DTU Bibliotek

**Denne fil er downloadet fra**

# Danmarks Tekniske Kulturarv

*www.tekniskkulturarv.dk*

Danmarks Tekniske Kulturarv drives af DTU Bibliotek og indeholder scannede bøger og fotografier fra bibliotekets historiske samling.

## Rettigheder

Du kan læse mere om, hvordan du må bruge filen, på *www.tekniskkulturarv.dk/about*

Er du i tvivl om brug af værker, bøger, fotografier og tekster fra siden, er du velkommen til at sende en mail til *tekniskkulturarv@dtu.dk*

JONAS
OG
VANGGAARD

MATERIAL-
LÆRE
FOR
BYGNINGS-
TEKNIKERE

J. JONAS OG A. L. VANGGAARD

# MATERIALLÆRE
## FOR BYGNINGSTEKNIKERE

JUL. GELLERUPS FORLAG

DANMARKS
TEKNISKE BIBLIOTEK

Industribiblioteket

Grp: 78. Forfatter: J. Jonas & A. L. Vanggaard.

Titel: Materiallære.

Bind: Udgave: 2' Trykaar: 1922.

Industribiblioteket

691 Jon

69

BIBLIOTECA

6
2-1

INDUSTRIFORENINGENS
BIBLIOTEK

INDUSTRIFORENINGENS
BIBLIOTEK

# MATERIALLÆRE

## FOR BYGNINGSTEKNIKERE

J. JONAS & A. L. VANGGAARD

# MATERIALLÆRE

## FOR BYGNINGSTEKNIKERE

*ANDEN OMARBEJDEDE UDGAVE*

INDUSTRIFORENINGENS
BIBLIOTEK

JUL. GJELLERUPS FORLAG = KØBENHAVN 1922

DET HOFFENSBERGSKE ETABL KBHVN

## FORORD TIL 1. UDGAVE.

*Under Udarbejdelsen af de nye Undervisningsplaner for de tekniske Skolers Dagskoler blev det vedtaget, at der skulde lægges mere Vægt paa Undervisningen i Materiallære, end der hidtil havde været Tilfældet. Inspektøren for de tekniske Skoler i Provinserne, afdøde Hr. Professor Carl F. Andersen, opfordrede da undertegnede til at udarbejde en Lærebog, der kunde tjene til Grundlag for Undervisningen i dette Fag, samtidig med, at den kunde benyttes som Lærebog ved Statens Tegnelærerkursus samt som Haandbog for Lærerne ved de tekniske Aftenskoler. Det er Resultatet af dette vort Arbejde, vi hermed fremlægger, idet vi haaber, at det vil vise sig at være et i hvert Fald brugeligt Materiale for Undervisningen.*

*Vanskeligheden ved Udarbejdelsen har navnlig ligget i at begrænse den store Stofmængde; men hvor vi har været i Tvivl, har vi foretrukket hellere at tage for meget end for lidt med, idet vi nærer det Haab, at Bogen derved senere vil blive af større Værdi for Læserne, end om den kun havde indeholdt det allernødvendigste Eksamenspensum. Det er en Selvfølge, at der flere Steder er blevet medtaget adskilligt, der ikke kan kræves lært, men giver Forstaaelse og Oversigt; dette gælder saaledes mange af Tabellerne, samt de allerfleste Talværdier.*

*I en Lærebog som den foreliggende vil man naturligvis ikke finde meget originalt, idet den fortrinsvis maa gaa ud paa at samle og tilrettelægge det store Stof. Det er lige saa selvfølgeligt,*

*at der ved Omtalen af saa mange forskelligartede Materialer kan være indløbet Fejl og Unøjagtigheder. Vi vil altid være taknemlige for at faa saadanne meddelt, saa at de kan rettes i en eventuel ny Udgave.*

*Vi vil gerne her bringe en Tak til de mange, der under Bogens Udarbejdelse har støttet os med Raad og Vink, og ganske særligt til de Herrer Direktør for den polytekniske Læreanstalt, Professor H. I. Hannover, samt Afdelingsingeniørerne ved Statsprøveanstalten, H. Fischer-Møller, O. E. Schjerbeck, K. T. A. Jensen og R. Wiese, Værkmester ved Statsbanerne Ludvigsen m. fl., der har gennemlæst Dele af Manuskriptet.*

*Juli 1915.* *FORFATTERNE.*

## *FORORD TIL 2. UDGAVE.*

*Den store Velvilje, hvormed 1. Udgave af „Materiallæren" blev modtaget, har medført, at vi allerede nu har maattet skride til Udsendelsen af en ny Udgave, idet den forrige allerede i et Par Aar har været udsolgt.*

*Efter et fra Skolerne fremsat Ønske har vi tilrettelagt Stoffet specielt for hver af de to Hovedretninger, og udsender hermed „Materiallære for Bygningsteknikere" i Haab om, at denne Deling vil vise sig at være en Fordel ved Bogens Benyttelse som Lærebog.*

*Ligeledes efter Skolernes Ønske blev „Materialkemien" udskilt som et særligt Hæfte, der allerede udkom i 1918.*

*I den foreliggende 2. Udgave er Stoffet fuldstændig revideret og for store Deles Vedkommende fuldstændig omarbejdet.*

*Trods omhyggelig Korrekturlæsning har der alligevel indsneget sig en Del Trykfejl, hvoraf forhaabentlig de fleste findes i Trykfejlslisten og bedes rettet, før Bogen tages i Brug.*

*Vi bringer hermed en Tak til de mange, der under Bogens Udarbejdelse har støttet os med Raad og Vink.*

*Oktober 1922.*

*FORFATTERNE.*

## LITTERATURFORTEGNELSE*)


*R. Ostwald:* Grundlinien der anorganischen Chemie, 3. Aufl. 1912.

*Jul. Petersen:* Kemi for Gymnasiet, Kbhvn. 1907.

*R. Biedermaun:* Die Sprengstoffe, ihre Chemie und Technologie.

*Ernst Leher:* Das Wasser und seine Verwendung, Leipzig 1905.

*A. Beyer*: Vejledning til Undersøgelse og Bedømmelse af Vand, Kbhvn. 1900.

*Karl Meyer:* Almindeligt Vareleksikon, Kbhvn. 1907.

*G. A. Middleton*: Building materials, London 1905.

*E. Nöthling:* Die Baustoflehre, Leipzig 1904.

*E. Suenson:* Bygningsmaterialer, Kbhvn. 1911 og Kbhvn. 1921.

*C. A. Wagner:* Die Baustoffe, Hannover 1908.

*F. Wagner:* Lærebog i den almindelige Teknologi, Kbhvn. 1885.

*H. I. Hannover:* Mekanisk Teknologi I—II, Kbhvn. 1912—14.

— *:* Haandbog i Metallernes mekaniske Teknologi, Kbhvn. 1913.

*Hütte:* Des Ingenieurs Taschenbuch, 21. Aufl. 1919.

*A. Ostenfeld:* Teknisk Elasticitetslære, 3. Udgave, Kbhvn. 1916.

*H. Wilde:* Das Holz, Leipzig 1909.

*S. Gayer:* Die Holzarten und ihre Verwendung in der Technik, Hannover.

*Grossmann*: Gewerbekunde der Holzbearbeitung, München.

*Oppermann*: Forelæsninger over Skovbrugslære, Kbhvn. 1893.

*O. G. Petersen:* Forstbotanik, Kbhvn. 1908.

*E. Rostrup* og *C. Weismann:* Hussvampen, Kbhvn. 1898.


*) Tillige gældende for „Materialkemi for Bygningsteknikere".

*A. Ledebur:* Handbuch der Eisenhüttenkunde, 1006—08.
*L. Bech:* Die Geschichte des Eisens.
*A. Messerschmidt*: Die Technik in der Eisengiesserei, Essen.
*Frederik A. Krogh*: Vejledning i Jærnstøbning, Kbhvn. 1911.
*Bernhardt Osann*: Eisen- und Stahlgiesserei, Leipzig 1913.
Betænkning afgiven af Dansk Ingeniørforenings Udvalg til Undersøgelser af de her i Landet gangbare Jærnsorter, Kbhvn. 1913.
*Ph. Michel*: Rohrleitungen, Hannover 1910.
Meddelelser fra Statsprøveanstalten.
*A. H. M. Rasmussen*: Læren om Skibsdampmaskinen, 7. Udg. Kbhvn. 1922.
*Axel Schmidt*: Natürliche Bausteine, Hannover.
*H. Fischer-Møller*: Teglværkskemi, Kbhvn. 1906.
*A. Granger*: Die industrielle Keramik.
*A. Moye*: Die Gewinnung und die Verwendung des Gipses, Hannover 1908.
*E. Schoch*: Die moderne Aufbereitung der Mörtelmaterialien, Berlin 1913.
*F. Ast*: Der Beton und seine Verwendung, 1907.
*C. V. Jørgensen* og *J. Brieghel-Høm*: Materiallære for Malere, Kbhvn. 1910.
*Georg Zeer*: Ratgeber beim Einkauf und bei Verwendung von Anstrich-Farben, Berlin 1911.
*Ph. Michel*: Wärme- und Kälteschutz, Hannover 1907.
*E. Thaulow*: Træ og Træbearbejdning, 2. Udgave, Kbhvn. 1923.
„Ingeniøren".

INDUSTRIFORENINGENS
BIBLIOTEK

# Trykfejl.

**(Bedes rettet, før Bogen tages i Brug).**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Side | 22, | Lin. | 1 | f. n. | „IV“ læs „IIII“. |
| „ | 23, | „ | 3 | f. o. | „Træktængerne“ læs „Trækstængerne“. |
| „ | „ | „ | 15 | f. n. | „venstre Ende“ læs „venstre Ender“. |
| „ | 25, | „ | 17 | f. o. | „$P_1$“ læs „$P_2$“. |
| „ | 26, | „ | 5 | f. o. | „Flade“ læs „Flader“. |
| „ | 32, | „ | 3 | f. o. | „Englanderen“ læs „Englænderen“. |
| „ | 43, | „ | 11 | f. n. | „Undersøgelser“ læs „Undersøgelsen“. |
| „ | 48, | „ | 6 | f. o. | „Malmens“ læs „Malmenes“. |
| „ | 63, | „ | 20 | f. o. | „Digestaal“ læs „Digelstaal“. |
| „ | 73, | „ | 10 | f. n. | „naaar“ læs „naar“. |
| „ | 85, | „ | 2 | f. n. | „T-Jiærn“ læs „T-Jærn“. |
| „ | 119, | „ | 6 | f. n. | „Fig. 1“ læs „Fig. 51“. |
| „ | 124, | „ | 19 | f. n. | „Fig 56“ læs „Fig. 55“. |
| „ | 125, | „ | 3 | f. o. | „Fig. 56“ læs Fig. 55“. |
| „ | 218, | „ | 17 | f. o. | „Gips“ læs „Gibs“. |
| „ | „ | „ | 18 | f. o. | „Gips“ læs „Gibs“. |
| „ | 220, | „ | 14 | f. o. | „overfor“ læs „ovenfor“. |
| „ | 242, | „ | 2 | f. o. | „indsnevrer“ læs „indsnævrer“. |
| „ | 264, | „ | 20 | f. o. | „uglaserede“ læs „uglaseret“. |
| „ | 268, | „ | 9 | f. n. | „Stubgibs“ læs „Stukgibs“. |
| „ | 332, | „ | 1 | f. o. | „overstrygge“ læs „overstryge“. |
| „ | 343, | „ | 1 | f. o. | „Ve“ læs „Ved“. |
| „ | 349, | „ | 13 | f. o. | „Olivefarve“ læs „Oliefarve“. |

# INDHOLD

## I. Materialprøvning.


| | Side |
|---|---|
| **Indledning** | 19 |
| **Prøvemaskiner** | 22 |
| Tinius Olsens Jærnprøvemaskine | 22 |
| Amsler-Laffons 30 Tons Presse | 24 |
| **Materialernes Egenskaber** | 26 |
| *Fysiske Egenskaber* | 26 |
| Styrke | 26 |
| Elasticitet | 27 |
| Haardhed | 28 |
| Sejghed og Skørhed | 29 |
| Bearbejdelighed | 29 |
| Strækkelighed og Hammerbarhed | 29 |
| Svejselighed | 29 |
| Smeltelighed og Støbelighed | 30 |
| *Kemiske Egenskaber* | 30 |
| **Prøvning af Materialegenskaberne** | 30 |
| *Trækprøver* | 30 |
| Brudforlængelse | 34 |
| Prøvestængernes Form og Dimensioner | 35 |
| *Trykprøver* | 37 |
| Brudstyrke | 38 |
| *Bøjeprøver og Bøjelighedsprøver* | 38 |
| Bøjeprøver | 38 |
| Bøjelighedsprøver | 39 |
| *Haardhedsprøver* | 41 |
| Ridseprøver | 41 |
| Indtrykningsprøver | 41 |
| *Særlige Forhold vedrørende Materialprøvning* | 42 |
| Prøveudtagning | 42 |
| Fremstilling og Tildannelse af Prøvelegemerne | 44 |
| Resultatet af Prøvningen | 44 |


## II. Jærn.


| | Side |
|---|---|
| *Jærn* | 47 |
| **Raajærn og Støbejærn** | 48 |
| *Raajærn* | 48 |
| Malmenes Tilberedning | 49 |
| Brændselsmaterialer | 49 |
| Tilslag | 50 |
| Højovnens Indretning | 50 |
| Højovnsprocessen | 52 |
| Giktgassen | 53 |
| Højovnsslaggen | 54 |

| | Side |
|---|---|
| Raajærnets Aftapning | 54 |
| Fremmede Stoffer i Raajærnet | 55 |
| Raajærnssorterne | 56 |
| *Støbejærn* | 57 |
| Formning og Udstøbning | 57 |
| Støbegodsets Anvendelse | 60 |
| **Smedeligt Jærn** | 61 |
| *Svejsejærn og Svejsestaal* | 62 |
| *Staalsorternes Fremstilling* | 63 |
| Digelstaal | 63 |
| Bessemerstaal | 64 |
| Thomasstaal | 66 |
| Martinstaal | 70 |
| *Det flydende Staals Udstøbning og videre Bearbejdning* | 74 |
| Støbning af Staalblokke | 76 |
| Blokkenes videre Bearbejdning | 76 |
| Staalstøbegods | 78 |
| *Staalsorternes Anvendelse* | 79 |
| **Jærnet som Handelsvare** | 81 |
| Blødt Staal | 81 |
| Stangjærn | 81 |
| Profiljærn | 83 |
| Plader | 89 |
| Smedejærnsrør | 93 |
| Traad | 96 |
| Søm, Spiger, Stifter og Skruer | 98 |
| Bolte | 99 |
| Støbejærnsrør | 99 |
| **Rust og Beskyttelsesmidler mod Rust** | 100 |
| Rustens Dannelse | 100 |
| Midler mod Rustdannelse | 103 |
| Metalliske Overtræk | 105 |
| Overtræk med Jærnmellemilte | 107 |
| Fernisering | 107 |
| Oliemaling | 108 |
| Lakering | 110 |
| Tjæring | 111 |
| Indfedtning | 112 |


## III. Træ.


| | Side |
|---|---|
| Træ | 115 |
| *Veddets Bygning* | 115 |
| Veddets kemiske Sammensætning | 115 |
| Veddets Cellevæv | 118 |
| Kærnedannelse | 126 |
| Fejl i Veddets Bygning | 127 |
| *Veddets tekniske Egenskaber* | 132 |
| Vægtfylde | 132 |
| Farve | 134 |
| Ledningsevne for Varme og Lyd | 134 |
| Veddets Vandindhold og dettes Betydning for Anvendelsen | 135 |
| Veddets Haardhed | 138 |
| Veddets Spaltelighed | 138 |
| Veddets Styrke | 139 |
| Veddets Elasticitet og Bøjelighed | 143 |
| Træets Brændbarhed | 144 |
| Træets Varighed | 146 |
| *Træets Fældning, Opskæring og Lagring* | 149 |
| *Træets Fjender* | 153 |
| Træets Ødelæggelse under Vand | 154 |
| Forraadnelse og Svampeangreb | 156 |
| Hussvampen | 158 |
| Midler til Træets Bevaring ved Snedkerarbejder | 167 |
| *De vigtigste Træsorter, deres Egenskaber og Anvendelse* | 171 |
| Fyr | 172 |
| Gran | 174 |
| Eg | 175 |
| Bøg | 177 |
| Ask | 178 |
| Ælm | 178 |

| | Side |
|---|---|
| Ahorn | 179 |
| Nøddetræ | 179 |
| El | 180 |
| Birk | 180 |
| Poppel | 181 |
| Pæretræ | 181 |
| Mahogni | 181 |
| Whitewood | 183 |
| Greenheart | 183 |
| Palisander | 184 |
| Pokkenholt | 184 |
| Teak | 184 |
| Ibenholt | 185 |
| Eucalyptus | 185 |
| *Trœet som Handelsvare* | 186 |
| *Eksempl. paa Leveringsbetingelser* | 189 |


## IV. De naturlige Bygningssten.


| | Side |
|---|---|
| *De naturlige Stens mekaniske Bygning* | 193 |
| *De naturlige Stens tekniske Egenskaber* | 194 |
| Styrke | 194 |
| Haardhed | 195 |
| Porøsitet | 195 |
| Varmeledningsevne | 196 |
| Vejrbestandighed | 197 |
| Farve | 199 |
| Ildfasthed | 200 |
| Vægtfylde | 200 |
| *De naturlige Stens Brydning og Tildannelse* | 200 |
| *Midler til at forøge Stenenes Varighed* | 205 |
| *De vigtigste naturlige Sten* | 207 |
| Granit | 207 |
| Syenit | 209 |
| Basalt | 210 |
| Porfyr | 210 |
| Gneis | 211 |
| Serpentin | 211 |
| Talkskifer | 212 |
| Asbest | 212 |
| Kalksten | 213 |
| Marmor | 216 |
| Gibs | 218 |
| Sandsten | 219 |
| Lerskifer | 222 |
| Løse Stenarter | 224 |
| Kampesten | 228 |


## V. Lervarer.


| | Side |
|---|---|
| *Lervarernes Inddeling* | 227 |
| *Ler* | 228 |
| Lerets Oprindelse | 228 |
| — Aflejring | 230 |
| — Sammensætning | 232 |
| Lerarternes Inddeling | 236 |
| Danske Lerarter | 236 |
| *De teknisk vigtigste Lervarer* | 238 |
| Lerets Forberedning | 238 |
| Lerets Formning | 241 |
| Lervarernes Brænding | 244 |
| Periodiske Ovne | 246 |
| Kontinuerlige Ovne | 247 |
| Glasering | 249 |
| Blaadampning | 250 |
| *Lervarernes Egenskaber, Prøvning og Anvendelse* | 251 |
| Almindelige Mursten | 251 |

| | Side |
|---|---|
| Molersten | 255 |
| Skalmuringssten | 255 |
| Tagsten | 256 |
| Fliser | 257 |
| Lerrør | 260 |
| Klinker | 261 |
| Ildfaste Sten | 261 |
| Teknisk Porcellæn | 262 |


## VI. Mørtelmaterialer, Mørtler og Mørtelprodukter.


| | Side |
|---|---|
| **Mørtelmaterialer og Mørtler** | 267 |
| **Luftmørtler** | 267 |
| *Lermørtel* | 267 |
| *Gibsmørtel* | 268 |
| *Kalkmørtel* | 269 |
| Kalkbrænding | 269 |
| Læskning | 271 |
| Kalkmørtels Fremstilling | 272 |
| — Hærdning | 273 |
| — Egenskaber | 274 |
| — Styrke | 274 |
| Prøvning af frisk Kalkmørtel | 275 |
| Kalkmørtels Anvendelse | 276 |
| **Hydrauliske Mørtler** | 277 |
| **Portlandcement** | 278 |
| Raastoffernes Tilberedning og Sammenblanding | 278 |
| Brændingen | 279 |
| Klinkernes Knusning og Finmaling | 281 |
| Cementens Lagring og Pakning | 281 |
| Portlandcementens Egenskaber | 281 |
| De danske Cementnormer | 285 |
| Portlandcementens Anvendelse | 296 |
| Sand | 297 |
| Grus | 298 |
| Ral | 298 |
| Skærver | 299 |
| Vand til Cementmørtel | 299 |
| Cementmørtels Fremstilling | 299 |
| — Egenskaber | 303 |
| Beton | 303 |
| Betons Fremstilling | 303 |
| — Udstøbning | 308 |
| — Egenskaber | 310 |
| Prøvning af Beton | 314 |
| *Romancement* | 314 |
| *Hydraulisk Kalk* | 315 |
| *Cheopskalk* | 316 |
| *Hydrauliske Tilslag* | 317 |
| *Blandingsmørtler* | 318 |
| **Mørtelprodukter** | 319 |
| *Cementvarer* | 319 |
| Betonrør | 320 |
| Monnierrør | 320 |
| Cementfliser | 320 |
| Cementgulvfliser | 321 |
| Vægplader | 321 |
| Cementmursten | 321 |
| Cementtagsten | 322 |
| Eternitskifer | 322 |
| Kunstig Granit og kunstig Sandsten | 322 |
| Gibsvarer | 323 |
| Kalksandsten | 324 |


## VII. Andre Materialer.


| | Side |
|---|---|
| **Asfalt og Tjære** | 327 |
| Naturlig Asfalt | 327 |
| Stenkulstjære | 329 |
| Kunstig Asfalt | 330 |

| | Side |
|---|---|
| Asfaltpræparater | 331 |
| **Tagpap** | 332 |
| **Gulvbeklædningsmaterialer** | 334 |
| Linoleum | 334 |
| Fugefri Gulvmaterialer | 337 |
| **Glas** | 339 |
| Glassets Fremstilling | 340 |
| Glassets Egenskaber | 344 |
| Glassets Handelsformer | 344 |
| **Malervarer og Maling** | 348 |
| Oliemaling | 348 |
| Limfarvemaling | 353 |
| Kalkfarver | 354 |
| Vandglasmaling | 355 |
| Kaseinmaling | 355 |
| Svensk Kompositionsfarve | 355 |
| Lakker | 355 |
| Forgyldning | 356 |
| **Kit og Lim** | 357 |
| Oliekit | 357 |
| Harpikskit | 357 |
| Vandglaskit | 358 |
| Rustkit | 358 |
| Ovnkit | 358 |
| Lim | 358 |
| **Papir, Tapeter** | 360 |
| Papirets Fremstilling | 360 |
| Papirsorter | 361 |
| Tapeter | 362 |
| **Isolationsstoffer** | 365 |

**Sagregister** ..... Side 369


INDUSTRIFORENINGEN
BIBLIOTEK

# MATERIALPRØVNING

# INDLEDNING

1. Den moderne Teknik kræver et indgaaende Kendskab til de Materialer, der anvendes ved Bygnings- og Maskinkonstruktioner. Konstruktøren maa derfor være fuldt ud fortrolig med de Krav, der kan stilles til de forskellige Materialers Styrke, Varighed og andre for Anvendelsen vigtige Egenskaber, og han maa vide, hvorledes man undersøger, om disse Krav er opfyldte. Om disse Forhold giver Materialprøvningen Oplysninger.

2. **Materialprøvningen** grunder sig paa Forsøg, der foretages paa en saadan Maade, at de kommer de virkelige Forhold saa nær som muligt. I nogle Tilfælde volder dette ikke større Vanskeligheder, f. Eks. naar det drejer sig om at bestemme et Materiales Brudstyrke*). Gælder det derimod om at bestemme f. Eks. en Bygningsstens Frostsikkerhed, en Gulvflises, en Brostens eller et Stykke Linoleums Modstandsevne mod Slid, bliver Sagen straks betydelig vanskeligere.

**Brudstyrken** lader sig nemlig bestemme ved Hjælp af en dertil konstrueret Prøvemaskine, og forudsat at Maskinen er god, og Prøvningen foretages paa rette Maade, vil de fundne Tal nøjagtigt angive Materialets Brudgrænse**).

**Frostsikkerheden** lader sig derimod ikke prøve under de samme Vilkaar, som der bydes Stenen, naar den indmuret i Bygningen udsættes for Vinterens skiftende Frost

*) Se § 7. **) Se §§ 19 og 21.

og Tø. Aarsagen hertil er, at Forsøget i saa Fald maatte strække sig over en længere Aarrække, inden man kunde have nogenlunde Vished for Frostsikkerhed; men dette gør af praktiske Grunde Metoden uanvendelig. I Stedet for Forsøg under de virkelige Forhold foretages da Laboratorieforsøg, idet man underkaster Stenen et vist Antal Frysninger med paafølgende Optøninger i varmt Vand, saaledes som nærmere beskrevet i Afsnittene „Naturlige Sten" og „Lervarer". Foretaget saaledes varer Forsøget kun ca. 5 Uger, og ved passende Valg af Forsøgsbetingelserne faar de erholdte Forsøgsresultater dog praktisk Værdi. Man skal nemlig udføre Forsøget paa en saadan Maade, at de Sten, der bestaar Prøven, ogsaa viser sig frostsikre i Praksis. Paa den anden Side maa man ogsaa passe paa ikke at opstille saadanne Forsøgsbetingelser, at Sten, der virkelig er frostsikre, falder for Prøven.

Ved Bestemmelse af et Bygningsmateriales Modstandsevne mod Slid kan man heller ikke anvende en direkte Prøvning, men er henvist til Laboratorieforsøg. Vanskeligheden ved at foretage saadanne ligger i at finde en Paavirkningsform, der paa passende Maade erstatter det Slid, der opstaar ved Menneskefærdsel hen over f. Eks. et Flisegulv eller ad en Trappe beklædt med Linoleum. For **Flisens Vedkommende** udføres Prøvningen ved, at man med konstant Kraft trykker et Stykke Flise paa ca. 25 $cm^2$ ned mod en roterende plan Støbejærnsring, idet denne stadig bestrøs med tørt, sigtet Strandsand. Efter 600 Omdrejninger af Støbejærnsringen afsluttes Forsøget. Ved Vejning før og efter Forsøget findes Slidtabet.

**Linoleum** lader sig imidlertid ikke slidprøve paa samme Maade som Gulvfliser eller lignende haarde Materialer. Thi medens Sandkornene triller rundt mellem det haarde Prøvestykke og Støbejærnsringen og derved bevirker Sliddet, vil ved Linoleum en Del Sandkorn sætte sig fast i dettes bløde Overflade, hvilket formindsker Sliddet betydeligt. Linoleum slidprøves derfor bedst med fastsiddende Sandkorn, d. v. s. med Sandpapir. Linoleumsstykket klæbes fast til et Stykke

Spejlglasplade, som fastgøres paa et Bord, medens Sandpapiret, der skal være ret groft, befæstes til en Træklods med plan Underside. Træklodsen belastes passende og trækkes et vist Antal Gange frem og tilbage over Linoleumsstykket. Ved at man vejer Spejlglasfladen med det paasiddende Linoleum før og efter Forsøget, faas Slidtabet.

Man ser let, at de Paavirkninger, Prøvestykkerne underkastes ved ovennævnte Slidprøvninger, er af en anden Art end de Paavirkninger, der ved Brugen af Materialerne foraarsager Sliddet. Ikke desto mindre synes der dog at være ret god Overensstemmelse mellem Forsøgsresultaterne og den Modstandsevne mod Slid, Materialerne ved Brugen viser sig at besidde.

3. Den overordentlige store Betydning, Materialprøvningen har faaet for al Bygnings- og Maskinteknik, har ført til, at der i de fleste Lande er oprettet Materialprøvningsanstalter, der som Regel drives som Statsanstalter. I Danmark oprettede Dansk Ingeniørforening 1896 en Materialprøvningsanstalt, „Statsprøveanstalten", som i 1909 overtoges af Staten.

Paa Prøveanstalterne beskæftiger man sig dels med ren videnskabelig Materialprøvning, der gaar ud paa at fastslaa Materialegenskaber, Prøvemetoder o. s. v., dels med kontrollerende Undersøgelser af indsendte Materialer. De kontrollerende Undersøgelser optager selvfølgelig største Delen af Anstalternes Tid.

For at de Forsøgsresultater, der erholdes ved de forskellige Materialprøvningsanstalter Verden over, direkte skal kunne sammenlignes, er det nødvendigt overalt at anvende ensartede Prøvemetoder. Som Følge heraf oprettedes en international Forening for Materialundersøgelse, der Tid efter anden lader afholde Kongresser, hvor der vedtages Regler for Prøvningers Udførelse samt for Indretningen af de Apparater, der finder Anvendelse ved Prøvningen. Det ledende Princip ved Fastsættelse af saadanne Regler er stedse, at Materialet ved Prøvningen saa vidt muligt skal underkastes samme Paavirkninger, som det i Praksis udsættes for.

INDUSTRIFORENINGENS BIBLIOTEK

## Prøvemaskiner.

4. Ved Materialprøvningen anvendes en Mængde forskellige Apparater og Maskiner. Her skal ganske kort beskrives en Trækprøvemaskine og en Trykprøvemaskine:

**Tinius Olsens Jærnprøvemaskine** kan udøve et Træk paa indtil 50000 kg. Samtidig med at Trækket paavirker Prøvelegemet, virker det ogsaa paa et System af Vægt

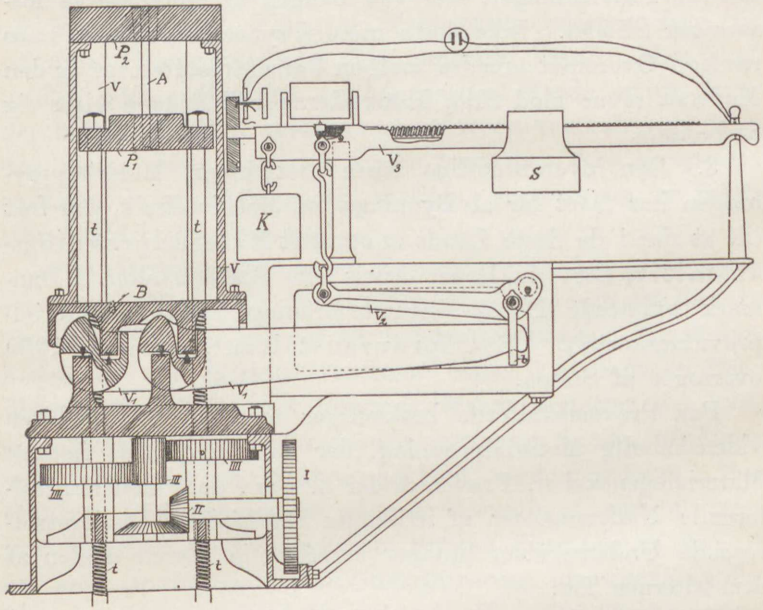



Fig. 1.

stænger og afbalanceres af et Skydelod, som automatisk føres frem af Maskinen. Skydeloddet angiver da nøjagtigt det til enhver Tid virkende Træk. Prøvemaskinens Indretning fremgaar i Hovedtrækkene af hosstaaende Skitse (Fig. 1).

