindre end en Time kan angribes af Rust, selv om det ikke kan ses med det blotte Øje. Jærnet maa være ganske **tørt**, thi kommer der Vand til Malingen, inden denne er tørret, sker der en Emulsion af Olien, og Farven bliver da ikke rigtig haard. Endvidere maa Jærnet helst være **varmt** (eventuelt kan det varmes over en Koksild), thi i saa Fald hæfter Farven bedre, og man er sikker paa, at der ikke fortættes sig Vand paa Malingen. Jærnets Varmeudstraalingssevne er ganske vist ikke stor, men den forøges ved Malingen, saaledes at det i klare Nætter kan afkøle sig under Lufttemperaturen og blive bedugget. Malingen maa derfor udføres midt paa Dagen, mens Jærnet er varmere end Luften; begynder man for tidlig, risikerer man at fremkalde et Nedslag paa Grund af Malingen, eller at der sidder Dug paa den gamle Maling, og slutter man for sent, faar Farven ikke Tid til at tørre inden Aftenens mulige Dugdannelsen. Af samme Grund maa Farven altid være hurtigtørrende. Bedst er det naturligvis at male i lukket Rum, hvor man er sikret mod baade Regn og Dug. Hvadenten Strygningen udføres under Tag eller under aaben Himmel, maa man tilstræbe, at der ikke falder **Støv** i Malingen, navnlig ikke i Dæklaget.

413. Naar Malingen foretages meget omhyggeligt, bliver det varme Jærn efter Rensningen strøget med varm Linolie eller en letflydende Linoliefernis for at fylde de fine Revner og Fuger, som man ikke kan faa den tykkere Farve ind i, og derpaa atter aftørret, hvorefter Grundingen finder Sted²⁾.

Til Grundingen bruges som tidligere nævnt hyppigst Blymønje udrørt i en letflydende og hurtigtørrende Linoliefernis. Da Malingen skal presses ind i

¹⁾ Skibe sættes undertiden umalede i Vandet og males ved første Dokning.

²⁾ En saadan Behandling med syrefri Linolie, 50—60° varm, der faar Lov at sidde 8—24 Timer, inden den gnides af, har vist sig at forøge Malingens Varighed.

alle Jærnets Smaafordybninger, maa Farvetilsætningen ikke være for stor. Grundingen af en Bro- eller Tagkonstruktion sker i Værkstedet, inden de enkelte Dele er samlede; først stryges alle de Flader, der ikke er tilgængelige efter Samlingen, og naar Farven er tørret, stryges de atter, denne Gang sammen med alle de øvrige Flader. Efter at derpaa de nødvendige Nitninger er foretagne, og Nittehovederne rensede for Rust og grundede, og alle Fuger fyldte med Mønjekit¹⁾, er Konstruktionen tærdig fra Værkstedet og kan forsendes efter et Par Dages Tørring. Efter Opstillingen males alle de tilgængelige Dele endnu en Gang med Blymønje og derpaa to eller tre Gange med en Dækfarve²⁾.

Navnlig den første Grunding maa foretages med stor Omhu, da Jærnets Bevarelse hovedsagelig berooer paa dennes gode Udførelse. Som tidligere nævnt udføres den undertiden af Hensyn til Kontrollen med en varm, letflydende og hurtigtørrende Linoliefernis (der da tillige erstatter Indgnidningen med Linolie), men Jærnet bør formentlig ikke udsættes for Vejrliget, før det er dækket med Pigment. Hvert Farvelag skal være fuldkommen tørt, inden det næste paaføres, da der ellers kommer Blærer; helst maa der hengaa 8 Dage mellem hver Strygning. En tyk Farvehinde beskytter bedre end en tynd, men den maa stryges paa i tynde Lag for ikke at revne eller skalle af.

414. En god Maling skal sidde fast, være haard, ikke Spor af klæbrig, uden Ridser, Blærer eller rynkede Partier; Jærnet skal være fuldstændig dækket af Grundfarven, og denne maa ikke skinne igennem Dækfarven.

415. Hvis Malingsens Tørring fremskyndes ved Hjælp af **Varme**, virker det overordentlig gunstigt paa den. Man er begyndt at bruge denne Fremgangsmaade til **Jærnbanevogne**, der efter hver enkelt Strygning køres ind i et til 45—50° ophevet Skur, hvor de forbliver 5—8 Timer. Farverne kommer derved til at sidde bedre fast, bliver haardere og mere modstandsdygtige mod Vejret.

Malingens Varighed.

416. Enhver Oliemaling ødelægges i Tidens Løb og maa fornyes mer eller mindre ofte, ellers ruster Jærnet. Ødelæggelsen skyldes baade fysiske og kemiske Angreb.

Jærnets **Temperaturudvidelser** kan fremkalde Ridser i Farvelaget, gennem hvilke Vand og Luft trænger ind, Farven kan **slides** af ved Brugen, ved Færdsel eller Sandflugt, men større Betydning har dog rimeligvis den **kemiske Ødelæggelse**.

Saaledes angribes Oliemaling stærkt af rent Vand, hvorfor det er af megen Betydning i Friluftskonstruktioner at undgaa vandsamlende Hulheder; smaa Hulrum kan fyldes med en Jærnplade, Cementmørtel eller Asfaltkit, store Hulrum kan fyldes med Beton, eller der kan bores Huller i dem, saa Vandet kan løbe bort. Hulrum, der er saa snævre, at deres Maling ikke kan fornyes, bør altid fyldes, selv om de ikke danner Vandsække. Havvand og Kogsaltopløsninger synes ikke at angribe nær saa stærkt som rent Vand. Kogende Vand ødelægger enhver Oliefarve i Løbet af ganske kort Tid. Ogsaa fugtig Luft er skadelig.

Iøvrig maa man skelne mellem Stoffer, der angriber Pigmenterne, og Stoffer, der angriber Fernissen.

¹⁾ 3: Fernis med en stor Tilsætning af Mønje samt undertiden ogsaa af Blyhvidt, Pibeler o. l.

²⁾ Naar Dixons Graftfarve anvendes, plejer man at spare den sidste Grunding efter Opstillingen.

De allerfleste Pigmenter angribes af Syrer og sure Luftarter; Svovlsyring angriber saaledes Zinkhvidt, Svovlbrinte de blyholdige Pigmenter, og Kulsyreanhydrid forener sig med Zinkhvidt og Kalk.

Alkaliske Vædsker og Luftarter angriber ogsaa visse Pigmenter, men gør dog navnlig Skade ved at forsøbe Fernissen. I daarligt ventilerede Rum, hvor der brændes Gas, kan Ammoniakkens Virkning iagttages, og endnu tydeligere, naar man hælder Ammoniakvand paa gammel Maling, idet denne da kan kradses af efter nogle Minutters Forløb. Renser man maledte Flader med Sæbe eller Soda, fjerner man ikke blot Snavset, men ogsaa noget af Malingen. Ogsaa Stenkulsrøgens Askebestanddele, der som fint Støv lægger sig paa Malingen, virker stærkt ødelæggende, idet Regnen udluder de alkaliske Bestanddele. Særlig Malingen paa Broer over Jærnbaner ødelægges meget hurtigt, udsat som den er for Lokomotivrøgens Luftarter og Varme og Kulpartiklernes Slid.

Men ganske bortset fra de nævnte, stærkt virkende Stoffer, vil Malingen ødelægges af Luften i Tidens Løb, idet Fernissen ved den fortsatte Iltning omdannes til et skørt Stof, **Linoxyn**, der sammen med Farvekorrene lader sig gnide af som Støv. Inden det er kommet saa vidt, og inden der viser sig Rustpletter paa Malingen som Følge af dens Ødelæggelse, maa den fornyes.

417. Man har ofte forsøgt at bestemme de forskellige Malerfarvers Modstandsevne overfor forskellige Paavirkninger, men Resultaterne er lidet overensstemmende. *Statsprøveanstalten* har foretaget en lang Forsøgsrække og berettet derom i *Ingeniøren* 1906, Side 1—41, hvor man ogsaa vil finde en meget fyldig Oversigt over tidligere Forøg og over Rustspørgsmaalet i Almindelighed, en Oversigt, som tidt er benyttet ved Udarbejdelsen af den her givne Fremstilling. *Statsprøveanstaltens* Resultater lader sig ikke gengive kortfattet, men der er i Tabellen paa næste Side søgt tilvejebragt et Overblik ved at tildele hver Farve en Karakter for dens Modstandsdygtighed overfor hver enkelt Paavirkning, idet den eller de Farver, der stod sig bedst, har faaet *ug*, mens de øvrige Karakterer er fastsat i Forhold til denne efter bedste Skøn. Karaktererne har kun relativ Betydning; naar Juulmanns grønne Farve har faaet *ug* for dens Modstandsevne mod kogende Vand, betyder det ikke, at denne Farve er udmærket modstandsdygtig, men blot at den staar sig bedre end de andre. De Karakterer, een og samme Farve har faaet for dens Modstandsevne mod forskellige Paavirkninger, kan slet ikke sammenlignes; Juulmanns grønne Farve var ødelagt efter 42 Timers Kogning, mens der gik 10 Døgn, førend Akkumulatørsyren begynde at angribe den, og dog er Karaktererne henholdsvis *ug* og *tg*. Ikke desto mindre vil Tabellen formentlig kunne hjælpe til hurtigt at udfinde hvilke Farver, der kan være Talc om at anvende i et givet Tilfælde, hvorefter man maa søge nærmere Oplysninger om disse.

e. Lak.

418. Lakker er Opløsninger af Harpixer (f. Ex. Skellak, Kopal, Rav) eller lignende Stoffer (f. Ex. Asfalt, Celluloid). Efter Opløsningsmidlet skelner man mellem Spirituslakker, Terpentinolieakker og fede Olieakker (med Linolie el. lign. som Opløsningsmiddel). Ligesom Linoliefernis kan de med eller uden Pigment bruges som Rustmidler. De tørrer hurtigere end Oliefarve, og undertiden beskytter de bedre og bliver blankere. Af saadanne Lakker skal nævnes:

419. **Skellakspiritus**, som er en Opløsning af Skellak i Spiritus. Spiritusens fordampning hurtigt, mens Harpixlaget bliver siddende som et uporøst, men meget skørt Dække¹⁾. Ved Tilsætning af Pigmenter faas Spirituslakfarver. En sort Spirituslakfarve, der bruges til simple Jærnsager, fremstilles saaledes ved Tilsætning af *Konrøg*²⁾.

¹⁾ For at formindske Stærheden tilsættes gerne lidt venetiansk Terpentint eller Ricinusolie, men en for rigelig Tilsætning fremkalder Klæbrighed.

²⁾ Skellak staar sig godt i fersk Vand, men daarligt i salt. Naar Skellak henstilles med Vin-aand og rystes hyppigt, faar man (paa Grund af Skellakkens Voxindhold) en uklar Opløsning, der bruges som **Poltur**.

Andre Spirituslakfarver, f. Ex. **Nauton**, bruges til Skibsbunde og er da hyppigt blandede med venetiansk Terpentint eller amerikansk Olie for at formindske Skørheden. **Nauton** er let at stryge og giver et rødbrunt, temmelig blankt Overtræk, som dækker godt. Den staar sig ikke i Luften, men holder nogenlunde i Havvand og fersk Vand, dog ikke fuldt saa godt som Blymønje, derimod tørrer den hurtigere, hvilket er en Fordel i fugtigt Vej.

Rathjens Patentkomposition er en i Spiritus udrørt Farve, der tørrer hurtig. Den staar sig daarligt i Luften, men derimod ret godt i Havvand (i alt Fald den brune). Nr. 1 staar sig ret godt i fersk Vand, Nr. 3 daarligt.

	Evne til at modstaa de nedenfor nævnte Paavirkninger eller Stoffer																													
	Tørringsevne		Bjgning om Dørne		do. do. eller Ophedning til 150—160°		Svovlbrinteluft		Svovlsyrlingluft		Klorbrinteluft		Røgans af 200°		Gasværksluft		Vanddamp fra kogende Vand		Vanddamp af 2 at		Luft, Kulbyre og Vanddamp ved 6. 80°		Kogende Vand		Akkumulatorsyre (ca. 20% H ₂ SO ₄)		Kogstøpsløsning (3%)		Slid af faldende Sand	
Blymønje	g	tg	g	mdl	slet	mdl	slet	tg	mg	slet	mdl	mdl	slet	g	ug															
Blyhvidt	mg	mdl	mg	mdl	slet	mdl	slet	g	mg	slet	g	g	slet	g	mg															
do. paa Jærnmønje	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g															
Grafs Skælpanserf.	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g															
Juulmanns brune Farve	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g															
do. graa Farve	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg															
do. grønne Farve	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg															
Hvid Emaillef. Acc.	ug	mg	mg	mg	g	tg	slet	g	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg															
do. do. L. J. R.	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg															
do. do. fra Stelling	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg															
Nauton	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg															
Solinol	tg	slet	mdl	slet	slet	tg	slet	g	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg															
Solicum	mdl	ug	g	g	slet	tg	slet	g	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg															
Siderosthen	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg															
P & B Comp. f. elektr. Anl.	mg	mg	slet	slet	g	tg	mdl	mdl	mdl	mdl	mdl	mdl	mdl	mdl	mdl															
do. Armaturfernis	mg	mg	slet	g	tg	tg	g	g	g	g	g	g	g	g	g															
do. Ruberinefarve	mg	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g															
Dixons Slc. Graffit. No. 4		tg	g	g	slet	g	mdl	mdl	mdl	mdl	mdl	mdl	mdl	mdl	mdl															
Bitumastic Solution		g	g	g	slet	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g															
Tysk Jærnmønje	mg				slet	g	g	ug	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg															
Matthies's Skælbrotkalf.					tg	mg	g	mdl	mdl	mdl	mdl	mdl	mdl	mdl	mdl															
Antiferugin	slet				mg	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g															
Bessemerfarve	mg				g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g															
Zoucafarve	mg				g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g															

420. Asfaltlak¹⁾ er en Opløsning af syrisk eller amerikansk Asfalt i Terpentiniolie. Den maa helst blandes med noget god Linoliefernis, hvorved Lakken bliver mindre skør. Terpentiniolieakker er dog altid langt sejgere end Spirituslakker, og ligesom disse er de uporøse, men de tørrer ikke fuldt saa hurtigt. Asfaltlak bruges f. Ex. til Brødbakker, Kulkasser, Ovnskærme og billige Cykelstel. Den har en stærk Glans og er i tynde Lag gennemsigtig brun, i tykkere Lag sort og dækkende.

Meget hyppigt underkastes Genstandene en **Bagning** i en Opvarmning til 45—110° i en Lakerovn. Lakken bliver derved haardere og mere modstandsdygtig og faar en blank, jævn, fuldkommen uporøs Overflade²⁾.

I Stedet for Terpentiniolie bruges ogsaa Tjæreolie (Benzol) og Mineralolie (Benzin) som Opløsningsmiddel for Asfalt.

Megen Asfaltlak indeholder slet ikke Asfalt, men bestaar af Stenkulsbeg opløst i Stenkulstjæreolie eller Benzin, og saadan Asfaltlak bruges til Strykning af større Jærnkonstruktioner, navnlig Skibe³⁾. Den dækker udmærket og hænger godt fast ved Jærnet, men egner sig ikke til Brug i smaa lukkede Rum som Pontoner, da Benzol- eller Benzindampene forhindrer Brugen af kunstig Lys (undtagen elektrisk) og kan fremkalde Besvimelser hos Arbejderne.

¹⁾ ogsaa kaldet Asfaltfernis.

²⁾ Bagningen forøger Modstandsdygtigheden mod fersk Vand, men forringer Modstanden mod Havvand; dog har *Sabin Pipe Coating*, en amerikansk Asfaltlak, der bruges meget til Rør og bages ved 205°, vist sig alle andre undersøgte Lakker, hægte og ubagte, overlegen baade i fersk og salt Vand.

Til Asfaltlakkerne hører ogsaa *Bitumasticpræparaterne*, der bruges til Skibsbunde, Gasbeholdere, Dampkedler o. s. v. *Bitumastic-Solution* er overordentlig modstandsdygtig overfor Akkumulatorsyre. Den er let at stryge og danner et smukt, blankt Overtræk. *Bitumastic-Emaille* bruges til Skibsbundes Inderside.

³⁾ **Taglak**, der bruges til Strykning af Pap- og Jærnblikke, er Beg opløst i tung Tjæreolie eller Blandinger af Kolofonium (Fyrreharpix), Tjæreolie, Harpixolie og et Farvestof, som Regel Engelskrødt, dog kan Farven ogsaa være sort eller hvid. Disse Lakker tørrer hurtigt, men bruger lang Tid om at blive rigtig haarde.

Tagpix er en Blanding af Tjære, Magnesiumsilikat, Metaliter og fede Olier og bruges i tyktfyldende Tilstand til Fremstilling af Holzcementtage, Strykning af Paptage m. m.

De Stoffer af denne Art, der bruges i Skibsbygningen, benævnes gerne **Tjærefernisser**. De benyttes indenbords paa Steder, der er stærkt udsatte for Rustdannelse f. Ex. Kulkasserne; de paastryges i 2 eller 3 Lag, og der tilsættes ofte noget Portlandcement, hvorved de bliver haardere. Ogsaa Skibsbunde stryges ofte indenbords med Tjærefernis, og ovenpaa denne lægges et Lag Asfalt-Cement (en Blanding af Tjære og Cement) i varm Tilstand. Til Grundning af Staalskibe udenbords anses Tjærefernis ligeledes for noget af det bedste.

Iøvrigt kan der være stor Forskel paa Asfaltlak: de gode Sorter bliver hurtig meget haarde, de daarlige holder sig derimod længe bløde og klæbrige. Olie-maling binder ikke ovenpaa Asfaltlak.

421. Fede Olieakker er Opløsninger af Kopal eller Rav i Linolie, fortyndede med Terpentiniolie; Hærdningen herer paa Terpentiniolens Fordampning og Linoliens Iltning. De benyttes meget ovenpaa Olie-maling, da de giver glansfulde, spejlende og smidige Overtræk, der bedre modstaa Atmosferens Indvirkning¹⁾. Jo mere Kopal eller Rav og jo mindre Terpentiniolie Lakken indeholder, des større bliver Glansen, Haardheden og Holdbarheden. 48 Timer efter Strykningen her en god Lak ikke klæbe.

Kopallakfarver bruges i Forbindelse med Bagning, til Lokomotiver, Jærnbanevogne og andre Vogne samt Cykelstel og bedre Blikvarer.

Til Lakering af Maskindele, der er udsatte for stærk Opvarmning, maa helst bruges **Ravlakker**.

Solfum Kautsjuk-Maling bestaar af Kautsjuk udkogt i Linolie. Den danner et brunligt gennemsigtig Overtræk, der er overordentlig bøjeligt, men iøvrigt lidet modstandsdygtigt. Fabrikatet er dansk og anbefales foruden til Jærn ogsaa til Mur og Træ.

ζ. Metalliske Overtræk.

422. Metalliske Overtræk er varigere end de tidligere nævnte Beskyttelsesmidler, dels fordi de slides mindre, og dels fordi de sidder bedre fast og i Reglen har en Temperaturudvidelse, der nærmer sig til Jærnets, men de er dyre og kan kun anbringes paa saa smaa eller saa bøjelige Genstande, at de kan rummes i det Kar, hvori Processen foregaar. Desuden er de fleste Metaller elektronegative i Forhold til Jærnet, og naar Overtrækket beskadiges, vil Jærnet i særlig Grad angribe det blottede Sted paa Grund af de galvaniske Strømme.

423. Forzinkning benyttes mest. Jærnet beites blankt i fortyndet Saltsyre, opvarmes og dyppes ned i det smeltede Zink, ovenpaa hvilket der er hældt et Lag Loddevand (=: Saltsyre mættet med Zink), der opløser de ved Opvarmningen dannede Jærnilter. Efter Optagelsen rystes det overflødig Zink af, og Resten udkrystalliserer ved Afkølingen i en straalet, blomstret Tegning²⁾.

Zinket forbinder sig godt med Jærnet, idet det i Berøringsfladen legerer sig med det til Haardzink, og selv om Zinklaget beskadiges, vil Jærnet ikke ruste³⁾ paa det blottede Sted, da det er elektronegativt i Forhold til Zinket. Dette Forhold gør sig ogsaa gældende ved Sluseporte og lignende Konstruktioner i Havvand, der fremstilles af forzinkede Jærnplader; skønt Nitterne er ubedækkede, beskyttes de mod Rust af det omgivende Zink.

Forzinkning bruges til Plader, Traad, Bolte, Søm, Spande, Beslag m. m. Det er det billigste Metalovertræk og beskytter godt baade i fersk og salt Vand⁴⁾ samt i Luften, naar der ikke er Svovlsyrling eller Klorbrinte tilstede. I en røgfylt Atmosfære ødelægges Zinket hurtigt.

I Danmark kaldes Forzinkning med Urette for **Galvanisering**. Zinket kan ganske vist paaføres ad galvanisk Vej og i et langt tyndere Lag, end det ellers er muligt, hvilket netop ofte er Grunden til at denne Metode benyttes, hvorfor man maa være varsom med at tillade den.

¹⁾ Lakken revner ofte, naar den underliggende Maling er fed, og der hører derfor til denne sættes noget Terpentiniolie (§ 404). I Stedet for at lakere ovenpaa den alm. Maling kan man ogsaa forheje dens Glans ved at iblande noget Kopallak.

²⁾ Zinklaget bør have en Tykkelse af 0,08—0,1 mm og skal altsaa forøge Genstandens Vægt med 6—7 kg pr. m² af Overfladen.

³⁾ Om Zinkets forholdsvis store Opløselighed i destilleret Vand se *Mitteilungen aus dem kgl. Materialprüfungsamt zu Gross-Lichterfelde West*, 1907, Side 196.

424. Naar **Traad** forzinkes, forringes Styrken noget, fordi det yderste Jærnlag omdannes til Haardzink, en skør Legering, der revner paa et tidligt Tidspunkt og altsaa ikke kommer til at virke med, naar Traaden rives over¹⁾. Forzinket Traad bruges i stor Udstrækning som Telegraf- og Hegnstraad. Man forlanger, at den overalt skal være nøjagtig cirkelrund med glat Overflade uden Ridser eller andre Ujævnheder, og at den skal kunne vikles i tæt til hinanden sluttende Skruevindinger om en Cylinder, hvis Diameter er 10 Gange Traadens, uden at Zinklaget skaller af eller revner. Zinklagets Tykkelse bedømmes ved at dyppe Traaden i en Kobbersulfatopløsning og bestemme, hvor lang Tid der medgaar til Zinkets Opløsning²⁾.

425. **Fortinning** bruges navnlig til tyndt Jærnblik (Hvidblik), Jærn- og Kobbertraad og udføres paa samme Maade som Forzinkning. Overtrækket er smukt blankt og taaler bedre Bøjning, men det er dyrere og beskytter ikke saa godt, da Jærnet her er elektropositivt. Fortinnet Jærntraad bruges f. Ex. til Flaske-traad³⁾.

Forblyning udføres ogsaa ved Neddypning og beskytter navnlig mod Svovlsyre- og Saltsyredampe, men er dyrere end Forzinkning og benyttes ikke meget. Til Tage paa Gasværker og kemiske Fabrikker eller paa Bygninger i Nærheden af saadanne Anlæg, der frembringer mange Syredampe, bruges dog undertiden Jærnblik, der først er forzinket og derpaa forblyet.

Fornikling udføres gerne ad galvanisk Vej og beskytter udmærket, men er dyr. Den bruges til Cykler, Vaaben, chirurgiske Instrumenter m. m. (§ 485).

Forkobbling udføres paa samme Maade, men beskytter kun daarligt. Det bruges f. Ex. til Møbelffjere.

426. Ved **Brunering** forstaar man en kunstig Omdannelse af Jærnets Overflade til Jærnmellemite (Fe_3O_4), altsaa Dannelse af en kunstig Gludskal. Processen sker i en Flammeovn med Generatorfyring ved en Temperatur af 600—650°, og efter dens mindre eller større Varighed bliver Lagets Tykkelse 0,1—0,5 mm. Overtrækket er ikke meget bøjeligt, men har f. Ex. paa Tag-Bølgeblik vist at holde sig godt.

En anden Slags Brunering, der bruges til Geværlob, frembringes ved at sætte og indgnide Jærnet med forskellige Stoffer (f. Ex. Antimonklorid), men skal iøvrigt ikke omtales nærmere.

η. Emaille.

427. Ved Emaillering forstaar man Genstandenes Bedækning med en let-smeltelig Glasmasse; denne skal hæfte godt til Jærnet og have samme Udvidelseskoefficient for ikke at springe af, og maa tillige se godt ud. Disse Egenskaber kan ikke opnaas paa een Gang, og man paafører derfor to Emaillag af forskellig Sammensætning, yderst et Dæklag og inderst et Grundlag, hvis Udvidelseskoefficient ligger mellem Jærnets og Dækmassens. Grundmassen sammensmeltes af Feldspat, Kvarts, Soda m. m., pulveriseres, udrøres i Vand og smøres paa Genstanden, der derpaa opvarmes saa stærkt, at Massen brænder fast uden dog at smelte. Dækmassen fremstilles og paaføres paa lignende Maade, men indeholder tillige Metalilte, der giver Emailen den ønskede

¹⁾ For de tykkere Sorter er Styrkeformindskelsen 2—3%, for de tyndere op til 10%.

²⁾ Statstelegrafen bruger en 4,5 mm Jærntraad, en 3,0 mm Staaltraad og en 1,5 mm udglødet Jærntraad, alle forzinkede, til hvilke der stilles de ovennævnte Fordringer, samt at Diameteren højest maa være 0,1 mm mindre eller større end forlangt. De to første skal kunne dypes 7 Gange, den sidste 6 Gange, hver Gang 1 Minut i en Opløsning af 1 Del Kobbersulfat i 5 Dele Vand ved 15° C, uden at Traaden faar et sammenhængende Overtræk af Kobber, idet Traaden forsigtigt afskylles efter hver Neddypning. Til Statshærens Telegraf- og Hegnstraad stilles de samme Fordringer med Undtagelse af, at Traadene kun skal kunne taale 6 skrueformede Snoninger omkring en 16 cm lang Cylinder, hvis Tværmaal er 10 Gange Traadens.

³⁾ Statstelegrafen bruger en 1,5 mm tyk, udglødet Kobbertraad og forlanger, at den skal være forsynet med et jævnt Lag af Tin.

Farve og nedsætter Smeltepunktet, saa at Massen bliver flydende ved Brændingen.

Emailen maa ikke faa Ridser, naar Genstanden skiftevis dypes i kogende og koldt Vand. God Emaillering beskytter udmærket, og overfor ammoniakholdige Dampe er den det eneste paalidelige Rustmiddel, men den kan naturligvis ikke bruges til større Genstande. Den anvendes til Gadeskilte, Køkkentøj og indvendig paa støbte Kloak- og Vandrør, naar disse skal føre syreholdigt Vand (f. Ex. Faldrør til Vandklosetter).

II. Andre Metaller.

A. Bly.

1. Egenskaber.

428. Næst efter Jærn er Bly det billigste Metal. Prisen i Kroner pr. 100^{kg} stiller sig som følger, naar Metallerne købes i støbte Blokke og i store Partier¹⁾.

Alm. Støberi-Raajern	4,3	(4,0— 4,5)
Bly	22	(19 — 24)
Zink	42	(41 — 51)
Kobber (elektrolytisk)	107	(98 — 215)
Aluminium	125	(116 — 134)
Tin	251	(233 — 349)
Nikkel	322	(286 — 340)
Sølv	7200	
Platin	165000	
Guld	248000	

Til Blyets vigtigste Egenskaber hører dets Blødhed og lave Smeltepunkt, dets Vejrfasthed og store Vægt.

Blyets **Blødhed** (§ 186) er saa stor, at det kan skæres med en Kniv og smitter af paa Papir, ligesom det kan svejses koldt. Det lader sig derfor nemt i kold Tilstand udvalse til Plader og presse til Traad og Rør. Blødheden er undertiden generende; saaledes kan Blybeklædninger vanskeligt anvendes paa alment tilgængelige Steder, da de flaaes af og stjæles; Rotter kan gnave i Blyrør, og Larver, der lever i Træ, kan gennembore Blyplader. Skørhed træffes kun hos daarligt Bly²⁾.

Bly er et udmærket **Støbemateriale**³⁾ og bruges til Faststøbning af Jærn i Sten, til Udstøbning af Stenfuger og til Samling af Støbejernsrør; saadanne Samlinger maa dog efterstemmes, da Blyet trækker sig sammen i Størkningsøjeblikket. Svovl og Gibs, der ogsaa bruges til Faststøbning, udvider sig derimod og kan sprænge svage Sten.

¹⁾ Priserne gælder cif Hamburg eller engelsk Havn og er velvilligst meddelt af Ingeniør H. Pade. *Londoner-Noteringen* findes til Stadighed i *Den tekniske Forenings Tidsskrift*; Priserne i Lstr. pr. engl. ton omregnes til Kr. pr. 100^{kg} ved Multiplikation med 100 · 18,2 : 1016 ≈ 1,7.

²⁾ Muligvis kan Bly dog blive skørt, naar det vedvarende er udsat for Rystelser (se *Elektrotekniker* 1909, Side 21 og 1910, Side 20).

³⁾ Det smelter ved 334°, og i smeltet Tilstand overtrækker det sig hurtigt med en Iltehinde, der først er graa, derpaa bliver gul og endelig rød (Månje). I Rødgloedehede fordampes det. I Rødheden af Smeltepunktet er det skørt og kan let slaas i Stykker, hvis Brudflade viser en krytallinsk, traadet Struktur.

429. En frisk Snitflade er blaalig hvid med stærk Glans, men bliver i fugtig Luft hurtigt matgraa, idet Blyet ilter sig; Iltehinden beskytter imidlertid det underliggende Metal, saa Bly maa siges at være **vejrfast**. Derimod opløses det af almindeligt Vand i ret betydelige Mængder, navnlig naar Vandet indeholder fri Kulsyre, og Vandrør af Bly fortinnes eller svovles derfor ofte indvendig, da Blyets Salte er giftige⁴⁾. Tør Luft og luftfrit Vand angriber ikke Blyet, derimod ødelægges det af frisk Kalkmørtel (Kalkhydrat) og Cementmørtel⁵⁾.

430. Angaaende Blyets **Anvendelse** skal nævnes: Blyplader bruges til Tækning, Beklædning af fugtige Vægge, Isoleringsslag mod Jordfugtighed⁶⁾, Isolering af Kanalbroer⁷⁾, Beskyttelse mod Svovlsyreangreb, Indlæg mellem Kvadersten i Stedet for Mørtel, trykfordelende Mellemlag mellem Jærn og Sten, Jærn og Jærn samt ved Træforbindelser, midlertidige Hængsler i Buebroer⁸⁾; Blytraad bruges til Pakning mellem Jærnrørsflanger⁹⁾; Blyrør til visse Dele af Husledninger for Spildevand og Gas og som Hylster for elektriske Kabler.

Da Bly kan angribes af Cement, bruger man som vandstandsende Lag i Beton (f. Ex. i Broer, Tunneler og Gruber) ofte tyndt Blyfolie indklæbet mellem to Lag Tagpap, saa det ikke kommer i Berøring med Betonen (*Stiebels* Asfalt-Bly-Isolering).

431. **Haardtly** er en Legering af Bly og Antimon, der forener Blyets Letstøbelighed med større Haardhed (og Skørhed)⁷⁾. Det bruges som Pandemetal, til Rør, Smaadæksler, Typer m. m.⁸⁾.

432. Bly vindes af Blyglans (Svovibly) ved Ristning og Kulning som Værkbly, hvoraf Handelsblyet fremstilles ved Omsmeltning. **Vægten** svinger mellem 11250 og 11445 kg/m³ efter dets mindre eller større Renhed, for godt Bly er den mindst 11300. **Temperaturudvidelsen** er 2,848 mm pr. 100 m for 1° Opvarmning.

433. **Styrkeforholdene** fremgaar af efterfølgende Tabel:

	S_{t}^{at}	δ %	E_{t}^{at}
Valsede Blyplader	83—173		} 50000
Støbt Bly	95—125		
Haardtly	300		
Blytraad (blød)	108—170	8,7	} 70000
do. (haard)	213—232		

Forsøgshastigheden har stor Indflydelse paa Styrken.

Trykflydegrænsen er stærkt afhængig af Forholdet mellem Prøvelegemets Højde og Tværsnit. *Bach* har saaledes fundet for støbt Bly:

	F_{G}^{at}
Træning med 8 cm Sidelinie	50—72
Cylinder med $h = 2d$ ($d = 3,5$ cm)	46—51
„ „ $h = d$ (do.)	59—69
„ „ $h = 0,28d$ (do.)	105—126
„ „ $h = 0,0938d$ ($d = 16$ cm)	100—150
Træning af Haardtly med 8 cm Sidelinie	250—300

Det højeste Tal angiver den Spænding, ved hvilken Blyet flød ud; ved den lave Spænding var Flydningen endnu ikke begyndt.

⁴⁾ Er der derimod tveksurt Natron eller tvekulsur Kalk i Vandet, opløses Blyet ikke, men overtrækkes blot med en hvid Hinde.

⁵⁾ Blyplader, der bruges til vandrette Isolationstag i Mure, beskyttes undertiden med Kulpulver mod Iltning.

⁶⁾ f. Ex. 1,6 mm tykke.

⁷⁾ Til Kanalbroer bruges gerne 3 mm tykke Plader. For at de ikke skal ødelægges kemisk, maa Blyet være meget rent (højest 0,02% Urenheder), og loddes de, maa det kun være med Bly.

⁸⁾ Blyfolie (meget tynde Plader) bruges til Indpakning.

⁹⁾ og som Bindetraad i Gartnerier.

¹⁰⁾ med 12% Sb er Haardheden ca. 4 Gange, med 23% Sb ca. 5 Gange det rene Blys.

¹¹⁾ Til Dæksler over Smørhuller paa Elektromotorer bruges 90 Pb + 10 Sb (smelter ved ca. 330°). Til Understøbning af Drageres Lejeplader bruges undertiden Bly med 5—10% Sb.

2. Handelsformer.

a. Blyplader.

434. Blyplader støbes, og vales i kold Tilstand tyndere. De fremstilles indtil 10 mm tykke, indtil 3,25 m brede og indtil 15 m lange. De forsendes i Ruller. Pris for almindelige Tykkelser: 38—45 Kr. pr. 100 kg.

De bruges til Tækning af monumentale Bygninger og til sammensatte Tage, til hvilke de egner sig særlig godt, da de nemt kan højes efter Tagets Form og loddessammen; de maa dog helst falsses. Blytage er ikke saa varige som Kobbertage, men billigere. Pladerne maa være ret tykke, saa Taget bliver tungt, og Blyets lave Smeltepunkt er en Ulempe i Ildbrandstilfælde. Det egner sig bedst til flade Tage, paa meget stejle Tage er det svært at faa til at hænge paa Grund af Blyets Tyngde og Blødhed. Pladerne er gerne 2,5—3 m lange, 0,5—1,0 m brede og 1,5—3,5 mm tykke.

435. Som tidligere nævnt har Siebels Asfalt-Bly-Isolering fundet stærk Anvendelse som Isoleringsslag i Beton, og det bruges ogsaa som vandret Isoleringsslag i Husmure. Det bestaar af 2 Lag 2 mm tykt Tjærepap med et tyndt Lag Blyfolie imellem; de tre Lag er sammenklæbede med Holzcement. Blytykkelsen er 0,1, 0,15, 0,2 eller 0,3 mm. Den tyndeste Kvalitet bruges kun til Husmure og leveres i indtil 10 m lange oprullede Stykker af Bredder 10, 13, 15, 20, 25, 26, 30, 38, 40, 45, 50, 52, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 90 og 100 cm; ved Stødene anvendes en simpel 2—5 cm bred Overdækning. De tykkere Kvaliteter faas i Ruller af 1 m Bredder og 10 m Længde og bruges ved vanskeligere eller vigtigere Isoleringer; ved Stødene slækkes Lagene og skydes ind i hinanden efter at være smurt med Holzcement, saa Overdækningen bliver ca. 8 cm. Undertiden falsses Blypladerne sammen, f. Ex. ved Bygningen af Nødtørftshuset i Nyhavn, hvor Isoleringen med den tykkeste Kvalitet kom til at koste 6,75 Kr./m², mens Isolering med 2 mm tykke, sammenloddede Blyplader var kommen paa 16,5 Kr./m² (se Ingeniøren 1906, Side 345).

b. Blytraad.

436. Blytraad fremstilles ved Strengpresning af Bly, der er udstøbt i en Cylindere og netop størknet. Den faas rund i alle Tykkelser mellem 0,5 og 15 mm saavel som med andre Profiler, f. Ex. I-formet til Indfatning af Ruder.

c. Blyrør.

437. Blyrør fremstilles ved Strengpresning ligesom Blytraad; jo koldere Blyet er, des tettere bliver Rørene. De kan fremstilles i meget store Længder og leveres da oprullede paa Tromler. De laves baade af blødt og haardt Bly.

438. For Rør af blødt Bly varierer Lysningen fra 3 til 200 mm, Vægtykkelsen fra 1 til 10,5 mm, og Rør af samme Lysvidde kan faas med forskellige Vægtykkelser. Mest brugt er Rør, hvis Vægtykkelse er ca. $\frac{1}{10}$ af Diameteren. Største Længde varierer fra 1,6 til 77 m, det tilladelige indvendige Tryk fra 1,2 til 37 at.

De bruges til Ledninger med mange Bøjninger, navnlig til indvendige Spildevandsledninger¹⁾ og visse Del af Gasledninger, nemlig paa fareløse Steder og naar Diameteren er ringe, saaledes ved Maaleren²⁾. I mange Lande bruges de ogsaa til Husledninger for Drikkevand og er da gerne indvendig fortinnede, dog ikke altid, thi der synes i Tidens Løb at danne sig en beskyttende Hinde, saa at der derefter kun opløses ganske forsvindende Blymængder. Til saadanne ubeskyttede Vandrør bruges undertiden en betydelig Tintilsætning, hvorved Rørene bliver mere modstandsdygtige mod kemiske Angreb samt haardere og tettere.

Vil man have et tykt Tinlag indvendig, kan man bruge de saakaldte Kapperør, der har en Godstykkelse af 4—6,5 mm, hvoraf de inderste 0,5 mm er Tin. De laves ved at støbe et kort, tykt Blyrør og indenfor det et Tinrør og saa presse det Hele ud gennem Mundstykket. De bruges til Drikkevandsledninger og faas med 1—4 cm Lysning³⁾.

Under særlige Forhold finder Felten & Guilleaumes Kabelrør (Fig. 157) Anvendelse til Vandledning. De bestaar af et 4 mm tykt Blyrør med betydelig Tintilsætning, og derudover kommer en asfalteret Hamebevikling, en 6 mm tyk Armering af skrueagte Façontraade af Digelstaal, et nyt, asfalteret Hameplag, hvorpaa det Hele er beviklet med forzinket Jærntraad. Lysvidden er 5,2 cm. Saadanne Rør kan bære sig selv paa et langt Stykke, og Traadene har en saadan Form, at Røret ikke kan klemmes sammen selv for store udvendige Tryk. De er f. Ex. anvendte som Vandforsyningsledning til Mellemfort og Prøvestenen.

Almindelige Blyrør⁴⁾ bruges, foruden som ovenfor nævnt, til Beskyttelse af



Fig. 157.

¹⁾ Disse skal i København have en Minimumsvægt af

ca.	6,8	4,9	3,7	2,7	Kr. pr. løb. Fod.
for	2" (50 mm)	1 1/2" (40 mm)	1 1/4" (30 mm)	1" (25 mm)	Rør.

I Preussen forlanges Vægtykkelserne 4—4—3,5—3 mm og Vægtene 7,7—6,3—4,2—3,0 kg/m.

²⁾ Endvidere som Skyllledning fra W. C. Cisterner (1 1/2" Rør).

³⁾ F. Ex. bruges 1/2" tinførede Rør til Forbindelse mellem Vandledning og W. C. Cisterne.

Traadene i underjordiske Telefon- og Lyskabler¹⁾, og her anvendes ogsaa i nogle Tilfælde en Tintilsætning. Blyrør til Telefonkabler indeholder saaledes gerne 3% Tin, hvorved Rørene bliver mere modstandsdygtige mod Sammentrykning, hvilket paakræves ved Telefonkabler, fordi de indenfor liggende Traade lidt kan presses sammen. Til Havkabler bruges Bly ikke, da det angribes af Klor.

439. For Rør af Haardt Bly er Lysningen 13—200 mm, Vægtykkelsen 1,5—4 mm, største Længde 2,2—60 m. Der er kun lidt Antimon i dem, idet de bestaar af blødt Bly, hvortil er sat 10—15% Antimonbly. De foretrakkes til Dampledninger fremfor de bløde, da de er stærkere og mere elastiske.

440. Blyrørsledninger er langt lettere at lægge end Jærnrørsledninger paa Grund af Rørens store Længde og Bøjelighed, og Samlingen sker nemt ved Lodning med en Legering af 65% Bly og 35% Tin, efter at Rørene først er ombertlede og tilfilede (Fig. 158), saaledes at Keglerne gerne svøbes om (3: formes) med en tyk Klud, men ogsaa kan støbes. Loddefladerne, der skræbes blanke, mens de tilstødende Bælter over og under Vulsten smøres med et Stof, der hindrer Loddet i at binde der. For at faa en glat Inderflade maa det spidse Rør tilfiles lidt skraat indvendig, og det bertlede Rør bør lige under Loddestedet indsmøres, for at ikke mulig indtrængende Loddetin skal fæste sig.

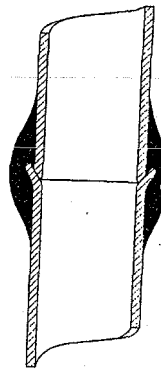


Fig. 158.

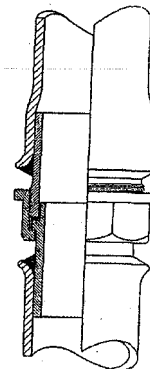


Fig. 159.

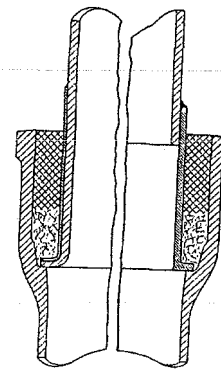


Fig. 160.

Skal Forbindelsen kunne løses, bruges en Rør-Spidskobling (Caplining) af Messing (Fig. 159), der i Mod sætning til Rør-Muffekoblingen i § 340 onsluttes af Rørene. De smaa Rørstykker der er afdrejede og fortinnede paa de ydre Loddeflader. Denne Forbindelse bruges dog sjældent til indbyrdes Samling af Blyrør; men derimod ved disses Tilslutning til en Gasmaaler eller indgør en Del af den paagældende Genstand.

Blyrør samles med Støbejærnrør ved Blyforstøbning, idet der til Enden af Blyrøret fastloddet et Kravestykke (Ferrule) af Messing, mod hvilket Blyforstøbningen sker. Fig. 160 viser forskellige Former for denne Forbindelse. Til venstre er Blyrøret trukket igennem et presst tin og Loddebolt. Kravestykkets opadvendende Ende flade og den tilstødende Del af Inderfladen loddet til Blyrøret, hvilket giver en langt daarligere Forbindelse; Loddefladerne er afdrejet og burde være fortinnede.

Skal Blyrøret forbindes med et glaseret Lerrør eller et Fajancerør, gaas frem paa ganske samme Maade, kun udstøbes der ikke med Bly, men med Cementmørtel 1:2.

441. Baade de bløde og haarde Rør leveres efter Ønske ufortinnede, fortinnede ud- og indvendig eller eet af Stødene, eller svovlede indvendig (med Svovlnatrium)²⁾. Er Diameteren lig eller mindre end 7 mm, kan de ikke faas med indvendigt Overtræk.

442. Den tilladelige Paavirkning for bløde og haarde Blyrør ved en Temperatur af indtil 30° sættes gerne til henholdsvis 25 og 50 at.

¹⁾ Vægtykkelsen er gerne 1,5—3,6 mm.

²⁾ Der dannes sig da et Lag af Svovlbly, som fuldstændig forhindrer, at Vandet bliver blyholdigt.

d. Blyblokke.

443. Bly sælges i Blokke af indtil 140 kg Vægt, der bruges til Støbning (Kunstsager, Vandlaase, elektriske Akkumulatører), til Samling af støbte Jærnrør, Faststøbning af Jern i Sten, til Projektiler og Hagl, til Legeringer, til Farver (Blyhvidt, Blymønje, Sølverglød [PbO]), til Forhlyning af Jærnblik og Jærntraad o.s.v. (§ 425).

Af Bly til *København's Gasværker* forlanges: Blyet skal være rent, blødt og strækbart. Det skal have en Vægtfylde af mindst 11,3 og maa ikke være sprødt. Blyet ønskes leveret i Blokke paa 40–55 kg. Blokkene maa ikke være omsmeltede, men skal leveres med det originale Mærke. Leverandøren skal opgve, fra hvilken Mine Blyet agtes leveret, og skal paa Forlangende fremskaffe Minens Attest for, at Blyet er leveret fra den.

B. Zink.

1. Egenskaber.

444. Zinkets Betydning beroer hovedsagelig paa dets Vejrfasthed i Forbindelse med Støbelighed, Valselighed og lav Pris (§ 428).

445. Det smelter ved 412°, er meget letflydende og udvider sig i Størkningsøjeblikket, hvorfor det ved Støbning giver skarpe Aftryk¹⁾. Varmendvidelsen er 3,108 mm/100° pr. Grad, altsaa tre Gange Jærnets og større end noget andet Metals. Den stærke Varmendvidelse i Forbindelse med Støbegodsets ringe Styrke bevirker, at store Genstande med svær Godstykkelse er tilbøjelige til at revne baade som Følge af Støbspændinger og som Følge af almindelige Temperaturvariationer. Genstandene støbes derfor altid tyndvæggede og, saafremt de er store, adskilte i flere Dele, der senere sammenloddess. Paa denne Maade er det ogsaa lettere at holde Støbetemperaturen lav, et Forhold som er af stor Betydning, da Godset ellers bliver porøst og forurenat af Zinkilte, der gør det skørt.

446. Støbt Zink er dog altid skørt og kan let knække med en Hammer, hvorved Brudfladen viser sig bladet med stærk Glans. Støbt Zink kan derfor ikke anvendes, hvor Styrken spiller en væsentlig Rolle, og det kan ikke udvalses i kold Tilstand. Ved Temperaturer mellem 100 og 160° er Zinket derimod smidigt og lader sig valse og trække, hvorved den bladede Struktur forvandles til en finkornet, og efter en saadan Behandling er Zinket ogsaa i kold Tilstand sejt og kan drives. Smidigheden er dog betinget af Renheden og nedsættes navnlig af et Jærnindhold²⁾.

447. En frisk Brudflade er graahvid med et svagt blaat Skær og Sølvglans, men bliver i fugtig Luft hurtig matgraa, idet den overtrækkes med et basisk, kulsurt Zinkilte, der imidlertid beskytter det underliggende Metal³⁾.

Derimod er Zink paa Grund af dets **elektropositive Egenskaber** meget tilbøjeligt til at fremkalde galvaniske Strømme, naar det er i umiddelbar Berøring med Kobber eller Jærn, og der er Regnvand tilstede, som meget ofte indeholder Spor af Svovlsyre stammende fra Skorstensrøgens Svovlsyrling, og Zinket vil da meget hurtigt fortæres de paagældende Steder. Kuldele, der falder ned paa Zinktage har samme Virkning, og saadanne Tage er derfor lidet holdbare i Industribyer. Af samme Grund maa Zinkplader (til Tækning eller Beklædning af Pæleender) befæstes med Zinksøm eller forzinkede Jærnsøm, lige-

¹⁾ I Hvidglødhede fordampes det, saa det kan renses ved Destillation.

²⁾ Varmes Zinket over 200° er det saa skørt, at det kan pulveriseres i en Morter.

³⁾ I Følge *Pettenkofers* Undersøgelse af et Zinktag i München var Blikkets Vægt i Løbet af 27 Aar kun formindskt med 0,042 kg/m² (svarende til en Tykkelse af 0,006 mm).

som Tagrendeholdere og lignende maa være forzinkede. Hvor en Berøring med andre Metaller ellers vil finde Sted, kan man indlægge Blystrimler som Mellemlid. Omvendt bruger man, hvor Jærn kommer i Berøring med Kobberlegeringer (f. Ex. ved Bronzehaner og dslg.), at anbringe en Zinkstrimmel, som da vil tæres i Stedet for Jærnet (§ 386).

I Syrer opløser Zink sig med stor Lethed til giftige Salte¹⁾, og Jorden kan indeholde Bestanddele, der angriber det. Det opløses af Alkalier, f. Ex. ødelægges det af frisk Cementmørtel, hvorfor Beton, der skal beklædes med Zink, først stryges med kunstig Asfalt eller dækkes med Pap. Gibs- og Kalkmørtel gør derimod ingen eller kun uvæsentlig Skade.

448. Zink bruges til Tækning, Tagrender, Beholdere, Rør og andre Sager, der udsættes for Vand eller Vejrlig, samt til dekorative Led som Balustrer, Søjlekapitæler m. m., hvilke Genstande fremstilles ved Støbning eller Drivning. Dets Anvendelse til Forzinkning er omtalt i § 423.

449. Zink vindes nu oftest ved Afristning af Zinkblende (Svovlzink, ZnS) eller af ædel Galmei (Zinkspat, ZnCO₃), som ristes og derved mister sin Kulsyre, hvorpaa det dannede Zinkoxyd reduceres til Zink ved Gløding med Kul. Vægten voxer med Renheden og er i Almindelighed for støbt Zink 6880 kg/jm³, for valset 7200. Haardheden er omtalt i § 186.

450. Styrkeforholdene fremgaar af følgende Tabel:

	S _t ^{at}	δ ^o / _o	E _t ^{at}	S _c ^{at}	S _p ^{at}
Støbt Zink	198—263				
Valsede Zinkplader	1315—2500	12—18	150000	1000	900
Zinktraad	1900		do.		

EG og PG ligger ved Nul (§ 31 og 207). Pladernes Trækstyrke er størst vinkelret paa Valse- retningen, mens Brudforlængelsen forholder sig forskelligt. Iøvrigt har Forsøgets Varighed stor Indflydelse paa Styrken.

Styrken af Zinkplader i højere Temperaturer er i Følge *Martens* (Mittheilungen aus den königl. techn. Versuchsanstalten zu Berlin 1889, Ergänzungsheft IV):

I Valseretningen:

t°	S _t ^{at}	δ ^o / _o	t°	S _t ^{at}	δ ^o / _o
19	1370	12,2	27	1530	12,6
80	860	27,8	80	890	31,0
120	560	66,7	120	700	52,1
150	370	112,7	150	430	90,2
170	560	22,1	170	550	12,1
200	410	9,0	200	440	5,4

I Valseretningen:

2. Handelsformer.

451. Det meste Zink kommer fra Belgien og Schlesien og gaar i Handelen som Plader, Bølgeblik, Stænger, Traad, Søm og Blokke.

452. Pladernes Tykkelse angives efter en Lære med 26 Numre:

Nr.	Belgisk Zinkpladelære.												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 ^{a)}
Tykkelse i mm	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,58	0,66	0,74
Vægt i kg/m ²	0,36	0,72	1,08	1,44	1,80	2,16	2,52	2,88	3,24	3,60	4,18	4,75	5,33
Nr.	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Tykkelse i mm	0,82	0,95	1,08	1,21	1,34	1,47	1,60	1,78	1,96	2,14	2,32	2,50	2,68
Vægt i kg/m ²	5,90	6,84	7,78	8,71	9,65	10,6	11,5	12,8	14,1	15,4	16,7	18,0	19,3

Den schlesiske Lære afviger kun fra den belgiske for de 4 første Numres Vedkommende, der har Tykkelserne: 0,1 — 0,143 — 0,186 — 0,228 mm og Vægtene: 0,72 — 1,03 — 1,34 og 1,64 kg/m². Iøvrigt kan man faa Zinkplader af indtil 7 mm Tykkelse.

Pladerner skal være ensfarvede, tæt og fejlfrit udvalsedes og skal mindst veje som ovenfor angivet.

De bruges meget til Tækning (hyppigst Nr. 11 og 12, sjældnere Nr. 13 og 14) paa Grund af deres Lethed²⁾ og Billighed. De gængse Maal er 0,65 · 2 m (saakaldte 1 Alens Plader), 0,8 · 2 m og 1 · 2 m (saakaldte 1½ Alens Plader). Paa Grund af Zinkets store Varmendvidelse maa man sørge

¹⁾ Opløseligheden er dog væsentlig ringere for rent end for urent Zink.

²⁾ Et Zinktag paa Træforskalling vejer kun 40–50 kg/m² excl. Hovedspær.

for, at Pladerne frit kan udvide sig i Solskin; man plejer at lodde de vandrette Sømme og false de hældende, mens fuldstændig Lodning bevirker, at Fladen efterhaanden bliver bølget.

Zinkplader bruges ogsaa til Beklædning af Pæleender, for at de ikke skal raadne, og til Tagrender (Nr. 13—15), Nedløbsrør (bør ikke være under Nr. 12), Tagvinduer og Beholdere, hvilke Genstande fremstilles ved Lodning.

Ved Trækning, Drivning eller Presning fremstilles Gesims, Konsoller, Beklædninger, Rosetter og lgn. til Dekorationsbrug, samt Dugrender.

Bølgeblik bruges til Tage¹⁾ og Ydervægge for Skure og faas baade plant og højet (Fig. 102). Høypigere anvendes dog forzinket Jærnblik.

453. Zinkblokke gaar i Handelen som smaa 2,5—4 cm tykke Plader, der bruges til Støbing af Statur, Vaser, Kandelaber, Balustrer, Søjlekapitæler o. s. v.; de sidstnævnte Genstande anvendes ofte til Beklædning af Jærnkonstruktioner og kan ad galvanisk Vej forsynes med et broncelignende Overtræk. Endvidere bruges Blokzink til Legeringer og til Forzinkning af Jern.

C. Kobber.

1. Egenskaber.

454. Kobberet, der ved dets røde Farve adskiller sig fra alle andre teknisk vigtige Metaller, udmærker sig navnlig ved dets store **Sejghed**; det lader sig i kold Tilstand med stor Lethed hamre, valse, drive og trække til Traad; godt Kobber kan højes mange Gange frem og tilbage, før det brister. Sejgheden holder sig op til en Temperatur af ca. 200°, men saa sker der en stærk Forringelse af baade Brudforlængelse og Indsnøring, der gør det uskikket til Brug i højere Temperaturer. I Rødguldhed kan det smedes og vales, men derimod vanskeligt svejses²⁾; Samling af Kobberstykker sker ved Lodning. Det udstøbes kun meget sjældent, da det er trægt flydende og giver blæret Gods³⁾.

Det lader sig let polere, men **Polituren** holder sig ikke paa Grund af Metallets Blødhed (§ 186 og 189). Plader og andre varmt fremstillede Varer har Overfladen dækket af brunt Kobberforilte (Cu_2O).

Næstefter Sølv er Kobber den bedste **Leder** for Varme og Elektricitet, og det bruges derfor i stor Udstrækning til elektriske Ledninger.

Dets Ledeevne, saavel som dets Sejghed baade i Kulde og Varme, voxer med Renheden.

455. Kobber **angribes** ikke i tør Luft, men i fugtig Luft og navnlig Søluft overtrækkes det med grønt Ir⁴⁾, der imidlertid beskytter det underliggende Metal, saa at Angrebet ikke gaar i Dybden. Dette Forhold i Forbindelse med den smukke, grønne Farve, der navnlig let fremkommer i Byer ved Havet, begrundes Kobberets Benyttelse til Tækning. I Havvand opløses det langsomt, hvorfor Træskeibe holdes fri for Begrøning ved Beklædning (Forhudning) med Kobberplader⁵⁾.

456. Af Naturen er Kobber blødt og ganske uelastisk, men ved **kold Bearbejdelse** bliver det haardt, stift og elastisk og maa **udglødes** for atter at blive blødt⁶⁾. Jo stærkere man varmer, desto hurtigere blødgøres det, men

¹⁾ Et Bølgeblikstæg vejer ca. 15 kg/m².

²⁾ Ved en Temperatur noget under Smeltepunktet er Kobber saa skørt, at det kan pulveriseres med en Hammer.

³⁾ Det optager nemlig i smeltet Tilstand Ilt, som det ved Afkøling atter afgiver under en stærk Sprutten.

⁴⁾ Basisk, kulsurt Kobbertveilt.

⁵⁾ Overfor Svovlsyreangreb (Røg) skal et Arsenindhold virke beskyttende, og indtil 1/2 % Arsen er derfor paa sin Plads i Ildkasser, Støttebolte og Rør til Lokomotivkedler. At disse Dele kan angribes af sodaholdigt Kedelvand er nævnt i § 292. Sultsyre, fortyndet Svovlsyre og Ammoniak angriber kun Kobber i Forbindelse med atmosfærisk Luft.

⁶⁾ I Mod sætning til hvad Tilfældet er med Jern, forøges Kobberets Opløselighed i fortyndet Svovlsyre ved kold Bearbejdelse, dog er Forøgelsen meget ringe.

desto kortere Tid kan det ogsaa taale Heden uden at blive forbrændt⁷⁾: miste sine elastiske Egenskaber og blive skørt⁸⁾. Naar Kobberet er blevet forbrændt, er dets Struktur helt forandret; Krystallerne, der i normalt Kobber er mikroskopiske, kan i forbrændt Kobber ses med det blotte Øje. Ved Fastlodning af Flanger paa Kobberløb er man nødt til at have en Temperatur af ca. 1000°, og det vil altsaa her være af stor Betydning, at Arbejdet sker saa hurtigt som muligt, for at Røret ikke skal blive skørt paa Loddestedet⁹⁾.

I udglødet Tilstand har Kobber en Trækstyrke af noget over 2000^{at}, men ved kold Bearbejdelse kan den stige til 3000^{at} og endnu højere.

457. Blandt Kobberets **Anvendelser** skal nævnes: Ledningstraad, Kogekar, Blik til Tækning og Skibsforhudning, Stagbolte og Rør. Endvidere benyttes det som Slaglod til Jern, men iøvrigt er det ikke heldigt at lade Kobber være i Berøring med Jern, da dette ødelægges. Det meste og det bedste Kobber bruges ikke rent, men legeret med andre Metaller som Tin, Zink og Aluminium. Legeringerne er i Reglen ikke saa sejge som Kobberet, men til Gengæld er de haardere (mere slidfaste) og støbelige.

458. Kobberets **Vægt** er i støbt Tilstand 8800 kg/m³, i valset 8900 kg/m³. **Smeltepunkt**: 1054°. **Prisen** er omtalt i § 428, **Varmeudvidelsen** i § 224.

2. Udvinning.

459. Kobbermalmene indeholder i Reglen Jern og Svovl. Først ristes de, hvorved Jærnet iltes og Svovlet brænder bort; derpaa smeltes de med Kul og kiselsyrerige Tilslag, der optager Jærnet og danner Slagge. Tilbage bliver **Sortkobber**, der er urent og skørt, og som derfor atter smeltes med Silikater under Luftens Adgang, hvorved flere Urenheder forslages og brænder bort. Ved at stænke Vand paa den flydende Masse bringes Overfladen til at stænke, og med en Tang løfter man den stærkede Skive af, hvorpaa den nye Overflade bestemtes o. s. v. I denne Form gaar Kobberet i Handelen under Navn af **Rosettekopper**. Skiverne er 20—60 cm i Diameter og 2—12 mm tykke, des tyndere, jo finere Kvaliteten er.

Rosettekopperet indeholder i Reglen Kobberforilte, der har dannet sig under Smeltningen og gør Kobberet koldskørt. Skal det fjernes, smelter man atter Rosettekopperet og vører rundt i det med en frisk Birkegren. Vanddampene fra denne stiger op gennem Massen og river Svovlsyrling med sig, samtidig med at Træet forkulles og reducerer Kobberforilten. Processen kaldes **Poling** af det engelske *pole* (= Stang). Det rensede Kobber støbes til Blokke, der gaar i Handelen eller i glødende Tilstand føres til Valseværkerne.

460. Da Udvinningen bestaar af en skiftende Kulning og Iltning, er Kobberet undertiden **foreuret** af enten Kul eller Ilt. Er Kulningen dreven for vidt, bliver Kobberet skørt, navnlig rødskørt og faar en gulrød Laxefarve og en takket meget blank Brudflade. Er Iltningen dreven for vidt, saa der er dannet Kobberforilte (overgart Kobber), bliver Kobberet koldskørt og faar en tæt, mat Brudflade af brunrød (teglstensrød) Farve. Rent Kobber har derimod en røsenrød, ånkornet (for bearbejdet Kobber fibret) Brudflade med Silkeglans. Kobberforilten er i fast Tilstand uopløseligt i Kobberet, det findes derfor legeret med det, og den eutektiske Legering indeholder 3,4—3,5%. Under Mikroskopet viser det sig som hvallige Pletter, der i støbt Kobber er runde, i valset Kobber uregelmæssigt langstrakte. Kobbertveilt kan ikke findes, da det strax reduceres til Kobberforilte af det overskydende Kobber.

Handelskobberet indeholder 0,4—0,7% fremmede Metaller (Jern, Bly, Arsen, Antimon, Vismut, Zink, Nikkel, Sølv) og undertiden Svovl samt som nævnt Kobberforilte eller Kul. Et Indhold af over 0,5% Arsen, 0,3% Bly eller 0,1% Vismut gør Kobberet koldskørt⁴⁾. Indtil 0,5% Arsen forøger Styrken.

461. I den seneste Tid er man begyndt at udvinde Kobber ved en **Bessemerproces** svarende til Staalets.

Ganske rent Kobber kan ad **elektrolytisk** Vej vindes direkte af Malmene. Høypigere bruges Elektrolysen dog blot til Rensning af Sortkobber, der ofte indeholder Sølv og Guld, som det kan betale sig at indvinde paa denne Maade; til Valsning og Trækning bruges nu altid saadant Elektrolytkobber.

¹⁾ Ved Opvarmning til 500° blødgøres Kobberet i Løbet af 26 Minutter og tager ingen Skade selv ved 30 Timers Glødning; gaar man derimod op over 1000°, vil allerede en 7 Minutters Glødning gøre Bøjeligheden mindre. I Reglen sker Udglødningen ved 550°, og Blødgøringen begynder rimeligvis noget over 200°. Om Afkølingen sker hurtigt eller langsomt er ligegyldigt.

²⁾ Overhedet Kobber kan forbedres ved at oversmedes i Rødguldhed eller ved kold Bearbejdelse med paafølgende Udglødning ved 550—600°.

³⁾ Vægtfylden nedsættes ved kold Bearbejdelse, men høves atter ved Udglødning.

⁴⁾ Bly gør det i endnu højere Grad rødskørt; indtil 0,15% gør ingen Skade.

Naar gammelt Kobber (paa hvilket der ofte sidder Loddemetall) skal benyttes til Pladevalnsning, maa det først renses, hvilket sker i en Raffinerov, hvor det smeltes under rigelig Lufttilførsel, saa at Urenhederne lites sig til Luftarter eller Slæge, men samtidig lites noget af Kobberet, og for at reducere det litede Kobber spærres det af for Luften og stikkes et frisk Birketræ ind i Ovnen og ned i Kobberet, der reduceres af Kullet.

3. Elasticitet og Styrke.

462. For udglødet Kobber ligger Proportionalitetsgrænsen ved Nul, saa at Arbejdslinien (Fig. 14, Side 15) krummer sig lige fra Begyndelsen, og der indtræder strax blivende Formforandringer. Ved kold Bearbejdelse kan baade PG og EG heves, des mere jo intensivere Bearbejdelsen er. EG kan heves til ca. 1000 at, PG til ca. 600 at, ja ved Traadtrækning indtil ca. 1200 at. Elasticitetskoefficienten kan for saaledes behandlet Kobber sættes til 11—1200000 at og for Traad til 1300000 at. Nogen egentlig Flydegrænse, Mage til Jærnets, findes ikke, idet Arbejdslinien har en jævn Overgang fra den stejle til den flade Del, men Betegnelsen bruges alligevel ofte enten om det Punkt, hvor Krumningen er skarpest eller mere ubestemt om et eller andet Punkt, hvor man finder, at Forlængelserne begynder at voxer særlig hurtigt. Hvad enten man definerer Flydegrænsen paa den ene eller paa den anden Maade, vil den og Brudgrænsen samt Forholdet mellem dem (FG:S) heves ved kold Bearbejdelse, og i langt højere Grad end Tilfældet er ved Jærn; samtidig aftager naturligvis Sejgheden. FG er den samme for Tryk som for Træk. For stabt Kobber er $S_t = 1700-1950$ at, mens udglødede Plader og Stænger gerne har $S_t = 20-2300$ at, $\delta = 35-50\%$ og $\varphi = 45-60\%$ (§ 42). Om Arbejdsvejen se § 46. Forskydningstyrken kan sættes til 0,8 S_t . Undertiden findes Trækstyrken af udglødet Kobber større, indtil 3000 at, men i saa Fald er der vistnok Tin i (Bronce).

I øvrigt vil Styrkeforholdene blive nærmere omtalt under de enkelte Fabrikater.

463. Den tilladte Flækspænding afhænger meget af Kobberets Anvendelse; Bach anbefaler ved rolig Belastning 600 at og ved Belastninger skiftende mellem 0 og et Maximum 300 at. Ved Vindkedler i store Brandsprøjter (sterkt overhængede Kobberplader) gaar man op til 800 at og mer, ved Centrifuger plejer man ikke at overskride 500 at.

464. Styrken aftager med voxende Temperatur. Rudeloff har undersøgt 10 mm Rundkobber med

$$S_t = \begin{cases} 3400 \text{ at} \\ 2380 \text{ at} \end{cases} \quad \delta_{90} = \begin{cases} 6,1\% \\ 44,9\% \end{cases} \quad \varphi = \begin{cases} 50,7\% \\ 64,0\% \end{cases}$$

henholdsvis i haardtrukket og udglødet Tilstand. Han fandt følgende Forholdstal, idet Styrken ved +20° er sat lig 100:

Temperatur i °C	-80	-20	20	100	200	300	400	500	600
S_t { haardtrukket	104	103	100	94	81	65	38	20	11
udglødet	103	107	100	87	74	66	53	30	18

Som man ser, er Brudstyrken omtrent konstant mellem -80° og +20° og synker derpaa. For det haardtrukne Kobber er Faldet størst, da der sker en delvis Udglødning under Forsøget, saa at bæge Virkninger adderes. I Fig. 80 er Styrkens Variation med Temperaturen vist for et andet af Rudeloff undersøgt Stykke Rundkobber med $S_t = 2910$ at, $FG = 2690$ at, $\delta_{90} = 14,9\%$, $\varphi = 54,6\%$ og $E_t = 1200000$ at.

Flydegrænsen for det haarde Kobber forholder sig ganske som dettes Brudgrænse, mens det bløde Kobbers Flydegrænse kun forandrer sig i ringe Grad; i Stuetemperatur er den ca. 700 at og ved 600° endnu 500 at. Sejghedens Variation er omtalt i § 454.

Samtidig med at Styrken aftager, ændres Brudfladens Udseende; i Begyndelsen er den senet, men ved højere Temperatur bliver den kornet.

Iøvrigt har Stribeek vist, at den elastiske Eftervirkning er meget stor, saasomt Kobberet er over 2-300° varmt. Ved Trækforsøg, der gennemsnitlig varede over 10 Timer, fandt man langt ringere Værdier for Brudstyrken end Rudeloff.