Fra et Forlagstøj, som ikke er vist, overføres Trækkraften til et cylindrisk Tandhjul I og derfra videre gennem et Sæt koniske Tandhjul II til et langt, lodretstaaende cylindrisk Drev III. Dette er i Indgribning med fire cylindriske Tandhjul IV, som hver især er Møtrik for en i sin nederste

Halvdel skrueskaaren, cylindrisk Trækstang t, der ved en Kilegang er forhindret i at dreje rundt. Paa Skitsen dækker Træktængerne to og to hinanden. De fire Trækstænger er foroven forbundne med en svær Staalplade $P_1$, hvori det ene Sæt Bakker til Indspænding af Prøvestangen er anbragt. Det andet Sæt Bakker er anbragt i den øverste svære Staalplade $P_2$, som ved fire svære Vinkelsøjler V hviler paa Bordet B, der er forsynet med Huller, hvorigennem de fire Trækstænger t frit kan bevæge sig. Tænker man sig nu en Prøvestang A indspændt i de to Sæt Bakker, og sættes Forlagstøjets Remskive i Gang i en saadan Retning, at Trækstængerne t bevæges nedad, saa vil Trækkraften overføres gennem Prøvestangen til Pladen $P_2$ og videre gennem Søjlerne V til Bordet B, der altsaa paavirkes til Tryk. Maalingen af Trykket, der virker paa B, sker paa følgende Maade: B har fire korte Ben, der to og to dækker hinanden paa Skitsen. De træder paa tre enarmede Vægtstænger $V_1$, der ligger ved Siden af hverandre, og hvoraf de to yderste er lige lange og et Stykke kortere end den midterste. Dennes venstre Ende er T-formet, og paa T-Stykkets Ender er anbragt de Knive, hvorpaa B's to venstre Ben træder, medens B's to andre Ben træder paa de korte Vægtstænger. De tre Vægtstængers venstre Ende har Knivsægge, der hviler i Pander paa Maskinens Fodstykke, medens Stængernes højre Ender hviler paa Bøjlen b, der er ophængt paa en enarmet Vægtstang $V_2$. Dennes frie Ende er ophængt paa den korte Ende af en uligearmet Vægtstang $V_3$, der bærer baade et Skydelod S og en Kontravægt K. Kontravægten afbalancerer saavel Vægten af $V_3$ som Vægten af Skydeloddet, naar dette staar i sin Nulstilling. Skydeloddet hænger paa en Ledeskrue, som er halvt nedsænket i $V_3$'s øverste Flade. Fremføringen af Skydeloddet besørges af Maskinen selv. Et Tryk paa Bordet B bevirker nemlig, at den højre Ende af Vægtstangen $V_3$ gaar op. Herved sluttes en elektrisk Strøm, der paa en Maade, som ikke nærmere skal beskrives, bevirker, at Ledeskruen gaar i Gang, hvorved Skydeloddet føres frem. Saa snart Skydeloddet

afbalancerer Trykket paa B, synker $V_3$ ned, saa at Strømmen afbrydes. Skydeloddet staar nu stille, indtil $V_3$ paany slutter Strømmen. Paa $V_3$ findes en Inddeling, hvorpaa Skydeloddets Viser peger, saa at man til enhver Tid kan se, hvor mange Kilogram Prøvestangen er paavirket af.

Foruden til Trækprøvning kan Maskinen ogsaa anvendes til Trykprøvning, idet man i saa Fald anbringer Prøvelegemet, f. Eks. en Terning, mellem Bordet B og Staalpladen $P_1$. Ved at man sætter Maskinen i Gang i en saadan Retning, at $P_1$ gaar ned, paavirkes Prøvelegemet til Tryk. Trykket overføres paa samme Maade, som ovenfor beskrevet, til Vægtstangen $V_3$, hvor Skydeloddets Stilling angiver dets Størrelse.

Maskinens Evne til at udøve Tryk gør den ogsaa anvendelig til Bøjningsforsøg. Ved disse benyttes en svær Jærnbjælke, dannet ved Sammenboltning af 2 Stykker I-Jærn, hvis Flanger er afhøvlede. Ovenpaa Jærnbjælken fastspændes i passende Afstand to Understøtninger, hvorpaa Prøvestangen lægges. Bøjeprøven udføres paa den Maade, at man skyder Jærnbjælken ind paa Bordet B og fører $P_1$ ned mod Prøvestangen. Bøjningskraften overføres til Prøvestangen paa forskellig Maade, f. Eks. ved en Rulle, idet man sørger for, at Kraftoverføringen til Prøvestangen sker midt imellem dens Understøtninger.

Til Tinius Olsens Maskine hører endvidere et **Diagramapparat,** d. v. s. et Apparat, som paa et Stykke Papir, der er viklet omkring en Tromle, tegner en Kurve, hvis Ordinater angiver Størrelsen af de Kræfter, der under Prøvningen har paavirket Prøvestangen, medens Abscisserne angiver Prøvestangens hertil svarende Forlængelser. Diagramapparatets Indretning og Virkemaade skal dog ikke nærmere beskrives.

5. **Amsler-Laffons 30 Tons Presse.** Denne Presse benyttes særlig ved Prøvning af Mørtelmaterialer, naar disses Trykstyrke ønskes bestemt med Terninger, hvis Sidefladers Areal er 50 $cm^2$. Pressens Indretning fremgaar i Hovedtrækkene af Fig. 2.

Stemplet S drives af et Forlagstøj, der ikke er vist, bagfra ind i Trykcylinderen C, som er fyldt med tykflydende Olie. Det derved opstaaede Tryk paavirker dels det store Stempel $S_1$ og dels det mange Gange mindre Stempel $S_2$. $S_1$ ender foroven i en Kugleskaal, hvori en halvkugleformig Trykplade $P_1$ med plan Trykflade hviler. Terningen, som ønskes trykprøvet, er anbragt paa $P_1$, og Modtrykket udøves af en Trykplade $P_1$, der sidder paa Enden af en svær Skruespindel. Denne skrues gennem Pressens Topstykke, der ved to svære Søjler er befæstet til Trykcylinderen C. Trykket i Cylinderen C maales ved et aabent Kvægsølvmanometer. For at Kvægsølvsøjlen i dette ikke skal blive alt for lang, lader man ikke det fulde Tryk virke paa Manometret. Dette opnaas ved, at det lille Stempel $S_2$ føres ned i Cylinderen $C_1$, hvor det træder paa Stempel $S_3$. Derved formindskes Trykket i samme Grad, som Arealet af $S_3$ er større end Arealet af $S_2$. Rummet under $S_3$ er til

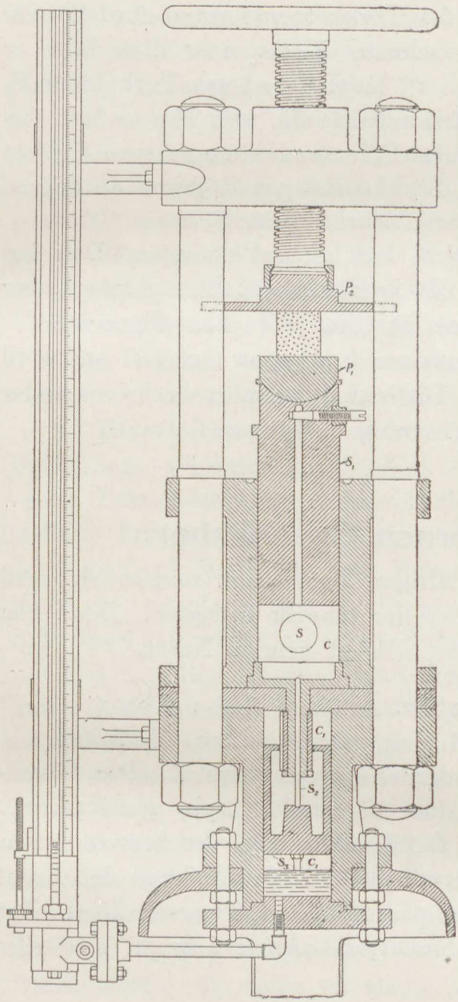



Fig. 2.

INDUSTRIFORENINGENS BIBLIOTEK

en vis Højde fyldt med Kvægsølv, medens Resten er fyldt med Olie. Fra Bunden af $C_1$ fører et Rør hen til Manometret, hvori Kvægsølvet stiger op, saasnart Stemplerne $S_2$ og $S_3$ gaar ned. For at faa Trykket ensformigt fordelt over Terningens øverste og nederste Flade, naar disse ikke er parallele, har Trykpladen $P_1$ Kuglebevægelse. Trykpladen $P_2$ kan ogsaa i nogen Grad frit indstille sig, idet den er løst forbunden med Skruens Ende. $P_2$ er endvidere forsynet med to Styreflige, som griber et Stykke ind paa Søjlerne og derved forhindrer, at $P_2$ drejer sig, naar Skruen bevæges.

Stemplerne $S_1$, $S_2$ og $S_3$ har ingen Pakninger. Den fornødne Tæthed skaffes tilveje derved, at Stemplerne passer saa nøjagtigt i Cylindrene, at Olien ikke kan slippe ud.

Foruden disse to Maskiner bruges en hel Del andre til mere specielle Øjemed. Disse skal nærmere beskrives under de Materialer, til hvis Prøvning de bruges.

## Materialernes Egenskaber.

6. Som nævnt beskæftiger Materialprøvningen sig med de Materialegenskaber, der har teknisk Interesse. Disse kan dels være af fysisk Natur, dels af kemisk Natur.

I. **Fysiske Egenskaber.** Af disse skal nævnes:

7. **Styrke**, hvorved man forstaar den Modstand, et Materiale gør mod Sønderdeling ved ydre Kræfter, hvadenten disse Kræfter virker til Træk, Tryk, Forskydning, Bøjning eller Vridning. Det Kraftforbrug, der kræves for at sønderdele et Materiale, udtrykkes sædvanlig ved det Antal Kilogram, der har virket paa Enhed af Tværsnitsareal. Det vil sige: *Et Materiales Brudstyrke angives i kg pr. $mm^2$ eller pr. $cm^2$.*

Alt efter den Maade hvorpaa Kraften virker, skelner man mellem forskellige Paavirkningsformer, nemlig:

Langsomt virkende, rolig Paavirkning, der benyttes ved Trækprøver, Trykprøver, Bøjeprøver, Forskydningsprøver og Snoningsprøver.

Modsatvirkende, hurtigskiftende, stødfrie Paavirkninger, der benyttes ved Varighedsprøver*)

Stødpaavirkning, som benyttes ved Slagprøver, hvor Kraften pludselig virker med sin fulde Styrke.

Materialernes Styrke paavirkes iøvrigt af en Mængde ydre Forhold. Saaledes har f. Eks. Temperaturen stor Indflydelse paa Jærnets Styrke. En Prøvestang af Flusjærn havde ved almindelig Temperatur en Brudstyrke paa 48 kg pr. $mm^2$, ved 200° C gav det samme Materiale 54 kg pr. $mm^2$, men ved 600° C var Brudstyrken sunken til 10 kg pr. $mm^2$. Ved porøse Materialer, som f. Eks. Træ, øver Fugtighedsgraden en betydelig Indflydelse paa Styrken, der aftager med stigende Vandindhold. Man har saaledes fundet, at for samme Træsort kan Styrken efter 1 Aars Lagring være steget til det dobbelte af, hvad den var umiddelbart efter Fældningen.

8. **Elasticitet.** Alle Materialer, der underkastes en Belastning, vil enten modtage en forbigaaende eller en blivende Formforandring. Hvis et Materiale ved en vis Belastning kun modtager en forbigaaende Formforandring, vil dette sige, at Materialet ved Belastningens Ophør igen antager sin oprindelige Form. Et saadant Materiale kaldes da fuldstændig elastisk overfor den paagældende Kraft.

Med Undtagelse af haardt Værktøjsstaal og Elfenben findes der dog næppe noget fast Legeme, som er fuldkommen elastisk over for selv en meget lille Kraft, naar blot man ved Forsøget bruger meget fine og nøjagtige Maaleapparater. Første Gang man belaster et Materiale med en lille Kraft, vil man nemlig efter Aflastningen finde, at Materialet har modtaget en blivende Formforandring. Belaster man igen med samme Kraft og aflaster paany, vil man for nogle Materialer finde, at der ingen yderligere blivende Formforandring er fremkommen, og dette vil stadig være Tilfældet, selv med nok saa mange Belastninger og Aflastninger, naar blot Kraften stadig er den samme. Materialet er altsaa blevet *fuldstændig elastisk for den paagældende Kraft.*

*) D. v. s. en Prøvning, der uden Afbrydelse strækker sig over lange Tidsrum.

Forøger man nu Belastningen, vil der efter den første Aflastning atter vise sig en blivende Formforandring, som heller ikke yderligere vokser ved gentagne Belastninger med den nye Kraft og paafølgende Aflastninger. Disse Forhold vil stadig gentage sig, indtil Kraften har faaet en vis Størrelse, saa vil hver enkelt Belastning og Aflastning give en blivende Formforandring. For hver Forøgelse af Belastningen faar Materialet altsaa en blivende Formforandring. Naar det Tidspunkt indtræder, da den blivende Formforandring ikke længere kan betragtes som forsvindende, siges Materialets Elasticitetsgrænse at være naaet.

Før Elasticitetsgrænsen er naaet, er Summen af de blivende Formforandringer saa lille, at der skal meget fine Maaleinstrumenter til for at konstatere den. Derfor har disse Formforandringer heller ingen praktisk Betydning ved de paagældende Materialers Anvendelse. Ved Anvendelsen gælder det nemlig særligt om at sikre sig mod den skadelige Indflydelse af større blivende Formforandringer.

*Elasticitetsgrænsens Beliggenhed* er højst forskellig hos de enkelte Materialer. Hos nogle Materialer, f. Eks. Bly, ligger den saa lavt, at de praktisk set maa betegnes som uelastiske. Andre Materialer, som f. Eks. Staal og smedeligt Jærn, har en høj Elasticitetsgrænse. Ved praktisk Materialprøvning bestemmer man dog kun yderst sjældent Elasticitetsgrænsen. Dennes Bestemmelse er nemlig meget besværlig og tager lang Tid. I Stedet for bestemmes Materialets Proportionalitetsgrænse, der i Reglen ikke ligger langt fra Elasticitetsgrænsen. Proportionalitetgrænsen bestemmes dog ogsaa kun forholdsvis sjældent. Sædvanligvis nøjes man med at bestemme Materialets Flydegrænse. Angaaende Proportionalitetsgrænsen og Flydegrænsen henvises til § 19.

9. **Haardhed.** Ved Haardhed forstaar man sædvanlig et Materiales Modstandsevne over for fremmede Legemers Indtrængen. Haardhed er ofte nøje knyttet til Styrke, saaledes at stor Haardhed ogsaa giver stor Styrke (Metaller, naturlige og kunstige Sten o. s. v.). For Materialernes tekniske Anvendelse har Haardheden ogsaa stor Betydning.

Haardheden øger saaledes ofte i visse Retninger et Materiales Varighed, idet den f. Eks. modvirker Sliddet (Tapper, Aksler, Jærnbaneskinner, Brosten o. s. v.). Paa den anden Side kan Haardheden ogsaa forringe Varigheden, idet Haardhed ofte ledsages af Skørhed. Endelig er en passende Haardhed en nødvendige Egenskab for alt Værktøj, der benyttes ved Materialernes mekaniske Bearbejdning.

10. **Sejghed og Skørhed.** Hvis et Materiale taaler større blivende Formforandringer, uden at Brud indtræder, kalder man det sejgt, hvilket f. Eks. er Tilfældet med blødt Staal, Svejsejærn og Kobber. Hvis derimod et Materiale enten ingen blivende Formforandring taaler eller højst kun taaler en lille blivende Formforandring, inden Brud indtræder, kaldes det skørt. Eksempler herpaa er Glas og Støbejærn.

11. **Bearbejdelighed.** Ved Bearbejdelighed forstaar man et Materiales Evne til at taale Formgivning. De Materialegenskaber, det her kommer an paa, er mangeartede og højst forskellige for de enkelte Materialer. Her skal for Oversigtens Skyld, men dog kun for Metallernes Vedkommende, nævnes nogle af disse Egenskaber uden Hensyn til, om de er Genstand for egentlig Prøvning eller ikke. Vigtige Egenskaber for Bearbejdeligheden er saaledes:

**Strækkelighed** og **Hammerbarhed,** hvorved man forstaar et Metals Evne til at lade sig udhamre, valse og trække til Traad. For at et Metal skal være strækkeligt, maa det samtidigt være stærkt og sejgt, for at være hammerbart skal det være blødt og stærkt. Den Temperatur, hvorved Formgivningen foregaar, har her stor Betydning. Svejsejærn og blødt Staal er saaledes ikke videre smedelige ved almindelig Stuetemperatur, fordi de er for haarde. I Rødvarme er de derimod udmærket smedelige, hvis de da ikke indeholder saadanne skadelige Stoffer som Svovl og Jærnforilte.

**Svejselighed,** hvorved man forstaar et Metals Evne til ved passende Opvarmning at komme i en saadan Tilstand, at to Stykker af Metallet ved Slag eller Tryk lader sig forene til et Stykke.

**Smeltelighed** og **Støbelighed,** som har stor Betydning for mange Metallers Anvendelighed. Smelteligheden afhænger af Temperaturen. Jo højere Smeltepunktet ligger, des mere tungtsmelteligt siges Metallet at være. Støbeligheden afhænger af flere særlige Egenskaber: Metallet skal være letflydende, i smeltet Tilstand maa det ikke i nævneværdig Grad optage Luftarter i sig, i Størkningsøjeblikket skal det udvide sig for at udfylde Formen fuldstændigt o. s. v.

12. En Del særlige fysiske Egenskaber er f. Eks.: Ledningsevne overfor Varme og Elektricitet, Vægtfylde og Tæthed samt Struktur.

13. II. **Kemiske Egenskaber.** Disse afhænger af Materialernes kemiske Sammensætning og forandrer sig med denne. Materialernes Anvendelighed beror i høj Grad paa de kemiske Egenskaber. Et Materiales Varighed afhænger saaledes af, hvor modstandsdygtigt det er overfor Angreb af Luft, Vand, Syrer og lign. samt af dets Forhold over for Nabomaterialer, f. Eks. Jærn i Berøring med Egetræ, o. s. v. Den kemiske Sammensætning har ligeledes stor Indflydelse paa Materialernes Styrke. Kulstofs Tilstedeværelse i Jærn bevirker saaledes, at Styrken og Haardheden vokser. Indeholder Jærnet derimod Svovl, bliver det skørt og sprødt i Rødvarme. Fosfor gør Smedejærn og blødt Staal skørt ved almindelig Stuetemperatur o. s. v.

## Prøvning af Materialegenskaberne.

14. Af de Prøver, der foretages for at undersøge Materialegenskaberne, skal her særlig omtales saadanne Prøver, der har mere almen Betydning, medens saadanne Prøver, der er særegne for de enkelte Materialer, først skal beskrives ved Omtalen af disse.

### A. Trækprøver.

15. Indspændes en cylindrisk, overalt lige tyk Stang med Tværsnit F og af ensartet Materiale i en Trækprøve-

maskine, og belastes Stangen med en Kraft paa P kg, regner man, at Kraften fordeler sig ensformigt over hele Stangens Tværsnit. Der vil da overalt i Stangen findes en Spænding $k = \frac{P}{F}$, der vil søge at forlænge Stangen og formindske Tværsnitsarealet. Udtrykkes P i kg og Arealet i $cm^2$ eller $mm^2$, maales k altsaa i kg pr. $cm^2$ eller kg pr. $mm^2$. Er den til Kraften P svarende Længde $l_1$ og var den oprindelige Længde l, saa har man, idet den totale Forlængelse kaldes $l_2$, at

$$l_2 = l_1 - l.$$

I Stedet for den totale Forlængelse har man mere Brug for at kende Forlængelsen pr. Længdeenhed. Kaldes denne e, har man

$$e = \frac{l_2}{l} = \frac{l_1 - l}{l}.$$

Til enhver Værdi af k svarer der en vis Værdi af e, indtil Brud indtræder. Hvis man i et Koordinatsystem afsætter Værdien af k som Ordinater og de tilsvarende Værdier af e som Abscisser, faar man en Kurve, som kaldes Materialets Arbejdslinie eller Strækkurve. Denne har et forskelligt Udseende for de enkelte Materialer, og for alle Materialer med Undtagelse af Hampetove, Læder og Gummi krummer den sig mod Abscisseaksen. Nogle Materialer har en kort Arbejdslinie, hvilket f. Eks. er Tilfældet med saadanne skøre Materialer som Støbejærn, Sten og Beton. For disse Materialers Vedkommende krummer Arbejdslinien sig jævnt lige fra Begyndelsespunktet, og indtil Bruddet indtræder. Andre Materialer har en lang Arbejdslinie, der er stejl paa det første Stykke, men tillige for en kortere eller længere Del af dette Stykke retlinet. Det retlinede Stykke gaar jevnt over i en Kurve, der paa forskellig Maade krummer sig, indtil Brud indtræder.

16. Et Materiales Arbejdslinie viser altsaa Afhængigheden mellem Spændinger og Formforandringer. Da et nøje Kendskab til denne Afhængighed har den største Betydning for Materialernes konstruktive Anvendelighed, har der til

INDUSTRIFORENINGENS BIBLIOTEK

forskellige Tider været fremsat Elasticitetslove, der ud fra den Tids Materialkendskab søgte at løse Problemet.

17. I Aaret 1678 opstillede Englanderen Robert Hooke Loven: „Som Forlængelsen saaledes Kraften", eller som „Hookes Lov" nu sædvanlig formuleres: Spændinger og Formforandringer er proportionale", d. v. s.

$k = E \cdot e$; (Spændingen = en Konstant × Forlængelsen pr. Længdeenhed).

Konstanten E kaldes Materialets Elasticitetskoefficient og er lig den Spænding, der vilde fordoble Stangens Længde, hvis Loven gjaldt saa langt. Hooke mente, at Loven gjaldt for alle Materialer, hvilket imidlertid har vist sig ikke at være Tilfældet. Vor Tids videnskabelige Materialprøvning har fastslaaet, at Loven ikke gælder fuldt ud for noget Materiale, men dog gælder for smedeligt Jærn og Træ indtil et vist Punkt, den saakaldte Proportionalitetsgrænse, medens alle andre Materialer mer eller mindre afviger fra Loven. Proportionalitetsgrænsen ligger paa det Sted af Arbejdslinien, hvor den gaar fra retlinet over til krum Form. Hookes Lov gælder altsaa kun for Arbejdsliniens retlinede Del.

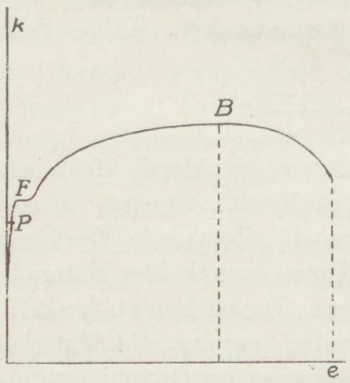


Fig. 3.

18. Trods de nævnte Indskrænkninger i Anvendeligheden har Hookes Lov dog faaet overordentlig stor Betydning, idet den moderne Elasticitetstheori hovedsagelig er bygget paa den. Dette skyldes for det første den simple Afhængighed, Loven giver mellem Spændinger og Formforandringer; men Hovedgrunden er dog den, at det smedelige Jærn, for hvilket Loven jo gælder indtil Proportionalitetsgrænsen, er vort vigtigste Konstruktionsmateriale, samt at dettes Proportionalitetsgrænse ligger saa højt, at de Spændinger, der optræder i de brugelige Konstruktioner, holder sig under den.

19. Paa Fig. 3 er vist Arbejdslinien for blødt Staal. Det første Stykke stiger stejlt og er retlinet indtil Punktet P, Proportionalitetsgrænsen. Derefter vokser Forlængelserne stærkere end Spændingerne, hvilket bevirker, at Arbejdslinien begynder at krumme sig. Stigningen vedbliver imidlertid indtil Punktet F, hvorefter Arbejdslinien bliver vandret paa et kortere Stykke. Prøvestangen forlænger sig altsaa her uden nogen tilsvarende Stigning af Spændingen, d. v. s. Materialet begynder at flyde. Punktet F kaldes derfor Materialets Flydegrænse. Efter kort Tids Forløb holder Flydningen op, og Spændingen begynder atter at stige, idet Forlængelserne vokser stærkere og stærkere end Spændingerne. Arbejdslinien bliver derfor mere og mere flad, indtil den naar Brudgrænsen B, hvor den atter et Øjeblik bliver vandret. Fortsættes Trækket yderligere, vil Spændingerne falde mere og mere, medens Forlængelserne vokser meget stærkt. Arbejdslinien begynder derfor at falde og vedbliver dermed, indtil Bruddet indtræder.

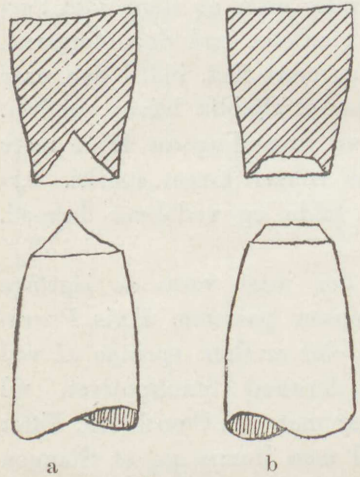
20. Under Prøvningen vil der intet være at iagttage paa Prøvestangen, før Flydegrænsen passeres. Hvis Prøvestangen har Glødskal, vil denne, der er skør, springe af ved Flydningen. Er Prøvestangen derimod blankpoleret, vil Flydningen bevirke, at den bliver mat paa Overfladen. Efter at Flydegrænsen er passeret, vil man kunne se, at Stangen bliver tyndere og tyndere, og naar Brudgrænsen er passeret, vil der komme en Indsnøring paa Stangens svageste Sted. Bruddet vil derefter ske i Indsnøringen.

21. Af Arbejdslinien har særlig Punkterne P, F og B Interesse. Proportionalitetsgrænsen ligger omtrent halvt saa højt som Brudgrænsen, og som ovenfor omtalt, falder den ikke langt fra Elasticitetsgrænsen. Paa Prøveanstalterne bestemmer man dog kun sjældent Proportionalitetsgrænsen, da dette koster en Del Arbejde og derfor er forholdsvis dyrt. Derimod opgives altid Flydegrænsen, der sædvanlig er lig ca. $^3/_4$ af Brudspændingen. Flydegrænsen bestemmes let, thi saasnart Flydningen begynder, synker Prøvemaskinens Vægtstang ned og bliver liggende, indtil Spændingen

paany begynder at stige. Som Brudgrænse regnes ikke Spændingen i det Øjeblik, Bruddet sker, men derimod den største Spænding, som har paavirket Prøvestangen. Saavel Flydegrænse som Brudgrænse angives i kg pr. $mm^2$ af Prøvestangens oprindelige Tværsnit.

22. **Brudforlængelsen.** Forinden Prøvestangen indspændes i Trækprøvemaskinen, indridses en Centimeterinddeling, den saakaldte Maalelængde, paa tværs af Stangen. Maalelængden er som Regel for runde Stænger 10 Gange Stangens Diameter, hvilket for Stænger med kvadratisk eller rektangulært Tværsnit svarer til $11{,}3\ \sqrt{F}$, hvor F er Stangens Tværsnitsareal i $mm^2$. Efter Prøvningen maales Afstandene fra Endestregerne til Brudstedet, og Maalene adderes.*) Brudforlængelsen opgives i % af Maalelængden. Er Maalelængden l mm, og er den efter Prøvningen vokset til $l_1$ mm, saa er Brudforlængelsen altsaa

$$100\ \frac{l_1 - l}{l}\ \%$$



a b

Fig 4.

23. **Bruddets Udseende** retter sig efter Materialets Sejghed, Tæthed, Kornstørrelse o. s. v. Sejge Materialer, som blødt Staal, brydes undertiden paa den Maade, at det ene Brudstykke faar en kegleformig Brudflade, medens Brudfladen paa det andet Brudstykke har et tragtformigt Udseende, som vist paa Fig. 4 a. Normalt bliver Kegledannelsen ikke helt fuldført, idet Keglespidsen mangler. Der opstaar i saa Fald en Keglestub, Fig. 4 b.

Hvis Materialet er senet, som f. Eks. Svejsejærn, bliver

*) Brudforlængelsen opgives kun, hvis Brudstedet falder inden for Maalelængden.

Brudfladen uregelmæssig og takket, selv om Brudformen iøvrigt er den for sejge Materialer normale. Indeholder Svejsejærnet mange Urenheder i Form af Slagger, viser dette sig paa Brudfladen som mørke Pletter af umetallisk Karakter.

Indeholder Materialet Blærer, der er opstaaet ved Fremstillingen, vil disse blive fladtrykte ved en paafølgende mekanisk Bearbejdning, f. Eks. ved Udvalsning til Stænger, og er derfor vanskelige at se. En Fejl af den Art viser sig paa Brudfladen som en Sprække, idet den fladtrykte Blære aabner sig paa Grund af ulige Forskydninger i Prøvestangen. Saadanne Forskydninger kan opstaa under Indsnøringen eller i selve Brudøjeblikket.

Ved skøre Materialer sker Bruddet pludseligt, uden Indsnøring eller Kegledannelse. Brudfladen er mer eller mindre plan og regelmæssig alt efter Materialernes Beskaffenhed.

24. **Prøvestængernes Form og Dimensioner.** Hvor det lader sig gøre, bør man foretage Prøvningen med Materialet i den Form, hvori det anvendes. Dette volder ingen Vanskeligheder for Stænger med cirkulært, kvadratisk og rektangulært Tværsnit, forudsat at Dimensionerne tillader en Indspænding i Prøvemaskinens Bakker, og at den totale Brudbelastning ikke overskrider Prøvemaskinens Ydeevne. Bygningsjærn af nævnte Tværsnit fremstilles ved Valsning af Materialet i rødvarm Tilstand. Derved faar Stængerne en Glødskal, som er skør og derfor ikke taaler nogen videre Strækning uden at slaa Revner. Hvis man derfor fjerner Glødskallen inden Prøvningen, risikerer man at faa en anden Brudstyrke, end Materialet har ved Anvendelsen i Praksis. Ved Fremstilling af flade Prøvestænger maa Glødskallen ikke fjernes fra Sidefladerne.

25. I mange Tilfælde lader Materialerne sig dog ikke trækprøve uden ved Fremstilling af særlige Prøvestænger. Disse fremstilles sædvanlig med et Hoved i hver Ende til Indspænding i Prøvemaskinens Bakker. Dette er særlig nødvendigt ved skøre Materialer, som har Tilbøjelighed til at springe i Indspændingen. Der fremstilles enten cylindriske

eller flade Prøvestænger. Fremstillingen maa foretages med stor Nøjagtighed, saa at man overalt har samme Diameter eller samme Bredde. Overgangen til Hovederne maa være jævn, og man maa særlig passe paa, at Prøvestængerne paa disse Steder ikke faar for smaa Dimensioner, en Fremstillingsfejl man paa Prøveanstalterne jævnlig har Lejlighed til at iagttage.

26. Angaaende Prøvestængernes Dimensioner skal anføres: Til Indspænding medgaar af hver Ende 110 mm.

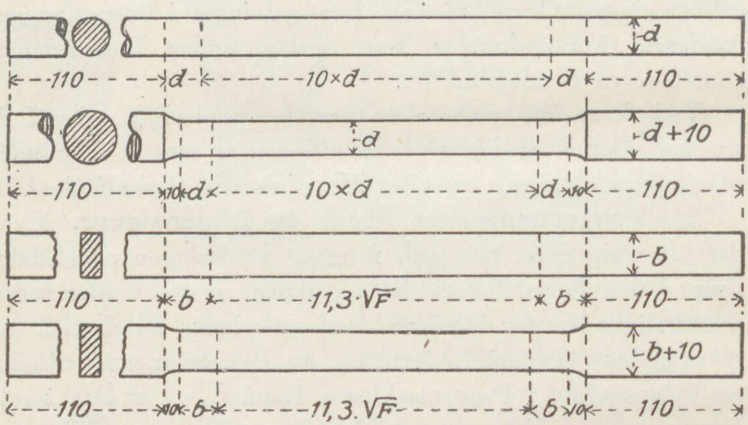



Fig. 5.

Stangens frie Længde skal være lig Maalelængden + et lille Stykke ved hver Ende af denne. Dette lille Stykke, der tjener til at ophæve Indspændingens Indflydelse paa Maalelængden, sættes for runde Stænger lig Stangens Diameter og ved flade Stænger lig største Bredde. For cylindriske Prøvestænger uden Hoved benyttes en Maalelængde lig 10 Gange Diameteren. For utildannede Prøvestænger af kvadratisk eller rektangulært Tværsnit, f. Eks. Stangjærn og Fladjærn, benyttes en Maalelængde, som er lig $11{,}_3\sqrt{F}$, hvor F er Tværsnitsarealet udtrykt i $mm^2$. Ved tildannede runde Prøvestænger tages Maalelængden 10 Gange Diameteren, og Diameteren vælges om muligt lig 20 mm. Flade Prøve-

stænger med Hoved fremstilles sædvanlig med et Tværsnitsareal F fra 300 til 500 mm² og en Maalelængde paa $11{,}_3\sqrt{F}$. Bredden bør dog ikke overstige 30 mm, ligesom Maalelængden ikke gerne tages under 200 mm, selv om $11{,}_3\sqrt{F}$ giver en mindre Værdi, f. Eks. ved Prøvestænger af tynde Plader.

Fig. 5 viser Eksempler paa forskellige Prøvestænger.

## B. Trykprøver.

27. Trykprøver foretages mest med skøre Materialer som Støbejærn, naturlige og kunstige Sten, Mørtelmaterialer og lign. samt tillige med Træ og enkelte andre Materialer. Prøvningen gaar sædvanlig ud paa at bestemme Brudstyrken, undertiden ønsker man dog ogsaa at undersøge Materialernes Elasticitet. Brudstyrken bestemmes mest med terningformige Prøvelegemer. Ved Fremstillingen af Prøveterningerne maa der særlig lægges Vægt paa at fremskaffe plane Trykflader, saa at Trykket fordeles ens over hele Trykfladen. Endvidere skal Trykfladerne være parallele, dog kan smaa Afvigelser herfra nok taales, da Prøvemaskinens Trykplader — se § 5 — har Kuglebevægelse, saa at de frit kan indstille sig.

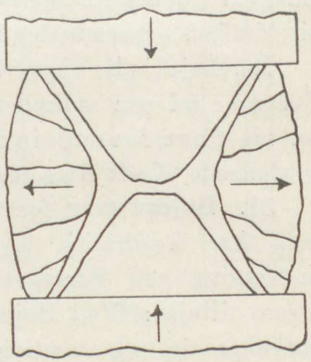


Fig. 6.

28. Alle skøre Materialer har en udpræget Brudgrænse. Bruddet indtræder pludseligt, sædvanlig med et stærkt Brag. Er Materialet meget haardt og skørt, som f. Eks. Støbejærn og Granit, kastes Brudstykkerne med stor Kraft ud til alle Sider. Tilbage bliver dog to mer eller mindre regelmæssige Pyramider, der ligger med Grundfladerne mod Prøvemaskinens Trykplader og Spidserne rettet mod hinanden, saaledes som vist paa Fig. 6.

29. **Brudstyrken.** Er Brudbelastningen fundet lig P kg, og var Middelarealet af Terningernes Trykflader lig F $cm^2$, saa har man

$$\text{Brudstyrken} = \frac{P}{F} \text{ kg pr. } cm^2.$$

## C. Bøjeprøver og Bøjelighedsprøver.

30. Ved en Bøjeprøve bestemmes Størrelsen af den Kraft, der skal til for at fremkalde Brud i en ved begge Ender simpelt understøttet Stang eller Bjælke, idet Kraften sædvanlig virker til Bøjning midt imellem Understøtningerne. Som Regel bestemmes tillige den til Kraften svarende Nedbøjning.

En Bøjelighedsprøve er derimod en Sejghedsprøve, der gaar ud paa at undersøge, om Prøvelegemet kan taale en vis Formforandring, medens den til Formforandringen medgaaede Kraft ikke maales.

31. **Bøjeprøver** foretages sædvanlig med Prøvestænger, som har kvadratisk Tværsnit. Angaaende den nærmere Indretning ved Forsøget henvises til § 4. Her skal yderligere tilføjes: Ved Bøjningen vil Prøvestangens Underside forlænge sig, og samtidig sker der en Vinkeldrejning om Understøtningerne. For at disse Bevægelser frit kan foregaa, bruger man gerne Ruller som Understøtninger. Bøjningskraften overføres ligeledes ofte til Prøvestangen ved en Rulle. For at denne ikke ved Prøvestænger af blødt Materiale skal presse sig ned i Prøvestangen og derved formindske Tværsnitsarealet, lægger man oven paa Prøvestangen en Trykoverføringsplade af haardt Materiale. Nedbøjningen bestemmes med særlige Maaleapparater, som anbringes under Prøvestangen midt imellem Understøtningerne.

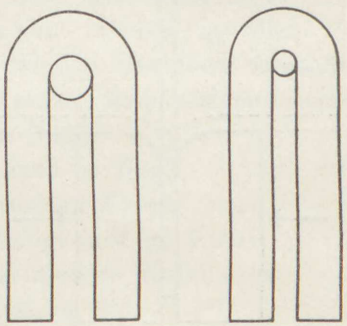
32. Hvis man i et Koordinatsystem afsætter sammenhørende Værdier af Belastning og Nedbøjning, faar man Materialets Bøjningskurve, der ligner Strækkurven. For Materialer, der følger Hookes Lov, viser Bøjningskurven Proportionalitetsgrænse og Flydegrænse. Hvis Materialet ikke

INDUSTRIFORENINGENS BIBLIOTEK

er videre sejgt, faar man ogsaa en Brudgrænse*). Er Materialet derimod sejgt, vokser Nedbøjningen stærkt, og Materialet mister sin Bæreevne, uden at egentlig Brud indtræder. Ved Prøvningen viser dette sig ved, at Prøvemaskinens Vægtstang synker ned og bliver liggende paa Understøtningen.

Bøjeprøver foretages særlig med Støbejærn, Træ og Beton.

33. **Bøjelighedsprøver,** der mest foretages med Metaller, er som nævnt rene Sejghedsprøver, idet Materialet ved Bøjningen underkastes en vis Formforandring, der tjener til Maal for Sejgheden. Arten og Størrelsen af Formforandringen retter sig efter de Fordringer, man ved Anvendelsen stiller til Materialet. Sædvanlig bøjes Prøvelegemet omkring en cylindrisk Dorn, for at Krumningen under Forsøget kan holdes konstant. Dornens Tykkelse har stor Indflydelse paa Forsøgsresultatet. I mange Tilfælde forlanger man, at runde Prøvestænger skal bøjes omkring en Dorn med Diameter lig Prøvestangens Diameter (Fig. 7 a). Undertiden skærpes Fordringen til, at Dornens Diameter skal være lig det halve af Prøvestangens Diameter (Fig. 7 b). Foruden af Dornens Diameter afhænger Materialets Anstrengelse ogsaa noget af Størrelsen af den Vinkel, hvorigennem Bøjningen foretages. Som Regel forlanger man, at Prøvelegemet skal bøjes 180°



a b

Fig. 7.

*) Ved Hjælp af den fundne Brudbelastning, P kg, kan man bestemme Materialets Bøjningsstyrke, d. v. s. den Spænding, som erholdes ved at indsætte Brudmomentet $M = {}^1/_4\ P \cdot l$, hvor l er Afstanden mellem Prøvestangens Understøtninger, i den almindelige Bøjningsformel

$$k = \frac{M}{W} = \frac{{}^1/_4\ P \cdot l}{W}.$$

Den saaledes beregnede Bøjningsstyrke passer imidlertid ikke med de virkelige Forhold, thi den benyttede Formel forudsætter,

omkring Dornen. I visse Tilfælde bruger man dog ingen Dorn, men kræver, at Prøvestangen skal bøjes 180° paa Midten, saaledes at de to Halvdele klapper sammen.

34. Prøvelegemernes Længde tages passende lig 200 mm. Prøvningen kan enten foretages ved Hjælp af Hammer og Ambolt, altsaa ved Smedning, eller ogsaa ved Hjælp af Presser. Paa Prøveanstalterne anvendes dels de almindelig forekommende Presser, dels Prøvemaskiner, der er specielt indrettede for denne Art Prøvning.

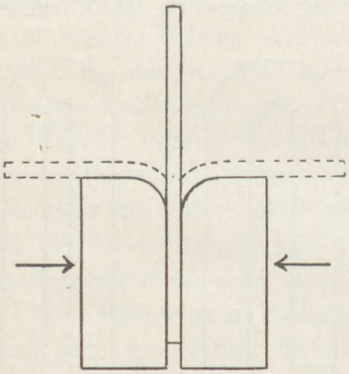


Fig. 8.

35. Efter Prøvningen undersøger man, om der er fremkommen Tværrevner i de yderste mest strakte Fibre. Hvis der ingen Revner kan iagttages ved Hjælp af en almindelig Lupe, regnes Prøven for at være bestaaet.

36. Hvis Materialet foreligger som Metaltraad, vil en enkelt Bøjning som Regel ingen Oplysning give om Sejgheden. Bøjeligheden af Metaltraad undersøges derfor ved gentagne Bøjninger frem og tilbage gennem en Vinkel paa 180°, indtil Brud indtræder. Ved Prøvningen fastklemmes Prøvestykkets ene Ende mellem et Sæt Bakker, der foroven er afrundede saaledes som vist paa Fig. 8.

Sejgheden bedømmes efter det foretagne Antal Bøjninger. Som en Bøjning regnes Bevægelsen fra lodret Stilling til vandret Stilling og tilbage igen til lodret Stilling.

---

at Prøvestangens Tværsnit holder sig plane under Bøjningen, og at Spændingerne ikke overskrider Proportionalitetsgrænsen. Naar man ikke desto mindre benytter Formlen til Beregning af Bøjningsstyrken, er Grunden den, at de beregnede Spændinger er brugelige til Sammenligning mellem forskellige Bøjeforsøg.

## D. Haardhedsprøver.

37. Et Materiales Haardhed undersøges sædvanlig enten ved Ridseprøver eller ved Indtrykningsprøver.

**Ridseprøver** kan foretages med en Diamant, der er tilspidset som en Kegle og føres hen over Materialet, idet den belastes med en vis Kraft. Ved varierende Belastninger kan man frembringe Ridser af forskellig Bredde. Haardheden udtrykkes ved det saakaldte Haardhedstal, hvorved man forstaar den Belastning i Gram, der skal til for at frembringe en Ridse af Bredde $0{,}_{01}$ mm.

38. Haardheden af naturlige Sten undersøges gerne ved Hjælp af Mohs Haarhedsskala. Denne opstiller 10 Haardhedsgrader, karakteriseret ved den Haardhed, følgende 10 Mineraler har, idet Haardheden stiger i Rækkefølgen 1—10:

1. Talk (ridses let med en Negl).
2. Gibs (ridses vanskeligt med en Negl).
3. Kalkspat (skrabes let med en Kniv).
4. Flusspat (skrabes vanskeligt med en Kniv).
5. Apatit (ridses vanskeligt med en Kniv).
6. Feldspat (ridses kun med en Fil).
7. Kvarts (giver stærke Gnister med Staal).
8. Topas.
9. Korund.
10. Diamant.

Et Materiales Haardhed henføres til en af Skalaens Haardhedsgrader paa den Maade, at man prøver sig frem ved Ridsning med ovennævnte Mineralstykker i Rækkefølgen 10 til 1, indtil man finder det Mineral, som endnu ridser Materialet, medens Mineralet med den nærmest lavere Haardhed ingen Ridse frembringer. Det paagældende Materiale siges da at have det sidst prøvede Minerals Haardhed. Hvis f. Eks. et Materiale ridses af Kvarts, men ikke af Feldspat, angives Materialet at have Haardhedsgraden 6.

39. **Indtrykningsprøver**. Disse kan foretages paa flere forskellige Maader. Her skal nævnes den Indtrykningsprøve, der for Tiden har størst Betydning ved Haardhedsprøvning af Metaller og Metallegeringer, nemlig Brinells Kugle-

tryksprøve. Ved denne trykkes en hærdet Staalkugle af Diameter 10 mm. ned i Materialet med en Kraft, der for haarde Materialer er 3000 kg, men for bløde Materialer kun 500 kg. Kugleindtrykkets Areal i $mm^2$ bestemmes, og ved at dividere dette Areal ind i det anvendte Antal kg, faas Materialets Haardhedstal udtrykt i kg pr. $mm^2$.

## Særlige Forhold vedrørende Materialprøvning.

40. **Prøveudtagning.** Ved al Materialprøvning spiller Prøveudtagningen en overordentlig stor Rolle. Det vilde dog her føre for vidt at komme ind paa en detailleret Beskrivelse af, hvorledes Prøveudtagningen i de enkelte Tilfælde bør foretages.

Ved Prøveudtagning af pulverformige Materialer eller af løse Materialer af ensartede eller af blandet Kornstørrelse, gælder det selvfølgelig om at fremskaffe en virkelig paalidelig Gennemsnitsprøve. Da Prøveudtagning af den Slags Materialer, hvorunder hører Cement, Sand, Grus, Kul o. s. v., ofte sker efter helt forkerte Principper, skal her i Hovedtrækkene angives, hvorledes en saadan Prøveudtagning bør foretages.

Hvis Materialet er oplagt i flere Dynger, bør der efter Dyngernes Størrelser udtages et vist Antal Prøver af hver Dynge. Stederne, hvor der udtages, bør fordeles saaledes, at der udtages rundt om i en Dynge baade foroven, i Midten og forneden. De enkelte Prøver bør alle være lige store.

Er Materialet indpakket i Sække eller Tønder, anvendes ved Udtagningen følgende Fremgangsmaade*):

at 1 Stikprøve udtages af hver Kolli, naar Partiet tæller fra 1 til 15 Kolli, dog ikke over 10 Prøver,
at 10 Stikprøver udtages af Partier fra 16 til 100 Kolli,
at 15 Stikprøver udtages af Partier fra 101 til 300 Kolli,
at 20 Stikprøver udtages af Partier fra 301 til 600 Kolli,
at der af Partier paa 601 til 1000 Kolli udtages et Antal Prøver svarende til 3 % af Kolliernes Antal, dog mindst 25 Prøver,

*) Efter Cirkulære fra Generaltolddirektoratet Nr. 10 1908.

at der af Partier paa over 1000 Kolli udtages et Antal Prøver svarende til 2 % af Kolliernes Antal, dog mindst 30 Prøver.

Udtagningen af Gennemsnitsprøven sker paa følgende Maade*):

De udtagne Prøver hældes ud paa et rent og tørt Gulv eller Bordplade og samles ved Hjælp af en Ske eller Skovl til en spids kegleformet Bunke. Med det anvendte Redskab kastes nu Materialet ud i en ringformet Vold, idet man stadig tager Materiale bort langs den kegleformede Bunkes Fod og kaster det ud til Siderne, indtil alt Materialet er kastet ud i Volden. Derpaa danner man igen en kegleformet Bunke ved stadig at kaste det yderst i Ringen liggende Materiale ind mod Centrum, indtil det alt er kastet ind. Nu spredes Bunken ud i et lige tykt, cirkulært Lag, der deles i 4 Sektorer ved to paa hinanden vinkelrette Diametre. Det Materiale, der ligger i de to modstaaende Sektorer, kastes bort, medens der af de to resterende Sektorer atter dannes en kegleformet Bunke. Denne kastes ud i en ringformet Vold og derpaa tilbage i en spids Bunke, der atter spredes ud i et cirkulært Lag. Dette deles ved to paa hinanden vinkelrette Diametre i 4 Sektorer, hvoraf to modstaaende kastes bort. Det resterende samles i en Bunke og behandles atter en Gang paa samme Maade; og saaledes fortsætter man, indtil der ikke er mere Materiale tilbage, end der passende kan bruges ved Undersøgelser. Alt det resterende samles derpaa omhyggeligt op, indpakkes solidt og forsendes til Undersøgelse. Den saaledes udtagne Prøve kan betragtes som en paalidelig Gennemsnitsprøve af det paagældende Materiale.

Gælder det om at udtage Prøver af en Materialleverance hvoraf hvert enkelt Stykke kan komme til at indgaa som selvstændigt Element i en Konstruktion eller i et Anlæg, skal man saa vidt muligt udtage de daarligste Stykker. Dette bør saaledes ske ved Prøveudtagning af Mursten, Kloakrør og lign.

---

*) Efter Cirkulære fra Generaltolddirektoratet Nr. 10 1908.

41. Da Prøveudtagningen er saa uhyre vigtig, anbefales det, hvis man er i Tvivl om, hvorledes en Prøveudtagning bør foretages, at søge Vejledning hos Statsprøveanstalten, som gerne gratis yder en saadan.

I Tilfælde, hvor større økonomiske Interesser staar paa Spil, bør man lade Statsprøveanstalten selv foretage Prøveudtagningen.

I mange Tilfælde har det særlig Interesse for Rekvirenten, at Prøveudtagningen af et Parti Varer foretages med „offentlig Troværdighed". I saa Fald foretages Prøveudtagningen enten af Statsprøveanstalten eller af Notarius publicus eller af den kgl. Vejer og Maaler det paagældende Sted.

42. **Fremstilling eller Tildannelse af Prøvelegemerne** bør i Almindelighed overlades til Statsprøveanstalten. Derved undgaar man den skadelige Indflydelse, en unøjagtig eller forkert Behandling af Prøvelegemet kan have paa Prøvningens Resultat.

43. **Resultatet af Prøvningen** tilstilles Rekvirenten i Form af en Prøveattest. Foruden Prøveresultatet giver Attesten ofte en Beskrivelse af, hvorledes Prøvningen er udført. Tillige gives Oplysning om Iagttagelser, der er gjort under Prøvningen, og som skønnes at kunne have Betydning ved Bedømmelsen af Prøveresultatet. Derimod gives ikke i Attesten nogen Kvalitetsbedømmelse af det prøvede Materiale. Til Vejledning ved Bedømmelsen af et prøvet Materiales Godhed vil Statsprøveanstalten, om det ønskes, som Regel opgive Resultater af Forsøg med lignende Materialer, selvfølgelig dog uden at opgive Indsender eller Fabriksmærke.

# JÆRN

# Jærn.

44. Jærnet udvindes af de i Naturen forekommende Jærnmalme, som er kemiske Forbindelser mellem Jærn og et eller flere Grundstoffer. Som omtalt i Materialkemien under Grundstoffet Jærn er de iltholdige Malme de vigtigste for Jærnfremstillingen. Jærnet udvindes af disse ved, at man bortbrænder Malmens Ilt med Kul i særlige Ovne. Jærnet udskilles i Ovnen i dejgagtig Tilstand eller i flydende Tilstand, alt efter Ovnens Art, og det maa underkastes særlige Efterbehandlinger, inden det egner sig til teknisk Brug.

45. Det færdigt behandlede Jærn er dog ikke noget rent Produkt. Det indeholder altid i varierende Mængder forskellige Stoffer, som enten hidrører fra Malmene eller er kommet til i Ovnene eller ved Efterbehandlingen. Jærnets Indhold af disse Stoffer udgør i det højeste nogle faa Procent; men Arten af Stofferne og den Mængde, hvori de forekommer, giver Jærnet de særlige Egenskaber, som det ved Brugen kommer an paa. Det vigtigste af disse Stoffer er Kulstoffet. Indeholder Jærnet kun lidt Kul (f. Eks. $0{,}_{05}$ %), er det blødt og sejgt samt udmærket smedeligt og svejseligt, idet saadant Jærn ved Opvarmning bliver blødere og blødere, indtil det smelter ved ca. 1500°. Forøges Kulindholdet, stiger Haardheden og Skørheden, medens Smedeligheden og Svejseligheden tager af. Med $0{,}_4$ % Kulindhold er Jærnet hærdeligt, d. v. s. det bliver haardt, hvis det i rødvarm Tilstand hurtigt afkøles i Vand. Man regner dog i Praksis sædvanlig med $0{,}_5$ % Kul som det laveste Kul-

indhold, ved hvilket man kan faa en nævneværdig Hærdning. Med 1,5 % Kulindhold er Haardheden vokset saa stærkt, at Jærnet vanskeligt lader sig smede. Indeholder Jærnet 2,3 % Kul eller mere, gaar det ved Opvarmning lige fra fast og haard Tilstand over i flydende Tilstand, d. v. s. Jærnet smelter pludseligt. Smeltepunktet ligger mellem 1100° og 1200°.

Med stigende Kulindhold aftager altsaa Smedeligheden og Svejseligheden, medens Haardheden stiger, endvidere falder Smeltepunktet.

46. Paa Grund af disse Forhold kan man dele Jærnsorterne i to Hovedgrupper, nemlig:

I. **Raajærn** og **Støbejærn,** som indeholder mere end 2,3 % Kulstof.

II. **Smedeligt Jærn,** som indeholder mindre end 1,5 % Kulstof.

Jærn med et Kulindhold mellem 1,5 % og 2,3 % har ingen teknisk Anvendelse.

## I. Raajærn og Støbejærn.

### A. Raajærn.

47. **Raajærnet** fremstilles i høje Skaktovne, saakaldte Højovne, hvori man fra oven kaster Brændsel, Jærnmalme og Tilslag (d. v. s. slaggedannende Stoffer) i afvekslende Lag. Forneden i Højovnen indføres Blæseluft, hvis Ilt forbrænder de nederste Brændselslag. Derved indledes en Række kemiske Processer, der bevirker, at Jærnet udskilles af Malmene og samler sig paa Højovnens Bund som smeltet Raajærn. Samtidig gaar de fleste af Malmenes Urenheder tilligemed Brændselets Aske i Forbindelse med Tilslaget under Dannelse af Slagge, der ligeledes smelter. Da Slaggen er meget lettere end Raajærnet, lægger den sig i et Lag oven paa dette. Forbrændingsluften, den saakaldte „Giktgas", ledes bort fra Højovnen foroven.

Højovnen modtager altsaa Jærnmalme, Brændsel, Tilslag og Blæseluft og afgiver Raajærn, Slagge og Giktgas.

INDUSTRIFORENINGENS BIBLIOTEK

48. **Malmenes Tilberedning.** Malmene maa ofte underkastes en ret indgaaende Behandling, inden de kan benyttes i Højovnen. Hvis Malmstykkerne er for store, maa de knuses, hvilket sker i Kæbeknusemaskiner eller Valseknusemaskiner. Malme som Jærnspat (kulsurt Jærnforilte) maa ristes, d. v. s. glødes inden Brugen, hvorved Kulsyren gaar bort. Svovlholdige Malme ristes ogsaa, thi ved Glødningen i Luften brænder en Del af Svovlet bort.

I den nyeste Tid er man flere Steder gaaet over til at anvende Malmene i Form af Briketter. Disse fremstilles ved stærk Sammenpresning af løse eller pulveriserede Malme. Forinden Sammenpresningen sorteres Materialet ofte ved Hjælp af Elektromagneter. Visse Jærnilter er nemlig magnetiske, og jo renere Malmstykkerne derfor er, desto stærkere tiltrækkes de af Magneter. Sorteringen udføres paa den Maade, at man lader Malmpulveret falde ned forbi kraftige Elektromagneter. Paa Grund af disses Tiltrækning forrykkes Faldretningen for de reneste Malmdele, som derfor falder i en Bunke for sig selv, medens de Malmdele, der er urene, ikke tiltrækkes videre og derfor omtrent beholder deres naturlige Faldretning.

Efter Presningen ristes Briketterne, hvorved deres Sammenhæng yderligere forøges. Ved Ristningen bortgaar ogsaa noget af det Svovl, som maaske findes i Malmene.

Ved Briketteringen opnaar man den Fordel at faa en renere og mere koncentreret Malm at arbejde med. Derved sparer man Brændsel, ligesom man faar mindre Slagge.

49. **Brændselsmaterialer.** Oprindelig anvendtes i Højovnene udelukkende Trækul. Det dermed fremstillede Raajærn udmærkede sig ved sit ringe Svovlindhold. Efterhaanden som Jærnproduktionen steg, blev Trækullene imidlertid for dyre. For Tiden anvendes kun Trækul i særlig skovrige Lande, f. Eks. Sverrig.

I Stedet for Trækul kan man ogsaa anvende Antracitkul, der udmærker sig ved deres Renhed. Antracitkul er imidlertid ogsaa for dyre og anvendes kun, hvor de forekommer, nemlig i Pensylvanien, Skotland og Rusland.

Det mest anvendte Brændsel er dog Cinders, som er en særlig tæt og haard Koks. Jærnværkerne fremstiller sædvanlig selv deres Cinders i særlig dertil indrettede Ovne. Cinders indeholder altid lidt Svovl, der stammer fra de til Fremstillingen anvendte Stenkul.

Almindelige Stenkul indeholder altid for meget Svovl og lader sig derfor ikke anvende i Højovnene.

50. **Tilslag.** Trods al Rensning er Malmene dog mere eller mindre forurenede af Lerjord, Kalk, Kiselsyre, Fosfor, Svovl m. m. Ved et passende Tilslag af Kalk eller Dolomit ($Ca\,CO_3$, $Mg\,CO_3$) kan man ved Nedsmeltningen i Højovnen faa Lerjord og Kiselsyre udskilt som letsmeltelige Slagger. Kalken forslagger ogsaa en Del af Svovlet. Fosfor lader sig derimod ikke forslagge i Højovnen, men gaar over i Raajærnet. Hvis dette anvendes til Fremstilling af smedeligt Jærn, maa Fosforet fjærnes ved særlige Processer.

51. **Højovnens Indretning.** Højovnen (Fig. 9) er en rund Skaktovn, d. v. s. en taarnformet Ovn fra 15—35 m høj, undertiden endnu højere. Den bygges af ildfast Murværk, hvoraf de Partier, der er stærkest udsat for Varmen, maa være af ekstra god Beskaffenhed. Den øverste Del, Skakten, udvider sig svagt konisk nedad indtil Ovnens videste Sted, derefter kommer Rasten, som indsnævres nedefter og gaar over i Ovnens nederste Del, Stellet, der enten er prismatisk eller cylindrisk. Murværket er forholdsvis tyndt og holdes sammen af svære Jærnbaand. Omkring Ovnens Munding, der kaldes Gikten, er anbragt et saakaldt Giktgulv, hvorfra Paafyldningen af Ovnen sker. Giktgulvet bæres af et Jærnstativ, der er opstillet frit omkring Højovnen. Skakten bæres af en Kreds af Søjler, der staar rundt om Højovnens nederste Del. Stellet og Rasten er i eet Stykke, der frit kan bevæge sig lidt op og ned inden i Skakten. Foroven i Stellet findes en Kreds af Huller f, hvorigennem Blæsten føres ind, lidt længere nede findes et Hul s til Aftapning af Slaggen, og helt nede ved Stellets Bund, lige over for Slaggehullet, findes et Hul t til Aftap-

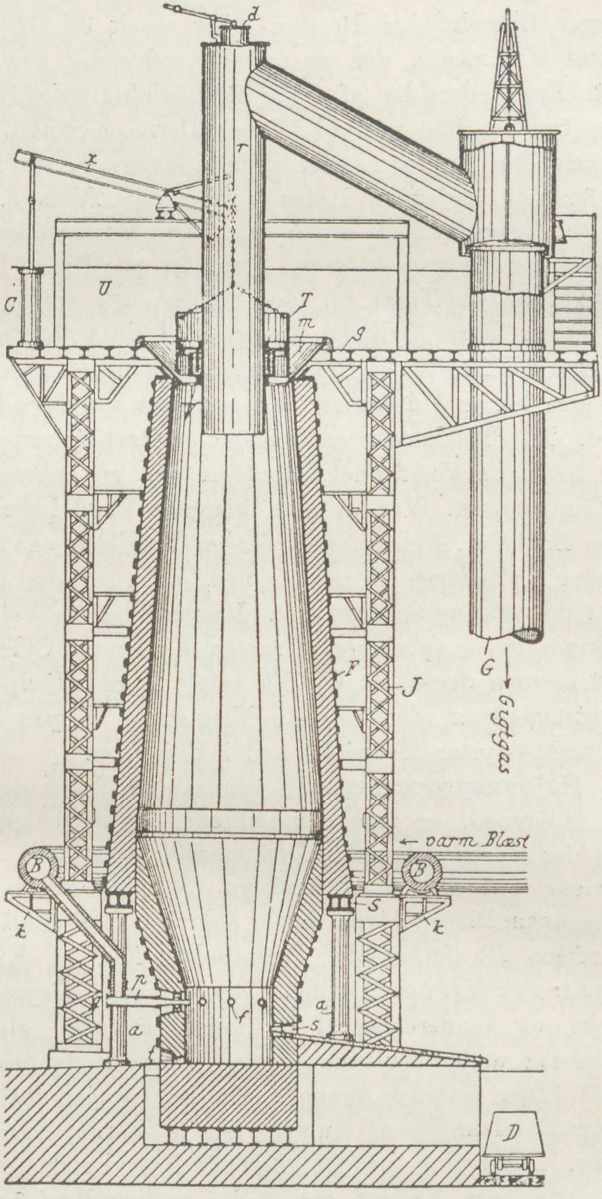



Fig. 9. Efter: H. J. Hannover: Mekanisk Teknologi.

ning af Raajærnet. Lige ud for Rastens øverste Del findes den svære Blæseledning B, som løber rundt om Højovnen og bæres af Knægte, der er anbragt udvendig paa Jærnstativet. Fra Undersiden af denne Ringledning ledes Blæsten gennem tyndere Rør ned til Blæsehullerne i Stellet. Alle de nævnte Rør er foret med ildfast Materiale, da Blæseluften føres til Højovnen i stærkt forvarmet Tilstand. Højovnen er forsynet med et Giktlukke, hvorigennem Aftræksrøret for Giktgassen føres. Som vist paa Fig. 9 bestaar Giktlukket af en Tragt m, der vender den spidse Ende nedad, og en lodret Cylinder T, der med sin nederste Rand slutter tæt til Tragten. I Cylinderen er fastnittet en vandret Plade, som har en Udskæring, der er noget større end Giktgasrøret. Til Pladekanten er befæstet en kort Cylinder, som dypper ned i en ringformet Beholder, der er anbragt omkring Giktgasrøret. Ved at man kommer Vand i den ringformede Beholder, fremkommer der en Vandlaas, saa at man kan hæve Cylinderen T op og ned, uden at der slipper Giktgas ud omkring Giktgasrøret. Raamaterialerne hejses op paa Giktgulvet og anbringes i Tragten m uden om Cylinderen T. Ved at man derpaa et Øjeblik løfter T ved Hjælp af de to Vægtstænger x (den forreste Vægtstang er paa Fig. 9 snittet bort), styrter Materialet ned i Højovnen.

52. **Højovnsprocessen.** De kemiske Processer, der foregaar i Højovnen, er meget indviklede. I Hovedtrækkene antages der at ske følgende: Den stærkt forvarmede Blæseluft drives ved Hjælp af kraftige Cylinderblæsere ind i Stellet gennem Blæsepiberne, der er anbragt i Blæsehullerne f. Blæseluftens Ilt forbrænder Brændselets Kul til Kulsyre, $CO_2$, under stor Varmeudvikling. Den dannede Kulsyre stiger til Vejrs og sønderdeles af de højere liggende glødende Brændselslag under Kulstofoptagelse, hvorved dannes Kulilte, CO. Den saaledes dannede Kulilte optager Malmenes Ilt under Gendannelse af Kulsyre, saa at Jærnet frigøres af Malmene. I Berøring med de glødende Brændselslag optager det frigjorte Jærn Kulstof, saa at der opstaar Raajærn, som

smelter ved den herskende Temperatur og i Draabeform falder ned paa Bunden af Højovnen.

Samtidig med Jærnudskillelsen dannes Slaggen, som ligeledes i smeltet Tilstand falder ned forneden i Ovnen og lægger sig som et beskyttende Lag oven paa Raajærnet. De faldende Raajærnsdraaber er ogsaa omgivet af et tyndt Lag Slagge, hvilket forklarer, at de ikke afkulles af Blæseluftens Ilt ved Faldet gennem den nederste Del af Højovnen.

53. **Giktgassen.** Som nævnt ledes Giktgassen bort fra Højovnen gennem Giktgasrøret. Den kan anvendes paa forskellige Maader, da den indeholder ca. 25 % Kulilte. Den indeholder ogsaa en Del Urenheder og maa derfor renses, inden den kan anvendes. Giktgassen bruges saaledes til Forvarmning af Blæseluften og til Ristning af Malmene. Enkelte Steder bruges den ogsaa til Fyring under Dampkedler. Endelig har Giktgassen i de senere Aar fundet en meget udstrakt Anvendelse til Drift af Gasmotorer. Disse bygges for Tiden i Størrelser paa indtil 6500 HK. og anvendes særlig til Drift af Cylinderblæsere og Dynamoer.

54. Forvarmningen af Blæseluften sker i de saakaldte Regeneratorer, af hvilke der sædvanlig hører 3 til hver Højovn. Regeneratorerne er høje, cylindriske Taarne med hvælvet Top. De er opmuret af ildfaste Sten og udvendig beklædt med en Pladejærnskappe. Inden i Regeneratoren er langs den ene Side opmuret en cylindrisk Ildkanal, der strækker sig helt op til Toppen. Uden omkring denne Ildkanal er Rummet stablet fuldt af ildfaste Mursten, der staar paa Kant. Regeneratoren benyttes paa følgende Maade: Giktgas og Friskluft ledes ind for neden i den indvendige Ildkanal og antændes. Flammen slaar op gennem Ildkanalen, rammer Lofthvælvingen og tvinges derefter ned mellem de opstablede Sten, som opvarmes stærkt, hvorefter Røgen føres bort fra Regeneratorens Bund til en meget høj Skorsten. Efter at Regeneratoren er tilstrækkelig forvarmet, presses Blæseluften af Cylinderblæserne ind forneden og drives op imellem Murstenene til Regeneratorens Top. Derfra gaar

den i stærkt opvarmet Tilstand ned gennem den indvendige Ildkanal og videre hen til Ringledningen om Højovnen.