Stærk Kuldes Indflydelse ses af følgende Forsøg med Rundkobber (99,95% Cu, 0,007% S) til Stagholte (efter Stribeek):

t°	FG	S_t	$\delta_{11,3}$	φ	
+ 190	690	3680	51,3	65,4	Kobberet var i Leveringstilstanden
+ 80	600	2650	45,5	64,7	
+ 20	600	2370	41,5	67,0	
+ 190	560	3780	34,7	60,8	Kobberet blev inden Forsøget udglødet i 30 Min. ved 700°
+ 80	420	2650	39,3	61,0	
+ 20	380	2370	40,5	62,6	

465. Kobber prøves gerne i Leveringstilstanden, men kan om ønskes ogsaa prøves i udglødet Tilstand. Udglødningen skal ske ved højest 6-700°, og Afkølingen skal foregaa i Luften, indtil Glødningen forsvinder og derpaa i Vand af ca. 15°.

Ved Prøvestykkernes Udtagelse maa kun benyttes skærende Værktøj, og en paafølgende Udretning skal saavidt muligt undgaaes og maa under alle Omstændigheder udføres forsigtigt og helst

med Træ- eller Kobberhammer. Skal Kobberet prøves i Leveringstilstanden, maa Udretningen naturligvis ske koldt, skal det derimod prøves i udglødet Tilstand kan det rettes varmt, men det skal alligevel udglødes bagefter.

Da Prøvestykkets Behandling ved Tildannelsen har stor Indflydelse paa Forsøgsresultatet, maa den sidste Bearbejdelse foretages med stor Omhu; navnlig maa Dreje- eller Høvestaallet aldrig tilspændes eller standse indenfor Maalelængden, da dette kan bevirke, at Bruddet sker det paagældende Sted, og der maa kun tages en tynd Spaan. Prøvestængerne skal stiftles i Længderetningen og derpaa aftrækkes med fint Smergelpapir og flade Stænger skal afrundes lidt paa Kanterne.

Kolde Bøjelighedsprøver maa ikke foretages ved lavere Temperatur end 10°. Ved varme Bøjelighedsprøver skal Stængerne opvarmes i en Glødevn til Kirsebærrødgloedne (ca. 600°).

4. Handelsformer.

a. Kobbertraad.

466. Kobbertraad bruges navnlig til saadanne Elektricitetsledninger, som skal have stor Ledeevne og kan nøjes med Kobberets Styrke. f. Ex. Trolleytraad til Sporveje, undersøiske og underjordiske Telegraf- og Telefonkabler¹⁾ samt Telegraf- og Telefonluftledninger med ringe Spændvidde; til Luftledninger med større Spændvidde bruges enten den stærkere Kobberbronze (Silicium- eller Fosforbronze) eller ogsaa Bimetalltraad²⁾; Staaltraad omgivet af en blød Kobberkappe.

Traaden fremstilles altid af elektrolytisk rensed Kobber paa Grund af dettes store Ledeevne. Det rene, ufældede Kobbers Ledeevne er 100%, men for at kunne trækkes maa det omsmeltes, hvorved det forrenes noget, saa Traadens Ledeevne bliver kun 97-99%. I den nyeste Tid er det dog lykkedes Cowper-Cotes at undgaa denne Omsmelting og fremstille Traad med ca. 100% Ledeevne³⁾.

467. Traaden sælges i store, ringformede Nøgler og som Regel haard og blank, som den kommer fra sidste Trækning. Den skal være meget højelig og glat og have et cirkulært Tværsnit og samme Diameter overalt. Ved Modtagelsen underkastes den gerne Træk-, Bøjeligheds- og Vridningsprøver ganske som Jærntraad. De Krav, Statstelegrafvesenet stiller til dets Telefontraade, er indført i Tabellen under Jærntraad (§ 315); naar der foreskrives en Maximumsværdi for Brudforlængelsen, er det for at undgaa, at Traadene efter Ophængningen strækker sig saa meget, at de kan komme i Berøring med Nabotraadene.

Styrken af udglødet Kobbertraad er 2300-3000 at, mens haard Traad er des stærkere, jo tyndere Traaden er, thi des mere er Materialet komprimeret. Karmarsch opgiver saaledes for:

$$\text{Udglødet Traad: } S_t = 2350 \quad \text{Haard Traad: } S_t = 3500 + \frac{960}{d}$$

hvor d er Traadens Diameter i mm. Iøvrigt afhænger Styrken ikke alene af Diametern, men ogsaa af hvor stærkt denne er bleven formindsket ved hver enkelt Trækning; jo færre Træk der bruges til at fremkalde en vis Reduktion, des stærkere og skærvære bliver Traaden.

For haardtrukket Traad kan i Almindelighed regnes:

$$E = 1300000 \text{ at, } PG = 1200 \text{ at, } FG = 0,8 S_t^2, S_t = 4000-4500 \text{ at.}$$

Ved Ophængning af Telegraf-, Telefon- og Trolleytraad strammes Traaden med en Spænding af $\frac{1}{4}-\frac{1}{5} S_t$.

468. Kobbertraad faas med Diametre lige fra 15 til 0,05 mm saavel som med kvadratisk Tværsnit.

Ved Fremstilling af tynde Traade vales Materialet ned til 6-7 mm Tykkelse, inden Trækningen begynder. Ved Fremstilling af Trolleytraad, der skal have en i Forhold til Tykkelsen meget stor Haardhed og Styrke, vales Kobberet varmt ned til 22 mm Diameter, derpaa koldt til 20 mm og trækkes saa til den rette Diameter (8-11 mm) uden at udglødes. Saadanne Traade skal ofte være meget lange (indtil 2 km) og maa da loddessammen, hvilket sker med Sølv paa en Længde af 1 m.

Trolleytraad bør altid være haardtrukken, saaledes at Elasticitetsgrænsen ligger højt, ellers taaler den ikke de stadig skiftende Bøjningsspændinger, som Strømaftageren forarsager. Ved Varighedsforsøg med en 8 mm Traad af haardt Kobber, der var udsat for et Træk af 200 at og en Bøjningsspænding af ±800 at ved en Bøjningsradius af 4 m, fandt Schlie en næsten ubegrænset

¹⁾ Hvis Kobbertraaden isoleres med vulkaniseret Gummi, maa den fortannes for ikke at angribes af Svovlet (§ 482 og 578).

²⁾ Se Elektroteknikerens 1909, Side 131. Ledeevnen nedsættes til 28% af 0,5% Silicium, til 8% af 2,5% Phosfor, til 60% af 0,2% Arsen, til 14% af 2,8% Arsen, til 73% af 0,13% Bly, til 60% af 3,2% Zink, til 20% af 4,9% Tin.

³⁾ Denne Værdi svarer til den Spænding, ved hvilken Arbejdslinien synligt begynder at bøje af fra den rette Linie, naar den optegnes af et Diagramapparat, og Maalelængden er 200 mm (se Elektroteknikerens 1908, Side 180, hvor den paagældende Spænding benævnes Proportionalitetsgrænse).

Varighed, mens middellaarde og blade Traade samt haarde Traade, der efter Fremstillingen var forfinnede og altsaa delvis udglødede, gik i Stykker før eller senere, selv om der brugtes mindre Paavirkninger og større Bøjningsradius.

469. Kobbertraads Vægtfylde er 9. Prisen er for 1,4 mm Traad og derover uafhængig af Diametere, men svinger stærkt med Kobberets Pris lige fra 1,40 til 2,50 Kr/kg.

b. Kobberplader.

470. De støbte Kobberblokke smedes eller vales rødglødende til tykke Plader, der skæres i mindre Stykker, som opvarmes til Glødhede og vales ud til tyndere Plader. Det sorte Kobbertveiltæg, der danner sig paa Overfladen, fjernes tilsidst ved at smøre Pladerne ind i Urin, gløde dem og dyppe dem i koldt Vand, hvorved Hinden springer af.

Kobberplader bør underkastes Trækprøver samt kolde og varme Bøjelighedsprøver. En udglødet Strimmel bør kunne bøjes 180° omkring en Dorn med Diameter lig Pladetykkelsen og atter rettes uden at revne.

For valsede Plader i Leveringstilstanden findes gerne: $FG = 5-600$ at, $S_f = 22-2300$ at, $\delta = 35-40$ %, $\varphi = 45-50$ %, men ved vedvarende kraftig Hamring kan Styrken blive indtil 1,5 Gange saa stor, og Brudforlængelsen reduceres til $\frac{1}{3}$ af den oprindelige Værdi, samtidig med at Flydegrænsen hæves nær op mod Brudgrænsen.

Naar Tykkelsen er under 5 mm, plejer man ikke at foreskrive Trækprøver.

471. Tykke Plader bruges f. Ex. til den indvendige Fyrkasse i Lokomotiver og Lokomobiler, hvor Jern meget hurtigt ødelægges af den hede Flamme¹⁾. De samles med Jærnnitter. De faas 1-2,4 m brede, 2-4 m lange og indtil 26 mm tykke. Til den nævnte Anvendelse forlanges gerne (saaledes af Statsbanerne): $S_f = 2000$ at, $\delta = 38$ %, $\varphi = 50$ %, og at Kobberet ikke maa indeholde over $\frac{1}{2}$ %, fremmede Stoffer.

Tynde Plader bruges til Tækning, Tagrender, Nedlørsrør, Skibsfordudning, Dampledning, Kogekar og til drevne Kunstværker. De skal have en ren, glat Overflade, en ensartet Brudflade og være meget bøjelige. Stærrelsen kan være indtil 2,4 . 10 m. Blik paa under 3-4 mm Tykkelse vales koldt.

Til Tækning er Tykkelsen hyppigst 0,75 mm, sjældnere indtil 2 mm. Pladerne forhandles iøvrigt ikke efter Tykkelse, men man foreskriver en bestemt Vægt pr. m². De grengse Maal paa tyske Plader er 1 m i Bredden og 2, 3 eller 4 m i Længden. Brederne bruges sjældent, da der saa kommer for faa staaende Falske til at afstive Beklædningen, saa at denne kan suges af i Storm. Kobber er det holdbareste Tækkemateriale og kan bruges baade paa stejle og flade Tage, men det er meget dyrt og finder derfor kun Anvendelse paa monumentale Bygninger.

I Stedet for de dyre Kobberplader kan ogsaa bruges Blik af blødt Staal med tyndt Kobberblik svejst paa den ene eller paa begge Sider, saakaldet Wachwitzmetal. Til Tækning leveres det 0,6 mm tykt og 0,6 . 2 m stort, og Prisen pr. kg er kun ca. Halvdelen af Kobberets.

Til Skibsfordudning bruges Kobberplader af 0,6-1,5 mm Tykkelse.

c. Kobberstænger.

472. Kobberstænger fremstilles af smaa Blokke ved Valsning, og man skelner mellem Kvadrat- og Rundkobber. De bør underkastes Trækprøver, Bøjelighedsprøver i kold og varm Tilstand samt Stukkeprøver. Af Rundkobber til Stagholt i Lokomotiver plejer man at forlange: $S_f = 2200$ at, $\delta = 38$ %, $\varphi = 45$ %, samt at 18 cm lange skrueskaarne Stykker skal kunne sammenbøjes, saa at Enderne berører hinanden, uden at revne.

Ved kold Valsning eller Overhamring kan Styrken stige til 3200 at og Brudforlængelsen af-tage til 12 %.

d. Kobberrør.

473. De fleste Kobberrør fremstilles ved at bøje en Pladestrimmel omkring en Rundjærnstang, lægge Randene over hinanden og lodde dem sammen med Slaglod, hvorefter Røret underkastes en Trækning for at glatte²⁾. Men Materialet laugs Loddestedet er ofte skørt som Følge af Overhedning, og til Ledninger for højspændt eller stærkt overhedet Damp bruges derfor sømløse Rør.

Sømløse Rør kan fremstilles ved Valsning efter Mannesmanns Metode³⁾ eller ved Støbning af korte, tykke Rør, der trækkes lange og tynde, men da der kommer Blærer ved Støbningen, bliver Rørene let utætte. Den mest brugte Fremgangsmaade er at presse en Plade op til et kort Rør og fuldende dette ved Trækning. Man kan ogsaa direkte udfælde Kobber i Rørform og

¹⁾ I Amerika bruges dog ofte Staal. Mange Jærnbanselskaber lader deres Kobber-Fyrkasseplader koldt overhamre for at forøge deres kemiske Modstandsdygtighed.

²⁾ Længden kan være indtil 6 m, Lysvidden 3-250 mm og Vægttykkelsen 0,75-8 mm. Skønt der ofte er Blærer i Lodningen, plejer Loddestedet at være det stærkeste, naar man skærer Prøver ud paa tværs af Røret og trækker dem over ved alm. Temperatur; for meget tykvæggede Rør (f. Ex. 8 mm) gælder dette dog ikke altid.

³⁾ Saadanne Rør faas med 3-230 mm Lysning, 1-8 mm Vægttykkelse og ca. 5 m lange.

senere fortætte det ad mekanisk Vej, men saaganne Rør er for⁴⁾ bløde til at udsættes for højspændt Damp⁵⁾.

474. Kobberrør gaar i Handelen i haardtrukket Tilstand, med mindre de forlanges udglødede. De bruges til Ledning af Vædsker, der angriber Jern (f. Ex. i Bryggerier og kemiske Fabrikker) og til saadanne Dele af Dampledning, der skal være stærkt krumme og kunne fjere⁶⁾, derimod kun undtagelsesvis til lige Dampledninger (undertiden i Skibe for at spare Vægt).

Angaaende Kobberrørs Anvendelse til Dampledning henvises til de tyske Normer i § 362, hvor den tilladelige Spænding er sat til 200 at; naar et Rørbrud ikke kan forvalde større Skade, gaas undertiden op til 300 at. For loddede Rør kan man kun regne med 130 at, og de bør som nævnt ikke udsættes for højspændt Damp. Naar Dampens Temperatur er over 250°, er det overhovedet ikke tilraadeligt at bruge Kobberrør, thi Trækstyrken ved 350° er knapt $\frac{1}{3}$ af den sædvanlige, hvis Paavirkningen er vedvarende.

Gode Kobberrør skal kunne bøjes om en Dorn, hvis Diameter er 3 Gange Rørets, uden at faa Revner eller Ridser og skal kunne slaas fladt sammen⁷⁾.

Til Samling af Kobberrør bruges enten Rør-Muffekoblinger (§ 340) eller Flanger. Flangerne kan være af Bronze, Rødgods eller Messing og er da loddede paa eller valsede fast ved Hjælp af Rørudvidere⁸⁾, men man kan ogsaa omberte Rørenderne og klemme dem sammen mellem Flanger af Støbejern.

Til *Københavns Kommunes* Dampopvarmningsanlæg forlanges Rør uden Længdesøm, og de skal samles med Metalunions loddede med Slaglod til Rørene, eller med paaloddede Rødgodsflanger med neddrejet Styrelist, eller med Støbejernsflanger, om hvilke Rørene bertles. Med Hensyn til Rørenes og Flangerens Dimensioner henvises til Tabellen i § 341.

Statsbanerne bruger trukne, uloddede Kobberrør til Rørledninger i Førerhuset.

e. Kobberblokke.

475. Til Udvalsnings bruges i Danmark mest elektrolytisk rensat Kobber fra Amerika; det købes som Blokke à ca. 70 kg, dels lange til Stænger og Traad, dels flade (cakes) til Plader. Til Legeringer bruges her i Landet mest Røraaskobber (f. Ex. til vore Mønter); det legerer sig lettere end Elektrolytkobber; Blokkene kan f. Ex. veje ca. 25 kg (ca. 45 . 8 . 8 cm).

D. Aluminium.

1. Egenskaber.

476. Aluminium er det Metal, der forekommer i størst Mængde paa Jorden, dog aldrig gedigent, men navnlig som Aluminiumilte, der sammen med Kisel-syre udgør en Bestanddel af mange Stenarter⁹⁾. Paa Grund af Jordens Aluminiumrigdom er Prisen hovedsagelig afhængig af Omkostningerne ved Udvingingen, og den er derfor sunket overordentlig, efterhaanden som man har fundet billigere Udvindingsmetoder¹⁰⁾.

Aluminiums Betydning for Teknikken skyldes navnlig dets ringe Vægt, gennemsnitlig 2650 kg/m³¹¹⁾.

Farven er skinnende tinhvid, men faar et blaaligt Skær under Luftens Indvirkning, idet der dannes en tynd Itehinde¹²⁾. Iøvrigt er dets kemiske Modstandsdygtighed overfor Luft, rent Vand, Kogsaltopløsninger og Svovlbrinte meget stor, og det paavirkes næsten ikke af Salpetersyre og fortyndet

¹⁾ Rørene leveres med indtil 2500 mm Diameter og i indtil 6 m Længde.

²⁾ Expansionsbøjninger af Kobber bruges ikke alene til Kobberledninger, men ogsaa til Jærnedninger.

³⁾ Naar Kobberrør skal bøjes, maa de paa Bøjestedet udstøbes med smeltet Beg eller Kolophonium.

⁴⁾ Se *Ingeniøren* 1897, Side 322.

⁵⁾ Den faste Jordskorpe indeholder ca. 7,81 % Al og kun 5,46 % Fe.

⁶⁾ I 1855 kostede 1 kg Al ca. 720 Kr., i 1856 ca. 270 Kr., i 1892 ca. 15 Kr. og i 1908 ca. 1,80 Kr. (§ 428). Udvingingen sker nu ved at lade en stærk elektrisk Strøm gaa over fra en kulforet Digel til en Kulpol, der dypper ned i den, mens Diglen er fyldt med Lerjord (Aluminiumilte) og Kryolit (Natriumaluminiumfluorid). Strømmen smelter Indholdet, og Lerjorden adskilles i Al og Ilt, af hvilke det første udtappes fra Diglens Bund, mens det sidste forener sig med Kulpolen til Kulilte, der brænder over Diglen.

⁷⁾ 2560 for støbt, 2680 for valset, 2700 for trukket Aluminium.

⁸⁾ Denne kan afvadskes med fortyndet Flusssyre (0,2 %) eller meget fortyndet Saltsyre.

Svovlsyre¹⁾, derimod angribes det af Klor (Søluft), opløses let af Saltsyre og Alkaliopløsninger²⁾ og ødelægges hurtigt i Havvand³⁾.

Strukturen er des finere, jo stærkere Aluminiumet er bearbejdet. Støbt Aluminium har en grovfibret Brudflade, mens den hos valset Aluminium er finfibret eller finkornet med Silkeglans.

477. Aluminiums **Varmeudvidelseskoefficient** findes i § 224. Det **smelter** ved næppe synlig Glødhede (ca. 670°), bliver meget tyndflydende og udfylder Formen fuldstændigt. Overgangen fra fast til flydende Tilstand sker saa langsomt, at det kan svejses. Derimod kan det ikke loddes, da det ved Lodde-temperaturen bedækker sig med en tynd Iltthinde. Iøvrigt er dets Affinitet til Ilt kun ringe, ogsaa naar det er smeltet, men i højere Temperaturer virker det stærkt reducerende paa Iltforbindelser, og det bruges derfor ofte som Tilsætning til Støbejern, Staal og Kobber, idet Luftudviklingen ved Støbningen formindskes, og Legeringerne renses⁴⁾.

Opvarmes en Blanding af pulveriseret Aluminium og et pulveriseret Metal-ilt til en meget høj Temperatur, vil Alumini- et forene sig med Iltet, altsaa brænde til Lerjord (Al₂O₃), og naar først Forbrændingen er indledet, vil denne bevirke en saa stærk Varmeudvikling, at Temperaturen stiger til ca. 3000°. Nederst i Diglen lægger det smeltede Metal sig, øverst Lerjord. Paa denne Maade kan man billigt fremstille meget rene Metaller. Opfindelsen skyldes Dr. **Goldschmidt** i Essen, der kalder den pulveriserede Blanding **Thermit**. Den bruges ikke alene som ovenfor nævnt, men ogsaa til Svejsninger, Smeltninger o. s. v., kort sagt overalt hvor man har Brug for den høje Temperatur. Thermitten bestaar da af Aluminium og Hammerskæl, og det rene, hede Jærnlader man flyde ned over den Genstand, der skal opvarmes; hvis Jærnet ikke maa blive siddende, kan man slaa det af efter Størkningen. Metoden bruges f. Ex. til Sammenlodning af Jærnplader⁵⁾.

478. Aluminium er overordentlig **smidigt** og lader sig let smede, valse, trække og præge. **Haardheden**, der er større end Tins, men mindre end Kobbers (§ 189), stiger ved saadan Behandling, men en Opvarmning til 150° nedsætter den atter. Urenheder formindsker Sejgheden, og Aluminiumet bør derfor være saa rent som muligt.

Aluminium **bruges** som Tilsætning til Støbejern og Staal samt til visse Dele af Automobile og Luftske (f. Ex. Motorernes Svinghjulskasser), endvidere til Elektricitetsledninger, Mønter, Maalekar og Husgeraad. Det meste Aluminium anvendes dog ikke rent, men legeret med andre Metaller.

Om **Styrkeforholdene** giver efterfølgende Tabel nogle Oplysninger:

	S _t ^{at}	δ %
Støbt	1000—1200	3
Koldt valset eller koldt overhamret	2350—2700	4,2—4,3
Udglødet efter kold Behandling	810—1000	19—20

E_t er ca. 675 000^{at}.

¹⁾ Ved kold Bearbejdelse forringes dets Opløselighed i fortyndet Svovlsyre, i Modsætning til hvad Tilfældet er med Jærnlader man flyde ned over den Genstand, der skal opvarmes; hvis Jærnet ikke maa blive siddende, kan man slaa det af efter Størkningen. Metoden bruges f. Ex. til Sammenlodning af Jærnplader⁵⁾.

²⁾ Kogekar af Aluminium maa derfor ikke vadskes med Soda eller Sæbe.

³⁾ Al kan forkobbres ad galvanisk Vej.

⁴⁾ Hvis man til Jærnlader man flyde ned over den Genstand, der skal opvarmes; hvis Jærnet ikke maa blive siddende, kan man slaa det af efter Størkningen. Metoden bruges f. Ex. til Sammenlodning af Jærnplader⁵⁾.

⁵⁾ Til Samling af Sporvejsskinner er Metoden opgivet, da Forbindelsen ikke bliver tilstrækkelig stærk.

479. Tilsætning af en ringe Mængde Kobber forøger Styrken uden at forøge Vægtfylden synderligt. Blandt saadanne Legeringer skal nævnes **Duralumin**, der sikkert vil faa stor Betydning, da det til en vis Grad forener Aluminiumets Lethed og kemiske Modstandevne med det bløde Staals Styrkeegenskaber¹⁾. Det kan hærdes ligesom dette, men uden at Brudforlængelsen aftager, og desuden er der den Mærkelighed, at Hærdeprocessen ingen øjeblikkelig Virkning har, men Haardheden og Styrken voxer i det paafølgende Døgn. I støbt Tilstand frembyder Materialet ingen Fordele, det bruges i Form af Stænger, Plader, Traad og smedede Stykker f. Ex. til Patronhylstre, Luftske, pressede Klokker til elektriske Ringeapparater (det har i Modsætning til Aluminium en smuk Klang) m. m.²⁾.

Magnalium er en Legering af Aluminium og Magnium, har samme Vt. som Al og kan modtage en meget høj Politur. Den er lettere at bearbejde end Al, kan f. Ex. files med finere File, uden at de tilstoppes. Med 2—4 % Mg har Legeringen sin største Styrke (indtil 2¹/₂ Gange Aluminiums) og Sejghed og kan hamres koldt, men i Almindelighed indeholder Legeringen 10—25 % og er da meget skør.

2. Handelsformer.

480. Aluminium gaar i Handelen som Blokke, Plader, Traad og Rør. 1ste Kvalitet indeholder 99,9 % Al, 2den Kval. 99,6—99,3 %, 3die Kval. 97,6—92,8 %.

Aluminiumplader udvælges i Tykkelser fra 0,2 til 5 mm. Tykke Plader vales ved en Temperatur af 150°, da Valseligheden saa er størst, mens tynde Plader vales koldt. For 3—5 mm Blik er S_t = 2000—2700^{at}.

Aluminiumtraad faas med Diametre fra 0,5—5 mm, varierende i Spring paa 0,5 mm. Hvorledes Styrkeforholdene ændres under Trækningen ses af følgende Tal, der gælder for Traad af samme Oprindelse³⁾:

	S _t ^{at}	δ ₉₀₀ %	φ %	Antal Vridninger paa 200 mm
3 mm Valsetraad	1170	15,0	23	24
7,32 mm trukket Traad	1550	4,5	27	20
5,87 » » »	1650	3,7	29	25
4,62 » » »	1800	3,3	30	27
3,57 » » »	1920	3,2	31	33
2,94 » » »	2000	3,0	33	38

Styrken overskrider sjældent 2700^{at}, Flydegrænsen er ca. ¹/₂ S_t (se Footnoten til § 467).

Aluminiumtraads Ledevne for Elektricitet er meget stor i Forhold til Vægten, saaledes at det kan betale sig at bruge Aluminium i Stedet for Kobber, naar Prisen pr. kg er under 2 Gange Kobberets. De sidste Aars lave Priser har derfor medført, at Aluminium har faaet Betydning som Materiale for Elektricitetsledninger.

Ganske rent Kobbers Ledningsmodstand er ¹/₁₀₀ Ohm pr. m og pr. mm² Tværnit ved 15°. Sættes saadant Kobbers Ledevne lig 100, bliver Ledevnen for de øvrige Metaller:

Solv	105	Aluminium	62	Tin	11,8
Rent Kobber	100	Zink	28	Bly	8,0
Alm. Kobber	98	Platin	17,8	Kviksølv	1,66
Guld	77	Jærnlader man flyde ned over den Genstand, der skal opvarmes; hvis Jærnet ikke maa blive siddende, kan man slaa det af efter Størkningen. Metoden bruges f. Ex. til Sammenlodning af Jærnplader ⁵⁾ .	10—15		

¹⁾ Der forhandles 5 forskellige Legeringer; for den blødeste og haardeste fandtes:

	S _t ^{at}	FG ^{at}	δ %	φ %	H _g mm ²
Blød Plade, 7 mm tyk	3600	1900	25,0	34	98
Koldtvalset Plade, 2 mm tyk	4750		4,0	12	139
Blød Plade, 7 mm tyk	4590	2590	17,5	21	125
Koldtvalset Plade, 2 mm tyk	6210	5410	3,0	11	174

H er Brinells Haardhedstal bestemt med en Kugle af Diameter d = 0,25 cm og for et Tryk P = 1000 d²; for blødt Patronmessing er H = ca. 60.

²⁾ Legeringen er opfundet af en tysk Ingeniør, **Alfred Wilm**, og fremstilles i Tyskland af **Dürerer Metalwerke**, i England af **Vickers Sons & Maxim**. Det indeholder 3,5—5,5 % Cu, 0,5—0,8 % Mn og 0,5 % Mg; det sidste Metal fremkalder Haardhedstilvæxten ved Hærningen, mens de to andre betinger Legeringens naturlige Haardhed, der er 2,75 Gange saa stor som Aluminiums. Vægtfylden er 2,75—2,84, Smeltepunktet ligger ved ca. 650°; den elektriske Ledningsmodstand er større end Aluminiums. Styrken synker jævnt med stigende Temperatur, og Legeringen egner sig derfor ikke til Brug i højere Temperaturer end 150°. Prisen er 50 % højere end Aluminiums.

³⁾ *Elektrotekniker* 1908, Side 177.

Hvis man af hvert af disse Metaller vilde fremstille en 1 km lang Traad og afpasse Tvær-
snittene saaledes, at Modstanden for dem alle var 1 Ohm, vilde Traadens Vægt og Pris blive:

Aluminium . . .	75 kg à	3,00 Kr. =	225 Kr. ; Tin	1025 kg à	3,00 Kr. =	3075 Kr.
Alm. Kobber . .	152 »	1,40 » =	213 » ; Jern	1080 » »	0,20 » =	216 »
Sølv	168 »	72,00 » =	12096 » ; Platin	2010 »	1650,00 » =	3316500 »
Zink	402 »	0,50 » =	201 » ; Bly	2360 » »	0,28 » =	661 »
Guld	418 »	2480,00 » =				1036640 »

Sammenstillingen er taget fra *H. Pade: Aluminiumtraad (Elektrotekniker 1908, Side 177)*.
Se ogsaa *Ingeniøren 1909, Side 446*.

E. Tin.

1. Egenskaber¹⁾.

481. Tin smelter ved 230° og er i smeltet Tilstand tyktflydende, saa det ikke udfylder Formene godt, men en Blytilsætning gør det mere støbeligt²⁾.

Det er blødere end Zink, Aluminium og Kobber (§ 186 og 189), men en Del haardere end Bly. Det er smidigt og kan hamres og udvales til ganske tynde Plader (Tinfole eller Stanniol), men vanskeligt trækkes til Traad, da det ikke er stærkt³⁾, derimod kan Tintraad presses ligesom Blytraad.

Smidigheden er større ved 100° end ved normal Temperatur, og i lave Temperaturer omdannes Tin til en graa Modifikation, der er saa skør, at den kan falde hen til et Pulver. Dette er gentagne Gange sket i meget kolde Lande med Genstande af rent, støbt Tin f. Ex. Blokke, Plader, Orgelpiber og Knapper. Nyere Undersøgelser har vist, at Fænomenet, der benævnes **Tinpest**, optræder, naar blot Tinnet i længere Tid udsættes for Temperaturer under +20°⁴⁾.

Tinnets Farve er ellers hvid med Sølvglans. Strukturen er krystallinsk, og en Tinstang knager ved Bøjning, idet de enkelte Krystallflader glider paa hinanden⁵⁾. Ved Valsning ophæves den krystallinske Struktur, i alt Fald i Overfladen, og Materialet bliver sejgt, men det synes, som om Krystallerne atter danner sig ved Henliggen, saaledes at Materialet igen bliver skørt. Iagttagelser af denne Art er gentagne Gange gjort paa Hvidblik og Stanniol⁶⁾.

Tin er meget modstandsdygtig baade i Luft og Vand og opløses ikke af svage Syrer, men af Saltsyre og koncentreret Svovlsyre.

Godt Tin maa være frit for Urenheder⁷⁾ og maa bevare sin blanke Overflade i Luften.

482 Tin bruges kun sjældent i ren Tilstand, men derimod legeret med større eller mindre Mængder Bly, hvorved faas et billigere, haardere⁸⁾ og lettere smelteligt Materiale⁹⁾. Saadanne Tinblylegeringer bruges til Støbning af Husgeraad og Orgelpiber, til Loddemetal¹⁰⁾, det meste Stanniol og farveligere Hvidblik. Til Stanniol og til Fortinning (§ 425) bruges dog ogsaa rent eller

¹⁾ Tin vindes af Tinsten (Tintveilt, SnO₂), der med Kul reduceres til Tin.

²⁾ I Nærheden af Smeltepunktet er det meget skørt og kan ved Hamring sønderdeles til de i Handelen gaaende Tinkorn. I Hvidglødhede fordampes det. Varmeudvidelsen for 1° Opvarmning er 1,93 mm pr. 100 m.

³⁾ For støbt Tin er S_t = 350–400 at (§ 36) og E_t = 400 000 at.

⁴⁾ Det graa Tins Vt. er kun 5,76, mens normalt Tin har en Vt. af 7,2 i støbt og 7,3–7,5 i valset Tilstand. Se i øvrigt *Den tekniske Forenings Tidsskrift 1909, Side 17*.

⁵⁾ Brudfladen er derimod uregelmæssig, ikke krystallinsk.

⁶⁾ Se *Teknisk Forenings Tidsskrift 1910, S. 210*.

⁷⁾ Arsen, Bly, Jern, Kobber, Vismut.

⁸⁾ En Legering med 30% Pb er ca. 1½ Gang saa haard som rent Tin.

⁹⁾ Den eutektiske Legering indeholder 31% Bly og størkner ved 180°.

¹⁰⁾ 33–65% Pb.

næsten rent Tin. Til Genstande, der kommer i Berøring med Madvarer, maa Blytilsætningen ikke være for stor af Hensyn til Blysaltenes Giftighed¹⁾.

483. Britanniametal er en blaalighvid Legering af Tin, 4–9% Antimon og 2–3% Kobber; det er haardere end Tinnet og dets Blylegeringer og kan blive mere blankt. Det egner sig godt til støbte Ornamente, da det giver skarpe Afstøbninger. Det bruges ogsaa (i Stedet for de sundhedsfarlige Tinblylegeringer) til Køkkensager, der gerne forfærdiges af valset Blik. Vt. er 7,32–7,36.

2. Handelsformer.

484. Tinnet og dets Blylegeringer gaar i Handelen som Tinfole, Rør, Blokke, Strænger og Korn.

Tinfole sælges i Ruller paa 5–6 kg, Tykkelsen er 0,2–0,008 mm. Der udvales flere Lag paa en Gang, idet de enkelte Lag er adskilte ved Petroleumshinder. Det bruges f. Ex. til Beskyttelse af Træ mod Straalevarmen fra Varmeapparater.

Tinrør bruges undertiden til Vandledninger, samt til Gasledninger paa fareløse Steder, naar Diameteren er lille. Lysningen er 4–50 mm, Godstykkelsen 1,5–3 mm. Den tilladelige Spænding sættes gerne til s_t = 60 at.

Tinblokke bruges til Støbning, til Fortinning af Jern og Kobber og til Legeringer, hvortil det meste Tin anvendes. Blokkens Vægt er indtil 60 kg, og Tinnet benævnes efter Hjemstedet: Bangka-, Bilitong-, Malakka-, australsk og engelsk Tin. Bangkatin er det bedste og reneeste og benyttes til Kunstager (f. Ex. af Kayser, Berlin). Engelsk Tin (Lammetin) indeholder gerne 99% Sn. Bøhmisk, sachsisk og peruansk Tin er urene Sorter. Prisen er omtalt i § 428.

F. Nikkel.

485. Nikkel vindes af Svovl- og Arsenforbindelser gennem temmelig vidtloftige Processer som Nikkelforlit (NiO), der æltes sammen med Sirup og skæres ud i smaa Tærninger med 1–3 cm Sidelinie, der ved Glødning reduceres til Nikkel og bringes i Handelen i denne Form. Prisen er omtalt i § 428.

Nikkels Farve er sølvhvid med et gulligt Skær; det kan poleres meget blankt og staar sig godt mod Luften, Vand, fortyndede Syrer og Alkaliopløsninger. Haardhed (§ 186) og Styrke er omtrent som Jærns, og det er ligesom dette svejselet og kan ogsaa svejses til Jern og Staal (Plettering). Det er meget strækkeligt og kan vales, smedes og trækkes til Traad.

Det smelter ved ca. 1500° og er i smeltet Tilstand tyktflydende. For støbt Nikkel er PG_t = 380 at, FG_t = 910 at, S_t = 3050 at, δ = 17%, E_t = 1687000 at.

Det bruges til Madgryder, Husgeraad²⁾ og Mønter samt til Formikling af Jern, Zink, Kobber, Messing og Bronze, dels for at beskytte disse Metaller mod Iltning, dels for at forsikne dem og dels for at give de blødere af dem en haardere Overflade (§ 425).

Det meste Nikkel bruges dog til Legeringer, navnlig som Tilsetning til Messing og Staal. Det har en stor Evne til at farve en Legering lys, saaledes indeholder de tyske Nikkelmønter kun 25% Ni, mens Resten er Kobber. Den samme Legering (20–25% Ni) bruges til danske Vægtlodder, der skal justeres fint. Blandt Kobbernikkellegeringerne skal iøvrigt nævnes *Konstantan* (60 Cu + 40 Ni) og *Manganin* (86 Cu + 12 Mn + 2 Ni), der begge bruges til elektriske Modstande.

G. Kobberlegeringer.

1. Oversigt over Legeringernes Egenskaber.

486. Ved at sammensmelte to eller flere Metaller faar man en Legering, hvis Egenskaber ofte afviger betydeligt fra Modermetallernes³⁾. F. Ex. egner hverken Tin eller Kobber sig til Støbning, mens en Legering af dem (Bronze) er et fortrinligt Støbemateriale.

Støbelighed er i det Hele taget en fremtrædende Egenskab hos de fleste Legeringer og en vigtig Aarsag til deres Anvendelse, thi af de billigere Metaller (Jern, Bly, Zink og Kobber) er kun Bly og Zink letstøbelige, og de er i

¹⁾ I Tinlegetøj kan der være indtil 50% Pb, mens der i Køkkentøj højst maa være 10% (paabudt i Tyskland). Til Fortinning af Køkkentøj bør anvendes Tin med højst 1% Pb. Til Fortinning af Kobbertraad, der isoleres med vulkaniseret Gummi, maa Tinnet være absolut frit for Bly, da der ellers dannes Blyulfat, som ødelægger Gummiet. Til danske, justerede Maalekar maa Fortinningen højst indeholde 1% Bly, og Loddemetallet højst 10%.

²⁾ Køkkentøj af Nikkel staar sig betydeligt bedre end Køkkentøj af Aluminium baade i kemisk og mekanisk Henseende.

³⁾ Smeltningen sker gerne i smaa Digler, rummende indtil 50 kg.

mange Tilfælde for bløde og svage; Jærn er vanskeligere at støbe og svært at bearbejde og har tillige den Fejl at ruste. Legeringer, der forener Letstøbelighed med smuk Farve, kemisk Modstandsdygtighed, Haardhed og Styrke, udfylder derfor et Hul i Metallernes Række.

Naar nogle særlige Lejelegeringer undtages, indeholder de i Ingeniørteknikken anvendte Legeringer alle Kobber som Hovedbestanddel, thi Bly og Zink alene kan ikke præstere den fornødne Styrke, og Jærn egner sig ikke til at legeres med dem.

487. Legeringernes Egenskaber kan i de færreste Tilfælde udledes af Modermetallernes.

Smeltepunktet ligger gerne lavere end det Tal, man regner sig til af Blandingsforholdet og Enkeltmetallernes Smeltepunkt. Da en finkornet Struktur giver større Styrke end en grovkornet, og da Krystalstørrelsen aftager med Støbetemperaturen, er det en Fordel at denne er lav. Ogsaa Blæredannelsen forringes med Støbetemperaturen.

Støbeligheden kan ofte fremkaldes ved en ganske ringe Tilsætning; blot 1% Zink eller Tin gør Kobber støbeligt.

Haardheden kan være meget større end det haardeste af Raastoffernes, og med Haardheden voxer Slidfastheden, Klangfuldheden og Evnen til at modtage en varig Politur. En Tintilsætning forøger Kobberets Haardhed i langt højere Grad end en Zinktilsætning.

Naar et stærkere Metal legeres med et svagere, voxer det førstes **Styrke** med Tilsætningens Størrelse til et Maximum, hvorefter Styrken atter aftager. Kobberets Styrke forøges ved en Zinktilsætning, i højere Grad ved en Tintilsætning og i endnu højere Grad ved en Aluminiumtilsætning.

Sammen med Brudgrænsen voxer Flydegrænsen, men hurtigere, og naar Brudgrænsen har naaet sit Maximum, vedbliver Flydegrænsen at stige, saa at de to Grænser tilsidst falder sammen.

Brudforlængelsen forholder sig som Hovedregel omvendt af Styrken, dog har mange kobberige Legeringer en større Brudforlængelse end ulegeret Kobber, fordi dettes Kobberforilte reduceres af det andet Metal.

Den kemiske Modstandsdygtighed overfor Salpetersyre og Havvand er som Regel større hos Kobberlegeringerne end hos det ulegerede Kobber.

Evnen til at lede Elektricitet er altid mindre hos Legeringerne end hos de rene Metaller. Selv de sletteste Ledere bliver endnu slettere ved at legeres med gode Ledere.

2. Kobber-Zink-Legeringer.

a. Oversigt.

488. Kobber og Zink lader sig i alle mulige Forhold sammensmelte til homogene Legeringer, hvis Egenskaber dog varierer stærkt med Blandingsforholdet.

Alle Legeringerne kan **støbes**, desto bedre, jo mere Zink de indeholder, thi Zinket sænker Smeltepunktet og gør den smeltede Masse letflydende¹⁾. Hvis

¹⁾ Mens Kobber smelter ved 1054° og Zink ved 412°, er Smeltetemperaturen for deres Legeringer i Følge Lucas:

Kobber i %	90,5	80,3	69,5	60,2	51,0	39,7	31,0	25,1	20,4
Zink i %	9,5	19,7	30,5	39,8	49,0	60,3	69,0	74,9	79,6
Smeltepunkt i C°	1020	1000	945	880	852	812	790	700	592

det er af Vigtighed at faa tæt Gods, bør Zinkindholdet dog ikke være for stort, thi med Zinkmængden voxer Svindet, saaledes at der i zinkrige Legeringer nemt opstaar Svindhulheder, selv om man bruger Dødhoved og andre forebyggende Midler.

489. Kobberets store **Smidighed** i kold Tilstand aftager kun langsomt med voxende Zinktilsætning¹⁾. Legeringer, der skal vales koldt eller trækkes til Traad og Rør, indeholder dog sjældent over 35% Zink, som Regel kun 20—30%. Ved Bearbejdelsen bliver Materialet haardt og skørt, og det maa derfor udglødes mellem de enkelte Valsninger eller Trækninger. Messingrør og andre Messingvarer, der er bearbejdede stærkt i kold Tilstand, kan ved Trækningen faa indre Spændinger, der senere hen kan give Anledning til Revnedannelse blot ved et overfladisk Angreb af Ætsemidler, Vand eller Atmosfærilier; samtidig med at Røret revner, deformeres det som Følge af Spændingernes Udløsning; lignende Forhold træffes hos Aluminiumbronce og Fosforbronce. Denne Tilbøjelighed forsvinder ved en Udglødning.

For koldtvalset og derpaa fuldstændig udglødede Plader har **Charpy** fundet Brudforlængelsen større end for rent Kobber og stigende med Zinkindholdet til et Maximum ved ca. 30% Zink:

Zinkindhold i %	0	10,1	18,4	30,2	40,4	44,7	49,7
S ₁ ^{at}	2180	2410	2680	2890	3840	4800	1000
σ _{0,2} %	31,6	36,0	41,4	56,7	35,2	18,3	2,0

Den zinkrigeste Legering kunde ikke vales, og Stangen blev derfor udfræset og udglødet.

490. **Styrken** voxer med Zinkmængden til et Maximum, der ved Charpys Forsøg ligger ved ca. 45% Zn. For Støbegods²⁾ angiver **Mallet**:

Zinkindhold i %	10—11,5	12,7—25,5	34—66	68,5
S ₁ ^{at}	1850	2000	1600	320

Haardheden voxer med Zinkmængden og naar sit Maximum (ca. 2 Gange Kobberets) ved 50% Zink; derefter aftager Haardheden atter, mens Skørheden stadig voxer. Hvor det særlig kommer an paa Haardhed, anvender man ikke disse Legeringer, men Bronze (§ 186 og 189).

Naar Legeringerne indeholder under 35% Zink, er de **rødske** og kan kun bearbejdes koldt. Legeringer med 35—45% Zink er derimod **smedelige** i Røglødhede, og Smedeligheden kan forøges ved Tilsætning af indtil 3% Jærn.

Legeringernes **Pris** voxer³⁾ med Kobberindholdet, da Kobber^{val} er 2—3 Gange dyrere end Zink.

Farven er rødlig gylden eller ren gul efter Blandingsforholdet⁴⁾.

Ved Kobber-Zink-Legeringernes **Fremstilling** maa der altid kommes mere Zink i Diglen end det færdige Produkt skal indeholde, da 5—8% af Zinkmængden brænder bort.

¹⁾ Selv Legeringer med 50% Zn kan med Forsigtighed bearbejdes koldt.

²⁾ *Bach* har ved Forsøg med støbt Messing fundet: $PG_1 = 650^{at}$, $S_1 = 1671^{at}$, $\delta = 13\%$, $\varphi = 17,4\%$, $E_1 = 802000^{at}$; Stangen havde ved et tidligere Forsøg været belastet med 526^{at}, hvorved fandtes:

$$\sigma = \frac{1}{947000} \sigma 1,088.$$

Charpy har for støbt Messing med 33% Zn fundet $S_1 = 3270^{at}$, $\sigma_{0,2} = 66,3\%$, $\varphi = 58\%$; Legeringens Styrke i højere Temperaturer er vist paa Fig. 162 (§ 528).

Støbt Messings Knusningsstyrke kan f. Ex. være 725^{at}.

³⁾ Indtil 14% Zn gør Farven brunligrød (mørkere end Kobber), 14—20%: brungul, 20—30%: lysegul, 30—48%: rødgul, 48%: guldgul, 68%: hvidlig, 70%: graa, 75%: lys blaagraa.

491. Legeringerne kan inddeles i 3 Grupper:

1. **Legeringer, der udelukkende bruges til Støbegods (Rødgods og Messinggods).** De indeholder 5—45 % Zink samt ofte noget Tin og Bly¹⁾.

2. **Legeringer, der er rødskøre,** men som i kold Tilstand er smidige og kan vals og trækkes. De indeholder sjældent over 35 % Zink og hverken Tin eller Bly, som vilde forringe Sejgheden. Hertil hører Tombak og Messing²⁾.

3. **Smedelige Legeringer** med 35—45 % Zn. Til disse hører Muntzmetal, Deltametal, Duranametal, Romametal, Stonebronze³⁾ o. s. v., der alle indeholder omkring 40 % Zn samt for de flestes Vedkommende desuden smaa Mængder af andre Metaller⁴⁾.

De **rødskøre** Legeringer kan kun bearbejdes koldt og kan ikke bruges til Genstande, der er udsat for høje Temperaturer som Dampkedelde og lignende, da de mister deres Styrke og Sejghed i Varmen.

De **smedelige** Legeringer kan derimod smedes og vals i Rødguldhed, og deres Styrkeegenskaber er ofte særlig fremragende og bevares i forholdsvis høje Temperaturer, hvorfor disse Materialer finder stor Anvendelse i Maskinbygningen til Dele, der skal taale stærk Varme⁵⁾. Paa Grund af deres store Zinkindhold bliver de dog let forbrændte, naar de opvarmes til Smedning, og der viser sig da hvide Dampe af Zinkilte. De maa derfor smedes i mørk Rødguldhed. Jo mere Zink Legeringerne indeholder, ved en desto lavere Temperatur indtræder den forbrændte Tilstand, og den viser sig ved, at Genstanden bliver skør, mens Trækstyrken ikke paavirkes synderligt.

Nærmere Oplysninger om de enkelte Legeringer gives senere.

492. Tabellen Side 187 giver en Oversigt over de Fordringer, den tyske Krigsmarine stiller til Kobber-Zink-Legeringer; Flydegrænsen (Elastizitätsgrenze) er den Spænding, der fremkaldes en blivende Forlængelse paa 0,2 % af Maalelængden; v er den Vinkel, gennem hvilken kolde Prøvestænger skal kunne bøjes omkring en Dorn, hvis Diameter er 2 Gange Stængens Tykkelse; i den med T betegnede Spalte er angivet, om Materialet skal prøves i Leveringstilstanden (L), eller om Prøvestængerne først skal glødes (gl); Vf. er Vægtfylden.

b. Rødgods og Messinggods.

493. De Legeringer, der bruges til Støbegods, indeholder 5—45 % Zink samt ofte noget Tin (indtil 4 %) og ca. $\frac{1}{2}$ % Bly. Tinet sættes til for at forøge Haardheden og Styrken⁶⁾, mens Blyet letter Genstandens Afdrejning ved at gøre Spaanen skør. Da bægge disse Stoffer forringer Sejgheden, maa de ikke findes i Materiale, der skal vals koldt eller trækkes; saadant Materiale sammen-smeltes af rent Kobber og Zink, mens der til Støbegods ofte sættes gammelt Messing med Loddemetal paa; i de fleste Leveringsbetingelser forlanges dog ogsaa af Støbegods, at det skal være blyfrit.

¹⁾ Over 45 % Zn (indtil 55) bruges kun til Messingslaglod (der maa have et lavere Smeltepunkt end det Messing, der skal loddess).

²⁾ Ved til Messing at sætte Nikkel m. m. faas Nysølv og Arguzold.

³⁾ Bruges til Skibsskruer og Støttebolte i Lokomotiver.

⁴⁾ Til de smedelige Legeringer slutter sig Aluminiummessing, hvis Zinkindhold er ringere end de øvrige.

⁵⁾ Den franske Marine anvender dem ved Siden af Staalstøbegods, naar Dampspændingen er over 15^{at}, og forlanger:

	EG ^{at}	S ^{at}	δ %
ved 15°	1200	3500	18
» 215°	1500	2500	20

⁶⁾ For Støbegods af Sammensætning: 55 Cu + 43 Zn + 2 Sn fandt Thurston S_c = 4570^{at}.

Legering	Sammensætning	FG ^{at}	S ^{at}	$\delta_{1,5}$ %	v°	T	Vf.
Alm. Messinggods til underordnede Dele	66 $\frac{2}{3}$ Cu + 33 $\frac{1}{3}$ Zn		1500	10	45 ¹⁾	L	
Bedste — — vigtigere Dele	70 Cu + 30 Zn	600	2000	15	45 ¹⁾	L	
Tyndt Messingblik til Blikkenslagerarb.	72,5 Cu + 27,5 Zn		3600	20	180 ²⁾	L	8,55
Marinemessing I, Plader,			3600	10	180 ²⁾	L	8,50
do. do.		2000	3000	20		gl	
do. do. Stænger	70 Cu + 29 Zn + 1 Sn		4000	20	180	L	
do. do. Rør			3500	25		gl	8,50
Messingplader til Skibsforhudning, 1—1,5 mm tykke	Mindst 62,5 Cu, ca. 37 Zn, højst 0,8 Pb		4000	20	180 ⁴⁾	gl	8,42
Naval brass (Marinemessing II), Plader			4000	20	180 ⁴⁾	gl	8,40
do. do. Stænger	62 Cu + 37 Zn + 1 Sn	1200	3500	30	180	L	
do. (halvhaardt), do.		3000	4000	18	90	L	
Muntzmetal, Plader			4000	20	180 ⁴⁾	gl	8,37
do. do. Stænger, blødt	60 Cu + 40 Zn	800	3000	40	180	L	
do. do. do. halvhaardt		2000	4000	20	90	L	
do. do. Rør	58—60 Cu + 40—42 Zn		3500	25		gl	8,37
Deltametal, Duranametal o. s. v., Plader			4000	20	180 ⁴⁾	gl	8,40
do. (blødt) do. Stænger	55,5—59 Cu + 37—42 Zn	1200	3500	30	180	L	
do. (halvhaardt) do.	+ Fe, Mn, Al, Pb o. s. v.	3000	4500	20	90	L	

Rødgods kalder man de zinkfattige Legeringer, hvis Farve er rødlig⁵⁾. De bruges navnlig til Støbning af smaa Maskindele (Armaturredle), der ikke udsættes for Slid eller andre mekaniske Paavirkninger, og som man derfor ikke vil udføre af Bronze, men som dog ønskes af et sejgere og tættere Materiale end almindeligt Messing. Naar der stilles større Fordringer til Haardhed, Styrke og Modstandsdygtighed i Varme, formindskes Zinkmængden og forøges Timængden, og der er derfor en jævn Overgang mellem disse Legeringer og kobberig Maskinbronze⁶⁾. Da man ikke paa Genstandene kan se Tinindholdets Størrelse, bruges Betegnelsen Rødgods — og det samme gælder Betegnelsen Metal — hyppigt for alle de Kobber-Zink- og Kobber-Tin-Legeringer, der indeholder over 80 % Kobber, og hvis Farve derfor er rødlig.

Messinggods kalder man de zinkrige, lysegule Legeringer, der bruges til Dørgreb og Beslag⁷⁾, til alle Haner og Ventiler paa Gas- og Vandledninger⁸⁾ samt til mindre Maskindele, der ikke udsættes for Varme. De nævnte Genstande indeholder gerne mellem 30 og 35 % Zink⁹⁾; i zinkrigere Gods opstaar der nemt Svindhulheder (§ 488). Til Haner og Ventiler for større Tryk er Messing overhovedet ikke tæet nok.

¹⁾ Prøvestængerne er kvadratiske med 3 cm Sidelinie.

²⁾ Blikket skal kunne bøjes fladt sammen uden Dorn.

³⁾ Naar Tykkelsen er 10 mm eller mindre, skal Pladen kunne bøjes fladt sammen uden Dorn, er Pladen tykkere, bruges den sædvanlige Dorn.

⁴⁾ Naar Pladetykkelsen er over 10 mm, skal Dornens Diameter være 4 Gange Tykkelsen.

⁵⁾ De indeholder gerne 7—17% Zn og 0—3% Sn samt undertiden noget Bly. Vf. er ca. 8,6.

⁶⁾ Rødgods til Slaggetorne indeholder 5 % Zn og 1—4 % Sn.

⁷⁾ Statsbævnoggenes Dørhængsler er udfærsede af Messinggods med Sammensætningen 70 Cu + 30 Zn.

⁸⁾ Til Gas- og Vandledningsanlæg forlanger Københavns Stadsingeniør blyfrit Messing med højst 35 % Zn; til Rigshospitalet forlangtes til samme Brug: 66 Cu + 34 Zn og intet Bly. Anboringshaner paa Vandledninger har dog Bronzetolde (§ 529).

⁹⁾ Vf. er ca. 8,7. Ved Legeringernes Fremstilling maa der tages Hensyn til at noget Zink brænder bort. En københavnsk Gørtler har meddelt mig, at han støbte nævnte Haner af 64 Cu + 36 Zn, mens han til spinkle Galanterivarer, der er udsatte for at knække, brugte et mere højeligt Messing fremstillet af 67 Cu + 33 Zn.

494. I Leveringsbetingelser for Rodgods og Messinggods saavel som for Broncegods forlanges, at de støbte Genstande skal have en regelmæssig Struktur, fri for Hulrum og andre Fejl. De anvendte Metaller skal være ny og af de rene Handelsmærker. Zinkindholdet skal ligge mellem 97 og 103 % af det forlangte, Indholdet af de andre Stoffer mellem 98 og 102 %; Indholdet af fremmede Stoffer maa ikke overstige 0,6 % af Legeringens Vægt, hvilket svarer til den Renhed, hvormed de ulegerede Metaller gaar i Handelen: af Arsen, Vismut og Antimon maa der kun findes Spor.

Stænger til Træk- og Bøjelighedsforsøg støbes samtidig med Genstandene og, hvis disse er store, i eet med dem. Brudfladernes Farve og Kornstørrelse skal være ganske ensartet. De overtrukne Stængers Udseende er omtalt i § 32.

Undertiden underkastes Genstandene en Klangprøve, idet de hænges frit op og slaas fra alle Sider med en Hammer. Er Klangen ikke klar, tyder det paa Støbefejl, og man kan da bore ind paa de tvivlsomme Steder og maale Hulrummets Størrelse ved at fylde Vand paa.

Godsets Tæthed kan bedømmes ved en Vandtryksprøve.

Angaaende de Fordringer, der kan stilles til Styrke m. m. se § 492.

c. Rødske Kopper-Zink-Legeringer.

α. Tombak.

495. Tombak indeholder gerne 12—18 % Zink, mens Resten er Kobber. Det har en guldgulvne rød Farve, men bliver hurtigt sort i Luften. Det er strækkeligere end Kobber og samtidig billigere; det bruges hovedsagelig til forgyldt Traad, forgyldte presrede Galanterivarer, nægte Bladguld (indtil $\frac{1}{100}$ mm tykt) o. lign. For Blik er Vf. 8,8, for Traad: 9.

β. Messing.

496. Messing indeholder 20—35 % Zn, sjældent mere, og har en lysegul Farve. Det er udmærket støbeligt, kan valsels koldt og trækkes til Traad ligesom Tombak og er billigere; da det desuden ser godt ud og ikke rustner, bruges det meget til Genstande, af hvilke der ikke kræves særlig stor Styrke eller Haardhed. Det ilter sig ikke saa let som Kobber og behøver derfor ikke at pudses saa tit; ofte ferniseres det dog for ikke at irre.

Foruden som Støbegods gaar det i Handelen i Form af Plader, Stænger, Traad og Rør.

Smeltepunktet ligger ved 900—1000°. Om Varmudvidelseskoefficienten se § 224. Vf. er 8,5—8,7. Messing med over 0,02 % Vismut er koldskørt og kan ikke valsels uden at faa Revner.

497. Messinget udstøbes til Tavler, der derpaa valsels til Plader, eller af hvilke der skæres Strimler, som valsels til Stænger eller trækkes til Traad. Valsningen sker koldt ligesom Trækningen, og mellem hver Valsning maa Pladen udglødes, hvorefter den bedekkes med en sort Hinde af Kobbertveilt. Pladerne kommer i Handelen som sorte, bejtsede, skrabede paa den ene eller paa begge Sider eller polerede. Tykkelsen er 1—17 mm, Bredden 30—65 cm og Længden f. Ex. 2 m.

Tyndt Messingblik leveres enten i Ruller eller sammenfoldet. I første Tilfælde er Tykkelsen 0,12—0,4 mm, Bredden 12—46 cm aftagende med voxende Tykkelse og Længden ca. 6,5 m. I andet Tilfælde er Tykkelsen 0,3—2 mm, Bredden 18—26 cm og Længden 1—5,5 m.

Messingplader bruges f. Ex. til Beslag, Rør og Blikkenslagerarbejde og indeholder gerne under 30 % Zn. Det bedste tyske Messingblik, der f. Ex. bruges til Musikinstrumenter, indeholder 20 % Zn. 30—40 % Zn findes kun i tarveligt Blik til Legetøj og Genstande af meget enkelt Form. Skal Blikket sammenlødtes med Slaglod, maa Zinkindholdet være ringe, da Lødestedet ellers ikke bliver stærkt.

Messingtraad faas baade haard og blød. For haardtrukken Traad med d mm Diameter er $S_t = 5480 + \frac{1020}{d}$, for udglødet Traad: $2870 + \frac{700}{d}$. For haardtrukken Traad er $PG_t = ca. 0,25 S_t$ og $E_t = 1000000$ at; den bruges bl. a. til Fremstilling af Messingskruer.

Messingrør har enten en loddet Fuge, eller ogsaa fremstilles de sømløse ved Trækning; de leveres gerne haardtrukne, men kan uden Fordyrelse faas udglødede. Messingrør bruges f. Ex. til Kondensatorer og er da gerne fortinne. Forniklede Rør bruges ofte som Til- og Afledningsrør for Vadskekummer. *Bergmanns Rør*, der bruges til Beskyttelse for elektriske Lysledninger i Huse, bestaar af Papiir impregneret med Asfaltak og bekedt med Messingblik.

498. I Leveringsbetingelser for Plader, Stænger og Rør af Messing stilles de samme Fordringer til Renhed og nøjagtig Overholdelse af Sammensætningen som i Leveringsbetingelser for støbte Varer, kun skal Zinkindholdet ligge mellem 99 og 102 % af det forlangte, og Indholdet af de andre Stoffer mellem 99,5 og 101 %.

Pladernes Trækstyrke undersøges kun, naar Tykkelsen er 3 mm eller mer. Plader af 4 mm Tykkelse og derunder bør i kold Tilstand efter at være udglødede kunne hamres ud til en Kuglekalt (Fig. 161), hvis Diameter er 25 Gange Pladetykkelsen, og hvis Højde er 12 $\frac{1}{2}$ Gange Pladetykkelsen.

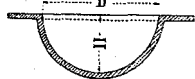


Fig. 161.

γ. Nysølv.

499. Nysølv, Argentan, Paktfong, Alfende, Alpaka, Christoffemetal, Kinasølv er altsammen Messing, der ved en Nikkeltilsætning er gjort lyst og sølvglende. Smidigheden voxer med Kobberindholdet, der i Almindelighed udgør 50—66 %. Vægtydnen er 8,4—8,7. Det er ikke fuldt saa strækkeligt som Messing og vanskeligere at støbe, men stærkere og haardere og kan poleres meget blankt. Det er mere modstandsdygtigt baade mod Luft og Syrer. Det bruges hovedsagelig til Genstande, der skal ligne Sølv, særlig naar de skal forsvælses (Plet). Den mest sølvglende Legering sammensættes af 55 Cu + 30 Zn + 18 Ni, men Sammensætningen varierer en Del (12—26 % Ni); det anvendes baade i støbt Form, som Blik (der kan drives) og som Traad.

Nysølvtraad, der bruges til elektriske Ledningsmodstande, kaldes ofte **Nikkelintraad** og kan f. Ex. have Sammensætningen: 54 Cu + 20 Zn + 26 Ni. For blød Nysølvtraad er $S_t = 5200$ at, for haard: 7200—8000 at.

Arguzoidmetal er en engelsk, nysølvagtig Legering, der bruges til Jærnbanevagonhaandtag. Den bestaar af 55,8 Cu + 23,2 Zn + 13,4 Ni + 4,0 Sn + 3,5 Pb + Spor af Fe. Den udmærker sig ved større Støbelighed end almindelig Nysølv.

d. Smedelige Kopper-Zink-Legeringer.

α. Muntzmetal.

500. Muntzmetal eller **Yellowmetal** er ikke andet end Messing med saa meget Zink, at Legeringen ikke er rødske. Sammensætningen er gerne 60 Cu + 40 Zn samt undertiden lidt Bly og Tin. Det bruges meget i Skibsbygningen, navnlig til Forhudning, da det er billigere end Kobber, samt til Skibsbolte, Rør og Rørplader i Kondensatorer, Pumpestænger, Skibsbeslag m. m.

Hvor det stadig er i Berøring med Havvand, opløses Zinket paa Grund af galvaniske Virkninger mellem Legeringens Bestanddele, og den gule Farve bliver efterhaanden rød, idet Legeringen sluttelig reduceres til en Blanding af Kobber og Zinkoxyd¹⁾. Varigheden forøges betydelig ved en lille Tintilsætning. Ved Metallets Anvendelse til Skibsforshudning kan det iøvrigt være en Fordel, at det fortøres hurtigere end Kobber, idet Skibene bedre holdes fri for Begroining, men det gælder om netop at træffe den rette Zinkmængde, saa Varigheden heller ikke bliver for kort²⁾.

Muntzmetal er støbeligt³⁾, men bruges mest til Plader, Stænger og Rør. Valsningen foretages varmt.

Stængerne bruges meget, idet man af dem uddrejer mindre Bolte, Tapper, Møtrikker, Forskrutninger, Ventilspindeler, samt Skruer, Spindeler, Stopstifter o. s. v. til støbte Messinghaner.

501. Ogsaa *Messinglodder* fremstilles af dette Materiale. De almindelige danske Vægtlodder (1—500 g) forlanges fremstillede af en Legering, der indeholder mindst 60 % Cu og højest 40 % Zn; for at gøre Lodderne mere modstandsdygtige mod Syrer iblandes noget Deltametal. Lodderne skal udvæjres af Stænger fremstillede ved Strengpresning eller paa anden Maade, der giver lige saa godt og tæt Materiale.

Overhovedet hævnes det ofte Messing, f. Ex. af *Statsbanerne*, der køber Messingstænger, der skal være smedelige i varm Tilstand og have Sammensætningen 58—62 % Cu og højest 1 % fremmede Metaller (hovedsagelig Bly) samt $S_t = 4000$ at, $\delta = 20 \frac{1}{2} \%$ og $\varphi = 30 \frac{1}{2} \%$.

En Legering med 40 % Zn (Romametal) er undersøgt af *Charpy* med følgende Resultat:

I støbt Tilstand $S_t = 3870$ at $\delta_{8,2} = 32,3 \%$ $\varphi = 35 \%$

I valset og udglødet Tilstand $S_t = 3770$ at $\delta_{8,2} = 33,6 \%$ $\varphi = 30 \frac{1}{2} \%$

Disc Legeringers Styrke i højere Temperaturer findes paa Fig. 162 (§ 528).

502. Sømetal (Naval brass, Marinemessing) adskiller sig fra Muntzmetal ved at indeholde lidt Tin, der forøger Modstandsevnen overfor Havvand. Det bruges til Bolte og Tapper ved alle udenbords Søforbindelser i Skibe. Sammensætningen kan f. Ex. være 62 Cu + 37 Zn + 1 Sn (se Tabellen i § 492).

¹⁾ Prøveanstalten ved Berlin har fundet, at Messingrør (ubekendt Sammensætning) blev angrebet 11,5 Gange stærkere af Vand fra Nordsøen end af alm. Drikkevand. Destilleret Vand angreb slet ikke.

²⁾ Sammensætningen kan f. Ex. være: Mindst 62,5 Cu, ca. 37 Zn, højest 0,8 Pb (se Tabellen i § 492).

³⁾ Det smelter ved 920°. Se ogsaa § 488.

Den amerikanske **Tobin-Bronce** har lignende Egenskaber og formentlig en tilsvarende Sammensætning. Det har samme Styrke som blødt Staal, men en noget ringere Brudforlængelse. Det bruges i Skibsbygningen til Forhudning, Skruexaxler og Bolte.

β. Deltametal.

503. Deltametal udmærker sig fremfor Muntzmetal ved større Styrke, større Tæthed og større kemisk Modstandsdygtighed, hvilke Egenskaber væsentligst skyldes en lille Jærntilsætning¹⁾. Det er et bleggult til guldgult Metal, der lader sig behandle paa alle mulige Maader: det er støbeligt, i mørk Rødguldhed kan det smedes, valsnes og strengpresses, og i kold Tilstand kan det valsnes og trækkes til Traad.

I støbt Tilstand er det fuldstændig tæt og samtidig meget stærkt og strækkeligt. Man har støbt Presse-cylindre, der ved 5—600^{at} Vandtryk endnu ingen Gennemsvedning viste.

Metallet irrer ikke, staar sig godt i syreholdigt Vand og Havvand og bruges derfor til Stempelstænger for Skibsluftpumper, Skibsskruer, Skibssbeslag og lignende Ting, der er udsatte for Saltvand; endvidere bruges det ofte i Skibsbygningen som Erstatning for smedeligt Jærn, hvor dets magnetiske Egenskaber vilde genere. Ligeledes anvendes det i Elektroteknikken.

Til Københavns Kommunes Dampopvarmnings-, Gas- og Vandanlæg forlanges Spindeler, Skrurer og Bolte i Metalventiler og Metalhaner udrejede af valset Deltametal.

Deltametal er stærkere, sejgere og billigere end Bronce og bruges derfor undertiden i Maskinbygningen som Erstatning for Bronce, hvor dennes Haardhed ikke er nødvendig, f. Ex. til Skovle i Centrifugalpumper, Lejeskaale, Stempelstænger, Tandstænger, Tandhjul²⁾ og Skruespindeler.

504. Stænger af Deltametal og Muntzmetal fremstilles ofte ved **Strengpresning**³⁾, idet Legeringen lige fra Smeltediglen hældes ned i en liggende Cylinder, og naar den her er afkølet tilstrækkeligt, presses den ved hydraulisk Tryk langsomt ud gennem Cylindrens Bund, der har en Aabning svarende til det ønskede Profil. Metoden udmærker sig fremfor Valsning ved sin Hurtighed (Valsningen maa ske i flere Trin) og ved at kunne bruges til underskaarne Profiler. Samtidig faar Materialet en meget stor Styrke⁴⁾.

505. Deltametal er først fremstillet af *Dick* (fra Düsseldorf, men virkende i England), efter hvis Forbogstav det er opkaldt. Han tilsatte oprindelig Jærnet i Form af Haardzink (den Zinkrest der bliver tilbage i Forzinkningskarret, og som har optaget Jærn fra de neddyppede Genstande), men dets Jærnhold varierer meget, saa nu bruger man Ferromangan.

Sammensætningen varierer med Anvendelsen⁵⁾, men kan f. Ex. være: 56 Cu + 41 Zn + 1 Fe + 1 Pb + 1 Mn. Smeltepunktet ligger mellem 900 og 1000°, og Vægten mellem 7800 og 8600 kg/m³.

506. Det tyske Deltametal-Selskab *Alexander Dick & Co.* i Düsseldorf-Grafenberg har ladet forskellige af deres Legeringer undersøge i Berlin med følgende Resultat:

	S_c^{at}	δ %	φ %	
Legering I	støbt ⁶⁾	5220—6090	5,7—12,9	10,5—15,1
	valset	6750—7040	19,2—22,8	22,0—29,0
Legering II	støbt	4300—4820	16,0—23,4	48,0—54,0
	valset	5450—6620	15,4—21,2	42,0—48,0
Legering III	støbt	3570—3980	22,8—42,9	25,1—37,2
	valset	4270—4710	31,3—40,0	32,0—53,0

¹⁾ For at undgaa Itning af Zinket tilsættes noget Fosforkobber eller hellere Mangankobber.