55. **Højovnsslaggen** aftappes gennem Slaggehullet. Forhen anvendtes Slaggen ikke til noget, men blev ophobet i uhyre Bunker omkring Højovnsværkerne. I de senere Aar har man paa forskellig Maade søgt at anvende Højovnsslaggen. Lader man saaledes den glødende Slagge flyde ud i rindende Vand, størkner den i Korn, saa at man faar Slaggegrus eller Slaggesand. Slaggegruset benyttes som Vejmateriale, medens man af Slaggesandet efter en passende Kalktilsætning kan fremstille Kalkslaggesten. Man kan ogsaa finmale Slaggesandet og blande det sammen med Portlandcement, hvorved man faar det saakaldte Jærnportlandcement. Hvis man blæser en Dampstraale gennem den flydende Højovnsslagge, faar man den saakaldte Slaggeuld, der benyttes som Isoleringsmateriale.

56. **Raajærnets Aftapning.** Højovnen aftappes hver 4de eller 5te Time. Taphullet er lukket med en Lerprop, som stødes itu med svære Brækstænger, hvorefter Raajærnet flyder ud i en Rende i Gulvet. Det ledes enten hen til en Støbehal, hvor det udstøbes som „Pigjærn“ i Forme, der er dannet i Støbehallens Gulv, som bestaar af Støbesand, eller ogsaa tappes Raajærnet ud i en stor Støbeske, der transporterer det hen til en Raajærnsblander, hvor det blandes sammen med Raajærn af tidligere Tapninger. Raajærnsblanderen er en stor Pladejærnsbeholder, som er foret med ildfast Materiale. Fra Raajærnsblanderen tappes Raajærnet senere ud i Støbeskeer, der transporterer det hen til Bessemer- eller Thomasværkerne, hvor det omdannes til smedeligt Jærn. Brugen af Raajærnsblandere medfører den Fordel, at det Raajærn, der tappes ud af den Døgnet rundt, har en temmelig ensartet Sammensætning. Udstøbning af Raajærn direkte fra Højovnen til Brugsgenstande foretages ikke, da Raajærnets Sammensætning svinger alt for stærkt under Højovnens Tapning, og man desuden ved Blanding af forskellige Raajærnssorter kan faa Materiale med bestemte Egenskaber.

57. **Fremmede Stoffer i Raajærnet.** Raajærnet indeholder i større eller mindre Mængde en Del fremmede Stoffer. Som de vigtigste af disse skal anføres: Kulstof, Silicium, Mangan, Fosfor og Svovl.

**Kulstof.** Om Kulstoffets Indflydelse paa Jærn i Almindelighed er talt i § 45. Raajærnet indeholder sædvanlig over 3,5 % Kulstof, og Kulstofindholdet kan højst stige til ca. 7,5 %. Kulstoffet kan efter Raajærnets Størkning optræde frit og er da udskilt i Raajærnet som Grafitblade, eller ogsaa er det kemisk bundet til Jærnet. Denne Jærn-Kulstofforbindelse kaldes Jærnkarbid og er sammensat $Fe_3C$. Om Kulstoffet optræder i den ene eller den anden af disse Former, afhænger især af Mængden og Arten af de andre fremmede Stoffer, som tillige findes i Raajernet. Disse Forhold vil nærmere blive omtalt nedenfor.

**Silicium** hidrører baade fra Malme og Brændsel. Silicium har særlig Betydning derved, at det i Størkningsøjeblikket ved langsom Afkøling udskiller en Del af Raajærnets Kulstof som Grafit, hvorved Raajærnet bliver blødere. Et ringe Siliciumindhold øger Jærnets Haardhed og Styrke, medens et højt Siliciumindhold foraarsager Skørhed, men samtidig forøger Jærnets Modstandsevne overfor Syreangreb.

**Mangan** stammer fra Malmene. Mangan virker modsat Silicium, idet det modvirker Grafitudskillelse. Det forøger derved Raajærnets Haardhed. Manganet har desuden Tilbøjelighed til at forene sig med Svovl og Ilt under Dannelse af Slagge.

**Fosfor** kommer ind i Jærnet baade fra Malm og Brændsel. Det nedsætter Raajærnets Smeltepunkt, hvorved Tyndtflydenheden forøges. Dette har særlig Betydning, naar Raajærnet skal benyttes til Støbejærn (s. d.). Fosfor forøger Skørheden. Dette har dog mindre at sige, hvis Raajærnet skal anvendes til Støbejærn. Skal Raajærnet derimod anvendes til smedeligt Jærn, maa næsten alt Fosforet fjernes, da det smedelige Jærn ellers bliver koldskørt, d. v. s. skørt overfor kold mekanisk Bearbejdning.

**Svovl** stammer ogsaa baade fra Brændsel og Malme og

optages særlig ved lav Temperatur i Højovnen. Svovlet indgaar som Jærnsulfid Fe S, der er haardt og skørt. Sammen med Jærn danner Jærnsulfid en Legering, der smelter ved ca. 975°. Svovl modvirker Grafitudskillelse og gør derfor Raajærnet haardt. Det gør endvidere Raajærnet tyktflydende.

58. **Raajærnssorterne.** Efter Mængden og Arten af de i Raajærnet forekommende fremmede Stoffer skelner man mellem graat Raajærn og hvidt Raajærn.

**Graat Raajærn** karakteriseres særlig ved sit forholdsvis høje Siliciumindhold*). Største Delen af Kulstoffet findes udskilt som Grafitblade. Brækker man et Stykke graat Raajærn over, vil Bruddet ske langs Grafitbladene, fordi Modstanden er mindst der, saa at Brudfladen viser sig graa paa Grund af Grafitbladenes mørke Farve. Graat Raajærn bruges til Støbejærn og som Raamateriale ved Staalfremstilling efter Bessemermethoden.

Til Brug i Jærnstøberierne fremstilles ogsaa et særlig siliciumrigt Raajærn, der kaldes Ferrosilicium, og som indeholder 10—18 % Si.

**Hvidt Raajærn** indeholder kun lidt Silicium**). Omtrent alt Kulstoffet er kemisk bundet til Jærnet. Hvidt Raajærn er skørt og saa haardt, at man ikke kan file deri med en Fil. Bruddet er hvidt og straalet. Hvidt Raajærn bruges som Raamateriale ved Svejsejærnsfremstilling og ved Martinstaalsfremstilling. Hvis det indeholder tilstrækkeligt Fosfor, anvendes det ogsaa som Raamateriale ved Fremstilling af Thomasstaal. Endvidere benyttes hvidt Raajærn ved Fremstilling af hammerbart Støbegods.

Man fremstiller ogsaa hvide Raajærnssorter med et ekstra højt Kulstof- og Manganindhold, nemlig Spejljærn og

*) De graa Raajærnssorters Sammensætning er sædvanlig: 2,5 à 4 % Kulstof, 1,5 à 3,3 % Silicium, 0,3 à 3,9 % Mangan, 0,2 à 1,8 % Fosfor og 0,01 à 0,02 % Svovl.

**) De hvide Raajærnssorter indeholder sædvanlig: 2,5 à 3,5 % Kulstof, 0,2 à 0,5 % Silicium, 0,5 à 3,8 % Mangan, 0,2 à 2,5 % Fosfor og 0,02 à 0,1 % Svovl.

Ferromangan. Disse Raajærnssorter bruges særlig ved Fremstilling af Staal i flydende Tilstand.

## B. Støbejærn.

Støbejærn fremstilles af Raajærn ved Omsmeltning i særlige Ovne. Efter Arten og Mængden af de i Støbejærnet forekommende fremmede Stoffer, skelner man ligesom ved Raajærnet mellem graat og hvidt Støbejærn.

59. **Fremstilling af almindeligt Støbejærn.** Til almindeligt Støbejærn anvendes graat Raajærn, der indkøbes i Form af Pigjærn. Ved Fremstilling af de forskellige Slags Støbejærn benyttes forskellige Raajærnssorter.

Støbejærnets Sammensætning retter sig nemlig efter Støbegodsets Art, dets Godstykkelse, Tæthed, Styrke, Pris o. s. v. Man fremstiller derfor det til et bestemt Brug bedst egnede Støbejærn ved passende Blanding af forskellige Sorter Raajærn, gammelt Støbejærn og eventuelt Staalaffald, samt tillige slaggedannende Stoffer.

Den afvejede Mængde Jærn smeltes i særlige Ovne, hyppigst i de saakaldte Kupolovne, der er Skaktovne af en noget lignende Konstruktion som Højovnen, men langt mindre.

60. Under Nedsmeltningen i Kupolovnen ændres Jærnets Sammensætning paa forskellig Maade. Kulstofindholdet kommer sædvanlig til at udgøre ca. 3 à 3,5 %, idet stærk kulstofholdigt Jærn faar noget af sit Kulstof bortbrændt, medens paa den anden Side kulstoffattigt Jærn optager Kulstof fra Brændselet. Fosforindholdet holder sig omtrent konstant, hvorimod Silicium- og Manganindholdet aftager, medens Svovlindholdet tiltager lidt paa Grund af Brændselets Indhold af Svovl. Man bruger nemlig Cinders.

Det smeltede Støbejærn samles i et særligt Rum i Kupolovnen, hvorfra det tappes i Støbeskeerne for et udstøbes i Formene.

61. **Støbejærnets Formning og Udstøbning.** Støbejærnets væsentligste Fordel er, at man let kan give det indviklede og sammensatte Former, som det vilde være vanske-

ligt eller umuligt at fremstille ved Smedning. I Regelen begynder man med at fremstille en Model af Godset. Denne kan udføres af Metal, Gibs og lign., men er hyppigst af Træ. Den maa være ca. 1 % større end den færdige Støbejærnsgenstand, fordi denne trækker sig sammen under Afkølingen efter Størkningen.

Med Modellen fremstiller man derefter en „Form", hvori Jærnet kan udstøbes. Til Bygningsstøbegods forfærdiges Formen næsten altid af „Formsand", d. v. s. skarpkantet Bakkesand med et ringe Lerindhold. Det bruges altid i fugtig Tilstand, fordi Leret da gør det saa sammenhængende, at det kan taale det smeltede Jærns Tryk. Desuden indeholder Formsandet noget indblandet, fintmalet Stenkulspulver, der skal forhindre det i at smelte fast paa Støbegodset.

Formen fremstilles paa følgende Maade. Modellen er i Reglen delt i to eller flere Stykker. Uden om Modellens ene Stykke lægges en Jærnramme — „Formkassen" —, og Sandet stampes passende fast derom. Derefter vendes Kassen med Modellen siddende fast i Sandet. Den øvrige Del af Modellen lægges paa den i Sandet siddende, og der anbringes en ny Formkasse oven paa den første, idet dens rigtige Stilling sikres ved Styretappe. Derpaa stampes ogsaa denne Kasse fuld af Formsand; samtidig udsparer man Kanaler, hvorigennem Støbejærnet senere kan hældes ind i Formen, de saakaldte „Indløb".

De to Formparter skilles atter fra hinanden, og Modellen tages ud af Sandet. Af den Grund maa Modellen have „Slip", d. v. s. den maa have en saadan Form, at den kan tages ud, uden at Sandformen rives i Stykker. Dette Forhold maa man have Opmærksomheden henvendt paa ved Konstruktion af Støbegods, og ofte kan smaa uvæsentlige Ændringer lette Formningen meget.

Naar de to Formparter atter samles, vil der være dannet et Hulrum, hvori det smeltede Støbejærn hældes. Ved Afkølingen størkner Jærnet, og derefter trækker det sig yderligere sammen. Hvis Genstanden er af uens Godstykkelse, vil de tyndeste Dele størkne først og begynde at trække sig

sammen, medens de tykke endnu er flydende. Naar disse senere størkner og trækker sig sammen, kan der opstaa Spændinger i Godset, der kan foraarsage, at det kaster sig eller revner. Støbegods bør derfor saa vidt muligt have samme Godstykkelse overalt.

Hvis der skal være Hulrum i Godset (f. Eks. en hul Søjle), indlægges der løse Formdele — „Kærner" — i Sandformen. Kærnerne fremstilles i Reglen af sandblandet Ler, hvori der er blandet organiske Stoffer som Tørvefibre, Hestegødning og lign., for at de ikke skal revne, naar de tørres. De forsynes med Jærnstivere, for at de ikke skal gaa i Stykker, og Hulrummene maa derfor gøres saa store, at Kærnen kan afstives tilstrækkeligt, fordi den ellers vil krumme sig. Hulrummet i støbte Søjler maa derfor ikke gøres for lille, thi i saa Fald bliver Søjlens Tværsnit excentrisk.

62. **Støbegodsets Efterbearbejdning.** Efter at Støbegodset er fjernet af Formen, brækkes Indløbet af. Dernæst fjernes Rester af Indløb samt endvidere Støbegraderne ved Slibning. Støbegraderne er smaa Rande og Fremspring, der findes paa Støbegodsets Overflade, og som f. Eks. er opstaaet ved, at lidt Støbejærn er trængt ind mellem Formens Skilleflader eller ind i Luftstik, der har været ført for dybt ned. Støbegraderne bestaar af hvidt Raajærn, thi Afkølingen er foregaaet saa hurtig, at der ikke er bleven Tid til Grafitudskillelse. De er derfor blevet meget haarde og kan vanskeligt fjernes med Fil. Støbegodsets Overflade, den saakaldte „Støbeskal", er ogsaa meget haard, da den er hurtig afkølet, den er tillige forurenet mere eller mindre af fastbrændt Formemateriale. Støbegodset maa derfor renses, hvilket oftest sker med Staaltraadskrasbørster.

Det rensede Støbejærn gaar nu til Maskinværkstedet, hvor det underkastes de nødvendige mekaniske Bearbejdninger som Høvling, Drejning, Boring, Blankslibning, Polering o. s. v. Det raa Støbejærns Overflade forsynes gerne med et eller andet Overtræk, dels for Udseendets Skyld og dels for at forhindre Rustdannelse. Som Overtræk anvendes Maling, Asfalt, Emaille m. m.

63. **Støbejærnets Anvendelse.** Da Støbejærn er billigt og let at fremstille, finder det en meget udstrakt Anvendelse i Tekniken. Som ovenfor nævnt kan man fremstille Støbejærn med meget forskellige Egenskaber ved passende Sammenblanding af Raajærnssorter, gammelt Støbejærn og eventuelt Staalaffald. Ved Fremstillingen gælder det imidlertid om at bruge Blandinger, der egner sig for den tilsigtede Anvendelse af Støbegodset. Efter Anvendelsen kan man skelne mellen: Almindeligt Støbegods, Maskingods og Specialgods. Her skal kun omtales:

64. **Almindeligt Støbegods.** Hertil regner man alt Støbegods, til hvilket der kun stilles de almindelige Fordringer i Retning af let Bearbejdelighed, Tæthed og godt Udseende, f. Eks. Bygningsgods, Støbejærnsrør, Kakkelovns- og Komfurgods, Armaturgenstande og lignende Gods. Det fremstilles gerne af ret fosforholdigt (indtil 1,3 %) Støbejærn, som er billigt og paa Grund af Fosforindholdet tillige tyndtflydende, saa at det giver smukt Støbegods. Fosforindholdet forøger ganske vist Skørheden, men det har ved de ovennævnte Anvendelser mindre Betydning. Svovlindholdet bør ikke overstige 0,12 %.

65. **Støbejærnets Rusten.** Støbejærn angribes ikke videre af Rust, naar det er bedækket med Støbeskallen. Derimod opløses det af Havvand og syreholdigt Vand under Dannelse af en porøs Masse, der hovedsagelig bestaar af Grafit. Se iøvrigt Afsnittet om „Jærnets Rusten".

66. **Modtagelse af en Støbejærnsleverance.** Naar man modtager det færdige Støbegods, bør dette underkastes et grundigt Eftersyn. Støbegodset kan baade have synlige Støbefejl og indeholde Blærer tæt ved Overfladen. Da synlige Støbefejl undertiden søges dækkede ved Opfyldning med Kit, hvorefter hele Stykket omhyggeligt males, bør man forlange, at Støbegodset ved Afleveringen ikke maa være malet, men kun ferniseret. Hvis det afleveres i malet Tilstand, bør Modtageren flere Steder gennemskrabe eller gennemskære Malingen for at at søge efter Huller, selv om ogsaa Malingen derved fuldstændig ødelægges. Blærer i Nærheden af Overfladen

kan let slaas ind ved Brugen af Støbegodset, saa at der opstaar grimme, dybe Gruber. Man bør derfor overhamre Støbegodset for at faa konstateret, at der ingen saadanne skadelige Blærer findes.

## II. Smedeligt Jærn.

### Det smedelige Jærns Fremstilling og Anvendelse.

67. Som omtalt § 45 er Jærn med et Kulstofindhold paa 1,5 % og derunder smedeligt, og Smedeligheden samt Svejseligheden tiltager, jo mere Kulstofindholdet aftager. Samme Sted er endvidere omtalt, at Jærn med 0,5 % Kulstof og derover er hærdeligt, samt at Hærdeligheden, men tillige ogsaa Skørheden tiltager med voksende Kulstofindhold.

Ved det smedelige Jærns Anvendelse har dets Hærdelighed samt Smedelighed og Svejselighed til alle Tider spillet en stor Rolle. Allerede tidligt gav man det Jærn, der kunde modtage en brugelig Hærdning, et særligt Navn, Staal, medens alt det øvrige kaldes Jærn eller Svejsejærn. Efterhaanden som Kulturen skred frem, opstod der nye Methoder til Fremstilling af Staal og Jærn, hvorved disse Materialers Kvalitet og Egenskaber i mange Henseender forandredes, uden at Hovedforskellen ophævedes. Det var særlig i forrige Aarhundrede, at Udviklingen i denne Henseende tog Fart, nemlig ved Bessemer-, Thomas- og Martinprocessens Fremkomst i Aarhundredets sidste Halvdel. Sidstnævnte Processer revolutionerede Jærnindustrien, og i de Aar, da gammelt og nyt mødtes paa Jærnmarkedet i skarp, hensynsløs Konkurrence, opstod der en saadan Forvirring i Begreberne »Jærn og Staal", at vi endnu ikke har forvundet Følgerne. I Afsnittet „Jærnet som Handelsvare" er disse Forhold nærmere oplyst.

68. Som Forholdene har udviklet sig, skelner man mellem to Hovedgrupper, nemlig:

**Smedeligt Jærn fremstillet i dejgagtig Tilstand.** Efter Kulstofindholdet kaldes det henholdsvis **Svejsejærn** eller **Svejsestaal.**

**Smedeligt Jærn fremstillet i flydende Tilstand.** Det kaldes altsammen **Staal** uden Hensyn til, om det er hærdeligt eller ikke. Staal, der kan hærdes, kaldes dog i Almindelighed „haardt Staal“, medens det uhærdelige Staal kaldes „blødt Staal“. Nogen skarp Grænse er der imidlertid ikke mellem de to Sorter; de glider jævnt over i hinanden.

## a. Smedeligt Jærn fremstillet i dejgagtig Tilstand.

### Svejsejærn og Svejsestaal.

69. **Svejsejærn** fremstilles ved Afkulning af Raajærn. Raajærnet nedsmeltes i særlige Ovne af en iltholdig Flamme, hvis Ilt bortbrænder dets Kulstof. Efter Afkulningen fremtræder det i Ovnene som hvidglødende, dejgagtige Klumper, saakaldte „Lupper“. Ved Afkulningen af det smeltede Raajærn stiger nemlig dettes Smeltepunkt, og da Afkulningen foregaar ved en Ovntemperatur, der ikke ligger ret langt over Raajærnets Smeltepunkt, kan det fremstillede kulstoffattige Jærn ikke holde sig flydende. Samtidig med Kulstoffets Bortbrænding forslagges ogsaa de fleste af Raajærnets Urenheder. Den hvidglødende dejgagtige Luppe indeholder derfor en Mængde Slagge, der søges fjærnet ved mekanisk Bearbejdning. Den bearbejdes f. Eks. under en Damphammer, hvorved en Del af Slaggen presses ud, hvorefter den strækkes ud til en flad Skinne, en „Raaskinne“, der hugges i lige lange Stykker. Af Stykkerne danner man en Pakke, en saakaldt „Kat“, der ophedes til Svejsevarme i en Svejseovn og sammensvejses og udstrækkes til en flad Skinne under en Damphammer eller i et Valseværk, hvorved atter noget af Slaggen fjernes. For hver Gang denne Behandling gentages forbedres Svejsejærnet, det bliver mere slaggefrit og ensartet samt faar en udpræget senet Struktur.

70. **Svejsestaal** kan fremstilles paa samme Maade som Svejsejærn, hvis man til Fremstillingen bruger særlig manganrigt Raajærn. Manganet sinker nemlig Afkulningen, saa at man bedre er i Stand til at kontrollere, naar der er bortbrændt en passende Kulstofmængde. Det saaledes fremstil-

lede Svejsestaal er imidlertid af en temmelig tarvelig Beskaffenhed, da det endnu indeholder for meget af Raajærnets Urenheder.

Det bedste Svejsestaal fremstilles derfor ved Opkulning af Svejsejærn, og Svejsestaal, fremstillet paa den Maade, kaldes Cementstaal.

Saavel Svejsestaal som Cementstaal indeholder Slagge.

71. **Svejsejærns og Svejsestaals Anvendelse.** Svejsejærnet anvendes ikke saa meget nu som tidligere, idet det de fleste Steder fortrænges af blødt Staal fremstillet i flydende Tilstand. Da Svejsejærnet i særlig Grad er smedeligt og svejseligt, finder det dog endnu nogen Anvendelse i Smedierne til Fremstilling af saadanne Ting, hvor der stilles særlige Krav i Retning af Smedelighed og Svejselighed*). Det anvendes ogsaa noget til Kæder, Nitter, Bolte, Søm m. m. Søm og Bolte af Svejsejærn modstaar bedre Rustangreb end almindeligt blødt Staal, hvilket har Betydning ved Havnebygningen, hvor man med Fordel anvender Svejsejærnsbolte.

Svejsestaal og navnlig Cementstaal anvendes hovedsagelig som Raamateriale ved Fremstilling af Digestaal. De bedste Sorter Cementstaal anvendes dog ogsaa en Del til finere Værktøjer, Knive, Sakse og lignende.

## b. Smedeligt Jærn fremstillet i flydende Tilstand. Digelstaal, Bessemerstaal, Thomasstaal, Martinstaal, Elektrostaal.

### Staalsorternes Fremstilling.

72. **Digelstaal.** Digelstaalet fremstilles ved Omsmeltning af Svejsestaal eller Cementstaal i Digler af ildfast Ler og Grafit. Man bruger sædvanlig Cementstaal. Undertiden tilsætter man mindre Mængder af Martinstaalsaffald paa Grund af dets Billighed, særlig hvis Digelstaalet skal anvendes til Staalstøbegods, d. v. s. udstøbes direkte til Brugsgenstande. Ønsker man at fremstille specielle Digelstaalsorter, f. Eks.

*) f. Eks. til Kunstsmedearbejder.

specielt Væktøjsstaal, blandes Cementstaalet med passende Mængder af visse Metaller, f. Eks. Krom, Wolfram eller Mangan. Ved Omsmeltningen i Diglerne frigøres Cementstaalets Slagge, hvorefter den samler sig oven paa det smeltede Staal. Staalets Sammensætning ændres ikke nævneværdigt under Omsmeltningen, thi den tæt tillukkede Digel forhindrer, at Forbrændingsprodukterne kommer i direkte Berøring med Staalet. Ved Omsmeltningen erholdes imidlertid et renere, mere ensartet og derfor stærkere Staal.

73. **Bessemerstaal.** Bessemerprocessen opfandtes 1855 af Englænderen Henry Bessemer, og den gaar ud paa en Afkulning af smeltet Raajærn ved at man blæser Luft igennem Raajærnet. Luftens Ilt bortbrænder da Raajærnets Kulstof under Dannelse af Kulilte. Afkulningen foregaar i en saakaldt Bessemerpære eller Konverter, der har nogen Lighed med en Pære, hvis spidse Ende er bøjet til Siden og skraat afskaaret som vist i Fig. 10 *b*, der viser et lodret Snit gennem en Bessemerpære. Pæren er hul, og Mundingen findes foroven i den skraat afskaarne Ende. Pæren er fremstillet af Jærnplader og er indvendig forsynet med et ildfast kiselsurt For, som er en Blanding af malet Sandsten og ildfast Ler. Omkring Midten er fastgjort en svær Jærnring, der har to Tappe, ved hvilke Pæren ophænges i svære Lejer. Den ene Tap bærer paa Enden et cylindrisk Tandhjul, der benyttes til Drejning af Pæren. Den anden Tap er udboret i Midten, Fig. 10 *a*, og fra Udboringens inderste Ende fører et Rør ned til et Luftkammer *V* under Pærens Bundstykke. I Bundstykket findes en Mængde snævre lodrette Kanaler, der fører ind til Pærens Hulrum. Da Bundstykket er udsat for stærk Opvarmning, maa det jævnlig fornyes; det har derfor Form som en Keglestub og kan tages nedenud af Pæren, naar Vindkammeret fjernes. Fig. 10 *c* viser et Bundstykke set fra oven.

Der anvendes graat Raajærn, som enten i Form af Pigjærn nedsmeltes i en Kupolovn eller ogsaa i smeltet Tilstand tappes af en Raajærnsblander og føres hen til Bessemerpæren i en stor Køreske eller Kranske. Ved Paafyldningen svinges

Pæren om i vandret Stilling, saa at Mundingen viser opad, hvorefter der fyldes saa meget Raajærn i den, at Raajærnets Overflade stiller sig lige under de laveste Vindhuller. Derpaa sættes Blæsten til, samtidig med at Pæren rejses op i lodret Stilling. Hvis der ved Blæsningen ikke skete andet, end at Blæstens Ilt bortbrændte Raajærnets Kulstof, vilde Pærens Indhold snart stivne, thi ved Afkulningen stiger Smeltepunktet, medens Temperaturen ikke samtidig stiger saa

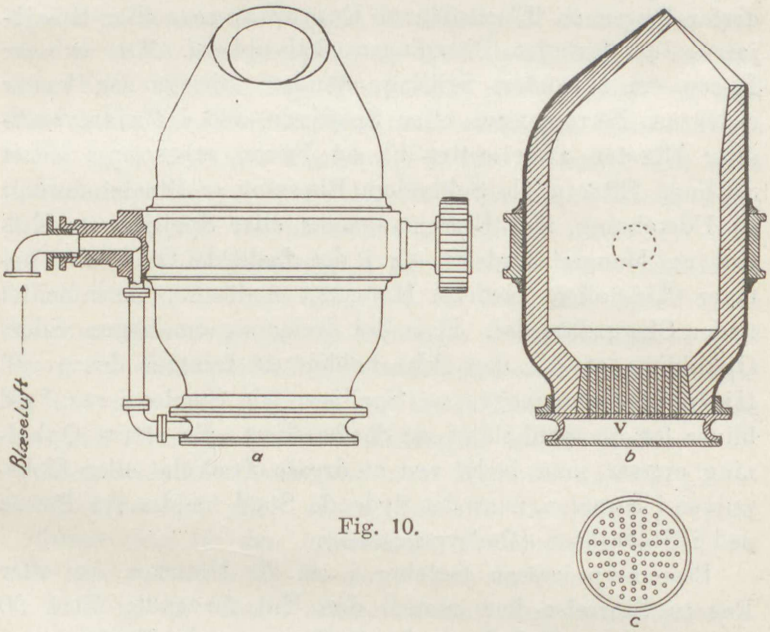



Fig. 10.

meget, at det dannede Staal kan holde sig flydende. Blæseluftens Ilt forslagger imidlertid ogsaa Raajærnets Silicium og Mangan, hvilket sker under saa stærk en Varmeudvikling, at Temperaturen i Pæren stiger flere Hundreder Grader. Under Blæsningen slaar en kraftig Flamme med stor Larm ud af Pærens Munding. Af Flammens Farve og Udseende kan Værkmesteren følge Processens Gang og standse Blæsten paa det rette Tidspunkt. Som Regel maa man afkulle Staalet mere end ønskeligt for den senere Anvendelse; man faar



INDUSTRIFORENINGENS BIBLIOTEK

ellers ikke bortbrændt tilstrækkelig meget af Raajærnets Urenheder. Under Blæsningen iltes ogsaa noget Jærn til Jærnforilte, der opløses i Staalet, men udskilles ved Størkningen og gør Staalet rødskørt. En Del af det udskilte Jærnforilte kan ogsaa reduceres af Kulstof fra Staalet, hvorved der dannes Kulilte, hvilket har den uheldige Følge, at der opstaar Blærer i Staalet, naar det efter Udstøbningen henstaar til Afkøling i Formene. Dels for at øge Kulholdigheden og dels for at uskadeliggøre Jærnforiltet giver man derfor Pæren en Tilsætning af Ferromangan eller Spejljærn, lige forinden Blæsningen skal ophøre. Man svinger Pæren om i vandret Stilling, standser Blæsten og kaster rødvarmt Ferromangan eller Spejljærn ned i Pæren, hvorefter Blæsten atter sættes til, og Pæren rejses op i lodret Stilling. Efter nogle Sekunders Blæsning er Staalet færdigt til Udstøbning, idet Ferromanganets eller Spejljærnets Kulstof og Mangan fordeler sig i det flydende Staal, der optager Kulstoffet, medens Manganet reducerer Jærnforiltet under Slaggedannelse. Hvis det drejer sig om nogen videre Opkulning, er det dog ikke heldigt at foretage denne ved Hjælp af Ferromangan og Spejljærn, da Staalet i saa Fald bliver for manganholdigt og derfor skørt. En større Opkulning opnaar man bedst ved at drysse Trækuls- eller Kokspulver i Straalen, naar det flydende Staal hældes fra Pæren ned i Støbeskeen (Darbyprocessen).

Bessemerprocessen forløber i ca. 20 Minutter, og efter Pærens Størrelse kan man i den Tid forvandle 15 à 20 Tons Raajærn til flydende Staal. Det anvendte Raajærn maa være fosforfrit*), thi Fosfor lader sig ikke bortbrænde af Blæseluftens Ilt ved Tilstedeværelse af kiselsyrerig Slagge, og det gaar derfor over i Staalet, som bliver koldskørt (se Fosfor § 57). Da Hovedmængden af alt Raajærn er fosforholdigt, fik Bessemerprocessen ikke den Betydning, som man fra Begyndelsen af havde tænkt sig.

74. **Thomasstaal.** Da man ikke i en almindelig Bessemerpære kunde fremstille brugeligt Staal af fosforholdigt

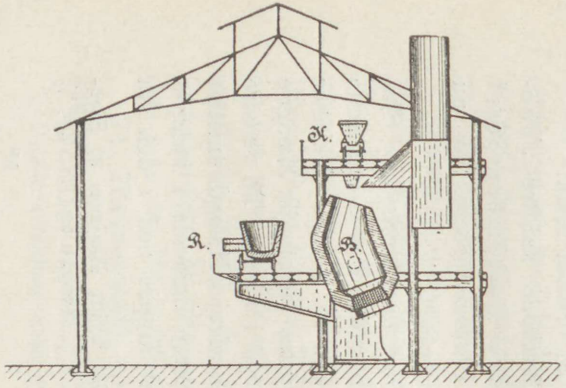
*) Bessemerraajærn maa højst indeholde 0,1 % Fosfor.

Raajærn, og det paa den anden Side var af den største Betydning ogsaa at gøre det fosforholdige Raajærn tilgængeligt for Bessemerprocessen, blev der saavel af Videnskabsmænd som af Teknikere arbejdet energisk paa at udfinde Methoder til Fosforets Fjernelse. Bestræbelserne gik dels ud paa at fjerne Fosforet af Raajærnet inden Behandlingen i Pæren og dels paa at forslagge Fosforet i selve Pæren. Den første Methode førte ikke til heldige Resultater, og den anden Methode syntes i lang Tid heller ikke at skulle lykkes. Man indsaa, at Fosfor kunde forslagges ved Hjælp af Kalk, men hvis man giver en Bessemerpære et Kalktilslag, saa vil den basiske Kalk ved den høje Temperatur straks forene sig med Pærens kiselsure For, hvorved dette ødelægges. Man forsøgte derfor at erstatte det kiselsure For med et basisk For, men dette mislykkedes i lang Tid, fordi man ikke kunde fremstille et For, der var tilstrækkelig holdbart. Endelig i 1878 lykkedes det Englænderen S. G. Thomas at fremstille et basisk For af Dolomit ($Mg\,CO_3$, $Ca\,CO_3$), der brændtes til Sintring, pulveriseredes og anbragtes i Bessemerpæren med Tjære som Bindemiddel. Det saaledes fremstillede For viste sig at være meget ildfast og tilstrækkelig holdbart, naar man gav Pæren et passende Tilslag af brændt Kalk.

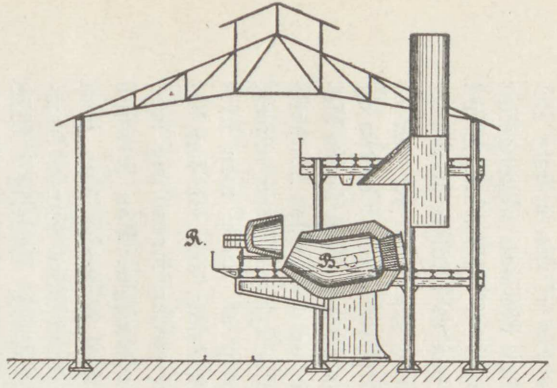
Den saaledes fremkomne nye Methode kaldtes „Thomasprocessen“ eller „Den basiske Bessemerproces“ i Modsætning til den oprindelige Bessemerproces, der nu blev kaldt „Den sure Bessemerproces“.

75. Fig. 11 viser i skematisk Snit fire forskellige Stadier af Thomasprocessen. Fig. 11 *a* viser Pæren staaende omtrent lodret. Fra en lille Kalkvogn *K*, der paa Skinner køres hen over Pærens Munding, styrtes en afvejet Mængde brændt Kalk gennem en lille Tragt ned i Pæren. Til venstre for Pæren holder Køreskeen *R* med en afvejet Mængde smeltet hvidt Raajærn*). Fig. 11 *b* viser Pæren liggende i vandret Stilling, medens Raajærnet langsomt kippes ned i den fra

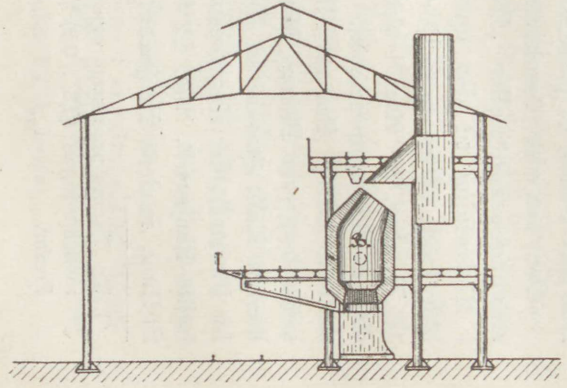
*) Til Thomasprocessen egner sig bedst hvidt Raajærn af Sammensætningen: (0,3, à 0,5) % Silicium, 2 % Mangan og (1,8 à 2,5) % Fosfor.



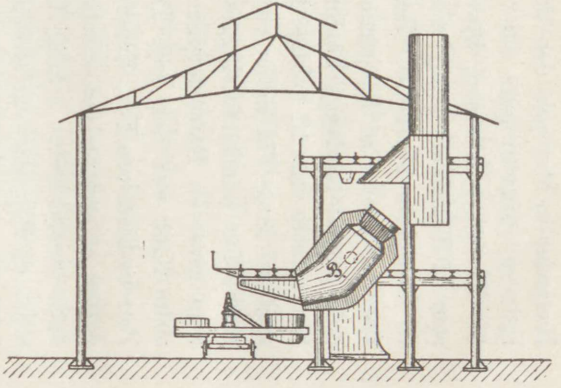

Figur A.




Figur B.




Figur C.




Figur D.

Fig. 11.

Køreskeen. Dernæst sættes Blæsten til, Pæren rejses op i lodret Stilling, Fig. 11 *c*, og Flammen slaar op gennem den viste Skorsten. De kemiske Processer forløber nu i Førstningen paa lignende Maade som ved den sure Proces, idet der først forslagges Silicium og Mangan, der forener sig med Kalken til en basisk Slagge, hvorefter Kulstoffet bortbrændes. Naar omtrent alt Kulstoffet er bortbrændt, begynder Forslagningen af Fosforet, idet Blæseluftens Ilt under stor Varmeudvikling forbrænder Fosforet til $P_2O_5$, der sammen med Kalken danner fosforsur Kalk. Den saaledes dannede Slagge kaldes „Thomasslagge" og er et værdifuldt Biprodukt, der i fint pulveriseret Tilstand bruges som Gødningsstof. Naar Staalet er tilstrækkelig fosforfrit, hvilket undersøges ved, at man udtager en Skeprøve, der udstøbes og udsmedes til en Skive, som afkøles og prøves for Koldskørhed, lægges Pæren ned i vandret Stilling, Blæsten indstilles, og Thomasslaggen aftappes. Ligesom ved den sure Bessemerproces nedkastes dernæst rødvarmt Ferromangan eller Spejljærn i Pæren, Blæsten sættes til, og Pæren rejses op i lodret Stilling. Efter nogle Sekunders Blæsning lægges Pæren atter ned i vandret Stilling, Blæsten indstilles, og Thomasstaalet er færdigt til Tapning. Fig. 11 *d* viser Tapningen. Køreskeen holder nede paa Gulvet paa et Skinnespor. Til højre stikker selve Skeen ind under Pæren, til venstre findes en svær Kontravægt, der efterhaanden som Staalet fylder Skeen, skydes længere og længere ud til venstre for at forhindre Støbeskeens Kæntring.

Under Tapningen opkuller man Staalet efter Darbys Methode. Denne Form for Opkulning har særlig Betydning ved Thomasprocessen, hvor der næsten altid maa foretages en stærk Opkulning, da saa at sige alt Kulstof maa bortbrændes, inden Fosforet kan forslagges.

Selve Thomasprocessen er dyrere end den sure Bessemerproces. Paa den anden Side er fosforholdigt Raajærn billigere end fosforfrit Raajærn, endvidere har Thomasslaggen en ikke ringe Værdi, saa at Thomasstaalet dog kan sælges billigere end Bessemerstaalet.

76. **Martinstaal.** Samtidig med at Bessemerprocessen fremkom, arbejdede man ogsaa ud fra andre Synspunkter paa at finde nye Methoder til Afkulning af Raajærn. Sammensmeltede man en Blanding af Raajærn og smedeligt Jærn samt eventuelt noget Jærnmalm, maatte man kunne fremstille Jærn, hvis Kulstofindhold var et Middeltal af de anvendte Jærnsorters; endvidere antog man, at Malmens Ilt vilde reducere noget af Jærnblandingens Kulstof. Methoden gik ogsaa i det smaa, naar man foretog Nedsmeltningen i Digler; men hvis man foretog Nedsmeltningen i Flammeovne, var Methoden uanvendelig, fordi man ikke kunde tilvejebringe saa høj en Temperatur i Datidens Flammeovne, at det fremstillede Staal kunde holde sig flydende. I 1865 lykkedes det imidlertid Franskmanden Pierre Martin, ved Benyttelsen af den nylig opfundne Siemens Regenerativfyring at konstruere en Gasflammeovn, hvori der kunde tilvejebringes en tilstrækkelig høj Temperatur. Ved Siemens Regenerativfyring anvendes Generatorgas*), og man lader ikke den hede Forbrændingsluft gaa lige fra Ovnen og til Skorstenen, men bruger den først til Forvarmning af Generatorgassen og den til Forbrændingen nødvendige Friskluft paa lignende Maade som ved Højovnens Blæstforvarmere. Da baade Generatorgas og Friskluft ledes ind i Ovnen i stærkt opvarmet Tilstand, opnaar man ved Forbrændingen en meget høj Ovntemperatur. Oprindelig arbejdede Pierre Martin kun paa at fremstille Staal til Geværfabrikation. Han nedsmeltede Puddelstaal eller Svejsejærn i et Raajærnsbad og foretog Nedsmeltningen med det lavest mulige Iltoverskud i Gasflammen, for at der ikke skulde opstaa skadelige Ilter. Den oprindelige Martinproces kan derfor karakteriseres som en Cementering af smedeligt Jærn i et Raajærnsbad. Efterhaanden ændredes Processen, og i Nutiden arbejdes med iltholdig Flamme, saa at Raajærnets Urenheder iltes og forslagges, og for yderligere at fremme Iltningen tilsættes undertiden

*) Eller hvor Forholdene tillader det Giktgas, Stenkulsgas og undertiden ogsaa Oliefyring.

Jærnmalm (Jærnilter), medens Affald af smedeligt Jærn kun sættes til for paany at nyttiggøre dette.

Fig. 12 viser skematisk to Snit gennem en Martinovn, Fig. 12 *a* et Længdesnit, og Fig. 12 *b* et Tværsnit. Foroven findes Herden, der er fremstillet af svære Jærnplader og bæres af et System af Jærndragere. Af Hensyn til den stærke Opvarmning afkøles Herden af kold Luft, der stryger hen under den. Herden er beklædt med et ildfast For, der enten er „surt" eller „basisk", eftersom „Indsatsen", d. v. s. Raajærn, Jærnaffald og Jærnmalme, er fosforfri eller fosforholdig. Under Herden findes Regeneratoranlægget. Dette bestaar af fire Kamre $L_1$, $G_1$, $G_2$ og $L_2$, som er stablet fulde af ildfaste Mursten, der staar paa Højkant. Ovnen opvarmes, inden Jærnet indsættes. Gennem vandrette Kanaler, der fører ind under Kamrenes Bund, ledes Luft til $L_1$ og Gas til $G_1$. Luftarterne stiger op gennem Kamrene og videre, saaledes som Pilene viser paa Fig. 12 *a*, gennem lodrette Kanaler til Ovnrummet. Her sker Antændelsen, og Flammen slaar over Herden. Forbrændingsprodukterne suges af Skorstenstrækket ned gennem de lodrette Kanaler til højre, gennem Kanalerne $G_2$, $L_2$ og de vandrette Kanaler under Kamrene til Skorstenen. Paa Vejen gennem $G_2$ og $L_2$ afgiver Forbrændingsprodukterne Varme til de opstablede Sten, som tilsidst bliver hvidglødende. Efter nogen Tids Forløb skiftes Trækkets Retning i Ovnen, idet man leder Gassen til $G_2$ og Luften til $L_2$, medens Kamrene $L_1$ og $G_1$ sættes i Forbindelse med Skorstenen. Skorstenstrækket suger nu Forbrændingsluften op gennem $L_2$ og $G_2$, hvis hvidglødende Sten derved afgiver noget af deres Varme, saa at Gas og Luft træder ind i Ovnen i stærk forvarmet Tilstand. Ved Forbrænding af saadan stærk forvarmet Forbrændingsluft vil Ovntemperaturen stige betydeligt. Forbrændingsprodukterne suges ned gennem Kamrene $L_1$ og $G_1$, hvis Sten derved opvarmes. Naar Stenene i $L_2$ og $G_2$ efter nogen Tids Forløb er blevet afkølede til et vist Punkt, skiftes Trækretningen atter, og Opvarmningen gaar som først beskrevet, indtil der paany skiftes Trækretning o. s. v.

INDUSTRIFORENINGENS BIBLIOTEK

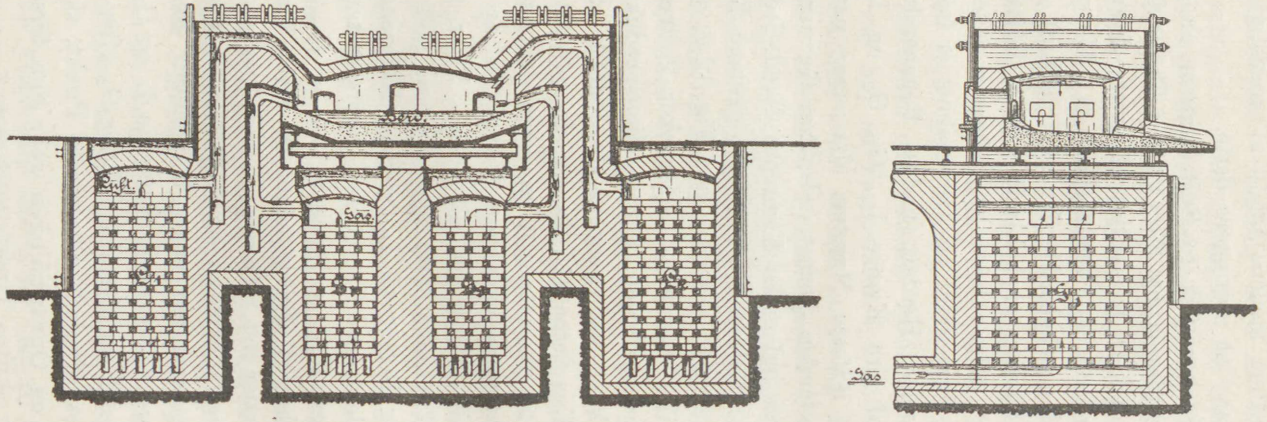



Fig. 12. Længdesnit og Tværsnit gennem en Martinovn.

Her skal kun beskrives den basiske Martinproces, der er den mest udbredte, da den baade har et hurtigere Forløb end den sure Proces og endvidere tillader Anvendelse af fosforholdige og derfor billigere Raavarer.

Naar Ovnen er opvarmet, indbringes først et Kalktilslag, der i Almindelighed bestaar af raa Kalksten, hvis Kulsyre hurtigt uddrives i den glødende Ovn. Derefter indføres Raajærnet og en Del af det smedelige Jærn samt eventuelt Jærnmalm, og naar Jærnet er smeltet, tilsættes Resten af det smedelige Jærn. Raamaterialerne indføres paa Herden ved Hjælp af særlige Maskiner. Sædvanlig anvendes Løbekraner, der fører Materialerne ind gennem Ovndøren i et Trug eller paa en Skovl, som derefter drejes rundt og tømmer sit Indhold ud paa Herden. Da det smedelige Jærn bestaar af alskens Affald lige fra Spaaner til kasserede Maskiner, sammenpresser man det mange Steder i svære hydrauliske Presser til „Pakker", der ved Hjælp af elektromagnetiske Kraner transporteres hen til Ovnene.

Paa Grund af Flammens iltende Virkning forslagges ligesom ved Thomasprocessen først Silicium og Mangan, derefter bortbrændes Kulstoffet, og sluttelig forslagges Fosforet. Ved Kulstoffets Forbrænding dannes Kulilte, der bobler op gennem det flydende Jærn, saa at dette tilsyneladende kommer i Kog, hvilket man kan iagttage ved at se ind i Ovnen gennem et Stykke farvet Glas. Naar Kogningen omtrent er forbi, udtages Skeprøver, der behandles som beskrevet under Thomasprocessen, og naaar Staalet er tilstrækkelig fosforfrit, tilsættes Ferromangan eller Spejljærn, hvorefter Staalet aftappes og opkulles efter Darbys Methode.

Den basiske Martinslagge kan ikke direkte benyttes som Gødningsmiddel, da den er for fosforfattig.

Martinprocessen varer sædvanlig 5 à 8 Timer, og i den Tid kan der efter Ovnens Størrelse behandles 15 à 30 Tons Raamaterialer. Undertiden bygger man dog ogsaa saa store Ovne, at de kan rumme indtil 75 Tons.

77. **Særlige Martinstaalsorter.** Ved at give Martin-

staalet en Tilsætning af visse Metaller kan man fremstille Staalsorter med fremragende Specialegenskaber. Her skal nævnes: Nikkelstaal, der fremstilles ved at tilsætte nogle Procent Nikkel, og Nikkelkromstaal, der foruden Nikkel tillige indeholder lidt Krom.

78. **Elektrostaal.** Man har i de senere Aar forsøgt at fremstille Staal i flydende Tilstand i særlige elektriske Ovne. Bestræbelserne er gaaet ud paa dels at fremstille Staal direkte af Malme, dels at fremstille Staal af Raajærn og dels at fjerne Urenhederne af Bessemer- og Martinstaal ved saakaldt Raffinering. Foreløbig har disse Forsøg ingen videre Betydning faaet for Verdensproduktionen, hvorfor de anvendte Fremgangsmaader ikke nærmere skal omtales. Staalfremstilling direkte af Malmene har hidtil kun givet daarlige Resultater. Derimod har man fremstillet godt Staal af Raajærn, ligesom ogsaa Raffinering af Bessemer- og Martinstaal har givet gode Resultater.

## Det flydende Staals Udstøbning og videre Bearbejdning.

79. **Bemærkninger vedrørende Staalstøbning.** Staalet udstøbes enten som Staalblokke eller som Staalstøbegods.

Ved Udstøbningen gælder det om at fremstille Gods, der er frit for Blærer og Hulrum; men i saa Henseende frembyder Staalstøbning betydelig større Vanskeligheder end almindelig Jærnstøbning.

I Lighed med andre Vædsker har flydende Staal Evne til at optage Luftarter, som det atter afgiver ved Størkningen. Det er navnlig Kulilte, der her er Tale om. Kulilten opstaar jo ved Afkulningen og findes særlig i Bessemer-, Thomas- og Martinstaal. Som omtalt § 73 kan der ogsaa opstaa Kulilte under Staalets Størkning, idet udskilt Jærnforilte reduceres af Staalets Kulstof

$$Fe\,O + C = CO + Fe.$$

Det er tidligere nævnt, at man søger at uskadeliggøre Jærnforilte ved at give Staalet en Tilsætning af Ferromangan eller Spejljærn, forinden det tappes i Støbeskeen. For yderligere at sikre sig mod Tilstedeværelse af Jærnforilte giver man ofte Staalet en ringe Aluminiumtilsætning i Støbeskeen. Aluminium sønderdeler nemlig Jærnforilte under Dannelse af Aluminiumilte

$$3\,Fe\,O + 2\,Al = Al_2\,O_3 + 3\,Fe.$$

Da Luftarterne afgives under Størkningen, og Staalet paa dette Stadium efterhaanden bliver helt dejgagtigt, kan en Del af de udviklede Luftbobler ikke slippe bort, men bliver tilbage i Staalet som Blærer. Blærerne samles næsten alle i de yderste Lag, der først størkner; særlig i Godsets øverste Dele samles der mange Blærer.

Foruden Blærer kan der ogsaa danne sig Hulrum, der skyldes Staalets Sammentrækning under Størkningen. Paa Grund af Afkølingen fra Formen danner der sig nemlig yderst en Skorpe, der efterhaanden vokser i Tykkelse og tager Materiale fra det flydende Indre. Da det flydende Staals Rumfang formindskes stærkt under Størkningen*), vil der danne sig et Hulrum midt i Godset, hvis man ikke sørger for stadig at tilføre flydende Staal, indtil alt er størknet. Hvis der ved Støbningen af en Staalblok opstaar et Hulrum, vil dette sædvanlig fyldes med Luftarter, som Staalet afgiver. Undertiden kan disse Luftarter optræde med saa stort et Tryk, at de baner sig Vej op igennem det lige størknede hvidglødende Staal. Staalblokken faar da en saakaldt „Sugetragt". Fig. 13 viser et Snit gennem en Staalblok med Blærer og Sugetragt.

*) Professor Bernhard Osann angiver (Lehrbuch der Eisen- und Stahlgiesserei II Oplag Side 187) Staalets Sammentrækning fra flydende Tilstand til størknet Tilstand til 14,3 Volumenprocent og Svindet ved den videre Afkøling til almindelig Temperatur til 5,3 Volumenprocent, svarende til et lineært Svind paa 1,8 %.

INDUSTRIFORENINGENS BIBLIOTEK

80. **Støbning af Staalblokke.** Største Delen af alt flydende Staal udstøbes som Blokke. Støbeformene er af Støbejærn eller Staal. De har ingen Bund og er svagt pyramideformige. Ved Støbningen anbringes Formene i Række med den spidse Ende opad i en Fordybning i Gulvet, en Støbegrube, hvorefter Støbeskeen, der sædvanlig drives ved Elektricitet, køres frem over Formen. Støbeskeen anbringes saaledes, at Tap-hullet, der findes foran i Bunden, staar lige over Formens Midte. Ved Tapningen lader man ofte Staalet løbe ned i Formen gennem en Tragt. Derved samles Straalen bedre, og der medrives mindre Luft. Udstøbningen maa man foretage med stor Omhu for at undgaa Dannelse af Hulrum eller Sugetragt. Man faar tættest Gods ved at støbe store Blokke, thi jo større Blokken er, des langsommere størkner den, saa at Luftarterne bedre faar Tid til at slippe bort. Undertiden anvender man „stigende Støbning", hvorved Formene fyldes fra neden. Ved stigende Støbning anbringes Formene omkring et lodret Rør, der er lidt højere end Formene. Foroven ender Røret i en Tragt, og forneden sender det vandrette Rør ud under Formene. Disse Rør udmunder i Gulvfladen midt under Formene. Man faar paa denne Maade en rolig Udstøbning, og Luften slipper let ud af Formene.

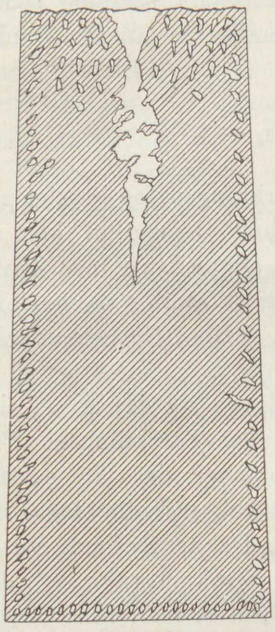


Fig. 13.

81. **Blokkenes videre Bearbejdning.** Naar Staalet er størknet, løftes Formene af Blokkene, hvilket lader sig gøre, da Formene som nævnt vender den spidse Ende opad. De glødende Staalblokke, der er meget varmere indvendig end

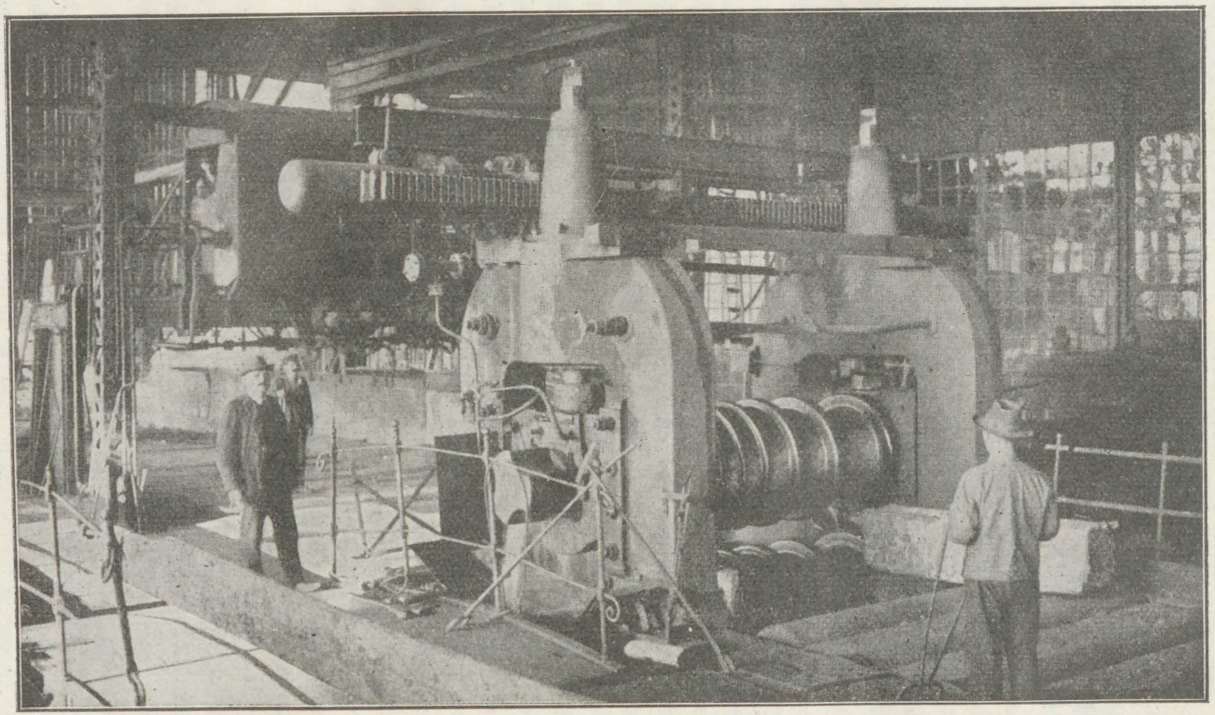


Fig. 14.

udvendig, henstilles sædvanlig i Varmeudligningsgruber, d. v. s. murede Gruber, der er forsynet med Laag og lige kan rumme en Blok. Ved at bruge Varmeudligningsgruber opnaar man, at Varmen fordeler sig ensartet gennem hele Blokken, og at Blokken afkøles meget langsomt. Naar Varmen efter nogen Tids Forløb har fordelt sig ens over hele Blokken, tages Blokken op og underkastes en Fortætning i et Blokvalseværk, hvorved Blærerne sammentrykkes.

Fig. 14 viser et svært Blokvalseværk, et saakaldt Vendevalseværk, der drives af en omstyrbar Dampmaskine paa ca. 7000 H. K. Valserne er Kalibervalser, d. v. s. de er forsynede med svære Riller til Styring af Staalblokkene under Gennemgangen. Undervalsen er nedsænket i Gulvet i fast Indstilling, medens Overvalsen kan hæves eller sænkes, hvorved Gennemgangsaabningen, „Kaliberet", kan varieres. I Gulvet foran og bagved Valseværket er anbragt en „Rullegang", der bestaar af en Mængde Ruller, som alle samtidig kan drejes den ene eller den anden Vej. Den glødende Staalblok lægges f. Eks. yderst til højre paa den forreste Rullegang, der sættes i Gang og skyder Blokken saa langt ind i Valseværkets største Kaliber, at Valserne faar fat i Blokken. Valserne haler nu selv Blokken gennem Kaliberet og skyder den ud paa den bagerste Rullegang. Dernæst bringes Valserne til at løbe den modsatte Vej, hvorefter den bagerste Rullegang fører Blokken ind mellem Valserne, der atter skyder den ud paa den forreste Rullegang o. s. v. For hver Gennemgang drejes Blokken 90°, og med passende Mellemrum sænkes Overvalsen et Stykke.

Nogle af de store Blokke forarbejdes til Kanoner, Panserplader og lignende meget svært Gods; men i Almindelighed deles Blokkene efter Fortætningen i mindre Blokke, der dels anvendes til Smedegods eller udvalses videre til Stangjærn eller Profiljærn.

82. **Staalstøbegods.** I Halvtredserne i forrige Aarhundrede begyndte man saa smaat at udstøbe Digelstaal direkte til Brugsgenstande, men Fremstillingen af Staalstøbegods tog

dog først rigtig Fart, efter at den basiske Martinproces var godt indarbejdet.

Udstøbningen sker næsten udelukkende i Forme af ildfast Ler, kun i sjældne Tilfælde anvendes Jærnforme. Ved Fremstilling af Lerformene kan der kun benyttes godt, ildfast Materiale, da Staalet udstøbes ved ca. 1500° C, og der maa lægges Vægt paa, at Formen bliver godt luftig. Staalstøbegods lader sig ikke fortætte efter Udstøbningen, det gælder derfor særlig om at undgaa Blæredannelse. Digelstaal og Martinstaal egner sig godt til Staalstøbegods medens Bessemer- og Thomasstaal ikke egner sig saa godt til dette Brug, da disse Staalsorter ifølge deres Fremstillingsmaade indeholder særlig meget Luft.

Inden Brugen bør Staalstøbegods underkastes en langsom Udglødning, hvorved man baade fjerner Støbespændinger og forbedrer Strukturen.

Staalstøbegods er omtrent dobbelt saa dyrt som almindeligt Støbegods. Man fremstiller derfor kun Genstande som Staalstøbegods, naar der enten stilles særlige Fordringer til deres Modstandsevne overfor Stød og Slid, eller der kræves større Styrke, end Støbejærn kan yde, medens paa den anden Side Genstandenes Form er af en saadan Art, at det vilde blive for dyrt at fremstille dem ved Smedning. Som Staalstøbegods fremstilles saaledes undertiden: Hydrauliske Pressecylindre, Valseværksstativer, Tandhjul, Spande til Muddermaskiner, Skibsagterstævne og deslige.

## Staaalsorternes Anvendelser.

83. **Digelstaalet** anvendes til Staalstøbegods, hvortil det egner sig særlig godt, baade paa Grund af sin Styrke, og fordi det har ringe Tilbøjelighed til Blæredannelse. Digelstaalets vigtigste Anvendelse er imidlertid til Værktøjsstaal. Det anvendes dog ogsaa en Del til Maskindele, hvortil der stilles særlige Fordringer i Retning af Styrke og Sejghed, samt til Staaltraad, der f. Eks. bruges til Klaverstrenge, Cykle-

eger, Barduner i Luftskibe, Kabler til Luftbaner, Hængebroer og deslige.

Angaaende de specielle Digelstaalsorter skal anføres: Manganstaal bruges til Genstande, der skal være særlig haarde og varige f. Eks. til Sporvognshjul, Kuglemøller, Kollergange, Kæber til Stenbrækkere og til stærkt benyttede Jærnbaneskinner. Krom- og Wolframstaalene bruges til Værktøjsstaal af ekstraordinær Kvalitet, særlig til Drejestaal, det saakaldte Hurtigstaal.

84. **Bessemerstaalet** anvendes hovedsagelig til Fremstilling af Masseartikler, f. Eks. Stangjærn, Underlagsplader, Jærnbaneskinner, Lasker og Sveller. Det anvendes ogsaa noget til grovere Værktøj, derimod anvendes det ikke saa meget til Profiljærn (Vinkeljærn, T-Jærn o. s. v.).

85. **Thomasstaalet** anvendes til alle Masseartikler, der fremstilles ved Valsning. Det anvendes saaledes til al Slags Jærnbanemateriel, f. Eks. til Jærnbaneskinner (med 0,40 à 0,45 % Kulstof), Sveller og Lasker. Ligeledes udvalses det i stor Mængde som Profiljærn og Stangjærn, der anvendes til Husbygning og Brobygning samt til Smedning. Til disse Anvendelser bruges blødt Thomasstaal med et Kulstofindhold paa 0,08 à 0,15 %. Det bløde Thomasstaal har ogsaa faaet stor Anvendelse til Traad og til Plader under 5 mm Tykkelse.

86. **Martinstaalet** anvendes ligesom Bessemer- og Thomasstaal. Desuden anvendes det til Staalstøbegods samt til al Slags stort og smaat Smedegods, især til Smedegods, der som Skibsaksler, Krumtapaksler til Dampmaskiner, Lokomotivaksler, Transmissionsaksler, Plejlstænger og Stempelstænger udsættes for stærke Stød og Rystelser. Endelig skal nævnes Martinstaalets Anvendelse til Plader, herunder særlig den vigtige Anvendelse til Dampkedelplader. Her i Landet maa der kun benyttes Martinstaal til Dampkedelplader.

**Nikkelstaal** anvendes særlig til Panserplader, Hjul og Rammestykker til Lokomotiver, svære Aksler m. m. **Nikkel-Kromstaal** anvendes til Tandhjul og Aksler f. Eks. til Automobiler og Flyvemaskiner, samt endvidere til Panserplader og panserbrydende Projektiler m. m.

## III. Jærnet som Handelsvare.

I Bygningsteknikken bruges saa godt som udelukkende blødt Staal og Støbejærn, og kun disse Materialer skal omtales her. I Regelen er Støbejærn ikke Handelsvare i den Forstand, at det sælges i Normalformer; thi Støbejærnets største Fordel er netop, at det med saa stor Lethed lader sig tildanne i Specialformer i hvert enkelt Tilfælde. En Undtagelse herfra danner Støbejærnsrør og Fittings, der derfor skal omtales senere.