²⁾ Paa Vitznau-Rigi-Banen og Pilatus-Banen har Tandhjul af Deltametal staaet sig godt.

³⁾ I Danmark fremstilles kun Muntzmetal ved Strengpresning, mens Deltametal udvaldes.

⁴⁾ Indtil 7500^{at} med 32,5 % Forlængelse.

⁵⁾ 55—60 Cu, 43—39 Zn, 1—1,5 Fe.

⁶⁾ $E_t = 1040000—1080000^{at}$.

Rudeloff har fundet for:

Støbt Deltametal: $FG_t = 970^{at}$, $S_c = 3290^{at}$, $\delta_{90} = 21,2$ %, $\varphi = 24,8$ %, $E_t = 978000^{at}$
 Valset do. $FG_t = 1480^{at}$, $S_c = 4270^{at}$, $\delta_{90} = 39,2$ %, $\varphi = 37,5$ %, $E_t = 882500^{at}$

Styrken af disse Legeringer ved forskellige Temperaturer ses paa Fig. 80, Side 98. Runde Stængers Styrke er meget afhængig af Diametere. Saaledes fandtes (Mitt. aus dem K. M. A. 1909, S. 392):

Diameter l cm	1,5	2	2,5
FG_t^{at}	4270	3840	3060
S_c^{at}	5190	4900	4300
$FG_t; S_c$	0,82	0,78	0,71
δ %	13,2	14,7	28,1

Smedede Stænger viste sig stivere mod Vridning end pressede.

I øvrigt finder man følgende Angivelser af Styrken:

I raa, støbt Tilstand: $S_c = 3400—3750^{at}$, $\delta = 19$ %.

Støbt og oversmedet: $PG_t = 1800^{at}$, $S_c = 3600^{at}$.

Støbt og koldtvalset: $E_t = 997700^{at}$, $PG_t = 2200^{at}$, $FG_t = 3530^{at}$, $S_c = 5880^{at}$, $\delta = 12,3$ %, $\varphi = 17,4$ %, $S_c = 9540^{at}$, PG ved Vridning: 1030^{at}, Vridningsstyrke: 4070^{at}.

Støbt, koldtvalset og udglødet: $S_c = 4000—5500^{at}$ (gennemsnitlig 4300^{at}), $\delta = 40—14$ %.

Haard Traad: $S_c = 8000—9840^{at}$.

γ. Duranametal.

507. Duranametal indeholder baade Jærn og Tin; Zinkindholdet er stærkt vexlende. Det har en varm, gylden Farve, modtager en høj Politur og er meget modstandsdygtigt mod kemiske Angreb. I Rødguldhed lader det sig smede lige saa let som Svejsejærn (men ikke svejse), i kold Tilstand noget vanskeligere. Det anvendes i Torpedo- og Skibshyggeriet samt til Kunstsmedarbejde; endvidere bruges det til Støttebolte i Lokomotivkedler, da det bevarer sin Trækstyrke op til 250—300°.

Det leveres i Form af Plader (der kan drives), Stænger, dekorative Lister og Traad.

Striber har undersøgt Duranametal fra *Direner Metalwerke*. Det havde Sammensætningen 58,65 Cu + 39,81 Zn + 0,97 Sn + 0,42 Pb + 0,34 Fe + 0,01 S og svarede altsaa nærmest til Deltametal. Styrkeprøven gav: $FG_t = 1780^{at}$, $S_c = 4080^{at}$, $\delta = 31,8$ %, $\varphi = 35,7$ %. Det viste sig anvendeligt ved Temperaturer indtil 300°.

Undertiden er Zinkindholdet langt ringere f. Ex. 64,78 Cu + 29,50 Zn + 1,70 Al + 1,71 Fe + 1,10 Sn + 1,12 Sb.

I øvrigt opgives følgende Styrketal for valset eller smedet Materiale:

	FG_t^{at}	S_c^{at}	δ_{100} %
Haardt Duranametal	5200	6300	9
Halvhaardt do.	4200	5100	12
Blødt do.	3500	4000	31
Helt blødt do.	1400	3200	50

Smeltepunktet ligger ved 950—1000°, Vægten er 8300—8500 kg/m³.

δ. Aluminium-Messing.

508. En Aluminiumtilsætning forøger i høj Grad Messingets Haardhed og Styrke og formindsker Sejgheden. *Tetmajer* har fundet for støbt *Neuhäuser* Aluminium-Messing med 60—65 % Cu.

Al i %	0,25	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0
S_c^{at}	3000	4000	4500	4800	5200	6000	6900
δ %	61	50	39	30	20	7,5	6,5

Over 4 % Al tilsættes aldrig, da Legeringen i saa Fald bliver altfor skør og haard.

Jo mindre Aluminiumindholdet er, ved desto lavere Temperatur kan Legeringen smedes. 64 Cu + 33 Zn + 3 Al lader sig smede i mørk Rødvarme og anvendes til Maskin- og Skibsbygning.

3. Broncer.

509. Bronce var tidligere udelukkende en Betegnelse for Kobber-Tin-Legeringer, men i den nyere Tid er man begyndt at fremstille broncelignende Legeringer af Kobber og enten Aluminium eller Mangan, og disse Legeringer benævnes henholdsvis Aluminium- og Manganbronze; det er derfor praktisk at kalde de gamle Broncer Tinbroncer, naar man vil undgaa Forveksling. De saakaldte »Patentbroncer« er i Reglen smedelige Kobber-Zink-Legeringer og bærer altsaa deres Navn med Urette.

a. Tinbronze.

α. Oversigt over Tinbronzernes Egenskaber.

510. Tinbronzerne er udprægede Støbematerialer, kun de aller tinfattigste kan præges og vales, og disse benyttes kun, hvor der stilles ganske særlige Fordringer til Stoffet. Man kan derfor være sikker paa, at alt, hvad der under Navn af Bronze gaar i Handelen af pressede Galanterivarer, kun er Messing.

Bronzen er den ældste kendte Kobberlegering, den benyttedes af Oldtidens Grækere, der fremstillede den alene af Kobber og Tin, mens man nu om Stunder ofte kommer lidt Zink eller Bly i.

Bronzernes Anvendelse er navnlig betinget af deres Støbelighed, Haardhed og Klangfuldhed.

511. Blot 1% Tin gør Kobberet støbeligt, og Støbeligheden er fælles for alle Bronzerne uafhængig af Sammensætningen, men med Tinnmængden voxer Tilbøjeligheden til **Sajgring**: Tilbøjeligheden til ved Afkølingen at skille sig ad i Legeringer af forskellig Sammensætning, hvorved Bronzen bliver skør og vanskeligt lader sig bearbejde. Sajgringen er stærkest i svært Gods paa Grund af dettes langsomme Afkøling og viser sig særlig tydeligt hos Bronzer med ca. 10% Tin; naar en saadan Bronze er afkølet langsomt, ser man paa dens rød-lige Brudflade lyse »Tinpletter« af en tinrigere Legering.

For at undgaa Sajgring og faa Bronzen saa homogen og finkornet som muligt, maa den ikke være varmere ved Støbningen end nødvendig, da den erved faar længere Tid til at sajgre i¹⁾. Naar man i Stedet for at køle Bronzen langsomt, dypper den i koldt Vand, faar den ikke Tid til at sajgre og bliver derfor homogenere, blødere og mindre skør. Det samme opnaas ved en saakaldet **Anløbning**: en fornyet Opvarmning til mørk Rødguld med paafølgende hurtig Afkøling. Overfor en saadan Behandling forholder Bronzen sig altsaa modsat af haardt Staal²⁾.

512. Ved Legeringens **Fremstilling** maa Kobberet smeltes for sig og Tinnet (eller en tinrig Kobberlegering) for sig, da Tinnet vilde ilte sig for stærkt, hvis det længe skulde holdes opvarmet til Kobberets Smeltepunkt. Tinnet ilter sig til Tinsyreanhydrid (SnO_2), der udskiller sig i store Krystaller, som gør Bronzen trægflydende og senere skør. Dannelsen af disse Krystaller er ogsaa Grunden til, at Bronzen bliver daarligere ved Omsmelting³⁾. For at modvirke Iltingen strøs der Trækulspulver ovenpaa det smeltede Metal.

Støbebronze faar ofte en Tilsætning af **Zink**, sjældnere **Bly**, hvorved den bliver billigere. Zinket forøger Støbeligheden, men formindsker Styrke og Haardhed. Bly sænker Smeltepunktet, formindsker Styrken og forøger Skørheden, hvorved Afdrejningen lettes⁴⁾. Skal Bronzen være særlig haard og stærk, maa den være zink- og blyfri.

513. Bronzerne er haardere end Messing og slides derfor mindre, hvilket er Grunden til deres Anvendelse i Maskinbygningen til Lejer m. m. Ved Ridseprøver paa Berlinerlaboratoriet har man fundet følgende **Haardhedstal** (§ 186):

¹⁾ Smeltepunktet ligger ved 780–900°, med 20% Sn ved 790°.

²⁾ Ved tyndere Stykker er en Opvarmning til Tinnets Smeltepunkt (230°) tilstrækkelig. Anløbningen virker stærkest paa Bronzer med 18–22% Sn.

³⁾ Kobberforilte (Cu_2O) kan ikke være tilstede, saalænge der er metallisk Tin, thi det vil strax omsætte sig efter Ligningen: $2\text{Cu}_2\text{O} + \text{Sn} = \text{SnO}_2 + 4\text{Cu}$.

⁴⁾ I den senere Tid er man begyndt at bruge Bronze med indtil 30% Bly som Lejemetal.

Kobberindhold i °	100	93	91	89	84	73	63	62	48	35	21	15	12	10	0
Tinindhold i %	0	7	9	11	16	27	32	38	52	65	79	85	88	90	100
Haardhedstal	34–40	68	82	78	83	100	102	110	83	63	22 og ¹⁾ 49	30 og ¹⁾ 45	38	36	23–28

Haardheden voxer altsaa med Tinnmængden til et Maximum ved ca. 40% Tin, men af Hensyn til Skørheden bruges Bronzer med over 33% Tin saa godt som aldrig, og i Reglen er Tinindholdet langt ringere.

Paa Grund af Bronzernes Haardhed og finkornede Struktur kan de poleres meget blanke, og **Polituren** holder sig længe, da Metallet ikke angribes i tør Luft og ikke let rides. Ligeledes er Bronzernes smukke **Klang** en Følge af Haardheden.

Farven afhænger af Tinnmængden; efterhaanden som denne voxer, bliver den kobberrøde Farve gulere og gulere, og de tinrige Bronzer, som bruges til Klokker og Spejle, har et graat Brud²⁾.

514. **Trækstyrken** af støbt, ubearbejdet Bronze voxer med Tinindholdet til et Maximum, der ligger ved 18% Tin og har en Værdi af 27–3700^{at}, des større, jo hurtigere Afkølingen er sket³⁾. Samtidig aftager Brudforlængelsen hurtigt, og naar Bronzen indeholder over 5% Tin, kan den ikke mere vales koldt og præges⁴⁾.

For de Bronzer, der bruges i Maskinbygningen til Støbegods, er Minimumstyrken 1800–2000^{at} og $E_t = 900000^{\text{at}}$; ved ca. 900^{at} begynder Forlængelserne at voxer stærkt, og den tilladelige Spænding kan derfor ikke sættes højere end 450–500^{at}.

515. Af *Bachs* Forsøg med Bronzer af ubekendt Sammensætning anføres:

Bronze I	$E_t = 900000^{\text{at}}$	$PG_t = 900^{\text{at}}$	$S_t = 1974^{\text{at}}$	$\delta = 6,0\%$	$\varphi = 10,5\%$
I a ⁵⁾			$S_t = 2090^{\text{at}}$	$\delta = 8,1\%$	$\varphi = 7,7\%$
II	$E_t = 900000^{\text{at}}$	$PG_t = 950^{\text{at}}$	$S_t = 2694^{\text{at}}$	$\delta = 20,5\%$	$\varphi = 23,2\%$

Den største af Bach fundne Brudforlængelse er 47%, den mindste Trækstyrke er 1823^{at}.

Om Arbejdsevnen se § 46. Om Virkning af kold Bearbejdelse se § 207, 209 og 520.

For almindelig, støbt, ubearbejdet Bronze fandt *Guillet* og *Réouillon*:

Kobber %	95,12	92,95	92,18	90,65	89,73	88,53	85,37	82,04	80,05	75,30
Tin %	4,67	6,82	7,90	9,35	10,24	11,23	14,53	17,67	19,50	24,28
S_t^{at}	1810	2090	2070	2500	2280	2770	2520	2820	2220	
δ %	9,7	17	9	19	10	10	0,5	0,5	0	0
A ⁶⁾ kgm	12	6	5,5	6,5	5,5	4	2,5	2	0,5	0

Ved Forsøg med støbt, ubearbejdet Bronze har *Thurston* fundet følgende Trækstyrke:

Kobber %	100	96,3	82,7	81,2	76,8	70	58	0
Tin %	0	3,7	17,3	18,8	23,2	30	42	100
S_t^{at}	1930	2250	2550	2200	1550	390	100	250

Med 30% Tin var **Trykstyrken** størst (10300^{at}), ved 17,5% Tin var **Bøjningsstyrken** størst (4750^{at}). Knusning indtraadte kun ved de Legeringer, der indeholdt 23–80% Tin, de øvrige var smidige og flød ud. For rent Kobber fandtes $FG_t = 0,518 S_t$, for Legeringer med 10% Tin: $FG_t = 0,586 S_t$, med 12,5% Tin: $FG_t = 0,675 S_t$ og med 23,7% Tin: $FG_t = S_t$.

¹⁾ bløde og haarde Steder.

²⁾ Farven angives at veksle paa følgende Maade med Tinnmængden: 1–10% Tin: rød eller rødgul, 12: orangegul, 15: ren gul, 20: gulhvid, 20–50: gulhvid–hvid–graa-hvid, 50–65: graa-hvid, over 65: hvid og tinagtig.

³⁾ For Bronzer, der i glødende Tilstand udtoges af Formen og afkøledes i Vand fandtes følgende: Naar Tinindholdet steg fra 0 til 18%, steg S_t fra 1500 til 3700^{at}; og samtidig aftog δ fra 23% ved 0% Tin til 0 ved 25% Tin.

⁴⁾ Ved 50% Tin er Skørheden størst.

⁵⁾ Samme Materiale som Bronze I.

⁶⁾ A er det Arbejde, der medgik til at knække indkærvede Stænger ved Slag.

516. For støbt, ubearbejdet, zinkholdig Bronze fandt *Guillet* og *Révilion*:

Kobber %	91,94	91,25	91,70	85,11	91,70	91,18	85,59	84,71	84,77	84,15	84,54
Tin %	0,40	3,26	4,80	4,96	6,00	7,11	7,20	9,50	11,58	13,15	13,50
Zink %	7,50	5,21	3,02	10,18	2,27	1,89	6,50	5,42	3,37	2,53	1,49
S _{at}	2170	2160	2180	2180	2180	2250	16,90	2010	1870	2160	1950
δ %	35,5	31,5	26,5	30	29	31	15	14	8	7,5	2,5
A ¹⁾ kgm.	18,5	16,5	17	10,5	24 ²⁾	13	6,5	4,5	3,5	3	2,5
H ³⁾ kg/mm ²	52	60	71	56	69	69	73	76	85	92	101

For Bronze af Sammensætningen: 88,11 Cu + 13,05 Sn + 1,65 Zn fandt *Charpy*: S_t = 2270⁴⁾, δ = 4,5 %⁵⁾, φ = 7,1 %.

517. Smedeligheden i glødende Tilstand aftager ligeledes raskt med voksende Tinindhold; Broncer med mer end 15 % Tin er rødske og bearbejdes kun koldt⁴⁾.

Naar Bronze i lang Tid udsættes for Atmosfærens Paavirkning angribes Overfladen lidt efter lidt; først faar den en brun Farve, der senere gaar over i en blaagrøn **Patina**, som ser godt ud, og som ved sin Tæthed beskytter det underliggende Metal (§ 533).

Broncerne kan efter deres Tinindhold deles i smedelige Broncer og Støbebroncer, og de sidste efter Anvendelsen atter i Maskinbroncer, Kanonbroncer, Klokkbroncer, Spejlbroncer og Kunstbroncer.

β. Smedelige Broncer.

518. Smedelige Broncer eller Kobberbroncer indeholder gerne 2—5 % Tin; de bruges ikke til Støbegods, men kun til Genstande, der skal bearbejdes koldt eller varmt ved Prægning, Valsning eller lignende Fremgangsmaader, der kræver et smidigt Materiale. Blandt Anvendelserne skal nævnes Plader, Blik, Rør, Stænger, Traad og Mønter⁵⁾.

519. Til Statsbanernes Lokomotivfyrrasser brugtes saaledes forud en Bronze af 98 Cu + 2 Sn, hvis Brudforlængelse svarede til Kobbers, mens Styrken var 1¹/₂ Gang saa høj. Til **Skibsførudning** bruges Bronceblik af 95 Cu + 5 Sn; det udvalses i svag Glødhede.

520. Broncerør fremstilles enten efter Mannesmanns Metode eller med loddet Fuge; de leveres gerne haardttrukne og kan da ligesom Messingrør have indre Spændinger, der senere fremkalder Revner. De bruges til Kondensatorer, undtagelsesvis til Vandledninger, der skal se godt ud, samt til Røkværkaler, og er da ofte forstærkede ved et indlagt Jærnrør. Dimensionerne er som Kobberrørs.

Den tyske **Krigsmarine** forlanger af fugefri Broncerør Sammensætningen: mindst 97 Cu, ca. 2,0 Sn, højst 1 % fremmede Stoffer; Vægtfylden skal være 8,70, Styrke og Forlængelse af udglødte Prøvestænger: S_t = 2200⁴⁾, δ = 30 %⁵⁾; Kondensatorrør skal mindst indeholde 98 Cu, ca. 1,45 Sn og højst 0,3 % fremmede Stoffer (Jern, Fosfor o. s. v.).

521. Bilgenbroncer er en Specialbroncer med høj Flydegrænse og meget modstandsdygtig overfor Havvand. Stænger af dette Materiale skal i Følge den tyske Krigsmarines Forskrifter have Sammensætning: 97 Cu + 2 Sn og højst 1 % fremmede Stoffer; i Leveringstilstanden forlængelse: F_G = 2300⁴⁾ (se § 492) og S_t = 4000⁴⁾; saafremt Flydegrænsen ikke bestemmes, maa Brudforlængelsen højst være 8 %; Materialet bruges f. Ex. til Møtrikker paa Kondensatorrør.

522. Broncetraad bruges til Telegraf- og Telefon-Luftledninger med stor Spændvidde, idet der af saadanne Ledninger kræves en større Styrke end Kobberets. Broncen maa af Hensyn til Trækningen være sejt og indeholder derfor som Regel meget lidt Tin, undertiden kun 1¹/₄ %⁶⁾; man kan endog træffe Broncetraad, der blot bestaar af Kobber, og hvis Styrke skyldes, at Kobberet er særlig rent.

¹⁾ A er det Arbejde, der medgik til at knække indkærvede Stænger ved Slag.

²⁾ Stangen knækkede ikke.

³⁾ H er Brinells Haardhedstal ved et Tryk af 1000 kg.

⁴⁾ I helt mørk Rødgødhede, men hverken ved højere eller lavere Temperatur, kan Broncer med 18—22 % Tin bearbejdes (§ 531).

⁵⁾ Møntbroncer maa nemlig af Hensyn til Prægningen være temmelig blødt og dog slidfast; til de danske Kobbermønter bruges 95 Cu + 4 Sn + 1 Zn. Zinkindholdet skal lette Støbningen af de tynde Plader, som først fremstilles.

Jo stærkere en Broncetraad skal være, des mindre bliver dens elektriske Ledevne. Til Telegrafering og Telefonering paa lange Afstande kommer det først og fremmest an paa at Ledevnen er stor, og man bruger derfor Bronze med 80—90 % af det rene Kobbers Ledevne og 50—5500⁴⁾ Styrke; til de tyndere Telefonledninger i Byerne⁵⁾, hvor Spændvidden ofte kan blive stor, og hvor den store Ledevne ikke er nødvendig, bruges derimod Bronze med ca. 60 % Ledevne og S_t = 65—7000⁴⁾. Man kan dog ogsaa gaa videre i lægge Retninger, saaledes leverer *Felten* & *Guilleaume* til engelske Telefonlinier Bronze med 50 % Ledevne og 8000⁴⁾ Styrke, og til Fjernledninger foretrakkes ofte en Bronze med 96 % Ledevne og 4500⁴⁾ Styrke.

523. Som det senere vil blive omtalt, kan man ved Tilsætning af en ringe Mængde Fosfor eller Silicium forøge Kobbers og Bronces Styrke 15—30 %⁶⁾, idet de tilstedeværende Kobber- eller Tiniller fjernes. Der bør ikke tilsættes mere end der behøves til Iternes Reduktion, thi et Overskud af de nævnte Stoffer formidsker Sejghed og Ledevne i endnu højere Grad end Iternes ger.

Fosforbroncer bruges mest til tynde (1¹/₂ og 1¹/₄ mm) Telefontraade med en Maximalstyrke af 8000⁴⁾, hvortil svarer en Ledevne lig 35—40 % af Kobberets⁷⁾.

Siliciumbroncetraad er gerne noget blødere end Fosforbroncetraad; mest benyttet er 2 og 2¹/₂ mm Traad med S_t = 55—6500⁴⁾ og 60—75 % Ledevne. Megen Siliciumbroncetraad indeholder slet ikke Tin, bestaar altsaa blot af rensat Kobber. *Hampe* har undersøgt Telegraftraad med S_t = 4500⁴⁾ og 98 % Ledevne og fandt 99,94 Cu + 0,03 Sn + 0,03 Si + Spor af Fe, mens Telegraftraad med S_t = 8300⁴⁾ og 94 % Ledevne indeholdt: 97,12 Cu + 1,14 Sn + 1,12 Zn + 0,05 Si + Spor af Fe.

524. I Leveringsbetingelser stilles kun Fordringer til det færdige Produkts Egenskaber, mens det overlades til Fabrikkerne at bestemme Sammensætningen, og da disse søger at hemmeligholde Fremstillingsmaaden, faar man vanskeligt at vide, om der er tilsat Silicium og Fosfor eller ej.

Statstelefonen anvender 1¹/₂, 2 og 2¹/₂ mm Kobberbroncetraade, til hvilke der stilles de under Jærntraad (§ 315) nævnte Fordringer.

Københavns Telefon-Aktieselskab anvender 1¹/₂ og 2 mm Broncetraade, hvis Styrke m. m. ligeledes er opført under Jærntraad⁸⁾; desuden forlænges, at Traaden skal have en fuldkommen glat og nøjagtig cirkelrund Overflade, som ikke paa noget Sted maa have Revner, Sprækker eller Riller. Løse Fliser maa ikke forekomme i Overfladen. Materialet skal være fuldkommen homogent. Traaden skal kunne taale at bøjes om sin egen Diameter og derefter at rettes ud igen, uden at Revner eller Sprækker i Overfladen derved fremkommer. Traaden maa ikke blive skør i Kulde. Den tynde Traad leveres i Ringe paa dels 6 dels 12 kg med en indvendig Diameter af 22 cm, den tykke Traad leveres i Ringe paa 50 kg med 45 cm Diameter. Hver Ring skal indeholde een Traadlængde uden Splidsning.

525. Ved Siden af de nævnte Broncer bruges ogsaa **Aluminiumbroncer** (§ 539) meget til Telegraftraad. Saa kaldet **Dobbelbroncetraad** bestaar af en meget stærk Aluminiumbroncetraad, udenom hvilken der er trukket en rørformet Bronze- eller Kobbertraad med stor Ledevne. Dobbelbroncetraaden er meget sejt og har en Ledevne af 65 % med en Styrke af 65—7600⁴⁾. Diametren kan f. Ex. være 2 eller 2¹/₂ mm. Af Aluminiumbroncer, der særlig egner sig til Traadtrækning, kan nævnes Volframium, Volfram-Kobber-Zink-Aluminium og Kloraluminium, der alle har en Vægtfylde af 3 og 50 % Ledevne. Styrken af disse Legeringer kan ved Trækning bringes op til henholdsvis 3000, 4000 og 4400⁴⁾.

γ. Støbebroncer.

Maskinbroncer.

526. Maskinbroncer udmærker sig fremfor Messing ved sin større Styrke og Haardhed, og ved at Haardheden let kan affapses efter Anvendelsen, ved at Tintilsætningen varieres. Dette er en særlig Fordel, naar Broncen anvendes til Lejer, idet Haardheden kan bringes nær op til Axlens og dog holdes saa lang under dennes, at Sliddet hovedsageligt falder paa Lejet, som lettest lader sig forny. Endvidere taaler Broncegods bedre end Messinggods Varme og bruges derfor til Hamer, Ventil o. lgn. paa Damp- og Varmtvandsledninger.

Det i § 493 omtalte Rødgods staaar paa Overgangen til Maskinbroncer, idet det undertiden indeholder en i Forhold til Zinkmængden betydelig Tinnmængde. Grænsen mellem de to Legeringer trækkes naturligst saaledes, at Rødgods kom-

¹⁾ Til korte Telegrafledninger bruges i Danmark Jærntraad.

²⁾ Man har af Fosforbroncer fremstillet Telefontraad, der i haardttrukken Tilstand havde S_t = 14000⁴⁾, δ = 1 % og udglødet: S_t = 6300⁴⁾, δ = 72 %.

³⁾ 1¹/₂ mm Traad bruges i København, 2 mm Traad paa Landet; for den sidste er Spændvidden i Alm. ca. 60 m, for den første 100—125 m og sjældent over 200 m (*Ingeniøren* 1901, S. 129).

mer til at omfatte Legeringer med mere Zink end Tin, Maskinbronze Legeringer med mere Tin end Zink¹⁾. Mellem Anvendelsen af zinkfattigt Rødgods og tinfattigt Maskinbronze er der ivoerigt ingen principiel Forskel, de bruges hægge til mindre, støbte Maskindele (Armaturdele), der ønskes haardere, stærkere, modstandsdygtigere mod Havvand og bedre i Stand til at taale Varme end Messing.

527. Da Tinnet forringer Bearbejdigheden og Sejgheden og er meget dyrt, tilsættes der ikke mere, end Hensynet til den forlangte Modstandsdygtighed kræver; Genstande, der kun i ringe Grad udsættes for mekaniske eller kemiske Paavirkninger²⁾, indeholder gerne 5—7% Tin og 2—4% Zink, og denne Sammensætning bruges ogsaa til Genstande, der skal loddes med Slaglod (f. Ex. Rørflanger), og som derfor skal have et højt Smeltepunkt.

Hvor Kravene til Slidfasthed og Modstandsdygtighed mod Havvand er større, bruges 8—10% Tin og 2—6% Zink, hvilke Legeringer endnu let lader sig bearbejde. Blandt Anvendelserne skal nævnes: Maskinarmatur, Ventil, Skydere, Haner, Møtrikker, Stempelstænger og andre Dele, af hvilke der gaar Slid, men hvor Trykket mellem Slidfladerne kun er ringe³⁾.

Større Tinnmængder bruges som Regel kun til Lejer med store Tryk, hvor Slidfastheden er af overvejende Betydning. Saadanne Lejebronzer vil blive omtalte i § 543.

528. Da Bronze er det almindelige Materiale til støbte Dele af Dampledninger (f. Ex. Flanger, Haner, Ventil, Ventilhuse), og da man i de senere Aar er tilbøjelig til at forøge Dampspændingen eller brugt overhedet Damp, er det af stor Betydning at kende Bronzernes Modstandsevne i høje Temperaturer. Paa Fig. 162 er vist, hvorledes Styrken varierer med Temperaturen for to af Bach undersøgte Bronzer⁴⁾. Baade Styrke og Brudforlængelse holdt sig omtrent konstante indtil 200° for derpaa hægge at synke raskt. Andre Forsøg har givet lignende Resultater, og Tinbronze kan derfor ikke bruges, naar Dampens Temperatur er meget over 200° (hvilket svarer til 15^{at} Tryk, naar Dampen er mættet⁵⁾) og ikke til stærkt overhedet Damp (man heder indtil 350°).

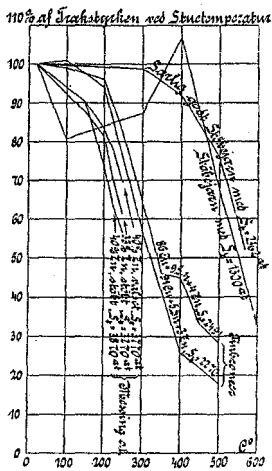


Fig. 162.)

¹⁾ Baade Gørtlere og andre kalder dog ofte den alm. Maskinbronze for Rødgods og bruger kun Betegnelsen Bronze for de tinrige Lejelegeringer. Metal er en Fællesbetegnelse for Bronze og Rødgods.

²⁾ Til disse Genstande hører ogsaa Statuer og andre Kunstsager.

³⁾ Lejer, der skal udføres med hvidt Metal, støbes ogsaa af dette Materiale.

⁴⁾ Den nøjagtige Sammensætning var:

91,35 + 94,49 Cu + 5,45 + 5,50 Sn + 2,75 + 2,87 Zn + 0,273 + 0,280 Pb + 0,025 + 0,030 Fe + 85,95 + 87,00 Cu + 8,88 + 9,75 Sn + 3,64 + 4,30 Zn + 0,350 + 0,498 Pb + 0,036 + 0,090 Fe + 0,015 + 0,040 P. I normal Temperatur var Styrkeforholdene henholdsvis: $S_t = 2395^{at}$, $\delta_{11,3} = 36,3\%$, $\varphi = 52,1\%$ og $S_t = 2491^{at}$, $\delta_{11,3} = 17,4\%$, $\varphi = 22,5\%$. Ved Overtrækning i normal Temperatur fik Støtterne en ujævn Overflade (§ 32), ved højere Temperaturer blev Fænomenet mindre udpræget, og ved 400° forsvandt det ganske.

⁵⁾ Den franske Marine forbyder Brugen af Tinbronze, naar Damptrykket er over 15^{at}.

⁶⁾ For den svageste Tinbronze er S_t fejlagtig angivet til 2270 i Stedet for til 2395^{at}. De to Bronzer er henholdsvis den kobberfattigste og den kobberrigeste, som den tyske Krigsmarine bruger (§ 529).

Manganbronze holder sig noget længere (§ 540 og Fig. 80, Side 98), men ivoerig maa man tage sin Tilflugt til Staalstøbegods, der imidlertid har forskellige Ulemper, bl. a. at det ruste, og at det kræver en lang Leveringsfrist.

Af Tinbronze, der skal bruges ved Dampspændinger indtil 15^{at}, plejer man at forlange $S_t = 2000^{at}$ og $\delta_{11,3} = 15\%$ (§ 364). Varmeudvidelseskoefficienten findes i § 224.

529. Som Exempler paa Anvendelsen af og Fordringerne til Maskinbronze af forskellig Sammensætning gengives følgende Uddrag af den tyske Krigsmarines Leveringsbetingelser. Angaaende Betydningen af FG, og v henvises til § 492. Bøjelighedsprøverne udføres med kvadratiske Stænger med 3 cm Sidelinie.

Sammensætning.	FG ^{at}	S _t ^{at}	$\delta_{11,3}$	% v ^o	Anvendelse
Cu Sn Zn					
91 5 4	800	2000	20	45	Rørflanger og andre Dele, som skal loddes med Slaglod.
91 7 2	800	2000	20	45	
90 7 3	800	2000	15	45	
88 8 4	800	2000	15	45	
86 8 6	800	2000	15	45	Stævne, Axelbukke, Axelrør.
					Tykveggede Stykker, som Propellernav.
87 8,7 4,3	800	1800	15	45	Ventiler, Skydere, Haner, Røkrumninger, Axelovertræk, Axelrør, Axelbukke, Pumpedele, Propellernav, Lejer der udstøbes med hvidt Metal, Snekkeshjul, Maskinarmatur, Bundventiler.
86 10 4	1000	2000	10	30	

Af Haner, Ventil, m. m. til Rigshospitalets Varme læg forlangtes Sammensætningen: 86 Cu + 10 Sn + 4 Zn og intet Bly. Til samme Brug forlanger Københavns Stadsingeniør Rødgods med højest 7% Zn og intet Bly, og denne Legering bruges ogsaa til Tolde i visse Haner (Anboringshaner til Jordvandledninger); de leverede Varer er dog næppe saa zinkholdige.

Naar man sætter Bronzetold i Messinghaner, er det fordi Sliddet bliver ringere og jævner, naar Slidfladerne har forskellig Haardhed. Undertiden forsynes Støbejernshaner med Bronzetold, for at Fladerne ikke skal ruste sammen; en saadan Kombination er dog ikke heldig ved varme Vædsker paa Grund af den forskellige Varmeudvidelse.

Kanonbronze, Klokkebronze, Spejlbronze, Kunstbronze.

530. Kanonbronze indeholder 8—12% Tin og undtagelsesvis indtil 1,5% Zink. Den er gulrød, meget stærk, temmelig haard og vanskelig at bearbejde. Bronzekanoner anvendes dog endnu kun i Østrig-Ungarn. Ved efter Kanonens Støbning og Udbringning at drive tykkere og tykkere Dorne ned i Løbet kan man gøre dettes Inderside haardere og mere slidfast og hægge de indre Lags Proportionalitetsgrænse, mens de ydre Lags Skørhed og dermed Faren for en pludselig Sprængning ikke forøges. Bronze, der er behandlet paa denne Maade, og som gerne indeholder 8% Tin, benævnes Staalbronze eller Uchatiusbronze efter Opfinderen, en østrigsk General¹⁾.

Kanonbronze staar sig bedre mod Havvand end Messing og de tinfattigere Bronzer og bruges derfor til Vinger for Centrifugalpumper i Søvand og andre Pumpedele. Endvidere bruges den til Tandhjul, der slides meget.

Bach opgiver for Kanonbronze:

$$\begin{aligned} \text{i almindelig Tilstand: } & \dots \dots \dots E_t = 1100000^{at} \quad PG_t = 300^{at} \quad S_t = 3000^{at} \\ \text{i fortættet do. } & \dots \dots \dots E_t = 1100000^{at} \quad PG_t = 900^{at} \quad S_t = 3200^{at} \end{aligned}$$

Vægtfylden er 8,8—8,6.

531. Klokkebronze er Kobber med 20—23% Tin (sjældent indtil 40%²⁾). Legeringen er graa, meget haard og skør og vanskelig at bearbejde. Vægtfylden er 8,7—9,1. Med 20% Tin og ingen fremmede Indblandinger faas den smukkeste Klang; denne Legering bruges til de kinesiske Gongons og Tamtams, der udsmedes med mørk Rødgødhede; i stærkere Varme og ved alm. Temperatur er Skørheden meget stor. Den største hidtil fremstillede Klokke er Ivan Welicki, der støbtes i Moskva 1653, men styrtede ned under en Ildebrand 1701; den vejede 240 t.

532. Spejlbronze bruges til optiske Spejle og skal være lys samt meget haard for at kunne faa en varig Glans. Den bestaar af Kobber med 30—33% Tin, andre Stoffer tilsættes ikke, da de kan fremkalde en Anløbning af Overfladen. Vægtfylden er 8,6.

533. Kunstbronze bruges til Statuer og andre Kunstværker, paa hvis Udseende og Varighed man lægger den største Vægt. Intet andet Materiale kan paa dette Omraade erstatte Bronzen: Støbejern giver mindre skarpe Afstøbninger og maa forsynes med et rustbeskyttende

¹⁾ Den samme Legering og Navnet Staalbronze bruges ogsaa til Frugtknive og lign., der ved kold Hamring eller Valsning er gjort haardere, stærkere og mere elastiske. *Oerlikonbronzen*, der i varm Tilstand kan smedes, er en virkelig Staalbronze, idet der til 92 Cu + 8 Sn yderligere sættes 1 eller allerhøjest 2 Dele Staal.

²⁾ Krupp's Staalbronze er vistnok en Fosforbronze (se § 537).

³⁾ Til Lokomotivfløjer bruges 80 Cu + 18 Sn + 2 Zn eller 81 Cu + 17 Sn + 2 Zn; den sidste Legering har en noget mørkere Klangfarve.

Overtræk, hvorved Linierne yderligere udviskes; Zink har ligesom Støbejern en kedelig Farve, og efterhaanden som Overfladen iltes, bliver den endnu dødere, endvidere er det bløde Zink lidet modstandsdygtigt mod Slid og Slag, og i Industribyernes Atmosfære fortæres det hurtigt; heller ikke Messing kan maale sig med Bronce, dels er Farven strax mindre varm og smuk, og dels bliver Overfladen under Luftens Paavirkning overtrukket med et grimt, sort, svampet Ite-lag, der tilslører Kunstværkets fine Linier og Konturer; Bronzens Overflade faar derimod i Tidens Løb en varm brun Farve, over hvilken der senere lægger sig en lys, blaa-grøn Patina bestaaende af Iiter og kulsure Forbindelser (CuCO_3 , $\text{Cu}(\text{OH})_2$); denne Patina er glat og tæt og beskytter det underliggende Metal og bevarer Kunstværket gennem Aarhundreder uden Forvanskning.

Patinaens Dannelse tager lang Tid og hæmmes eller hindres, naar Bronzen befinder sig i en meget røgfylt Atmosfære, idet der dels dannes sort Svovlkobber, dels aflejrer sig Sod paa den¹⁾; under saadanne Forhold maa Bronzen holdes ren ved Afvaskning.

Iøvrigt afhænger Patinaens Dannelse af Bronzens Sammensætning: rent Kobber og rene Tinbroncer bliver smukkeste, mens der paa den anden Side godt kan tilsættes en hel Del Zink og Bly, uden at Patinadannelsen forhindres, i alt Fald naar Omgivelserne er gunstige. Oldtidens Grækere brugte zinkfri Broncer med 10—25% Tin og undertiden noget Bly (der betragtedes som en tarvelligere Tinsort), mens Romerne satte Zink til. De moderne Bronzers Sammensætning er meget variabel; ønskes en hurtig Patinadannelse anbefales rent Kobber med 5—10% Tin, men der tilsættes næsten altid Zink, dels for at gøre Bronzen billigere, dels for at sænke Smeltepunktet og faa den til at flyde lettere, hvorved Afstøbningerne bliver skarpere; disse Egenskaber har navnlig Betydning ved Støbning af store Genstande, og i saadanne træffer man derfor det største Zinkindhold. Indholdet af de forskellige Stoffer svinger gerne mellem 80—90% Cu, 5—10% Sn, 1—10% Zn og 1—3% Pb. I japanske og kinesiske Broncer kan der findes indtil 15% Pb tilsat for at gøre Farven sort, men i Almindelighed er man bange for store Blymængder, da de gør Bronzen sajgret og skør.

δ. Rensede Tinbroncer.

534. Ved Smeltning af almindelig Tinbronze vil der altid danne sig noget Tinsyre (SnO_2), og ved gentagne Omsmeltinger voxer Mængden af dette Stof, der gør Bronzen træglifydende og forringer Styrke og Sejghed. Herpaa kan man raade Bod ved at tilsætte noget Fosfor, Silicium eller Mangan, idet disse Stoffer har større Affinitet til Ilt end Kobber og Tin, og deres Iltforbindelser skiller sig ud, saa at Bronzen renses. Et Indhold af Fosfor eller Silicium er imidlertid endnu skadeligere end Iltene, og der maa derfor ikke tilsættes mere end akkurat nødvendig til at reducere disse. Fosfor- og Siliciumbronze indeholder saaledes kun Spor af de Stoffer, der har givet dem Navn. Mangan gør derimod ingen Skade.

535. Fosforbronze maa højst indeholde 0,2% P. Den fremstilles ved at erstatte noget af Kobberet med Fosforkobber²⁾, men Sammensætningen er iøvrigt som de almindelige Tinbroncers, altsaa noget forskellig efter Anvendelsen. Ved Hjælp af Fosfortilsætningen kan Styrken af de rene Tinbroncer med indtil 10% Tin forøges 30%, uden at Brudforlængelsen forringes i nogen væsentlig Grad, og da Bronzen er letflydende, bliver Godset tættere end ellers, finkornet og kan i varm Tilstand smedes og valsede. Ved lavt Tinindhold (1—2%) kan det ogsaa behandles i kold Tilstand ved Valsning, Hamring og Trækning. Endvidere udmærker Fosforbronzen sig ved større Slidfasthed og kemisk Modstandssevne, end den almindelige Bronze er i Besiddelse af; mod Svovlsyre og Søvand staar den sig henholdsvis 2 og 3 Gange saa godt som det bedste rene Kobber.

Den bruges hovedsagelig i Maskinteknikken, i Tilfælde hvor man vil sikre sig et særlig godt Materiale f. Ex. til Lejer, Tandhjul, Glidere, hydrauliske Cy-lindre, Armaturredde (Haner o. s. v.); Rør³⁾; Pumpestænger. Valsede Stænger af Fosforbronze bruges, hvor Muntzmetal ikke er godt nok⁴⁾.

¹⁾ Den sorte Farve kan ogsaa skyldes, at der har været Arsen i det anvendte Kobber.

²⁾ med 5 eller 10% P.

³⁾ Rørene har ingen Svejsfuge og kan faas baade bløde og fjerhaarde.

⁴⁾ Saaledes til specielt stærke Skruer (f. Ex. til Gliderspejle), Forskrutninger og Ventilspindeler ved højt Tryk (til Dieselmotorer), Bolte i Excentrikbevægelsen for Skovlhjul paa Skibe.

Endvidere bruges Fosforbronze til Genstande som er udsatte for kemiske Angreb, som Torpedoer, Skibsskruer og Skibsplader.

Dens Anvendelse til Telefontraad er omtalt i § 523. Desuden bruges Fosforbroncetraad til Tove, der er i Berøring med sure Vædsker (f. Ex. i Gruber). Støbegods af Fosforbronze kan ligesom alm. Bronzeogs indeholde store Zinkmængder, men som Regel er det zinkfrit med ca. 10% Tin, har altsaa Kanonbronzens Sammensætning.

Til Belysning af Styrkeforholdene anføres:

Støbets	$S_t =$ ca. 2400 at
Udvalset Materiale	$S_t =$ 7000—10000 at
do. do. udglødet	$S_t =$ 3500—4000 at, $\delta = 37-46 \%$

536. Den tyske Krigsmarine forlanger af Fosforbronze til Undervandsdele af Torpedo-armeringen og til Vinger i Centrifugalpumper Sammensætningen: 89 Cu + 10 Sn + 1 Fosforkobber (med 10% Ph) samt $FG_t = 1000$ at, $S_t = 2000$ at, $\delta_{11,3} = 15 \%$, $v = 45^\circ$ (se § 492); en anden Bronze, der bruges paa lignende Maade samt til Ventilkegler, skal have Sammensætningen: 87 Cu + 12 Sn + 1 Fosforkobber (med 10% Ph) og $FG_t = 1000$ at, $S_t = 2000$ at, $\delta_{11,3} = 12 \%$, $v = 12^\circ$.

De danske Statsbaner anvender 88 Kobber + 10 Bangkatin + 2 Fosforkobber (med 5% Ph) til Beslag i 1ste Klasses Kupeer, Laase og Dørgreb samt til Lokomotivernes Haner, Ventiler og Smørevæser samt til Flanger for Kobberrør. Kobberindholdet maa højst afvige $\pm 2 \%$, Tinindholdet $\pm 1 \%$, og der maa højst være 1% af andre Stoffer.

Til Lejer og Foringer paa Lokomotivene erstattes 10 Dele af Kobberet med 10 Dele Bly, og Tilberedningen skal ske paa følgende Maade: 10 Dele rent Bly og 10 Dele Bangkatin nedsmeltes i Digel, og Legerten udstøbes i passende Stænger eller Blokke, dernæst smeltes 78 Dele dobbelt raffineret Kobber i Digel, og naar dette er passende varmt, tilsættes det rette Kvantum af den ovenfor omtalte Bly-Tin-Legering, hvorefter der for at rense hele Blandingen tilsættes 2 Dele Fosforkobber. Under denne Proces maa der stadig røres godt op i Metallet med en Grafitpind, hvorimod der absolut ikke maa bruges Stænger af Jern, hvilke let vil kunne opløse sig i Metallet. Skulde det ved Analyse af det færdige Leje vise sig, at Kobberindholdet er over 81% eller under 78% og at Indholdet af Bly eller Tin er under 9% eller over 11%, samt at der findes mere end 0,2% Ph eller 0,5% af fremmede Stoffer, modtages Legeringen ikke.

537. Krupp's Staalbronze til Skibsskruer m. m. er vistnok en Fosforbronze; den fremstilles i 3 Kvaliteter:

Blød	$S_t = 5100$ at	$\delta = 33 \%$	$\varphi = 32 \%$
Haard	$S_t = 5800$ at	$\delta = 16 \%$	$\varphi = 18 \%$
Mærke L. D.	$S_t = 7400$ at	$\delta = 19 \%$	$\varphi = 19 \%$

538. Siliciumbronze bruges langt sjældnere end Fosforbronze og næsten kun til Telegraf- og Telefontraad og Ledningstraad for elektriske Sporveje. Den maa kun indeholde Spor af Si, da dette i høj Grad nedsætter Ledsevnen. Se iøvrigt § 523.

Mangan-Tinbronze, bestaaende af 94,5—95,5% Cu, 4—4,5% Sn, 0,5—1% Mn og højst $1/2 \%$ fremmede Stoffer, bruges af Statsbanerne til Støttebolte i Lokomotivkedler. Der fordes $S_t = 3000$ at, $\delta = 40 \%$, $\varphi = 65 \%$ ved alle Temperaturer mellem 20 og 200°.

b. Broncer uden Tin.

a. Aluminiumbronze.

539. Aluminium forøger i højere Grad end Tin Kobberets Haardhed og Styrke¹⁾, og samtidig reducerer det fuldstændig Kobberforlittet og sajrger ikke. De kobberige Aluminiumbroncer er langt sejgere end Kobber²⁾, men Sejgheden aftager hurtigt igen, efterhaanden som Aluminiumindholdet voxer, og Broncer med over 10% Al er for skøre til at kunne bruges.

De Legeringer, der finder Anvendelse, indeholder 3—10% Al. De er ligesom

¹⁾ For støbt Neuhausener Aluminiumbronze angiver Tetmajer:

Al%	5,5	8,5	9,0	9,5	10,0	11,0	11,5
S_t at	4400	5000	5750	6200	6400	6800	8000
$\delta \%$	64,0	52,5	32,0	19,0	11,0	1,0	0,5

²⁾ Paa Aarhusudstillingen 1909 udstillede A/s Nordiske Kabel- og Traadfabrikker et Par Buster, hver for sig drevene af en plan Plade.

Fosforbronce smedelige i Rødguldhed¹⁾, og da de har en smuk gylden Farve²⁾ og lader sig polere meget blanke, bruges de til Kunstsmedarbejde og undertiden til Vaabende. I støbt Tilstand bruges de til smaa Maskindele, der skal være stærkere og haardere, end de bliver ved at fremstilles af Tinbronce, derimod ikke til store Genstande, thi disse bliver gerne utætte, fordi Aluminiumbronce svinder dobbelt saa meget som Tinbronce med samme Kobberindhold. Aluminiumbronce staa sig bedre end de tilsvarende Tinbronce med Vejr- lig, Salte, Syrer og Søvand og bruges derfor til Skibsfordudning. Til Beklædning af Husfacader bruges Blik med 10% Al, hvis Udseende dog hurtigt bliver grimt, hvis Blikket ikke ferniseres.

Aluminiumbronce taaler ikke saa høje Temperaturer som Tinbronce, allede mellem 80 og 150° lider den et stort Tab i Styrke.

Dens Anvendelse til Traad er nævnt i § 525³⁾.

β. Manganbronce.

540. Manganbronce indeholder gerne 3—6% Mangan, der virker paa samme Maade som Aluminium. Den egner sig ligesom Aluminiumbronce til Smedebrug og bruges ogsaa til Støbegods, skønt Manganet hæver Kobberets Smeltepunkt.

Manganbronce udmærker sig navnlig ved at bevare sin Styrke i forholdsvis høje Temperaturer (Fig. 80, Side 98) og har derfor til Trods for Manganets høje Pris i de senere Aar fundet stigende Anvendelse til Støttebolte i Lokomotivkedler, hvortil en Bronce med 5—6% Mn egner sig bedst.

En saadan Bronce bruges af de danske Statsbaner, og der kræves det samme af den som af Mangan-Tin-Broncen (§ 538) samt at den skal leveres i udglødet Stand.

Den franske Marine anvender Manganbronce ved Dampspændinger over 15 at (197°).

For valset Manganbronce har Rudeloff fundet:

Mn i %	FG _{at}	S _c at	d ₁₀₀ %	φ %	E _{at}
3,2	1360	2910	37,6	67,7	1190000
5,35		3590	40,0	72,7	
7,3		3540	34,2	66,7	
9,4		3250	37,1	69,8	
13,5	1400	3570	30,9	43,7	940000

Styrkens Variation med Temperaturen for den første og den sidste af disse Bronce er vist paa Fig. 80, Side 98.

For støbt Manganbronce angives: S_c = 2550 at, δ = 19 %.

Bethlehem Steel Company fremstiller to smedelige Manganbronce, en blød med S_c = 4200 at og en haard med S_c = 5340 at.

Undertiden tilsættes halvt saa meget Aluminium som Mangan. En saadan Bronce fra Isabellahtille til Støbning af Stopbøsninger og lignende Dele for Dampmaskiner til overhedet Damp havde

ved 15°	S _c = 2600 at	δ = 9 %
• 300°	S _c = 2570 at	δ = 14 %

H. Lejemetaller.

541. I Maskinbygningens første Tider, da man endnu brugte tykke Træaxler med Jærntapper, var Lejerne af Pokkenholt eller hærdet Staal, og Pokkenholt anvendes endnu til Lejer under Vand.

¹⁾ Smedningen forøger Styrken; for oversmedet Bronce med 8% Al har man fundet: FG_t = 6000 at, S_c = 8000 at, δ = 20 %.

²⁾ Med 5—7% Al er Farven som Guldets, og saadanne Legeringer bruges meget til Kunstgenstande, med 7—15 Al er Farven gullig, med 15—20 % sølvhvid og med over 20 % blaalighvid. Den 10 % Legering har Vf. 7,6 og smelter ved 1100°.

³⁾ Ganske tynd Traad bruges paa Grund af sin Styrke af Læger til Hudsammensyning.

Lejer af hærdet Staal taaler et meget stort Tryk, men maa passes omhyggeligt, da de let løber varme og æder sig sammen med Tappen, saa at bægge maa fornyes. De bruges derfor kun, hvor det er nødvendigt at indskrænke Dimensionerne saa meget som muligt.

Under Maskinbygningens videre Udvikling gik man over til blødere Lejer, der hurtigere blev slidt og maatte fornyes, men som skaaede den kostbarere Axel, idet man dog samtidig tilstræbte at faa Lejets Haardhed op i Nærheden af Axlens. Messing har været benyttet, men fortrængtes af Broncen, og denne er endnu det mest anvendte Metal til Lejer for svære Axler.

542. Lejemetallets Egenskaber har navnlig Betydning i Begyndelsen, indtil Fladerne har slidt sig sammen, senere derimod kun hvis Smøringen er mangelfuld, eller der kommer fremmede Legemer ind i Lejet; under normal Gang er Lejets Funktionering kun afhængig af Smøremidlet. Tilpasningen sker for de bløde Lejemetallers Vedkommende ved en Flydning, for Broncernes ved en Afslibning. Jo mindre Tappen angribes under denne Afslibning, des bedre egner Broncen sig til Lejemetal.

543. De Bronce, der bruges til Lejer med store Tryk, f. Ex. til Lejer for Lokomotivaxler, indeholder 11—14% Sn og 1—5% Zn¹⁾. Til meget haarde Lejer bruges 17—18% Sn og 0—2% Zn²⁾. Om Haardheden se § 189. Mange Lejebronce indeholder store Blymængder, som i Følge Dudley's Undersøgelser har vist sig at forøge Støbeligheden og forringe Sliddet. Den bedste af de af Dudley undersøgte Bronce havde Sammensætningen: 77 Cu + 8 Sn + 15 Pb; den bruges af Pennsylvania Railroad Co. Lejerne paa de danske Statsbaners Lokomotiver er støbt af 80 Cu + 10 Sn + 10 Pb (se § 536).

544. Broncelejer er imidlertid svære at fremstille paa Grund af Broncens høje Smeltepunkt og store Haardhed, og man benytter derfor ogsaa andre Legeringer, der er mindre slidfaste, men til Gengæld lettere lader sig støbe og tilदानe. Disse Lejemetaller bestaar som Regel af Bly eller Tin med en større Antimontilsætning og undertiden lidt Kobber. Grunden til disse Legeringers gode Egenskaber er i Følge Charpys Undersøgelser, at de indeholder haarde Antimonkorn³⁾ i en plastisk Grundmasse; de haarde Korn forhindrer Sliddet, samtidig med at den bløde Grundmasse tilpasser sig efter Axlen, saa at man undgaar, at denne kommer til at hvile i et enkelt Punkt. Jo haardere Berøringsfladerne er, des mindre bliver Friktionen, men den plastiske Grundmasse er nødvendig, naar man vil undga en Afslibning, da man ikke paa Forhaand kan tilpasse Fladerne tilstrækkelig nøjagtigt, men maa lade dem selv besejge det.

545. Af de Legeringer, der indeholder Bly som Hovedbestanddel, er nogle rent Antimonbly (Haardbly), mens andre tillige indeholder Tin. Den eutektiske Antimonblylegering α: den Legering, der har det laveste Smeltepunkt (247°, indeholder 87 Pb + 13 Sb og stærker som en homogen Masse. Tager man mere Bly, vil Overskuddet udskille sig som Blykrystaller i den eutektiske Grundmasse, og tager man mere Antimon, vil der danne sig haarde Antimonkorn i Grundmassen. En Legering med 15—25% Sb egner sig til Pandemetal; under 15% maa den ikke indeholde, da der saa er for faa Antimonkorn til at forhindrer Sliddet, og over 25% maa der heller ikke være, idet Antimonkornene da berører hinanden, saa at den plastiske Grundmasse slet ikke kommer til at virke.

De danske Statsbaners P-Metal indeholder 84 Pb + 16 Sb og bruges baade til hele Vognaxelpander og til at udstøbe visse Lokomotivlejer med; det er et billigt Lejemetal, men kræver god Smøring. En Legering, der ved Analyse viser sig at indeholde over 17% eller under 15% Sb eller mer end 1% fremmede Stoffer, modtages ikke.

¹⁾ Den tyske Krigsmarine bruger til mindre Lejerforinger og Kulisseklodser: 83 Cu + 12 Sn + 5 Zn med S_c = 1800 at, d_{11,8} = 3 %, v = 10°, og til Foringer i større Lejer enten: 85 Cu + 11 Sn + 4 Zn med S_c = 1800 at, d_{11,8} = 4 %, v = 20°, eller 88 Cu + 11 Sn + 1 Zn med FG_t = 1000 at, S_c = 2000 at, d_{11,8} = 10 %, v = 20°; angaaende Betydningen af FG_t og v se § 492.

²⁾ Til franske Jærnbanevogne bruges: 82 Cu + 18 Sn + 2 Zn.

³⁾ Antimons Haardhed er som Aluminiums (§ 189).

Ved Tilsætning af Tin faas **Magnolia Antifrikationsmetal**, der hovedsagelig bestaar af 78 Pb + 16 Sb + 6 Sn¹⁾. Det er en god, men dyr Legering (3 Kr. pr. kg), som bruges til Lejer i svære Dampmaskiner. Haardheden er ringe, Trykflydegrænsen ligger noget over 200 at.

Statsbanernes **Blødt Metal** til Pakninger bestaar af 76 Pb + 14 *Bangkatin* + 10 Sb.

Til Metalpakning i Stoppebøsser med højtspændt Damp bruges undertiden 45 Pb + 10 Sb + 45 Sn.

546. Legeringer med Tin som Hovedbestanddel benævnes gerne Hvidt Metal og er ligesom Britanniametal sammensat af Tin, Antimon og Kobber. Hvidt Metal er dyrere end Antimonbly, ikke saa slidfast og ødelægges lettere ved Varmeløbning paa Grund af sit lavere Smeltepunkt, men til Gengæld er det meget letstøbeligt; undertiden udstøbes det endog direkte i Lejet omkring den centrerede Axel, saa at Afdrejning spares. Det bruges meget til simpelt Maskineri som Landbrugs- og Murstensmaskiner, men finder ogsaa Anvendelse mange andre Steder. Til Pander i Jærnbanevogne bruger Berlins Jærnbanedirektion: 83 Sn + 11 Sb + 6 Cu²⁾, den østrigske Nordvestbane: 82 Sn + 12 Sb + 6 Cu, og lignende Legeringer bruges i Excentrikker. Til Udføring af Axellejer for Lokomotiver og Tendere tilsættes mere Kobber, f. Ex.: 80 Sn + 10 Sb + 10 Cu. Paa Grund af det hvide Metals Svind under Afkølingen har det Tilbøjelighed til at trække sig løs fra Støbejerns- eller Staalbøsningen. Se desangaaende *Teknisk Forenings Tidsskrift* 1908, Side 258.

Babbitts Metal er et Navn, hvorunder flere forskellige Lejemetaller løber. I Reglen er det Hvidt Metal af Sammensætningen: 80 Sn + 15 Sb + 5 Cu, men Indholdet kan f. Ex. ogsaa være: 69 Zn + 19 Sn + 5 Pb + 4 Cu + 3 Sb (1,40 Kr. pr. kg).

¹⁾ f. Ex.: 77,67 Pb + 16,03 Sb + 5,89 Sn + 0,30 Fe + 0,02 Cu samt Spor af As og P.

²⁾ Denne Legerings Haardhed er omtalt i § 189.

III. Træ.

A. Træets Egenskaber.

I. Indledning.

547. Som Byggemateriale udmærker Træet sig ved sin store Bearbejdighed, sin ringe Vægt i Forbindelse med stor Sejghed og Styrke, og derved at det kan faas i store Længder med forholdsvis ringe Tværnsnit.

Derimod er det ikke meget varigt, det raadner let og fortæres af Dyr og Svampe, og dets Volumen forandrer sig med Fugtighedsforholdene, idet det snart svinder og snart bulner ud.

Den Lethed, hvormed det antændes, umuliggør ogsaa Brugen af det paa mange Steder, og man har i Rækker af Aar foretrukket Jærnkonstruktioner for Trækonstruktioner paa Grund af Jærnets formentlige Brandsikkerhed. Men i Ildebrandstilfælde vil en Træbjælke bevare sin Bæreevne væsentlig længere end en Jærnbjælke, og da dens Varmeudvidelse er yderst ringe, kan den ikke skyde Murene ud.

2. Træets Ernæring.

548. Træet tager sin Næring dels i Luftform fra Atmosfæren gennem Bladenes Spalteaabninger, dels i opløst Tilstand gennem Rødderne¹⁾. Rødderne opsuger Vandet og de deri opløste Stoffer som Kulsyre, Salpetersyre, Svovlsyre, Fosforsyre, Kali, Kalk, Magnesia og Jærntveilte, og ved Osmose og Haarrørsvirkning stiger det op gennem de yderste Vedringe til Bladene, hvor det mødes med den fra Luften optagne Kulsyre, og af Bladgrøntet (Klorofylet) omdannes til organiske Stoffer²⁾, der gennem Basten strømmer tilbage til Rødderne skabende nye Celler og aflejrende Reservenæring overalt paa deres Vej.

Bladene optager kun Kulsyre, naar der falder Lys paa dem, og Lys er derfor en Livsbetingelse for Træet; uden Lys sulter det og kan kun frembringe faa Blade, hvorved Livsvirksomheden yderligere formindskes. Om Vinteren optager Træet ikke Næring, fordi Kulsyreassimilationen kræver en højere Varmegrad, end Vintermaanederne har.

¹⁾ De organiske Stoffer i Jorden kan ikke optages, men ved deres Omdannelse til **Humus** (Muldjord) og dennes videre Forandring opstaar Salpetersyre, som er et vigtigt Næringsstof, samt Kulsyre, som hjælper til at opløse mange af Jordens Bestanddele. Ved Humus forstaar man de i luftter Jord værende Stoffer, som bortgaar ved Glødning.

²⁾ Kulhydrater (Stivelse, Sukker), Fedtstoffer og Æggehvide-stoffer.

3. Træets Cellevæv.

549. Træet bestaar af **Celler**, et Navn, der skyldes *Robert Hooke*, som 1667 omtalte dem for første Gang. Cellerne er fra Begyndelsen runde Sække, men ved Trykket fra de omgivende Celler bliver de kantede og faar flade Sider og kiler sig ind mellem hverandre, og alt eftersom de er dannede det ene eller det andet Sted, bliver de haarde og faste som Vedcellerne (Fig. 163) eller bløde som Marvcellerne og Bladgrøntcellerne. I Træstammen opstaar der derved 3 forskellige Lag, som let skelnes fra hverandre, nemlig Marven, Veddet og Barken (Fig. 164).

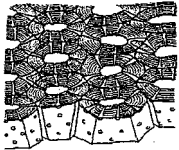


Fig. 163. Vedceller.

550. **Marven**, den inderste Del, bestaar af Celler, hvis Livsvirksomhed er ophørt. Marven er ikke tykkere i gamle end i unge Stammer og kan endog

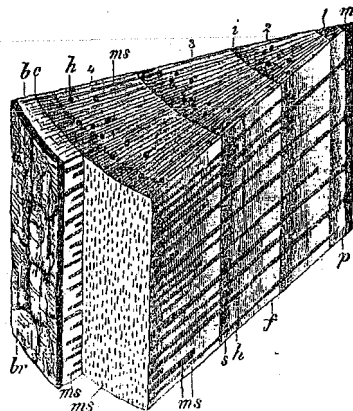


Fig. 164. Kilestykke af en 4-aarig Skovfyrstamme (*Pinus sylvestris*), 6 Gange forstørret. *m* Marv, *ms* Marvstraaler, *i* Grøns mellem Aarringene 2 og 3, *h* Harpingsgange, *c* Danneleslag, *b* grøn Bark, *br* Kork, *s* Høstved, *f* Vaarved, *p* primære Trædele. (Efter *Strasburger*).

forsvinde med Alderen. Cellerne er runde og løst forbundne, Vævet derfor uden Styrke.

551. **Veddet**, der udgør Stammens mellemste og væsentligste Del, bestaar af forskellige Organer, af hvilke de vigtigste er Vedceller, Kar, Trakeider, Vedparenkym, Gange og Marvstraaler.

552. **Vedcellerne** (Fig. 163, 165, 166) er meget langstrakte ($\frac{1}{5}$ — 2 mm lange), tykvæggede Celler af et polygonalt Tværsnit og med spidse Ender. De er kilede ind mellem hverandre og tjener kun til at afstive Træet, jo flere der er af dem, des stærkere bliver Veddet. Deres Længderetning falder sammen med Stammens eller Grenens, og Veddet er derfor kløveligt i denne Retning¹⁾.

¹⁾ Vedcellerne er dog ikke altid lige, men undertiden krumme.

Vedcellerne kan være samlede i Bundter eller ligge isolerede mellem det øvrige Væv; den første Ordning giver stift og fast Ved (*Jarrah*), den sidste højeligt og elastisk Ved (*Ask*). De findes kun hos Løvtræerne, og deres Størrelse og Tykkelse er uafhængig af den Aarstid, paa hvilken de er dannede; er Cellevæggene tykke, bliver Veddet haardt (*Eg*, *Teak*, *Ibentræ*), er de tynde, bliver det blødt (*Poppel*, *Pil*).

553. **Karrene** er lange Rør, der strækker sig gennem hele Stammen og ud i Grenene (Fig. 165 og 166). I Tværsnit viser de sig som runde, fine Huller, der i Reglen kan ses med blotte Øjne, f. Ex. hos *Egen*; i Længdesnit fremtræder de som Furer²⁾. De er oprindelig dannede af en lodret Række Celler, hvis vandrette Cellevægge har opløst sig; senere udvider Karrene sig og sammentrykker Nabocellerne. Karrene har tykke, forvædede Vægge forsynede med vandrette Porer; deres Antal og Gruppering har stor Indflydelse paa Veddet tekniske Egenskaber og er et vigtigt Middel til at skelne mellem de enkelte Træsarter.

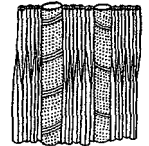


Fig. 166. Kar og Vedceller i Egeved, stærk Forstærning.

Naaletræerne mangler Kar, men hos Løvtræerne spiller de en meget vigtig Rolle, idet det er gennem dem, at Saften stiger op til Bladene paavirket af Haarrørskraften³⁾. Naar Karrene er blevne et vist Antal Aar gamle, tjener de ikke mere som Ledninger for den opstigende Saft, men er luftfyldte og gør kun Nytte som Styrkevæv; undertiden voxer da det omgivende Vedparenkym ind i dem og fylder dem.

Karrene er ikke helt lodrette, men noget slyngede og omgivne af tættere Cellevæv. Undertiden har de alle samme Diameter (*Avnbøg*), undertiden er de om Foraaret dannede større end de senere paa Sommeren afsatte (*Eg*, *Ælm*, *Ask*). Mange og store Kar gør Træet porøst og formindsker dets Styrke; hos *Eg*, *Ælm* og *Ask* er Karrene store og tydelige, hos *Bøg* og *Avnbøg* er de smaa. Hos nogle Træer (*Bøg*⁴⁾) er de spredt over hele Tværsnittet, hos andre (*Eg*, *Ask*, *Ælm*) er de samlede i koncentriske Ringe.

554. **Trakeiderne** eller Vandrørscellerne (Fig. 165 og 167) ligner Karrene og har samme Opgave, men er mindre i Tværsnit og ganske korte og kun dannede af en enkelt Celle, saa at Saften kun ved Osmose kan trænge fra den ene Trakeide ind i den anden. Overgangen lettes dog derved, at de radiære Vægge er forsynede med Porer, der svarer til Porer i Nabotrakeiden, men de to flugtede Porer er skilte fra hinanden ved en tynd Hinde.

Trakeiderne er mere tyndvæggede end Vedcellerne med et rektangulært Tværsnit, hvis Sider er parallelle med henholdsvis Stammens Radius og Periferi.

De forekommer kun sjældent hos Løvtræerne og da kun som Ledningsorganer for den opstigende Saft, mens de hos Naaletræerne ogsaa tjener som Styrkeceller. Naaletræernes Ved er, naar Marvstraaler og Gange undtages, omtrent udelukkende dannet af Trakeider, der ligger regelmæssigt ordnede efter Radius og Periferi og kan være indtil 5 mm lange. Naaletræernes Ved er

¹⁾ Diametren varierer fra 0,02 til 0,5 mm, er den under 0,1 mm kan Karrene vanskelig ses i Tværsnit uden Lup, mens de i Længdesnit endnu kan skelnes, naar Diameteren er 0,05 mm.

²⁾ Foruden de forvædede Kar eksisterer der dog ogsaa tyndvæggede (*Siror*), der fører de kvelstofholdige Næringsstoffer rundt i Træet, men de ligger i Barken.

³⁾ Ahorn og Birk.

derfor langt regelmæssigere bygget end Løvtræernes, hvor Karrene bringer Forstyrrelse, og kløves lettere til Tagspaan, Tøndestaver og desl.

Trakeidernes Udseende vexler dog med Tidspunktet for deres Dannelse. De om Foraaret afsatte har tynde Vægge og et stort Hulrum, mens de om Sommeren dannede har tykke Vægge og et lille Hulrum (Fig. 168).

Baade Vedceller, Kar og Trakeider er døde Organer, der kun indeholder Luft eller Vand (∴ opstigende Saft).

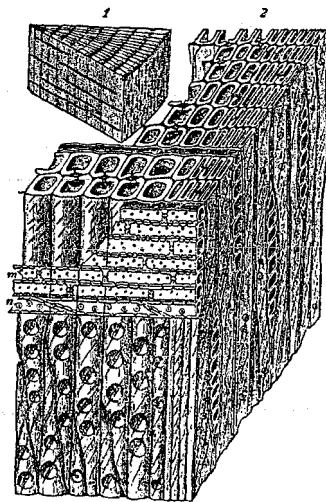


Fig. 167. 1. Vedstykke af Rødgran (*Picea excelsa*); Barken er fjernet, og de i Virkeligheden mikroskopiske Marvstraaler er stærkt forstørrede. 2. Det øverste, højre Hjørne af samme Vedstykke, 100 Gange forstørret, m og n er Marvstraaleceller. (Efter Hartig).

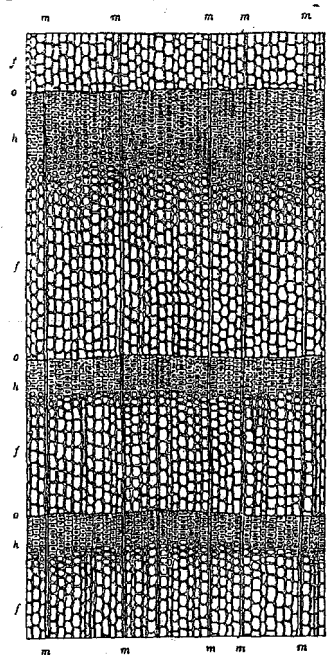


Fig. 168. Tværnsnit i en Edelgrans Stamme (*Abies pechinata*), 35 Gange forstørret. oo Aarringsgrænser, ff Vaarved, hh Høstved, mm Marvstraaler. (Efter Hempel og Wilhelm.)

555. Vedparenkymet (Fig. 165) er derimod levende Celler, der tjene til Stofvandring og Gemme for Kulhydrater. De findes gerne omkring Karrene og er korte med tynde, bløde Cellevægge og fyldte med Reservenering. De udgør det svageste Væv i Veddet. Vedparenkym findes ikke hos Naaletræerne, men overalt i Løvtræerne, dog kan det, der ligger inderst i Stammen, undertiden være dødt.

556. Mellem Cellerne kan der findes **Gange**, som enten er luftførende eller udfyldte med forskellige Stoffer som Gummi, Harpax og Terpentin. Disse Gange er oprindelig opstaaede ved, at Trykket mellem Cellerne ikke har været stærkt nok til ogsaa at bringe Hjørnerne i Berøring med hinanden, saa at disse er forblevne afrundede. Senere udvides de ved, at de omgivende Celler brister eller skydes tilbage. De nævnte Stoffer er at betragte som Træets Exkrementer, Dannelser, der ikke kan nyttiggøres i Organismen, og som udskilles af de Gange omgivende Celler.

Disse Gange er sjældne hos Løvtræerne, men hyppige hos Naaletræerne. Deres **Harpixkanaler** er ligesom Løvtræernes Kar lange Rør, der paa et Tværnsnit viser sig som fine lyse Prikker; men i Modsætning til Karrene optræder de kun sparsomt og altid enkeltvis, og de sidder nærmest ved Aarringenes Yderkant, altsaa i Høstveddet. I harpaxrige Naaletræer som Pitchpine kan man undertiden ogsaa træffe Harpax aflejret i flere Millimeter tykke, linseformede Kager af indtil en Haands Størrelse; disse Kager er lodret stillede og følger Aarringene.

557. Marvstraalerne er Baand af bløde Marvceller, der paa et Stamme-tværnsnit viser sig som radiære Linier, paa et radiært Snit som vandrette mer eller mindre brede Baand og paa et tangentielt Snit som lodrette Linier af større eller mindre Længde og Tykkelse. Nogle af Marvstraalerne begynder helt inde ved Marven, mens Resten begynder i forskellig Afstand fra den; derimod gaar de alle helt ud til Barken (Fig. 164). Disse Celler er levende, og i Sommerens Løb opsøres der Næringsstoffer i dem. Det er denne Reservenering, der sætter Træet i Stand til at skyde nye Skud og Blade om Foraaret, da der endnu ingen Klorofylceller findes.

Hos Naaletræerne er Marvstraalerne ganske lige (Fig. 167—68), men saa tynde (1 Celle) og lave (7—15 Celler) at de ikke kan ses med det blotte Øje; de er ordnede som Frembringere i en Skrueflade omkring Marven, og Cellerne staar gennem Porer i Forbindelse med de omgivende Trakeider. Marvstraalernes bløde Væv danner svage Steder i Veddet, og den Lethed, hvormed Naaletræerne kløves, skyldes hovedsagelig de retliniede Marvstraaler¹⁾.

Hos Løvtræerne er Marvstraalerne mindre retliniede, men tydeligere; Tykkelsen kan indenfor samme Træ variere fra 2^{mm} til 0,02^{mm}, i sidste Tilfælde er de dannede af kun een Cellerække. Egens Straaler er meget tykke, Bøgens noget tyndere, Ælmens og Askens tynde. Foruden disse iøjnefaldende Straaler har dog alle de nævnte Træer ogsaa fine Straaler af Størrelse som Naaletræernes. Jo tyndere Straalerne er, des talrigere er de. Marvstraalernes Højde kan variere fra 300 til 0,2^{mm}; hos Egen er Højden 50—100^{mm}, hos Bøgen ca. 5^{mm}, hos Asken ca. 1/2^{mm}. Marvstraalernes Volumen kan udgøre indtil 40% af Veddets, hos Bøg f. Ex. ca. 17%. Ligesom hos Naaletræerne, men mindre regelret, ligger Straalerne ordnede i Skrueflader, og Cellerne er ogsaa her forsynede med Porer, men Straalerne er mindre retliniede, idet de bøjer udenom Karrene, hvor disse træffes.

De svære Marvstraaler er af et ret modstandsdygtigt Væv, og hvor de findes, har Træet derfor en stor Styrke mod Tryk vinkelret paa Fibrene. Set fra dette Synspunkt er derfor Eg og Bøg egnede til Sveller. I andre Henseender er Marvstraalerne mindre modstandsdygtige; naar Træet revner paa Grund af Svind er det gerne langs disse, og i Klodser til Træbrolægning er det dem, der først slides, hvorefter det omgivende Styrkevæv mister Sammenhængen, og de enkelte Celler bøjer sig, saa at Overfladen trævles op.

Marvstraalerne er ofte lysere eller mørkere end Omgivelserne, og paa et radiært Snit i Stammen optræder de med Glans. Snittet vil sjældent følge deres Plan fuldstændig, og de viser sig derfor som Pletter af ret tilfældig Form. Disse Pletter, der i høj Grad bidrager til at give de forskellige Vedsorter deres ejendommelige Udseende, benævnes **Spejl**.

¹⁾ Undertiden ligger der midt inde i Marvstraalen en radiær Harpaxkanal.

558. **Barken**, der omgiver Veddet, bestaar af 3 Lag. Inderst ligger Basten, hvis Celler er længere end Vedcellerne (1—2^{mm} lange, hos Hørren endog 4—6^{mm}), dernæst kommer den grønne Bark og yderst Korken, hvis Celler er luftfyldte og derfor danner en udmærket Varmeisolation for Træet, ligesom de forhindrer dets Udtørring, da de er meget lidt gennemtrængelige for Vand. Man har paavist, at et fældet Træ ved 3 Maaneders Henliggen i Luften taber 40 Gange saa meget Vand, naar det er afbarket, som naar det har Barken paa. Unge Skud har udenfor Barken endnu et Lag, Overhuden, der imidlertid snart forsvinder.

4. Veddets Dannelse.

559. Lægges man et Tværnsnit i et urteagtigt Skud af et Løvtræ, vil man indenfor Overhuden se en Kreds af ovale Pletter, der adskiller sig fra den mere ensartede Grundmasse (Fig. 169). Disse Pletter er Tværnsnit af Karbundter, og Grundmassen er Marven med dens Udløbere, Marvstraalene. Tværs gennem Karbundterne og Marvstraalene gaar der en Kreds, der deler hvert Karbundt i to Dele. Den inderste Del, Kardelen, bestaar hovedsagelig af de tidligere omtalte Kar, gennem hvilke Vandet og de deri opløste Stoffer stiger op til Bladene, mens den yderste Del, Sidelen, hovedsagelig bestaar af Bastkar, gennem hvilke den nedadstigende Saft gaar. I disse Bastkar findes der vandrette Skillevægge, der er gennemhulede som en Si. Den Cellekreds, der skiller Sidel fra Kardel, kaldes Dannelseslaget; hvad der ligger udenfor den tilhører Barken, hvad der ligger indenfor tilhører Veddet.

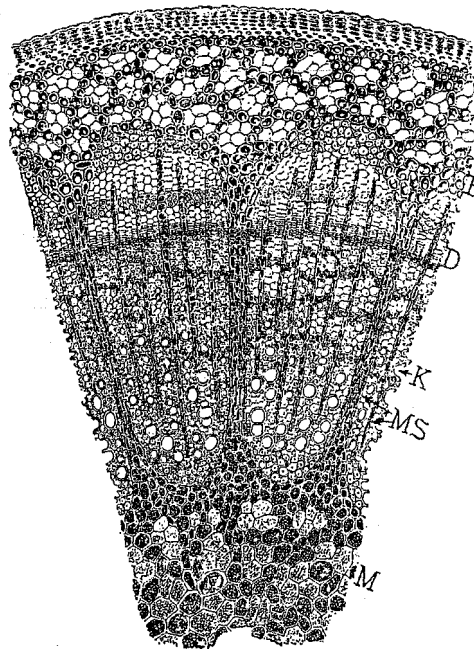


Fig. 169. Tværnsnit i en ung Egestamme, stærkt forstørret. O Overhud, G grøn Bark, B Bast, D Dannelseslag, K Kar, MS Marvstraal, M Marv. (Efter Hartig).

560. **Dannelseslaget** bestaar af bløde, tyndvæggede Celler, fyldte med Celleslim (Protoplasma). Disse Celler tiltager efterhaanden i Størrelse og deler sig i nye Celler, af hvilke de inderste bliver til Kar, Vedceller, Marvceller o. s. v., mens de yderste bliver til Bark. Væksten foregaar kun i Dannelseslaget, og Veddet voxer altsaa udvendigt fra, Barken indvendigt fra. Paa Grund af Trykket fra det dannede Ved rykker Dannelseslaget stadig udefter, forøgende sin Periferi ved Celledeling. Under Væksten forlænges ikke blot de

oprindelige Marvstraalere, men der opstaar ogsaa nye, som deler Karbundterne, saa at disses Antal forøges, efterhaanden som Periferien bliver større, saaledes som vist paa Fig. 170.



Fig. 171. En Celle.

Det er til Celleslimet (der hovedsagelig bestaar af Æggehvidestof) og navnlig til en i dette svævende forfattet Klump, Cellekernen, at Livsvirksomheden er knyttet (Fig. 171). I Slimet opstaar der senere Saffrum fyldte med Cellesaft, der breder sig

mere og mere og tilsidst fylder hele Cellen, mens Slimet trykkes ud mod Væggen, paa hvilken det afsætter sig i et tyndt Lag. Men paa dette Stadium er Cellen ikke mere yngledygtig.

561. Cellens Begrænsning, Cellehinden, bestaar af Cellulose²⁾ og er i Begyndelsen ganske tynd, men efter at Cellesaften har dannet sig og er begyndt at cirkulere, aflejrer den nye Stoffer i Cellehinden, saa at Cellevæggen bliver tykkere. Disse nye Stoffer, mellem hvilke der f. Ex. er Gummi, kaldes **Lignin**. Ved deres Dannelse, der tilendebringes samme Sommer, Cellen er opstaaet, **forveddes** Cellevæggen: den bliver fast og træagtig; i de haarde Træsarter ender Cellerne om Efteraaret med at være næsten ganske fyldte. Enkelte Punkter af Cellehinden (eller Karhinden) holder sig dog fri for Lignin, saa at der opstaar korresponderende Porer i Cellevæggen, kun adskilte af Cellehinden, gennem hvilken Safterne kan sive (Fig. 163).

562. Som Væksten her er beskrevet, foregaar den dog kun hos de tokimbladede Planter, til hvilke imidlertid alle de i denne Bog omtalte Træer hører. Hos de **eenkimbladede** (Palme, Asperges) ligger Karbundterne uregelmæssig spredt over hele Tværnittet, og samtidig med at der opstaar nye ude i Periferien, bliver de gamle stadig ved med at voxer, saa at de tykkeste Karbundter findes inderst i Stammen.

5. Aarringe.

563. Hos de **tokimbladede** Træer foregaar der derimod ingen Væxt inde i Stammen, men der lægges hvert Aar et nyt Vedlag udenom de gamle. Dette Vedlag er ikke homogent. Om Foraaret, naar Træet begynder at voxer (i Danmark i Maj Maaned) og skal frembringe alle sine Blade og nye Skud, har det Brug for store Vandmængder, og Løvtræerne danner da hovedsagelig Kar, og Naaletræerne store, tyndvæggede Trakeider. Ud paa Sommeren bliver Trangen til Ledningsvæv mindre, og Løvtræerne afsætter da fortrinsvis Vedceller, mens Naaletræerne danner smaa tykvæggede Trakeider. Der opstaar paa denne Maade

¹⁾ I Barken findes der endnu et Dannelseslag, beliggende mellem Korken og den grønne Bark. Naar dette Dannelseslag begynder sin Virksomhed, brister Overhuden (Birkens hvide Barkskæl), thi Korken er uigennemtrængelig for Safterne. Efterhaanden vil de yderste Korklag paa lignende Maade bryde, og saafremt de bliver siddende paa Stammen, bliver denne gennemtrukket med dybe Furer (Eg, Fyr, Elm), er de derimod affaldende (Bøg, Avnbøg), holder Stammen sig glad.

²⁾ C₆H₁₀O₅; 44,4% C + 6,2% H + 49,4% O; Bomuld og Filtrerpapir er Cellulose i omtrent ren Form.

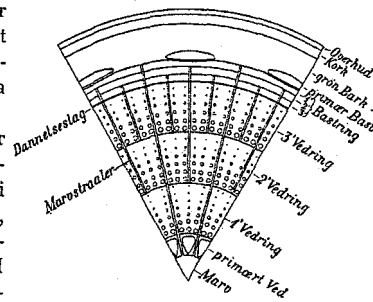


Fig. 170. Skematisk Snit i en 3-aarig Stængel af en tokimbladet Plante¹⁾.

en tydelig Forskel mellem det løse, porøse **Vaarved** og det faste, tætte **Høstved**, og da Væxten standser om Vinteren (i Danmark midt i August), bliver Grænsen mellem det ene Aars Høstved og det paafølgende Aars Vaarved meget skarp, saa at man paa et Tværsnit tydelig kan se de forskellige Aarringe, der udgør Veddet's aarlige Tilvæxt (Fig. 168). Af Aarringenes Antal ved Foden af Stammen kan man derfor nøjagtig bestemme Træets Alder¹⁾. Da Høstveddet er mere forveddet end Vaarveddet, er det tungere og ofte mørkere end dette. Denne Farveforskel er navnlig udpræget hos Naaletræerne, hvorfor Aarringene hos dem er særlig tydelige. Ogsaa mellem Vaarved og Høstved i samme Aarring kan der undertiden være et skarpt Skel (f. Ex. hos Pitchpine), men som Regel er Overgangen mere jævn.

564. De »Aarer«, som et Fyrrebrædt eller Egebrædt viser og som man ofte efterligner ved Maling, skyldes Forskellen mellem Vaar- og Høstved. Hos Fyren er det Høstveddet, der fremtræder mørkt, hos Egen Vaarveddet med de mange Kar. Aarerne bliver des bredere, jo mere tangentielt til Aarringene, Snittet forløber; et Længdesnit i en Stamme et Stykke fra Marven vil saaledes vise brede Aarer i Midten og smalle ved Siderne (Fig. 176).

I teknisk Henseende er Træet des bedre jo mindre Vaarved det indeholder, thi det tætte Høstved er stærkere og raadner vanskeligere end det porøse Vaarved.

Jo mindre Forskellen mellem Vaar- og Høstved er, des homogenere og haardere er Veddet, og des glattere bliver det ved Høvling og Polering. En passende Forskel i Strukturen forøger derimod Veddet's Bøjelighed, mens en stor Forskel kan bevirke, at Veddet revner langs en Aarringsgrænse. Næsten alle de i Ingeniørteknikken anvendte Vedsorter er mer eller mindre uhomogene og porøse (Eg, Ælm, Ask, Rød- og Ædelgran, Fyr, Lærk). Særlig tætte Vedsorter, som Buxbom, bruges til Træsnit.

565. Aarringenes Bredde varierer. De Aarringe, der dannes i Træets **Ungdom**, er bredere end de, der dannes i **Alderdommen**. Som Middeltal af et større Antal Tællinger har *Wijkander* saaledes fundet for svensk Gran:

Træets Alder i Aar	36	86	122	175	231	266	333
Aarringenes Middelbredde i mm...	2,98	2,21	1,63	1,21	0,85	0,7	0,5

Dette skyldes tildels, at unge Træer begynder at voxe tidligere paa Aaret end gamle, men hænger navnlig sammen med Kronens Udvikling. Denne voxe stærkt i de første Aar, fordampes meget Vand og kræver derfor meget Ledningsvæv. I Overensstemmelse hermed naar Aarringene gerne deres største Bredde et lille Stykke fra Marven, hvorefter de stadig bliver smallere, idet gamle Træer ikke forøger deres Krone nævneværdig fra Aar til Aar.

Imidlertid har **tilfældige Omstændigheder** en lige saa stor Indflydelse paa Aarringsbredden. Er Sommeren lang eller fugtig, faas en bred Aarring, er den kort eller tør, faas en smal; en frugtbar Jordbund giver bredere Aarringe end en mager. Lysmængden har meget at sige, saaledes vil et Træ, der overskygges af andre Træer, danne smalle Ringe, indtil disse Træer fældes, da bliver Ringene bredere. Enlige Træer danne bredere Ringe end tæt stillede Træer, thi de har en større Krone og fordampes mere Vand; saadanne Træer har derfor løst og let Ved, og det samme gælder Træer, der er opvoxede paa

¹⁾ Hos tropiske Træer kan man ikke af Vedringenes Antal slutte sig til Træets Alder. Væxtperioderne falder nemlig her sammen med Regnperioderne, af hvilke der kan være flere aarlig.

sumpet Grund. Naaletræer i Bjærgene eller nordlige Lande voxe langsommere og danne derfor smallere Ringe, end naar de voxe paa Sletland eller i sydlige Egne; Skovfyren kan paa Frankrigs Sletter danne Ringe af 5 mm Bredde og i Finland saa smalle Ringe, at de kun kan adskilles med Lup. Een og samme Aarring kan have forskellig Tykkelse paa forskellige Steder; et Træ der voxe i Skovbrynet vil saaledes danne Aarringe, hvis Bredde er størst paa den mod Lyset vendte Side, fordi Kronen udvikler sig stærkest i den Retning.

566. Aarringsbreddens tekniske Betydning. Den Variation i Aarringsbredden, som Livsvilkaarene fremkalder, kan enten falde paa Vaarveddet eller paa Høstveddet. Hos de Løvtræer, der har Karrene samlet i Ringe (Eg, Ælm og Ask), falder den næsten udelukkende paa Høstveddet, og brede Ringe hos disse Træer tyder derfor paa en god Kvalitet. Hos Naaletræerne falder Forøgelsen derimod hovedsagelig paa Vaarveddet, og hos dem er smalle Ringe derfor et godt Tegn. Naaletræer, der er opvoxede paa Bjærgene, danne smallere Ringe og bedre Ved end Naaletræer paa Sletland, thi i de store Højder er Foraaret koldt, og Væxten begynder først, naar Solen rigtig har faaet Kraft, saa der hovedsagelig dannes Høstved. Naaletræernes Ringbredde er dog ingen nøjagtig Maalestok for Kvaliteten, thi under meget slette Ernæringsforhold vil Aarringene ogsaa blive smalle, men det er ligefrem af Sult, saa Cellevæggene vil samtidig være tynde, og Veddet derfor slet. Med en bedre Ernæring bliver baade Aarringene bredere og Veddet bedre. Derfor har den nordsvenske Fyr til Trods for sine smalle Aarringe daarlige Ved end de mere bredringede sydsvenske og tyske Fyrretræer, der er opvoxede i et mildere Klima.

567. Aarringenes Begrænsning er ikke altid jævnt krummet, men undertiden bølget f. Ex. hos Bøg og Avnbøg. Skuerer man en Flænge i Barken, vil Dannelseslaget arbejde stærkere paa det beskadigede Sted, saa at Aarringene faar en Gevæxt der, og danner der sig naturlige Revner i Barken, vil Aarringene paa lignende Maade blive mærkede deraf. Marvstrålerne paa virker undertiden Aarringenes Form; hos Egen og navnlig hos Bøgen hæmmer de Udviklingen, saa at Aarringen mellem to Marvstråler danner en lille Bue med Konvexiteten udad.

6. Kærne og Splint.

568. Naar Træet har naaet en vis Alder, begynder der inde ved Marven at foregaa en Forandring med Veddet. De i Marvstrålerne og Vedparenkymet værende Stoffer omdannes til Garvesyre¹⁾ m. m., der trænger ind i de omgivende Cellevægge og derfra breder sig til Vedcellernes Vægge. Samtidig forsvinder en stor Del af Vandet, og Karrene tilstoppes, saa Veddet mister sin Vandledningsevne. Den saaledes omdannede Del af Stammen kaldes Kærnen, mens de uforandrede Vedringe kaldes Splinten.

Kærnedannelsen er af stor Betydning for Veddet's Anvendelse. For det første beskytter den Veddet mod Forraadelse frembragt af Bakterier og Svampe og mod Angreb af Larver, idet alle disse Organismer lever af Træets Næringsstoffer og derfor kun kan trives i Splinten, ikke i Kærnen, hvis Stoffer mangler Næringsværdi eller endog er antiseptiske²⁾. For det andet er Kærnen mere tør (svinder derfor ikke saa meget), haardere og sædvanligvis tungere end Splinten, thi i dens hule Celler (Kar, Vedparenkym og Marvstråler) aflejrer der sig

¹⁾ En stor Del af Garvesyren dannes dog i Bladene og vandrer derfra ned i Barken og Veddet.

²⁾ Kærnens Garvesyre kan fæstne sig mer eller mindre i Cellevæggene, f. Ex. udvaskes den let af Ædelgran, mens Eg haardnakket holder paa sin. Egekærnens Garvesyreindhold udgør 5-7% af Veddet's Tørvægt.

faste Stoffer; meget tunge Træer som Ibenstræ, Jarrah og Karri har gerne deres Celler fuldstændig fyldte med slige Stoffer. Hos Fyr og Lærk ophobes der Harpix i Kærnen, hvorved dennes Værdi yderligere forøges.

569. Naar Kærnedannelsen først er begyndt, skrider den jævnt fremad, idet en Aarring eller Del af en Aarring hver Sommer omdannes til Kærne. Kærnen har ofte en **mørkere Farve** end Splinten, hos Eg, Ælm, Teak og Fyr er den brun, hos Lærk rød, hos Pokkenholt sortgrøn. Farven, der skyldes Garvestoffernes Iltning, bliver mørkere ved at udsættes for Lys og Luft; hos Skovfyrren viser Farveforskellen sig først nogle Dage efter Fældningen. Hos alle de nævnte Træer er der derfor en tydelig, mer eller mindre bølget, Grænselinie mellem Kærne og Splint. Hos andre (Bøg, Avnbøg, Gran) er Kærnen ufarvet og fremtræder ikke for Øjet. Hos gamle Bøge kan man dog ofte træffe en rødbrun Kærne, men den er falsk og skyldes begyndende Forraadnelse.

Jo større Farveforskellen mellem Kærne og Splint er, des større er i Reglen ogsaa Kvalitetsforskellen. Udprægede Kærnevedstræer som Eg har en meget værdifuld Kærne, mens Splinten næsten er uanvendelig, og man kan som Regel sige, at jo bedre Kærnen er, des daarligere er Splinten. Er Kærne og Splint ensfarvede (Ædelgran, Rødgran), saa er ogsaa gerne Kvaliteten ens og ofte bedre end Kærnevedstræernes Splint.

7. Veddets Væxtfejll.

570. Træet kan ofte være uskikket til Brug paa Grund af uheldige Væxtforhold.

Veddets kan være **vredet**, idet Fibrene ligger i Skruelinier omkring Træets Axe. Det skyldes maaske en altfor livlig Længdevæxt hos de yderste Celler, hvorved der ikke bliver Plads til dem, uden naar de lægger sig skraat. Fejlen kan i Reglen ses udenpaa Barken, hvis Furer forløber paa samme Maade. Saadant Ved er ikke stærkt, kan ikke kløves, kaster sig let og skæres over Spaan, naar det oparbejdes.

Træet kan være **excentrisk voxet**, saa at Marven ikke ligger i Midten; eller Ernæringsforholdene kan have vexlet stærkt, saa at en Del af Tværsnittet har brede, en Del smalle Aarringe. En saadan Uhomogenitet nedsætter ligeledes Veddets Styrke og befordrer Kastningen.

Træet kan have voxet paa sumpet Grund, og derved være blevet meget **porøst**. Saadant Ved holder sig ikke i det fri, men er udmærket indendørs til Snedkerarbejde, da det ikke kaster sig eller revner.

Træet kan være bøjet eller **kroget**, saa der ikke kan faas lige Tømmer af det, hvilket naturligtvis i høj Grad nedsætter Værdien.

571. **Knaster** i Veddets skyldes Grenene. Disse begynder helt inde ved Marven, idet denne sender en Udløber vandret ud eller skraat opad, og Fibrene omkring den voxer da parallelt med den. Saadanne Knaster nedsætter Veddets Styrke og vanskeliggør dets Bearbejdelse, da de er meget haarde og ligger paa tværs af det øvrige Ved. Det er derfor en Fordel, naar Træet kun har faa og svage Grene, i hvilken Henseende navnlig Granen udmærker sig; Løvtræerne er derimod mere grenede, særlig naar de ikke har staaet i sluttet Bevoxning¹⁾.

¹⁾ Veddets har imidlertid flere Knaster end Grene. Mange Grenansatser (søvede Øjne) kommer slet ikke til Udvikling eller først sent og fortsætter sig fra Aar til Aar som en vandret Streg fra Marven til Barken; andre bliver til smaa Dværggrene, som Træet selv kaster af sig, hvorpaa Veddets lukker sig over Knasten. Grenansatserne kan ogsaa opstaa et Stykke fra Marven (Adventivknopper) og forholde sig paa een af de beskrevne Maader.

De beskrevne Knaster er levende o: i organisk Forbindelse med Stammens Ved. Anderledes med de Knaster, der skyldes større udgaaede Grene. Naar disse knækker, hængaar der lang Tid før Stammen voxer ud over Arret, og det ny Ved kommer ikke i organisk Forbindelse med Knasten, der derfor kaldes død. Undertiden kan Grenstumpen endog være raadden, inden den skjules. Hos Naaletræerne ophobes der Harpix i den nederste Del af Grenen, naar denne er ved at gaa ud, Grenen knækker derfor et Stykke fra Stammen, hvorfor man hos Naaletræerne træffer særlig lange, døde Knaster. De døde Knaster er, selv om de ikke er raadne, endnu skadeligere end de levende, da de i højere Grad nedsætter Styrken og forringer Bearbejdigheden. Ved Udtørringen og Terpentiniens Fordampning svinder de stærkt i Tykkelse, og naar Træet skæres op til Brædder, falder de derfor let ud.

Hvor stærke Fordringer, man stiller til Træets Knastefrihed, afhænger af Anvendelsen. Af almindeligt Fyrretømmer til Hus-, Bro- og Vandbygning er det tilstrækkeligt at fordrø, at Knasterne ikke maa være saa store eller saa talrige eller saa uheldigt grupperede, at de i væsentlig Grad svækker Tømmerets Styrke¹⁾, mens man f. Ex. til Sporvognskasser forlanger aldeles knastfrit Træ. Knaster er navnlig farlige i Brædder og Planker, der skal bære paa Højkant, fordi de her som Regel er gennemgaaende. Rideplanker til Stilladser bør derfor være knastfri, og navnlig maa de aldrig have Kantknaster.

572. **Masret** kaldes Strukturen, naar den er meget forvirret med vredne og bøjede Fibre. En saadan Struktur forekommer navnlig i Rødved og kan skyldes talrige Ansatser til Rødder. Masret Ved kan ikke kløves og lader sig vanskeligt bearbejde, egner sig derfor ikke til almindelig Brug, men er skattet til Møbelfinér paa Grund af den livlige Tegning.

573. **Kærnekloft** (Kærneridser, Marvskøre, Stjærneskøre) (Fig. 172) er radiale Spalter, der begynder ved Marven og strækker sig ud til Siderne, gabende indadtil. De forekommer navnlig i den nederste Del af ældre Stammer. Efterhaanden som Kærnen udtørres, opstaa der nemlig Spændinger i den, der kan hidføre disse Revner enten allerede i det voxende Træ eller først efter Fældningen eller netop som Følge af Øxeluggene under Fældningen. Undertiden er de saa fine, at der skal Øvelse til at opdage dem. Hvis Stammen skal skæres op til Brædder, gør de megen Skade paa Grund af den Mængde Affald, der kommer, navnlig naar Spalten er skruevunden eller der findes Spalter i flere Planer; ligger Spalten i en enkelt Plan, er Ulykken ikke saa stor.

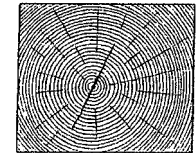


Fig. 172.

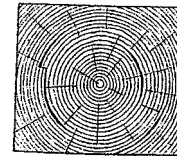


Fig. 173.

Ringskøre (Ringflæk, Kredsrider, Kærneskaller, Ringskaller) (Fig. 173) er en Revne i Træet, der følger en Aarring paa et Stykke, hvorpaa den kan springe over til en anden Aarring. Denne Fejl træffes ligeledes hyppigst i den nedre Del af ældre Træer og kan enten skyldes en hurtig Optøning af det ydre Ved, mens det indre endnu er frossent eller en stærk mekanisk Paavirkning (Stød, Bøjning). Ringskøre forekommer navnlig mellem en smal og en bred Aarring og gør samme Skade som Kærnekloft.

¹⁾ Det foreskrives undertiden, at der kun maa være een større Knast i samme Tværsnit, men det er meget vanskeligt at fremskaffe større Partier af f. Ex. Bolværkspæle i bestemt Tykkelse og Længde, naar denne Bestemmelse skal overholdes.

Frostrevner er radiale Spalter, der opstaar i Barken og det ydre Ved, naar der indtræder en pludselig Afkøling. Senere kan Barken dække over dem, men selve Revnen fyldes ikke med Ved.

Barkslag er indadgaende, lodrette Folder i Barken, der efterlades inde i Træet, mens der lægger sig nyt Ved og Bark udenpaa¹⁾.

Dobbelt Splint, der navnlig kan findes hos fritstaaende Træer, bestaar i, at der inde i Kærnen findes een eller flere lyse Aarringe. Man mener, det skyldes Frosten, der har dræbt Cellerne, saa at den sædvanlige Kærnedannelse ikke kan foregaa. Saadanne Splintringe gaar let i Forraadnelse.

8. Veddets kemiske Sammensætning.

574. Det friskfældede Ved bestaar af omtrent lige Vægtdele Vand²⁾ og brændbare Stoffer, kun en ganske forsvindende Del bliver tilbage som Aske. **Vandmængden** er større om Foraaret end om Vinteren³⁾ og større i Splinten end i Kærnen, hvis Organer hovedsagelig er luftfyldte. $\frac{1}{3}$ — $\frac{2}{3}$ af Vandet findes i Cellerens Hulrum, mens Resten er optaget i Cellevæggene.

Naar Træet henligger i Luften, vil en Del af Vandet fordampe, og naar det er blevet saa tørt som muligt under de givne Opbevaringsforhold, kaldes det lufttørt. Jo mindre Træstykkerne er, des før naas dette Punkt, og desuden spiller Veddets Karakter og Vejrforholdene en Rolle. Det lufttørrede Træ indeholder endnu 10—20% Vand, hvoraf Størstedelen kan fjernes ved langvarig Stuetørring, mens Resten først uddrives ved en Opvarmning til 125—140°, og selv om det fjernes, vil Træet paa Grund af sine hygroskopiske Egenskaber atter optage et lignende Kvantum, naar det anbringes i fugtig Luft. Det stuetørrede Ved indeholder gerne henholdsvis 2 eller 3 Volumenprocent Vand, altsaa 20—30 kg/m³, eftersom det er Naaletræ eller Løvtræ⁴⁾.

Saalænge Veddet er vaadt, er det meget bøjeligt og kan undergaa store elastiske Formforandringer, men det er blødt og ikke stærkt. Ved Tørring bliver det haardere og stærkere, men mindre bøjeligt. Træets Vandindhold beforder

¹⁾ Blandt Teknikere betegnes en saadan Dannelse ved Barkslag. I O. G. Petersen: *Forstbotanik* kaldes den *Bark* i *Veddets* (Side 96), mens Barkslag defineres som en Blottelse af Veddet, der kan fremkomme, naar Barken er stærkt udsat for Sol, saa den udtørres og skaller af (S. 135).

²⁾ Haarde Løvtræer indeholder gerne 38—45% Vand, bløde Løvtræer 45—55%, Naaletræer 52—65% Vandmængden er større i Grenene end i Stammen.

³⁾ Saaledes fandt Schütbler følgende Vandindhold i % (Journ. f. pr. Chemie VII, 1836, p. 36):

Fældningstid:	Ask	Ahorn	Hestekastanje	Ædelgran
Slutningen af Januar	28,8	33,6	40,2	52,7
Begyndelsen af April	38,6	40,3	47,1	61,0

⁴⁾ Hvor stor Vægtforskellen mellem grønt og lufttørret Ved kan være, fremgaa af følgende Tabel:

	Vægt i kg pr. m ³		Vandtab i kg/m ³
	grønt	lufttørt	
Lærk	760	620	140
Ask	920	750	170
Skovfyr	700	520	180
Elm	950	690	260
Æg	1010	740	270
Bøg	1010	740	270
Avnbøg	1080	720	360
Ædelgran	1000	480	520

dets Forraadnelse og gør det muligt for Larver og Svampe at leve i det. Det er derfor meget vigtigt, at Træet kommer til Anvendelse i tør Tilstand.

575. **Asken**, som bliver tilbage, naar Træet brændes, bestaar af de mineralske Stoffer, Planten har optaget fra Jordbunden. De maa være aflejrede overalt i Cellevæggene, eftersom Asken fuldstændig gengiver Cellevævet Form. Skønt disse Stoffer er tilstede i meget ringe Mængde — i Reglen udgør de under $\frac{1}{2}$ % af det lufttørrede Veds Vægt — er de dog af Betydning for Veddets Anvendelse. Teak og Ibenræ (med 3,9% Aske) er saaledes haarde paa Grund af deres store Askeindhold, ligesom det er Mineralstofferne, der gør visse Træsarter svært antændelige. Bruyèrtræet (en træagtig Lyng, *Erica arborea*) har et meget stort Kiselsyreindhold (1,81%), der forringer dets Brændbarhed, hvorfor det bruges til Pibehoveder. Endvidere er nogle af disse Stoffer vigtige Næringsmidler for de Organismer, der angriber Træet, saaledes er Kali og Fosforsyre af stor Betydning for Svampene¹⁾.

576. **De organiske Bestanddele**, altsaa Forbindelser af Kulstof, Brint, Ilt og Kvælstof, udgør omtrent Halvdelen af det grønne Veds Vægt. De indgaa i næsten samme Forhold i alt Slags Ved²⁾, men danner et Utal af Forbindelser, hvis Formler kun er lidet kendte.

Den oprindelige Cellevæg bestaar, som tidligere nævnt, af Cellulose, men efterhaanden aflejrer der sig nye Stoffer paa den, den forveddes, og disse Stoffer kaldes med et Samlingsnavn Lignin³⁾.

Celleindholdet er i Begyndelsen Protoplasma, en ufarvet eller graalig, tyktflydende Vædske, der fylder de unge Celler og betinger deres Liv. Dens Sammensætning kan ikke angives, thi den forandrer sig stadig, dannende nye Forbindelser, der aflejres i Cellerne og Gangene. Af disse Forbindelser tjener nogle som Reservenering (Stivelse, Æggehvide-stoffer, Sukker, Dextrin), mens andre er Affaldsstoffer (Garvestof, mineralske Salte, Harpix, Gummi, æteriske Olier, Farvestoffer).

577. **Stivelsen** fylder Cellerne, hvorved Træets Haardhed og Vandtæthed forøges, men i de fleste Tilfælde gør den dog Skade ved at begunstige Larveangrebet. Mængden aflager i Reglen indefter i Stammen, hvilket kan paavises med Jod, der farver Stivelsen blaa. Man har tidligere ment, at Stivelsesmængden var større i vinterfældet end i sommerfældet Træ, og derfor til Tøndestaver for flydende Varer foretrukket vinterfældet Træ som mere vandtæt, men i Virkeligheden er det kun de yderste Aarringes Stivelsesmængde, der varierer med Aarstiden, saa Forholdet kan næppe have praktisk Betydning⁴⁾.

Garvestoffet, som ofte forekommer i Kærnen (§ 568), forøger dennes Modstandsevne mod Forraadnelse.

Harpixen forøger ligeledes Veddets Varighed og gør det tungere, men forringer Trykstyrken. Den ophobes navnlig i Kærnen nederste Del (§ 568) og i Knasterne, og ved at fortrænge Luften og Vandet fra Cellevæggen gør den

¹⁾ Disse to Stoffer forekommer kun sparsomt i Jorden, men Planten omgaaes meget økonomisk med dem; inden Løvældet vandrer de fra Bladene tilbage til Grenene og Stammen.

²⁾ Den gennemsnitlige Sammensætning af vand- og askefrit Ved er: 50% C + 6.5% H + 43% O + 0.5% N.

³⁾ af *Lignum*, det latinske Ord for Ved. Helt tørt Ved bestaar som Regel af lige Vægtdele Lignin og Cellulose.

⁴⁾ Den i Barken værende Stivelse omdannes i Løbet af November og første Halvdel af December til Fedt og optræder først igen i Slutningen af Marts, og hos nogle Træer, f. Ex. Fyr, Lind og Birk, strækker denne Fedtdannelse sig et Stykke ind i Stammen, saaledes at det yderste Ved om Vinteren er stivelsefrit. Dette Forhold synes at muliggøre en Bestemmelse af Fyrrens Fældningstid.

Veddet gennemskinneligt. Den er en Blanding af forskellige Stoffer sammensatte af Kulstof, Ilt og Brint, men uden Kvælstof. Den er opløselig i Terpentiniolie, men Opløsningen hærdner i Luften, idet den optager Ilt, samtidig med at Terpentiniolien fordamper¹⁾.

De æteriske Olier kan enten være flydende som Terpentiniolie, der vindes af forskellige franske, tyske og amerikanske Naaletræer, eller de kan være faste som f. Ex. Kamfer²⁾. Sammen med de tidligere nævnte Stoffer bestemmer de Veddet's Lugt. Sundt Ved har en frisk, ren Lugt, der hos Naaletræerne er terpen- eller harpaxagtig, hos Løvtræerne syrlig (fra Garvesyren). Denne Lugt er stærk hos Egen i frisk Tilstand, hos Teak ogsaa som ældre.

Endvidere indeholder mange Træer særlige Farvestoffer, som udnyttes i Teknikken.

578. Gummi spiller ligesom Harpax en Rolle ved Kærnedannelsen, men er mer eller mindre opløselig i Vand. Den findes som Smaadraaber i Plantesaften, der derved bliver mælkeagtig at se til. Mange tropiske Træer indeholder Mælkesaft, der er saa rig paa forskellige Gummiarter (Kautsjuk, Guttaperka, Balata), at det kan betale sig at udvinde disse. Der skæres da lodrette eller skraa Riller i Barken, og i deres Endepunkt ophænges en Blikspand, i hvilken den hvide, mælkeagtige Saft flyder. Ved Afskumning eller Koagulering af Saften faas Gummien, der strax er hvid, men under Luftens Paavirkning antager en mørk eller sort Farve³⁾.

Kautsjuk er meget elastisk i almindelig Temperatur, men ved 10° mister den delvis Elasticiteten og i Frost fuldstændig. Hvis et stærkt strakt Kautsjukbaand hurtigt afkøles under Frysepunktet, bevarer det sin Længde, selv om Trækket ophører, og først ved Opvarmning til 30° trækker det sig atter sammen. I Luften forvittrer den, bliver tør, haard, skor og revner⁴⁾.

Kautsjuk er vandsugende, men denne Egenskab forsvinder, naar Stoffet behandles med Svovl, hvorved faas vulkaniseret Kautsjuk, der er stærkere, og hvis Elasticitet (§ 24, 61 og 63) i mindre Grad paavirktes af Temperaturen; ved stærk Vulkanisering bliver Massen helt fast (Ebonit). Af vulkaniseret Kautsjuk fremstilles f. Ex. Viskelæder, Gummislanger, Cyklringer, Maskinpakninger, Galocher og Bolde⁵⁾, mens Ebonit bruges som elektrisk Isolator og til Haandtag, Skaale for fotografiske Vædske m. m.⁶⁾

Guttaperka forholder sig ligesom Kautsjuk overfor Elektricitet, Luft, Lys og Varme, men er næsten fuldkomment uelastisk, ikke vandsugende og kan ikke vulkaniseres. Den bruges til

¹⁾ Harpax forekommer i Træet opløst i æteriske Olier, der kan fraskilles ved Destillation; Opløsningerne benævnes Balsamer. Om Harpaxens Aflejningsmaade se § 549 og 556—57.

²⁾ De æteriske Olier er Kulbrinter. Ligesom fede Olier efterlader de en Fedtplet på Papir, men efterhaanden forsvinder Pletten atter. Vil man lysterikke Tegninger paa tykt Papir, kan man derfor benytte sig af Terpentiniolie til at gøre Papiret gennemsigtigt med.

³⁾ De nævnte tre Stoffer er Kulbrinter. Undertiden bruges Ordet Gummi kun som Betegnelse for en Gruppe Kulhydrater, til hvilke Gummi arabicum og det klæbrige Stof, der udsveder af Kirsebærtræer, hører. I Teknikken er Ordet Gummi som Regel ensbetydende med vulkaniseret Kautsjuk.

⁴⁾ Stærkt odelæggende virker Solskin, vedvarende stærk Varme og fede Olier. Den er opløselig i Kloroform, Svovlulstof, Terpentiniolie og (ved Kogning) i fede Olier.

⁵⁾ Der ihlændes altid betydelige Mængder Fyldstoffer og Kautsjuksurrogater (Faktis).

⁶⁾ Kautsjuk leder ikke Elektricitet og bruges i vulkaniseret Stand til Isolering af elektriske Luft- og Jordkabler. En Overgang har det ogsaa været brugt til undersøiske Telegrafkabler, men paa dette Omraade er det atter næsten fortrængt af Guttaperka, dels fordi det ikke i Længden holder Vandet ude, og dels fordi Svovlet omdanner Kobbertraadens Overflade til Svovlkobber, hvorved Kapaciteten stiger (§ 466).

Den bedste Kautsjuk, **Paragummi**, kommer fra Dalen langs Amazonfloden i Brasilien, hvor den vindes af *Hevea brasiliensis* (= *Siphonia b.*) og *Hevea guyanensis* (= *Siphonia elastica*), der begge tilhører Vortemelkfamilien. Tidligere lagredes Kautsjuken i Byen Para, inden den sendtes, deraf Navnet. Prisen for Kautsjuk, der tidligere laa omkring 4 Kr. pr. kg, er i den senere Tid stegen til 24 Kr. som Følge af det forøgede Forbrug; de brasilianske Heveaskove nærmest Atlanterhavet kan ikke udnyttes stærkere, og Kautsjuken man tappes længere inde i Landet, hvor Klimatet er meget usundt, saa at baade Arbejdskraft og Transport fordyres; desuden har Regeringen lagt en Skat (20% af Værdien) paa den Kautsjuk, der udføres. Foruden den vilde brasilianske Kautsjuk udvindes der ogsaa Kautsjuk i andre tropiske Lande, dels af andre vildtvoksende Træsarter, dels af Heveaplantager, der f. Ex. er anlagte i Indien og Afrika.

Det engelske Navn for Kautsjuk er **India Rubber**.

Drivremme, der er udsatte for Fugtighed, samt paa Grund af sin store Isolationsevne til Isolering af elektriske Kabler, navnlig undersøiske¹⁾.

Ogsaa Balata udvindes af visse Træers Mælkesaft og ligner Guttaperka, men medens denne og Kautsjuk bliver haard og skor ved at udsættes for Lys og Luft, holder Balataen sig i lang Tid uforandret. Dens store Styrke og ringe Strækkelighed gør den vel egnet til Drivremme, der fremstilles af stærkt Bomuldsræv, som bestryges med Balata, hvorefter der lægges saa mange Stykker sammen, som Styrkehensynet kræver.

9. Veddet's Svind og Udbulning.

579. Naar Veddet tørrer, svinder det ikke blot i Vægt, men ogsaa i Rumfang. Først fordamper det i Cellernes Hulrum værende Vand og derpaa Vandet i Cellernes Vægge. Det er Bortgangen af dette sidste, der fremkalder Svindet, derfor voxer Svindet med Cellernes Forvædningsgrad, Høstved svinder stærkere end Vaarved, fintringet Naaletræ mere end bredringet. Paa Grund af det større Vandindhold svinder dog ungt Træ mere end gammelt og Splinten mere end Kærnen. Fedt (o: harpaxrigt) Træ svinder mindre end magert, men har større Tilbøjelighed til at kaste sig.

Træet svinder stærkest i periferisk Retning, mindre stærkt i radial Retning og næsten ikke i Længderetningen²⁾. Det periferiske Svind kan med raa Tilnærmelse sættes lig 1,5 Gange det radiale. Rumfangets Formindskelse er gerne 5—14 %, mindre for Naaletræ end for Løvtræ.

580. Da Svindet ikke er ens i alle Retninger, vil Udtørringen ofte bevirke, at Træet kaster sig eller revner. Rundtømmer vil saaledes revne efter Radius langs de store Marvstraaler, hvor Sammenhængskraften er mindst, fordi Splintens Sammentrækning hindres af den tørrere Kærne; udbores denne, som det sker ved Postetræer, kan Revnerne ofte undgaas. Bjælker revner midt i Sidefladerne (Fig. 174), fordi Aarringene der ikke er overskaarne, saa

de ikke kan svinde uden at sprænge.

Revnedannelser er altid stærkest i Tømmerets Ender, hvor Karrene udmunder, og hvor Fordampningen derfor er livligst.

En meget tynd Træskive kan hvælve sig op til et Skjold i Stedet for at revne, thi

svinder det f. Ex. radialt 4 % og efter Periferien 6 %, bliver Ligevægtsfiguren som vist paa Fig. 175.

Brædder, der udskæres af en Stamme paa den i Fig. 176 angivne Maade, vil krumme sig og blive hule paa Splintens Side, hvor Svindet er størst. Kun Marvbræddet vil bevare sin Form og blot blive tyndere i Kanterne. Fugtes Bræddernes hule Side, bliver de atter plane.

Ogsaa Længdesvindet kan fremkalde Formforandringer. Saaledes kan Marvplanker af Bog fækket i Enden, fordi Splinten svinder. Halvtømmer (med Kærneved paa den ene Side, Splintved paa den anden) krummer sig med Kærnen udefter; Træsøjler bør derfor fremstilles af Heltømmer.



Fig. 174.

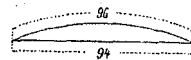


Fig. 175.

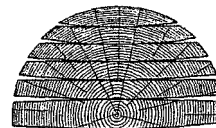


Fig. 176.

¹⁾ I Løgekunsten bruges det i Form af Guttaperkapapir til at lægge udenom Vandomslag.

Guttaperka vandtes oprindeligt af *Palagium Gutta* (= *Isonandra G.*), der nu næsten er udryddet; den bedste Vare faas for Tiden af *P. oblongifolium*. Næsten al Guttaperka kommer fra Singapore.

Guttaperka opløses af de samme Stoffer som Kautsjuk, men betydelig lettere.

²⁾ Svindet i de tre Retninger er henholdsvis 1,4—12,7 %, 0,3—8,5 %, og 0,008—1,5 %.

Hvis Træet er vredet under Opvæksten, vil det vride sig tilbage, naar det tørres, hvilket Tagspær, der er udsatte for stærk Solvarme, ofte giver et generende Exempel paa. Saadant Træ maa derfor være tørt inden det oparbejdes.

581. Udtørres Træet saa hurtigt, at Vandet fra det indre ikke faar Tid til at vandre ud, efterhaanden som det fordamper fra Overfladen, vil Formforandringerne og Revnedannelsen blive endnu større end ellers, mens langsom Udtørring virker i modsat Retning.

Derfor vil Træ, der tørrer paa Roden efter at være afbarket, og Træ, der længe faar Lov at henligge med Bark og Grene paa, flække mindre, end naar det fældes med Barken paa og derpaa strax afbarkes.

Ved Tømmer- og Snedkerarbejde maa man ofte træffe særlige Forholdsregler, at ikke Træets Svind skal give Anledning til at Genstandene kaster sig eller revner. Simple Døre og Tegnebrædder forhindres i at kaste sig ved indladede Gratlister (Fig. 177). Finere Døre samles af en Ramme med løse Fyldinger



Fig. 177.

af tyndere Træ, der er kileformigt tilspidset paa Kanterne og gaar ind i Noter, saa de uhindret kan trække sig sammen (Fig. 178). Gulybrædder og Parketstave gøres smalle, for at Fugerne mellem dem ikke skal blive for brede, naar Træet svinder. Lofts-



Fig. 178.

forskalling og Bræddevægge, der skal pudses med Mørtel, maa først beklædes med et Lag Rør paa tværs af Fugerne, for at Pudsen ikke skal revne naar Brædderne svinder, og man bør altid bruge smalle (gennemskaarne) Brædder, hvilket ofte forsømmes.

Undertiden udnytter man Træets Svind, f. Ex. bringes Tøndestaver til at krumme sig, ved at de udtørres med kunstig Varme paa Indersiden (§ 984).

582. Naar Træet lægges i Vand, vil det optage meget betydelige Vandmængder. Selv grønt Ved er ikke vandmættet, men kan yderligere optage omkring 20 Rumfangsprocent. For lufttørret Ved er Tallet naturligvis endnu større¹⁾, og samtidig vil Veddet bulne ud og blive 4—10% større i Rumfang. Vandet optages lettere i tørt Løvtræ end i tørt Naaletræ og lettere i Splint end i Kærne.

Ogsaa i fugtig Luft vil Træet bulne ud, og Udbulningen skyldes dels Træets Porøsitet, idet Vandet ved Haarrørsvirkning suges op i Porerne, dels Alkalisaltene, der har været opløste i Træsaften, og som er mer eller mindre hygroskopiske. Under vexlende Fugtighedsforhold vil Træet skiftevis synde og bulne ud — »arbejde« — en Egenskab, der ofte kan være meget uheldig, og som f. Ex. bevirker, at Vinduer binder om Vinteren og gaar let om Sommeren, og at Revner i pudsede Loftslader stadig kommer igen, selv om de repareres; ved at bruge smalle Loftsforskallingsbrædder kan disse Bevægelser formindskes.

10. Veddets Vægtfylde.

583. Man maa skelne mellem Vedstoffets Vægtfylde og Veddets Vægtfylde. Den første findes ved at tørre og pulverisere Veddet og ligger mellem 1,4 og 1,56; 1 m³ tæt Vedmasse vilde altsaa veje ca. 1500 kg, mens Veddet i dets naturlige Form vejer langt mindre, da det er porøst.

¹⁾ Bøg kan optage 45 Rumfangsprocent, Rødel 62, Rødgran 38.

Hvis man antager, at 1 m³ Ved strax efter Fældningen bestaar af lige Rumfang Vedstof, Vand og Luft, kan Vægten beregnes saaledes:

1/3 m ³ Vedstof vejer	ca. 500 kg
1/3 » Vand »	333 »
1/3 » Luft »	0 »
1 m ³ Ved vejer	ca. 833 kg

Er Veddet derimod helt tørt, vil Vandet være erstattet af Luft, og Vægten bliver da kun ca. 500 kg. Det ses heraf, hvilken overordentlig Indfyldelse Veddets Vandindhold har paa Vægtfylden; grønt Granved kan f. Ex. veje 1000 kg/m³, mens det lufttørret vejer 450 kg/m³ og kunstigt tørret endnu mindre.

584. Men selv om Vandindholdet er ens, kan Vægtfylden variere meget. Jo mindre porøst Veddet er, altsaa jo mere Vedstof der er tilstede, des tungere bliver det, og da Veddets Bonitet voxer med Forvedningsgraden, bliver Vægtfylden et Maal for dets Godhed, forudsat at Vandindholdet er det samme. Vægtfylden kan let bestemmes ved at lade et cylindrisk eller prismatisk Træstykke svømme i et snævert Glas med Vand; synker 1/n af Længden ned i Vandet, er Vægtfylden 1/n.

Med Vægtfylden voxer Veddets Haardhed, Styrke (§ 595) og Varighed, mens Bøjligheden og Kløveligheden aftager.

Træets forskellige Dele har forskellig Vægtfylde. Høstveddet er vægtfyldigere end Vaarveddet, Løvtræernes Kærne vægtfyldigere end Splinten; derimod har *Wijkander* fundet, at de svenske Naaletræers Vægtfylde i lufttør Tilstand voxer fra Marven og udefter, ligegyldigt om de har synlig Kærne eller ej¹⁾.

Endvidere varierer Vægtfylden indenfor samme Træsart, eftersom Livsbetingelserne har været mer eller mindre gunstige, og eftersom Træet er mer eller mindre ungt. Gamle Træer er vægtfyldigere end unge, for svensk Gran angiver *Wijkander*:

Alder i Aar:	248	162	118	88	25
Vægt i kg/m ³ :	480	444	473	427	387

585. Endelig er Vægtfylden i højeste Grad afhængig af Træsorten. De forskellige Træsorter kan efter deres Middelvægtfylde i lufttør Tilstand ordnes saaledes:

Lind (10% Vand)	440 kg/m ³	meget lette	Ask (12% Vand), Eg (14% Vand)	720 kg/m ³	} tunge ca. 750 kg/m ³ Eg ²⁾
Rødgran (11% Vand), White-wood, Poppel	450 »		ca. 450 kg/m ³	Bøg (11% Vand)	
Mahogni (Cayenne)	510 »	lette	Teak	760 »	
Lærk (11% Vand)	520 »		ca. 550 kg/m ³	Avnbøg (12% Vand)	
El (12% Vand)	530 »	middel-tunge	Pitchpine	800 »	
Skovfyr (11% Vand)	540 »		ca. 650 kg/m ³	Mahogni (Cuba)	
Ædelgran	560 »	middel-tunge	Jarrah, Karri, Mahogni (Domingo)	950 »	
Mahogni (Honduras)	625 »		ca. 650 kg/m ³	Ibentree (Afrika), Grønvæd	
Birk (12% Vand)	640 »	meget tunge	Pokkenholt	1300 »	
Ælm (11% Vand), Ahorn	650 »		ca. 650 kg/m ³	Ibentree (Ostindien)	
Yellowpine, Valned	680 »				

11. Veddets Haardhed.

586. Jo vanskeligere Veddet lader sig tildanne med skærende Værktøj og sammentrykke, og jo slidfastere det er, des haardere siges det at være.

¹⁾ Hos Løvtræerne er Grenene vægtfyldigere end Stammen, hos Naaletræerne er det omvendt.

Haardheden af lufttørt Ved er som Regel proportional med Vægtfylden og varierer som denne. Høstveddet er derfor haardere end Vaarveddet, og gammelt Ved haardere end ungt. Hos Teak og Iben træ forøges Haardheden ved mineralske Aflejringer i Cellerne. Vaadt Ved er blødere end tørt. Høstveddets Haardhed viser sig tydeligt, naar man sandblæser et Stykke Fyrretræ, idet Vaarveddet da slides stærkere, saa at Høstveddet bliver staaende som Frem-spring.

Haardt Træ er vanskeligt at tildanne, men staar sig godt mod Slid, ligesom det egner sig til Sveller; jo haardere disse er, des vanskeligere trykker Skinne sig ned i dem, og des bedre holder de paa Skinnesømmene. Poleret Snedkerarbejde maa helst være af haardt Træ for ikke at ridses for let.

Bløde Vedsorter har et løst Væv, og for et givet Tryk vinkelret paa Fibrene sammentrykkes de langt stærkere end de haarde, derimod er Styrken mod Tryk parallelt med Fibrene omtrent den samme for bægge Sorter.

587. En bestemt Træsart staar sig des bedre mod Slid, jo mere homogen den er; derfor er fintringet Ved mere slidfast end bredringet og Endetræ bedre end Sidetræ, og navnlig er en kordal Snitflade lidet modstandsdygtig, da Vaarveddet og Høstveddet optræder som brede Bælter. Naar Gulvbrædder er ud-skaarne med kordale Snit slides de hule i Midten, fordi Overfladen dér tangerer Aarringene, og fordi det inderste Ved, der er dannet i Træets Ungdom, overhovedet er blødere end det ydre.

For Træ, der skal bruges til Bro-lægningsklodser, spiller Modstanden mod Slid og Slag en stor Rolle. Efter de Erfaringer man har gjort i Paris, aftager Modstandsevnen i følgende Orden: Jærntræ fra Indo-China, Karri, Jarrah, Pitchpine, Teak, Fyr, Gran.

588. Da Begrebet Haardhed ikke er bestemt defineret, er Træernes Rækkefølge i Henseende til Haardhed vanskelig at angive. Nogenlunde kan man dog sige at Haardheden aftager i følgende Orden:

Pokkenholt	Ahorn	Bøg	El
Iben træ	Avnbøg	Lærk	Birk
Teak	Ask	Fyr	Pil
Buxbom	Ælm	Ædelgran	Lind
Hvidtjørn	Eg	Rødgran	

Veddets Modstand mod et vinkelret paa Stammeaxen ført Savsnit er med Bøgens som Enhed for:

Avnbøg	} 1,87	Birk	} 1,35	Rødgran	0,60
Lind		Ask		Ædelgran	0,56
Pil		Eg		Fyr	0,53
Sølvpoppe		Bøg			1,00

Det er lettere at save i grønt Ved end i tørt.

12. Veddets Kløvelighed.

589. Veddets Tildannelse lettes meget, naar det er kløveligt, idet man da kan spare Savning. Man udkløver f. Ex. Brænde, Tøndestaver, Tagspaan, og Veddet skal da helst flække saa plant og glat som muligt, for at den senere Afpudsning kan blive ringe. Naar Træet skal hølves og saves, er Kløveligheden derimod en ubehagelig Egenskab, der bevirker, at Redskabet river Splinter ud af Træet. Ogsaa ved Træets Anvendelse kan Kløveligheden gøre Skade, et let kløveligt Brædt kan saaledes flække, naar man slaar Søm i det uden at bore for. Ofte kan man save i Stedet for at kløve, men ikke altid. Tøndestaver til

vaade Varer maa saaledes helst kløves, da man ellers risikerer at skære Træet over Spaan, og Fugtigheden siver da ud gennem Karrene.

590. Kløveligheden er betinget af Vedcellernes og Marvstraalernes retliniede Forløb og er derfor meget ringe hos krumgroet Træ og Rodved, ligesom Kna-ster nedsætter den. Jo løsere og lettere Veddet er, des større er Kløveligheden; Splinten kløves lettere end Kærnen, Harpaxrigdom nedsætter Kløveligheden.

Vinkelret paa Stammens Axe kan Træet ikke kløves, da Vedcellerne her overdækker hverandre med Enderne; derimod er de fleste Træsorter kløvelige i kordal og radial Retning, og Kløveligheden efter Radius er 2 à 3 Gange større end vinkelret paa denne, fordi de svage Marvstraaler danner Skilleplaner i Veddet. Tøndestaver o. lgn. udkløves derfor altid efter Radius.

De lille Løvtræer som Poppel, Pil og El kløves bedst i tør Tilstand, men ellers kløves grønt Ved lettere end tørt.

Ukløvelig er: Pokkenholt.

Tungkløvelig er: Birk, Avnbøg, Ælm, Ahorn, Ask.

Temmelig letkløvelig er: Lærk, Bøg, El, Fyr, Eg, Lind, Ædelgran, Rødgran.

Meget letkløvelig er: Poppel.

591. Til Undersøgelse af Kløveligheden anbefaler det internationale Materialprøvnings-

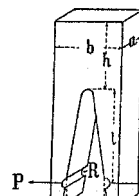


Fig. 179.

forbund at bruge Træstykker af den i Fig. 179 viste, af Nördlinger ind-førte, Form med Kløvningsfladen lig-gende enten i et radiale eller i et tangentielt Snit. Kløveligheden maa-les ved Størrelsen af de Krefter P , der, virkende i Rillerne R , fremkal-der Bruddet. Dimensionerne skal være $a = 2,5$ cm, $b = 5$ cm, $h = 4$ cm, $l = 5$ cm og $v = 1,5$ cm. Hvis Prøve-stykket er for kort til, at l kan blive 5 cm, kan det forlænges paa en af Rudeloff foreslaaet Maade (Fig. 180). Paasætningsstykkerne S er af Jern, og det samme gælder Bøjlerne B og

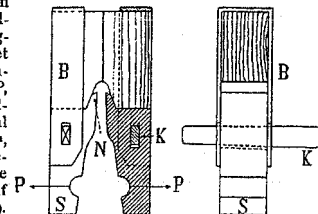


Fig. 180.

Kilerne K , som forbinder dem med Træstykket. Næserne N skal forhindre en Glidning langs Stødfaderne.

13. Veddets Sejghed og Bøjelighed.

592. Ved Sejghed forstås i al Almindelighed Veddets Evne til at taale store Formforandringer og dynamiske Paavirkninger uden at knække. Sejgheden voxer med Vandindholdet og er derfor større hos grønt Ved end hos lufttørrt, der atter er sejgere end kunstig tørt Ved. Et filret Væv som Løv-træernes forøger Sejgheden, mens Naaletræerne med deres ensartede Cellebyg-ning er temmelig skøre. Store Kar forøger Sejgheden, der derfor er større hos unge Træer end hos gamle.

Vidjepil, Hasselnød, Birk, Ælm, Ask, Avnbøg og Ahorn har sejt Ved, mens Pitchpine, gammel Eg og gammel Bøg er skøre.

Veddets Bøjelighed, dets Evne til at lade sig bøje uden at knække, forhold-der sig paa samme Maade som Sejgheden¹⁾. Vil man give Træ en varig Krum-ning, spænder man det ind i den ønskede Form efter først at have gjort det vaadt eller endnu bedre dampet det igennem, hvorved Bøjeligheden forøges stærkt. Træet holdes indspændt, indtil det er tørt, og vil senere bevare For-men. Veddets Bøjelighed i dampet Tilstand udnyttes ofte i Skibsbygningen og ved Fremstilling af Møbler og Vogne.

¹⁾ Nördlinger definerer Bøjeligheden som Forholdet mellem en Bjælkes Nedbøjning og Belast-ning i Brudeøjeblikket, naar Kraften virker midt paa Bjælken (§ 603).

14. Veddets Elasticitet.

593. Træ følger Hookes Lov op til en **Proportionalitetsgrænse**, der ligger ved ca. Halvdelen af Brudbelastningen baade for Tryk, Træk og Bøjning.

Elasticitetskoefficienten voxer med Veddets Vægtfylde og Tørhed og er forskellig for de forskellige Træsarter og de forskellige Paavirkningsmaader (§ 603—5). Som Gennemsnit ved Tryk, Træk og Bøjning af lufttørt Træ kan sættes $100\,000^{at}$, altsaa $\frac{1}{10}$ af Støbejerns¹⁾.

Den elastiske Eftervirkning er meget stor. En 30^{cm} Grantærning, som *Föppi* sammenpressede vinkelret paa Fibrene til Højden 14,2^{cm}, hævede sig igen, efter at Lasten var fjærnet, saa at den efter et Par Dages Forløb var 26,3^{cm} høj. Naar Paavirkningen er lavere, er den elastiske Eftervirkning dog langt ringere²⁾.

Thurston har gjort Bøjningsforsøg med amerikansk Fyr (*Pitchpine*, *Pinus australis*), og efter at have bestemt Brudbelastningen paa almindelig Maade belastede han 3 Bjælker med 95%, 3 med 80% og 3 med 65% af Brudbelastningen. De knækkede alle, den sidste i hver Gruppe efter henholdsvis 43 Timer, 30 Dage og 15 Maaneder. Ogsaa ved Trykforsøg har man fundet, at Træet ved stadig Paavirkning kun taaler ca. Halvdelen af den Belastning, som det kan bære under et hurtigt gennemført Forsøg. Dette Forhold maa der tages Hensyn til ved Fastsættelsen af den tilladelige Paavirkning, ligesom sammenlignende Styrkeprøver maa udføres med ensartet Hastighed³⁾.

Forsøgshastighedens Indflydelse paa Styrken er størst, naar Veddet er grønt eller vaadt.

15. Veddets Styrke.

a. Forhold, der paavirker Styrken.

594. Veddets Styrke afhænger af **Strukturen**, nemlig af Forholdet mellem Styrkevævet (Vedceller, Høstrakeider) og det bløde Væv (Kar, Marvstraalr, Vedparenkym, Vaartrakeider). Den er derfor afhængig baade af Træsarten, Voxestedet, Træets Alder og forskellig i de forskellige Dele af Træet. Derimod er den uafhængig af Fældningstiden.

Endvidere er Styrketallene meget afhængige af Vandindholdet; de aftager betydeligt naar Vandindholdet forøges og voxer stærkt med Lagringstiden. Efter et Aars Lagring kan Styrken godt være dobbelt saa stor som lige efter Fældningen, mens yderligere Lagring ud over et Aar ikke synes at paavirke Styrken. Virkningen af Vandindholdet fremgaar af følgende Trykforsøg⁴⁾, hvor Trykket virkede i Fibrenes Retning:

¹⁾ Trykelasticitetsforsøg udføres med kvadratiske Prismer, hvis Højde er 3 Gange Sidelinien, og med en Maalelængde lig Sidelinien. Tages Maalelængden større i Forhold til Højden, risikerer man at finde en for lille Sammentrykning paa Grund af Trykpladernes Indvirkning.

²⁾ Som blivende Formforandring regner det internationale Materialprøvningsforbund den Formforandring, som er tilstede efter Aflastningen, naar Legemet er kommet saa meget i Ro, at der i Løbet af et Minut ikke sker nogen maalelig Tilbagegang.

³⁾ Bedst saaledes, at Spendingstiltvæxten er 20^{at} pr. Minut.

⁴⁾ *Waurriniok*: Handbuch des Materialprüfungswesens, S. 61. Endvidere anføres:

	Trykstyrke i ^{at} efter	
	Tørring ved 30°	Lagring i Vand
Teak fra Java	759—802	400—453
Karri	600—702	339—425
Teak fra Indo-China	538—661	372—388
Jarrah	507—594	326—334
Pitchpine	650—756	368—431
Edelgran	347—500	186
Rødgran	379—490	162—183

Fyrretræ med Vandindhold	1 °/o	15,5 °/o	98 °/o
Trykstyrke	668 ^{at}	327 ^{at}	162 ^{at}
Talqued med Vandindhold	2 °/o	16,8 °/o	45,5 °/o
Trykstyrke	886 ^{at}	638 ^{at}	517 ^{at}
Karri med Vandindhold	2,9 °/o	13 °/o	49,1 °/o
Trykstyrke	1013 ^{at}	628 ^{at}	442 ^{at}

For at kunne sammenligne forskellige Styrketal maa man derfor kende Vandindholdet, og i Reglen tilstræbes en Fugtighedsgrad af 12 eller 15%, svarende til godt lufttørret Træ¹⁾.