### Blødt Staal.

Blødt Staal er det Jærnmateriale, der langt overvejende anvendes i Teknikken. Det gaar i Handelen med Kulstofindhold paa 0,05—0,25 %, og de forskellige Sorters Kulstofindhold betinger forskellige Egenskaber og Anvendelser af dem. Blødt Staal gaar i Handelen i mange Former, og man plejer at dele disse i følgende Grupper:

87. a) **Stangjærn** er Jærn, der er udvalset i simple Tværsnitsformer, og man skelner mellem Rundjærn med cirkulært Tværsnit, firkantet Jærn med kvadratisk Tværsnit, fladt Jærn med rektangulært Tværsnit, sekskantet og halvrundt Jærn. Det meste Stangjærn fremstilles i Tyskland og Belgien, men der faas dog ogsaa en Del fra England og Sverrig. I Regelen angives Dimensionerne i engelsk Maal; men Rundjærn og Fladjærn kan dog ogsaa faas i mm. Længden af Stængerne varierer fra 3—10 m; Normallængden er 7 m.

Efter Jærnets Godhed skelner man mellem almindeligt Handelsjærn og Kvalitetsjærn. Til det første stilles der ingen bestemte Fordringer med Hensyn til Styrke og Sejghed, medens dette er Tilfældet med det sidste, der f. Eks. bruges til større Jærnbetonkonstruktioner.

Rundjærn og firkantet Jærn faas i Dimensionerne $^3/_{16}''$—$1^1/_2''$ med $^1/_{16}''$ Variation, fra $1^3/_8''$—$2^1/_4''$ med $^1/_8''$

Variation, $2^1/_2$″—5″ med $^1/_4$″ Variation og fra $5^1/_2$″—6″ med $^1/_2$″ Variation.

Fladt Jærn faas i en Mængde Dimensioner, og man plejer at skelne mellem Baandjærn, alm. Stangjærn og Universaljærn.

Baandjærn kaldes de meget tynde Dimensioner, der kan faas med ret stor Bredde. Som Regel angives Tykkelsen ikke direkte i mm eller Sejstendedelstommer, men efter Numre i en Pladelære. Af saadanne findes der to Systemer, nemlig den tyske og den engelske (B. G.), der bruges hyppigst; dog ser man ikke sjældent Opgivelser efter den gamle engelske Lære, der i Regelen kaldes B. W. G. I nedenstaaende Tabel er anført Numrene og de tilsvarende Tykkelser i mm,

| Nr. | B. G. | B. W. G. | Tysk Lære |
|---|---|---|---|
| 1 | 8,97 | 7,62 | 5,50 |
| 2 | 7,99 | 7,21 | 5,00 |
| 3 | 7,12 | 6,58 | 4,50 |
| 4 | 6,35 | 6,05 | 4,25 |
| 5 | 5,65 | 5,59 | 4,00 |
| 6 | 5,03 | 5,15 | 3,75 |
| 7 | 4,48 | 4,57 | 3,50 |
| 8 | 3,99 | 4,19 | 3,25 |
| 9 | 3,55 | 3,76 | 3,00 |
| 10 | 3,18 | 3,40 | 2,75 |
| 11 | 2,83 | 3,05 | 2,50 |
| 12 | 2,52 | 2,76 | 2,25 |
| 13 | 2,24 | 2,41 | 2,00 |
| 14 | 1,99 | 2,10 | 1,75 |
| 15 | 1,78 | 1,83 | 1,50 |
| 16 | 1,59 | 1,65 | 1,375 |
| 17 | 1,41 | 1,47 | 1,25 |
| 18 | 1,26 | 1,24 | 1,125 |

| Nr. | B. G. | B. W. G. | Tysk Lære |
|---|---|---|---|
| 19 | 1,12 | 1,07 | 1,00 |
| 20 | 1,00 | 0,88 | 0,875 |
| 21 | 0,89 | 0,81 | 0,75 |
| 22 | 0,79 | 0,71 | 0,625 |
| 23 | 0,71 | 0,64 | 0,562 |
| 24 | 0,63 | 0,56 | 0,50 |
| 25 | 0,56 | 0,51 | 0,438 |
| 26 | 0,50 | 0,46 | 0,375 |
| 27 | 0,44 | 0,41 | 0,313 |
| 28 | 0,40 | 0,36 | 0,270 |
| 29 | 0,35 | 0,33 | 0,240 |
| 30 | 0,31 | 0,31 | 0,220 |

Baandjærn gaar i Handelen i store Længder, der er opviklede i Bundter paa omkring 50 kg.

Det almindelige Fladjærn gaar som oftest i Handelen i engelsk Maal. Det kan faas i Tykkelser, der varierer med $^1/_{16}''$ fra $^3/_{16}''$—$^5/_8''$ og med $^1/_8''$ Variation i Tykkelserne fra $^3/_4''$—$1^1/_4''$. Det kan faas i næsten alle Bredder indtil 30″; men kun en Del af dem findes paa Lager hos Forhandlerne, hvis Prislister i Regelen giver Oplysning derom.

Universaljærn er Fladjærn med over 6″ (152 mm) Bredde og med Tykkelser paa over 5 mm (bedst 10—20 mm), og det er valset i Universalvalseværk Fig. 15 B i Stedet for i Kalibervalseværk, Fig. 15 A. Det faar herved særlig skarpe og glatte Kanter og fremstilles i Bredder paa indtil 600 mm. Ved større Bredder er Plader med afhøvlet Kant billigere. Det bruges navnlig til Lamelplader i Hoved og Fod i Jærnkonstruktioner og til Underlagsplader for Jærnbjælker.

88. b) **Profiljærn** er altid valsede af blødt Staal, i Regelen af Thomasstaal eller af Martinstaal, hvis der stilles særlig store Fordringer til Kvaliteten. Det fremstilles i en Mængde forskellige Tværsnitsformer som Normalprofiler,

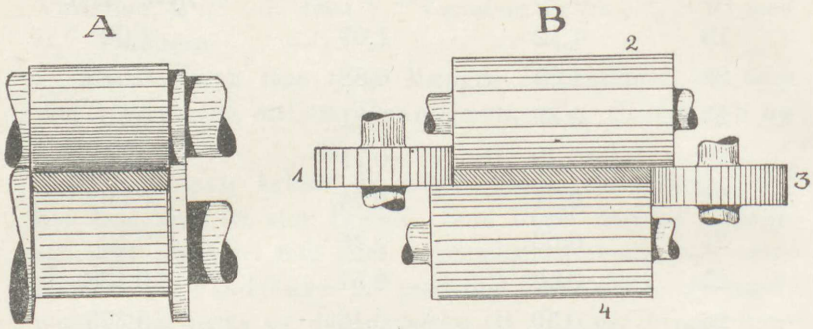



Fig. 15. Valseværker for Fladjærn

A. Kalibervalseværk. Det bestaar kun af to Valser, og Profilet ligger helt i den nederste.

B. Universalvalseværk. Det bestaar af fire Valser. Naar 1 og 2 skydes tilhøjre, bliver Profilet smallere, og naar 2 og 3 sænkes, bliver det tyndere.

Profilet er i begge Figurer vist skraveret

d. v. s. som Profiler, der altid har de samme Dimensioner, uanset hvilket Værk der har udvalset dem. De forskellige Profilers enkelte Dimensioner findes i Profilbøger eller -tabeller, der i Regelen findes i de fleste Haandbøger, f. Eks. Hütte: Des Ingenieurs Taschenbuch, som indeholder de tyske Normalprofiler, der saa godt som udelukkende bruges her i Landet. Med Hensyn til de enkelte Profiler skal her anføres følgende:

Vinkeljærn findes i to forskellige Profilformer, nemlig som ligefligede (Fig. 16) og uligefligede (Fig. 17). Begge Former faas i Længder paa 4—8 m; men de kan faas i indtil 16 m Længde mod Overpris. Ved begge Profilformer er de ydre og indre Flader parallele, og foruden de normale Profiler kan man ved Bestilling af større Leverancer faa „Forprofiler" med 1 mm større Flangetykkelse.

De ligefligede Vinkeljerns Profilnumre angiver Fligenes Bredde i cm, og de faas fra Nr. $1^1/_2$ til Nr. 8 med $^1/_2$ cm Variation og fra Nr. 9—16 med 1 cm Variation. Nr. $1^1/_2$—$2^1/_2$ faas i 2 Tykkelser ($t$), nemlig 3 og 4 mm. Nr. 3

og $3^1/_2$ i Tykkelserne 4 og 6 mm, og de øvrige i 3 Tykkelser, nemlig $t$, $t + 2$, $t + 4$ mm, hvor Tykkelsen $t$ er $^1/_{10}$ $b$ for Nr. 4—10, og $^1/_{11}$ $b$ for Nr. 11—16, alt afrundet opefter til hele Millimeter. Afrundingen ved Flangeenderne er $r = {}^1/_2 R$, og Afrundingen i Hjørnet er $R = {}^1/_2 (t_{min} + t_{max})$.

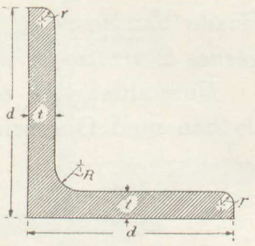


Fig. 16.

Foruden Normalprofilerne findes der en Mængde andre unormale, navnlig mindre Profiler uden Afrundingerne i Hjørnerne.

De uligefligede Vinkeljærn findes i to forskellige Profiler, nemlig med Forholdet mellem Fligenes Længder som 1 : 2 og som 2 : 3. Begge Former faas med den korteste Fligs Længde paa 20, 30, 40, 50, 65, 80 og 100 mm. Profilnumrene betegnes ved to Tal, der angiver Fligenes Længder i cm, f. Eks. $6^1/_2/13$. Hvert Nummer faas i to Tykkelser. Afrundingerne ved Flangerne har de samme Størrelser som ved de ligefligede.

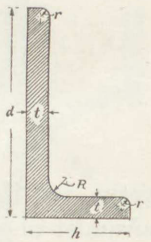


Fig. 17.

T-Jærn findes ligeledes i to Former, nemlig som bredfligede og smalfligede. For begge Profiler angives Numrene ved de to Tal $b/h$. Hvert Profilnummer findes kun i een Tykkelse.

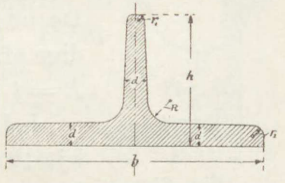


Fig. 18.

De bredfligede (Fig. 18) har $b/h = 2 : 1$. Tykkelsen $d = 0{,}15\ h + 1$ mm. Flangernes Sider hælder for Kroppen 4 % og for Foden 2 %. Afrundingerne er:

i Hjørnerne $R = d$,
ved Kroppen $r_1 = {}^1/_4\ d$,
ved Foden $r_2 = {}^1/_2\ d$,
de to sidste afrundet til halve mm. Tykkelserne d maales i Afstandene henholdsvis $^1/_2\ h$ og $^1/_4\ b$.

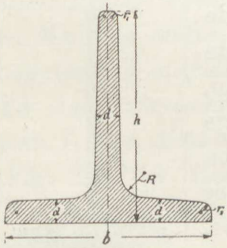


Fig. 19.

De smalfligede T-Jærn (Fg. 19) har $b/h = 1 : 1$. Tykkelsen er $0{,}1\ h + 1$ mm.

Baade Kroppens og Fodens Flader hælder 2 %. Afrundingernes Størrelse er den samme som for bredfligede.

Normallængden er for begge Profilformer 4—8 m; men de kan mod Overpris faas i indtil 16 m Længde.

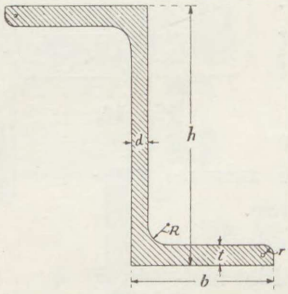


Fig. 20.

Z-Jærn, der navnlig bruges til Aase, har til Profilnummer Profilets Højde $h$ (Fig. 20) i cm. Numrene varierer fra Nr. 3—6 med 1 cm og fra Nr. 6—20 med 2 cm Højdeforskel. Bredden $b$ er $0{,}25\ h + 30$ mm, Kroptykkelsen $d = 0{,}035\ h + 3$ mm og Flangetykkelsen $t = 0{,}05\ h + 3$ mm. Kroppens Flader og de indre og ydre Flangeflader er parallele. Afrundingerne ved Kroppen er $R = t$ og ved Flangeenderne $r = {}^1/_2\ t$, afrundet til halve mm. Længderne er som ved de foregaaende.

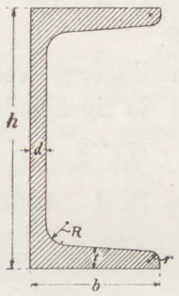


Fig. 21.

U-Jærn. Profilnummeret angives ved Højden i cm. Flangebredden $b$ (Fig. 21) er $0{,}25\ h + 25$ mm. Kropfladerne er parallele, medens de indre Flangeflader hælder 8 %. De udvendige Hjørner er skarpe, de indvendige afrundede. Afrundingen er ved Kroppen $R = t$ og ved Flangeenderne $r = {}^1/_2\ t$.

I-Jærn, dobbelt T-Jærn eller Jærnbjælker har til Profilnummer Profilets Højde i cm. De faas i Numrene 8—30 med 1 cm Variation, fra Nr. 30—40 med 2 cm Variation, fra Nr. 40—50 med $2^1/_2$ cm Variation og desuden Nr. 55 og 60. For indtil Nr. 25 er Flangebredden $b$ (Fig. 22) $0{,}4\ h + 10$ mm, og for de større Numre er $b = 0{,}3\ h + 35$ mm. De første har en Kroptykkelse paa $d = 0{,}03\ h + 1{,}5$ mm, de sidste har $d = 0{,}036\ h$. De indvendige Flangeflader hælder 14 %. Flangetykkelsen $t$ maales i Afstanden ${}^1/_4\ b$ fra Kroppen og er omtrent 1,5 $d$. De yderste Hjørner er skarpe, de indvendige er ved Kroppen afrundede med $R = d$ og ved Flangeenderne med $r = 0{,}6\ d$.

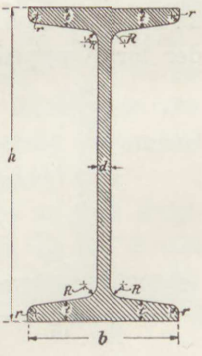


Fig. 22.

Bredflangede Jærnbjælker eller Differdingerprofiler (Fig. 23) er Jærnbjælker, der udvalses paa et af Grey angivet Universalvalseværk (smlg. Fig. 15), og som udmærker sig ved, at Flangerne er betydelig bredere end ved de almindelige Jærnbjælker. Desuden er de ydre og indre Flangeflader parallelle. Differdingerprofilerne har derfor større Modstandsmoment med samme Højde, og de er lettere at forbinde med andre Konstruktionsdele. De valses i de samme Numre som Jærnbjælkerne fra Nr. 14 og opefter, og deres Dimensioner findes i omstaaende Tabel.

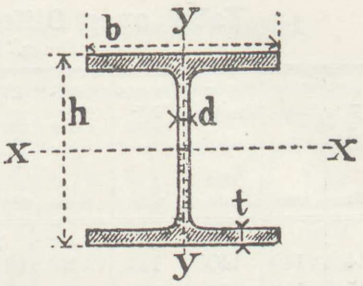


Fig. 23.

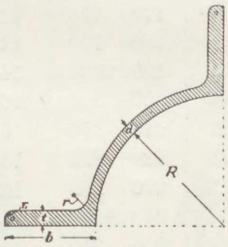


Fig. 24.

For at undgaa Forveksling med de almindelige Jærnbjælker sætter man DiP foran Profilnummeret.

Kvadrantjærn (Fig. 24 og 25) benyttes til Søjler, idet de nittes sammen 4 og 4. Profilnummeret angives af Middelradius. De faas i Numrene 5, $7^1/_2$, 10, $12^1/_2$ og 15, og hvert Nr. kan faas i 2 Tykkelser. Flangebredden er $b = 0{,}2\ R + 25$ mm. De indvendige Hjørner er afrundede med $r = 0{,}06\ R$.

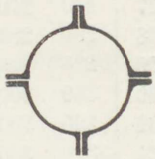


Fig. 25.

89. Foruden de her omtalte almindeligste Profiler findes der en Mængde andre, der navnlig benyttes til specielle Formaal. Til Jærnrækværker anvender man f. Eks. Haandlistejærn (Fig. 26), der faas med de i Tabellen anførte Tværsnitsdimensioner.

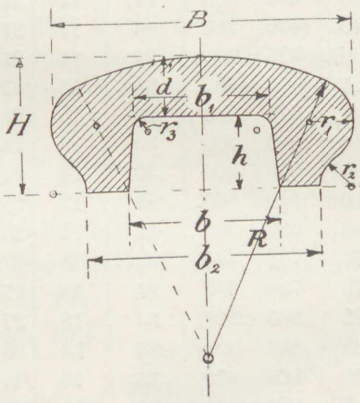


Fig. 26.

INDUSTRIFORENINGENS BIBLIOTEK

## Tabel over Differdinger Profiler.

Smlg. Fig. 23.

| Profil Nr. | Højde $h$ mm | Bredde $b$ mm | Flange-tykkelse $t$ mm | Krop-tykkelse $d$ mm | Radius $r$ mm | Tværsnits-areal cm² | Vægt pr. Meter kg | Inertimoment $J_x$ cm⁴ | Inertimoment $J_y$ cm⁴ | Modstandsmoment $W_x$ cm³ | Modstandsmoment $W_y$ cm³ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 14 | 140 | 140 | 12 | 8 | 12 | 44,1 | 34,63 | 1522 | 550 | 217 | 79 |
| 15 | 150 | 150 | 12 | 8 | 12 | 47,3 | 37,15 | 1897 | 676 | 253 | 90 |
| 16 | 160 | 160 | 14 | 9 | 14 | 58,4 | 45,81 | 2634 | 958 | 329 | 120 |
| 17 | 170 | 170 | 14 | 9 | 14 | 62,1 | 48,72 | 3196 | 1148 | 376 | 135 |
| 18 | 180 | 180 | 14 | 9 | 14 | 65,8 | 51,62 | 3833 | 1363 | 426 | 151 |
| 19 | 190 | 190 | 14 | 9 | 14 | 69,5 | 54,53 | 4550 | 1603 | 479 | 169 |
| 20 | 200 | 200 | 16 | 10 | 15 | 82,7 | 64,94 | 5952 | 2136 | 595 | 214 |
| 21 | 210 | 210 | 16 | 10 | 15 | 86,9 | 68,24 | 6949 | 2473 | 662 | 235 |
| 22 | 220 | 220 | 16 | 10 | 15 | 91,1 | 71,54 | 8052 | 2843 | 732 | 258 |
| 23 | 230 | 230 | 16 | 10 | 15 | 95,3 | 74,83 | 9266 | 3248 | 806 | 282 |
| 24 | 240 | 240 | 18 | 11 | 17 | 111,3 | 87,39 | 11686 | 4152 | 974 | 346 |
| 25 | 250 | 250 | 18 | 11 | 17 | 116,0 | 91,08 | 13298 | 4692 | 1064 | 375 |
| 26 | 260 | 260 | 18 | 11 | 17 | 120,7 | 94,77 | 15050 | 5278 | 1158 | 406 |
| 27 | 270 | 270 | 18 | 11 | 17 | 125,4 | 98,45 | 16950 | 5910 | 1256 | 438 |
| 28 | 280 | 280 | 20 | 12 | 18 | 143,6 | 112,71 | 20722 | 7324 | 1480 | 523 |
| 29 | 290 | 290 | 20 | 12 | 18 | 148,8 | 116,79 | 23150 | 8136 | 1597 | 561 |
| 30 | 300 | 300 | 20 | 12 | 18 | 154,0 | 120,87 | 25759 | 9007 | 1717 | 600 |
| 32 | 320 | 300 | 22 | 13 | 20 | 171,3 | 134,48 | 32249 | 9910 | 2016 | 661 |
| 34 | 340 | 300 | 22 | 13 | 20 | 173,9 | 136,52 | 36942 | 9910 | 2173 | 661 |
| 36 | 360 | 300 | 24 | 14 | 21 | 191,5 | 150,30 | 45122 | 10813 | 2507 | 721 |
| 38 | 380 | 300 | 24 | 14 | 21 | 194,3 | 152,50 | 50949 | 10813 | 2682 | 721 |
| 40 | 400 | 300 | 26 | 14 | 21 | 208,5 | 163,68 | 60642 | 11714 | 3032 | 781 |
| 42½ | 425 | 300 | 26 | 14 | 21 | 212,0 | 166,43 | 69483 | 11714 | 3270 | 781 |
| 45 | 450 | 300 | 28 | 15 | 23 | 231,6 | 181,84 | 84223 | 12619 | 3743 | 841 |
| 47½ | 475 | 300 | 28 | 15 | 23 | 235,4 | 184,78 | 95122 | 12620 | 4005 | 841 |
| 50 | 500 | 300 | 30 | 16 | 24 | 255,3 | 200,44 | 113177 | 13525 | 4527 | 902 |
| 55 | 550 | 300 | 30 | 16 | 24 | 263,3 | 206,72 | 140342 | 13527 | 5103 | 902 |
| 60 | 600 | 300 | 32 | 17 | 26 | 288,9 | 226,80 | 180829 | 14435 | 6028 | 962 |
| 65 | 650 | 300 | 32 | 17 | 26 | 297,4 | 233,47 | 216783 | 14437 | 6670 | 962 |
| 70 | 700 | 300 | 34 | 18 | 27 | 324,0 | 254,36 | 270290 | 15346 | 7723 | 1023 |
| 75 | 750 | 300 | 34 | 18 | 27 | 333,0 | 261,42 | 316256 | 15349 | 8434 | 1023 |
| 80 | 800 | 300 | 34 | 18 | 27 | 342,0 | 268,49 | 366386 | 15351 | 9160 | 1023 |
| 85 | 850 | 300 | 36 | 19 | 30 | 371,6 | 291,67 | 443890 | 16267 | 10444 | 1084 |
| 90 | 900 | 300 | 36 | 19 | 30 | 381,1 | 299,12 | 506040 | 16270 | 11245 | 1085 |
| 95 | 950 | 300 | 36 | 19 | 30 | 390,6 | 306,58 | 572953 | 16273 | 12062 | 1085 |
| 100 | 1000 | 300 | 36 | 19 | 30 | 400,1 | 314,04 | 644748 | 16276 | 12895 | 1085 |

## Tværsnitsdimensioner af Haandlistejærn.

(Fig. 26).

| Profil Nr. | Dimensioner i mm | | | | | | | | | | | Tværsnitsareal i cm² | Vægt pr. pr. løb. m i kg |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $B$ | $H$ | $b$ | $h$ | $R$ | $d$ | $r_1$ | $r_2$ | $r_3$ | $b_1$ | $b_2$ | | |
| 4 | 40 | 18 | 20 | 10 | 40 | 8 | 6 | 4 | 2 | 18 | 30 | 4,20 | 3,30 |
| 6 | 60 | 27 | 30 | 15 | 60 | 12 | 9 | 6 | 3 | 27 | 45 | 9,46 | 7,43 |
| 8 | 80 | 36 | 40 | 20 | 80 | 16 | 12 | 8 | 4 | 36 | 60 | 16,8 | 13,2 |
| 10 | 100 | 45 | 50 | 25 | 100 | 20 | 15 | 10 | 5 | 45 | 75 | 23,6 | 20,6 |
| 12 | 120 | 54 | 60 | 30 | 120 | 24 | 18 | 12 | 6 | 54 | 90 | 37,8 | 29,7 |

Endelig skal nævnes forskellige Former af enkelt og dobbelt Sprossejærn (Fig. 27), Jærnbaneskinner og Sporvejsskinner samt Belægningsjærn af forskellig Form til Broer.

Fig. 27.

90. c) **Plader.** Man skelner mellem tynde og tykke Plader, idet Grænsen sættes ved 5 mm. Her skal kun omtales tynde Plader.

Tykkelsen angives oftest ved Numre i en Pladelære, og dette gøres navnlig, naar den er under 3 mm. Pladelærens Numre og Dimensioner er de samme som Traadlærens. Da der findes flere Systemer af disse (jvnf. § 87), maa man altid angive, hvilken Pladelære man benytter, eller opgive Tykkelsen i mm. Plader, der er tyndere end 2—3 mm, kaldes „Blik". Det gaar dels i Handelen med sin naturlige Overflade (dækket med Glødskal) og dels overtrukket med forskellige Metaller, saasom Tin, Zink, Bly, Kobber eller Nikkel, der skal beskytte Pladen mod Rust.

For tynde Plader opgives i Regelen ikke noget Styrketal; men man forlanger undertiden, at Pladen skal kunne taale en dobbelt Bøjning. (Fig. 28).

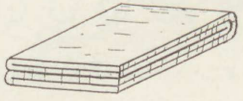


Fig. 28.

Hvidblik er fortinnet Blik, der er blankpoleret efter Fortinningen ved

Valsning mellem polerede Valser. Det anvendes navnlig af Blikkenslagerne.

Galvaniseret Blik er forzinket Jærn. Det anvendes til Tagdækning og til mindre Beholdere. Det er billigere end Hvidblik, og det beskytter bedre mod Rust i det frie. Zinken er dog noget tilbøjelig til at springe af, naar Pladerne bøjes eller falses. Man kunde af Navnet antage, at Zinklaget paaførtes ad elektrisk Vej; men dette er som Regel ikke Tilfældet; thi i Almindelighed sker det ved at dyppe Pladerne i smeltet Zink, efter at de er befriede for Glødskal ved Bejdsning med fortyndet Syre.

Hvis Tagene er udsat for Angreb af stærk svovlbrinte- eller svovlsyrlingholdig Luft som i Nærheden af Gasværker og lign., bruger man ofte forblyet Blik til Tagbeklædning, fordi Bly bedre modstaar saadanne Angreb end Zink.

Som Regel er det beskyttende Metallag paaført ved at dyppe den bejdsede Jærnplade i smeltet Metal som ovenfor antydet; men man kan imidlertid ogsaa overtrække Pladerne ved at svejse det andet Metal paa den ene eller begge Sider, og man faar paa den Maade et tykkere Lag. Plader, fremstillede paa denne Maade, gaar i Handelen under Navn af Wachwitzmetal eller Bimetal, og det kan være fremstillet af forskellige Metaller.

Perforeret Plade er Blik, der er forsynet med runde eller mønstrede Huller. Det bruges til Sigter og til Skærme omkring Varmeapparater.

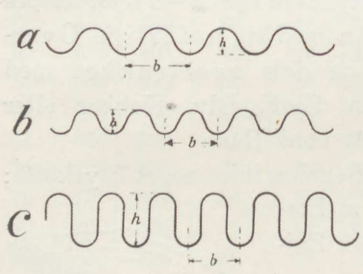


Fig. 29.

Blanke Staalplader, der f. Eks. anvendes til Luftkapper ved Kakkelovne, faas i Størrelsen 1 m × 2 m og i Nr. 22 og 24 Den blanke Overflade faas ved Valsning mellem polerede Valser.

Bølgeblik (Fig. 29) er Plader, der er gjort bølgede ved Valsning eller Presning. Man opnaar derved, at Pladerne bliver stivere og faar større Bære-

evne. De leveres altid galvaniserede og kan faas i forskellige Tykkelser og „Normalprofiler“, idet Profilnummeret angives af Forholdet $\frac{h}{b}$. Man plejer at skelne mellem:

a) Fladt Bølgeblik
b) Jalousibølgeblik } med $b > 2\,h$ og $\begin{cases} b = 50—200 \text{ mm} \\ b = 20—45 \text{ mm} \end{cases}$
c) Dragerbølgeblik med $b \leqq 2\,h$ og $b = 30—160$ mm

Fladt Bølgeblik bruges navnlig til Tage af ikke for stor Spændvidde, Jalousibølgeblik til Døre og Vinduesskodder, og Dragerbølgeblik til fritbærende Tage. Det sidste kan ogsaa faaes bøjet (Fig. 30) efter en Cirkelbue med en Pilhøjde paa $^1/_{12}$—$^1/_{10}$ af Buestikket. Det bærer 8—10 Gange saa meget som det retlinede Bølgeblik.

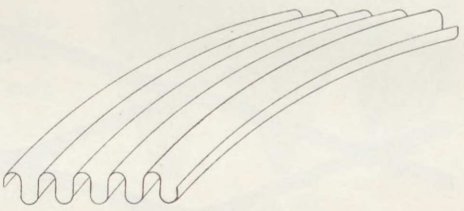


Fig. 30.

Tagbeklædningsplader med Profil som Fig. 31, de saakaldte Pandeplader, leveres altid galvaniserede. De faas i Størrelser 810 × 2000 mm og i Tykkelser paa 0,56, 0,63 og 0,74 mm inkl. Zinklaget. De kan kun anvendes paa fuld Forskalling eller ved meget tætsiddende Lægter.

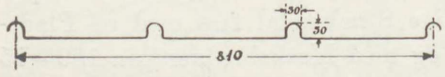



Fig. 31.

Af disse Grunde foretrækker man ofte at benytte en anden galvaniseret Tagbeklædningsplade, en Slags dobbelt Bølgeplade, der benævnes „Pukkelplade“, og hvis Profil er vist i Fig. 32.

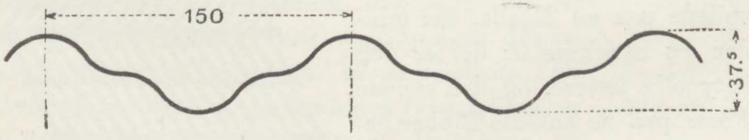



Fig. 32.

Disse Plader udmærker sig ved særlig stor Stivhed, medens Vægten ikke er større end de almindelige Bølgepladers. De kan oplægges uden Forskalling og tillader en Afstand mellem Lægterne af 1,5—2 Meter efter Pladetykkelsen. Pukkelpladernes Bredde er 825 mm, og de kan faas i Længder paa indtil 3 Meter.

Strækmetal fremstilles af Plader ved, at et savtakket Stempel trykkes ned i dem, saaledes at der dannes kortere eller længere Spalter, og disse hver Gang forsættes en halv Spaltebredde for den foregaaende Række. Samtidig strækkes Pladen skraat mod sin egen Plan, og der opstaar paa den Maade et rudeformet Gitter med større eller mindre Masker (Fig. 33). Det kan faaes i store Længder og i Bredder paa indtil 2,5 m. Det egentlige Strækmetal faas med en Pladetykkelse paa 1—3,2 mm og med Maskebredder paa 150—75—40—20—10 mm. Bredden af Metallet mellem Maskerne varierer fra 6,2—2,4 mm. Det bruges til Indlæg i Jærnbeton, til Fremstilling af lette Skillerum, til Indhegning m. m.

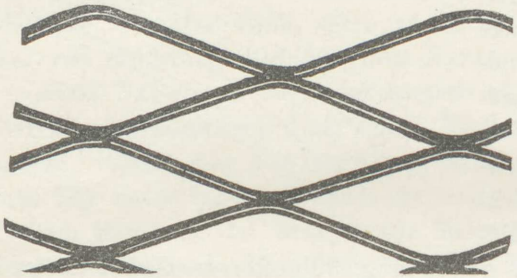


Fig. 33.

En særlig let Form af Strækmetal forhandles under Navn af „Lathing“ og bruges til Forskalling af Vægge og Lofter. Det kan kun bære frit paa højst 350 mm og er vanskeligt at faa ordentlig stramt.

Sildebensjærn er Jærnplader, der er opskaarne og udspilede paa en Maade, der minder om Strækmetal; det er dog betydelig lettere, og den snoede Form paa de enkelte Ribber bevirker, at Mørtelen bedre hæfter

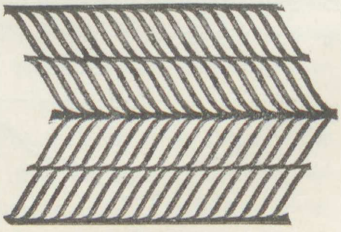


Fig. 34.

end paa Strækmetal (Fig. 34). Sildebensjærnet gaar i Handelen sortlakeret.

Trussit (Fig. 35) er falset Sildebensjærn. Det bruges navnlig til lette Skillerum og Tage, idet det udspændes, og Falsene fyldes med Mørtel, hvorefter det afpudses. Man kan derved opnaa Skillerum paa kun 50 mm Tykkelse. Trussitten kommer i Handelen sortlakeret.

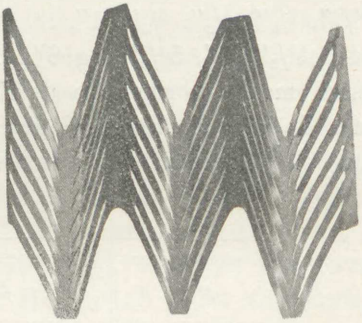


Fig. 35.