595. *Wijkander* har for svensk Naaletræ paavist, at baade Styrken og Elasticitetskoefficienten ved Tryk, Træk, Bøjning og Forskydning saavel som Bøjningsarbejdet er proportionale med **Vægtfylden** i lufttør Tilstand; da imidlertid saa mange andre Forhold har Indflydelse paa Styrken, træder denne Lov kun tydelig frem, naar man har et meget stort Antal Forsøgsresultater at støtte sig til, saa at de andre Faktorer Indflydelse elimineres. *Bauschinger* har fundet samme Lov for tysk Naaletræ og angiver følgende Formel for Trykstyrken:

$$S_c = \gamma - 100^{at}$$

hvor γ er Veddets Vægt i kg/m^3 med 15% Fugtighed.

596. Ofte er Kærnen stærkere end Splinten f. Ex. hos Eg, Ask og Ælm, men hos Fyr og Gran er Forholdet omvendt. Et stort Harpixinhold nedsætter Trykstyrken.

Styrken voxer med **Forholdet mellem Høstved og Vaarved**. Bedringet Ved af Eg, Ælm og Ask er derfor stærkere end smalringet, smalringede Naaletræer stærkere end bredringede, naar de smalle Ringe ikke skyldes daarlige Ernæringsforhold. Eksempelvis anføres følgende Trykforsøg:

Eg		Ædelgran	
Ringbredde i mm	S_c^{at}	Ringbredde i mm	S_c^{at}
1,82	484	0,81	500
3,03	558	0,95	461
4,17	564	1,33	365
		2,22	347

Har Veddet **Knaster** eller vredne og krumme Fibre, nedsættes Styrken stærkt. Det er derfor meget vigtigt, at man til Styrkeprøver anvender ganske fejlfri Prøvelegemer, hvilket der paa den anden Side maa tages Hensyn til ved Fastsættelsen af den tilladelige Paavirkning. Knaster nedsætter navnlig Trækstyrken og gør derfor mest Skade i den strakte Side af en Bjælke. Overhovedet bærer en Bjælke mest, naar den stærkeste Side paavirkes til Træk.

b. Styrkeforsøgenes Udførelse.

597. **Trykforsøg** udføres bedst med Tærninger²⁾, og Trykket kan enten udføres parallelt med Stammens Axe (axialt) eller tværs paa denne. I sidste

¹⁾ 15% anbefales af *I. M.* Fugtighedsgraden bestemmes ved efter Forsøget at tørre Prøvestykket ved 95—98° saalænge, indtil Vægten er bleven konstant (med en Nøjagtighed af 0,3%). Er Prøvestykket stort, kan Fugtighedsgraden bestemmes ved 2—5^{cm} tykke Skiver udsavede med Haandsav saa nær Brudstedet som muligt. Fugtigt Ved kan være stærkere i frossen end i ufrossen Tilstand.

²⁾ Naar man bruger kvadratiske Prismer med større Højde, findes S_c mindre. *Wijkander* angiver, at naar S_c fundet ved Hjælp af kvadratiske Prismer, hvis Højde h er 1,5 Gange Sidelinien a , sættes til 100, varierer S_c paa følgende Maade:

	$h = a$	$h = 1,5a$	$h = 2a$	$h = 3a$
Naaletræ:	107	100	96	
Løvtræ:	103	100	98	95

Tilfælde kan man, ved at udtage saa smaa Tærninger at Aarringene kommer til at løbe omtrent parallelt med Sidefladerne, undersøge Styrken, dels naar Trykket virker vinkelret paa Aarringenes Planer (radialt), og dels naar det virker parallelt med disse (tangentielt).

Prøvestykkene kan tildannes med Sav, naar det gøres nøjagtigt, saaledes at Sidefladerne bliver parallelle med Fibrene, og Endepladerne vinkelrette paa disse.

Naar Trykket virker axialt, sker Bruddet ved en Foldning af alle Fibrene i en skraa Plan eller rettere Skrueflade, uden at Sammenhængen iøvrigt ophører. De Fibre, der ligger ved Siden af Marvstraalerne, er nemlig bøiede og lader sig derfor lettere folde end de lige Fibre, og da Marvstraalerne er ordnede efter Skrueflader, sker Bruddet efter en saadan i alt Fald hos Naaletærerne, mens Løvtræernes Brud er mere uregelmæssigt. For lufttørt Ved af europæiske Træsarter kan den axiale Trykstyrke gennemsnitlig sættes til 400^{at}.

598. Ved radialt Tryk viser Bruddet sig hos de porøse Træer som Egen ved en Foldning i en Karflade, mens homogene Træer som Jarrah lader sig sammenpresse, uden at der viser sig noget egentlig Brud. Ogsaa Naaletræ lader sig komprimere f. Ex. til Halvdelen af Tærningens oprindelige Højde, uden at noget bestemt Punkt lader sig betegne som Brudgrænse; Vaarveddet presses ud i Retning vinkelret paa Marvstraaleplanerne, mens Høstveddet holder igen paa det, saa at Tærningens fri Sideflader bliver furede, og paa de fri Endeplader viser der sig Smaasprækker i Marvstraaleplanerne.

Ved tangentielt Tryk kan Tærningen flække langs en Aarringsgrænse paa Grund af Tværuddvidelsen, eller ogsaa krummer den sig, idet Aarringenes Krumning forøges.

Hvis een af Maskinens Trykplader er lejret i en Kugleskaal, vil man dog ikke altid kunne drive Komprimeringen saa vidt, som ovenfor beskrevet, idet den paagældende Plade stiller sig skraat.

Under disse Forhold beror det meget paa et Skøn, hvilken Spænding man vil karakterisere som Brudgrænsen, dog synes der ikke at være nogen Forskel paa Styrken overfor radialt og tangentielt Tryk, de kan sammenfattes under Navnet Tværstyrke.

Tværstyrken varierer langt stærkere med Træsarten, end den axiale Trykstyrke, og er væsentlig mindre hos de bløde end hos de haarde Træsarter (§ 586)¹⁾.

Den Tværstyrke, der findes ved Tærninger, har mindre Betydning for Praxis, hvor det som Regel er et helt Stykke Tømmer eller en Svelle, der paa Oversiden trykkes af en Stolpe eller en Skinnefod, mens hele Undersiden er understøttet. Under saadanne Forhold kan Tømmeret bære betydeligt mere, idet det omgivende Materiale bærer med, og saavidt man kan dømme efter de sparsomme Forsøg, der foreligger, kan Tværstyrken af Eg, Bøg og Fyr sættes til 40% af Længdestyrken, for Gran derimod kun til 25%.

599. Trækforsøg parallelt med Fibrene udføres bedst med flade Stænger, 1 cm tykke og mindst 2 cm brede; dette Tværnit holdes paa en Længde af 22 cm, derfra sker der en jævn Overgang til de tykkere og bredere Hoveder, der fatnes af Maskinens Indspændingskæber²⁾. Tidligere brugtes runde Stænger, hvis Hoveder var løst lejrede i Maskinen, men Træets Forskydningsstyrke er saa

¹⁾ Wijkander har fundet, at Granens Tværstyrke er 20% af Længdestyrken, Fyrrens 9,5%; Föppel har for Gran fundet 9,1%; for Eg findes gerne 35%.

²⁾ Stangens Bredside bør enten staa vinkelret paa Aarringene eller tangere disse.

ringe, at Stangen undertiden kunde trækkes ud af sit Hoved i Stedet for at trækkes over.

Bruddet er meget uregelmæssigt, idet hver Fiber brister paa sit Sted, nemlig hvor den er svagest, saa at lange Splinter fra det ene Brudstykke følger med det andet og omvendt. Denne Brudform er ligeledes en Følge af den ringe Forskydningsstyrke³⁾.

600. Bøjningsforsøg udføres med rektangulære Bjælker⁴⁾ paavirkede af en Enkeltkraft i Midten. For at Veddet ikke skal beskadiges lokalt, indskydes mellem Bjælken og de tre Enkeltkræfter smaa Plader af haardt Træ (Fig. 32, Side 34)⁵⁾. Bjælkerne skal helst udskæres og prøves saaledes, at Aarringene staa vinkelret paa den strakte Side, da man saa faar en Gennemsnitsværdi for de centrale og perifere Fibre samt undgaar, at Bjælken spalter som Følge af Forskydningspændingerne. Tømmer, der skæres ud af svære Stammer, bærer mest, naar Aarringene saaledes staa paa Højkant; lægges de vandret, faas størst Styrke, naar de ydre Aar-ringe er strakte.

Da Veddet Trækstyrke er henimod 3 Gange saa stor som Trykstyrken, indtræder der først en Foldning i Bjælakens Trykside; naar Kantspændingen her har naaet Tærningestyrken, kan den ikke stige højere, de yderste Fibre folder sig, hvorved Lagene indenfor kommer op paa Tærningestyrken, folder sig o. s. v.; samtidig vandrer den neutrale Axe ned mod Træksiden, og tilslut er der et stort Trykareal, paa hvilket Spændingen er ret ensformig fordelt og lig Tærningestyrken, og et lille Trækareal med meget store Trækspændinger (Fig. 180 a); naar disse har naaet Trækstyrken, knækker Bjælken, og Bruddet har et lignende uregelmæssigt Forløb som ved Trækforsøg. Ofte springer enkelte Fiberhundter noget førend det egentlige Brud indtræder.

601. Forskydningsforsøg anbefaler det internationale Materialprøvningsforbund at udføre paa den i Fig. 181 viste Maade. Kraftretningen skal være parallel med Stammens Axe, og Forskydningsfladen skal dels være radial, dels tangential. For at Bøjningsspændingerne ikke skal blive for store, maa Trykfladerne være smalle ($b \leq 1 \text{ cm}$), og for at de ikke skal trykke sig for dybt ind i Træet, maa Forskydningsfladen være lille, nemlig i Kraftretningen 4 b og i Tværretningen højst 5 cm

Fig. 181.

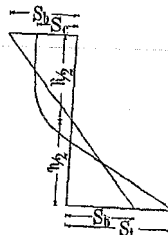


Fig. 180 a.

c. Resultater af større Forsøgsrækker.

602. I Sverrig, Tyskland og Schweiz er der foretaget omfattende Forsøg over de der voxende Træers Styrke, som det fremgaar af de følgende Paragraffer.

Sammenfatter man Wijkanders Resultater for Sverrig og Tetmajers for Schweiz, viser det sig, at Forholdet mellem Trykstyrken og Styrken overfor andre Paavirkninger er nogenlunde konstant, saaledes at man kan sætte:

¹⁾ Den radiale Trækstyrke er kun ca. 10% af den axiale, og den tangentielle endnu mindre; Trækstyrken vinkelret paa Fibrene (uden nærmere Bestemmelse) angives saaledes: Eg: 80—160^{at}; Ask: 40—60^{at}; Poppel: 125^{at}; Lærk: 94^{at}.
²⁾ bedst 10 · 10 · 160 cm med 150 cm Spændvidde.
³⁾ Pladerne skal have Bjælakens Bredde og 1/10 af dens Højde, Endepladernes Længde skal være lig Bjælakens Højde, Midterpladens lig 1/10 af Bjælakens Spændvidde.

$$S_t = 2,75 S_c \quad S_b = 1,75 S_c \quad S_r^1) = 0,25 S_c.$$

S_c er meget nær lig Middeltallet af S_t og S_b .

Tilnærmelsen er naturligvis ret raa, som det fremgaar af efterfølgende Sammenstilling:

Træsart	Fundet af	Gennemsnitlige Styrketal, naar S_c sættes lig 1		
		Træk	Bøjning	Forskydning
Fyr	W	2,42	1,60	0,21
	T	2,93	1,66	0,25
Gran	W	2,20	1,64	0,22
	T	2,03	1,57	0,23
Eg	W	2,64	1,79	0,25
	T	2,81	1,75	0,22
Bøg	W	2,88	1,93	0,27
	T	4,19	2,09	0,27
Naaletræ	W ²⁾	2,31	1,62	0,22
	T ²⁾	2,30	1,62	0,23
Løvtræ ³⁾	W	2,76	1,86	0,28
	T	3,50	1,92	0,25

603. *Wijkander* har foretaget en Mængde Styrkeforsøg med svensk Træ, og Middeltallene for hele Sverrig findes i efterfølgende Tabel. Træet var lufttørret, og Trykprøvelegemerne var kvadratiske Prismer, hvis Højde var 1,5 Gange Sidelinien. Træsarterne er ordnede efter aftagende Vægtfylde, Naaletræ for sig og Løvtræ for sig. Bøjningsarbejdet er det Arbejde, der medgik til knække en Bjælke, hvis Tværsnit var 10 · 10 cm, altsaa Arealet mellem Arbejdslinien og dennes Maximumordinat; ved at dividere dette Arbejde med Produktet af Brudbelastning og Brudned-Bøjning faas Arbejds-koefficienten. Bøjeligheden er Forholdet mellem Nedbøjning og Belastning i Forskydningsfladen snart var radial, snart tangential og snart en Mellemting.

	Fugtighed i %	Vægt i kg/m ³	Styrke i at				Elasticitets-koefficient i t/cm ²			Bøjningsarbejde i tcm	Arbejds-koefficient	Bøjelighed
			Tryk	Træk	Bøjning	Forskydning	Tryk	Træk	Bøjning			
Fyr	11	540	414	1002	664	86	121	129	112	7,0	0,61	0,86
Lærk	11	520	357		448	94			87	3,9	0,55	1,06
Gran	11	450	369	814	604	80	111	117	106	6,1	0,62	0,91
Avnbøg	12	790	457		885	149			123	9,5	0,60	0,85
Bøg	11	730	482	1385	929	149	129	134	121	12,6	0,63	0,94
Eg	14	720	419	1106	751	104	104	115	101	9,5	0,63	1,05
Ask	12	720	428		753	125			93	11,6	0,64	1,28
Ælm	11	650	431		614	134			77	7,8	0,60	1,47
Birk	12	640	431	1207	762	108	113	116	114	9,4	0,65	1,01
Kirsebær	12	580	479		911				122	10,2	0,57	0,64
El	12	530	378	880	643	103	105	110	104	5,7	0,62	0,80
Asp	12	510	356	937	644	87	90	97	88	9,7	0,66	1,30
Lind	10	440	322		643				61	12,6	0,67	

Paa Forskydningsstyrken har i Følge *Wijkanders* Forsøg Forskydningsretningen en stor Indflydelse. Sættes Forskydningsstyrken i en radial Flade, naar Forskydningsretningen er axial, lig 1, bliver Forholdene som vist paa Fig. 182. Hos Naaletræerne er der ingen Forskel paa en

¹⁾ Gælder for radiale og tangentielle Snit i Flæng, naar Forskydningsretningen er parallel med Stammens Axe.
²⁾ exclusive Lærk. ³⁾ inclusive Lærk. ⁴⁾ kun Eg og Bøg.

radial og en tangential Flade, i bægge er S_r lig henholdsvis 1 og $1/2$, eftersom Kraften virker parallelt med eller vinkelret paa Fibrene; i et Stammetsværsnit er Forskydningsstyrken 2 eller 3, eftersom Prøvestykket er rundt eller firkanter. Hos Løvtræerne er den axiale Forskydningsstyrke i en Tangentialplan $25/100$ større end i en Radialplan, mens Forskydningsstyrken vinkelret paa Fibrene er $1/2$, i bægge Planer.

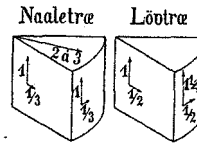


Fig. 182.

604. *Bauschinger* i München har gjort Forsøg med 90—100-aarige Stammer af Fyr og Gran, der blev fældet i August Maaned og prøvet ca. 3 Maaneder senere, altsaa ret fugtige. Ved Bøjningsforsøgene laa Kærnen midt i Bjælken; PG_c laa i Reglen nær ved S_c ; Forskydningsforsøgene udførtes med 8 cm tykke Skiver, saaledes at Forskydningen skete i en Radialplan og parallelt med Fibrene; for Kærnetræ alene var S_r ca. 25%, mindre end Middeltallet.

	Fyr			Gran		
	Kærne	Splint	Middel ¹⁾	Kærne	Splint	Middel ²⁾
Fugtighed %	16	19	18	17	20	19
Vægt kg/m ³	480	540	520	430	490	470
PG_c^{at}	138	173		133	170	
S_c^{at}	229	287	280	209	253	246
E_c^{at}	84000	108000		89000	109000	
Fugtighed %	13	13	13	13	17	16
Vægt kg/m ³	420	480	460	440	500	480
S_c^{at}	230	1050	790	310	970	750
E_c^{at}	54000	127000		61000	123000	
Fugtighed %			23			29
Vægt kg/m ³			550			530
PG_c^{at}			201			228
S_c^{at}			472			419
E_c^{at}			108000			111000
Fugtighed %			25			38
S_c^{at}			43			41

605. *Telmajer* har for schweizisk Træ fundet nedenævnte Værdier. Bøjeprovestykkerne havde Kærnen i Midten; Forskydningen foregik langs Radialplaner og parallelt med Fibrene.

	S_c^{at}	S_c^{at}	S_c^{at}	S_c^{at}	PG_c^{at}	PG_c^{at}	PG_c^{at}	E_c^{at}	E_c^{at}	E_c^{at}
Eg	343	964	600 ²⁾	75	148	476	217 ³⁾	103000	108000	100000 ⁴⁾
Bøg	320	1340	669	85	102	581	240	169000	180000	128000
Fyr	246	720	409 ⁵⁾	61	146	461	188 ⁶⁾	119000	120000	86000 ⁷⁾
Lærk	321	710	534 ⁸⁾	72	122	397	206 ⁹⁾	114000	131000	105000 ⁴⁾
Rødgran	276	602	435 ⁵⁾	67	131		210 ⁵⁾	111000	129000	86000 ⁵⁾
Edelgran	283	533	439 ⁶⁾	63	115		224 ⁶⁾	100000	113000	86000 ⁵⁾

d. Tilladelige Spændinger.

606. Ved Fastsettelsen af de tilladelige Spændinger maa man erindre, at Styrketallene er fundne ved Hjælp af smaa udsøgte Prøvelegemer, mens de større Stykker, der bruges i Praxis, altid har Fejl. Blandt disse skal fremheves Knasterne, der, naar de sidder i den strakte Side af en Bjælke, kan forringe Styrken meget betydeligt. Navnlig ved Anvendelsen af Planker og Brædder paa Højkant som Bjælker, maa man have sin Opmærksomhed henvendt paa dette Forhold, da Knasterne her er gennemgaaende og, hvis de sidder i Kanten, virker som tilsvarende Udskæring i Bræddet. Saadanne Knaster forekommer hyppigere i kantskaarne Brædder end i barkantede, der gerne har gennemgaaende Ved udenfor Knasten.

Gaar man ud fra *Wijkanders* Resultater og indfører en Sikkerhedskoefficient af 10, kommer man til følgende tilladelige Spændinger:

¹⁾ af hele Tværsnittet.
²⁾ 24% Fugtighed. ³⁾ 21% Fugtighed. ⁴⁾ 18% Fugtighed. ⁵⁾ 16% Fugtighed. ⁶⁾ 15% Fugtighed.
 15*

	s_c	s_t	s_b	$s_f \neq$	$s_c^{\frac{1}{2}}$		s_c	s_t	s_b	$s_f \neq$	$s_c^{\frac{1}{2}}$
Fyr	40	100	65	9	6	Eg	40	110	75	10	12
Gran	35	80	60	8	6	Ask	45	110	75	13	12
Bøg	50	140	95	15	12	Ælm	45	80	60	13	12

Ofte regnes dog med en mindre Sikkerhedskoefficient (navnlige ved Tryk), ved midlertidige Konstruktioner helt ned til 4.

607. Det preussiske Ministerium for offentlige Arbejder tillader (¹/₁ 1910) følgende Spændinger:

	s_c	s_t og s_b	$s_f \neq$	$s_c^{\frac{1}{2}}$
Fyr (knastfri)	60—80	100—120	10—15	60—70
Eg	80—100	100—120	15—20	80—90

I midlertidige Bygninger som Udstillingshaller maa Tallene forøges 50%. Søjler skal beregnes efter Eulers Formel med $E = 100000$ og en Sikkerhedskoefficient af 6 til 10 ($J_{min} = 60 Pl^2$ a $100 Pl^2$). Den nedre Grænse for I gælder dog kun midlertidige Bygninger. For Fyr tillades i Østrig (1904) baade ved Jernbane- og Vejbroer:

	s_c og s_t	$s_f \neq$	$s_c^{\frac{1}{2}}$
Midlertidige Broer	120	15	30
Varige Broer	90	15	30
do. *)	80	10	20

I Forslag til Bygningsvedtægt for København er fastsat for Naaletræ: $s_c = 50$, $s_t = 90$, $s_b = 60$ og $s_f = 6$ ast.

16. Veddets Brændbarhed.

608. I mange Tilfælde er Træ uanvendeligt som Byggemateriale paa Grund af dets lette Antændelighed, men iøvrigt er dets Egenskaber under en Ildebrand ikke nær saa slemme, som man har villet gøre dem til. Mens de naturlige Sten springer, og Jærnhjælker bliver bløde og bøjer sig efter først at have udvidet sig stærkt og muligvis skudt Murene ud, vil Træhjælker, selv om der er Ild i dem, i lang Tid kunne bevare deres Bæreevne, og paa Grund af deres ringe Varmeledningsevne og ganske forsvindende Varmeudvidelse vil de ingen- somhelst Skade gøre paa Murene.

De forskellige Træsarter er ikke lige let antændelige, og navnlig er der mange af de oversoiske, haarde Træsarter, som kun er lidet brændbare; de forkuller, men Ilden slaar ikke ud i Flammer.

De almindelige Træsarter kan gøres mindre brandfarlige ved at isoleres eller ved at imprægneres. Man kan ikke gøre Træ uforbrændeligt; naar Temperaturen har naaet en vis Højde, vil det forkulle og udvikle brændbare Gasarter, men ved Isolering kan man udskyde Tidspunktet for Forkulningen og Gasudviklingen, og ved Imprægnering kan man yderligere opnaa at gøre Gasarterne uantændelige, saaledes at Træet, udsat for Ild, ikke brænder med Flamme og ved Ildens Fjernelse slukkes af sig selv. Saadant Træ, der forholder sig passivt i Ildebrandstilfælde, kaldes **flammesikkert**.

609. Træet kan som nævnt gøres mindre let antændeligt ved at dækkes med et **isolerende Lag**. Som Regel bruges et Pudslag af Kalkmørtel, der bringes til at sidde fast, ved at man først beklæder Træfladen med Tagrør. En simpel Strygning med Cement eller Kalk gør ogsaa Nytte, og det samme gælder Oliemaling, men Virkningen af disse tynde Lag kan naturligvis ikke maale sig med Pudslagets ²). Om Brugen af Asbestpap se § 823.

¹) henholdsvis parallelt med og vinkelret paa Stammens Axe.

²) naar der kun regnes med lodrette Kræfter.

³) Malingens Virkning forøges, naar den indeholder ildfaste og varmeisolerende Stoffer. Mest brugt som **brandsikrende Maling** er **Asbestfarver**, der enten er en Blanding af Vandglas med fint pulveriseret Fedtsten m. m. (f. Ex. 30% Asbest, 20% Ler, 10% Borax, 10% Vandglas, 30% Vand og dertil Anilinfarver) eller en Oliefarve, der foruden et Farvestof indeholder pulveriseret Asbest. Af saadanne Farver har **Asbestos** Oliemaling vist sig næsten lige saa beskyttende som Vandglas; den paastryges to Gange, efter at der først er grundet med en særlig Vædske. **Flamentodt** virker omtrent som Vandglas-Kridt, men staar sig bedre mod Regn.

Pudsning er forholdsvis dyrt og bruges derfor som Regel kun, naar man ogsaa af æstetiske Grunde ønsker at skjule Træværket. Er Udseendet af underordnet Betydning, kan en Strygning med **Vandglas** anbefales som billig og virksom; dette Middel bruges navnlig til Lægter, Aase og Spær i aabne Tagkonstruktioner over Skure og Fabriksbygninger, idet Pudsning af slikt Tremmerværk vilde nødvendiggøre Anbringelsen af en indre Forskalling. Først stryges to Gange med en tynd Opløsning (10—15 %₀), der trænger godt ind i Træet, derpaa een eller to Gange med en pigmentholdig Opløsning ¹) og endelig med rent Vandglas, der giver et glasagtigt Overtræk. Den Kiselsyre, der udskilles i Træet, forsinker dets Antændelse, men naar Temperaturen er bleven saa høj, at Træet udvikler Gas, gaar der Ild i det. Da Vandglas er letopløseligt i Vand, blander man undertiden Kridt i og stryger to Gange med en Blanding af lige Vægtdele Vandglas (Handelsvædsken), Vand og Kridt; man faar derved et fast hvidt Dække af kiselsur Kalk, der ikke saa let gaar af i Regn, men paa den anden Side heller ikke er saa beskyttende som rent Vandglas, rimeligvis fordi det ikke trænger langt ind. Det vil formentlig være bedre at begynde med den rene Opløsning og først sætte Kridt til ved de sidste Strygninger. Iøvrigt frembyder Kridtsætningen den Fordel, at man bedre kan kontrollere, om Strygningen er omhyggeligt udført. Man kan ikke oliemale ovenpaa Vandglas, da Malingen angribes og smuldrer.

610. Langt bedre Resultater opnaas, naar man i Stedet for at behandle Veddet overfladisk presser Imprægneringsvædsken ind i det **under Tryk**. Fremgangsmaaden er den samme, som bruges, naar man imprægnerer mod Forraadnelse. Træet stables paa smaa Skinnenvogne, der køres ind i en lang, liggende Kedel, som derpaa udpumpes for at fjerne Luft og Vand fra Træet, hvorefter den varme Imprægneringsvædske presses ind i Kedlen under stort Tryk. Vædsken er en vandig Opløsning af Stoffer, som ved at udsættes for høje Temperaturer udvikler Vanddamp og andre ikke brændbare Luftarter, der blander sig med Gassen fra Træet og forhindrer dens Antændelse. Brædder og Planke bør være helt gennemtrængte af Imprægneringsvædsken, mens Tømmer som Regel vil blive tilstrækkelig flammesikkert, naar det imprægneres i en Dybde af ca. 5 cm.

611. Denne Fremgangsmaade anvendes af *Dansk Imprægneringskompagni* i København. Vædsken er en vandig Opløsning af Borsyre, Ammoniumsulfat og Magniumsulfat i Vægtforholdet 1:6:6 og holdende 18° Bé ved 15° C. Ammoniumsulfatet er meget hygroskopisk ²), og det er navnlig for at opheve denne Egenskab, at Magniumsulfatet tilsættes, idet der da dannes et mindre hygroskopisk Doppelsulfat (af 1 Ammoniumsulfat og 1,86 Magniumsulfat) ³). Ved Borsyrens Indvirkning paa Magniumsulfatet udskilles der i Træets Porer Krystaller af Magniumborat. Naar Træet udsættes for Ild, udvikler Borsyren og Magniumsulfatet Vanddamp, og Ammoniumsulfatet Ammoniak, Vanddamp og Svovlsyrling.

Ved Imprægneringens Udførelse holdes der først et Vakuum paa ca. $\frac{1}{2}$ at i 10 Minutter, hvorefter der aabnes for Vædsken, der strømmer ind og fylder Kedlen; ved en Trykpumpe bringes Trykket op paa 10 at, der holdes i $\frac{1}{2}$ Time, samtidig med at Vædsken opvarmes til 55° ved Hjælp af et Dampbrød, der ligger paa Kedlens Bund. Efter Imprægneringen tørres Brædderne i 14 Dage ved en Temperatur af 35° C. Der indføres som Regel 80 kg Salte i hver m³ Træ (Brædder), idet en saadan Dosis er tilstrækkelig til at forhindre Fremkomsten af Flammer, og Imprægneringsprisen er for Brædder 19,30 Kr./m³, for Tømmer ca. 13 Kr./m³, naar Prisen for Borsyre, Ammoniumsulfat og Magniumsulfat er henholdsvis 13,5, 5,5 og 4 Øre pr. kg. Stærkt harpiksholdigt Træ som Pitchpine lader sig vanskeligt imprægneres.

¹) Som Pigmenter kan bruges: Kridt, Ultramarin, Baryumkromat, Uranoxyd, Kønrøg, Grafit, grøn Kromoxyd, grøn Ultramarin, Koboltgrønt, røde Jærnilter, Terra Siena, brunt Manganoxyd; hvis man tilsætter Blyhvidt, Zinkhvidt eller Baryumsulfat, taaler Blandingen ikke at henstaa.

²) Hygroskopiske Salte kan dels fremkalde Skimmelvæxt paa Træet og dels give Udblomstring, desuden kan de angribe Sam o. Ign.

³) Hvis alt Ammoniumsulfatet skulde bindes, maatte Vædskens Indhold af Magniumsulfat alt- saa være 1,86 Gange saa stor, men dette Blandingsforhold er i andre Henseender mindre heldigt.

Det saaledes behandlede Træ er i Overfladen besat med Krystaller, men bearbejdes uden Vanskelighed, og paa en høvlet Flade ses Imprægneringen ikke. Det høvlede Træ kan baade males og poleres.

Da Borsyren og Ammoniumsulfatet er stærkt antiseptiske, hindrer de Larveangreb og Forraadnelse.

Af andre Imprægneringsmidler skal nævnes Ammoniumfosfat, der er Sulfatet overlegent, men dyrere; det er ogsaa hygroskopisk. Aluminiumsulfat er billigt, men indeholder lidt fri Svovlsyre, der gør Træet sortpletet, hvorpaa dog en Tilsætning af Ammoniumkarbonat siges at raade Bod. Endvidere bruges Allun samt Borax, der smelter ved en ringe Varme og danner et Glasovertræk, som hindrer Luftens Adgang og hæmmer Forgasningen.

De nævnte Stoffer kan naturligvis ogsaa stryges overfladisk paa Træet, men Virkningen bliver derefter.

Løvrigt henvises til *Anders Friis*: Flammesikring af Træ, Straa og Væv (*Den tekniske For-
einings Tidsskrift* 1911, S. 81).

B. Træets Fældning og Tildannelse.

612. Fældningen foregaar i Reglen om Vinteren¹⁾, da Skovene saa er mest passable, og Transporten ofte kan ske paa Slæde, ligesom Arbejdskraften er billigst. Fælder man om Foraaret, er Træerne lettere at afbarkes, men mere udsatte for Forraadnelse og Svampeangreb paa Grund af Luftens højere Temperatur og Veddets større Indhold af Svampenæringstoffer. Det er saaledes en Erfarings sag, at Hussvampen oftere optræder i sommerfældet Ved end i vinterfældet.

Efter Fældningen kappes Grenene, Stammen afkortes til den ønskede Længde²⁾ og **afbarkes**. Ved Sommerfældning lader man dog ofte Kronen blive paa nogle Uger for at fremme Fordampningen.

Telegrafstænger skal undertiden leveres med Barken paa af Hensyn til Imprægneringen, men ellers bør Afbarkningen ske saa snart som mulig for at forhindre Insektangreb og fremskynde Udtørringen. Hvis Naaletræ ligger for længe uafbarke i varmt Vejr, angribes det let af en Svamp, der farver Splinten grønligblaa; ogsaa Bøg tager Skade, naar Barken ikke strax fjernes. Paa den anden Side er de afbarkede, runde Stammer meget tilbøjelige til at flække, og undertiden nøjes man derfor med en delvis Afbarkning i Pletter eller Skruelinier.

613. De barkede eller afbarkede Stammer, **Rundtømmer**, kan benyttes til Funderingspæle og Telegrafstænger, men ved de fleste Anvendelser maa Tømmeret have plane Sider af Hensyn til Samlingerne, og de modstaaende Flader skal være parallelle, i alt Fald tilnærmelsesvis; en Del af det ydre Ved maa da fjernes, hvilket sker med enten Øxe eller Sav³⁾.

I første Tilfælde foregaar Behandlingen (Slingningen) gerne i Skoven; Tømmeret faar ret ujævne Sideflader og benævnes **firhugget**; i denne Tilstand er Gulvbjælker.

Sker Tildannelsen med Sav, kaldes Tømmeret **firskaaret**, og Behandlingen foregaar da ofte paa Savværkerne, der ligeledes besørger den eventuelle Opskæring til Planker, Brædder o. s. v. Firskaaret Tømmer er væsentlig dyrere end firhugget.

614. Skal Tømmeret være **fuldkantet** \circ : have skarpe Hjørner i hele Længden, kan man, naar Sidefladerne skal være parallelle, kun fremstille en Tømerdimension, der svarer til det Kvadrat, der kan indtegnes i Stammens Top-

ende. Denne Tildannelse af Tømmeret giver meget Affald, og undertiden, f. Ex. hos Gran, er det det bedste Ved, der fjernes. Man gaar derfor meget ofte ud fra et Kvadrat, der ligger nærmere Rodenden, hvoraf følger, at Tømmerets Topende faar afrundede Hjørner f. Ex. paa den øverste Halvdel, idet de dannes af Stammens Yderflade; saadant Tømmer kaldes **barkkantet** (vankantet, bomkantet). Jo mere Barkkant man tillader, des mere forringes Prisen.

Hos visse Træsarter, f. Ex. Eg, kan det dog være nødvendigt at fjerne al Splinten paa Grund af dens Uholdbarhed.

615. De firhuggede eller firskaarne Stammer kaldes **Heltømmer**; gennemskæres dette paa langs, fremkommer **Halvtømmer**, som ved et nyt Langsnit vinkelret paa det første kan deles til **Krydstømmer**, hvilket ene Kant altsaa svarer til Stammens Axe. Har man Brug for et spinkelt Stykke Tømmer, foretrækkes ofte Krydstømmer for Heltømmer, fordi Krydstømmeret nødvendigvis maa stamme fra langt ældre Træer end Heltømmeret og derfor er mere varigt; endvidere er man sikker paa, at Træet ikke har indre Fejl.

I Reglen giver man Heltømmeret kvadratisk **Tværsnit**, thi derved faas mindst Affald, naar Stammen er cirkulær, men skal Tømmeret bruges som Bjælke, er det fordelagtigere at give det en rektangulær Form og benytte det paa Højkant. En Bjælkes Bæreevne er nemlig proportional med dens Modstandsmoment $W = \frac{1}{8}bh^2$ (Fig. 183), og er Stammen cirkulær med Diameter d , haves $h^2 = d^2 - b^2$, altsaa $W = \frac{1}{8}bd^2 - \frac{1}{8}b^3$. Betingelsen for, at W

bliver saa stor som mulig, er: $\frac{dW}{db} = \frac{1}{8}d^2 - \frac{1}{2}b^2 = 0$, eller $d^2 = 3b^2$,

der indsat i Ligningen $h^2 = d^2 - b^2$ giver $h^2 = 2b^2 \circ h = b\sqrt{2}$. En saa stor Forskel mellem h og b gaar man dog sjældent til, men meget hyppigt gør man h 1" større end b , formentlig dog kun naar Stammens Tværsnitsform indhyder dertil.

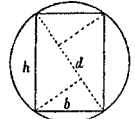


Fig. 183.

616. Tilskæringen kan ske med Haandsave eller Maskinsave. Blandt de sidste skal nævnes **Ramsaven** (Rammesaven), der bestaar af en lodret Ramme, i hvilken to lodrette Savblade er udspændte i en Afstand fra hinanden lig den Tykkelse, Tømmeret skal have. Rammen bevæges op og ned, mens Stammen føres vandret ind imod den. Naar de to Sider er tilskaarne, kantes Tømmeret 90° og føres paany igennem.

Bloksaven har derimod kun eet Blad, der er vandret og trækkes af en Plejstang. Den bruges til Udkæring af Halvtømmer f. Ex. Sveller.

Rundsaven er en Staalskive, der roterer om en vandret Axe og har Tænder i Periferien.

Baandsaven er et tyndt Savblad, hvis Ender er sammenloddede, og som løber over to Skiver. Skæringen besørges af den nedadløbende Part.

Firskaaret Tømmer har gerne de modstaaende Sideflader parallelle, mens slinget Tømmer kan være lidt spinklere i Topenden end i Rodenden¹⁾; i dette Tilfælde maales Tykkelsen midt paa Tømmeret.

617. Opskæring til Planker eller Brædder kan ske paa forskellig Maade, billigst som Fig. 184—85 viser, men det er en daarlig Metode, thi der bliver stor Forskel paa de enkelte Brædders Struktur, og de yderste, hvis Flader er omtrent parallelle med Aarringene, vil kaste sig stærkt og revne og er ikke slidfaste.

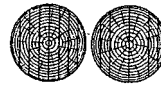


Fig. 184—85.

¹⁾ Paa velformede Rødgranstammer aftager Diameteren med $\frac{1}{4}$ " pr. lb. Alen. Se *A. Oppermann*: Undersøgelser over Tilvirkning af Trævarer, S. 40.

¹⁾ Oktober til Januar.

²⁾ Den afkortede Stamme benævnes Tømmerstok eller blot Stok.

³⁾ Undertiden deles en Stamme i kortere Stykker, der kaldes Blokke.

Bræddernes Sideflader skal helst staa vinkelret paa Aarringene, og navnlig maa samme Sideflade ikke skære en Aarring to Gange, hvilket opnaas ved at marvskære Træet (Fig. 186) i dele det efter en Diagonalplan og udskære Brædderne vinkelret paa denne. Endnu bedre er den hollandske Metode (Fig. 187) og de i Fig. 188 og 198 viste, hvor man tillige udskærer Bjælker. I begge Tilfælde ses de bredeste Brædder, der har størst Tilbøjelighed til at kaste sig, at ligge gunstigst.

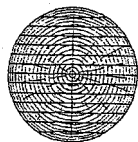


Fig. 186.

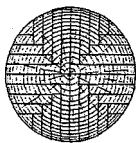


Fig. 187.

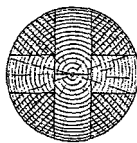


Fig. 188.

De allerfleste Gran- og Fyrrebrædder til Husbygningsbrug er dog skaarne efter Fig. 184, idet de fremstilles af Stammens øverste Del eller af saa unge Træer, at andre Opskæringsmaader ikke kan anvendes. Kun til Trapper, Døre, Dørkarme, Vindueskarme og lignende Steder, hvor der bruges bredere Planker, som ikke maa revne, forlanges marvskåret Træ.

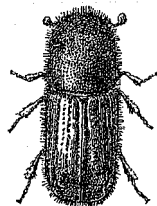
Mens man til det meste Tømmerarbejde lægger Vægt paa at faa kærnefulde Planker og Brædder, foretrækker Snedkerne ofte Brædder, der har ligget nærmere Barken, fordi disse er mindre knastede.

Efter Opskæringen foretages en Sortering i indtil 6 Sorter efter Fuld-kantethed, Knasternes Antal, Kærnefuldhed, Mængden af blaa Splint, Revner o. s. v. (§ 768—70).

C. Dyr, der angriber Veddet¹⁾.

1. Dyr, der angriber Træet i Skoven.

618. Større Dyr og Mennesker kan beskadige Træets Bark og ødelægge Dannelseslaget, saa der ikke mere dannes Ved det paagældende Sted; Saaret vil dog efterhaanden læges, idet de nye Aarringe voxer ind over det og tilsidst mødes, men der efterlades altid en Fejl i Veddet.

Fig. 189. *Tomiscus typographus*. Omtr. $\frac{1}{1}$.

619. Træets værste Fjender er imidlertid **Insekterne**, af hvilke her kun skal omtales saadanne, der direkte ødelægger Veddet, mens den indirekte og langt større Ødelæggelse, som disse Væsner forvolder ved at angribe Løvet m. m., lades ude af Betragtning.

620. De farligste Insekter er Barkbillerne (Fig. 189). Hannen og Hunnen gnaver sig ind under Barken, parrer sig, og Hunnen gnaver derpaa en Gang liggende halvt i Barken, halvt i Veddet, idet hun lægger sine Æg skiftevis til højre og venstre. De udklækkede Larver gnaver sig frem til begge Sider vinkelret paa Ægrækken og frembringer derved Gange af et ejendommeligt Udseende; paa Gangene kan ses, hvorledes Larven voxer under Bevægelsen (Fig. 190). Tilsidst forpupper den sig, og senere bryder det udviklede Insekt ud af Træet.

¹⁾ Se I. E. V. Boas: *Dansk Forstzoologi*, Kbhvn. 1898.

²⁾ Klichéen er velvilligst udlånt af Prof. I. E. V. Boas.

Der findes en Mængde forskellige Barkbiller, hver med sin karakteristiske Gangtegning (nogle borer sig ogsaa dybere ind i Veddet). De angriber gerne fældede uafbarkedede Træer, voxende Træer som Regel kun, naar de i Forvejen er syge. Den mest berygtede Barkbille er *Typografen* (*Bostrichus typographus* eller *Tomiscus t.*), der har faaet sit Navn af de regelmæssige, retliniede Modergange, der altid er parallelle med Træets Axe. Dens Længde er kun 5 mm. Det er navnlig Grantræer, som den angriber og derved dræber.

Naar fældede Stammer af Naaletræ og Ask faar Lov at ligge længere Tid uafbarkedede i Skoven, kan man næsten være sikker paa at Barkbillerne indfinder sig. Saadant Grantræ er ikke egnet til Byggebrug¹⁾.

621. Træbukkene (*Cerambycidae*), der kan kendes paa deres meget lange Følehorn, som ofte er længere end Kroppen, danner som Larver uregelmæssige Gange paa Grænsen mellem Bark og Ved eller inde i Veddet. Undertiden kan Larvetilstanden være i mange Aar, det er saaledes lagttaget, at en Træbukkelarve har levet 14 Aar i en Støvelknøgt. Af danske Arter skal nævnes *Tetropium luridum*, der navnlig angriber Gran, *Callidium variabile*, der yugler i fældede Løvtræer, og hvis Gange ofte ses paa Bøgebrende, *Callidium violaceum*, der angriber fældede, uafbarkedede Naaletræer, *Cerambyx cerdo*, der lever i ældre Eg og Bøg.

Pragtbillerne (*Buprestidae*) med savtakkede Følehorn og glimrende Metallfarver lever paa samme Maade som Træbukkene, men er ikke almindelige i Danmark. Deres Larvetid kan ligesom Træbukkenes undtagelsesvis være meget lang, f. Ex. ved man, at en Larve har levet 20 Aar i et Mahognimøbel.

Træhøvsene (*Uroceridae* eller *Siricidae*) lægger deres Æg i selve Veddet af fældede eller sygelige Træer, navnlig ældre; Larverne danner sig lange, bugtede, dybtgaaende Gange deri, forpupper sig, og det udviklede Insekt graver sig sluttelig ud gennem Træet. Undertiden kan man faa Gulvbredder ind i Høvsene med saadanne Larver i *Sirex gigas*, der yngler i Gran og Ædelgran og kan blive indtil 3 cm lang, er ret almindelig i Danmark.

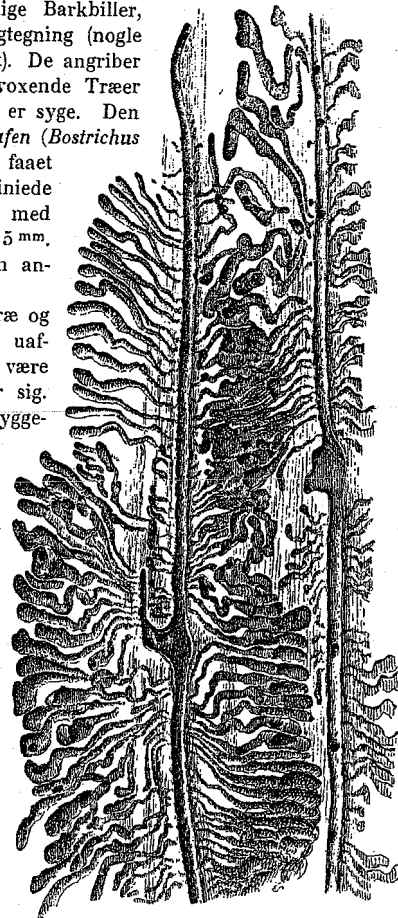
Bøghjorten (*Dorcus parallelipedus*) er en ca. 25 mm lang, sort Bille, hvis Larve lever i Bøg og forskellige andre Løvtræer, dog kun i Stubbe eller i døde Dele af gamle, levende Træer; **Valsehjorten** (*Sinodendron cylindricum*), der ofte træffes sammen med den, er ogsaa sort, men kun halvt saa lang. De er begge meget almindelige i Danmark.

Eghjorten (*Lucanus cervus*) lever især i trøsket Eg. Den er brun, større end Bøghjorten og ikke saa almindelig.

Blandt **Sommerfuglene** er det navnlig Træborerne, der angriber ældre Træer, f. Ex. *Cossus ligniperda*, hvis røde, indtil 9 cm lange Larve (Rødormen, Pilelarven) lever i Ask, Eg, Ælm, Bøg m. fl. Hyppigst træffes den i Poppel. *Cossus ceculi* og de forskellige *Sesia*-Arter gør mindre Skade.

¹⁾ Man skal let kunne se paa Materialet, om det er »Billetræ«, da det ved at ligge i Luften bliver sortpletet.

²⁾ Klichéen er velvilligst udlånt af Prof. I. E. V. Boas.

Fig. 190. Granbark set fra Indersiden med Dele af to Gangsystemer af *Tomiscus typographus*. Fra det venstre Farringskammer udgaar to lange og een kort Modergang. $\frac{1}{4}$.

2. Dyr, der angriber tørt Ved.

622. Hertil hører Rotter og Mus, Biller og Termitter.

Blandt Borebillerne er Anobierne, Dødningsurene de vigtigste. Det er smaa (4—8 mm lange) brune Biller, hvis hvide, med Ben forsynede Larver gennemgnaver Møbler og Træværk i Husene med talrige smaa Gange (Fig. 191—92). I Parringstiden kalder de paa hinanden ved med stor Kraft og Hastighed at slyngede Forbrystet mod Træværket, og den ejendommelige Banken eller Tikken, der derved fremkommer, har givet dem Navnet Dødningsurene. Tømmeret paa Kronborg

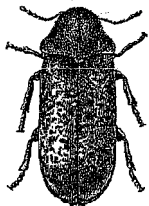


Fig. 191. *Anobium pulsator*, 4—5 Gange forstørret¹⁾.



Fig. 192. Larve af samme, $\frac{1}{4}$ ¹⁾.

og Frederiksborg har lidt betydeligt ved deres Angreb (Fig. 193). De borer sædvanligvis ikke i Kærnen kun i Splinten, hvis Stivelse de lever af; man har undersøgt det søndergnavede Træpulver (Ormemel), de efterlader i deres Gange og fundet det frit for Stivelse, mens det uangrebne Ved indeholdt en Mængde. Det er navnlig af Hensyn til Borebillerens Angreb, at Egens Splint er ubrugelig. Stivelsen kan fjernes ved Udludning eller gøres giftig ved Imprægnering, og Mængden af den kan formindskes ved inden Træets Fældning at skrælle en Ring af Barken (§ 671). Endvidere kan man udelukke Anobierne ved at male Træet. Dyrene angriber kun tørt Ved og helst bløde Sorter som Naaletræ (navnlig de ringere Kvaliteter) og Poppel, dog, som nævnt, ogsaa Egesplint.

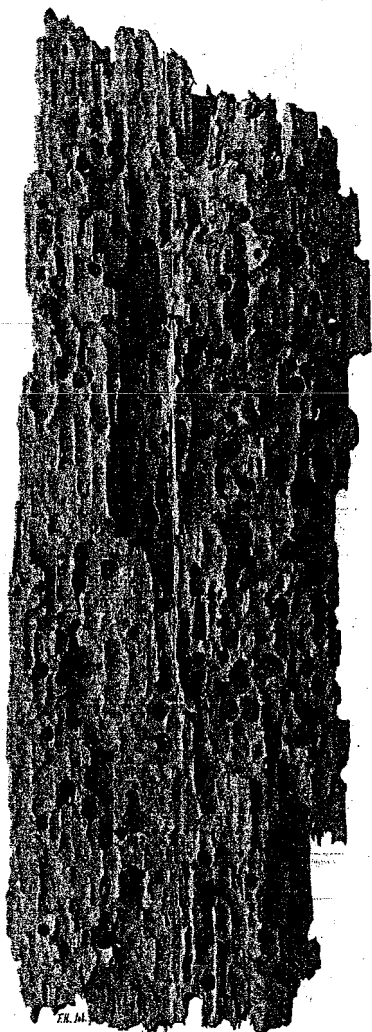


Fig. 193. Brudstykke af Fyrretømmer fra Kronborg, gennemgnavet af en Anobie. $\frac{1}{4}$ ¹⁾.

¹⁾ Klichéen er velvilligt udlånt af Prof. I. E. V. Boas.

Den ca. 5 mm lange, graalige *Anobium domesticum* lever baade i Løv- og Naaletræ og er hyppig i Huse. Den større (ca. 7 mm) *Anobium pulsator* findes i Egetømmer. En anden, i Danmark almindelig Borebille er *Ptilinus pectinicornis* (ca. 5 mm lang).

623. Værftsbillen (*Lymexylon navale*) er en sort, langstrakt, 9 mm lang Bille med tydeligt Hoved; Bagvingerne er længere end Dækvingerne, Bagtrop og Ben er gule. Larven lever i Egeved, f. Ex. i Tømmer paa Oplagspladser, i Træskebe og Pramme. Paa Skibsværfter har den undertiden gjort stor Skade, saaledes paa Orlogsværftet i Göteborg.

Nacerdes melanura er en langstrakt, smal, ca. 12 mm lang Bille, gullig af Farve med sorte Dækvinge-Spidser. Larven er hvid, ca. 25 mm lang og lever baade i Løvtræ og Naaletræ. I Esbjerg har den ødelagt Bolværkstømmer, i et københavnsk Garveri Fyrretærskarene, og den træffes ogsaa i Plankeværker. Enkelte Aar er den optraadt i stor Mængde paa Skibsværfterne i København og paa Bolværkerne i Nykøbing paa Falster. I Holland, hvor den har gjort stor Skade paa Bolværker o. lgn. og angrebet baade Naaletræ og Egesplint, har man søgt at beskytte Træet ved Kreosotering, men der kræves en meget stærk Imprægnering (436 $\frac{1}{m^3}$) for helt at forhindre Angrebet.

Blandt Snudebillerne, hvortil de i Æbler og Nødder vel kendte Maddiker hører, skal nævnes *Phloeophagus sculptus*, en lille 4 mm lang brun Bille, der har ødelagt Pæle i Havsværter paa Samsø og i Kalvebodstrand ved København, samt *Phloeophagus spadix*, der angriber Pæle langs Hollands Kyst¹⁾.

Mens Træbukkerne som Regel holder til i ufabarkede Stammer, er der en enkelt Art, *Husbukken* (*Callidium bajulus*), der yngler i tørt, afbarket Naaletræ, f. Ex. Hustømmer. Det er en ca. 12 mm lang, sort Bille med hvidligt laadent Forbryst og korte Følehorn. Den kan gøre stor Skade paa Tagværk, i Følge Boas har en dansk Papirfabrik maattet forny sit Tagværk paa Grund af dens Angreb. Det synes især at være i tarveligere, mere bredrengede, blødere Væver, at den indfinder sig.

624. Termitterne, der kun lever i varme Lande, er meget skadelige; de kan fortære et Træmøbel saa fuldstændig, at der ikke er andet tilbage end en tynd, udvendig Skal og de papirtynde Vægge, der adskiller de enkelte Gange indbyrdes. Mange Steder, f. Ex. i Centralafrika, umuliggør Termitterne Brugen af Træsveller.

3. Dyr, der angriber Veddet i Havet¹⁾.

625. Træ, der er helt nedsænket i Ferskvand eller Brakvand, er omtrent uforgængeligt, da hverken Insekter eller Svampe kan leve i det; i friskt Havvand bliver Træet derimod saa hurtigt fortæret af Pælekrebs og Pæleorm, at det slet ikke kan anvendes uden at være beskyttet mod disse Dyrs Angreb.

a. Pælekrebs.

626. Pælekrebsen (*Limnoria lignorum* eller *L. terebrans*) er et lille, 3—5 mm langt Dyr, der meget ligner Bænkebidderen, og hvis Farve er hvid eller graabrun (Fig. 194). Den optræder i store Stimer, der kaster sig over Træet og hører sig ind i det, hvert Dyr paa sit Sted; de dannede Gange er ca. 1,5 mm vide og ca. 25 mm lange og følger ofte tilnærmelsesvis Fibrenes Retning (Fig. 195). Dyrene holder sig altid i Nærheden af Træstykkets Overflade, kun i de yderste 6 mm træffer man deres Gange, men denne Skal kan til Gengæld være saa stærkt fortæret, at de enkelte Huller kun er adskilte ved papirtynde Mellemrum; det angrebne Træ skyldes derfor let væk af Bolgerne, hvor-

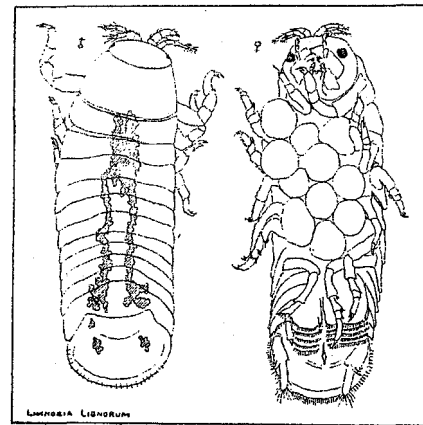


Fig. 194. *Limnoria lignorum*. (Efter Rapport d. comm. uit d. k. Akad. v. Wetenschap, i Verhand. d. k. Akad. v. Wetenschap t. Amst., 1893).

¹⁾ Se P. Vedel: Træs Fjender i Havvand og Beskyttelse imod dem (Den tekniske Forenings Tidsskrift 1907, S. 97).

efter Pælekrebseene atter kan gaa 6 mm ind og saa fremdeles. Angrebet er altid synligt paa Træets Overflade (Fig. 196).

Dyrene yngler i Træet, og Ungerne svømmer ud af Moderens Gang og angriber Træet fra Overfladen; hvis de forlader Træstykket for at søge nyt Bytte, er det altid i udvøst Tilstand. Angrebet foregaar hele Aaret rundt, for Danmarks Vedkommende mest indest om Foraaret og svagest i Juli—September.

Dyrene lever kun i friskt Vand med en Saltholdighed af mindst 1,5—2‰; de findes i Vesterhavet (Esbjerg, Søndervig), Kattegat (Frederikshavn, Samsø, Hellebæk), Limfjorden (Lemvig),



Fig. 195. Et lille Stykke Træ, der kun i kort Tid har været angrebet af Pælekrebs (*Limnoria*). Overfladen er bortskaaret over Gangene, saa at disses Forløb og Dyrene ses. Omtr. $\frac{1}{2}$ 1).



Fig. 196. Et Stykke af en stor Pæl fra Frederikshavns gamle Havn. Talrige Gange af Pælekrebs ses; tilvenstre en Gang af en Pæleorm, blottet ved Pælekrebseens Arbejde. $\frac{1}{4}$ 1).

Lillebælt, men ikke i Øresund og Østersøen²⁾, hvor Vandet er for ferskt. I Frederikshavn, hvor Angrebet (ligesom i Lemvig) er særlig stærkt, kan de aarlig æde et ca. 1 cm tykt Lag af Pælene.

I Træ, der er begroet med Sødyr eller dækket af et tykt Lag Mudder, saa at Vandcirkulationen er meget ringe, kan Dyrene ikke leve. Vandets Temperatur er derimod uden Betydning. Nedrammede Pæle kan angribes lige fra Bunden op til Højvandslinien, men hyppigst træffes

¹⁾ Klichéen er velvilligst udlånt af Prof. I. E. V. Boas.

²⁾ De findes dog ved Kiel.

Dyrene mellem Højvands- og Lavvandslinien¹⁾, og Angrebet er navnlig stærkt paa den nederste Halvdel af denne Strækning.

Beskyttelsesmidler mod Pælekrebs vil blive omtalte i § 536.

b. Pæleorm.

627. Pæleormen (*Teredo*) (Fig. 196—97) er en Havmusling, men Kroppen er lang og tynd som en Orms og kan slet ikke rummes i de ganske smaa Skaller, der sidder ved Dyrets Forende. Kroppen er omgivet af en rørformet Kappe med en Aabning i Forenden, gennem hvilken den lille skiveformede Fod kan stikkes ud, og en Aabning i Bagenden, fra hvilken der rager to Smaarør, Kapperørene, frem. Gennem det ene af disse Rør suger Dyret friskt Vand til sig, og efter at dettes Indhold af Ilt og Infusorier er optaget, stødes det atter ud gennem det andet Rør.

Disse Dyr er langt større end Pælekrebseene, de kan blive indtil 1,2 m lange og 30 mm tykke, i danske Farvande træffes de dog ikke saa store, højst $\frac{1}{2}$ m lange og 4—8 mm tykke. I Modsætning til Pælekrebseene bruger de kun Træet som Bolig, de lever af Infusorier.

628. Som ganske smaa Larver gnaver de sig ind i Træet, og efterhaanden som de voxer, borer de sig frem omtrent parallelt med Fibrene; Hullets Længde overstiger aldrig Dyrets, thi dette flytter sig ikke, men har stadig Bagendens Rør ragende ud af Indgangsaaningen. Denne maa altid staa i Forbindelse med frit Vand; selv et tyndt Lag Mudder vil, naar det lægger sig paa Træets Overflade, dræbe Dyrene og udelukke nye Angreb²⁾. Man mener, at Pæleormen bruger Foden til at høre med, ikke Skallerne; Foden antages at udsondre en stærk Syre, der skørner Veddet, saa det let kan stødes til Pulver. I stille Vejr kan man ved at lægge Øret til en Pæl høre, naar Dyret arbejder. Hullet, hvori Dyret sidder, er udført med en tynd Kalkskal, og ofte kan Træet være saa fyldt med Pæleorme, at der knapt nok er Ved mellem de enkelte Kalkrør. En Pæls Styrke kan paa denne Maade næsten reduceres til Nullen, uden at man aner det, thi udenpaa Pælen er der intet at se, undtagen de smaa, 1—2 mm vide Indgangsaaninger. Pæleormenes Angreb kan derfor let medføre alvorlige Katastrofer.

629. Dyrene arbejder sig gerne frem nogenlunde parallelt med Træets Fibre, dog gaar de udenom Knaster og Søm og gennembyrder aldrig andre Dyrs Kalkrør. Ligesom de forstaaer at holde sig indenfor Træets Yderflade, gaar de heller ikke fra eet Træestykke ind i et andet, selv om der intet Mellemrum er; Bolverksflager af to Lag Træ angribes saaledes kun i det yderste Lag.

Pæleormene angriber Træet lige fra Bunden op til Middel-Lavvandslinien. Efter at være trængt ind i en lodret Pæl voxer de hyppigst opad (indtil halvvejs mellem Ebbe og Flod), men ogsaa nedad (indtil 80 cm under Bunden); ofte er Ødelæggelsen størst ved Bunden, saa at Pælene knækker der i Tilfælde af Storm eller Isgang.

630. Pæleormene formerer sig ved Æg, der finder Plads mellem Gællerne og dér udvikles til smaabitte Larver, som udstødes gennem et af Kapperørene og derpaa svømmer rundt i Havet, til de træffer et Træestykke. Da Larverne udvikles om Sommeren, vil Træ, der sættes i Vandet efter September Maaned, først blive angrebet den paafølgende Sommer, et Forhold, der ikke er uden praktisk Betydning, eftersom Træ, der har været nogen Tid i Vandet, angribes mindre stærkt end friskt Træ.

631. Pæleormen findes i alle store Have og gør overordentlig megen Skade paa Skibe, Diger og Havneværker; en stor Del af Holland var nær bleven sat under Vand i Aaret 1730, fordi Pæleormene havde ødelagt Digerne. Med Hensyn til Vandets Saltholdighed er de mindre kresne end Pælekrebseene, ca. 1‰ Salt er tilstrækkeligt. I Østersøen findes de ikke Øst for Linien Gedser—Warnemünde, men ellers træffes de i de fleste danske Havne, saaledes i Vesterhavet, Skagerak, Kattegat, Sundet (indtil København); de findes ved Masnedusund og Bandholm, men ikke ved Nykøbing paa Falster; ved Langelands Østkyst (Spodsbjerg), men ikke ved Rudkøbing paa Vestkysten. Ved København findes de paa Reden, men kun sparsomt i Havnen. Den Skade, de gør, overstiger i Reglen Pælekrebseens³⁾; ved Grenaa har man haft Exempler paa, at nedrammede Pæle har tabt 45‰ i Vægt i Løbet af $1\frac{1}{2}$ Aar som Følge af Pæleormenes Angreb.

¹⁾ rimeligvis fordi Vandcirkulationen i Pælen her er livligst.

²⁾ Kunstige Østersvænke kan beskyttes mod Pæleorm, ved at Plankerne dækkes med et tyndt Lag Mudder. Pælekrebseene, der i Modsætning til Pæleormene begynder deres Angreb som voksne Dyr, kan ikke saa let lukkes ude.

³⁾ ved Frederikshavn og Lemvig menes Forholdet at være omvendt.

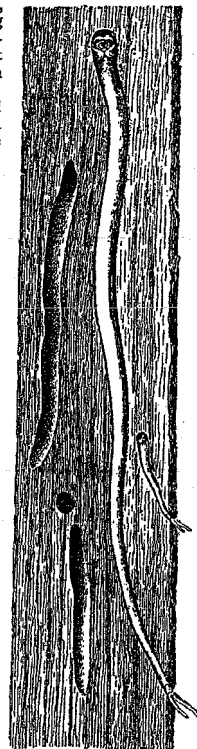


Fig. 197. Et Stykke af en Fyrreplanke fra Esbjerg, Februar 98, med to Pæleorme, en yngre og en ældre, siddende i deres Rør, som er aabnede paa langs. Tilvenstre et Par tomme Rør gennemskaaede paa langs, eet paa tværs. Omtr. $\frac{1}{2}$ 1). (Efter Boas).

632. Dyrene angriber alle Sorter Træ, dog er der visse amerikanske og australske Arter, som de kun daarligt frives i; til disse hører Grønved (§ 750), et amerikansk Træ, der indeholder et bittert Stof (*Buxin* eller *Beberin*), som vanskeligt opløses i Vand, og som antageligt byder Dyrene imod, i alt Fald er de Huller, man har fundet i det¹⁾, kun faa og smaa (1 mm tykke og 2 cm lange) og kun beliggende i de yderste 2,5 cm af Veddet, hvor Buxinen delvis er udvasket af Vandet. Overfor Pælekrebbs er Forholdet det samme.

Af andre Træer, der paa Grund af Haardhed, eller fordi de indeholder særlige Stoffer, har faaet Ry for at være mere eller mindre uangribelige for Pæleorm og Pælekrebs, skal nævnes sydamerikansk Jærntræ (*Cosalpinia ferrea*), Jarrah (brugt i Hirtshals Mole og Esbjerg og bægge Steder angrebet af Pæleorm), Karri, orientalsk Jærntræ (*Metrosideros vera*), rød Ceder o. s. v.

633. Der kendes en Mængde forskellige Arter af Pæleorm. De danske Farvande huser navnlig *Teredo norvegica* (med stærke, uregelmæssige Skaller af ca. 16 mm Diameter) og *Teredo navalis* (noget mindre og mere tyndskallet), sjældnere *Teredo megotara* og *Xylophaga dorsalis* (med næsten halvkugleformede Skaller af ca. 10 mm Diameter).

634. Sammen med Pæleormen træffes ofte en *Børsteorm*, *Lycoris fucata*, der fra Mudderet, hvori den ellers lever, kryber ind til Pæleormen og æder denne. Træet beskadiger den ikke, saa den er kun nyttig.

c. Beskyttelsesmidler mod Pæleorm og Pælekrebs.

635. De Beskyttelsesmidler, der bruges mod Pæleorm og Pælekrebs, er enten Beklædning eller Imprægning.

Det sikreste Mittel er at beklæde Veddets Overflade med et Stof, som Dyrene ikke kan gennembyrde. Maling o. lgn. har vist sig uvirksom, derimod har man enkelte Steder beskyttet fritstaaende Pæle med Rør af Beton eller brændt Ler, som blev skudt ned over Pælene og udfyldte med Sand²⁾.

I Danmark bruges næsten udelukkende Beklædning med **Jærnplader**; ædelere Metaller³⁾ vilde være at foretrække, men er for dyre, saa man nøjes med at beskytte Pladerne ved Tjæring eller Forzinkning. Pladerne befestes med lange, tætsiddende Søm, og inden disse og Pladerne er rustede bort, er Veddets ydre Del saa gennemtrængt af Rust, at Dyrene ikke gerne angriber den. Plader og Søm bør være af samme Jærnsort, for at galvaniske Virkninger ikke skal forøge Tæringen. I de senere Aar bruges hyppigst forzinkede Plader og Søm, i alt Fald hvor der findes Pælekrebs, idet Pladernes større Varighed menes at opveje den højere Pris.

636. Pladerne behøver kun at gaa 10 cm ned under Bunden; de gennemhulles, hvor Sømmene skal sidde, med en Hammer forsynet med en Pig. Sømmene er smedede, 38—100 mm lange og anbringes i en indbyrdes Afstand af 5—6,5 cm, hyppigst 300 Stk. pr. m²; ved Flagebeklædning i Københavns Havn har man forøget Afstanden til 13 cm. Hvor Pladerne samles (3—5 cm Overdækning), sættes Sømmene tættere (2,5—3 cm).

Københavns Havnevesen har brugt sorte Plader (strøget 1 eller 2 Gange med Kultjære) i Frihavnen og paa Reden, og saadanne anvendes ogsaa til Statsbanernes Fergehavne. Til Pæle bruges 1,07 mm tykke Plader og 75 eller 100 mm lange Søm, til Flager er Pladetykkelsen 0,89 mm og Sømlængden 44—63 mm. I Aarhus og Frederikshavn har man brugt 1,07 og 1,47 mm tykke Plader samt 50 og 75 mm lange Søm.

Vandbygningsvesenet og en Del Provinshavne er nu gaaet over til at bruge forzinkede Plader, undertiden endog med Forhudsingsfilt under (Frederikshavn). I Aarhus, hvor forzinkede Plader har været benyttet siden 1896, er i Bolværker paa større Vanddybde Hjærtæpælene beklædt med 1,65 og 1,83 mm Plader (69 eller 75 mm Søm) og Flagerne med 1,65 mm Plader (56 mm Søm); til Pæle i Stenkastninger o. dsl. er anvendt 1,07 eller 1,47 mm Plader med 56 eller 63 mm Søm.

Prisen for Pladebeklædning med 0,89 mm Plader og 44 mm Søm kan sættes til Kr. 2,80 pr. m², naar Pladerne blot tjæres, og Kr. 3,40 pr. m², naar Materialet er forzinket; med 1,83 mm Plade og 75 mm Søm bliver Prisen henholdsvis Kr. 4,50 og Kr. 5,80 pr. m².

Vægt m. m. af de Plader og Søm, der har været brugt i Danmark, er angivet i efterfølgende Tabel:

Plader.							
Nummer i Stubs Gauge	20	19	18	17	16	15	
Tykkelse uden Zink (mm)	0,89	1,07	1,24	1,47	1,65	1,83	
Vægt uden Zink (kg/m ²)	6,9	8,3	9,7	11,5	12,9	14,3	
» med » (kg/m ²)	7,7	8,9	10,4	12,3	13,4	14,9	

¹⁾ f. Ex. er det blevet angrebet i Boulogne.

²⁾ Glasserede Rør har f. Ex. været brugt i Amerika; Bekostningen var for 30 cm Pæle 8,50 Kr. pr. m.

³⁾ som Bly (anvendt i Trondhjem), Zink, Kobber (Vlissingen) og Muntzmetal (Port Darwin).

	Søm.							
Længde (mm)	38	44	50	56	63	69	75	100
Vægt uden Zink (kg pr. Mille)		3,1	3,5		5,8		7,5	11,0
» med » (» »)	3,6	4,5	5,4	6,3	7,2	8,1	9,0	

637. I Stedet for Plader + Søm har man tidligere i Danmark brugt **Plathoveder**, smedede Søm med store runde Hoveder, 40 mm i Diameter; de anbragtes saa tæt som muligt og havde ligesom Pladerne den Opgave at udelukke Dyrene, indtil Rusten fra dem var trængt ind i Træet. Denne Fremgangsmaade er langt dyrere end Pladebeklædning, og Træet kan angribes mellem Plathovederne, hvilket navnlig er uheldigt, hvor der findes Pæleorm, da disse, naar blot der findes Adgange til Veddet, kan voxes sig store deri, mens Pælekrebbsenes Angreb er begrænset til det ubeskyttede Sted og ofte helt udebliver¹⁾.

Ved Høfteanklæggene paa Limfjordstangen indskrænker man sig til at beslaa Træet med almindelige, 40 mm lange Traadstifter med 17 mm indbyrdes Afstand. Sømmene rustet meget hurtigt, og Rusten gennemtrænger de yderste 50 mm af Veddet, som derved beskyttes baade mod Pæleorm og Pælekrebs. Beskyttelsen er dog ufuldkommen, navnlig i Begyndelsen, men til Genæld billig²⁾.

638. I Udlandet bruger man ofte at **Imprægner** Træet i Stedet for at beklæde det. Det eneste Imprægneringsmiddel, der har vist sig virksomt, er **Kreosotolie**, et Stof, der vindes af Stenkulstøve, og som nærmere vil blive omtalt i § 658. En virksom Beskyttelse opnaas kun ved Kedel Imprægning (§ 685); nøjes man med at paastryge Olien eller nedlægge Tømmeret i den, trænger Vædsken kun ind i de ydre Lag og udvaskes atter hurtigt³⁾. Træet bør være færdigt tildannet, inden det Imprægneres, saa at Intet af den kostbare Olie gaar til Spilde, og det bør sættes i Vand umiddelbart efter Imprægningen; ved blot en Maanedes Henligger kan indtil 50 % af Vædsken drive af og fordampe. Kreosotering benyttes meget i England, Holland og Norge og forøger i høj Grad Veddets Varighed, navnlig paa Steder hvor der kun findes Pæleorm; Pælekrebbsene vil derimod angribe, efterhaanden som Kreosoten udvaskes af Veddets Overflade. Dette er formentlig Grunden til, at Metoden til Trods for dens relative Billighed kun er lidet anvendt i Danmark.

Kreosotollen bør til dette Brug være vægtfyldigere end til almindelig Bestrøgning med Raaddenskab, da Opløseligheden i Vand derved forringes; man forlanger gerne en Vægtfylde af 1,02—1,09 ved 15—35° C. Løvrigt bør den indeholde saa lidt Beg som muligt, da dette forringer Indtrængningsevnen, 4—5 % Karbolsyre og mindst 40 % Naftalin. Naftalinet er uopløseligt i Vand og bevares derfor i Træet i Modstrøning til Karbolsyren, der opløses.

I Nordeuropa anses Tømmeret for beskyttet, naar det i bearbejdet Tilstand har optaget 130—160 kg Olie pr. m³, og naar Angrebet ikke er særlig stærkt. Prisen for en saadan Imprægning med 160 kg Opløst er i Danmark 23 Kr. pr. m³ Træ. I Syden er man nødt til at imprægner langt stærkere. I Havnene ved København og Aarhus har man anvendt pummersk Fyr, der Imprægneredes i Horsens; i Form af Tømmer optog det 160—180 kg/m³, i Form af Planker (5 cm tykke): 230—280 kg/m³.

639. Undertiden kombineres en **overfladisk Kreosotering med Pladebeslag**. Knippsbross Pæle blev saaledes efter Tildannelsen nedlagt i Kreosotolie; senere blev den udadvendende Side af Pælene (disse dannede Spunsvæg), forsynede med et Jærnpladebeslag, befestet med tætsiddende, smedede Søm, medlens Pælens Sider udenfor Noten kun beskyttedes med tætsiddende Søm.

640. For et normalt Bolværk paa 7,5 m Vanddybde angiver Havneingeniør **Vedel** Prisen pr. lb. m til 285 Kr. udført af Grøved, 200 Kr. udført af Fyr med Beklædning af forzinkede Plader og 135—145 Kr. udført af kreosoteret Fyr med 160—250 kg Olie pr. m². (*Teknisk Forenings Tidsskrift* 1907, Side 110).

641. Af andre **Imprægneringsmaader** skal nævnes **Hatzfields**, ved hvilken der bruges Garvesyre og en Opløsning af raat Jærnacetat (Jærnpyrrolignit), der efterhaanden forbinder sig til Jærntannin. Ved *Aitkens* Metode henlægges Tømmeret i smeltet Naftalin.

D. Veddets Forraadnelse og Midlerne derimod.

1. Forraadnelse Aarsager.

642. Med Betegnelsen **Raaddenskab** sammenfatter man forskellige **Ødelæggelsesformer**, der alle har det tilfælles, at Veddet bliver mørt og mister Sam-

¹⁾ Vil man have en tættere Beklædning, kan man anbringe Sømmene saaledes, at de kommer til at sidde i Hjørnerne af Kvadrater med 40 mm Sidelinie; mellem 4 store Plathoveder er der da Plads til et mindre med 15 mm Diameter. Sømmenes Længde er lig med Hovedets Diameter. Ved at bruge Søm med kvadratiske Hoveder opnaas naturligvis endnu større Tæthed. Hovederne springer let af, naar Pælene rammes. Prisen bliver 9—12 Kr. pr. m².

²⁾ Af Stifterne, der vejer 1,5 kg pr. Mille, medgaar ca. 4000 Stk. pr. m². Udgiften er ca. 3 Kr. pr. m². En medvirkende Aarsag til, at denne Metode bruges, er muligvis, at det stærke Bølgeslag mod Høfderne river Pladerne af før Tiden.

³⁾ Pælene til Langebros Fundamenter blev henlagte et Døgn i Kreosotolie, hvorved de gennemsnitlig optog 50 kg/m³.

menhængt, i alt Fald naar Ødelæggelsen er vidt fremskreden, mens Forraadens Begyndelse ofte kun viser sig ved en Farveforandring af Veddet.

Begyndende Forraadnelse er til Stede i Bøgens falske Kærne og Naaletræernes blaa Splint.

Den fremskredne Forraadnelse viser sig ved, at Veddet mister Sammenhæng og omdannes til en mør, trøsket Masse, der i vaad Tilstand er svampet, i tør smuldrende.

Naar Træet raadner, synes det hovedsagelig at skyldes, at Klæbemidlet mellem de enkelte Celler opløses, saa at disse falder fra hinanden.

643. En saadan Omdannelse af Veddet kan muligvis ske ad ren kemisk Vej, men skyldes næsten altid Angreb af **Bakterier** og **Svampe**. Disse Organismer udsuger Træets Næringsstoffer og Vand, samtidig med at de udskiller Vædske, der angriber Veddet. Til deres Livsbetingelser hører desuden Adgang til Luften samt en Temperatur mellem 5 og 40°. De kan derfor ikke blot angribe voxende Træer, men ogsaa fældede, naar der kun er tilstrækkelig Næring og Fugtighed i dem.

Bakterieangrebet skal der ikke gaas nærmere ind paa her, og af de forskellige Svampearter skal kun enkelte omtales; der findes en Masse forskellige, og hver Art optræder desuden under saa variable Former, at den er vanskelig at identificere.

2. Svamp.

644. Svampene angriber Træet ved Hjælp af talrige fine Traade (**Myceliet**), der gerne voxer ind gennem Marvstraalerne og derfra breder sig til de fastere Dele af Veddet, benyttende Træets Safter og Næring til deres Væxt og samtidig udskillende Stoffer, der angriber Veddet, saa det bliver mørt, og i tør Tilstand hensmuldrende. Veddet kan være helt gennemtrængt af Myceliet og faa Farve derefter (rød, hvid eller gul).

Paa Træets Yderside (eventuelt Barken) danner der sig massive, svampede Frugtleger, der efter Modningen udsender talrige, mikroskopiske **Sporer**, der, naar de træffer gunstige Livsvilkaar, hver især bliver Udgangspunktet for et nyt Mycelium.

En af de mildeste Former for Svampeangreb er den, der viser sig ved en **Blaafarvning** af Fyrrens og Granens Splint. Denne Svamp (*Ceratostonia piliferum*) sender sine Traade ind gennem Marvstraalerne og angriber Celleindholdet, derimod ikke Cellernes Vægge. Den kan angribe Træet paa Roden, naar dets Bark er beskadiget af Insekter eller paa anden Maade, men hyppigst indfinder den sig, naar Stammen efter Fældningen faar Lov at henligge længe i Skoven med Barken paa, eller naar det oparbejdede Ved stables tæt, saa det ikke kan tørre. Træ, der sendes hertil pr. Skib, kan saaledes blive blaat udervejs, naar det stables for tæt i Lasten (§ 672).

Svampen angriber ikke Kærnen, men Splinten bliver blaapletet eller blaa-
stribet, hvilket ser grimt ud f. Ex. i ferniserede Gulve uden iøvrigt at gøre nogen Skade. Træets Trykstyrke formindskes ikke, men bliver snarere større paa Grund af Svampens udtørrende Virkning, og dets Modstandsevne mod Forraadnelse paavirkes heller ikke. Blaa Splint viser sig overvejende i sommerfældet Træ (§ 612). Se ogsaa § 676, 756 og 769—70.

645. **Honningsvampen** (*Agaricus melleus*) hører til Paddehattene og er ingen speciel Træs-vamp, men kan fra Jorden voxe ind i Træets Rødder og derfra op i Stammen. Den findes baade i Løvtræer og Naaletræer og angriber ofte Pæle, der staar i fugtig Jord.

Stereum hirsutum kan leve i halvtørt Ved og findes især paa fældet Træ (f. Ex. Bag), der ligger til Lagring, eller døde Partier af voxende Træ, sjældnere angriber den sunde Træer paa Roden. Den frembringer en hvid Forraadnelse. Myceliet viser sig ofte mellem Bark og Ved som Blade af gulnet Papir.

Polyporusaporarius snylter paa de voxende Naaletræer og vedbliver at voxe i det fældede, endnu vaade Ved, med hvilket den kan føres ind i Husene. Den fremkalder en rød Forraadnelse og ligner meget den almindelige Hussvamp (§ 646), med hvilken den ofte findes Side om Side uden dog at være fuldt saa farlig som denne. Overflademyceliet ligner tykt Vat eller Sne.

Bøgens Poresvamp (*Polyporus fomentarius*) findes navnlig hos Bøgen, dog ogsaa hos Birken, sjældnere hos Egen. Dens Mycelium trænger ind i Veddet, dels langs radierne Planer, dels følgende Aarringene, og det angrebne Træ danner i Forbindelse med Myceliet en blød, bøjelig Masse, der ligger som et gulhvidt Tæppe inde i Veddet. Af det hovformede Frugtlegerne fremstilles Fyrsvamp.

646. **Hussvampen** (*Merulius lacrymans* eller *Serpula l.*) er den farligste og mest udbredte Ødelægger af Byggetømmer. I visse Byer er den optraadt som en Epidem, har forplantet sig fra Hus til Hus, fra Gade til Gade ødelæggende alt Træværk paa sin Vej. Og ikke blot i Huse træffes den, store Skibe er i Løbet af faa Aar blevne ødelagte af den.

Svampen findes over næsten hele Jordkloden, overalt hvor der bor Mennesker, derimod er den kun ganske undtagelsesvis truffen i Skovene og da paa dødt Træ. Man kan derfor som Regel gaa ud fra, at Tømmeret kommer usmitet fra Skoven.

647. **Myceliet** er hvidt, undertiden med en rødgul eller graaugul Tone. Traadene borer og sætter sig frem gennem Veddet fra Celle til Celle, oftest benyttende sig af Porerne i Cellevæggene, men ogsaa gennemlydende de massive Vægge. Hvis Omgivelserne er gunstige, voxer de ud paa Veddets Overflade, hvor de forener sig til en filtet, mer eller mindre tynd Hud, der snart kan minde om Edderkoppespind, snart om Vat, i tørret Tilstand om Papir. Hvor denne Hud ikke har Plads til at voxe i Tykkelse, breder den sig saa hurtigt langs Træets Overflade, at den i mindre end et Aar kan strække sig over en Længde af 12^m.

Overflademyceliet kræver megen Fugtighed for at kunne existere, blot det i 10 Minutter udsættes for tørt Luft dør det. Men ofte udsender det graahvide Stængler, der kan blive saa tykke som et Blyant og er haarde og modstandsdygtige, og som taaler længere Tids Tørre. Disse Stængler ernæres fra deres Udspring, idet de tildels er ophængte af lange Rør, gennem hvilke Vandet tilføres dem, og de kan derfor forplante sig gennem tørre Omgivelser hen til andet Træ eller Murværk, hvor der er tilstrækkelig Fugtighed til Dannelsen af en ny Hud. Ved Stænglernes Hjælp kan Svampen taale langvarige tørre Perioder, som dræber det øvrige Væv, mens Stænglerne bevarer deres Livskraft, indtil Væxthetingerne bedres.

Myceliehuden danner sig gerne paa Træets ubelyste Flader (under Linoleum, bag Paneler, paa Undersiden af Gulvbrædder), da Fugtigheden ofte er størst der, og Fordampningen mindst. I vaade Omgivelser udskiller den ofte Draaber af en klar Vædske, hvoraf Tilnavnet *lacrymans*, der betyder den grædende.

Myceliet inde i Veddet voxer stadig videre, mens den bageste Del af det efterhaanden visner, efterladende smaa Krystaller af oxalsur Kalk i Cellevæggene.

Som før nævnt dræbes Overflademyceliet hurtigt i tør Luft; Myceliet inde i Veddet holder sig meget længere, hvorlænge afhænger af Træets Fugtighedsgrad og Tykkelse m. m. En Lagring af Træet 2—3 Uger i fri Luft og beskyttet mod Regn er undertiden tilstrækkelig til at dræbe det, og som Regel kan det siges, at man ikke risikerer at faa leveret Tømmer med Mycelium i. Naar

Svampen indføres i et Hus, er det gerne i Form af Sporer, der sidder paa Ved-dets Overflade, og som er langt mere modstandsdygtige end Myceliet.

648. Sporerne opstaar i Frugtlegerne, store skiveformede Organer (indtil 3^m i Diameter), der dannes af Hudmyceliet, hvor dette kommer i Berøring med Lys. De udvikler sig gerne i Sommermaanederne og er først kridhvide, men bliver senere røde og brune. Sporerne er mikroskopiske og meget talrige og danner et brunt Støv, der lægger sig paa Omgivelserne eller føres bort gennem Luften. De kan bevare deres Spireevne i over 7 Aar, og saasart de træffer vaadt Træ, spirer der en Mycelietraad ud fra dem, hvorpaa den tidligere beskrevne Udvikling gentager sig.

649. Af Svampevævet er omtrent Halvdelen Vand, og iøvrigt dominerer Fedt, Kvælstof, Kalium og Fosforsyre. Af de to sidste Stoffer indeholder sommerfældet Træ omtrent 12 Gange saa meget som vinterfældet, og heri ligger rimeligvis Forklaringen af, at sommerfældet Ved lettere ødelægges end vinterfældet.

Iøvrigt fortærer Svampen næsten alle Veddets Bestanddele, først og fremmest de kvælstofholdige Æggehvide-stoffer i Splinten og Marvstraalene og dernæst Kulhydraterne (Stivelse, Lignin, Cellulose).

Ammoniak begunstiger Væksten, saa at Træ, der er i Berøring med Muld-jord, der frembringer denne Luft, let angribes. Det samme gælder Urin, der baade indeholder Ammoniak og Fosforsyre.

Væksten er kraftigst ved en Temperatur af ca. 30°. I Temperaturer over 40° og under 5° trives Svampen ikke.

Fugtighed er en Hovedbetingelse for Væksten, i tørt Træ med tørre Om-givelser kan Svampen ikke leve.

Lys behøver den ikke, undtagen til Frembringelse af sine Frugtleger; tværtimod findes den gerne paa mørke Steder.

Luft er derimod en Livsbetingelse, under Vand kan Svampen ikke leve. Men Luften maa være fugtig og stillestaende, i Blæst og Træk udtørres Væ- vet og dør. Ved stærk Luftcirkulation dræbes Hudmyceliet i mindre end 5 Mi- nutter.

650. Svampen angriber baade Løv- og Naaletræ, men helst det sidste. Naar et Hus bliver svampebefængt, begynder det næsten altid i Enden af en Gulv- bjælke og breder sig derfra til Gulvbrædderne, Panelerne, Møblerne o. s. v.

Det angrebne Træ bliver gulbrunt og svinder stærkt, hvorved det faar tal- rige dybe Revner baade parallelt med Fibrene og vinkelret paa disse¹⁾. Træet mister ganske Sammenhængen og kan i tør Tilstand pulveriseres mellem Fingrene.

Naar der gaar Svamp i et Hus, er det næsten altid, mens det er nyt og fugtigt. Svampesporerne kan indføres med Tømmeret, med gammelt Materiale fra svampebefængte Bygninger, med Tømmerens Værktøj, hvis dette har været i Berøring med angrebet Tømmer (i saa Fald bør det altid vadskes grundigt), eller de kan svæve i Luften og derfra slaa sig ned paa Tømmeret.

Selve Myceliet vil man sjældent risikere at faa ind i Huset, naar man da ikke benytter Træ fra svampebefængte Huse. Saadant Træ maa aldrig benyttes til Nybygninger; selv om det tilsyneladende er ganske sundt, kan der dog være

¹⁾ Lignende Revner frembringes af *Polyporus vaporarius*, men denne Svamp fylder dem med sit Mycelium, hvad *Merulius* ikke gør.

Mycelium i det. Ogsaa Fyld, Mursten o. lgn. fra slige Bygninger kan føre Sporer med sig og bør derfor ikke benyttes.

Fordi der er Svampesporer tilstede, er det dog ikke givet, at de spirer, der- til kræves særlige Betingelser, saaledes som tidligere nævnt.

3. Midler mod Svamp.

a. Almindelige Forholdsregler.

651. For at undgaa Svamp i en Nybygning maa man først og fremmest sikre sig, at der ikke sidder **Mycelium** paa Tømmerets Overflade. Skulde det være Tilfældet, bør alt fra vedkommende Tømmerplads stammende Træ kas- seres¹⁾.

Tømmeret bør foruden at være sundt ogsaa være tørt, hvortil der kræves mindst 1 Aars Luftlagring. En saadan Tørring er naturligvis bekostelig, idet Tømmerhandleren dels taber et Aars Rente, dels maa betale en stor Pladsleje, naar han paa staaende Fod skal kunne levere vellagret Træ af enhver Dimen- sion. Det er derfor ogsaa meget almindeligt, at Tømmeret aldrig har været paa en Tømmerplads, men føres lige fra Skibet til Byggestedet.

Hvis Køberen lægger Vægt paa at faa tørt Træ og ikke selv kan lagre det, bør han bestille det saa tidligt som muligt og ikke være blind for, at lagret Træ er dyrere end ulagret.

Tørt Træ giver en klar Lyd, naar man banker paa det, og Endetræet viser ikke fugtige Pletter, naar man slaar paa det med en Hammer. Vandindholdet kan bestemmes ved at tørre en Prøve og veje den før og efter.

Sommerfældet Træ bør undgaaes, da det er en praktisk Erfaring, at det let- tere angribes end vinterfældet. Flaadet Træ er bedre end uflaadet, thi Vandet opløser Træets Safter, som udgør Svampens Hovednæring, og samtidig lettes den senere Tørring af Tømmeret.

Naar Træet engang har været tørt, har det mindre at sige, om det senere faar Regn. Det nye Vand vil nemlig hurtigt fordampe igen, og saadant Tøm- mer angribes som Regel kun overfladisk.

652. Ved **Tømmerets Anbringelse i Bygningen** er der to Hensyn at tage: 1) Tømmeret maa ikke faa Lejlighed til at optage Vand, 2) det Vand, der eventuelt er i Træet, skal have Lejlighed til at fordampe.

653. **Det første Hensyn** kræver, at Tømmeret aldrig lægges klods op ad Mure, men holdes ca. 3^m fra disse. Dette lader sig vanskeligt overholde i Be- boelseshuse, da Lyden gaar op gennem denne Spalte, i hvilken der ikke kan lægges Indskudsler, men man kan da lægge et Stykke Tagpap mellem Mur og Bjælke. Endvidere maa man sørge for, at Tømmeret aldrig hviler direkte paa Jorden, at Bjælkeenderne ikke kommer i Berøring med den vaade Mørtel, men omgives med tørre Mursten sat i Sand, eller omvikles med Birkebark eller Tag-

¹⁾ Om der er Mycelium inde i Veddet lader sig vanskeligere afgøre, og navnlig vil det ikke være muligt at sige, om det stammer fra Hussvampen eller en anden Svamp, paa Grundlag af det overfladiske Kendskab til Svampens Egenskaber, der har kunnet gives her.

Om der overhovedet findes Mycelietraade, kan afgøres ved en mikroskopisk Undersøgelse, forudsat de ikke er meget fine.

Man kan ogsaa udtage smaa Træprøver og lægge dem paa et Underlag af Savsmuld eller Jord i en Kasse mættet med Vanddamp og stille Kassen i et Varmeskab med en Temperatur af 25—30°. Er der Mycelium i Veddet, vil det komme frem paa Overfladen i Løbet af faa Dage, men det samme vil rigtignok ogsaa ske, selv om der blot har været Sporer tilstede.

pap, at Gulvbrædderne ender et lille Stykke fra Muren, at Paneler ikke anbringes, før Murene er tørre, og at disse ved tætte Isoleringsslag forhindres i at suge Grundfugtigheden op. I Badeværelser og lignende Rum, hvor der spildes meget Vand, gør man bedst i ikke at anvende Træbjælker og Trægulv. Isolationslaget, der lægges paa Træindskuddet, maa helst bestaa af tørt Grus; i Danmark bruges dog gerne Ler, der maa være lidt fugtigt for at kunne stemples sammen, men man skal vogte sig for at lægge det op i for vaad Tilstand; Aske, Slagger og andet Materiale, der indeholder Kalium, bør ikke anvendes. Naar Huset er kommet under Tag, bør det henstaa en rum Tid med aabne Vinduer, for at Murene, Lerlagene og Tømmeret kan tørre, inden Gulvbrædderne og Panelerne anbringes.

654. Det andet Hensyn kræver, at Træets Yderflade ikke dækkes for tidligt, og navnlig maa Tømmeret have Lejlighed til at afgive det Overskud af Vand, det ofte indeholder; det opskaarne Træ er som Regel langt stærkere udtørret. Dette Hensyn kan undertiden komme paa tværs af det første; Formaaletjenligheden af at dække Tømmerets Ender kan saaledes bestrides, da man derved hæmmer Fordampningen fra Endetræet, og navnlig Tagpap anses af mange for at lukke for tæt. Derimod er der ingen Tvivl om, at Gulvbrædderne bør lægges saa sent som muligt, og navnlig bør de ikke dækkes med Linoleum, før al Fare for Svamp er udelukket. Eventuel Fernisering eller Maling af Tømmer maa heller ikke udføres for tidligt.

655. Det er naturligvis navnlig Bygningens **nederste Bjælkelag**, der er truet. Er der Kælder under, bør denne derfor isoleres omhyggeligt mod Fugtigheden udefra; er der ikke Kælder, bør Jorden dækkes med et Betonlag, og Rummet mellem dette og Gulvet ventileres. Til saadanne Gulve bør desuden særlig godt og kærnefuldt Tømmer benyttes.

Det maa strengt forbydes Arbejderne at urinere i Bygningen under Opførelsen.

656. Er der gaet Svamp i et Hus, maa alt det angrebne Træværk fjernes¹⁾ og helst brændes paa Stedet, for at Smitten ikke skal udbredes. Det Murværk, der har været i Berøring med Svampen, bør stryges med antiseptiske Stoffer, efter at først Mulfugerne er udkradsede og helst udbrændte. Det ny Træ, der lægges ind, maa være særlig sundt og kærnefuldt og imprægneret med et af de senere omtalte Midler.

En saadan Imprægnering anvendes som Regel ogsaa ved Nybygninger for de Trædeles Vedkommende, der kommer i umiddelbar Berøring med Muren (f. Ex. Murlægter og Bjælkeender).

b. Imprægnering.

657. Som Imprægneringsmidler mod Svamp har kun nogle Tjæreprodukter, nemlig Karbolineum, Kreosotolie og Antinonin vist sig virksomme.

Stenkulstjære indeholder mange antiseptiske Stoffer, men er et kostbart Imprægneringsmiddel, og dens tykke Konsistens forhindrer den i at trænge langt ind i Træet. Ved Destillation deles den i Beg og forskellige Olier, af hvilke der vindes en Mængde værdifulde Stoffer som Benzol, Karbolsyre (Fenol), Antracen, Naftalin o. s. v., mens det, der bliver tilbage ved disse Fabrikationer og

¹⁾ Gulvbjælker, der kun er svagt angrebne, faar undertiden Lov at blive liggende; man stryger dem da med Kobbersulfatopløsning og borer Huller i dem, hvori Opløsningen hældes.

ikke yderligere kan oparbejdes, anvendes til Imprægnering under Navn af **Karbolineum, Kreosotolie** o. s. v.¹⁾

658. Det er Stoffer, som flyder lettere end Tjæren²⁾, og derfor lettere trænger ind i Veddet, men ogsaa lettere fordampes igen. De indeholder ikke saa mange antiseptiske Stoffer, og undertiden forbedres de derfor ved Tilsætning af Zinkchlorid eller Karbolsyre, men iøvrigt føres der ikke megen Kontrol med Sammensætningen.

Ofte reklameres med et stort Karbolsyreindhold. Karbolsyre er jo stærkt antiseptisk, men tillige letopløselig i Vand, og det udvaskes derfor hurtigt, med mindre det bindes af tunge Olier. Hvis man destillerer Karbolsyren og de lette Olier fra Kreosotolie og imprægnerer Høvlspaaner dels med Destillatet, dels med de tilbageblevne karbolsyrefri, tunge Olier, saa vil de første, naar de udsættes for Forraadnelse, ødelægges i Løbet af et Aarstid, mens de sidste staar sig. Ved kemiske Undersøgelser af gammelt, imprægneret Træ, der har holdt sig frisk, finder man ligeledes hovedsagelig de tunge Olier og ingen Karbolsyre.

De bedste Karbolineumsorter (*Avenarius* og *Phyllatterion*) indeholder kun Spor af Karbolsyre og kun 20 % Stoffer, hvis Kogepunkt ligger under 300°, mens de fleste andre Karbolineumsorter og Kreosotolier har et betydeligt større Indhold af letflygtige Stoffer.

Imidlertid maa de Bestanddele, der bliver tilbage i Retorten ved 300°, heller ikke være altfor trægtflydende ved almindelig Temperatur, da de saa ikke trænger ind i Træet; for Stenkulstjærens Vedkommende er Resten eksempelvis ganske fast. Et Begreb om Imprægneringsmidlets Indtrængningsevne kan man faa, ved at lade det gaa gennem Filtrepapir; det bør da filtrere nogenlunde hurtigt igennem og ikke efterlade nogen nævneværdig Rest.

659. Baade Karbolineum og Kreosotolie er mørkebrune, noget olieagtige, men dog letflydende Vædske, som trænger godt ind i Træet og ikke forhindrer dets Tørring. I koldt Vejr danner der sig ofte et grovkornet Bundfald, som man maa sørge for at faa opløst ved Opvarmning og Omrøring. Overhovedet maa Vædsken helst anvendes ved en Temperatur af ca. 100°, da Indtrængningsevnen saa er langt større end ved almindelig Temperatur; Opvarmningen kan eventuelt ske ved at kaste en hed Sten i Beholderen. Paastrygningen maa ikke foretages i stærk Sol, da de udviklede Damp angriber Huden. Selv i almindelig Temperatur er Uddunstningerne saa stærke, at de angriber Planter, og disse Imprægneringsmidler kan derfor ikke bruges i Drivhuse og heller ikke til Hegn, naar der er Væxter i Nærheden. Slige Steder maa man bruge Træetjære.

Strygningen udføres med en Pensel eller Kost helst to Gange med et Døgns Mellemrum, og navnlig Endetræet bør stryges rigeligt. Træet bliver nøddebrunt og faar en meget gennemtrængende, karbolagtig Lugt, der vanskeliggør dets Anvendelse i Beboelsesbygninger. Der kan heller ikke males paa det, da den brune Farve slaar igennem Malingen og endog gennem Kalkpuds (f. Ex. fra stærkt imprægnerede Murlægter (§ 399)³⁾.

¹⁾ Ved Destillationen deles Tjæren i Letolie (—170°), Middelolie (Karbololie) (170—230°), Tungolie (230—270°), Antracenolie (270—) og Beg; dog varieres Temperaturgrænserne, meget. Tungolien oparbejdes ikke, men bruges til Imprægnering efter først at være blandet med de Destillater af de tre andre Olier, som ikke kan nyttiggøres paa anden Maade.

²⁾ Vægtfylden er 0,96—0,98 ved 15—35° C.

³⁾ Baade denne Ulempe og Lugten kan dog fjernes ved at stryge Træet med en tynd Skellakopløsning.

Ved Imprægneringen bliver Træet lettere antændeligt.

Stolper, der staar i Jorden, raadner først i Jordlinien og imprægneres derfor undertiden ved lige over denne at bore et Hul, 1—2,5^{cm} i Diameter, skraat nedad indtil Stolpens Axe. Hullet fyldes nogle Gange med den varme Vædske og lukkes derpaa med en Træprop, der afskæres i Plan med Pælesiden.

660. Karbolium er det i Husbygningen mest benyttede Middel mod Svamp og al anden Raaddenskab. Det er billigt og godt og bruges til alt Træ, der kommer i Berøring med Mur¹⁾ eller Jord, f. Ex. Murlægter, Bjælkeender, Stakitstolper, men ogsaa til Træ der er udsat for Vejrliget som Plankeværker, Tagspaan m. m., hvortil det dog maaske er mindre vel egnet paa Grund af dets Flygtighed. Karbolium anvendes ogsaa paa Mure for at desinficere eller holde Fugtigheden borte, ligesom det virker preserverende paa Tovværk. Karbolineringen formindsker Træets Evne til at optage Vand og forhindrer paa den anden Side ikke vaadt Træ i at tørre. De forskellige Træsarter lader sig mer eller mindre let imprægneres, Bøg suger næsten øjeblikkelig Vædsken til sig, mens Ask, Eg og Fyr vanskeligere optager den.

Dansk Karbolium er vistnok rene Tjæreprodukter²⁾, mens forskellige udenlandske Sorter som *Avenarius* Karbolium³⁾ og Karbolium *Phyllaterrion*⁴⁾ er blandede med Zinkchlorid.

661. Kreosotolie er et Stof af ganske samme Karakter som Karbolium, og den anvendes paa samme Maade⁵⁾. Det vil senere blive omtalt, at man til Imprægnering af Jærnbansesveller bruger Kreosotolie, der dog som Regel er af en mindre flygtig Karakter end den, der bruges til Pastrygning.

Kreosottjære, der navnlig bruges til Tagspaan, er almindelig Tjære opspædt med Kreosotolie⁶⁾.

Antinonin er et Tjæreuddrag, der let opløses i Vand. Det sælges som en appelsinrød Salve, der er blandet med lidt Sæbe for at holde sig fugtig; i tør Tilstand er Stoffet nemlig explosivt. Salven opløses i Vand⁷⁾ og stryges paa Træet, der derved bliver stærkt gult. Midlet beskytter udmærket og er lugtfrit, hvorfor det egner sig godt til Brug indendørs, derimod ikke i det fri, da det er opløseligt i Vand og derfor let udvaskes.

4. Veddets Varighed under forskellige Forhold.

662. Selv om Veddets er fuldkommen sundt, vil det forgaa før eller senere, alt efter Omgivelsernes Natur.

Under Vand er Varigheden størst, fordi Luften, der er en Livsbetingelse for Svampene, ikke faar Adgang til Træet, og fordi Safterne udludes, og Temperaturen er lav; dette gælder baade for ferskt og brakt Vand og vilde ogsaa gælde for salt Vand, hvis Træet ikke her blev ødt op af Sødyr. I København findes ofte velbevarede Funderingspæle og Bolværksrester, der er 2—300 Aar

gamle, og i schweiziske Søer har man fundet Pæle fra Stenalderen med et ganske friskt Indre. Saadant gammelt Træ er ofte mørkt.

Undertiden drager man Nytte af Vandets beskyttende Evne ved at nedgrave Tømmer (navnlig til Sveller, Telegrafpæle og Skibsbygning), som man i Øjeblikket ikke har Brug for, i Strandkanten eller i en Eng og dække det med $\frac{1}{4}$ m Sand eller Jord.

Varigheden er dog højest forskellig, indtil 1000 Aar for Eg, flere Hundrede Aar for Ælm, Fyr, Lærk, Bøg og Gran, mindst for Ahorn, Ask, Birk, Lind, Pil og Poppel.

663. I tør Luft er Varigheden ogsaa meget stor, for Eg 2—300 Aar og mer, for Fyr 120—150 Aar, for Bøg ca. 75 Aar. Man har velbevarede Træsarkofager fra Faraonernes Tid. Veddets Ødelæggelse i tør Luft beroer paa en langsom Iltning, hvorved det mister Styrke og Sammenhæng; hertil kommer saa ofte Insektangreb.

664. Derimod vil Træ, der **skiftevis er vaadt og tørt**, være lidet varigt (Træbroers Bæredæk kan antages at vare omkring 6 Aar, naar det er af Fyr og dobbelt saa længe, naar det er af Eg), og navnlig vil Jærnbansesveller, Hegns-pæle, Telegrafpæle og lignende Genstande, der samtidig er i Berøring med Jord og Luft, meget hurtigt raadne i Jordlinien, da der her er gode Betingelser til stede for Svampes og Baktierers Trivsel. For uimprægnerede Jærnbansesveller angives i Frankrig følgende Varighed:

Eg	omkring 14 Aar	højest 20 Aar
Lærk	mindst 6 „	„ 15 „
Fyr	„ 3 „	„ 8 „
Gran	„ 2 „	„ 6 „
Bøg	„	„ 3 „

Den store Forskel, der kan være i Naaletræernes Varighed, skyldes Voxestedet; Træer, der har voxet paa Bjerge, er langt varigere end Træer fra lavtliggende Egne, fordi de har et tættere Ved med smalle Aarringe og smaa Cellehulheder.

Tallene gælder som nævnt for Frankrig, i sydligere Lande er Varigheden mindre, og i Troperne forgaar Svellerne saa hurtigt, at man ofte maa benytte Jærn i Stedet for Træ.

G. L. Hartig har undersøgt Varigheden af Pæle af 20—30aarigt Træ, som var nedsatte i Jorden:

Bøg og Avnbøg¹⁾ var efter 5 Aars Forløb helt forraadnede i Jordskorpen.
 Ælm og Ask²⁾ var efter 8 Aars Forløb helt forraadnede i Jordskorpen.
 Eg, Fyr, Ædelgran og Rødgran var Splinten forraadnet paa efter 10 Aars Forløb.
 Lærk³⁾ var derimod uborandret efter de 10 Aars Forløb.

Træ, der ligger helt nede i Jorden, men over Grundvandet, forgaar lige saa hurtigt, derfor maa Funderingspæle aldrig rage op over dette. Man har Exempler paa, at Bygninger er styrtede sammen, fordi Grundvandet efter deres Opførelse er blevet sænket ved Boringer i Nærheden eller ved stærk Dræning, saaledes at Pælefundamentet er raadnet.

Ogsaa Jordbundens Beskaffenhed har Indflydelse paa Varigheden. Veddets staar sig bedst i Lerbund og vaad Sandbund, fordi Fugtighedsgraden her er konstant, mindre godt i tør Sandbund og daarligst i Kalkbund, fordi Fugtighedsgraden her stadig vexler.

¹⁾ samt Birk, El, Asp, Svensk Løn, Lind, Sortpoppel, Pyramidepoppel, Hestekastanie og Pil.

²⁾ samt Ærtræg og Røn.

³⁾ og Akazie.

¹⁾ Alt Tømmer i og mod Mur skal stryges med Karbolium.

²⁾ Prisen er 8—18 Øre pr. kg.

³⁾ Den pastryges 3 Gange, og der medgaar ialt $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{3}$ kg pr. m². Den synes at skade Egetræ (Beretning om Statsprøveanstaltens Virksomhed i 1908, Side 6).

⁴⁾ Prisen er 32—36 Øre pr. kg. Tørringen sker paa 36—48 Timer i fri Luft og paa ca. 8 Dage i lukkede Rum. Imprægneringen forøger Veddets Tryk-, Bøjnings- og Forskydningsstyrke.

⁵⁾ Prisen er 13—18 Øre pr. kg. Anker-Kreosotolie angives at indeholde 30% raa Karbolsyre og sure Olier.

⁶⁾ Til 1 m³ gammel Tagflade medgaar for 14 Øre, til 1 m³ ny halv saa meget.

⁷⁾ Man opløser 2 kg af Salven i 100 l Vand og pastryger det to Gange, helst opvarmet til 60—70°. 1 l af Opløsningen forslaar til 10 m³ Træ.

665. At **Temperaturen** paavirker Varigheden er lejlighedsvis nævnt. Varm, fugtig Luft er højst uheldig, mens Frost og meget stærk Varme dræber Organismerne.

666. **Træsarternes ulige Varighed** ligger dels i deres Forvedningsgrad, dels i deres kemiske Sammensætning.

Varigheden voxer med Forvedningsgraden, altsaa med Vægtfylden, idet den større Haardhed og mindre Porøsitet vanskeliggør Organismernes Angreb. Af to Fyrretræer, der er voxede paa samme Jordbund, vil derfor (§ 566) det mest smalringede være det varigste.

Den kemiske Sammensætning spiller dog gerne en større Rolle end Forvedningsgraden, saaledes er det tunge Bøgetræ mindre varigt end det lettere Naaletræ. De Organismer, der fremkalder Ødelæggelsen, lever nemlig af Stivelsen, Æggehvidestofferne og de øvrige Saftbestanddele og angriber derfor fortrinsvis saftigt Træ, som Bøg, og stivelsesfyldt Ved, som Egetræssplint, mens Egens Kærne er beskyttet af sit Garvestofindhold og Fyrrens Kærne af sit Harpixinhold.

Kærnedannelsen spiller derfor en vigtig Rolle for Varigheden. Hos Fyr, Lærk, Eg og Ælm er den farvede Kærne langt varigere end Splinten og ligeledes varigere end den ufarvede Kærne af Gran, Bøg og Avnbøg.

Fyrrens Varighed er i høj Grad afhængig af Harpixinholdigheden. For de i Danmark benyttede Sorter aftager Harpixinholdigheden og dermed Varigheden i følgende Orden: Pitchpine, Yellowpine, pommersk Fyr, sydsvensk Fyr, nord-svensk Fyr.

Af danske Træsarter er kun Egekærne holdbar i fri Luft.

667. At **vinterfældet** Træ er varigere end sommerfældet tilskrives dels dets mindre Saffindhold, dels dets mindre Indhold af Kali og Fosforsyre, men Temperaturen spiller sikkert ogsaa en stor Rolle, idet det om Efteraaret eller Vinteren fældede Træ er beskyttet mod Svampeangreb af Kulden og derfor faar Tid til at tørre ud, inden Varmen kommer og med den Infektionsfaren. Vinterfældet Træ bør altid foretrækkes, med mindre Træet skal anvendes under Vand; i saa Fald har Fældningstiden ingen Betydning, da Safterne hurtigt advadskes.

5. Midler til Veddets Bevaring.

668. Vil man have varigt Træ, maa man forhindre, at Organismer kan leve i det. Disse kræver Vand, Luft og Næring, mangler en af disse tre Bestanddele, raadner Veddets ikke. Naar Træet fældes, er Karrene fyldt med Saft, der ikke blot bestaar af Vand, men ogsaa indeholder Æggehvidestoffer, og i Vedparenkymet kan der være Stivelse, og hvis disse Stoffer ikke hurtigt fjernes, vil Veddets gaa i Forraadnelse.

De Midler, man bruger til Veddets Bevaring, er hovedsagelig Udtørring, Udludning af Næringsstofferne, Maling og Imprægnering.

a. Veddets Udtørring.

669. Det er af megen Betydning, at Træet er tørt, inden det anvendes, ikke blot for dets Varighed, men ogsaa for at det ikke skal svinde efter at være forarbejdet.

Træets Fugtighedsgrad maa svare til **Omgivelsernes**. Træ til Møbler, navnlig i centralopvarmede Huse, maa være meget tørt, mens Træ, der bruges udendørs, kun skal være lufttørt. For Tømmer til Bjælkelag og Tagkonstruktioner spiller Hensynet til Svindet en underordnet Rolle, men det maa være tørt, for at der ikke skal gaa Svamp i det. Træ, der skal bruges under Vand, behøver naturligvis ikke at tørres, og Træ til Brobygning vil som Regel have tilstrækkelig Lejlighed til at udtørre i Konstruktionen, saa at dets Leveringstilstand har mindre Betydning. Telegrafstænger, der skal imprægneres efter Bouchéries Metode, bør leveres helt grønne.

670. De forskellige Træsarter udtørres ikke lige hurtigt; tæt og haardt Ved udtørres langsommere end blødt og løst, og Splint derfor hurtigere end Kærne. Jo mindre Træstykkerne er, desto hurtigere tørrer de, Brædder tørrer hurtigere end Tømmer.

671. Fra flere Sider anbefales det at genoptage den i Middelalderen benyttede **Udtørring paa Roden**. Om Foraaret, naar Bladene er udfoldede og Reserveneringen derfor opbrugt, skrælles en 5 cm bred Barkring af Stammen, $\frac{1}{2}$ m eller mer over Jorden. Træet afskæres derved fra Næringstilførsel, og naar Bladene har opbrugt den tilstedeværende Saft, gaar Træet ud. $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ Aar efter Skrælningen kan Træet fældes; det er da lufttørt og kan strax bruges.

I Almindelighed fældes dog Træet i frisk Tilstand, afbarkes og tildannes til Tømmer, Planker og Brædder, der derpaa lagres.

672. **Lagerpladsen** maa helst være betonneret eller brolagt, og Træet maa henlægges saaledes, at Luften fra alle Sider har Adgang til det; lægges det tæt, kan Fordampningen ikke foregaa, og hos Naaletræerne opstaar der let blaa Splint i Berøringsfladerne. Træet maa derfor ikke lægges umiddelbart paa Betonen, men hæves op ved Hjælp af Brosten eller tørre Trækloster, og de forskellige Stykker, der skal tørres, maa lægges noget fra hverandre.

Svært Tømmer henlægges paa denne Maade i eet eller flere Lag, der da adskilles ved Lægestumper, mens Planker, Brædder og Lægter stables højt i kvadratiske Stakke, skiftevis et Lag paa Kryds og et Lag paa tværs, og saaledes at det yderste Brædt i et Lag springer noget frem foran Bræddeenderne i det underliggende Lag og beskytter disse mod at flække som Følge af for stærk Fordampning.

For at Træet ikke skal revne, maa Udtørringen ske langsomt og regelmæssigt. Stablerne beskyttes derfor mod Sol, Vind og Regn ved et Tag, mens Luften har Adgang fra alle Sider¹⁾. Da Fordampningen sker livligst fra Endetræet, hvor alle Karrene udmunder, kommer der let Revner der, og ved finere Tømmersorter beslaar man derfor undertiden Endefladerne med Baandjærn eller dækker dem ved Maling, Tjæring eller paaklistret Papir for at hæmme Udtørringen.

673. Ved saadan **Lufttørring** kan Vandindholdet bringes ned til ca. 11 % for Naaletræ og Eg og ca. 17 % for andet Løvtræ; hvor vidt man kan naa afhænger naturligvis af Luftens Fugtighedsgrad; naar Træets Vægt er bleven konstant under de givne Opbevaringsforhold, maa det siges at være lufttørt, og Tiden, der medgaar hertil, varierer fra nogle Maaneder til flere Aar efter Træets Natur og Stykkernes Tykkelse, f. Ex. tager Egens Udtørring særlig

¹⁾ Eg siges dog at have godt af at ligge ubeskyttet, udsat for Regnen, der udluder de mest hygroskopiske Stoffer, saa det senere arbejder mindre.

lang Tid. Almindelige Gulvbjælker af Fyr bruger omtrent et Aar om at blive lufttørre¹⁾.

Den simple Lufttørringsmetode har forskellige Mangler, den tager lang Tid, kræver derfor store Lagere og følgelig store Lagerpladser, og den Tørhedsgrad, man opnaar, er i mange Tilfælde utilstrækkelig.

674. Træ til Snedkerbrug bliver derfor ofte **tørret kunstig** enten i opvarmede Lagerrum eller simpelt hen ved Anbringelse i Værkstedet, og i de større Maskinsnedkerier har man rationelle Tørreanlæg, hvor Træet stables i Kamre, gennem hvilke der blæses varm, tør Luft. Jo stærkere Varmen er, des hurtigere sker Tørringen, thi mens 100 m³ Luft ved 16° kun kan optage 1 kg Vand, kan de ved 50° optage 29 kg. Imidlertid vil en høj Temperatur, navnlig naar den stiger hurtigt, bringe Træet til at revne, og Udtørringen maa derfor ledes med Forsigtighed²⁾.

Ved altfor stærk Udtørring kan Træet blive skørt, saa at det knækker uden forud at bøje sig videre, hvilket navnlig viser sig ved Slagforsøg.

675. Træets Tørhed beskytter det mod at raadne. I tørre Rum kan det derfor anvendes uden anden Beskyttelse; i fri Luft maa det derimod beskyttes mod Væde ved Maling el. lign. Skal Træet bruges i nye Huse, hvis Luft er mættet med Fugtighed, maa man hindre dets Udbulning. Snedkerarbejde bliver derfor grundet allerede paa Værkstedet, mens Gulvbrædder mættes med Linolie umiddelbart efter Lægningen.

b. Udludning.

676. Ved Udtørring fjernes kun Vandet, de øvrige Saftbestanddele bliver tilbage og bevirkter, at Træet, naar det anbringes i fugtige Omgivelser, begærligt indsuger Vand, bulner ud og kaster sig. Disse Ulemper raades der Bod paa, naar Safterne udludes, hvilket kan ske paa forskellige Maader, f. Ex. ved at lægge Træet i Vand, idet Safterne da efterhaanden trækkes ud ved Osmose. Flaadet Ved er tildels udludet, men til fuldstændig Udludning kræves der længere Tid.

Udludningen kan ske i **fersk Vand** f. Ex. i Aaer og Bække, hvor Stammen lægges med Rodenden mod Strømmen. Blot et Par Maaneders Opbevaring paa denne Maade vil i væsentlig Grad formindske Træets hygroskopiske Egenskaber og derved dets Tilbøjelighed til at svinde, arbejde og kaste sig, ligesom Tørringen sker hurtigere.

Træ til Skibsbygningsbrug opbevares ofte paa denne Maade eller i **Brakvand** i Stedet for at luftlagres. En saadan Opbevaring anbefales navnlig for harpaxrigt Træ, da den forhindrer Harpaxens Fordampning; endvidere sikrer den Naaletræ mod Dannelse af blaa Splint³⁾.

Det udludede Træ maa naturligvis tørres, inden det benyttes.

677. Ved **varmt Vand** eller Damp kan Udludningen ske langt hurtigere. Tagspaan og lignende smaa Stykker kan udludes ved Kogning i 6—12 Timer, mens man ved større Træstykker bruger Dampning.

¹⁾ For Planker til Skibsdæk forlanges en Tørretid af mindst 3—6 Maaneders.

²⁾ Man begynder med en Temperatur af 30°, der senere forøges til 40° for Lovtræernes Vedkommende, 50° for sværere Stykker Naaletræ og 80—95° for Naaletræ i spinklere Dimensioner. Virker Luftstrømmen 12 Timer daglig, skal Tørretiden for Træ, der er indtil 10 cm tykt, være 3 Dage pr. cm, mens der, for hver cm Træet er tykkere end 10 cm, lægges 4 Dage til Tørretiden.

³⁾ I Amsterdam opbevares Teak under Vand.

Dampningen kan foretages i en lukket Trækasse, til hvilken Dampen ledes. Denne trænger ind i Veddet, fortætter sig og opløser Saftens Bestanddele; de udludede Stoffer samler sig paa Kassens Bund og udtømmes gennem en Hane. Først naar Afløbet er ganske rent, hvilket kan være over et Døgn, er Processen forbi. Dampens Temperatur holdes mellem 80 og 90°, da stærkere Varme forringer Træets Styrke¹⁾. I Reglen anvendes Dampning kun i Forbindelse med en paafølgende Imprægnering, og der bruges da en lang Dampkedel, i hvilken Træet køres ind stablet paa smaa Skinnevoerne. Efter Dampningen tørres Træet i Luften eller i et Tørrekammer.

Det dampede Træ er mørkere, haardere og 5—10 % lettere end ikke dampet Træ med samme Vandindhold. Det tørrer hurtigt, og Svind og Udbulning er formindskede.

c. Tjæring, Fernisering, Maling.

678. Naar Træet er tørret, kan man hindre det i atter at optage Vand og raadne ved at stryge det med et Stof, der trænger mer eller mindre dybt ind i det og lukker Porerne, og som undertiden tillige har antiseptiske Egenskaber. Blandt disse Stoffer skal nævnes Tjære, Fernis og Oliefarve; de beskytter ikke blot mod Raaddenskab, men ogsaa mod Insektangreb. Beskyttelsen er dog i hægge Tilfælde betinget af, at Laget er sammenhængende; hvis Træværk i fri Luft revner efter at være strøget, vil Regnen kunne trænge ind i Revnerne og fremkalde Forraadnelse.

679. Tjæren kan være **Stenkulstjære** eller **Træetjære** (finsk Tjære); den første vindes som Biprodukt ved Gasfremstilling, den sidste ved Destillation af Naaletræ²⁾.

Tjæren paastryges med en Kost, gerne 3 Gange, og bør være saa varm som muligt, helst kogende, for at trænge godt ind i Træet. Har man ikke andre Midler til at varme den, kan man stikke et Stykke varmt Jærn ned i den; den kan ogsaa fortyndes med Petroleum.

Træet maa være ganske rent og meget tørt, og Overfladen bør om muligt varmes lidt, eller Strygningen udføres i Solskin; overhovedet maa Behandlingen helst henlægges til den varme Sommertid.

Tjæren tørrer langsomt, en Ulempe, man kan raade Bod paa ved umiddelbart inden Strygningen at blande den med indtil 50 Vægtprocent Melkalk eller Cement; den første Strygning bør dog foretages med ren Tjære.

Træetjære farver Træet brunt og trænger bedre ind i det end Kultjære, der lægger sig som en sort Kage udenpaa³⁾. I Almindelighed bør Kultjære ikke bruges, thi den forhindrer enhver Fordampning af Vand fra Træets Indre, og hvis dette ikke har været tørt ved Strygningen, kan det raadne fuldstændig indvendig, uden at man aner det, idet den yderste Skal, som Tjæren er trængt ind i, holder; Træetjære lukker ikke saa fuldstændigt for Fordampning.

I Stedet for Tjære bruges ogsaa **Karbolineum**. Den indeholder næppe saa mange antiseptiske Stoffer som Tjæren, men trænger til Gengæld længere ind i Træet og hindrer i ringere Grad Veddet's Udtørring, da den er mere flydende. Dens Flygtighed gør den dog mindre egnet til Brug i fri Luft.

¹⁾ Styrkeformindskelsen er proportional med Dampningens Varighed og kan naa 25 % (Teknisk Forenings Tidsskrift, 30. Aarg., Side 204).

²⁾ Træsokkelen, paa hvilken Fidias' Zeusbillede i Olympia stod, menes at have været strøget med en Træetjæreolte.

³⁾ Paa Grund af den sorte Farve bliver Træet i Solskin meget varmt, hvorved det kan revne. Vægtfylden er for Træetjære 1,07—1,18, for Stenkulstjære 1,15—1,22. Træetjære er dyrest.

Tjæring bruges til Broer, Porte, Plankeværker og andet uhøvlet Træværk i det fri, samt til Pæle, der skal nedgraves i Jorden. I Beboelseshuse kan man ikke anvende Tjære paa Grund af dens Lugt og Klæbrighed, her bruges Fernisering og Maling ¹⁾.

680. Fernisering bruges indendørs til hovělede Flader, navnlig Bræddegulve, sjældnere udendørs f. Ex. til Verandaer o. lign. Først mættes Træet med kogende Linolie eller Linoliefernis ²⁾, og efter dennes Tørring stryges det to Gange med Linoliefernis. Til sidste Strygning bruges ofte i Stedet for almindelig Fernis Kopallak ³⁾: Kopalharpix opløst i Linoliefernis. Saadanne Lakker er mere modstandsdygtige mod Fugtighed og overhovedet mere holdbare end almindelig Fernis; de tørrer hurtigere og giver Træet en stærk Glans ⁴⁾.

681. Oliemaling er i Modsætning til Fernis dækkende. Det er ogsaa her godt at mætte Træet med kogende Linolie, men i Reglen gøres det ikke. Man begynder da med at overstryge Knaster og harpixholdige Aarer med Skellak opløst i Vinaand, for at Harpixen ikke skal svede ud gennem Malingen; derpaa grundes Træet med tynd Oliefarve ⁴⁾, og naar denne er tørret, fyldes alle Revner og Sprækker med en Kit dannet af Fernis, Kridt og Blyhvidt, hvorefter der stryges to Gange med Dækfarven ⁵⁾. Vinduer og Døre leveres gerne grundede fra Snedkerværkstedet. Malingen maa paaføres i saa tynde Lag som muligt for at undgaa Rynkning, og hvert Lag maa være fuldstændig tørt og maa afslibes med fint Sandpapir, før et nyt paaføres. Afslibningen bevirker, at Lagene hæfter bedre paa hinanden. Ønskes en særlig blank og slidfast Overflade, dækkes Malingen med Kopallak ⁶⁾. Da Lakken fremhæver Ujævnheder i Malingen, maa denne udføres med stor Omhu, navnlig naar den er lys; skal Farven være helt hvid, maa der desuden bruges en finere Lak, der ikke som Kopallak er gullig og bliver gulere med Alderen, hvorfor Prisen for Hvidlakering er omtrent dobbelt saa stor som Prisen for lakeret Tonemaling.

d. Svidning og Rygning.

682. Hegnspæle og andre Pæle **svides** undertiden i den Ende, der skal nedsettes i Jorden, og beskyttes derved mod Forraadnelse. Svidningen udføres over en Flamme og fortsættes, indtil Overfladen begynder at forkulles. Ved

¹⁾ Til Stakitter og andet ru Træværk i det fri, som ikke ønskes tjæret, bruges lidt **Sæbemaling**, som adskiller sig fra Oliemaling, ved at Farven ikke er udrørt i Linoliefernis, men i Sæbefernis. Denne fremstilles ved at opløse 1 kg grøn Sæbe i 5 l Vand og tilsætte $\frac{1}{2}$ l Sikkativ. Sæbemaling er langt billigere end Oliemaling og meget holdbar; dog anbefales det at bruge Oliefarve til den tredje og sidste Overstrygning.

I Sverrig benyttes i Stedet for Tjære ofte **Kompositionsfarver** (hyppigst røde), der kan fremstilles paa følgende Maade: 2,5 kg Rugmel udrøres i Vand til en tynd Dej, der sammen med 2,25 kg Jernsulfat og 8,5 kg Jordfarve udrøres i 32 l Vand og koges en Timestid. Derefter tilsættes 1,5 l Linoliefernis, og Kogningen fortsættes et Kvarter. Som Pigmenter bruges Umbra, Engelskrødt og Okker, og Pigmentindholdet kan eventuelt sørges efter Kogningen. Farven kan gøres lysere med Kridt. Saadanne Kompositioner forhandles undertiden under Navnet **Rubinit**.

²⁾ Jo varmere den er, des mere optager Træet; der bør mindst anvendes 150 g pr. m².

³⁾ Tørringen kan fremskyndes ved Tilsætning af Terpentinolie, men Holdbarheden og Glansen lider derunder. Ønsker man en særlig haard Lak, bør man ikke bruge Kopallak, men Ravlak.

⁴⁾ Det er af Betydning at bruge meget Fernis til første Strygning, da Træet indsuger en Del. Hverken Grund- eller Dækfarven maa indeholde Terpentinolie.

⁵⁾ Dækfarven indeholder de samme Pigmenter som bruges til Jærn (§ 406), altsaa hovedsagelig Zinkhvidt (indendørs) og Blyhvidt (udendørs samt til Vinduer), og disse Pigmenter bruges ogsaa til Grundingen. Blyhvidt anses for det bedste Grundingsmiddel til Træ, og navnlig bruges det paa Jærnbanc- og andre Vogne, da dets Haardhed bevirker, at det kan slibes meget glat.

⁶⁾ Skal Overfladen derimod staa helt mat, tilsætter man ved sidste Strygning Kaolin revet i Terpentinolie og fortynder yderligere med Terpentinolie; det kan da undertiden være nødvendigt for Bindeevnens Skyld at tilsætte lidt Kopallak.

Varmen steriliseres det yderste Ved og omdannes til et beskyttende Kullag, og der dannes sig anticeptiske Stoffer, som trænger mer eller mindre dybt ind. Svidningen maa ikke være saa voldsom, at Træet revner, thi i saa Fald kan den gøre mere Skade end Gavn. Iøvrigt er det en overordentlig nem Fremgangsmaade, der har været brugt i umindelige Tider.

Træsko **ryges** undertiden ligesom Skinker, hvorved de paa een Gang tørrer og imprægneres med de anticeptiske Stoffer i Røgen.

e. Imprægning.

683. Den virksomste Maade at beskytte Træ paa er ved at imprægneres det med anticeptiske Stoffer, der dræber de farlige Organismer og forgifter Veddet for dem. En saadan Imprægning bruges til Træ, der er stærkt udsat for at raadne, navnlig Jærnbanesveller, Telegrafpæle og Brolægningsskoldser.

Imprægneringsvædsken skal ikke blot være anticeptisk, den maa ogsaa have saadanne Egenskaber, at den bliver i Træet, og Vanskeligheden ved at finde en passende Vædske ligger navnlig i, at de Stoffer, der let trænger ind i Træet, ogsaa let udvadskes eller fordampes igen. Exempelvis kan det ikke nytte at imprægneres Træ, der skal anvendes under Vand, med Kobbersulfat, Zinkklorid eller Kvægsølvsublimat, da disse Stoffer atter udvadskes.

Imprægneringsvædsken skal desuden være billig og maa ikke skade Træet.

De Stoffer, der hyppigst benyttes, er Kreosotolie, Kobbersulfat og Zinkklorid.

De kan stryges paa Træet med Kost, men derved imprægneres kun Overfladen; bedre Resultater opnaas ved at lade Træet ligge flere Døgn i den kolde eller hellere varme Vædske, men den hurtigste og mest virkningsfulde Metode er at presse Vædsken ind i Træet under Tryk.

Veddets Evne til at optage Imprægneringsvædsken afhænger af Strukturen. Træ med mange jævnt fordelte Kar som Bøg og Pæretre imprægneres overordentlig let i Modsætning til Karri og Jarrah, hvis Kar er snævre og fyldte med Gummi. Naaletre imprægneres vanskeligere end Løvtræ, fordi Karrene mangler og paa Grund af Naaletræernes Harpixindhold og tætte Høstved. Kærnen optager ikke nær saa meget af Imprægneringsvædsken som Splinten, men trænger ogsaa mindre til det.

Imprægningen skal udføres nogenlunde kort efter Fældningen, da Træet ellers mister for meget af sin Vandledningsevne.

a. Kreosotolie.

684. Kreosotolie er ubetinget det bedste Imprægneringsmiddel, da det baade er anticeptisk og lukker Vandet ude; naar det ikke altid benyttes, er det paa Grund af dets høje og stadig voksende Pris.

Om **Kreosotoliens Sammensætning** er tidligere talt (§ 661); naar den anvendes i det store til Imprægning, stilles der bestemte Fordringer til den, hvilke Fordringer dog ofte afviger stærkt fra hverandre. Nogle vil have et stort Karbolsyreindhold, idet de hævder, at selv om Karbolsyren vadskes ud efterhaanden, gør den Nytte strax ved at bringe Æggehvidestofferne til at koagulere, hvorved de berøves deres Næringsværdi. Andre lægger slet ikke Vægt paa Syreindholdet. Om Naftalinets Nytte er Meningerne lige saa delte, nogle tillader et Indhold af indtil 50%, andre vil have saa lidt som muligt. Naftalinet, der er flygtigt, men uopløseligt i Vand, bevares længere i Træet end Syren.

De Fordringer, *Rütgers* stiller, og som er optagne af de danske Statsbaner, vil blive omtalt i § 697.

685. Imprægneringen udføres i cylindriske Dampkedler, der f. Ex. kan være 20^m lange og 1,8^m i Diameter, i hvilke Træet køres ind gennem den ene Endebund, som derpaa lukkes lufttæt. Med en Luftpumpe tilvejebringes der et Vakuum, der mindst maa kunne opsuge 60^{cm} Kvægsølv, og dette Vakuum vedligeholdes i mindst 10 Minutter, for at Veddet kan afgive sit Indhold af Luft. Derpaa ledes der varm Kreosotolie ind i Beholderen, saa Træet dækkes, mens Ledningen til Luftpumpen er fri. Ved Hjælp af en Dampledning paa Kedlens Bund opvarmes Olien til en Temperatur af 105—115°, Opvarmningen maa ske langsomt (i Løbet af mindst 3 Timer), da Træet ellers revner; Temperaturen vedligeholdes i mindst 1 Time, for at alt Vandet i Træet kan fordampe. Naar Træet saaledes er tørret, fyldes Kedlen helt med Olie, og ved Hjælp af en Pumpe tilvejebringes der et Tryk af mindst 7^{at}, der vedligeholdes i ½ Time, hvis det er Fyr eller Bøg, der imprægneres, i 1 Time eller mer, hvis det er Eg. Derefter tømmer man Kedlen og lader Træet henstaa nogen Tid, indtil den overflødig Oliemængde er dreven af.

Før og efter Processen vejes Træet, for at man kan se, om det har optaget den kontraktmæssige Oliemængde.

686. Ved Kreosoteringen bliver Træet brunt, faar en stærk Lugt og bliver lettere antændeligt. Olien blødgør Veddet, saa det bliver mere bøjeligt, samtidigt med at Styrken forringes og omtrent bliver som grønt Veds¹⁾. I Tidens Løb vil Styrken dog antagelig atter stige.

Det afhænger af Veddets Art og Kvalitet, hvor stor en Oliemængde det kan optage; harpaxrigt, tæt Ved optager mindre end magert og løst. Under normale Forhold vil 1^m Ved (Kærne + Splint) kunne optage følgende Mængder: Eg: 75—120^{kg}, Bøg og Fyr: 250—325^{kg}, Gran: 300—400^{kg}, men en saa kraftig Imprægnering anvendes sjældent paa Grund af Kreosotens høje Pris, tværtimod søger man at begrænse Optagelsen²⁾.

687. Kreosotering bruges baade til Telegrafpæle, Hegnspæle, Sveller og Brolægningsklodser.

En tør **Fyrretelegrafpæl** vil kunne optage ca. 325^{kg}/m³, men man anser 175^{kg}/m³ for tilstrækkeligt, idet man derved faar Splinten fuldstændig gennemtrængt. En saadan begrænset Imprægnering anvendes til de danske Statsbaners Telegrafpæle og de islandske Statstelefonpæle. Ved en altfor overfladisk Imprægnering er man udsat for, at Pælens indre Dele raadner, naar der opstaar Svindrevner³⁾.

For **Jærnbanssveller af Bøg** er Kreosotolie ubetinget det fordelagtigste Imprægneringsmiddel⁴⁾, og til **Egesveller** er det ogsaa det mest benyttede.

Til **Fyrresveller** bruger man derimod undertiden en billigere Fremgangsmaade, den *Rütgerske*, med en Blanding af Kreosot og Zinklorid. Ganske vist beskytter den rene Kreosot i længere Tid mod Raaddenskab, men en Sveller maa alligevel fornyes efter et vist Aaremaal, da den bliver ødelagt ved Efter-

spigring og anden mekanisk Overlast, og i dette Aaremaal er den billige *Rütgerske* Imprægnering tilstrækkelig til at beskytte en Fyrresveller¹⁾.

688. Hvis Kreosotering skal kunne bruges med Fordel til Fyrresveller, maa Optagelsen begrænses, og ad den almindelige Vej kan man ikke komme ned under 175^{kg}/m³, hvilket endnu er for meget. I den seneste Tid er det imidlertid lykkedes Tyskeren **Rüping** at formindske Optagelsen paa følgende Maade: Først udsættes Træet for et Lufttryk af 1—4^{at}, afhængig af Træets Optagelsesevne, hvorved Cellerne altsaa fyldes med Luft af denne Spænding. Kreosotolien indføres under et lidt højere Tryk, og efter at Cylindren er fyldt, øges Trykket til 7—8^{at}, der vedligeholdes, indtil det forud bestemte Kvantum er indpresset i Træet. Derpaa tømmes Cylindren, og i ca. 1 Kvarter holdes Vakuum, hvorved Celleluften udvider sig og uddriver al den overflødig Olie, der ikke er trængt ind i selve Cellevæggene, men blot fylder Hulrummene. Der indpresses gerne 100—130^{kg}/m³, hvoraf kun omtrent Halvdelen forbliver i Træet. Metoden, der for Tiden bliver prøvet i Danmark, antages at kunne beskytte Svellerne langt ud over det Tidspunkt, paa hvilket de er mekanisk ødelagte, uden at Udgifterne overskrider den *Rütgerske* Metodes væsentlig. De preussiske Statsbaner bruger nu udelukkende denne Fremgangsmaade overfor deres Sveller (ca. 62^{kg}/m³), ligesom Italien, Frankrig og Amerika har faaet Anstalter, der arbejder efter dette System, der ogsaa benyttes til Telegrafstænger.

689. Kreosot bruges ikke blot mod Raaddenskab, men ogsaa til Imprægnering mod **Pæleorme og Pælekrebs** (§ 638), da den ikke udvadskes nær saa hurtigt som de andre Imprægneringsvædske.

β. Kobbersulfat.

690. Kobbersulfat er et langt daarligere Imprægneringsmiddel end Kreosot og gør undertiden mere Skade end Gavn. Det udvadskes let af Vand og kan derfor ikke bruges i Havet. Dets bevarende Virkning er først iagttaget paa Træværk i Kobbergruber.

Det maa være frit for Jærnsulfat, da dette Stof angriber Veddet, og man maa sørge for, at Jærn ikke kommer i Berøring med det imprægnerede Ved, da der saa dannes Jærnsulfat. I Frankrig, hvor Metoden tidligere har været brugt til Sveller, men hvor man nu de fleste Steder er gaaet over til Kreosot, benyttedes derfor forzinkede Svelleskruer.

De bedste Resultater har man naaet med Bøg, men iøvrigt bruges Kobbersulfat mest til Beskyttelse af Telegrafstænger (Fyr og Gran), der imprægneres efter **Bouchéries Metode**.

691. Stammerne, der maa være friskældede og have ubeskadiget Bark, lægges i en noget skraa Stilling med Rodenden højest. Langs dennes Periferi anbringes der en tæt Hampetovspakning og derover en Træplade, paa tværs af hvilken der lægges et Plankestykke, som befæstes til Stammen med Spidsklammer; Hullerne, som disse laver i Barken, tættes med Beg. Ved Hjælp af dobbelte Kiler mellem Tværstykket og Pladen, spændes denne ind mod Pakningen.