91. Riflede Plader eller Dørkplader (Fig. 36) bruges til Gulve og Trapper i Maskinrum, til Dække over Rørgrave og lign., idet de fremstaaende Rifler giver et mindre glat Gulv. De faas i 4 Tykkelser, nemlig $^3/_{16}''$, $^1/_4''$, $^5/_{16}''$, $^3/_8''$, eksklusive Riflerne, og i Størrelser paa $72'' \times 24''$, $72'' \times 30''$, $72'' \times 36''$ og $96'' \times 48''$, alt engelsk Maal.

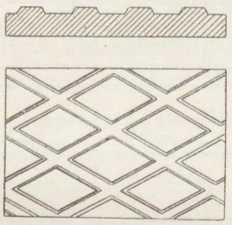


Fig. 36.

92. d) **Smedejærnsrør.** Man skelner mellem svejste Rør og sømløse Rør. Desuden findes for store Dimensioner nittede og sjældnere loddede Rør.

Svejste Rør. Efter den Maade, hvorpaa Svejsningen er udført, skelner man mellem stuksvejste og lapsvejste Rør.

De stuksvejste Rør benævnes ogsaa i daglig Tale „almindelige trukne Rør". De fremstilles af Pladestrimler, der bøjes ved, at de trækkes gennem flere tragtformede Ringe, efter at de er opvarmet til Svejsehede. Da Svejsefugen kun er saa bred som Godstykkelsen i Røret (Fig. 37), og da baade Bøjningen og Svejsningen foregaar i samme Hede, er de stuksvejste Rør

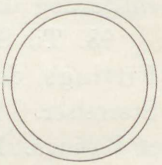


Fig. 37.

ikke saa paalidelige i Fugen, og de bliver let utætte, navnlig naar de bøjes. Stuksvejste Rør bruges til almindelige Gas- og Vandledninger i Husene. Deres Dimension angives efter den indre Diameter, og de faas i Dimensionerne $^1/_8''$, $^1/_4''$, $^3/_8''$, $^1/_2''$, $^3/_4''$, $1''$, $1^1/_4''$, $1^1/_2''$, $1^3/_4''$, $2''$, $2^1/_2''$, $3''$, $3^1/_2''$, $4''$, $4^1/_2''$, $5''$, $5^1/_2''$, og $6''$. $1^3/_4''$ Rør bør man dog være varsom med at bruge, da de dertil hørende Fittings ikke faas fra Lager. Til Rørledninger, der er udsat for udvendig Fugtighed, bruges ofte galvaniserede Rør, og hvor det er af

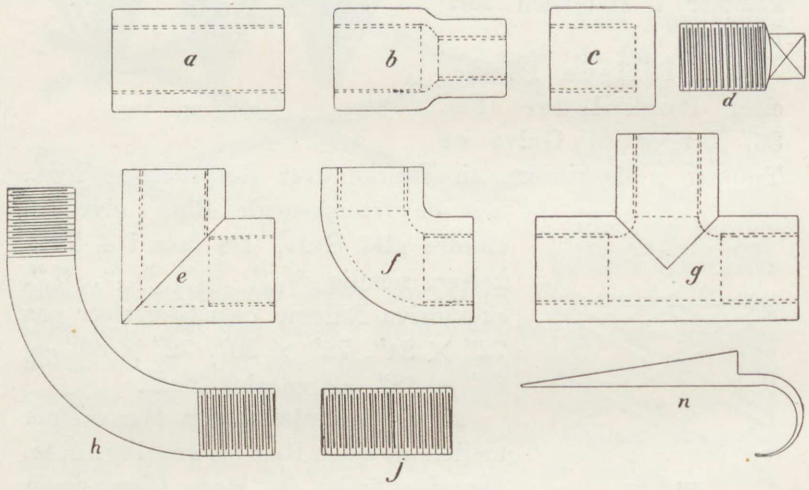



Fig. 38.

meget stor Betydning at undgaa Rustdannelse indvendig i Rørene, kan man anvende tin- eller blyforede Rør (de sidste dog ikke til Drikkevand).

93. Til Samling og Forgrening af Rørene anvender man Fittings, der gaar i Handelen i alle nødvendige Former og Størrelser. Fig. 38 viser Eksempler paa saadanne Former af Fittings. Naar to Rørledninger af samme Størrelse skal forbindes i hinandens Forlængelse, sker dette med en „Muffe“, der er et skrueskaaret Rørstykke med Gevindet indvendigt (*a*). Er Rørene af forskellig Størrelse, bruger man en „Formind-

skelsesmuffe (*b*), der i hver Ende har indvendigt Gevind, svarende til de to Rørledningers Dimensioner. Hvis en Rørledning skal lukkes for Enden, kan dette ske med en „Slutmuffe“ (*c*). For at forandre en Rørlednings Retning til en derpaa vinkelret kan anvendes skarpe eller runde „Vinkler“ (*e* eller *f*), hvis den derved forøgede Modstand ikke spiller nogen Rolle. I modsat Fald maa man bruge en „Bøjning“ (*h*), hvis Krumning er mindst 5 Gange saa stor som Rørets Radius. Naar en Stikledning skal tages fra en Ledning, bruger man et „T-Stykke“, der enten kan have Sidegrenen lige saa stor som Hovedløbet eller mindre end dette, og i saa Tilfælde kaldes et normalt T (*g*), eller det kan have større Sidegren eller mindre Hovedløb i den ene Ende, i hvilket Tilfælde det kaldes „omvendt“. Dimensionen af et T-Stykke opgives i Rækkefølge, altsaa er et $2'' \times 1^1/_2'' \times 2''$ T $\begin{matrix} 1^1/_2'' \\ 2'' \perp 2'' \end{matrix}$. Hvor en Ledning samtidig udsender to Sideledninger, sker Foreningen ved et „Kryds“ (Fig. 39). Hvis man skal anbringe 2 Stykker Fittings umiddelbart ved Siden af hinanden, kan de forbindes med en „Nippel“ (*j*), der er et kort Rørstykke med Gevind udvendigt. For at man nogenlunde let kan skille en Lednings enkelte Stykker uden at skulde overskære den, anbringer man paa et tilstrækkeligt stort Antal Steder „Langgevind“ (Fig. 40), der er korte Rørstykker, som i den ene Ende er forsynet med Gevind for en almindelig Muffe og i den anden Ende med saa langt Gevind, at der kan skrues en Kontramøtrik og en Muffe *o* helt ind paa Rørstykket, naar Ledningen skal skilles. Naar et Stykke Fittings skal lukkes,

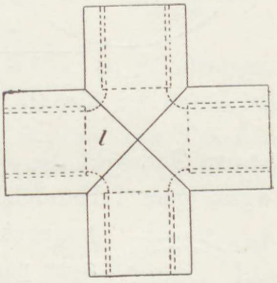


Fig. 39.

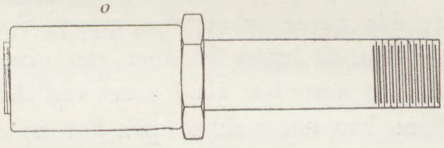


Fig. 40.

bruger man dertil en „Prop“ (*d* Fig. 38). Endelig kan der til Fittings ogsaa henregnes „Flanger“ (Fig. 41) til Paaskruning paa Rørenden, samt „Rørhager“ (*n* Fig. 38) til Fastgørelse af Rørledningen ved Væg eller Loft.

94. Lapsvejste Rør (Fig. 42) har Svejsefugen stillet skraat mod Radius, hvorved den bliver bredere og derved mere paalidelig. De fremstilles ved to Processer, idet Pladestrimlens Sammenbøjning til et Rør først foretages, hvorefter den opvarmes til Svejsehede og svejses i et særligt Valseværk. Man kan ikke lapsvejse Rør med mindre Diameter end 2″, og de smaa Rør, der gaar i Handelen som „lapsvejste“, er blot stuksvejste, men har større Godstykkelse end Gasrørene. Alle de lapsvejste Rør, der ogsaa gaar i Handelen under Navn af „Damprør“, har en noget større Godstykkelse end Gasrør; men dette sker paa Bekostning af den indvendige Diameter, idet den udvendige er den samme som for Gasrørene, for at man kan bruge samme Værktøj og Fittings. I Regelen gaar de i Handelen overstrøgne med Mønjemaling. Damprør kan samles ligesom Gasrør med Fittings, der dog gerne er noget sværere i Godset; men ofte foretrækker man at bruge Flanger, der giver større Tæthed og Stivhed, og dette bør altid gøres ved Rør større end $2^1/_2$″. Flangerne kan enten skrues paa Rørene eller valses paa disse med en Rørvalse.

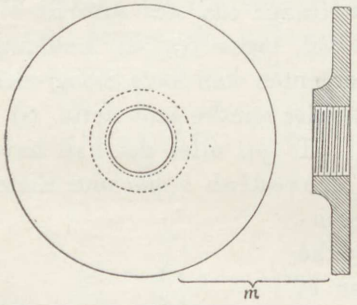


Fig. 41.

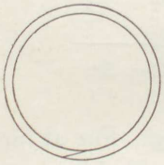


Fig 42.

95. **Traad.** Ved Traad forstaar man Materiale i tynde Dimensioner og simpelt Tværsnit, fremstillet ved Trækning gennem et Trækhul. Tværsnittet er hyppigst cirkulært; men det fremstilles ogsaa kvadratisk, og med andre Former.

Som Udgangspunkt for Fremstilling af Traad bruger man „Valsetraad", der er stærkt og sejgt Thomas- eller Martin-staal eller, til særlig Brug, f. Eks. til Klavertraad, af Digel-staal. Kulstofindholdet i Staalet varierer efter den Anvendelse, man gør af Traaden, fra 0,05 til 1 %. Valsetraaden fremstilles ved Valsning som rundt Jærn med en Diameter paa 3—6 mm. Den bejdses først for at fjerne Valsehuden og trækkes derefter gennem et Trækhul i en Plade af særlig haardt Staal (Specialstaal), (Fig. 43). Ved den voldsomme mekaniske Paavirkning, som Traaden udsættes for under Trækningen, stiger dens Styrke meget stærkt, og samtidig forøges Haardheden, medens Sejgheden aftager. Overfladen er glat og jævn. Traad af denne Art, der benævnes „haardtrukket Traad", anvendes, hvor der fordres stor Styrke eller Stivhed, f. Eks. til Staaltraadstove, Cycleeger, Stifter, Fjedre m. m. Kommer det særlig an paa at faa stor Sejghed, men mindre Styrke, kan Traaden udglødes efter Trækningen. Saadan udglødet Traad bruges til Hegnstraad, Bindetraad og Fletværk.

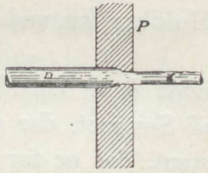


Fig. 43.

96. Traaden gaar i Handelen med Numre efter Traad- eller Pladelæren (smlgn. § 87), og de fleste Numre kan faas baade haardtrukne og udglødede; de sidste benævnes ofte „sort Traad", fordi der ved Glødningen danner sig Glødskal paa Overfladen. Desuden leveres Traaden overtrukket med forskellige Metaller for at beskytte den mod Rust, og der findes saaledes galvaniseret Traad (til Hegnstraad og Bindetraad til Murerbrug), fortinnet Traad (til Fastbinding af Flaskepropper), forkobret Traad (til Møbelfjedre) o. s. v.

97. Traad forlanges ofte med en vis Styrke og Sejghed, og for at kontrollere denne underkastes den Bøjnings-, Vridnings- og Trækprøver. Bøjningsprøverne foretages med det i § 36 beskrevne Apparat, og der forlanges i Regelen, at Traaden skal kunne taale 20 Bøjninger. Vridningsprøven foretages ved at sno en Traad med en Længde paa 75 Gange



INDUSTRIFORENINGENS BIBLIOTEK

Traadtykkelsen paa en saadan Maade, at Traaden ikke hindres i at forkorte sig. Man forlanger i Regelen, at Traaden skal kunne taale 14 Snoninger.

98. **Søm, Spiger, Stifter og Skruer.** Søm kan være smedede og er da i Regelen fremstillede af Svejsejærn eller meget blødt Staal. De udmærker sig ved stor Sejghed og Styrke, men kan undertiden være vanskelige at slaa i, fordi de er tilbøjelige til at bøje sig under Hammerslagene; desuden er de ret dyre. For smedede Søm kan man udtrykke Holdkraften ved

$$P = a\,(b + t)\,l,$$

hvor $b$ er Bredden, $t$ Tykkelsen af Sømmet, $l$ den Længde af Sømmet, der sidder i Træet, udtrykt i cm, og $a$ en Konstant, der er for

| | Endetræ | Sidetræ |
|---|---|---|
| Naaletræ | 41 | 62 |
| Bøg | 66 | 99 |
| Eg | 77 | 115 |
| Hvidbøg | 82 | 123 |

Af denne Formel faas Holdkraften i kg.

Traadstifter er de hyppigst anvendte, fordi de er langt billigere end de smedede Søm. De fremstilles af firkantet Traad i særlige Maskiner, der forsyner dem med Hoved og Spids, og som kan fremstille 3000—20 000 Søm pr. Time efter Størrelsen. De faas i Længder paa 5—250 mm og med 0,5—10 mm Tykkelse. De mindre kan kun faas runde, medens de større faas baade runde og firkantede. De smaa Søm (under 25 mm) kaldes Stifter, medens de meget store kaldes Spiger. Til Fastsømning af Bræder, hvor man ikke ønsker, at se Sømhovederne, bruger man „Dykker", der mangler Hoved, og som drives lidt ned under Træets Overflade, hvorefter Hullet dækkes med Kit.

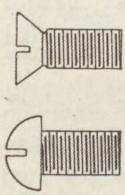


Fig. 44.

**Skruer** har enten Gevind for Metal og kaldes da Jærnskruer (Fig. 44), eller for Træ og kaldes saa Træ- eller Holzskruer (Fig. 45). De har

enten et halvkugleformet Hoved (halvrunde Skruer) eller et keglestubformet Hoved med Spidsen nedad mod Skruen (undersænkede Skruer). De fremstilles paa automatiske Maskiner i store Mængder og er derfor meget billige. Jærnskruerne fremstilles i Regelen efter engelsk Maal med Withworths Gevind. Holzskruerne gaar i Handelen efter Numre, og hvert Nummer faas i forskellige Længder.

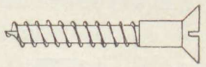


Fig. 45.

99. **Bolte** adskiller sig fra Skruerne ved at være forsynede med Møtrikker. De faas i mange forskellige Størrelser og Former, af hvilke her kun skal omtales:

Bolte med sekskantet Hoved og Møtrik (Fig. 46). Diametren angives som Regel i engelske Tommer, da Boltene i Almindelighed er forsynede med Withworths Gevind. Længden angives ved Afstanden fra Boltens Hoved til Enden, og da Møtrikkens Højde er lig Boltediametren, maa man huske at gøre Bolten saa meget længere end den Dimension, den skal spænde over.

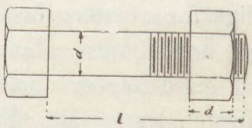



Fig. 46.

Brædebolte er beregnede til Sammenspænding af Træ. For at Bolten ikke skal dreje sig rundt, er dens Skaft firkantet paa et Stykke nærmest Hovedet (Fig. 47). Møtrikken er som oftest firkantet, og der anbringes en Spændeskive under den, for at man ikke skal ødelægge Træet ved Møtrikkens Drejning.

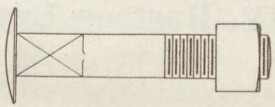


Fig. 47.

Franske Skruer eller Træskruebolte er store Skruer med fir- eller sekskantet Hoved og Træskruegevind. De bruges til Samling af Træ, hvor man ikke vil eller kan benytte gennemgaaende Bolte med Møtrik.

## Støbejærnsrør.

100. Støbejærnsrør findes baade som Mufferør og Flangerør.

Mufferørene (Fig. 48) har i den ene Ende en Udvidelse, der tjener til Samling af to Rør i hinandens Forlængelse. Det ene Rørs Ende stikkes ind i Muffen, og der drives en flettet Hampesnor ind i Muffens Bund. Derefter udstøbes Resten af Rummet i Muffen omkring Røret med Bly, der stemmes fast. Saadanne Rør anvendes navnlig til underjordiske Gas- og Vandledninger, og de er i Regelen asfalterede udvendigt for at være beskyttede mod Rust. Muffesamlingen giver en noget mere elastisk Samling end Samling med Flanger, og disse Rør er derfor ikke saa udsatte for at knække, naar Jorden sætter sig. For at kunne danne et Rørnet findes der en Mængde forskellige Former af Fittings, passende til de forskellige Størrelser.

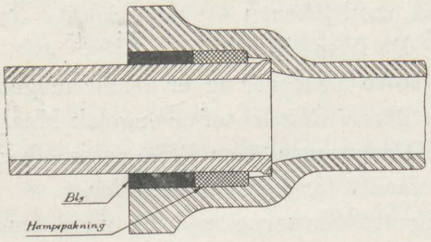



Fig. 48.

101. Flangerørene bruges navnlig til Dampledninger med lavt Tryk, f. Eks. Opvarmningsledninger. Ogsaa til disse findes der mange Former af Fittings.

## IV. Rust og Beskyttelsesmidler mod Rust.

### Rustens Dannelse.

102. Jærn, der udsættes for Angreb af Luft og Vand, vil ruste, d. v. s. det omdannes til en porøs, rødbrun Masse, Rust, der har den kemiske Sammensætning $2\,Fe_2\,O_3, 3\,H_2\,O$.

Idet Jærnet ruster, tiltager baade dets Vægt og Rumfang. Den porøse Rustmasse har endvidere Tilbøjelighed til at optage Luft og Fugtighed, hvilket bidrager til yderligere Rusten af det under Rustlaget liggende Jærn. I denne Henseende indtager Jærnet en Særstilling mellem de andre Metaller, hvis Ilter nemlig beskytter dem mod yderligere Iltning, naar det dannede Metaliltelag har faaet en vis Tykkelse.

Rust er altsaa et vandholdigt Jærnilte, Ferrihydroxyd, der dannes paa Jærnets Overflade. Rustdannelsen er dog ikke nogen almindelig Iltningsproces, idet Jærn og Ilt ikke direkte forener sig med hinanden ved almindelig Temperatur, Rusten dannes nemlig kun under Indvirkning af Luft og Fugtighed. De nærmere Omstændigheder herved er dog ikke fuldt opklaret.

103. Den Teori, der i Nutiden vinder størst Udbredelse, er den saakaldte elektrolytiske Teori.

Man har Erfaring for, at hvis man nitter to Jærnplader sammen med en Kobbernitte, saa vil Jærnet under Kobbernittens Hoveder ruste hurtigere, end hvis man havde foretaget Nitningen med en Jærnnitte. Grunden hertil maa søges i følgende Omstændigheder: Mellem Nittehovedet og Pladen vil der altid være en lille Sprække *S*, Fig. 49, der vil opsamle Fugtighed. Under disse Forhold vil Kobberet, Jærnet og Fugtlaget danne et galvanisk Element. Kobberet, der er elektronegativt i Forhold til Jærn, vil være Elementets positive Pol, medens Jærnet, der er elektropositivt i Forhold til Kobber, følgelig bliver dets negative Pol. Gennem de Steder, hvor Kobberet og Jærnet har metallisk Berøring, vil der da løbe en elektrisk Strøm, som gaar fra Kobberet til Jærnet og fra Jærnets Overflade gennem Fugtlaget tilbage til Kobberet, saaledes som Pilene viser i Fig. 49. Herved finder der en elektrolytisk Proces Sted, idet det Jærn, der rører ved Fugtlaget, opløses og træder i Forbindelse med Ilt fra den Luft, der findes i Fugtlaget, saa at der dannes Rust. I nærværende Tilfælde ruster Jærnet altsaa, fordi det er elektropositivt i Forhold til Kobberet, og derfor kommer til at danne den negative Pol i det sluttede elektriske Kredsløb.

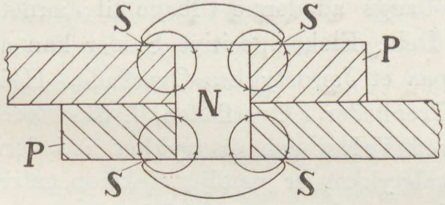


Fig. 49.

Anvender man en Zinknitte i Stedet for Kobbernitten,

INDUSTRIFORENINGENS BIBLIOTEK

angribes Zinknitten, medens Jærnet ingen Skade lider. Zink er nemlig elektropositivt i Forhold til Jærn. Paa Grund heraf anvender man Zink, „Zinkbeskyttere", mellem Kobber- eller Bronzedele og Jærn, ligesom man undertiden anbringer Zinkblokke inden i Dampkedler for at modvirke Kedlernes Tilbøjelighed til at tæres indvendig.

Selv om man erstatter ovennævnte Kobbernitte med en Jærnnitte, kan der dog opstaa Elektrolyse, saa at enten Jærnpladerne eller Jærnnitten ruster. Hvis nemlig Plader og Nitte ikke er af samme Jærnsort, kan der findes en elektrisk Spændingsforskel mellem dem. Den mest elektropositive af dem vil da ruste. Man bør derfor ved Dampkedelnitning, ved Brobygning og Skibsbygning anvende Nitter af samme Slags Materiale som det, hvoraf Pladerne er fremstillet.

Mellem Dele af samme Jærnstykke kan der ogsaa opstaa Elektrolyse. Hvis der nemlig i Jærnstykkets Overflade findes Steder, der er elektropositive i Forhold til det øvrige Jærn, og Jærnstykkets Overflade er ubeskyttet eller utilstrækkelig beskyttet mod Luft og Fugtighed, saa vil der inden i Jærnet gaa en elektrisk Strøm hen til disse Steder i Overfladen, og videre langs ad denne tilbage til Jærnets stærkest elektronegative Dele. Elektropositive Steder kan af flere Grunde danne sig paa et Jærnstykkes Overflade. Hvis Jærnstykket indeholder Urenheder i Overfladen, f. Eks større Stykker Glødskal, der ved Valsningen er trykket ned deri, vil Jærnet ruste. Glødskalstykket er nemlig elektronegativt i Forhold til det underliggende Jærn, og ved Tilstedeværelse af Fugtighed ruster de Jærndele, der er i Berøring med Glødskalstykket. Er Jærnet derimod overalt omgivet af et sammenhængende Lag Glødskal uden Revner eller Ridser, virker Glødskallaget rustbeskyttende.

En uensartet, kold mekanisk Bearbejdning af et Jærnstykke kan ogsaa bevirke Rustdannelse, idet de stærkest bearbejdede Steder bliver positivt elektriske. En Dampkedel er saaledes særlig tilbøjelig til at ruste paa de Steder, hvor der er stemmet paa den, ligesom Fordybninger, der er fremkommet indvendig i en Dampkedels Plader, fordi man ved Rensning for Kedelsten

har slaaet for haardt med Pikhammeren, ogsaa ruster stærkere end de ubeskadigede Dele af Pladerne. I det Hele taget vil en Forskel i Varmebehandling eller mekanisk Bearbejdning af de enkelte Dele i et Jærnstykke eller af Jærnstykker, der rører hinanden, fremme Rustdannelse.

104. Som det fremgaar af det ovenstaaende, er Tilstedeværelsen af et Fugtlag nødvendig, for at Jærnet skal kunne ruste. Indeholder Fugtlaget foruden Luft tillige Syrer eller opløste Salte, vil Rustdannelsen fremskyndes. Paa Grund af sit store Indhold af Vanddamp og Svovlsyrling er Lokomotivrøg saaledes særlig farlig for Jærndelene i Broer, Viadukter og Banegaardshaller, ligesom Søvand som Følge af sit Saltindhold hurtigt forruster alle ubeskyttede Jærndele paa et Skib.

Udsættes Jærn for vagabonderende elektriske Strømme, vil Jærnet ruste paa de Steder, hvor Strømmen forlader det. Man har saaledes haft Eksempler paa, at Byer med elektrisk Sporvejsdrift efter Luftledningssystemet paa faa Aar har faaet sine Vand- og Gasledninger ødelagte, fordi Returstrømmen ikke paa betryggende Maade blev ledet tilbage til Centralen, men banede sig Vej gennem Jorden til denne og derved paa større eller mindre Strækninger løb gennem Jærnrørene.

## Midler*) mod Rustdannelse.

105. Rustdannelse paa Grund af de ovenfor omtalte Forhold er selvfølgelig kun mulig, naar Jærnet er ubeskyttet eller mangelfuldt beskyttet. Ganske vist viser nyere Undersøgelser, at ubeskyttet Jærn under visse Omstændigheder og for kortere eller længere Tid kan komme i en Tilstand, hvor det ikke ruster, til Trods for, at alle Betingelser for Rustdannelse er til Stede. Man siger, at saadant Jærn er „passivt", uden at man dog sikkert kan angive den virkelige Grund til denne mærkelige Tilstand. Kommer Jærn saa-

*) Angaende Forsøg med Rustbeskyttelsesmidler henvises til Statsprøveanstaltens Meddelelser Nr. 12.

ledes i Berøring med Kromforbindelser, enten de foreligger i vandig Opløsning som opløst Kaliumdikromat, eller de indgaar som Farvepulver i Maling, f. Eks. som Zinkkromat, saa viser det sig, at Jærnet er blevet passivt, og at det kan beholde sin Passivitet temmelig længe efter, at Kromsaltene er fjernede. Dette er iagttaget paa bare Pletter, der har dannet sig ved Afskalning af kromholdig Maling.

Den i ubeskyttet Jærn kunstigt fremkaldte Passivitet er imidlertid af en saa kort Varighed, at man ikke tør regne med den i Praksis, men maa bruge mere virksomme Metoder. Bestræbelserne maa gaa ud paa at holde luftholdige Fugtlag borte fra Jærnets Overflade ved Hjælp af et beskyttende Lag. Dette lader sig vanskeligt udføre indvendig i Dampkedler; men for disses Vedkommende har man søgt at modvirke Rustdannelse, idet man saa vidt muligt har fjernet Luften fra Fødevandet. Som beskyttende Lag anvender man dels metalliske Overtræk eller Emaillering, dels Overtræk med Jærnmellemilte, eller ogsaa paafører man et Lag af Fernis, Oliemaling, Lak, Tjære eller Portlandcement. Undertiden nøjes man ogsaa med at indfedte Jærnet med Olie, Vaselin, Talg eller lignende Fedtstoffer.

106. Forinden det beskyttende Lag kan paaføres, maa Jærnet imidlertid grundigt renses for Rust, gammel Maling, Fedtlag og lignende. Der anvendes dels mekanisk, dels kemisk Rensning. Mekanisk Rensning foretages ved Skrabning, Slibning, Pudsning, Sandblæst o. s. v. Ved den kemiske Rensning renser man derimod Jærnet ved Bejdsning med en Syre. Efter Bejdsningen neutraliserer man Syren med Kalkmælk og afskyller omhyggeligt med Vand. Kemisk Rensning gaar hurtigst, men maa foretages med stor Omhu af øvede Folk. Det gælder nemlig om at uskadeliggøre selv den mindste Syrerest, da denne vil give Anledning til Rustdannelse under Beskyttelseslaget. Mekanisk Rensning tager længere Tid, men er sikrere, hvis den er ordentlig udført. Ved Fernisering, Maling, Lakering og Tjæring er Sandblæst særlig anbefalelsesværdig; men Metoden er dyr.

107. **Metalliske Overtræk.** Til saadanne anvendes sædvanlig Zink, Tin Bly, Kobber eller Nikkel.

**Forzinkning** eller **Galvanisering,** som den sædvanlig kaldes, anvendes meget, og hvis Galvaniseringen er godt udført, og Laget har en tilstrækkelig Tykkelse, byder den en udmærket Beskyttelse. Hvis Galvaniseringen er foretaget ved Neddypning af Jærnet i smeltet Zink, vil der inderst inde danne sig et Lag Haardzink, d. v. s. en Zink-Jærnlegering, der ikke ruster, selv om det overliggende Zinklag falder af, da Haardzink er elektronegativt i Forhold til Zink. Udsat for Luften bliver Haardzink sort; selv om der derfor danner sig sorte Pletter paa en galvaniseret Jærnplade, er dette altsaa ikke ensbetydende med, at Pladen vil ruste.

108. **Fortinning** anvendes især overfor tynde Jærnplader, og Fortinningen sker ved, at man dypper Jærnet ned i det smeltede Tin. Tin er meget modstandsdygtigt overfor Angreb af Luft og Syrer. Det er imidlertid vanskeligt at undgaa, at der ved Fortinningen danner sig fine Huller i Tinlaget. Fortinnet Jærn vil derfor ruste i det frie, saa meget mere som Tin er elektronegativt i Forhold til Jærn. Til indendørs Brug holder fortinnet Jærn sig derimod ganske godt.

109. **Forblyning** udføres ved, at man dypper Jærnet i smeltet Bly. Den forholder sig væsentlig paa samme Maade som Fortinning. Da Bly er særlig modstandsdygtigt overfor Saltsyredampe og Svovlsyredampe, forblyer man undertiden galvaniserede Jærnplader, der skal anvendes som Tag paa Syrefabrikker eller paa Bygninger, der ligger i Nærheden af Syrefabrikker, Gasværker og lign.

110. **Forkobring** udføres paa to Maader. Enten dypper man Jærnet i en Kobbervitriolopløsning, hvorved der udfældes et tyndt Lag Kobber paa det, eller man udfører Forkobringen ad galvanisk Vej, altsaa udfælder Kobberet af et Kobberbad ved Hjælp af en elektrisk Strøm. Den førstnævnte Fremgangsmaade giver en uholdbar Forkobring, hvorimod man ved galvanisk Forkobring kan opnaa en god

Beskyttelse for Jærnet, idet Kobberlaget baade hæfter godt til Jærnet og er tæt, naar det ikke er alt for tyndt.

111. **Fornikling** udføres sædvanlig ad galvanisk Vej. Den beskytter Jærnet udmærket, i Særdeleshed hvis Jærnet forkobres inden Forniklingen. Nikkel hæfter nemlig bedre til Kobber end til Jærn.

112. **Emaillering** udføres med en letsmeltelig glasagtig Masse, en Emaille, hvis Hovedmasse bestaar af Kiselsyre, Alkalier, Aluminiumilte og Kalk, men som tillige sædvanlig indeholder farvende Metalilter, der tilsættes, fordi de giver Emaillen særlige Brugsegenskaber. Hovedmassen fremstilles af Stoffer som kalcineret Soda, Kvarts, Feldspat, Flusspat, Kryolit og lign. Hvormange af disse Stoffer, der indgaar i en Emaille, og i hvor stor Mængde de indgaar, lader sig som Regel ikke angive, da en Emailles Sammensætning sædvanlig betragtes som en Fabrikshemmelighed, og en kemisk Analyse f. Eks. ikke kan angive, om Kiselsyreindholdet stammer fra Kvarts eller Feldspat. Metalilterne virker regulerende paa Emaillens Smeltepunkt samtidig med, at de er dens farvende Bestanddel. En Tilsætning af Koboltilte farver saaledes Emaillen blaa, medens en Tilsætning af Tinsyre (Tinaske) gør Emaillen uigennemsigtig hvid.

Emaille fremstilles ved Sammensmeltning af Bestanddelene, hvorefter den smeltede Masse hældes ud i Vand. Derved størkner den til Smaakorn (den granuleres) og bliver saa skør, at den let lader sig finmale. Finmalingen sker med Vand i Kværne eller Kuglemøller. Den finmalede Emaillevælling paaføres Jærngenstandene, som derpaa henstilles til Tørring. Efter Tørring fastbrændes Emaillen, idet man opheder Genstandene til lys Rødglødhede i lukkede Ovne. Man bruger i Regelen to Slags Emaille, nemlig en saakaldt „Grundmasse“, der ingen farvende Metalilter indeholder, og en „Dækmasse“, der indeholder Metalilterne og derfor har et lavere Smeltepunkt end Grundmassen. Ved Emaillering efter denne Metode fastbrænder man Grundmassen ved en Temperatur, der ligger lidt under dens Smeltepunkt; derefter paaføres Dækmassen, der bringes til at smelte ovenpaa den

fastbrændte Grundmasse. Denne Fremgangsmaade er særlig nødvendig ved Emaillering af Støbejærnsgenstande idet Metalilterne ellers ilter det glødende Støbejærns Kulstof under Kuliltedannelse, saa at der opstaar Blærer i Emaillelaget.