¹⁾ *Herzenstein* uddrager af Beretninger fra 64 forskellige franske, engelske og russiske Banebestyrelser, at den gennemsnitlige Varighed af kreosoterede Sveller er for Fyr, Eg og Bøg henholdsvis 20, 25 og 30 Aar, og Ødelæggelsen er hyppigere af mekanisk end af organisk Natur.

af 87 Banebestyrelser, der var repræsenterede paa den 6te internationale Jærnbankongres i Paris 1900, imprægnerede 38 med Kreosot, 18 med Zinklorid, 4 med Zinkchlorid + Kreosot, 3 med Kobbersulfat, 1 med Saltvand (Nedlægning i 6 Maaneder), mens 28 ikke brugte Imprægnering.

¹⁾ Se Teknisk Forenings Tidsskrift, 30. Aarg., Side 204.

²⁾ I Horsens betales Imprægneringen med 25 Kr. pr. m³ Træ, under Forudsætning af, at Træet optager 200^{kg} Olie pr. m³; for hvert Kilogram, det optager mer eller mindre pr. m³, tillægges eller fratages 6 Øre pr. m³.

³⁾ Kreosoterede Telegrafpæle har i Tyskland en Varighed af 20,6 Aar, i England og Belgien 20—30 Aar. I bæggene Tiltælde er der Tale om fuldt imprægnerede Pæle med 300—500 l Olie pr. m³ Træ.

⁴⁾ I Elsass—Lothringen, hvor Metoden er brugt i en lang Aarrække, har man efter 21 Aars Forløb kun udvæxlet 6,4% af Svellerne.

Til det saaledes begrænsede Rum mellem Stamme og Plade ledes Kobbersulfatopløsningen fra et Kar, der staar 12—15^m højere, og som Følge af Trykket vil Imprægneringsvædsken trænge ind i Stammen og drive Træsaften ud gennem Topenden. I de første Timer træder der ren Saft ud her og senere Saft blandet med en voxende Mængde Sulfat, men Imprægneringen er først færdig, naar den udtredende Vædske bestaar af ren Kobbersulfatopløsning, hvilket er Tilfældet efter 1½—2 Døgns Forløb. Derefter henligger Stammen en Maanedstid, afbarkes og tørres langsomt i Skyggen.

Splinten optager langt mere Vædske end Kærnen, magert og løst Ved mere end fedt og tæt; Varighedsførelsen bliver derfor størst for de Stammer, hvis Kvalitet er ringest.

692. Metoden bruges til alle franske Telegraf- og Telefonstænger, de fleste østrigske og mange tyske. I Danmark bruges den af Statstelegrafvæsenet, der har en Imprægneringsanstalt i Sorø; de danske Stænger raadner forholdsvis hurtigt i sur, fugtig Jord, mens de i let, sandet Jord ofte kan holde sig over 45 Aar. I Tyskland og Østrig angives Stængernes Varighed til 12 Aar, men hvis Jorden er stærkt svampebefængt, beskytter Midlet slet ikke¹⁾. Naar Kobbersulfat bruges til Sveller, hvilket som sagt kun er sjældent (§ 687), anvendes en stærkere Opløsning, og Imprægneringen sker i en Kedel paa lignende Maade som Kreosotering, da det ikke kan betale sig at bortskære af Stammens imprægnerede Ved²⁾.

γ. Zinkklorid.

693. Zinkklorid anvendes baade til Telegrafstænger og Sveller (§ 687); i første Tilfælde indføres det ved Bouchéris Metode, i sidste Tilfælde bruges samme Fremgangsmaade som ved Kreosot, kun gennemdamper man Træet til at begynde med i Stedet for at tørre det. En saadan Udludning kan daarligere anvendes ved Tjæreolien, da denne vanskeligt trænger ind i vaadt Ved.

Sveller beskyttes bedre af Zinkklorid end af Kobbersulfat, men i Frankrig og England er man dog gaaet bort fra det, fordi det ikke kan maale sig med Kreosot. Det er meget hygroskopisk og letopløseligt i Vand og udvadskes derfor hurtigt. Dets Virkning beror bl. a. paa, at det bringer Veddets Æggehvide-stoffer til at koagulere.

Til Træ, der ikke er udsat for Fugtighed, men som skal beskyttes mod Insektangreb egner Zinkklorid sig godt, og det har den Fordel fremfor de andre Imprægneringsmidler, at Oliemaling binder godt paa det. Dertil kommer, at det er billigt³⁾.

δ. Zinkklorid + Kreosotolie.

694. Ved den Rütgerske Imprægneringsmaade bruges ogsaa Zinkklorid, men denne blandes med lidt Kreosotolie, der dog kun trænger ind i Veddets yderste Lag og lægger sig der som en beskyttende Kappe, der forhindrer

¹⁾ Imprægneringsvædsken indeholder gerne 1,5 kg (i Sorø dog kun 1,3 kg) Kobbersulfat i 100 kg Vand; en Telegrafstang optager gennemsnitlig ca. 550 l Vædske pr. m², altsaa ca. 8,4 kg Kobbersulfat pr. m².

af Statstelegrafvæsenets Betingelser for Levering af Kobbersulfat anføres: Kobbertriolen maa ikke indeholde over ¼ % vandfri, svovlsur Jærnforsalte og ikke under 30 % Kobbertveilt. Kobbertriolen leveres i Fustager; hver Fustage maa ikke indeholde over 300 kg. Den maa ikke leveres i Stykker under Hasselendstørrelse og skal være fri for Støv og Smuld.

²⁾ Ved Kedel Imprægnering bruges 2 kg Kobbersulfat i 100 kg Vand, og Prisen bliver 5—7 Kr. pr. m². Imprægneringen efter Bouchéris Metode koster 8,50—11,00 Kr. pr. m².

³⁾ I Reglen benyttes en Opløsning af 2—5 kg Zinkklorid i 100 kg Vand, og Prisen bliver 2,50—6,00 Kr. pr. m² Træ. Opløsningen maa absolut ikke være sur (§ 697).

De ungarske Statsbaner har prøvet Zinkklorid paa Bøgesveller med følgende, daarlige Resultat: Mængden af Sveller udvæxede paa Grund af Raaddenskab var efter 6 Aar 40 %, efter 8 Aar 59 %, efter 9 Aar 59 % og efter 10 Aar 81 %.

Vandet i at sive igennem og udvadske Zinkkloriden, saalænge Veddets Overflade er ubeskadiget.

Imprægneringsvædsken indpresses paa samme Maade som ren Kreosotolie, men er langt billigere⁴⁾. Den egner sig kun til Fyr (§ 687), ikke til Eg og Bøg, der bør imprægneres med ren Kreosotolie.

695. I Tyskland imprægneredes tidligere alle Fyrresveller og mange Telegrafstænger efter denne Metode, som ogsaa bruges af de franske Statsbaner; de danske Statsbaner har ligeledes indtil for nylig benyttet den til alle deres Sveller, men her, som overalt, er der en Tendens til at gaa over til ren Kreosotering med begrænset Optagelse. Private Imprægneringsanstalter efter Rütgers System findes i Køge og Horsens.

696. Efter de danske Statsbaners Forskrifter skal Imprægneringen foretages paa følgende Maade:

Svellerne (eller andre Trævarer) læsses paa Skinnevogne, der efter at være vejede køres ind i Imprægneringscylinderen, som derpaa lukkes lufttæt.

Fra en Dampkedel ledes der Damp ind i Cylinderen, og samtidig aabnes dennes Bundventil og holdes aaben, indtil der i nogen Tid er strømmet Damp ud, saa man er sikker paa, at al Luften er udreven. Derpaa lukkes den og aabnes kun engang imellem under Dampningen, for at det fortættede Vand kan løbe ud.

Senest ½ Time efter Dampningens Begyndelse skal der i Cylinderen være 1½ at Overtryk, der holdes vedlige i endnu ¼ Time, 1 Time eller 4 à 5 Timer, eftersom det er Lør Fyr, ikke fuldt Lør Fyr eller Bøg, der imprægneres.

Derpaa slippes Dampen ud, og ved Hjælp af en Luftpumpe tømmes Cylinderen yderligere, indtil Trykket er sunket mindst 60 cm Kvægsølv ned under Atmosfærens. Dette Undertryk vedligeholdes som Regel 10 Minutter. Derpaa suges den til mindst 65° C opvarmede Imprægneringsvædske ind i Cylinderen under stadig Vedligeholdelse af Undertrykket.

Naar Cylinderen er helt fyldt med Vædsken, trykkes denne ind i Træet ved Hjælp af en Trykpumpe, som tilvejebringer mindst 7 at Overtryk, og dette Tryk vedligeholdes, indtil Træet har optaget den fastsatte Mængde Vædske, dog mindst i ¼ Time. Derpaa aftappes Vædsken, og Træet køres ud og vejes.

Svellerne bør tidligst indlægges i Sporet 6 Uger efter Imprægneringen, for at Zinkkloriden kan faa Tid til at fæstne sig i Træets Celler.

697. Zinkkloriden skal være fri for fremmede Indblandinger og maa navnlig ikke indeholde fri Syre, der ligesom Jærnsalte angriber Veddets og Sporets Jærnde. Opløsningen skal have en Styrke af 3° Beaumé (i en Vægtfylde af 1,0212) ved 17,5° C.

Tjæreolien maa højst indeholde 1 % Olier, der koger under 125° C, og maa være saa flygtig, at dens Kogepunkt hovedsagelig ligger mellem 150 og 400° C; under 25° maa højst 25 % kunne fordampe. De i Natronulid af Vf. 1,15 opløselige sure Bestanddele (kreosot- eller karbolsyreagtige Olier) maa mindst udgøre 20—25 %, og Naftalinindholdet skal være saa ringe som muligt⁵⁾. Ved 15° C skal Tjæreolien være fuldstændig flydende og have en Vægtfylde mellem 1,020 og 1,055.

698. Under Zinkkloridens Opvarmning tilsættes Tjæreolien i en Mængde af 2 kg for hver Sveller af 2600 · 127 · 255 mm Størrelse⁶⁾ og 20 kg for hver m² af andre Trævarer. Blandingen af Zinkkloriden og Tjæreolien skal ske ved Hjælp af gode Blandingsapparater under Tilstrømning af Damp og Luft⁷⁾.

Til 1 kg af Kreosotolien sættes der 14 kg af Zinkkloridopløsningen, og det forlanges, at en af Statsbanernes almindelige Fyrresveller (à 0,084 m² eller 2,95 Kubikfod engelsk) skal optage 27 kg af Vædsken, mens især 1 m² Fyrretræ skal optage 310 kg og 1 m² Bøgetræ 325 kg, forudsat at Træet er sundt, vinterfældet og saa tørt, at 1 m³ Fyr ikke vejer mere end 630 kg og 1 m³ Bøg ikke mere end 725 kg. Naar Træet paa Grund af utilstrækkelig Tørhed eller paa Grund af særlig kærnefuld Beskaffenhed ikke kan optage de nævnte Mængder, skal Zinkkloridopløsningen forstærkes i tilsvarende Grad.

ε. Kvægsølvsublimat.

699. Kvægsølvsublimat er et af de kraftigste Antiseptika og forøger Træets Varighed meget betydeligt, idet det indgaar uopløselige Forbindelser med Æggehvide-stofferne. Men det er dyrt og meget giftigt og anvendes derfor kun lidt. Faren for skæbnesvangre Forvæxlinger fra Arbejdernes Side er særlig stor, fordi Opløsningen er vandklar og uden Lugt.

Der bruges en Opløsning af 1—2 kg Sublimat i 100 kg Vand, og Imprægneringen udføres enten ved Nedlægning af Træet i Vædsken eller ved at indpresse denne under Tryk i en Kedel, som forhen beskrevet. Metoden, der efter Opfinderen, Englænderen *Kyan*, kaldes Kyanisering, bruges baade til Sveller og Telegrafstænger.

⁴⁾ I Horsens er Imprægneringsprisen Kr. 9,50 pr. m² Træ.

⁵⁾ Naftalin og Anthracen er uopløselige i Natronulid.

⁶⁾ altsaa 23,8 kg pr. m².

⁷⁾ Zinkkloriden faas fra Tyskland som en koncentreret Opløsning af ca. 50° Bé, og i denne Form kommer den i Blandingskarret sammen med Olien og en Vandmængde, der yderligere forøges ved Dampfiltreringen, som fortsættes, indtil udtagne Prøver viser en Vf. af 3° Bé. Efter Forskriften er det Zinkkloriden, der skal have denne Styrke, men Forskellen er betydningsløs, da Tjæreolien meget nær har samme Vf. og kun er tilsat i ringe Mængde.

Telegrafstænger imprægneres ved Nedlægning i Vædsken, hvorved denne kun trænger nogle Millimeter ind; alligevel beskyttes ogsaa det indre, selv om der opstaar Svindrevner, rimeligvis fordi Stoffet er opløseligt i Vand og føres længere ind i Regnvejr. I Tyskland er Middelvarigheden af kyaniserede Stænger 13,7 Aar, i Bayern 17,5 Aar.

Ved Kedelimpregnering af Sveller bliver Prisen 8—13 Kr. pr. m³. Ved Nedlægning af Svellerne 10 Dage i en Opløsning af 0,66 kg Sublimat i 100 kg Vand, som det har været brugt i Baden, Kr. 8,30 pr. m³.

De gamle italienske Malere brugte Sublimat til Impregnering af de Trætavler, paa hvilke de malede.

ζ. Sukker.

700. Sukkeropløsning er for nylig bragt i Anvendelse af Englænderen Powell (*Baumaterialienkunde* 1908, Side 268). Impregneringen foregaar i de sædvanlige, lange Kedler, men uden Brug af Vakuum eller Tryk. Træet koges blot i Opløsningen, og da dennes Kogepunkt ligger højere end rent Vands, vil ikke blot Træets Luftindhold, men ogsaa dets Fugtighed fordampe. Behandlingen varer i Reglen flere Dage, hvorefter Træet tørres.

Det imprægnerede Træ lader sig ligesaa let bearbejde, male og polere som uimprægneret. Fremgangsmaaden er billig og har i London været prøvet paa Brolægningsklodser med godt Resultat.

η. Søm.

701. En særlig lokal Metal-Imprægnering, der er patenteret af Ingeniør A. Poulsen, Lemvig, bestaar i at indbanke Kobber- eller Zinksøm i Veddet. Dettes Safter i Forbindelse med den Fugtighed, der trænger ind udefra, opløser Metallet, og Metalsaltene optages af Sammensætningerne, der derved bliver ubeboelige for Organismer. I Modsetning til de tidligere beskrevne Metoder indføres Imprægneringsvædsken altsaa her i smaa Doser, men til Gengæld fornyes den stadig, indtil Sømmet er forterret.

Imprægneringsmaaden er navnlig tænkt anvendt til Jærnbansesveller, Brobjælker, Telegraf- og Hegnspæle, Bolværkers Overdel o. lign. og kun paa de for Raad mest udsatte Steder (Svellers Spigersted, Bjælkens Lejeflade, Pælene fra 10 cm over til 20 cm under Jordlinjen, Berøringsfladen mellem Bolværk og Bagfyld), men er endnu ikke prøvet i tilstrækkelig Udstrækning til, at man kan udtale sig bestemt om den.

702. Med en Pris af 1 Kr. pr. kg Zinksøm og 2,50 Kr. pr. kg Kobberstifter angives Imprægneringsprisen incl. Patentafgift at være med 1,8 kg Zinksøm pr. m²: 2½, 3 og 3 Kr. pr. m², med 0,85 kg Kobberstifter pr. m²: 3½, 4 og 4 Kr. pr. m². Til en Svelleres to Spigersteder medgaar ¼ kg Zinksøm eller ¼ kg Kobberstifter, og Priserne bliver henholdsvis 25—30 Øre og 35—40 Øre. Til Beskyttelse af en Telefonpæls Jordlinie medgaar ¼ kg Zinksøm eller ¼ kg Kobberstifter, og Prisen bliver henholdsvis 50 og 70 Øre, mens en Hegnspæl kan imprægneres paa lignende Maade for henholdsvis 20 og 30 Øre. Da de almindelige Zinksøm ikke er økonomiske at anvende, fordi deres store Hoved bliver udenfor Træet, har Ingeniør Poulsen ladet fremstille særlige hovedløse Zinksøm til denne Brug. Naar de alm. Zinksøm anbringes i en Pæls overjordiske Del, er de tilbøjelige til at kravle ud i Tidens Løb, rimeligvis som Følge af Zinkets store Varmedvidelse.

C. De vigtigste Træsarter.

1. Naaletræer.

703. Naaletræerne ndmærker sig ved deres ranke, udelte Stammer og svage kranstillede Grene, hvorfor de kan leveres i større Længder end de fleste andre Træer. Til Telegrafstænger, Skibsmaster, Gulvbjælker og lignende lange Træstykker bruges derfor hovedsageligt Naaletræ.

Veddet er let, rigt paa Terpentin og Harpix, temmelig letkløveligt og let at arbejde i. Det kendes nemt fra de almindelige Løvtræers Ved, fordi dets Tegning udelukkende er betinget af Forskellen mellem Vaar- og Høstved; det mangler nemlig Kar, og Marvstraalene er mikroskopiske¹⁾.

Naaletræerne kan deles i Træer med farvet Kærne (Skovfyr og Lærk) og Træer uden farvet Kærne (Rødgran og Ædelgran); de sidste gaar langt lettere i Forraadelse end de første.

¹⁾ Styrken er omtalt i § 597—98, 602—3, 607, Afbarkningen i § 612, Insektangreb i § 620—23, Svampeangreb i § 645, Udtørring i § 678, Tjæreudvindning i § 679, Imprægneringsevnen i § 688.

a. Europæiske Naaletræer med farvet Kærne.

a. Skovfyr (*Pinus sylvestris*).

Egenskaber og Anvendelse¹⁾.

704. Skovfyrrens Ved (Fig. 164, S. 204) er strax efter Fældningen gulligt, men efterhaanden som det tørres fremkommer en brunrød Kærne, hvis Radius gerne er ⅔ af Stammens, og som skarpt adskiller sig fra den gullige eller rødligvide Splint²⁾.

Det er rigt paa Harpix, navnlig i Kærnen; naar man alligevel paa fældede Træer kun ser Harpixen flyde ud af Splinten, er det fordi dennes Harpix er mere flydende end Kærnens.

Høstveddet er mørkere end Vaarveddet og skarpt begrænset baade udadtil og indadtil. Aarringene er noget bølgede og af højest forskellig Bredde efter Træets Vøxetid (§ 565).

Knasterne er rødbrune eller (naar de er døde) sorte, temmelig store, men ikke saa lange som hos Gran, og i et Snit tangentielt til Stammens Aarringe viser de sig som staaende Ellipser, da Fyrrens Grene staar skraat i Vejret og ikke vandret som Granens. De større Knaster optræder gruppevis svarende til de forskellige Grenetager³⁾.

Veddet svinder ikke i nogen høj Grad, er stærkere, men mindre sejt end Granens.

Splinten angribes let af Orm (§ 623 og 640) og Svamp (§ 644), men Kærnen er varig selv i vekslede Fugtighedsforhold. Fyrretræs Varighed (§ 662—64 og 666) afhænger først og fremmest af dets Kærnefuldhed og Harpixrigdom, kun naar disse Faktorer er ens, er smalinget Ved at foretrække for brødringet (§ 566). Ved af gamle Fyrretræer kan være lige saa varigt som Eg.

705. Fyrren anvendes i stor Maalestok herhjemme i Form af Tommer, Planker, Brædder og Lægter til Hus-, Bro-, Vand- og Skibsbygning, samt til Jærnbansesveller, Brolægningsklodser, Møllebygningstræ, Tøndestaver, Telegraf- og Telefonstænger, Hegnspæle, Møbler o. s. v.

Danmarks Produktion af Fyr er ganske forsvindende, og Kvaliteten er ringe⁴⁾, saa næsten hele Forbruget indføres fra Sverrig, Finland, Norge, Rusland, Tyskland og Amerika. Overalt hvor det i særlig Grad kommer an paa Varighed, Styrke (§ 594—98 og 602—7) og Slidfasthed anvendes sydsvensk, pommersk og amerikansk Træ, mens nordsvensk og finsk hovedsagelig bruges til Møbler, Paneler og andet enddørs Snedkerarbejde, hvor der ønskes knasfattigt Ved, der ikke arbejder for meget, mens de ovenfor nævnte Egenskaber er af mindre Betydning.

¹⁾ Skovfyrren kan naa en Højde af 30 m og en Diameter af 1,1 m. Dens Bygning er i Reglen mindre regelmæssig end de andre Naaletræers. Basten er i Modsetning til Granens lys rødbrun. Barken har dybe Furer. Vandindholdet er omtalt i § 574, Vægten i § 585, Slidfastheden i § 587 og 790, Haardheden i § 588, Kløveligheden i § 590, Imprægnering i § 685—88, 690, 694—96, 698.

²⁾ Splintens Bredde er oftest 30—40 Aarringe.

³⁾ Inde ved Marven findes mange, meget fine Knaster, der i Reglen kun strækker sig gennem de 3 inderste Aarringe, de minder om Marvstraalene og svarer til Dværregrene.

⁴⁾ Fra Hedeplantagerne sælges der en Del unge Skovfyrstammer, 3—4" tykke, til Pæle. De tyndeste forgaar i Jordlinjen i Løbet af 2—6 Aar, de tykkere varer noget længere. For at forøge Varigheden er man begyndt at »præparere« eller »imprægner« dem, hvilket bestaar i, at Skovfogden i Maj—Juni, 1½ Aar før Fældningen, skræller Barken og noget Splint af i lodrette Strimler, 50 cm høje og endende 30 cm over Pælens Rodende; mellem Strimlerne lader han 1½ cm Bark staa. For at værne sig mod Følgerne af Beskadigelsen ophober Fyrren Harpix paa det blottede Sted, og naar man sørger for, at dette kommer i Jordlinjen, bliver Pælens Varighed større.

Fyrretømmer.

706. Det meste Fyrretømmer indføres fra Sydsverrig, hovedsagelig pr. Skib¹⁾. Det er ikke flaadet og ofte blandet med Gran, og der kan være sommerfældet Træ imellem. Aarringene er gennemsnitlig 2—3 mm brede, Knasterne er rødgyule eller rødbrune uden Glans. Stammerne er meget koniske, saa Diameteren er langt mindre i Topenden end i Rodenden, og Tømmeret kan derfor ikke blive fuldkantet i hele Længden, uden at der fjernes uforholdsmæssig meget Ved, hvilket de svenske Skovejere ikke indlader sig paa. I Reglen er det sydsvenske Tømmer meget barkkantet eller helt rundt i Topenden; skal man bruge fuldkantet Tømmer af over ca. 7° Længde, maa man gaa over til pommersk Tømmer. Det meste sydsvenske Tømmer er kun behugget, ikke skaaret, og Tildannelsen er ofte tarvelig, idet Skovene for en stor Del ejes af Smaaabønder, og Driften er primitiv. Dimensionerne kan heller ikke maale sig med det pommerske Tømmers, 10" × 10" er Maximum af, hvad der kan præsteres fra Sydsverrig i større Partier.

Det Tømmer, der udskibes fra Halmstad, er smukkest behandlet (o: mindst barkkantet) og tillige kærnefuldt og harpixholdigt. Kalmartømmeret er daarligst behandlet, undertiden helt rundt i Topenden, men staar sig bedre mod Fugtighed end de øvrige Sorter og foretrakkes derfor til Ingeniørarbejder²⁾.

Sydsvensk Fyrretømmer bruges til det allerreste Bygningstømmerarbejde, saaledes til Bjælkelag, Murlægter og Tagspær³⁾; endvidere til Jærnbansveller og Jærnbanevogne⁴⁾ samt til Brolægningssklodser. I Brobygningen bruges sydsvensk Fyr til midlertidige Broer og Stilladser.

707. Pommersk Fyrretømmer stammer fra russisk og tysk Polen med Omgivelser, hvorfra det flaadet ned ad Weichsel til Danzig, hvor det udskibes⁵⁾. Det er mere harpixholdigt end det svenske og derfor varigere, skønt Aarringene er meget brede (ofte 5 mm). Det er altid vinterfældet, og paa Grund af Flaadningen er Safterne mer eller mindre udtrukne. Det har store, mørkebrune, langagtige Knaster, der undertiden glinser af Harpix.

¹⁾ Som sydsvensk bør kun det Tømmer betegnes, der er udskibet fra Göteborg, Norrköping og sydligere Havne, og det bør defineres saaledes i Leveringsbetingelserne. Træ fra Midtsverrig kan naturligvis være fortræffeligt til mange Anvendelser, hvor det ikke er udsat for at raadne (f. Ex. naar det skal imprægneres), og der er da ingen Grund til at udelukke det, kun maa man ikke betegne det som sydsvensk.

²⁾ Tømmerets Længde maales i danske Alen, Tværnittet i hele svenske Tommer (12" svensk = 11,353" dansk). Smaa Partier sælges alenvis, større Partier i Kubikfod. De gængse Dimensioner er 4" 1/4" op til 10" 10" kvadratisk, eller rektangulært med 1" Forskel paa de to Dimensioner, og Længden indtil 18". For Tømmer med Halmstads Behugning (§ 760) og under 13—14° Længde er Prisen Kr. 0,95—1,30 pr. Fod³⁾ efter Føringen (o: Tværsnitsdimensionen), mens længere Tømmer er ca. 10% dyrere. Ved Bestemmelsen af Rumfanget regnes svenske Tommer lig med danske.

³⁾ hyppigst 5" 1/5" og 5" 1/6", sjældnere 2" 1/5", 3" 1/6", 6" 1/6" og sværere Dimensioner.

⁴⁾ Til Statsbanernes Vogne forlanges: Alt Fyrretræ skal være fuldstændig lufttørrt og af bedste Sort sydsvenske Vare (*pinus sylvestris*); det maa være slankt, sundt og kærnefuldt samt fri for Revner, blaa Splint, løs Marv eller anden Skøre og maa kun have faa og smaa Knaster.

⁵⁾ Træet fra Danzig er af bedre Kvalitet (bl. a. mere kærnefuldt) end Træ fra Königsberg og andre Østersøpladser; Danzig faar nemlig sin væsentligste Tilførsel fra andre og bedre Skovegne (Volynien og Galizien). Som pommersk bør kun det Tømmer betegnes, der er udskibet fra Havnene mellem Stettin og Elbing, bæge inclusive, og saaledes bør det defineres i Leveringsbetingelserne. Vil man ogsaa have Tilbud paa mindre gode Varer, bør man ikke betegne disse som pommerske, men opgive de paagældende Havne, f. Ex. Stettin—Riga.

Fra Riga udskibes meget Træ (navnlig Jærnbansveller), der dels skriver sig fra Egne inde i Rusland og da flaadet ned ad Dyna, dels skriver sig fra Kystegnene omkring Riga, hvor Væxtbetingelserne er mindre gode.

Det leveres baade rundt, firbugget og firskaaret, men aldrig barkkantet og kan faas i betydelig større Dimensioner end det svenske, men er ogsaa væsentlig dyrere¹⁾.

Paa Grund af sin Varighed bruges pommersk Fyr til Vandbygning²⁾ og Sveller, og i Husbygningen finder det Anvendelse navnlig til store Fabriks- og Lagerlokaler, hvor Bjælkerne er saa lange, at de vanskeligt kan skaffes i sydsvensk Træ³⁾, men ogsaa andre Steder, hvor man ønsker varigt og fuldkantet Tømmer. Til Pilotering egner det sig ikke saa godt som det sydsvenske, da det paa Grund af de brede Aarringe lettere revner.

708. Norrlandsk Tømmer kommer fra Sundsvall, Umeå, Skellefteå, Piteå og Luleå. Det er spinklere⁴⁾, lysere, lettere, løsere, magere, svagere og mere finaaret end det sydsvenske og taaler ikke godt Fugtighed; det kan derfor kun bruges indendørs, og kun hvor det ikke er udsat for at raadne. Det anvendes hovedsagelig til Tagspær, sideordnet med dansk Tømmer.

Det meste norrlandske Tømmer er iøvrigt Gran, og denne er fuldt saa god som Fyrren og foretrakkes i mange Tilfælde paa Grund af dens ringere Vægt og større Slankhed.

709. Finsk Tømmer er ligeledes finaaret og endnu daarligere end det norrlandske baade i indre og ydre Henseende. Det er stærkt blandet med Gran, meget barkkantet, spinklere i Topenden end i Rodenden og faas kun i smaa Dimensioner⁵⁾. Det gaar under Navn af Spær eller Sparrer og bruges til Tagspær i simple Landbygninger samt til midlertidige Konstruktioner (Rejseshomme i Husbygningsstilladser, Stolper under Betonforskalling⁶⁾).

710. Norsk Tømmer (afskibet fra Kristiansand, Frederikshal o.s.v.) svarer til det norrlandske og bruges ikke meget i Danmark. Det er helt rundt i Toppen, og Topdiameteren er ca. 1/48 af Længden. Det leveres i Længder paa hele danske Alen fra 4° til 12°:

Længde	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Alen
Pris pr. Stk.	0,65	0,75	1,00	1,25	1,70	2,20	2,65	3,50	4,25	Kr.

Det er vinterfældet og flaadet.

Fyrreplanker og Fyrrebrædder⁷⁾.

711. Sydsvenske Planker og Brædder bruges f. Ex. til Sliddæk paa Broer, Skibsdæk, Plankeværker, Gulve, Fodpaneler, Vindueskarmer m. m.

Kalmarkvaliteten er den bedste. Den er meget stærk og kærnefuld og derfor egnet til udvendig Brug; til Skibs- og Brodæk foretrakkes altid Kalmatræ, til Stilladsridebrædder ligesaa⁸⁾. Baade Planker og Brædder leveres i Reglen barkkantede og er saa brede, at de kan marvskæres, hvorved de bliver særligt egnede til Snedkerarbejde⁹⁾.

¹⁾ Det sælges pr. Fod³⁾ og Prisen for de gængse Dimensioner er Kr. 1,75—2,40 efter Føringen; ved de gængse Dimensioner forstaas Længder mellem 10 og 19 1/2° og Sidelinier paa hele danske Tommer mellem 7 og 12" enten kvadratisk eller med en Tommes Forskel paa de to Dimensioner; tidligere var Tvermaalet altid rigeligt, nu ikke mere. Tømmeret kan leveres i Størrelser indtil 16" 16" 30", ganske undtagelsesvis kan man faa Dimensioner som 24" × 24" × 9".

²⁾ 10" Pæle er f. Ex. brugt til Langebros Piller.

³⁾ nemlig over 10" 10" 16".

⁴⁾ 3" 1/4" × 7" 7" og indtil 12" langt; Dimensionerne angives i danske Alen og engelske Tommer (12" engl. = 11,651" dansk).

⁵⁾ 3" 3/4" × 6" 1/6", som Regel 4" 1/4" eller 4" 1/5" og 12—15° langt; det leveres i danske Alen og engelske Tommer. Det er vinterfældet og flaadet.

⁶⁾ Der kan dog ogsaa fra Finland leveres godt Tømmer, svarende til det sydsvenske.

⁷⁾ Om Opskrævningsmaaden se § 617.

⁸⁾ Til Ridebrædder bruges 1/2" barkkantede Kalmatræbrædder af variabel Bredde (6—8") og 12 Fod svensk lange; de koster ca. 75 Øre pr. Stk.

Tidligere benævntes Kalmatræbrædder ofte lybske Brædder.

⁹⁾ De leveres i Længder paa 12, 13 eller 14 Fod svensk og indtil 3" tykke og 12" brede; Bredden maales 2° fra Topenden. De er for gode til at kantskæres, da Snedkerne, der sjældent bru-

Vestervikske Planker og Brædder er blødere og mindre kærnefulde end Kalmarkvaliteten, men har smallere Aarringe og er et ypperligt Materiale til Husbygningsbrug. Til Trapper, Vinduesrammer, Dørrammer og lignende forlanges ofte udtrykkeligt vestervikske Træ, men iøvrigt bruges til det allermeste Bygningssnedkerarbejde nordsvensk og finsk Materiale¹⁾.

712. Pommerske Planker har samme Egenskaber som Tømmeret og bruges f. Ex. til Skibsdæk (kun Kærnen) og Havnearbejder²⁾.

713. Rigafyr (fra Kystegnene omkring Riga) opskaaet til Planker og Brædder anvendes i stor Udstrækning til Bygningssnedkerarbejde som Dør og Vinduesrammer, Vindueskarne og Dørfyldinger, da det ligesom det vestervikske kan faas i saa store Bredder, at det kan marvskæres, og da det er billigere³⁾, men Kvaliteten er ogsaa langt ringere. Veddet er mørkere, grovere (o: mere bredringet), lettere og har længere »Lug« end det sydsvenske, hvorfor det ikke lader sig høvle saa glat. Endvidere svinder Veddet uensartet i Stuevarme, saa at et Brædts Overflade bliver kaneleret, hvilket kan ses og føles gennem Malingen. Træet kaster sig ogsaa stærkere end det vestervikske, noget der kan ses paa mange Døre, idet de slutter i Falsen ved Gulvet, men staar frem foroven.

Tarveligere Rigabrædder bruges meget til Indskud, dobbelte Bræddevægge og Forskalling af Lofter.

714. Norrlandske Planker og Brædder er det mest benyttede Materiale til Bygningssnedkerarbejde og Møbler. De kommer næsten alle fra Gefle og nordligere Steder og er ligesom Tømmeret af en lettere Kvalitet end de sydsvenske og ikke slidfaste, men de svinder og revner mindre og er langt bedre behandlet⁴⁾.

715. Af finske Planker og Brædder kommer de bedste fra de sydligere Havne, som Viborg, Kotka og Bjørneborg. De leveres i 3 Sorteringer: 1ste, 2den og 3die Sort og bruges til Snedkerarbejde og Gulvbrædder, der høvles og pløjes her i Landet.

716. Norske Fyrrebrædder benyttes en Del sideordnet med sydsvenske (ikke vestervikske). De er i Reglen firskaarne, ogsaa Vragbrædderne.

ger meget lange Stykker, kan faa mere ud af dem, naar de har deres naturlige trapezoidale Form; kun ringere Kvaliteter kantskæres, hvorved den Mærkelighed fremkommer, at kantskaaret Kalmartræ er billigere end barkkantet. De gamle fortrinlige Skove ved Kalmar og Oscarshamn er efterhaanden næsten raserede, saaledes at Savværkerne i Kalmar maa hente deres Træ pr. Bunc længere inde i Landet, naar de ikke vil nøjes med unge Stammer fra Omegnen. Betegnelse Kalmartræ er derfor nu nærmest en Kvalitetsbetegnelse, og hvad der leveres under dette Navn er ikke engang altid opskaaet i Kalmar.

¹⁾ Vestervikske Træ leveres i samme Dimensioner som Kalmartræet. Barkkantede Planker, f. Ex. til Trapper, koster gennemsnitlig pr. Fod³ i Kalmarkvalitet: Kr. 1,80, i vestervikske: Kr. 1,60, i tarveligere og lettere Kvaliteter Kr. 1,30.

²⁾ De faas i Dimensioner indtil 4"·12"·20".

³⁾ Kantskaaret Træ til Dørnømmer o. lgn. koster Kr. 1,40—1,50 pr. Fod³.

⁴⁾ Særlig fra Tunadal i Sundsvall Distrikt kommer der en udmærket Vare, idet der her endnu findes gamle Skove med finringet Ved i Modsætning til de fleste andre Steder i Sverrig, hvor Træerne allerede fældes, naar de er ca. 70 Aar gamle. Hvad der ellers kommer fra Sundsvall, har meget ofte slet ikke voxet i Distriktet, men er flaadet ned til Savværkerne fra nordligere Egne. De større Savværker i Gefle, Söderhamn m. m. har 6 Sorteringer, og det samme gælder enkelte Firmaer i Sundsvall. Det meste Sundsvall Træ og meget ofte alt andet svensk Træ købes dog usortet.

Kantskaarne Planker og Brædder til Snedkerbrug af norrlandsk og sydsvensk Træ i Tykkelser paa 1" og opefter koster frit leveret i København:

Bredde	5"	6"	7"	8" og mer
Pris	1,15—1,20	1,20—1,25	1,30—1,40	1,50—1,80 Kr. pr. Fod ³

β. Weymouthsfyr (*Pinus strobus*).

717. Det er et hurtigt voksende Træ med brede Aarringe og svagt udviklet Høstved uden skarp Grænse indadtil. Veddet er hvidt, blødt og askefattigt, men meget rigt paa Terpentiner. I Modsætning til Skovfyr har Høstvedets Trakeider ofte Porer i de tangentielle Vægge. Kærnen er af en rødlig Farve, der bliver mørkere, udsat for Luften. Veddet er meget let (400 kg/m³), kun svagt bøjeligt og lidet varigt, men yderst let spalteligt, hvorfor det bruges til Tændstikker. Endvidere anvendes det meget til Spunser i Øltræer, da det kun svinder lidt.

Weymouthsfyr fra Kanada og de forenede Stater (White pine) har væsentlig bedre Egenskaber end det europæiske Træ og bruges til Dæk paa Lystfartøjer paa Grund af dets hvide og smukke Udseende.

γ. Lærk (*Larix europæa*).

718. Lærkens Ved er meget varigt baade i Vand, Luft og vexlende Fugtighedsforhold (§ 662 og 664); det angribes ikke af Orm og sprækker ikke. Lærken er derfor i mange Lande et stærkt benyttet Træ, lige saa søgt som Eg, men i Danmark spiller den kun en ringe Rolle. Den hører hjemme i Alperne og Karpatherne i store Højder; man har søgt at dyrke den paa Sletteland, men Veddet blev ikke godt.

Splinten er gullig og kun 1,5—3 cm bred, mens Kærnen er rød, ogsaa i det voksende Træ, og meget rig paa Harpik og Garvestof. Aarringene er smalle, noget bølgede og bestaar hovedsagelig af Høstved, der er skarpt begrænset til bage Sider. Veddet bruges til Tømmer, Postetræ, Vandledningsrør, Jernbanesveller, Hegnspæle, Master, Stave, Planker m. m. Vandindholdet er omtalt i § 574, Vægten i § 585, Haardheden i § 588, Kløveligheden i § 590, Styrken i § 599, 603, 605.

b. Europæiske Naaletræer uden farvet Kærne.

a. Rødgran (*Picea excelsa*)¹⁾.

719. Rødgranens Ved (Fig. 167, S. 206) er gulligt og noget glinsende. Aarringene er regelmæssige, mer eller mindre brede (§ 565), og Forskellen mellem Vaar- og Høstved er ikke saa stor som hos Fyrren. Der er kun faa Harpikkanaler; paa et Længdesnit viser de sig som gullige Striber, mens de i Tværnittet vanskeligt ses uden Lup.

Knasterne er enten hvide eller, naar de er døde, sorte, ikke harpikholdige, men tørre og langt haardere at bearbejde end Fyrrens; meget ofte er der radiære og cirkulære Revner i dem. Mens alle Fyrrens Grene er samlede i etage-stillede Kranse, er der hos Rødgranen enkelte svagere Skud mellem Etagerne, hvorfor et Granbrædt i Modsætning til et Fyrrebrædt har mindre Knaster mellem de store, og da Granens Grene paa det nærmeste er vandrette, viser Knasterne sig i tangentielle Snit som Cirkler eller liggende Ellipser²⁾.

Stammens indre Ved er mindre vandrigt end det ydre, mens dets Vægtfylde og Styrke er ogsaa ringere; derimod er der ingen Farveforskell.

Granens Ved er løsere, lettere (§ 583—85), svagere (§ 594—95, 598 og 602-7) og mindre harpikrigt end Fyrrens, det er derfor ikke saa slidfast (§ 587—88) og under vexlende Fugtighedsforhold ikke nær saa varigt, men i Vand staar det sig godt og ligeledes under Tag, saafremt det er godt udtørret (§ 662, 664).

720. Dansk Gran bruges meget til Husbygning baade som Tømmer, Spær, Planker, Brædder, Lægter og Tagspaan (imprægnerede), særlig i Provinsbyerne og paa Landet; men ogsaa i København er der i de senere Aar anvendt en Mængde navnlig til Tagværker³⁾; endvidere til Pakkasser og Cementtønder samt

¹⁾ Vandoptagelsen er omtalt i § 582, Kløveligheden i § 590, Stammens Form i § 616, Larveangreb i § 620—21, Svampeangreb i § 644, Imprægnering i § 686 og 690. Hvidgran (*Picea alba*) med blaagrønne Naale har kroget Væxt og mange Knaster, men giver varige Hegnspæle.

²⁾ Under Mikroskopet kan Granved skelnes fra Fyrreved ved Hjælp af Marvstraaecellerne. Disses Vægge er hos Granen forsynede med smaa Porer (Fig. 167, S. 206), mens de hos Fyrren har store Porer af samme Størrelse som Trakeidernes, der er vist nederst paa Figuren.

³⁾ Naar dansk Gran tillades brugt til Bjælker og Spær, forlanges gerne 1 Aars Lagring.

i stor Udstrækning som Rundtømmer til Pæle under Vand f. Ex. ved Funderings- og Havnebygningsarbejder¹⁾. Til Brobygning, Jærnbansveier o. lgn. duer det derimod ikke.

Granbrædder er 5—10 % billigere end Fyrrebrædder og bruges derfor ofte til Betonforskalling.

Dansk Gran anses for lige saa god som sydsvensk og norsk og langt bedre end norrlandsk.

Det danske Skovvæsen har i 1894 udført nogle sammenlignende Styrkeprøver med tysk, svensk og dansk Gran. Som Gennemsnitsværdier fandtes:

	Fugtighed i %	Vægt i kg/m ³	Trykstyrke i at	Aarrings- bredde i mm	
Tysk Gran	14,6	500	430	1,7	Splint
Svensk »	14,0	490	400	1,6	
Dansk »	15,0	480	371	2,3	
Tysk Gran	16,1	430	322	3,3	Kærne
Svensk »	13,9	470	364	2,2	
Dansk »	15,7	400	301	4,5	

Den danske Gran er altsaa en Del svagere end de udenlandske Sorter, og det skyldes de bredere Aarringe.

Det danske Naaletræstømmer er saa godt som aldrig fuldkantet, det siges at have bedste Behugning, naar blot $\frac{2}{3}$ af Længden er fuldkantet. Tværsnittet ligger gerne mellem $\frac{4}{4}$ " og $\frac{8}{9}$ ", kvadratisk eller med 1" Forskel paa de to Dimensioner, og Længden udtrykt i Alen er lig Tværsnittets Højde + Bredde udtrykt i Tommer. Maalene er danske, men der knibes ofte paa Tværsnitsdimensionerne, saa de kommer til at svare til engelsk Maal.

721. Fra Halmstad udskibes store Partier af Grantømmer, som er tilført fra nordligere Steder og som gaar under Navnet »Halmstads Udskibning«, og har »Halmstads Behugning«. Prisen er 3—5 Kr. pr. m³ (10—15 Øre pr. Fod³) billigere end for Halmstad Fyr. Sydsvensk Gran af ringere Kvalitet og Behugning koster i Reglen 26—31 Kr. pr. m³ (80—95 Øre pr. Fod³).

Norrlandsk, finsk og norsk Gran er omtalt i § 708—10.

β. Ædelgran (*Abies pectinata*).

722. Veddet (Fig. 168, S. 206) ligner Rødgranens, men er meget hvidt. Der er ingen Harpikkanaler, og Veddet mangler derfor de andre Naaletræers stærke Lugt; det tørrer meget langsommere end Rødgranens, men lider mindre af udfaldende Knaster. Hos ældre og sygelige Træer findes undertiden en lysebrun Kærne (§ 568).

Ædelgranens Egenskaber svarer iøvrigt til Rødgranens, og den bruges paa lignende Maade, nemlig til Tømmer, Bjælker, Planker, Brædder, Tagspaan og Mastetræer, endvidere til Instrumenter og Træskererarbejde.

Ædelgranen har opadrettede Kogler og flade Naale, der kun er rettet til to Sider og oftest forsynede med to hvide Striber paa Undersiden, samt tokløvede i Spidsen.

Vandindholdet er omtalt i § 574, Vægten i § 585, Haardheden i § 588, Kløveligheden i § 590, Styrken i § 594, 596, 605, Larveangreb i § 621, Varigheden i § 664.

c. Amerikanske Naaletræer.

a. Pitchpine og Yellowpine.

723. Fra Nordamerika indføres forskellige Fyrresorter²⁾ under Navn af Pitchpine (∅: Harpixrig) og Yellowpine (∅: Gulfyr). De typiske Repræsentanter for disse to Fyrresorter er beskrevne nedenfor, men Amerikanerne bruger ofte

¹⁾ Runde Funderingspæle af dansk Gran koster ca. 26 Kr. pr. m³ (80 Øre pr. Fod³) og kan faas indtil 19 m lange.

²⁾ *Pinus australis* eller *palustris*, *P. cubensis*, *P. mitis*, *P. taeda*, *P. ponderosa*.

Navnene Pitchpine og Yellowpine som slet og ret Betegnelse for om Træet er harpixrigt eller ej, hvilket ikke alene afhænger af Arten, men ogsaa af Voxestedet, idet een og samme Art bliver mere harpixrig ved at voxer i Nærheden af Havet end ved at voxer inde i Landet.

724. Pitchpine (*Pinus australis*) har rødere Ved end de evropæiske Fyrresorter, gennem tynde Stykker skinner Lyset rødt. Kærnen er gulrød, Splinten gullig og smal. Aarringsbredden er temmelig stor, og der er meget skarpe Grænser mellem de røde Ringe af Høstved og de gule Ringe af Vaarved.

Veddet er saa harpixrigt (§ 556), at det skyer Vand, og det er derfor overordentlig varigt (§ 666) og bruges, hvor dets store Modstandsevne mod Fugtighed er af Betydning, f. Ex. til Sliddæk, Skibsdæk, Træbrolægning (§ 587), Bolværker, Master o. s. v.

Den store Harpixholdighed gør Veddet fedtet, saa Maling ikke binder paa det, og det egner sig derfor ikke til den indvendige Udstyrelse af Huse; selv i ferneret Tilstand kan det blive klæbrigt i Stuevarmen. Harpixholdigheden kan endog være for stor til Skibsdæk, naar Skibene skal færdes i Troperne. Af samme Grund egner det sig ikke til Ledninger under Vand, thi det bulner ikke tilstrækkeligt ud til at skaffe Tæthed¹⁾. Det lader sig vanskeligt imprægneres (§ 611).

Pitchpine har omtrent samme Styrke som sydsvensk Fyr²⁾, men er tungt (800 kg/m³), haardt og vanskeligt at bearbejde. Endvidere er det skørt, Pæle splintres saaledes ofte ved Ramning i haard Bund og kan endog knække ved at blive kastede ned fra en Vogn, naar de falder lidt uheldigt.

I Modsetning til svensk og pommersk Fyr kan Pitchpine leveres knastfrit, hvorpaa flere af dets Anvendelser beror³⁾.

De danske Statsbaner bruger Pitchpineplanker til Godsvognenes Gulv og til alle Vognenes Løbebrædder⁴⁾.

Pitchpine er det Tømmer, der leveres i de største Dimensioner, det kan saaledes skaffes i Længder paa indtil 100 Fod engelsk⁵⁾. I de forenede Stater er denne Fyr mest efterspurgt.

725. Yellowpine (*Pinus mitis*⁶⁾), har meget smalle Aarringe, er næsten knastfrit og mindre harpixrig end Pitchpine; Veddet er derfor mindre rødt og ikke gennemskinneligt. Kærnen er gul og meget varig, men staar dog tilbage for Pitchpine, Splinten lysere og af ringere Værdi. Veddet er ikke skørt, taaler f. Ex. Ramning og bruges i Havnebygningen⁷⁾. De smalle Aarringe gør det slidfast, hvorfor det anvendes som Brolægningsklodser. Endvidere bruges Yellow-

¹⁾ Se *Ingeniøren* 1909, Side 369.

²⁾ $S_1 = 477$ at, $S_2 = 738 - 843$ at, $S_3 = 305 - 403$ at. Se ogsaa § 593—4 og 725.

³⁾ Knastfri Pitchpineplanker (Splint) i $1\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{4}$ " Tykkelse og mindst 5" brede (til Rundstokke) koster Kr. 2,30 pr. Fod³; lignende Planker i svensk Træ koster kun Kr. 1,75, men kan næsten ikke skaffes. Svenske Planker med Knaster koster kun Kr. 1,00.

⁴⁾ Træet skal være tørt og af bedste nordamerikanske Vare, ikke tappet og ikke tørrer ved Damp eller paa anden kunstig Maade. Det maa være ligevoxt, sundt og kærnefuldt, samt frit for Revner, blaa Splint, løs Marv og større Knaster. Sapwood (∅: Splint) modtages ikke. Det Træ, der anvendes til Løbebrædder, skal desuden være aldeles fri for Splint og maa kun indeholde faa og smaa Knaster.

⁵⁾ Det sælges i engelsk Maal (Fod³), og Længderne maa være et lige Antal Fod (f. Ex. 20, 22, 24); Leveringstiden er 3—4 Maaneder. For stort Tømmer er Prisen ca. 2 Kr. pr. Fod³. Paa danske Lagere findes Brædder og Planker samt savskaaret Tømmer fra $7\frac{1}{4}$ " til $13\frac{1}{4}$ "⁸⁾, firhugget Tømmer fra $11\frac{1}{4}$ " til $17\frac{1}{4}$ "⁹⁾.

⁶⁾ voxer i Maryland og Virginien og har i Modsetning til *Pinus australis* korte Naale.

⁷⁾ 10" Pæle er brugt til Spansvæge omkring Knippelsbros Landpiller; Yellowpineplanker er anvendt til Broanlægget ved Nørresundby.

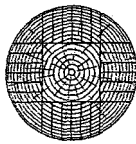


Fig. 198.

pine til Master, Skibsdæk, Trapper og Gulve i Kaserner, Skoler og lignende Lokaler¹⁾, hvor Slidet er stort, samt til Døre og Vinduer. ^{3) og Støtten i Søjler.}

Som tidligere nævnt er Grænsen mellem Pitchpine og Yellowpine meget vag; undertiden opskæres Stammer paa den i Fig. 198 viste Maade, saaledes at der af det harpixrige bredringede Midterparti fremkommer et Stykke Pitchpinetømmer, mens det harpixfattigere, smalingede Yderparti bliver til Yellowpineplanker²⁾.

726. Carolinpine fra Nordamerika ligner Yellowpine og har meget tydelige Harpikskanaler. Det bruges navnlig til finere Gulve og Slidtrin paa Trapper. Ligesom Yellowpine er det ca. 10% billigere end Pitchpine.

β. Cypres og Ceder.

727. Foruden Fyr indføres ogsaa fra Amerika Cypres, der vistnok er det samme som Gul Ceder (*Chamaecyparis nutkaensis* = *Thuja excelsa*) og i saa Fald kommer fra de forenede Stater og Kanada, staar sig godt mod Pæleorm og i Berøring med Jord, samt bruges til Snedkerarbejde, da det antager en smuk Politur. Her i Landet bruges det kun til Snedkerarbejde; Paneler af Cypres koster ca. 90% mere end Paneler af Fyr.

Rød Ceder (*Juniperus Virginiana*), der bruges til Blyanter, kommer samme Steds fra. Veddet er stærkt lugtende, og Kernen rødlig. Det staar sig godt mod Pæleorm og Pælekrebs.

Floridaceder (Falsk Ceder) (*Juniperus Bermudiana*) har blødt, fint, ejendommeligt lugtende Ved, der hovedsagelig bruges til Blyanter og Cigarkasser. Vægt: 530 kg/m³.

Om White pine se § 717.

2. Løvtræer.

728. Løvtræerne har en mere uregelmæssig Væxt end Naaletræerne; de er stærkt forgrenede og har en mindre udpræget Hovedstamme, saa at der i Reglen ikke kan skæres langt Tømmer af dem. Veddet er gerne haardere og tungere end Naaletræernes.

I Danmark bedækker Løvtræerne ²/₃ af Skovarealet og danner den naturlige Skovbestand, mens Naaletræerne er kultiverede. Det samlede Skovareal udgør kun 6% af Landet og leverer kun 1% af det Gavntømmer, der bruges herhjemme; vi indfører aarlig for ca. 22 Millioner Kroner Træ.

Løvtræernes Ved er af meget forskellig Beskaffenhed, men aldrig saa regelmæssigt bygget som Naaletræernes og i Modsætning til disses forsynet med Kar. Det lider mindre af udfaldende Knaster. Kun de mer eller mindre haarde Sorter finder Anvendelse ved Ingeniørarbejder; mest benyttet er Eg, Ælm, Ask, Bøg og Avnbøg.

Eg, Ælm og Ask har furet Bark, farvet Kærne og meget store Kar; de to første raadner vanskeligt. Egen adskiller sig fra de to andre ved sine kraftige Marvstraaler.

¹⁾ Parketgulve i Københavns Raadhus.

²⁾ Vægten af Yellowpine er kun ca. 680 kg/m³. Københavns Havnevesen har i 1899 foretaget Styrkeforsøg til Sammenligning af Yellowpine og pommersk Fyr; ved Bøjningsforsøgene var Spændvidden 8' og Bjælkernes Tværsnit 4"4".

	S ₃ at			PG ₃ :S ₃			
	Min.	Max.	Middel	Min.	Max.	Middel	
Yellowpine	516	610	567	0,47	0,58	0,52	4 Bjælker
Pommersk Fyr	390	468	415	0,47	0,58	0,52	4 "

Tryk- og Trækforsøg gav:

Yellowpine S_c = 314, 324, 344 at, S_t = 789 og > 878 at
Pommersk Fyr S_c = 222, 227, 242 at, S_t = 472, > 528, 595 at

Bøg og Avnbøg har glat Bark, ufarvet Kærne og fine Kar og gaar overordentlig let i Forraadnelse. Avnbøg har hvidere Ved og højere Marvstraaler end Bøg¹⁾.

a. Evropæiske Løvtræer med farvet Kærne.

a. Eg (*Quercus pedunculata* og *Q. sessiliflora*²⁾).

729. Splinten er gullig og temmelig smal (9—15 Aarringe³⁾). Kærnen er strax ved Fældningen brunlig og bliver mørkere ved Luftens Indvirkning; en gulagtig lysebrun Farve uden Skjolder anses for Tegn paa en god Kvalitet. Grænsen mellem Kærne og Splint er regelmæssig og skarp. Marvstraalerne er meget karakteriske for Egen, de er indtil 1 mm tykke og indtil 100 mm høje, giver derfor store Spejl. Veddet (Fig. 165—66, S. 204 og Fig. 169) er meget porøst, idet der i Vaarveddet findes en Kreds af store Kar; Bredden af denne Kreds er næsten uafhængig af Aarringens Bredder (Fig. 199), og brede Aarringe er derfor et Tegn paa haardt og godt Ved, smalle derimod paa løst og daarligt⁴⁾. Der findes ogsaa mindre Kar, der danner radiale, ofte forgrenede, lyse Linier i Høstveddets Transversalsnit. Aarringsgrænsen er meget tydelig, noget bugtet; mellem den og den indenfor liggende Karrække findes der ofte lyse Bøgelinier af Vedparenkym.

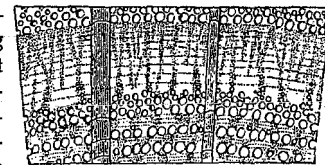


Fig. 199. Tværsnit i Stilkæg (*Quercus pedunculata*). f. (Efter R. Hartig.)

Veddet er tungt (§ 585), haardt (§ 588) og temmelig stærkt (§ 596, 598—99, 602—3, 605—7)⁵⁾, det svinder ikke meget, men vil gerne kaste sig og revne, og Udtørringen tager lang Tid (§ 672—3), skønt Vandindholdet er ringe⁶⁾.

Splinten er rig paa Stivelse, angribes meget stærkt af Orm (§ 621—3) og bør altid fjernes, med mindre Træet imprægneres⁷⁾. Kærnen mangler derimod Stivelse og har et saa stort Indhold af Garvestof (§ 568), at Bolte og andre Jærndelev, der kommer i Berøring med den, maa være forzinkede for ikke at angribes; i Jærnskibe er Eg derfor ganske fortrængt af Teak. Garvestoffet gør Kærnen overordentlig varig, varigere end de fleste andre evropæiske Vedsorter (§ 662—4, 666). Godt Egetræ har strax efter Fældningen en skarp syrlig Lugt. Naar Eg længe ligger i Vand, bliver det sort og stenhaardt.

730. Blandt de danske Træsarter er Egetræ ubefinet det bedste Byggemateriale, og det benyttes i stor Udstrækning, men dets høje Pris⁸⁾ har dog formindsket Anvendelsen i Forhold til tidligere Tiders. Egetræ bruges nu kun, hvor det i særlig Grad kommer an paa Varighed eller Slidfasthed, saaledes til

¹⁾ Løvtræernes Styrke er omtalt i § 597 og 602—3, Larveangreb i § 621—3. Svampeangreb i § 645, Vandindhold i § 673.

²⁾ Veddet af disse to Egearter, *Stilkegen* og *Vinteregen*, lader sig ikke skelne fra hinanden; undertiden sammenfattes de under Navnet *Quercus Robur*.

³⁾ undertiden dog 35.

⁴⁾ Snedkere foretrækker dog smalinget Ved, fordi det er lettere at bearbejde.

⁵⁾ Både Styrke og Vægtfylde aftager fra Marven udefter.

⁶⁾ (§ 574) og mærkeligt nok mindst i Splinten.

⁷⁾ Egetømmer forlanges som Regel fudkantet og splintfrit. Det vanskeliggør i høj Grad Leveringen, hvis Tømmeret forlanges ligevokset, eller hvis der stilles bestemte Fordringer med Hensyn til Knasternes Størrelse og Antal. Om Svampeangreb se § 645, om Imprægnering se § 660 og 685—87.

⁸⁾ 95—190 Kr./m³ for nogenlunde stort Tømmer. Paneler af Eg koster ca. 2,8 Gange saa meget som Paneler af Fyr.

Dørtærskler, Trapper, Parketgulve¹⁾, Brolægningssklodser og Tagspaan; til Sporvognes Gulvsveller og til Dækket paa Platformerne. Statsbanerne anvender det til Personvognenes Vognkasser og Undervogne og til samtlige Vognes Tagribber²⁾. Til Jærnbanesveller er det udmærket, men som Regel for dyrt. I Brobygningen bruges det til Dele, der skal være særlig modstandsdygtige, sjældnere til de bærende Bjælker, da det vanskeligt faas i store Længder³⁾. Endvidere bruges Eg i Vandbygningen og Skibsbygningen (§ 748), til Funderingspæle, Hegnspæle⁴⁾, Hjuleger og Hjulnav, Mølleaxler, Agerbrugsredskaber, Øl- og Vinankere.

731. De danske Ege er ofte vredne og knastede, vanskelige at kløve og bearbejde, men bruges f. Ex. til Krumholter. Naar man har Brug for skært og lettere bearbejdeligt Træ foretrækkes de mere ranke svenske, russiske⁵⁾, tyske⁶⁾, ungarske⁷⁾ og amerikanske Ege, der er temmelig letkløvelige (§ 590). Det amerikanske Træ er blødere og mindre slidfast end de andre Sorter⁷⁾.

β. Ælm (*Ulmus montana*).

732. Ælmens Ved ligner Egens en Del. Splinten er middelbred (10—20 Aarringe) og gullig, men udsat for Luften bliver den efterhaanden brunlig eller rødlig. Kærnen er lysebrun til chocolatebrun og temmelig regelmæssig begrænset. Ligesom hos Egen er der en Kreds af store Kar i Vaarveddet, og ogsaa de mindre Kar i den øvrige Del af Aarringen er samlet i Kredse, der er lyse, oftest bølgeformede, undertiden brudte (Fig. 200). Aarringsgrænsen er tydelig, noget kantet. Marvstraalerne er i Modsætning til Egens altid smalle og ganske lave, undertiden tydelige, undertiden næsten ukendelige, men talrige og paa et Radialsnit stærkt glinsende.

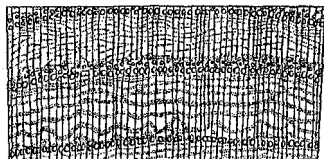


Fig. 200. Tværsnit i Ælm (*Ulmus*). †. (Efter R. Hartig).

Veddet er middeltungt (§ 574 og 585), ret groft, seigt, temmelig haardt (§ 588) og van-

¹⁾ 3/4" tykke Staver.

²⁾ Til Tagribber bruges dog ogsaa Ælm og Ask. Statsbanerne anvender to Kvaliteter af Eg: Egetræ af »Prima Kvalitet» (der bruges til Personvognenes Gulvrammer) skal være føddet mindst 3 Aar før det bruges og være godt, sundt, fuldkantet; fri for Splint og Fejl som Raad, Orme-huller, Barkslag og Revner samt lase eller usunde Knaster. Af faste og sunde Knaster taales en for hver 60 cm af Stykkets Længde, idet mindste Afstand mellem Knasterne tør være 40 cm og idet Knastens Bredde, maalt mellem to Linier parallelle med Stykkets Længdekanter, ikke maa være over 6 cm og aldrig udgøre mere end 1/3 af den Sides Bredde, hvorpaa Knasten sidder. Egetræ af »Extra Kvalitet» skal være fejlfrit, fuldkantet, lige voxet, fri for Knaster, Marv og Splint, samt i øvrige Henseender som prima Kvalitet.

³⁾ Den største Dimension er som Regel 10"·10"·6° for Bjælker og 4"·9"·6° for Planker.

⁴⁾ Statsbanernes Hegnspæle er af dansk Eg og koster 37—50 Øre pr. Stk.

⁵⁾ Til fint Snedkerarbejde foretrækkes tysk og russisk Træ, som kommer hertil i Blokke, der koster 4—5 Kr. pr. Fod³⁾, og som opskæres herhjemme. Det bedste tyske Træ kommer fra tysk Polen og fra Dresdens Omegn. Fra Mecklenburg indføres en Del 1 m lange Egetræsstykker, der bruges til Stolehagben; de er knastfri og kan paa Grund af deres ringe Længde indføres for en lav Told.

⁶⁾ Fra Slavonien indføres der over Danzig Eg af samme botaniske Art som den danske, men Prisen er i stadig Stigen, da Skovene næsten er udtømte.

⁷⁾ Det amerikanske Egetræ, der indføres hertil, er hyppigst Veddet af Rødeggen (*Quercus rubra*), der afviger fra de danske Arter ved at være mere porøs; mens disse har 2—3, sjældent 4 Rækker store Kar i Vaarveddet, har Rødeggen 4—6 Rækker, og Vægten er kun 650 kg/m³. Rødeggen Ved er derfor mindre varigt og slidfast, men det er mere retvoxet og knastefrit. Aarringene er bredere end i dansk Eg. Det amerikanske Træ indføres gerne i opskårne Blokke, der er væsentlig billigere end de tidligere nævnte (Prisen er 3 Kr. pr. Fod³⁾ og opefter), og Forbruget er derfor stigende.

skeligt at kløve (§ 590) paa Grund af Cellernes bugtede Forløb. Varigheden er, navnlig for Kærnenes Vedkommende, meget stor, ogsaa under vexlende Fugtighedsforhold (§ 662, 664).

Det bruges til Maskinbygning, Tagribber i Jærnbanevogne, Broplanker, Redskaber, Hjulnav og Fælg og som Snedker- og Drejertræ. En særegen Anvendelse har det til Artillerivogne, da det splintres mindre af Kuglerne end andet Ved¹⁾.

γ. Ask (*Fraxinus excelsior*).

733. Askeveddets Udseende ligner i endnu højere Grad Egens, end Ælmens gør det. Splinten er gullig og bredere end de nævnte Træers (indtil 40 Aarringe), mens Kærnen, der kun findes i Træer over 40 Aar, er graabrun. De store Kar er samlede til en skarpt begrænset Kreds i Vaarveddet, mens de fine Kar er jævnt fordelte, ikke samlede i Linier som Egens og Ælmens (Fig. 201). Det mørke Høstved er skarpt begrænset til bagegge Sider, Aarringsgrænsen er regelmæssig, meget tydelig; de talrige Marvstraaler er 1/2 mm høje og saa smalle, at de kun akkurat er synlige.

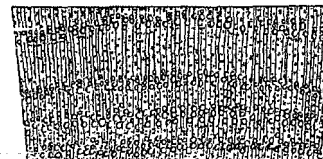


Fig. 201. Tværsnit i Ask (*Fraxinus excelsior*). †. (Efter Hartig).

Veddet svinder og kaster sig ikke meget, er tungt (§ 574, 585) og haardt (§ 588), meget elastisk og let at høje, men kløves vanskelig (§ 590). Styrken er som Egens²⁾.

Askeveddets Kvalitet voxer ligesom Egens og Ælmens med Aarringenes Bredde (§ 566), og da Kærnen ingen Fordele byder fremfor Splinten, foretrakkes unge Træer for ældre, idet de unge Træer som Følge af deres hurtige Væxt har brede Ringe.

Askeveddet angribes ikke meget af Orm (§ 620—1), men under vexlende Fugtighedsforhold raadner det langt hurtigere end Eg og Ælm, dog staar det sig bedre end Bøg (§ 660, 662, 664). I Henseende til Haardhed og Elasticitet overgaar det derimod Egen og er derfor meget anvendt til Vognhjul og overhovedet i Vognbygningen f. Ex. til Vognkæppe og Vognstænger samt til Tagribber i Jærnbanevogne; endvidere bruges det til Hegnspæle, Arer, Stiger, Tækkekæppe, Faskiner, Møbler, Billardqueuer, danske Halvmeterstokke samt til en Mængde forskellige Agerdykningsredskaber og Værktøjer, navnlig Værktøjskaffer, hvortil det er særlig egnet paa Grund af dets Elasticitet, Styrke og Seighed. Som egentlig Byggemateriale er Asken derimod lidet anvendt³⁾.

δ. Valnød (*Juglans regia*).

734. Valnøddetræets Ved benævnes i Teknikken Nøddetræ. Det har brun Kærne, bred, graahvid Splint og temmelig store, nogenlunde jævnt fordelte Kar (Fig. 202). Det er middeltungt (680 kg/m³) og haardt samt varigt i tørre Rum. Det er meget benyttet til Møbler og bruges til de fleste Geværkolber samt til Skruer i Motorballoner.

¹⁾ Statsbanerne forlanger for Ælme- og Askeplanker, at Knasterne højest maa have 2,5 cm Tværmaal paa den længste Led samt en indbyrdes Afstand af ikke under 1 m.

Ælmens Styrke er omtalt i § 596, 603, 606, Larveangreb i § 621.

²⁾ Splinten er stærkere end Kærnen. Styrken er omtalt i § 596, 599, 603, 606.

³⁾ Asken er et meget saftfattigt Træ (§ 574), og det lader sig derfor bedre brænde i grøn Tilstand, end vore andre Træarter.

I den nordiske Mythologi var Asken et helligt Træ (Ygdrasil) og betragtedes som Mandens Symbol, ligesom Ellen (Embla) var Kvindens.

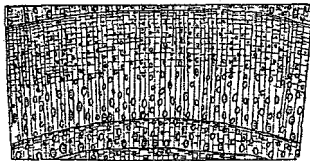


Fig. 202. Tværsnit i Nøddetræ (*Juglans regia*) §. (Efter R. Hartig).

Amerikansk Valnød, der kommer fra de forenede Stater og Kanada, er **Sort Valnød** (*Juglans nigra*) og bruges til Snedkerarbejde¹⁾. Veddet er varigt, angribes ikke af Orm, stærkt og ikke tilbøjeligt til at revne. Kærnen er mørkebrun til sort, hyppigt med et Purpurskær i axiale Snit. Der er talrige store Kar, som i kordale Snit fremhæver Aarringene, mens disse ikke er særlig tydelige paa Transversalsnittet. Marvstraalerne er næppe synlige undtagen i Transversalsnittet. Vægt: 650 kg/m³.

Satin Nøddetræ (*Liquidambar styraciflua*) kommer fra de forenede Stater og Mexiko. Det har talrige, meget fine Kar og Marvstraaler; Aarringene er tydelige, men ikke skarpt begrænsede. Det radiale Snit er tæt og glat, med ganske fine, silkeglinsende Furer. Kærnen er lys rødligbrun, Splinten hvid eller cremefarvet. Veddet raadner hurtigt i det fri, men lader sig smukt polere og bruges af Bygnings- og Møbelsnedkere. Da det er meget tilbøjeligt til at kaste sig, egner det sig kun til Finér og Tykkelser²⁾, der limes paa andet Træ. Ved Udgivelsen af denne Bog fik jeg en ny Bekræftelse paa dette Forhold, idet en Klichéklods af Satin Nøddetræ kastede sig og maatte erstattes med Mahogni. Prisen i Blokke er 3—5 Kr. pr. Fod³⁾.

b. Europæiske Løvtræer uden farvet Kærne.

α. Bøg (*Fagus silvatica*).

735. I Danmark er Bøgen for Tiden det vigtigste Skovtræ; omtrent 40 % af Skovarealet er bevoxet med Bøg⁴⁾.

Veddet er noget glinsende og gulligt, men under Luftens Paavirkning antager det en brunlig eller rødlig Tone, hvorfor det i Teknikken benævnes **Rødbøg** i Modsætning til Avnbøgens Ved, der kaldes Hvidbøg.

Kærnen mangler Stivelse og er tørrere end Splinten, men der er ingen Farveforskel i sunde Træer; i gamle Bøge kan der undertiden findes en rødbrun, falsk Kærne, frembragt af brune Stoffer, som siver ned fra raadne Grenhuller højere oppe, og i denne Kærne opstaar der ofte en mer eller mindre stærk Forraadnelse⁵⁾.

Veddet kendes let paa Marvstraalerne, der er 2—5 mm høje og meget tykke⁶⁾. Paa et Stamtvetværsnit viser de sig som lyse Linier (Fig. 203), paa et kordalt Snit som mørkebrune Kommaer.

Vedcellerne er meget tykvæggede. Aarringsgrænsen danner Tunger mellem Marvstraalerne, men er ikke tydelig, da Kærnene er fine og jævnt fordelte over Vaar- og Høstved.

Veddet er tæt, tungt (§ 574, 585⁷⁾) og ret haardt (§ 588), temmelig letkløveligt (§ 590), men lidet elastisk (§ 592). Styrken overgaar de øvrige europæiske Træsarters (§ 598, 602—3, 605—6).

736. Det svinder meget ved Tørring og kaster sig⁷⁾; skal det bruges til Vandbygning, maa det derfor helst opbevares under Vand, og skal der skæres

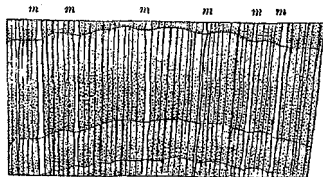


Fig. 203. Tværsnit i Rødbøg (*Fagus silvatica*). m brede Marvstraaler. §. (Efter R. Hartig).

Noter i det f. Ex. ved Fremstilling af Spunsvægge, bør det ske umiddelbart inden Ramningen for at undgaa Kastning.

Veddet indeholder meget lidt Garvestof og forgaar derfor hurtigt udsat for Vejret, men i Vand er det [meget varigt (§ 662—4, 666); i tør Luft angribes det let af Orm (§ 621). Om Svampeangreb se § 645.

Bøg staar sig godt mod **Slid** paa Grund af Veddet's Homogenitet; mens Egeplanker og i endnu højere Grad Fyrreplanker trævles op af Vognfærdsel, holder Bøgeplanker sig glatte, og de foretrækkes derfor paa Steder, hvor Sliddet er saa stort, at de ikke faar Tid til at raadne; Knippelsbros Klapper har saaledes Sliddæk af 2" Bøgeplanker, der fornyes hvert Aar. Bøg bruges ogsaa til Brolægningsklodser, og indendørs til Trapper, Tærskler og Stavgulve¹⁾.

737. Iøvrigt benyttes Bøg til Vandbygning, Funderingspæle²⁾, Køltræer og Skibsplanker, der er helt under Vand; til Hjulfølge, Skovleskafter, Træsko, Svellepropper og Bødkerstave (i Særdeleshed til Fade for tørre Varer samt til Smør- og Margarinfustager); endvidere til Køkkenborde samt til Stole, ved hvis Fabrikation man benytter sig af Veddet's store Bøjelighed i dampet Tilstand; til finere Møbler er det uskikket, da det ikke lader sig ordentlig polere.

Bøgeveddet lader sig meget nemt imprægnere (§ 660, 683, 685—7, 690, 693, 696, 698), og i imprægneret Stand bruges det til Jærnbanesveller (i Danmark dog kun sjældent) og til Remskiver.

Bøgens Hovedanvendelse er til Brænde, hvortil den egner sig bedre end nogen anden Træsart³⁾.

β. Avnbøg (*Carpinus Betulus*).

738. Avnbøgen har sin Nordgrænse her i Landet og forekommer derfor langt sjældnere end Bøgen.

Veddet, der i Teknikken kaldes **Hvidbøg**, er mat gulhvidt, lysere end Rødbøg, med fine Kar (§ 553) og tydelige, indtil 9 cm høje Marvstraaler. Aarringsgrænsen er ikke særlig iøjnefaldende, tunget mellem Marvstraalerne og stærkt hølget, hvorved man let skelner Hvidbøg fra andre lyse Træsarter. Der er kun ringe Forskel mellem Vaar- og Høstved (Fig. 204).

Cellernes Forløb er bugtet, hvorfor Veddet er meget tungkløveligt (§ 590); endvidere er det haardt (§ 588), tungt (§ 574, 585), tæt og sejgt.

Hvidbøg svinder stærkt, raadner let (§ 664) og angribes meget af Orm, men staar sig udmærket mod Slid og Slag og bruges derfor til Tandhjulskamme, Høvle, Skruer, Skomagerlæster, Fastelavnskøller, Knipler, Vogne m. m.⁴⁾.

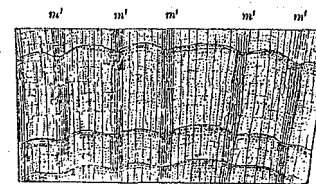


Fig. 204. Tværsnit i Hvidbøg (*Carpinus Betulus*). m' brede Marvstraaler. §. (Efter R. Hartig).

¹⁾ Af Statsbanernes Leveringsbetingelser for Bøge- og Ahornplanker anføres: Knaster med højst 4 cm Tvermaal paa den længste Led taales med en indbyrdes Afstand ikke under 1/2 m, og større Knaster indtil 8 cm tør ikke findes i mindre Afstand end 1 m fra nærmeste Knast.

²⁾ der maa være vel lagrede; frisk Bøg revner ved Ramningen.

³⁾ Navnet Bøg (tysk: Buche) skal skrive sig fra, at de ældste tyske Bøger blev indbundne i tynde Plader af dette Træ.

⁴⁾ I Følge *Wijkander* faar Avnbøgen stærkere Ved, naar den voxer paa sumpet Grund, end naar den voxer paa tør, i Modsætning til andre Træer. Styrken er omtalt i § 603.

¹⁾ Det indføres over Hamburg i Form af Blokke, der koster 4 1/2—5 Kr. pr. Fod³⁾. Denne og en Del andre Oplysninger om Snedkertræer er velvilligt meddelt af Direktør *Jakob Jensen*, A/S Phenix.

²⁾ Ved Tykkelser forstaar man tyk Finér (f. Ex. 1/4").

³⁾ Bøgen har voxet i Danmark i de sidste 4000 Aar.

⁴⁾ Forraadnelsen skyldes som Regel *Polyporus fomentarius*.

⁵⁾ I Følge *A. S. Ørsted* udgør de 1/4 af hele Vedmassen; se ogsaa § 557.

⁶⁾ Vægtfylde og Styrke voxer fra Marven udefter.

⁷⁾ Om Svindrevner se § 580, om Vandoptagelse se § 582.

γ. Ahorn (*Acer Pseudoplatanus*).

739. Kærnen er ligesom Splinten hvidlig; Aarringene danner regelmæssige Cirkler; der er en fin, brun Ring af Høstved, men Aarringsgrænsen er temmelig tydelig. Karrerne er smaa og meget fordelte, Marvstraalerne talrige og tydelige, lave, men ret tykke.

Veddet er haardt (§ 588) og seigt, varigt under Tag, men ikke i det fri (§ 662). Det lader sig godt polere og bruges til Møbler, Træskærerarbejde, danske Halvmeterstokke, Træsko m. m. Vandindholdet er omtalt i § 574. Vægten i § 585, Kløveligheden i § 590, Leveringsbetingelser i § 736.

Amerikansk Ahorn (*Acer negundo*) bruges i Evropa til Parketgulve. Vægt: 700 kg/m³.

δ. Rødel (*Alnus glutinosa*).

740. Splinten er ved Fældningen hvid, men bliver efterhaanden lysebrun med et varmt, gulrødt Skær; Kærnen har, naar den ikke er raadden, samme Farve som Splinten. Karrerne er meget fine og talrige, Marvstraalerne er dels yderst fine, dels tykke og høje som Egens.

Der er talrige mørkebrune „Marvpletter“, der i Radialsnittet viser sig som f. Ex. 3 cm lange Streger, parallele med Marven, i Transversalsnittet som f. Ex. 3 mm lange Streger parallele med Aarringene. Disse Marvpletter, der ogsaa træffes hos enkelte andre Træer, skyldes en Larve, der har dannet Gange i Dannelseslaget. Gangene, hvis Vægge er brune, fyldes med nye Celler og trykkes sammen, men forbliver dog synlige paa Grund af Væggenes Farve. Da Gangenes Forløb er uregelmæssigt, kan deres Retning falde mer eller mindre sammen med Snittets, saa at Marvpletternes Udstrækning bliver højst forskellig.

Aarringene er ikke videre tydelige, da Vaar- og Høstved er omtrent ensfarvede, og da det indenfor den enkelte Aarring kan findes Tegninger, der gaar parallelt med Aarringsgrænsen. Denne er bølgeformet, idet Marvstraalerne ligesom holder Ringene tilbage. Marven er trekantet, indtil 2 mm i Sidelinje.

Veddet raadner hurtigt under vextende Fugtighedsforhold, men under Vand staar det sig lige saa godt som Eg (§ 664). Det er let (§ 588), blødt (§ 588) og letkløveligt (§ 590) og kaster sig kun lidt. Styrken er omtalt i § 603.

Det bruges til Vandledningsrønder (§ 582), Trug, Skovle, Skomagerlæster, Cigarkasser og Snedkertræ samt til Træsko, hvortil det er bedre end Bøg, som dog benyttes mest.

Rødel indføres undertiden fra Sverrig.

ε. Pæretræ (*Pyrus communis*).

741. Splinten er lysebrun, svagt rødlig, Kærnen af samme Farve, naar den ikke er raadden. Aarringene er brede, ikke særlig tydelige. Karrerne er næsten usynlige, men talrige; det samme gælder Marvstraalerne, der dog er noget tydeligere og bedst ses paa transversale eller radiale Snit. Veddet er varigt paa tørre Steder og kan højtses sort (§ 683), saa det ligner Ibentræ. Det indføres fra Spanien til Snedkerarbejde.

c. Ostindiske Løvtræer.

α. Teak (*Teclona grandis*).

742. Teak voxer i Ostindien (Siam m. fl. Steder) og paa Java¹⁾. Det siamesiske Træ er det bedste; det flaadet ned til Bangkok eller Moulmeyn og udskibes derfra.

Omtrent 2 Aar før Fældningen skrælles der en 20^{cm} høj og 10^{cm} tyk Ring af Stammen 1,2 m over Jorden, hvorved Træet udtørres og berøves sin Reserve-næring, og samtidig aftager Vægtfylden, saa at Træet kan flaadet. Efter Fældningen slæbes det af Elefanter hen til Floderne og flaadet ad disse ned til Havet. Skrælning, Fældning og Transport tager gennemsnitlig 5 Aar.

Det kommer i Handelen som Blokke, der er 30—65^{cm} i Kvadrat og 7—8 m lange, sjældent længere da derved Transporten gennem Skovene vanskeliggøres.

Teaks Betydning for Teknikken karakteriseres bedst ved at betegne det som en ypperlig Sort Eg. Veddet ligner Egens, men er mørkere brunt og mangler Spejl²⁾. Det har talrige, store Kar, der ofte er fyldte med Kalciumphosfat, talrige, fine, akkurat synlige Marvstraaler og tydelige Aarringene.

¹⁾ Javateak er lysere end Teak fra Fastlandet.

²⁾ Splinten, der er lys, anvendes ikke.

Det er haardt og slidfast (§ 586—8), men lader sig alligevel let kløve og bearbejde paa Grund af dets regelmæssige Struktur; det er dog haardere at arbejde i end Eg. Det lader sig smukt polere.

Det revner og kaster sig ikke, arbejder kun lidt, angribes kun i ringe Grad af Insekter og er under alle Forhold meget varigt, hvilket skyldes en harpixagtig Olie. Denne giver Veddet en længe vedvarende krydret Lugt, som navnlig mærkes, naar man aander paa det, og beskytter Søm, der slaas ind i det, mod at ruste. I Jærnskebe har Teak derfor ganske fortrængt Eg, hvis Garvesyre angriber Jærnet.

Vægten er omtrent som Egs (§ 585). Trykstyrken er væsentlig større end de europæiske Træsarters¹⁾.

743. Teak anvendes hovedsagelig i Skibshyggeriet, dels til Undervandsdele, dels til Dæk og de paa Dækket værende Huse og Møbler. Til Dæk egner det sig endnu bedre end Pitchpine, som imidlertid bruges mest paa Grund af dets billigere Pris; Teak anvendes navnlig i varme Egne, hvor Pitchpine er for harpixrigt.

Men Teak bruges ogsaa til Jærnbanevogne²⁾, Trapper, Møbler og Paneler³⁾. I England benyttes det meget til Porte, Vinduer og andet udvendigt Træværk.

β. Ibentræ (*Diospyros ebenum*).

744. Ibentræ er sort, ualmindelig haardt (§ 575, 588) og svært at bearbejde. Det bruges til Linealer, Vinkler og Luxusgenstande. Det ostindiske Træs Vægt er 1600 kg/m³ (§ 568); fra Afrika udføres en Sort, der kun vejer 1200 kg/m³.

d. Avstralske Løvtræer.

α. Jarrah (*Eucalyptus marginata*).

745. Jarrah er en Eucalyptusart, der kun findes paa Vestaustraliens Sydvestkyst. Det er Træer, der kan naa en kæmpemæssig Tykkelse (indtil 9,15^m) og Højde (indtil 152^m), og som skyder lige i Vejret kun med Grene i Toppen. Dets Anvendelse i Evropa er af temmelig ny Dato, men det er hurtigt blevet en farlig Konkurrent til Teak.

Kærnen er mørk rødbrun, tydelig adskilt fra den kun brunlige Splint. Karrerne er store og talrige, ofte fyldte med Harpix eller Gummi (§ 568). Marvstraalerne kan ikke ses med det blotte Øje, og Aarringsgrænsen er ofte utydelig.

Veddet er let kløveligt, men haardt, og Haardheden voxer i Tidens Løb, saa man tilsidst næppe kan arbejde i det. Vægten er omtrent som Vands⁴⁾.

Det indeholder en harpixagtig Olie ligesom Teak og er endnu varigere end dette; man har endog paastaet, at det ikke blev angrebet af Pæleorm, men det er urigtigt (§ 632).

¹⁾ S_c = 538—750^{at}, S_t = 860—1260^{at}; se ogsaa § 594.

²⁾ Til Personvognenes Truck forlanger Statsbanerne bedste Sort Moulmeyn Teak.

³⁾ F. Ex. til Panel og Inventar i Privatbankens Banklokale. Paa Sundholm er Teak benyttet til W. C.-Sæder og til Vadske (i Stedet for Støbejern, mod hvilket skøre Ting let knuses).

⁴⁾ Vægten er 930—960 kg/m³. Styrkeprøver har givet: S_c = 594^{at} (Vf. 0,931), S_t = 1270—1830^{at} og Styrke mod Sidetryk: 132^{at} (Beauverie: Le bois, Paris 1905, Side 1002). Med 12^o/₁₀₀ Vand angives: S_c = 600^{at}, S_t = 1100^{at}, S_b = 1100^{at} (Tekn. Forenings Tidsskr. 1907, Side 105).

For Karri angives samme Steder: S_c = 702^{at} (Vf. 1,00), S_t = 1130—1800^{at}. Med 12^o/₁₀₀ Vand: S_c = 700^{at}, S_t = 1200—1300^{at} og S_b = 1200—1300^{at}.

Se endvidere for begge Sorters Vedkommende § 594 og 598.

Det bruges ligesom Teak i Skibsbyggeriet og anbefales frem for Eg og Teak, da det er lettere at arbejde i, navnlig lettere at høvle, mere sejgt, saa det lader sig bøje uden Dampning og mere holdbart. Desuden faas det i større Længder og er meget billigere end Teak.

Endvidere bruges Jarrah til Pæle ved Vandbygning, Jærnbanevogne, Sveller, Træagler, Brolægningsklodser (§ 587) og Stavgulve¹⁾. Anvendt som Jærnbane-sveller har det efter 18 Aars Brug vist sig fuldkommen friskt.

Ligesom andre tunge Træsorter er Jarrah ikke let antændeligt, det forkul-ler, men slaar aldrig ud i Flamme, hvorfor det anbefales til Husbygning (Trapper, Gulve, Tagspær).

β. Karri (*Eucalyptus diversicolor*).

746. Karri har lysere Ved end Jarrah, men lader sig iøvrigt meget vanske- lig skelne fra dette. Det voxer paa samme Sted, og alt, hvad der er sagt om Jarrah, gælder ogsaa for Karri. Det er meget sejgt, retvoxt og i dampet Til- stand let højeligt. Det bruges ligesom Jarrah, men foretrækkes for dette til Brolægningsklodser, fordi det i mindre Grad slides glat. I London og Paris (§ 587) benyttes det i stor Udstrækning til Brolægning²⁾.

γ. Talgved (*Eucalyptus microcorys*).

747. Talgved (Tallow-wood) er i Modsætning til de to foregaaende gulbrunt. Det er saa rigt paa Fedt, at det i nyopskaaet Tilstand er meget fedtet at føle paa. Det er en af de bedste Træsorter til Brolægning og er meget brugt i Sydney; paa samme Maade anvendes den i Dres- den, Leipzig, Berlin, Frankfurt, København og paa Frederiksberg.

Fedtet findes som Smaakugler i Marvstraalerne og Vedparenkymet; i dette findes desuden Krystaller af Kalciumoxalat. Veddet er tæt, med retliniede eller bølgede Fibre og tilbøjeligt til at revne. Foruden til Brolægningsklodser egner det sig til Hjulnav, Følgel og Eger, til Sveller, Pæle, Bjælker og Parketstaver. $S_b = 860^{at}$, $S_c = 630^{at}$, $S_f = 97^{at}$ (≠ Fibrene); se ogsaa § 594.

Træet voxer i Ny-Syd-Wales, men ret sparsomt, og Handelsvaren er derfor ofte blandet med Blackbutt (§ 748). En af de til Frederiksbergs Kommune leverede Klodser, som jeg bad Dr. Kol- derup Rosenvinge undersøge, indeholdt saaledes hverken Fedt eller Kalciumoxalat og var lettere end Vand, mens to af Forhandleren indsendte Prøver (mærkede Tallowwood-Blackbutt) indeholdt Fedt (men ikke Kalciumoxalat) og var tungere end Vand.

δ. Blackbutt (*Eucalyptus pilularis*).

748. Blackbutt kommer fra Syd-Øst-Australien og kan kun kendes fra Talgved ved en mi- kroskopisk Undersøgelse, idet det mangler Fedt og Kalciumoxalat. De er blegge (sammen med dansk og anden kontinental Eg) optagne i Loyds 6. Klasse. Det bruges ganske som Talgved, til Brolægning er det saaledes anvendt i London. $S_b = 910^{at}$, $S_c = 590^{at}$, $S_f = 57^{at}$ (≠ Fibrene), Vægt: 990 kg/m³. Se iøvrigt § 747.

e. Amerikanske Løvtræer.

a. Pokkenholt (*Guaiacum officinale*).

749. Pokkenholt voxer i Vestindien og Nordamerika, det bedste kommer fra San Domingo. Splinten er 2—3 cm bred, lysegul, harpixfattig og mindre haard end Kærnen. Denne er mørk grønligbrun eller sortgrøn, meget haard (§ 588), stærk og tæt og meget tung, idet Vægten i lufttør Tilstand er 1240—1340 kg/m³. Aarringene kan vanskeligt ses, og de enkelte Fibre krydser hver- andre i skraa Retning, saa at Veddet ikke kan kløves. Veddet er ganske ufor- raadneligt paa Grund af dets store Indhold af Guajakharpix. Det bruges til

¹⁾ f. Ex. i Privatbankens Banklokale.

²⁾ Vægten er 930—1000 kg/m³. Styrken er angivet i § 745.

Remskiver, Trisser, Dørgreb, Keglekugler og til Lejer under Vand, hvor Har- pixen virker som Smørelse.

β. Grønved (*Nectandra rodiei*).

750. Grønved (Greenhardt) er Veddet af en Træsart, der hører til Laurbærfamilien og voxer i Vestindien og det nordlige Sydamerika. Det udføres navnlig fra Demerara.

Det er grøngult, grønbrunt indtil mørkt kastaniebrunt og ualmindelig haardt, stærkt og tungt. Det er lidet elastisk, revner og splintres let ved Ramning, men finder alligevel stor Anvendelse til Skibs- og Vandbygning, da det indeholder et bittert Stof, som beskytter det mod Pæleorm (§ 632 og 640). Et Stykke af Bolværket langs Islands Brygge er udført af Grønved uden Plade- beslag.

Det er en dyr Træsart navnlig i Form af Planker. Der er nemlig stærke indre Spændinger i Tommeret, og naar der skæres en Planke af dets ene Side, udløses de delvis, saa at Tommeret krummer sig, hvorved den yderligere Opskæring vanskeliggøres¹⁾.

γ. Mahogni (*Swietenia Mahogoni*).

751. Mahogni har en tynd, gul Splint og lyst rødbrunt Kærneved, der bli- ver mørkere med Aarene²⁾. Aarringene er meget utydelige, Marvstraalerne er talrige, men tynde og næsten usynlige, Kærrene er derimod temmelig store.

Veddet svinder meget lidt, kaster sig ikke, angribes ikke af Orm og er over- hovedet meget varigt, naar det holdes tørt, mens det ikke staar sig saa godt i fri Luft.

Det er haardt, men let at bearbejde og modtager en smuk Politur; det er stærkt, men skørt.

Mahogni anvendes hovedsagelig som Snedkertræ f. Ex. til Møbler, Paneler, Beklædning af Dampcylindre, men bruges dog ogsaa noget i Skibsbygningen.

Til de bedste Sorter hører Domingo-, Cuba- og Tabasco-Mahogni (Mexiko); kun disse anvendes til Statsbanernes Vogne bl. a. til Dørstolper og Vinduesrammer i 1' og 2' Kl. Kupeer.

Domingo-Mahogni har fint, tæt Ved med kraftig Farve og vejer 900—1000 kg/m³. Cuba-Mahogni er lysere end Domingo, mørkere end de to paafølgende. Veddet vejer 800—1000 kg/m³ og er særlig haardt.

Honduras-Mahogni er mere gullig med snævre Kar og vejer 550—700 kg/m³.

Cayenne-Mahogni vejer 510 kg/m³.

Mahogni indføres for største Delen over Hamburg i Form af Blokke, som vore store Finer- skærerijs opskærer i Tykkelsér og Finer og derpaa sender videre. Ofte er Blokkene behæftede med indre Fejl som Ridser og Raadenskab, der ikke kan ses udvendigt fra. Prisen for Blokkene er 4—8 Kr. pr. Fod³⁾.

752. Afrikansk Mahogni skal ogsaa omtales her, skønt det indføres fra Afrika. Man er nemlig om, hvorvidt dette Ved hidrører fra *Khaya Senegalensis*, *Carapa procera* eller fra en *Ce- drella*. Ligesom den ægte Mahogni tilhører de alle tre *Meliaceae*.

Den afrikanske Mahogni ligner den ægte, men Kærrene er grovere og mere retliniede, saa at et Tangentialsnit er fuldstændig lineret af dem. Den bevarer ikke Pulturen saa længe som den ægte, og Farven skæmmes ofte af et rødvisagtigt Skær. Marvstraalerne er en lille Smule tyde- ligere end i Cuba-Mahogni. Vægten er 910 kg/m³.

δ. Hvidved (*Liriodendron tulipifera*).

753. Hvidved [Whitewood eller Canarywood (Tulipantræ)] kommer fra de forenede Stater og Kanada, hvor det er et yndet Bygningstræ. Kærnen er graagul med et grønligt Skær, Splinten lysere, brunligthvid; der er talrige, fine, men tydelige Marvstraaler. Veddet er meget let (150 kg/m³), blødt og varigt og kaster sig ikke. I Evropa bruges det til Remskiver og Tegnebrædder samt til Gadeskilte, Fyldinger i Yderdøre, og lignende brede Træplader, der er udsatte for Fugtighed og derfor ikke kan sammenlimes, men maa udføres af eet bredt Brædt³⁾.

e. Cottonwood (*Populus monilifera* = *P. canadensis*).

754. Veddet, der kommer fra Kanada og de forenede Stater, er meget let, tæt, blødt at arbejde i og holdbart paa tørre Steder, men kaster sig let i Tørke og er ikke stærkt. Aarrings-

¹⁾ Prisen for Tommer er 130—150 Kr/m³, for Planker: 225—260 Kr/m³. Tommeret leveres i Længder paa 10—25 m og 25—50 cm tykt. Vægten er 1100—1200 kg/m³, $S_c = 900$, $S_f = 800—2000$, $S_b = 1200—1400^{at}$.

²⁾ Mahognimøbler er meget ofte gjort mørke med Bejtse og falmer derfor i Solen.

³⁾ Det kommer hertil i Blokke af indtil 36" Tykkelse og opskæres herhjemme i de ønskede Dimensioner.

grænsen er tydelig og storbelget. Det bruges til Skibshugning og lette Pakkasser. Det er vanskeligt at kende fra andre Poppelarter og Hvidved, og da det er billigere end dette, bruges det ofte i Stedet for.

ζ. Palissander.

755. Palissander kommer i Reglen fra Brasilien, det bedste fra Rio de Janeiro. Det er haardt, tungt (800—1000 kg/m³) og sejt med store Kar og lader sig godt polere. Det er meget skattet paa Grund af dets smukke mørkebrune Farve, der ofte har et violet Anstrøg, og dets stærke Tegning med lyse og mørke Aarer. Det har en svag Viol- eller Rosenduft; i England kaldes det Rosentræ. Det bruges til Møbler og Klaverer.

Veddet stammer rimeligvis fra *Dalbergia nigra* og dermed beslegtede Træer, i Brasilien benævnes det *Jacaranda*.

Fra Ostindien udføres en lysere, daarligere og mindre duftende Art, der menes at være *Dalbergia latifolia*.

F. Handelsformer og Leveringsbetingelser¹⁾.

1. Tømmer af Fyr og Gran.

a. Tømmerets Art og Kvalitet; Udbydelsesmaade.

756. Efterspørgslen efter Træ bliver vanskeligere og vanskeligere at tilfredsstille, Skovejerne søger derfor at bringe det mest mulige ud af hver enkelt Stamme, og Leveringsbetingelserne maa følge med i denne Bevægelse, thi kræver man mere, end hvad der svarer til en almindelig, god Handelsvare, foreges Prisen uforholdsmæssig.

Træet skal naturligvis være sundt. Sundt Tømmer har en klar Klang, og en let Kradsen paa den ene Ende kan høres, naar man lægger Øret til den modsatte Ende; er Forholdene anderledes, kan det tyde paa indvendig Raadenskab. Har man Mistanke i saa Henseende, kan man lade Tømmeret skære igennem paa langs og atter samle det med Bolte, hvis Mistanken viser sig ugrundet. Hvis man ved at syne Træet finder Hussvamp, bør hele Leveringen kasseres. Blaa Splint kan man derimod roligt tolerere.

757. Træet bør forlanges **vinterfældet**, kun hvis det skal anvendes under Vand, er Fældningstiden uden Betydning. Undertiden tilføjes en Bestemmelse om, at Leverandøren skal fremlægge et Certificat for Vinterfældning, men den overholdes sjældent, med mindre det da viser sig, at Træet er daarligt²⁾.

758. Træets **Dimensioner** bør opgives i Fod og Tommer, henholdsvis svenske, engelske eller rhinlandske (= danske). Hvis man af principielle Grunde ønsker at bruge Metersystemet, bør de gangse Maal omsættes nøjagtigt og kun afrundes til hele Millimeter. Omsætningstal findes i § 706 og 708.

Efter at særlig Sydsverrigs Fyrreskove er blevne stærkt udtyndede, vil **Gran** ofte kunne fremskaffes billigere end Fyr, og hvor Anvendelsesmaaden tillader det, vil man derfor i mange Tilfælde staa sig ved at bruge god, fast Gran.

¹⁾ Grosserer *Ernst Brandt* har velvilligst meddelt mig flere værdifulde Oplysninger vedrørende dette Æmne.

²⁾ Om Muligheden af at bestemme Fyrrens Fældningstid se § 577. Det er af største Betydning, at der mellem Udbud og Levering af sydsvensk Træ ligger en Hugstperiode, saaledes at Træ, der skal leveres mellem 1. April og 1. Oktober, udbydes i det forudgaaende Efteraar eller senest December; thi at fremskaffe Træet fra Lager er som oftest uørligt. Udbyder man om Foraaret til Levering om Efteraaret, er man meget udsat for at faa sommerfældet Træ, hvis Leveringen overhovedet kan præsteres. Træet kommer som Regel hertil pr. Skib og kan derfor i det tidligste afsendes, naar Havnene er isfri; imidlertid bør man ikke forlange Leveringen præsteret tidligere paa Aaret end nødvendigt, thi hvis det ikke lykkes Skovejerne at faa Væren transporteret til Savværket, Vanddraget eller Jærnbanen i Sneperioden (hvilket han dog selv er økonomisk interesseret i), maa Transporten ske pr. Axe, og det er da af Betydning, at den kan udskydes, til Jordbunden er bleven tør.

Knaster er omtalt i § 571.

I Udbudsbetingelserne maa naturligvis altid opgives, om Tømmeret skal være hugget eller skaaret, og om det skal være lige; ofte kan man tillade en vis Krumning efter Længden, naar blot de to Sideflader er plane.

b. Behugningens Godhed.

759. Som nævnt i § 614 er det af stor økonomisk Betydning, at Tømmeret ikke forlanges stærkere tilhugget end nødvendigt. Man bør i størst mulig Udstrækning bruge Rundtømmer eller, hvor dette ikke lader sig gøre, barkkantet Tømmer; Fuldkantethed paa hele Længden fordres som Regel kun, hvor æstetiske Hensyn gør sig gældende.

760. Dansk og sydsvensk Tømmer sagdes tidligere at have bedste Behugning eller Halmstad Behugning, naar $\frac{2}{3}$ af Længden var fuldkantet, men nu om Stunder er de bedste Halmstadvarer, naar Dimensionen er 8" 8' eller derover, kun skarpkantede paa $\frac{1}{3}$ eller Halvdelen af Længden, og i Topenden er kun Sidefladernes midterste Halvdel plane. Af sydsvensk Tømmer bør man derfor indskrænke sig til at forlange, at det skal være skarpkantet paa mindst $\frac{1}{2}$ af Længden, og at Sidefladerne skal være plane paa mindst Halvdelen af deres Bredder. Særlig slanke (o: cylindriske) Stammer tilhuges ofte med Barkkant paa hele Længden, men til Gengæld er Barkkantens Bredder ringe; et saadant Stykke Tømmer er der naturligvis ingen Grund til at kassere, naar blot dets Volumen svarer til de øvrige.

Naar man tolererer Barkkant paa $\frac{1}{4}$ af Tømmerets Længde, kan det blive nødvendigt at tage Hensyn til Barkkanten i Styrkeberegningen af f. Ex. en Gulvbjælke, men Bæreevnen Forringelse er uvæsentlig i Forhold til Prisens. Forlanger man 8" Tømmer af bedre Behugning end den normale, kan det let blive dyrere end et Stykke 9" Tømmer af den gængse Type, og samtidig udelukker man sig absolut fra at faa Træet fra Lager. Gøres en saadan Bestilling efter Hugstperiodens Udløb, vil den derfor som Regel slet ikke kunne præsteres i sydsvensk Træ, men kun i pommersk.

Tømmerets Tykkelse maales altid i det midterste Tværnit. Som nævnt i § 616 er Tykkelsen undertiden lidt ringere i Topenden. Den tilladelige Afvigelse kan passende sættes til 10%.

761. Pommersk Tømmer kan uden Vanskelighed faas fuldkantet i hele Længden, og for frugget Tømmer, som er den gængse Handelsvare, er Fuldkantethed Reglen. Dog vil man naturligvis kunne faa billigere Bud, naar man tillader en Barkkant, specielt hvis Tømmeret skal skæres, idet det da i hvert enkelt Tilfælde fremstilles efter de opstillede Fordringer.

762. Da **Kærnefuldheden** er af stor Betydning for Tømmerets Varighed, vilde en nærmere Bestemmelse af Kærneindholdet være ønskelig, men den lader sig vanskelig gennemføre. Af sydsvensk Tømmer forlanges som Regel blot, at det skal være lige saa kærnefuldt som de bedste Handelsvarer, og for pommersk Tømmer bruges lignende Udtryk, nemlig at det skal være bedste Handelsvare eller af fortrinlig Beskaffenhed, og enkelte Stykker til særlig Brug forlanges specielt kærnefulde. Undertiden formuleres Kravene dog bestemt, som naar det af pommersk Tømmer til Broanlæg forlanges, at man i Topenden skal kunne se Kærne paa alle fire Sider, og at paa Midten mindst Halvdelen af Sidefladens Bredder skal være Kærnetræ, men Tømmerhandlerne hævder, at slige detaljerede Bestemmelser er uopfyldelige, naar Leverancen omfatter et større Antal Stykker, og at ikke engang Kravet om, at man paa alle 4 Sider skal kunne se Kærne, kan gennemføres.

c. Exempler paa Leveringsbetingelser.

763. I det følgende skal der gives nogle Exempler paa Leveringsbetingelser, hovedsagelig for sydsvensk Fyr, som de ofte skrives i Bro- og Husbygningen. De maa ikke opfattes som Monstre, men kan tværtimod i mange Tilfælde trænge til at ændres i Overensstemmelse med de foregaaende Bemærkninger.

764. Sydsvensk Fyr til **Broanlæg**: Tømmeret skal være af vinterfældet Træ, det skal være af fuldstændig sund og stærk Beskaffenhed, uden Huller, Marvskever, Barkslag, mange store Knaster, raadne eller løse Knaster. Hvad Kærneindholdet angaar, skal det staa lige med de bedste Handelsvarer. Barkkant maa overhovedet ikke findes paa Tømmer, der skal anvendes i synlige Konstruktioner, iverigt taales Barkkant paa indtil Halvdelen af Længden, men den maa ikke have større Bredder end $\frac{1}{2}$ af Tømmerets Førlighed. Tykkelsen maales paa Midten og maa ved Topenden højst være 10% (eller $\frac{1}{10}$ eller $\frac{1}{10}$ eller 1 Tomme) mindre.

765. **Gulvbjælker** skal være vinterfældet (i København forlanges gerne sydsvensk) Fyr af god Behugning, fuldkantet i mindst $\frac{2}{3}$ af Længden og med højst 3 cm brede Barkkanter i Topenden. Træet skal være godt lufttørret (§ 673, kærnefuldt og sundt, uden Raadenskab, blaa Splint, Barkslag, Revner og Knaster, der forringer Styrken¹⁾.

¹⁾ I Stockholm plejer man ikke at tillade Vankant paa mere end $\frac{1}{4}$ af Længden, og man undgaar saavidt muligt fladet Træ.

766. Til Tagværker bruges ofte Grantømmer af god Behugning; det skal være fuldkantet paa mindst $\frac{1}{2}$ af Længden, og Barkkanternes Bredde maa ikke overskride 5 cm: Tømmeret skal være lige, og de forlangte Tværdimensioner skal være til Stede i Topenden, idet det dog ved større Længder tillades, at Topenden er 1,5 cm spinklere, naar Rodenden samtidig er 1,5 cm sværere¹⁾; det skal være vinterfældet, godt lufttørret, sundt, uden Raaddenskab, dyberegaaende Blaafarvning, større Revner og svækkede Knaster.

Som Exempel paa Leveringsbetingelser for firskaret Tømmer til Tagværker anføres: Tømmeret skal være af sydsvensk Fyr, firskaret saaledes, at Kærnen er synlig paa Fladerne i $\frac{1}{2}$ af Stykkernes Længde samt fuldkantet og lige i hele Længden; det skal være vinterfældet, godt lufttørret, sundt, uden Raaddenskab, blaa Splint, Barkslag, Revner, store og løse Knaster eller andre Fejl.

2. Planker og Brædder af Fyr og Gran.

a. Tildannelse.

767. Planker og Brædder kan ligesom Tømmer være enten **fuldkantede** eller **barkkantede**, men de er altid savskaarne. Foruden ru leveres de ogsaa **høvlkede** paa een eller bægge Sider, og Kanterne



Fig. 205: Pløjede Brædder. Fig. 206: Pløjede Gulvbrædder. Fig. 207: Staffede Brædder.

kan være **pløjede** o: forsynede med Fjer og Not (Fig. 205—6). Foruden de alm. Brædder gaar der en Mængde profilerede Brædder og Lister i Handelen til Fremstilling af Døre, Vinduer, Fodpaneier o. s. v. Ved **staffede** Brædder (Fig. 207) forstaas Brædder, der er profilerede saaledes, at Samlingsfugerne ses mindre.

Opskæringen foretages altid efter engelske Tommer, og Grænsen mellem Planker og Brædder ligger ved en Tykkelse af $1\frac{1}{2}$ —2", idet den første Dimension undertiden regnes til Plankerne, undertiden til Brædderne. Tykke, kantskaarne Planker er gerne udskaarne nær ved Marven (Fig. 185), da Spildet ved Barkkantens Fjernelse saa bliver mindst. Naar man i Beskrivelsen af et Tømmer- eller Snekkerarbejde opgiver Tykkelse og Bredde af Træet, er det underforstået, at Maalene gælder det uhøvlkede Materiale.

b. Sortering.

768. Efter Opskæringen sorteres Træet i indtil 6 Klasser efter Kærnefuldhed, Antallet af Knaster og Revner og Mængden af blaa Splint og Barkkant. Nøjagtige Regler for Sorteringen eksisterer ikke og kan ogsaa vanskeligt gives, thi det vilde være for omstændeligt at udmaale Knasters og Vankanters Størrelse paa hvert enkelt Stykke; Arbejderens Skøn er her bestemmende²⁾. Endvidere kan man ikke stille de samme Fordringer til store som til smaa Stykker; det er let at skaffe et kort knastefrit Brædt, men ofte umuligt at skaffe et langt. Et langt og bredt Brædt tør derfor have flere Fejl end et kort og smalt af samme Sortering (f. Ex. Ima). De brede Planker og Brædder udskaeres af Stammens nederste Del og er derfor lidet knastede, men ofte revnede (Kærnekloft, Ringskøre), de smalle faas derimod af Topenden og er derfor mindre revnede, men mere knastede. Planker og Brædder kaldes rene, naar der kun findes faa og lidet iøjnefaldende Knaster. En knastet Planke er naturligvis til mange Anvendelser af foretrukket for en revnet, men ikke desto mindre tillægges der gerne Knasterne mere Vægt end Revnerne ved Sorteringen. Hvad Knasterne angaar, da regnes Hjørneknaster og Kantknaster for langt værre end Knaster, der træder frem i Sidefladerne, fordi de første lettere falder ud og i højere Grad vanskeliggør Bearbejdelsen. Smaa, fine Svindriser lægges der som Regel liden Vægt paa, naar de ikke er gennemgaaende.

769. Men selv bortset fra disse Forhold er der stor Forskel paa Sorteringen ved de enkelte Værker. Naar et Værk sorterer i 6 Klasser, er dets Ima Brædder naturligvis mere udsøgte end Ima Brædder fra et Værk med kun 4 Sorteringer. Der er svenske Værker, der sorterer saa

strengt, at kun ca. 5% af deres Tilvirkning faar Ima Stempel. Overhovedet foretages Sorteringen i Sverrig gerne samvittighedsfuldt efter Regler, der er faste for hvert enkelt Værk. I Finland er Forholdene anderledes, idet der sædvanligvis kun sorteres i 3 Klasser, hvis Grænser er mere vage.

Som Exempel paa svensk Sortering af Brædder skal følgende nævnes:

Ima: Ingen Barkkant, Ridser eller blaa Splint: den ene Side skal være knastfri.
Iida: Ingen Barkkant, Ridser eller blaa Splint: maa indeholde en enkelt 1" Knast samt adskillige ganske smaa Knaster ($\frac{1}{4}$ " men ingen Kantknaster).

IIItia: Ingen Barkkant, Ridser eller blaa Splint: maa indeholde faste Knaster op til $1\frac{1}{2}$ ", samt smaa Kantknaster. Hvis et iøvrigt Ima eller Iida Brædt har lidt Barkkant, regnes det ogsaa til IIIItia.

IVIta: Som IIItia, men med blaa Splint.

Vta: Maa have Barkkant indtil halv Tykkelse. Ridser, blaa Splint og raadne Knaster.

Udskud: Skal være rørt af Saven paa alle fire Sider.

770. I Bræddernes og Plankernes Ende findes Savværkets Mærke pamaalet med rød Farve. Mærket bestaar gerne af Savværksejerens Forbogstaver adskilte af et Tegn (f. Ex. en Krone, en Stjerne, et Plustegn), der viser Kvaliteten; Kronen betyder oftest Ima, men der er ingen faste Regler for Tegnenes Betydning; derimod er alle Mærkerne optagne i *Nordisk Trävaru-Kalender*, ved Hjælp af hvilken man let kan bestemme Træets Oprindelse og Kvalitet. Det maa dog erindres, at et Ima Brædt kan faa blaa Splint ved daarlig Lagring og derved synke ned i en lavere Klasse.

Mange finske og svenske Brædder købes iøvrigt usorterede (savfaldne) og sorteres af Træhandlerne i Danmark³⁾.

Da Sorteringsreglerne er saa variable, er Betegnelserne Ima eller 1' Sort og de analoge lidet vejledende, og man bør derfor i Leveringsbetingelserne hellere direkte formulere, hvilke Krav man stiller.

c. Priser, gængse Dimensioner m. m.

771. Prisen pr. Kubikfod er uafhængig af Tykkelsen, men voxer med Bredden og Kvaliteten, da Forraadet af svære Stammer stadig forringes. Man bør derfor ikke forlange bredere Planker end nødvendigt, og hvis Leverancen er stor, og Hjemedet tillader det (f. Ex. ved Flage- og Spundsplanker), bør man tillade den størst mulige Variation i Plankebredden. Skal Plankerne foruden at have samme Længde ogsaa have samme Bredde, maa Tommerstokkene, af hvilke de skaeres, have en tilsvarende Længde og Topdiameter, naar Spild skal undgaaes, og hvadenten Savværket afkapper Stokkene i Skoven eller udsorterer dem af deres Stokkebeholdninger, vil Fremskaffelsen af et stort Antal ganske ens Stykker volde Vanskelighed.

772. Svenske, kantskaarne **Fyrreplanker** leveres i Tykkelser paa $1\frac{1}{2}$ ", 2", $2\frac{1}{2}$ " og 3" og Brædder paa 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 og 12" til en Pris af ca. 1,9—2,6 Øre pr. Ib. Alen og pr. Kvadrattomme Tværsnit, idet den højeste Pris gælder for 12" Bredde, den laveste Pris for 5" Bredde.

$1\frac{1}{2}$ " og 2" Planker bruges ofte i Brobygningen til henholdsvis Sliddeak og Bæredæk: de forlanges gerne af vinterfældet, sydsvensk Fyr, lige, fuldkantede, kærnefulde og tørre, uden Vindskævhed, blaa Splint, Marvriser, Vindridser, Barkslag, store eller løse eller raadne Knaster og andre Fejl.

773. Brædder af Fyr og Gran til Tommerarbejder indføres navnlig fra Sverrig og Finland. Prisen er i høj Grad afhængig af Kvaliteten. Exempelvis skal anføres følgende Priser i Ører gældende pr. løbende Alen og pr. Kvadrattomme Tværsnit:

Bredde	3"	4"	5"	6"	7"	8"
1' Sort firskaarne Fyrrebrædder, 1" og $1\frac{1}{4}$ " tykke			2,29	2,43	2,57	2,64
2" " " " " " " " " "			1,94	2,08	2,22	2,29
Skillerumsbrædder, $1\frac{1}{4}$ " tykke				1,72	1,81	1,88
Forskallingsbrædder, $\frac{1}{2}$ " tykke	1,39	1,46	1,54			
Indskudsbrædder, 1" tykke		1,39	1,46	1,53		

Granbrædder er 5—10% billigere end Fyrrebrædder. De anførte Dimensioner (engelske Tommer) er de gængse. Længden er ofte 6", men kan faas indtil 11—12". Gennemskaarne Brædder er godt $\frac{1}{2}$ " tykke, idet de faas ved Gennemsavning af $1\frac{1}{4}$ " Brædder.

Til Paptage bruges $1\frac{1}{4}$ " ru og pløjede Brædder af vinterfældet, sydsvensk Fyr, kærnefulde, tørre og blanke⁴⁾, uden Marvriser, blaa Splint og store eller løse Knaster.

Til Forskalling, der skal pudses, og til Indskud i Gulve bruges Fyr- eller Granbrædder svarende til svensk Vta og Udskud; de skal være gode og tørre⁵⁾.

Til dobbelte Bræddevægge bruges to Lag 1" Brædder eller hyppigere eet Lag 1" og eet Lag $1\frac{1}{4}$ ".

¹⁾ En Tilhugning som den forudsatte med Topenden som Basis finder vistnok kun Sted i enkelte danske Skovdistrikter.

²⁾ Et Forsøg paa at tilvejebringe mere Ensartethed i Sorteringen ved de forskellige svenske Savværker er gjort ved Udgivelsen af *Regler och antydningar för sortering af plankor, battens och bräder utarbetade år 1888 af Fackmän, Stockholm*.

³⁾ Finske, savfaldne Brædder købes gerne med Garanti for, at Indholdet af henholdsvis Ima, Iida og IIItia ligger indenfor visse Grænser, og at højst 10% af Brædderne har blaa Splint. Svenske, savfaldne Brædder købes gerne med Udelukkelse af Vta og Udskud.

⁴⁾ Med at Brædderne skal være blanke menes, at de skal frembyde en smuk, frisk og, bortset fra Knasterne, fejlfri Overflade.

⁵⁾ Undertiden forlanges, at de i det væsentlige skal være fuldkantede.

d. Gulvbrædder.

774. Til Gulve i Beboelsesrum bruges $1\frac{1}{4}$ " høvlede og pløjede Brædder; Afhøvlingen formindsker Tykkelsen til 29 mm, Bredden er gerne 6" ¹⁾, men formindskes ved Pløjningen til 14 cm (Nyttebredde); Længden er sjældent over 10'; er Stuen længere, plejer man at lægge Brædderne i to Længder med forløbne Stød.

Tidligere lagdes Gulvbrædder altid med Marvsiden opad, da denne er kærnerigere og ved Vadsugning suger mindre Vand end Splintensiden ²⁾; paa nyskurede Gulve kan man se, at Kærnen tørrer hurtigere end Splinten. Nu om Stunder lægges Brædderne ofte i Flæng med den ene eller den anden Side opad, idet den mindst knastede Side gives Fortrinnet. Valget træffes paa Værkstedet, thi Fjer og Not anbringes ikke midt i Kanten, men nærmest Undersiden (Fig. 206), ligesom der her holdes 3 mm Spillerum.

I denne Forbindelse skal nævnes, at Planker til Skibsdæk, der altid er splintfri, lægges med Marvsiden nedad (Fig. 208), da de saa optager mindre Vand. Det er nemlig hovedsagelig det porøse Vaarved, der suger Vandet til sig, og naar Aarringene vender Konkaviteten opad, vil de alle kunne løbe fulde af Vand, mens det i den omvendte Stilling kun er Hjørnernes Vaarved, der er aabent for Vandet.

Slidfastheden er omtalt i § 587 og 617, Larveangreb i § 621.

775. De i København benyttede Gulvbrædder indføres hovedsagelig fra Finland (finsk Ima og Iida) og høvles og pløjes her i Landet. I de senere Aar indføres dog ogsaa en Del pr. Axe i høvlet og pløjet Tilstand fra Midtsverrig, nemlig fra Egnen langs Klarelv (Vernland og Dalarne).

Som Regel forlænges 1' Sort Fyrbrædder (undertiden udsøgt smukke); de skal være mindst 1 eller $1\frac{1}{2}$ Aar lagrede, være fuldkommen lufttørre, fri for Marvskorhed, blaa Splint, Harpigruber, løse, raadne og mange Knaster ³⁾.

Vil man have knastfri Gulve, bruges Yellowpine eller Pitchpine.

Medens der ingen Tvivl er om, at 1' Sort Gulvbrædder skal være absolut fri for blaa Splint, er der ofte Strid angaaende Knasterne. Det skal derfor meddeles, hvorledes man i Stockholm klassificerer Gulvbrædder ⁴⁾, nemlig i:

knastrene, som ikke maa indeholde en eneste Knast eller Revne og ikke maa have blaa Splint eller synlig Marv;

helrene, som maa indeholde et mindre Antal Knaster (10—15 pr. m²), men kun smaa, lyse, fastsiddende, af hvilke ingen maa gaa ud til Kanten; iøvrigt skal de svare til knastrene;

halvrene, som maa indeholde dels et noget større Antal smaa og store Knaster (20—30 pr. m²), men ingen sorte eller løse, dels en ubetydelig Mængde lyseblaa Splint; Revner og synlig Marv maa ikke forekomme;

bedre Udsud, som maa indeholde et ubegrænset Antal Knaster af alle Slags saavel som blaa Splint, Marv og Revner, naar blot Revnerne ikke er gennemgaaende, og Bræddet ikke er raadtent. Bestemmelserne gælder kun Bræddets synlige Side.

776. Bræddernes Tørhedsgrad er af stor Betydning, ikke af Hensyn til Svamp, men paa Grund af de grimme Fuger, der fremkommer, naar de tørrer. Gulvbrædder tørrer ikke (eller kun ganske undtagelsesvis) kunstigt, og selv en viddreven Lufttørring kan være skadelig, idet Brædderne strax efter Lægningen bulner stærkt ud i Bygningens fugtige Luft og presses saa stærkt sammen, at der opstaar blivende Deformationer, som forøger Fugernes Bredder ved den senere Indtørring. Bedre end at forlange dem fuldkommen lufttørre vilde det derfor være, om man foreskrev, at de efter Lægningen højest maatte svinde f. Ex. 2% i Bredder.

Vil man have smukke Gulve, maa man paase, at der ikke spildes Kalk paa dem, hvorved Træet farves brunt. Kalkvand bruges ligefrem som Bejtnes. Om Bræddernes Behandling med Linolie og Fernis se § 675 og 680.

777. I Loftsrum og lignende Rum, hvor Bræddernes Slidfasthed er af underordnet Betydning, bruges undertiden gode Granbrædder.

3. Lægter.

778. Lægter er 5—15' lange, tynde Træstykker, i Reglen med en noget større Bredder end Tykkelse.

Skaarne Lægter faas ved Skæring af Planker eller Brædder, hyppigst norrlandske og pommeriske, som er de mest fuldkantede Sorter, men ogsaa sydsvenske og norske samt indenlandsk Gran. De bruges overalt, hvor Underlaget skal være jævnt, som til Befæstelse af Forskalling, Skifer o. lgn., og er overhovedet de mest benyttede.

Toplægter eller hugne Lægter (ogsaa kaldet Straalægter, fordi de bruges til Straatage) til-dannes af Træernes Topender ved at disse hugges flade paa to modstaaende Sider, mens de beholder Barikkant paa de to andre. Af disse Lægter kommer en Del hertil fra Finland, mens en Del faas af Grøntoppe fra vore egne Skove.

¹⁾ Tidligere var 7" mest brugt (§ 581).

²⁾ Marvsiden og Splintensiden benævnes undertiden henholdsvis Bundside og Bagside.

³⁾ Ima Gulvbrædder, som de anvendes i 1' Klasse Huse, koster ned til Kr. 1,80 pr. Fod², derefter kommer 1' Sort med Priser ned til Kr. 1,60 og 2' Sort med Priser ned til Kr. 1,20, alt exclusive Høvling og Pløjning.

⁴⁾ O. A. Busch: Entreprenadboken, Stockholm 1905.

Som Exempel paa Leveringsbetingelser for Taglægter anføres: Lægterne skal skæres af vinterfeltet, sydsvensk Fyr af 1' Sort og skal være kærnefulde, fuldkantede, knastfri, tørre og lige, uden blaa Splint, Marvrisder og andre Fejl.

Angaaende de gængse Dimensioner skal nævnes:

Til at lægge Indskud paa bruges: 1-2" til Spaantage bruges: 1-2" og $1\frac{1}{4}$ -2", til Straatage: $1\frac{1}{4}$ - $1\frac{1}{2}$ ", til Tegitage: $1\frac{1}{4}$ -2", og $1\frac{1}{2}$ -2", til Skifertage: $1\frac{1}{4}$ -2", $1\frac{1}{2}$ -3", $1\frac{1}{2}$ -2", $1\frac{1}{2}$ -3".

Paa 1 m² Tagflade falder der 6—8, i Middeltal 7½ Lægter.

4. Tagspaan.

779. Tagspaan fremstilles ved Savning, Kløvning eller Høvling. De bør være glatte, saa Vandet hurtigt løber af.

Savskaarne Spaan er ca. 45 cm lange og ca. 10 cm brede, mens Tykkelsen varierer fra ca. 12 mm fornedet til ca. 3 mm foroven. De lægges med den tykke Ende (der ofte er afrundet eller tilspidset for at lette Vandets Afdrypning) nedad og saaledes, at der overalt kommer tre Lag Spaan.

De fremstilles hyppigst af Rødgren (sjældnere af Ædelgran, Fyr, Lærk eller Poppel og koges i Kobbersulfat (se ogsaa § 677). Efter Oplægningen karbolineres eller tjæres de (§ 661, for at Kobbersulfatet ikke skal udvædskes.

Egekærne bruges ogsaa og er langt varigere, men ca. 50% dyrere. Egespaanerne koges ofte i Jærnsulfat, der farver det garvestofrige Egeved blansort, hvilket kan se meget godt ud, men iøvrigt gør det snarere Skade end Gavn. Det er nemlig kun svagt antiseptisk og udvædskes hurtigt, og det skjuler Knaster og raadne Pletter og angriber Veddet ved at lide dets Kulstof.

Høvlede Spaan har samme Størrelse som de savskaarne, men er kun 2—4 mm tykke. De dypes ofte i Karbolineum inden Lægningen. Klødsner bliver undertiden, før de høvles op, malet røde i den mest knastede Ende, der bør vendes opad ved Tækningen.

5. Telegraf- og Telefonstænger.

780. Til Telegraf- og Telefonstænger bruges i Danmark mest Gran, men ogsaa Fyr ¹⁾. De impregneres enten med Kobbersulfat (Statstelegrafvæsenet (§ 690—2)) eller Kreosot (Statsbanerne (§ 687—3)), sjældnere paa andre Maader (§ 693, 695, 699, 701—2).

Af Telegrafvæsenets Betingelser for Levering af Telegraf- og Telefonstænger anføres: Stammerne skal være af Gran eller Fyr og saa lige, at Bugten paa hele Længden højest er 80 mm. De leveres rodhuggede ²⁾ og uden mange større Knaster, og Barken maa ikke paa noget Sted være beskadiget eller afrevet. De skal være friskfældede og i enhver Henseende af sund Beskaffenhed. Stammerne skal have saadanne Dimensioner, at der kan udskræres Stænger af dem med plane Endeflader og som efter Barkens Fjernelse har følgende Maal:

Længde	6,5	7,5	8,5	10	12	15 m
Topdiameter	13	13 og 16 ³⁾	13 og 16 ³⁾	18	18	18 cm

Statsbanernes Telegrafstænger skal have følgende mindste Tvermaal i Toppen:

Stængernes Længde	7	8	10 m
Topdiameter	16	17	19 cm
Omtrentlig Pris	5—5 $\frac{1}{4}$	6 $\frac{1}{2}$ —7 $\frac{1}{4}$	9 $\frac{1}{2}$ —11 $\frac{3}{4}$ Kr.

De skal leveres rodhuggede og bestaa af sunde Gran- eller Fyrrestammer, fuldstændig fri for raadne Knaster, Ormhuller og større Revner og saa lige, at Bugten højest er 8 cm. De maa ikke være drejede under Væxten, og Tvermaalet skal være jævnt tiltagende fra Topenden til Rodende. Stængerne skal være runde, aldeles rent afbarkede, og alle Stideskud skal være ganske glat afskaarne (ikke afrevne). I Topenden skal Stængerne være tagformet afskaarne. Stammerne skal være fældede mellem 1' November og 1' Marts.

Københavns Telefonaktieselskabs Stænger skal have følgende mindste Tvermaal henholdsvis i Topenden og 125 cm fra Rodenden:

Længde	6,9	7,5	8,2	9,4	11,3	13,2	14,5 m
Topende	13	16	16	16	18,5	18,5	18,5 cm
Rodende	17	19,5	21	23,5	29	32	34,5 "

Længden regnes fra det Sted, hvor den tagformede Tilhugning i Topenden begynder. Stængerne skal være rodhuggede, af fuldstændig sund Beskaffenhed (Vindfelder og Stænger med Barkslag modtages ikke), uden større Knaster og med højest 6,5 cm Bugt.

6. Brolægningssklodser.

781. Brolægningssklodser bruges til Kørebanelægning paa Grund af deres lyddæmpende Egenskaber, der navnlig har Betydning i Porte og stærkt befærdede Gader, og paa Grund af deres ru Overflade, der er værdifuld i Gader med stærkt Fald, samt paa Grund af deres ringe Vægt, der gør dem særlig egnede til Belægning af Broer; de bruges ogsaa i Værksteder, hvor der tumles med svære Genstande og ikke spildes Vand.

¹⁾ Der bruges baade indenlandsk og svensk Træ.

²⁾ Denne Bestemmelse skal forhindre, at Skovejeren leverer den øverste Del af Stammen og bruger den nederste Del, hvis Ved er bedst, paa anden Maade.

³⁾ henholdsvis lette og svære Stænger.

Klodserne lægges altid med Endetræ opad, da de saa slides mindst (§ 557, 587). De anbringes gerne paa et pudset Betonunderlag, idet de dyppes i Asfalt og presses tæt sammen; til Træbrolægningen paa Langebros Svingsparti er brugt 13 cm høje Egeklodser, udstøbte med Cementmørtel, men Banen er delt ved forskellige Udvidelsesfuger fyldte med Ler.

I Porte bruges herhjemme hyppigst Tærninger af Eg eller Gran med 10—15 cm Sidelinier; undertiden koges de i Kobber- eller Jærnsulfat. Andre Imprægneringsmidler er omtalt i § 687 og 700.

Til Gadebrolægning bruges aflange Klodser, gerne 3" engl. brede, 8 à 9" engl. lange og f. Ex. 10 cm høje (Jarrah paa Gl. Torv, Talgved paa Frederiksberg, eller 15 cm (Paris).

I København (Vimmelskaffet) er ogsaa brugt sydsvensk Fyr (13·23·8 cm). Træet maa være saa ensartet som muligt, for at ikke den ene Klods skal slides mere end den anden, thi i saa Fald vil der samle sig Vand over de mest slidte Klodser, hvorved disse hurtigt raadner. I Udlandets Storbyer bruges foruden Talgved og Jarrah ogsaa Pitchpine, Yellowpine, Teak og Karri.

7. Jærnbansesveller.

782. Da Svellerne ligger lige i Jordoverfladen, er de meget udsatte for at raadne (§ 624, 662, 664), og de europæiske Træsarter bruges derfor som Regel kun i imprægneret Tilstand (§ 687—8, 690, 692—3, 695—9, 701—2). Foruden Varigheden spiller Haardheden (§ 586) og Styrken mod Sidetryk (§ 557, 598) en Rolle.

I Danmark benyttes til Sveller mest savskaaret Danziger Fyr, i ringere Grad den billigere, sydsvenske Fyr, mens dansk og svensk Eg og dansk Bøg kun sjældent bruges.

En stor Del af de i de senere Aar anlagte Privatbaner er byggede med uimprægnerede sydsvenske Fyrresveller, og Tværnittet er hyppigst 6 1/2 · 8 1/2", sjældnere 6 · 8" og 5 · 10". Naar pommersk Fyr bruges, er Dimensionerne hyppigst 4 1/2 · 9", 13 · 20 cm eller 15 · 20 cm, sjældnere 6 1/2 · 8 1/2" og 5 · 10". En ringe Mængde uimprægnerede danske og svenske Egsveller anvendes ogsaa.

783. Statsbanerne bruger Danziger Fyr¹⁾ samt forsvindende Mængder dansk Bøg og svensk Fyr. De modtager dog ogsaa Tilbud paa dansk Eg, som det vil ses af nedenstaaende Uddrag af Leveringsbetingelserne:

Svellerne skal være af Fyr, dansk Eg eller dansk Bøg. Træet skal være fast, tæt og kærnefuldt, vinterskovet, fuldkommen sundt, frit for skadelige Knaster og al Raadenskab, for Ormehuller, skadelige Revner og andre Fejl, samt aldeles frit for Bark, og det maa ikke være mat eller tappet. Svellerne skal være afskaarne for Enderne ved Snit vinkelrette paa Længderetningen, og de to Bredsider skal være plane og parallelle. Længden skal være 8 1/2", dansk = 8 1/2" engelsk. Løvrigt er Bestemmelserne forskellige efter Træsarterne.

Fyr. Træet maa ikke være fældet mere end 2 Aar for Leveringstiden, hvilket Leverandøren paa Statsbanedriftens Forlangende skal bevise. I den kærnefattigste Ende af Svellen skal mindst Halvdelen være Kærne. Tværnittet skal være en retvinklet Firkant med 10" Bredder og 5" Højde (engelsk Maal). Svellerne skal være fuldkantede, men for indtil 1/3 af Leverancens tilstedes Barkkanter paa den ene Bredside. Barkkanterne maa tilsammen ikke udgøre mere end 2 1/2" engl. af Bredden, og ingen Barkkant maa være større end 1 1/2" maalt paa Træet. Paa Længdemålet tilstedes 1" engl. Undermaal, paa Breddemalet 1/10", naar det kun forekommer undtagelsesvis; paa Højden tilstedes intet Undermaal. Overmaalet betales ikke. Alle Sveller skal være lige. Hvis ikke andet maatte være fastsat, skal Svellerne være af Danziger Fyr, der er udskaaret som Halvtommer (bloksavet), og skal Leverandøren da tilvejebringe Bevis for, at Indladningen har fundet Sted i Danzig. (Undertiden forlanges blot, at Træet skal være fra en tysk eller russisk Østersøhavn ikke nordligere end Riga.)²⁾

Dansk Eg. For Fældningstiden gælder de samme Bestemmelser, som er nævnt under Fyr. Forholdet mellem Kærne og Splint skal tilfredsstillende Fordringen til en god Handelsvare. Tværnsnitarealet skal være 49—50 danske Kvadrattommer med en Højde af ikke under 5" og ikke over 6"; Bredden skal være mindst 7" i den smalleste og 9" i den bredeste Bredside. Paa Længden tilstedes et Undermaal af 1", naar det kun forekommer undtagelsesvis, paa Tværnsnitarealet intet Undermaal. Overmaal betales ikke. Det foretrækkes, at Svellerne leveres lige, og de maa i hvert Fald ikke have større Krumning end 2" paa hele Længden.

Dansk Bøg. Træet skal være aldeles frit for rød Kærne³⁾, Svellerne maa ikke være tildannede af Stammer, som er vredne under Væksten, og de maa lige saa lidt have Stjerneridsor som skadelige Revner, hvorfor det bliver Leverandørens Sag at forsyne Svellerne med de fornødne Jern i Endefladerne, saafremt saadant maatte anses for fornødent. Træet maa være fældet allertidligst i November og allersest i Marts og saa kort Tid som muligt — under ingen Omstændigheder mere end 6 Maaneder — for Leveringen. Svellerens Opskæring skal være foretaget senest 3 Maaneder efter Træernes Fældning. Paa Forlangende skal der tilvejebringes Attest for, at disse Fordringer er sket Fyldst. For Maalene gælder de samme Betingelser som for Egsveller⁴⁾.

¹⁾ Slangrupbanens Sveller er 5" · 8" · 7". Tværnittet 4 · 8" er forladt som uhensigtsmæssigt.

²⁾ I de senere Aar dog ogsaa Rigafyr af tilsvarende Kvalitet: en Del af det fra Riga og Memel kommende Træ er af ringere Kvalitet.

³⁾ Prisen pr. Sveller kan f. Ex. være Kr. 3.25.

⁴⁾ Rød Kærne siges at umuliggøre Imprægneringen.

⁵⁾ Prisen pr. Sveller er Kr. 3.00—3.25.

IV. Natursten.

A. Stenenes Egenskaber og Prøvning.

1. Egenskabernes Betydning for Anvendelsen.

784. Stenenes Styrke spiller en Rolle ved næsten alle Anvendelser, Vejrtydning ved Husbygning, idet en porøs Sten er en daarlig Varmeleder, der giver varme Stuer om Vinteren, kølige om Sommeren og samtidig er gennemtrængelig for Luft, saa at der sker en naturlig Ventilation gennem Muren. Vægfylden skal være stor, hvor der virker store Sidekræfter som paa Støttemure, Bro piller og Bygninger i Havet, mens Hvælvinger, Karnapper og Mure, der bæres af en Drager, helst maa opføres af lette Sten. Slidfastheden er af Vigtighed ved Brosten og Vejskærver og ved Bygværker, der er udsatte for Isgang. Haardheden har meget at sige ved Stenenes Brydning og Tildannelse og har ogsaa Indflydelse paa Sliddet og paa Stenenes Evne til at modtage Politur, en Evne man ofte ønsker hos Dekorationssten, men derimod ikke hos Brosten, der helst skal holde sig ru. Endelig spiller Ildfastheden en Rolle for Sten, der skal bruges til Udmuring af Ildsteder eller kan blive udsatte for Ildsvaade, og da navnlig Sten, der anvendes til Trappekonstruktioner og fritstaaende Piller i Husbygningen.

Skal man bruge en Stensort, om hvis Egenskaber der ingen Erfaringer foreligger, bør man først lade den undersøge paa en Prøveanstalt, og de Former, hvorunder en saadan Undersøgelse sker, er nogenlunde ens overalt og vil kort blive omtalte i det følgende.

2. Styrke.

785. De naturlige Sten følger ikke Hookees Lov. Arbejdslinierne ligner Støbjæns, men Skørheden er endnu større (§ 25).

De friskbrudte Sten indeholder en større eller mindre Vandmængde, der kaldes Brudfugtighed, og som i Løbet af et Par Maaneder forsvinder, dog kun delvis. Ofte er de brudfugtige Stens Knusningsstyrke kun 1/2 af de tørres, og mange Sten, navnlig Kalksten, Kalksandsten og Serpentin, forarbejdes langt lettere i brudfugt end i tør Tilstand. Dette skyldes tildels, at Vandet i Porerne er mættet med Kalciumkarbonat, der afsættes ved Vandets Fordampning. For