En god Emaille yder en fortrinlig Beskyttelse mod Rustangreb. Den angribes hverken af Madvarer, syreholdigt Vand eller Ammoniakdampe. For at en Emaillering skal være holdbar, maa Emaillen være sammensat saaledes, at den ved Opvarmning og Afkøling udvider og sammentrækker sig lige saa meget som Jærnet. I modsat Fald vil Emaillelaget nemlig revne og ødelægges.

113. **Overtræk med Jærnmellemilte** udføres paa flere Maader. De forskellige Metoder gaar ud paa at omdanne Jærnets Overflade til Jærnmellemilte, $Fe_3O_4$, altsaa at fremkalde en kunstig Glødskal. Man leder saaledes overhedet Damp af ca. 280° C. ind i et Rum til Jærn, der er opvarmet til ca. 550° C. Vanddampen ilter da det glødende Jærn til Jærnmellemilte. Man kan ogsaa lede Kulilte ind i et Rum til glødende Jærn, hvis Overflade i Forvejen er omdannet til Rust. Kulilten vil da reducere den glødende Rust til Jærnmellemilte.

Et Lag af Jærnmellemilte beskytter godt mod Rust, hvis det er fuldstændig ensartet og sammenhængende. Jærnmellemiltelaget kan imidlertid let beskadiges, da det er ret skørt og sprødt, og da Jærnmellemilte er elektronegativt i Forhold til Jærn, vil Jærnet hurtig ruste paa alle de Steder, hvor Jærnmellemiltelaget er beskadiget. Metoden anvendes mest overfor Smaating.

114. **Fernisering** udføres med Linoliefernis, der paaføres i et ret tyndt Lag. Fernislaget optager Ilt fra Luften og „tørrer“ derved til en gennemsigtig, elastisk Hinde. En god Fernis bør ikke være klæbrig et Døgn efter Paasmøringen, paa den anden Side maa den heller ikke være alt for hurtigtørrende, thi derved forringes dens Holdbarhed. Det tørrede Fernislag taaler godt de Udvidelser og Sammentrækninger, Jærnet faar paa Grund af Temperatursvingninger; derimod er det ikke vandtæt. En Fernisering er derfor ikke

tilstrækkelig beskyttende for Jærn, der skal staa i det fri. Som Regel foretages Fernisering kun for at yde Jærnet en foreløbig Beskyttelse, f. Eks. under Transport og Montering. Da Fernislaget er gennemsigtigt, opnaar man tillige, at man ved Modtagelsen af en Leverance Støbegods let kan opdage, om dette har Støbefejl.

115. **Oliemaling** foretages med en Oliefarve, der fremstilles ved Udrivning af et Farvepulver i Linoliefernis. Som omtalt er et Lag tørret Linoliefernis ikke vandtæt, udriver man imidlertid et Farvepulver i Fernissen, vil den efter Tørringen blive mer eller mindre vandtæt, alt efter Pulverets Art. I nogle Tilfælde indgaar Farvepulveret en kemisk Forbindelse med Fernissen, hvilket f. Eks. er Tilfældet med Blymønje, men i de fleste Tilfælde fremtræder den tørrede Maling kun som en mekanisk Blanding af iltet Fernis og Farvepulver, og i saa Fald maa Vandtætheden nærmest tænkes opstaaet derved, at Farvepulveret fortrinsvis aflejrer sig i de Porer, der danner sig ved Fernissens Tørring.

Maling til Jærn bør være fremstillet af en ren, tyndtflydende, ret hurtigtørrende Linoliefernis. Det anvendte Farvepulver maa hverken kunne angribe Jærnet eller ødelægge Fernissen, og det skal i saa høj Grad som muligt være modstandsdygtigt overfor Lysets og Atmosfærens Angreb. Indeholder Fernissen Terpentinolie, bliver den tørre Maling skør, medens et Indhold af Mineralolie nedsætter dens Tørringsevne. Hvis Malingen er for tykflydende, faar man ikke Luftblærerne strøgne bort fra Ujævnhederne i Jærnets Overflade, hvilket forringer Malingens Holdbarhed. Foregaar Strygningen i det frie med en Maling, der ikke er hurtigtørrende nok, risikerer man, at den tager Skade, hvis der falder Dug paa den om Natten.

Af de Farvepulvere, der finder mest Anvendelse, skal her nævnes følgende:

116. Blymønje, $Pb_3O_4$, der har rød Farve, benyttes meget, særlig til den første Strygning, den saakaldte „Grunding“. Som nævnt gaar Blymønje i kemisk Forbindelse med Fernissen under og efter Tørringen, saa at Malingen

stivner til et haardt Lag, der binder godt til Jærnet. Blymønjens kemiske Indvirkning paa Fernissen er imidlertid i Længden for stærk, idet Malingen bliver saa haard og skør, at der danner sig Porer, hvorigennem Fugtighed kan trænge ind til Jærnet. Man skal derfor helst bruge Blymønje til Grunding, især da den ikke angriber Jærn, og derefter overstryge den med en mere vandtæt Dækfarve. Hvis man bruger Blymønje til Dækfarve, bør man i hvert Fald blande den med et andet Farvepulver, der ikke indvirker paa Fernissen. Blymønje staar sig daarligt overfor svovlbrinte- og ammoniakholdig Luft og bør derfor ikke anvendes som Dækfarve i Stalde eller Gasværker. Under Vand staar Blymønje sig som Regel godt. Da Blymønje er giftig, maa den behandles med Forsigtighed.

117. Jærnmønje, $Fe_2O_3$, har ogsaa rød Farve. Da den er billig og tillige ikke er giftig, anvendes den en Del i Stedet for Blymønje. Jærnmønje kan dog indeholde fri Svovlsyre og bør derfor helst undersøges, inden man anvender den, idet Svovlsyreindholdet fremmer Rustdannelse.

118. Blyhvidt er basisk kulsurt Blyilte. Det angribes let af svovlbrinteholdig Luft under Dannelse af sort Svovlbly. Det angribes ogsaa af Ammoniak og bør derfor ikke anvendes paa Gasværker. Derimod staar det sig godt overfor Angreb af svovlsyrlingholdig Røgluft. Blyhvidt bør ikke bruges rent; det blandes gerne med Zinkhvidt eller med slemmet, veltørret, fint pulveriseret Kridt. Saaledes tilberedt staar en Blyhvidtmaling sig godt i det frie. Rent, syrefrit Blyhvidt angriber ikke Jærn, men virker nærmest i Retning af at gøre Jærnet passivt. Da Blyhvidt imidlertid er giftigt og derfor farligt at arbejde med, bør man saa vidt muligt undgaa at anvende det.

119. Zinkhvidt, ZnO, er et udmærket Farvepulver, der anvendes meget til alt indendørs Arbejde. Det bevarer sin hvide Farve godt, da det kun i ringe Grad angribes af svovlbrinteholdig Luft, og det dannede Svovlzink tilmed er hvidt. Derimod staar det sig ikke godt overfor svovlsyrling-

BIBLIOTEK

holdig Røg. I det frie staar det sig heller ikke godt. Rent Zinkhvidt angriber ikke Jærn, og det er ikke giftigt.

120. Kromforbindelser virker som tidligere nævnt til at gøre Jærnet passivt. De er imidlertid dyre, men man har Erfaring for, at selv en ringe Tilsætning af en Kromforbindelse som Zinkkromat til en Maling i kendelig Grad har forøget dennes rustbeskyttende Evne. Zinkkromatet skal selvfølgelig i saa Fald kun blandes i Grundfarven.

121. Grafitpulver har ogsaa fundet en Del Anvendelse i de senere Aar. Da det imidlertid har en saa stor Spredningsevne, at Malingen kun kan paaføres i et tyndt Lag og som Følge heraf ikke bliver tilstrækkelig varig, staar man sig ved at tilsætte andre Farvepulvere med mindre Spredningsevne, f. Eks. Blymønje. Her i Landet anvendes meget en Grafitfarve, der sælges i strygefærdig Tilstand, nemlig „Dixons Silica Grafitfarve". Den er særlig modstandsdygtig overfor varm Røg og anvendes derfor paa Gasværker og lignende Steder.

122. Erfaringen viser, at selv den bedste Oliemaling kun har en ret begrænset Varighed. Den væsentligste Grund hertil er vel nok den, at Linoliefernissen i Tidens Løb ilter sig saa stærkt, at den bliver haard og sprækker, saa at Malingen skaller af. Ødelæggelsen fremskyndes selvfølgelig, hvis Farvepulveret virker opløsende paa Fernislaget eller angriber Jærnet. Værst gaar det dog, hvis Jærnet har været mangelfuldt renset inden Malingen og derfor straks begynder at ruste. I saa Fald vil selv den bedste Maling skalle af i kort Tid.

123. **Lakering** anvendes meget som Rustbeskyttelsesmiddel, og i mange Tilfælde opnaas fortrinlige Resultater hermed. Af de mange forskellige Lakker og Lakfarver, der anvendes, skal her kun omtales nogle af de mest brugte.

Schellakspiritus er Schellak opløst i Sprit. Den kan kun paaføres i et tyndt Lag, der hurtigt tørrer, idet Spritten fordamper, saa at der aftsættes et tyndt, ret skørt Lag Schellak paa Jærnet. Til Strygning af simple Jærnsager bruger man ofte en sort Spirituslakfarve, der fremstilles ved at

man udrører Kønrøg i Schellakspiritus. En saadan Spiritus-lakfarve er ganske vist ogsaa ret skør, men den dækker godt og foretrækkes i mange Tilfælde for en Oliefarve. Ønsker man en mindre skør Lak, kan man anvende Asfaltlak, der fremstilles ved Opløsning af Asfalt i Terpentinolie og Tilsætning af lidt Linolie. Kopallak, der er dannet ved Opløsning af smeltet Kopal i varm Linolie, og hvortil ofte er tilsat lidt Terpentinolie, giver ogsaa et elastisk Laklag. Blander man et Farvepulver i Kopallak, haves en Kopallakfarve. Saavel Asfaltlak som Kopallakfarver vinder betydeligt i Skønhed og Holdbarhed, hvis man tørrer dem under Opvarmning i en Lakereovn, d. v. s. anvender Ovnlakering. Brødbakker og billige Cyklestel ovnlakeres ved Temperaturer mellem 45 à 110° C., medens den smukkeste og mest holdbare Ovnlakering, f. Eks. af kostbare Cyklestel og finere Blikvarer foretages ved ca. 200° C.

124. **Tjæring** bruges særlig paa grovere Jærnvarer. Tjæren maa opvarmes inden Paaføringen, og hvis det er muligt, bør Jærnet ogsaa opvarmes. Der anvendes baade Stenkulstjære og Trætjære. Begge maa være vandfri og godt rensede, Stenkulstjæren for Ammoniak og Trætjæren for Eddikesyre, ellers kan en Tjæring gøre stor Skade, idet de nævnte Stoffer er rustdannende. Da Tjære har Tilbøjelighed til at drive af i stærk Solvarme, giver man den gerne en Tilsætning f. Eks. af brændt pulveriseret Kalk, hvilket bevirker, at den ikke flyder. Brændt Kalk virker tillige vandbindende og neutraliserer Tjærens skadelige Bestanddele. Indkogt Kultjære med Kalktilsætning giver et fast Lag og bruges meget til saakaldt „Asfaltering“ af støbte Jærnrør. Asfalterede Jærnrør holder sig godt i Jorden, og det paaførte Kalktjærelag skaller ikke af ved Stød. Trætjære, der egentlig aldrig tørrer paa Jærn, giver et mere elastisk Dække end Kultjære og taaler bedre Temperaturforandringer uden at sprække. Til Beskyttelse af Tanktoppe og lignende stærkt udsatte Steder i Jærnskibe har man med Held anvendt Trætjære med en Tilsætning af Portlandcement, idet man ovenpaa det

friskstrøgne Tjærelag har drysset saa megen Portlandcement, som Tjæren kunde fastholde.

125. **Portlandcement** udrørt i Vand til en tynd Vælling giver efter Størkningen et Lag, der hæfter godt til Jærn og virker udmærket rustbeskyttende. Cementvællingen paastryges i 4 à 5 Lag, og hvert Lag maa være størknet, inden det næste paaføres. Maling med Portlandcementvælling har faaet en Del Anvendelse, særlig til Jærnbroer i et meget fugtigt Klima og til ind- og udvendig Beskyttelse af Dampkedler. Metoden har den Fordel at kunne anvendes overfor rustent Jærn, idet det størknede Cementlag endog hæfter bedre til rustent end til rustfrit Jærn og straks standser al yderligere Rustdannelse paa Grund af dets Indhold af alkaliske Stoffer. I Luft bevarer Cementlaget dog ikke sin rustbeskyttende Evne længere, end til Luftens Kulsyre har omdannet Alkalierne til kulsure Salte. Under Vand synes Cementlaget derimod at bevare sin rustbeskyttende Evne meget længere.

126. **Indfedtning** er en nem og billig Beskyttelsesmaade, der dog kun kan være af en rent foreløbig Art, fordi Fedtlaget let skrabes af. Som Indfedtningsmidler anvendes Svinefedt, Bomolie, Talg og Vaselin m. fl. De tre førstnævnte Fedtstoffer bør dog ikke anvendes, de bliver nemlig let harske, d. v. s. der danner sig frie Fedtsyrer i dem, hvorved Jærnet angribes. Vaselin*) bliver derimod ikke harsk. For at gøre et Fedtlag mere modstandsdygtigt overfor Afskrabning blander man ofte pulveriseret brændt Magnesia i Fedtstoffet. En saadan Tilsætning har tillige den Fordel, at de Fedtsyrer, der eventuelt opstaaer i Fedtlaget, bindes af den brændte Magnesia.

---

*) Vaselin bestaar af Kulbrinte.

# TRÆ

# Træ.

127. Træ er et af de ældste Bygningsmaterialer, der har været anvendt, og det bruges stadig i stor Udstrækning, ikke blot til Husbygning, men ogsaa i mange andre Øjemed, f. Eks. til Vandbygning, Sveller og Telegrafpæle, Snedkerarbejder, Bødker- og Karetmagerarbejde, til Fremstilling af Papirmasse, Trækul o. s. v.

Som Byggemateriale udmærker det sig ved ringe Egenvægt, stor Elasticitet, daarlig Varmeledningsevne og let Bearbejdelighed. Derimod har det ringe Modstandskraft overfor Angreb af Vejrlig, Dyr og Svampe samt Ild, og Prisen er temmelig høj, navnlig for store Dimensioner. Dertil kommer, at det er meget uhomogent, og at Kvaliteten og Egenskaberne kan variere meget betydeligt inden for samme Træsort. Det er derfor meget vanskeligt at bedømme Egenskaberne ved et forelagt Træmateriale, og Erfaringen er her den bedste Vejleder.

Det levende Træ bestaar af Rod, Stamme, Grene og Blade. Af disse er det navnlig Stammen og undertiden de større Grene, der er af Vigtighed. Rodveddet er som oftest vanskeligt at bearbejde, og Grenene er tit krogede og faas kun i smaa Dimensioner. Stammen er derfor langt den vigtigste Del af Træet, og det er hovedsagelig til denne, at det følgende refererer sig.

## Veddets Bygning.

128. **Veddets kemiske Sammensætning.** Det voksende Træ er et levende Væsen, og det bestaar derfor hovedsagelig



INDUSTRIFORENINGENS BIBLIOTEK

af organiske Forbindelser, hvis Sammensætning dog for en stor Dels Vedkommende kun er lidet kendt. De unge Celler bestaar af Cellulose, $H_{10} C_6 O_5$; men efterhaanden indvandrer der andre Stoffer, hvorved Cellulosen omdannes til Lignin eller Træstof. Endvidere indeholder Veddet altid en større eller mindre Mængde Vand, samt — efter Aarstiden — vekslende Mængder af Reservenæring, der bestaar af Stivelse, Æggehvidestoffer og Sukker. Endelig findes der en Del Affaldsstoffer som Garvesyre, Harpiks, æteriske Olier, Gummi o. a. samt nogle uorganiske Stoffer, der ved Veddets Forbrænding efterlades som Aske.

129. **Cellulosen** udgør som nævnt Hovedbestanddelen i de unge Celler, medens den i de ældre er omdannet til Lignin, rimeligvis ved, at den har indgaaet kemiske Forbindelser med andre Stoffer. I bløde Træsorter udgør Cellulosen Hovedmassen, medens de haarde væsentligst bestaar af Lignin. Cellulosen er temmelig holdbar, hvorimod Ligninen forandrer sin Beskaffenhed i Tidens Løb, idet den bl. a. bliver mørkere og faar Tilbøjelighed til at smuldre. Dette Forhold har bl. a. Betydning ved Papirfabrikationen, idet man til simple Papirsorter benytter Træslib, d. v. s. Træ, der er findelt paa Slibesten, medens man til bedre Papir bruger „Cellulose", d. v. s. Træfibre, fra hvilke Ligninen er fjernet ved Kogning med f. Eks. svovlsyrlig Kalk eller Natronlud; thi medens Papir af Træslib hurtigt bliver gult, holder Cellulosepapir sig temmelig uforandret.

130. **Vandindholdet** i Træ er meget varierende ikke blot for de forskellige Træsorter, men ogsaa efter Aarstiden. Det er størst om Foraaret, mindre om Vinteren. I friskfældet Træ findes omtrent 50 % Vand. En Del af Vandet findes som Saft i Cellernes Hulrum, medens den øvrige — og største Del — findes opsuget i Cellevæggene.

Vandet er en Livsbetingelse for det voksende Træ, idet det tjener som Transportmiddel for Næringsstofferne, navnlig de uorganiske, og tillige giver Veddet Sejghed og Elasticitet, saaledes at friske Grene eller Stammer ikke knækkes af Storm.

Ved den tekniske Anvendelse af Veddet vanskeliggør det Transporten og Anvendelsen, idet det bl. a. fremkalder Svind og Kastning, og Træet maa derfor udtørres, inden det kan bruges til Bygningsmateriale.

131. **Reservenæringen** udgøres som nævnt væsentlig af Stivelse, Æggehvidestoffer og Sukker. Stivelsen udgør den største Del af Reservenæringen. Den findes navnlig aflejret i de yngre Celler, og gør Veddet haardere og mere vandtæt.

Æggehvidestofferne findes navnlig i Cellesaften, i hvilken der ogsaa, især om Foraaret, findes meget Sukker. Særlig rige paa Sukker er Ahorn, Lind, Hvidbøg og Birk.

Reservenæringen har ingen direkte Betydning for Veddets Anvendelse, men maa nærmest siges at være skadelig, fordi den begunstiger Larve- og Svampeangreb.

132. **Affaldsstofferne** kan betragtes som Træets Ekskrementer, og de er ofte af stor Betydning ved dets Anvendelse og Holdbarhed. Af saadanne Stoffer kan særlig mærkes:

Harpiks, der er en kemisk Forbindelse af Kulstof, Ilt og Brint. Den er flydende i Træet, men størkner i Luften, fordi den ilter sig. Den dannes i de levende Celler, hvorfra den træder ud i Cellevæggene og ophobes i særlige Harpiksgange. Harpiks findes navnlig i Kærnen og Knasterne. Den gør Veddet tungt og holdbart. Undertiden kan den forekomme som store Kager med linseformet Tværsnit, der svækker Veddet stærkt, hvor de findes. Harpiks finder Anvendelse til Fremstilling af Lakker, idet den er opløselig i Alkohol og Terpentin.

Gummi*) dannes ligeledes som Affaldsstof, men er i Modsætning til Harpiks opløseligt i Vand og uopløseligt i Alkohol. Det spiller en Rolle ved Dannelsen af Kærneved hos visse Træsorter, og det flyder ofte ud af Saar paa Stammer og Grene, navnlig hos visse Arter af Stenfrugtfamilien.

*) Gummi i denne Forstand maa ikke forveksles med Kautschuk, der er Mælkesaft. Et Eksempel paa Gummi haves i det bekendte „Gummi arabicum", der bruges til Klister.

Terpentin er en Opløsning af Harpiks i æteriske Olier (Balsam), der navnlig forekommer hos Naaletræerne. Sammensætningen varierer hos de forskellige Træsorter. Det benyttes særlig til Fremstilling af Terpentinolie og Lakker.

Garvesyren indtager en Særstilling, idet man ikke med Sikkerhed ved, hvorledes og hvorfor den dannes. Den har stor Betydning ved Træets Anvendelse, fordi dens antiseptiske Egenskaber beskytter mod Angreb af Dyr og Svampe. Man antager desuden, at Garvesyren er Bærer af de forskellige Farvestoffer, der undertiden findes i Veddet.

De uorganiske Stoffer er væsentligst Kali, Magnesia og Fosforsyre. De udgør i Regelen kun ca. 0,2—1 % af Tørstoffet, men kan hos enkelte Træsorter, f. Eks. Teak og Ibenholt naa over 3 %.

133. Efter Oppermann kan den gennemsnitlige Sammensætning (i %) af Træ sættes til:

| | Lufttørt Ved og Aske | Askefrit Tørstof | Til Sammenligning: Cellulose | Lignin |
|---|---|---|---|---|
| Kulstof | 43,8 | 50,0 | 44,4 | 55,6 |
| Brint | 5,3 | 6,0 | 6,2 | 5,8 |
| Ilt | 38,2 | 43,7 | 49,4 | 38,6 |
| Kvælstof | 0,2 | 0,3 | | |
| Hygroskopisk Vand. | 12,0 | | | |
| Aske | 0,5 | | | |

Man ser af Tabellen, at Ligninen indeholder betydelig mere Kulstof end Cellulose, og at „det askefri Tørstof" maa indeholde omtrent lige store Mængder af Cellulose og Lignin. Endvidere ser man, at „lufttørt" Ved gennemsnitligt indeholder 12 % Vand.

134. **Veddets Cellevæv.** Træet er ligesom alle andre levende Organismer opbygget af Celler, der forener sig til Cellevæv. Som Følge deraf er Træ ikke nogen homogen Masse, men er opbygget af forskellige Celleformer, hvis Udseende, Bygning og Virksomhed afhænger af deres Bestemmelse. Her skal kun omtales de Celleformer, der forekommer i selve Veddet.

En fuldstændig Plantecelle bestaar af en Cellevæg c (Fig. 50), der er dannet af Cellulose. Inde i Cellen findes en eller flere Cellekærner k, der i Regelen ligger i Cellens Midte. Indenfor Cellevæggen og omgivende Kærnen findes Protoplasmaet, der ofte indeholder en Mængde smaa Legemer, der giver den et kornet, graaligt Udseende. Protoplasmaet bestaar hovedsagelig af Æggehvidestoffer og har en meget indviklet kemisk Sammensætning. Det indeholder meget Vand og har en halvflydende Konsistens, hvorfor det ofte kaldes „Celleslim".

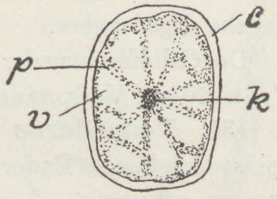



Fig. 50.
c Cellevæg, k Cellekærne, p Protoplasma, v Vacuole.

I unge Celler udfylder Protoplasmaet i Regelen helt Cellens Indre, medens det i ældre Celler ofte indeholder Hulrum v, „Vacuoler", der er fyldt med Cellesaft, som bestaar af Vand, i hvilket der kan være opløst flere Stoffer, f. Eks. Æggehvide, Sukker o. a., ligesom den tit indeholder Stivelseskorn.

Cellekærnen spiller bl. a. en Rolle ved Cellevævets Formering, der sker ved, at Cellerne deler sig. En saadan Deling kan foregaa paa flere Maader. Ved den almindeligste

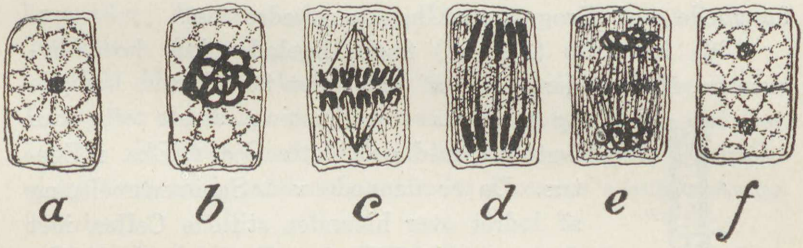



Fig. 1

(Fig. 51) opløser Cellekærnen sig til et traadlignende, sammenrullet Nøgle (b), der derefter deler sig i u-formede Smaalegemer (c), som grupperer sig i to Lag efter en Diametralplan, hvorefter de vandrer op til hver sin Ende af Cellen (d). Her samles de atter til Cellekærner, idet der først dannes

et „Nøgle“ (e), hvorefter der dannes en Cellevæg i den oprindelige Celles Midte (f), og Cellen er da blevet til to. Efterhaanden som Cellen bliver ældre, forandres den efter den Virksomhed, den skal udføre, og der opstaar paa den Maade forskellige Celleformer, der hver har sine karakteristiske Egenskaber.

De Celleformer, der findes i Veddet, er Vedceller, Kar, Trakeïder, Vedparenkymceller og Marvstraaleceller.

135. **Vedcellerne** (Fig. 52) er lange, tykvæggede og tilspidsede i begge Ender. Hulrummet er kun lille. Længden er som oftest $0,_5$—1 mm, men de kan naa en Længde paa flere mm. De er forsynede med spalteformede, fine Porer og har i Regelen polygonalt Tværsnit, fordi de ved deres indbyrdes Tryk har kilet sig ind mellem hverandre. De udgør Hovedmassen af Løvtræernes Ved, hvorimod de ikke findes hos Naaletræerne.

Fig. 52.

Vedcellerne er døde Celler, der kun indeholder Luft og Vand. Deres Bestemmelse er at afstive Planten, og deres Længderetning er sammenfaldende med Plantens (Stammens eller Grenens). De er som nævnt stærkt indkilede mellem hverandre, og Enderne er undertiden savtakkede eller forsynede med Kroge for at hage sig bedre fast.

136. **Karrene** (Fig. 53) findes ligeledes kun hos Løvtræerne. Det er lange Rør af undertiden flere Meters Længde og med saa stor Lysning, at de ofte kan iagttages med det blotte Øje, f. Eks. i Egetræ. De er dannede ved Sammensmeltning af lodret over hinanden stillede Celler, idet de vandrette Cellevægge har opløst sig. De har tykke, stærkt forveddede Vægge, i hvilke der findes vandrette Porer p.

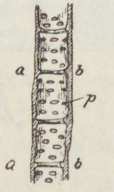



Fig. 53.
Længdesnit i et Kar. ab Rest af den opløste Cellevæg, p Pore.

Karrene er Vandledningsorganer, og der dannes i Regelen flest og størst Kar i Foraarstiden, naar der skal transporteres den største Vandmængde. Efter et vist Antal Aars Forløb ophører de at

fungere som Vandledningsorganer. De bliver luftfyldte og tjener kun som Styrkevæv. Undertiden fyldes de ogsaa med Vedmasse eller andre Stoffer.

137. **Trakeïder (Vandrørsceller)** (Fig. 54) findes forholdsvis sjældent hos Løvtræerne, hvorimod de udgør Hovedmassen af Naaletræernes Ved. De er ligesom Karcellerne stillede lodret over hinanden, men adskiller sig fra Karrene ved, at Endevæggen ikke er opløst, men forsynet med Porer. Porerne i to Naboceller er adskilt ved en tynd Hinde. Hos Løvtræerne er Trakeiderne korte, hvorimod de hos Naaletræerne kan blive 4—5 mm lange, og de er her ordnede meget regelmæssigt, hvad der er Aarsag til Naaletræernes lette Kløvelighed. De er ligesom Karrene døde Organer, der kun tjener til Vandledning og Afstivning.

Fig. 54.

138. **Vedparenkymcellerne** er — i Modsætning til de ovenfor beskrevne — levende Celler, der deltager i Plantens Livsfunktioner. De er som oftest tyndvæggede og afgrænsede i alle Retninger. Parenkymet tjener bl. a. til Opbevaring af Reservenæring, og det er derfor ofte stivelsesfyldt. Vedparenkymcellerne findes overalt i Løvtræerne og er Veddets svageste Del; de lejrer sig navnlig omkring Karrene, der tit er helt omgivne med et Lag Parenkymceller. De er meget smaa; Længden er omtrent $0,_1$ mm, Tykkelsen $0,_{015}$—$0,_{02}$ mm.

139. **Marvstraalecellerne** ligner Vedparenkymcellerne. De tjener ligeledes til Reservenæringsoplag, men adskiller sig fra de foregaaende ved at have deres største Udstrækning vinkelret paa Stammens eller Grenens Længderetning (vandret).

140. **Veddets Bygning.** Veddet er nu opbygget af disse ovenfor omtalte Elementer, men deres indbyrdes Forhold kan være meget forskelligt, hvad der atter medfører forskellige Egenskaber hos de forskellige Vedsorter. Fig. 55 viser et kileformet Stykke af en Træstamme, paa hvilket man skematisk ser den sædvanlige Opbygning af Veddet. Inderst ligger Marven m. Den er i Regelen af cirkulært Tværsnit,

men kan ogsaa være mangekantet, f. Eks. hos Eg og Bøg. Den dannes i Træets første Leveaar og vokser ikke senere.

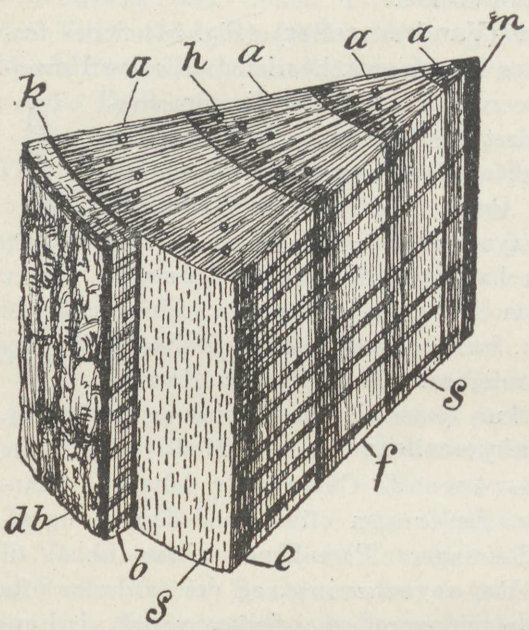



Fig. 55.
Kilestykke af en 4-aarig Stamme m Marv, a Aarring, b Bark, db „død Bark" og S Marvstraaler, e Efteraarsved, f Foraarsved, h Harpiksgang.

Den inderste Del bestaar af døde Celler, medens de yderste undertiden er levende og indeholder Stivelse. Marven maa ikke forveksles med den senere omtalte Kærne.

Yderst ligger Barken, der i Regelen bestaar af en levende Del b og en død Del db, der ligger yderst. Lige inden for Barken ligger det tynde Kambiumlag eller Dannelseslag k, fra hvilket Væksten foregaar, idet der dannes Vedceller indadtil og Barkceller udadtil. Den inderste Del af Barken, — altsaa de sidst omdannede Kambiumceller —, kaldes Basten. Den er dannet af meget lange (1 à 2 mm) Celler, der er stærke og sejge, og som udmærket modstaar Forraadnelse. Dens Bestemmelse er nærmest at tjene til Afstivning. Uden om Basten ligger Inderbarken, der bestaar af sekskantede Korkceller, som tjener til Ledning og Oplag for Næringsstoffer. Den indeholder ofte betydelige Mængder Garvesyre og benyttes undertiden til Garvning af Læder (Egebark). Allerydest ligger den døde Bark, der bestaar af luftfyldte Korkceller. Den er udmærket varmeisolerende og uigennemtrængelig for Vand, saa at den beskytter Træet godt mod

Frost og Udtørring. Fældede Træer tørrer derfor langt hurtigere, naar de afbarkes, end naar de beholder Barken.

Mellem Barken og Marven ligger den egentlige Vedmasse, der er den for Teknikken vigtigste Del af Stammen. Den er opbygget af Vedceller, Kar Trakeider*) samt Marvstraaleceller, der alle dannes under Vækstperioden fra Løvspring til Løvfald. De dannes alle af Kambiumlaget og er derfor lejrede i Ringe — Aarringe — omkring Træet. Hver Aarring er dannet i Løbet af en Vækstperiode, og da der som oftest er Forskel paa det Ved, der dannes først, og det, der dannes senere i samme Periode, vil Aarringene i Regelen fremtræde tydelig adskilt fra hinanden. Man kan derfor ved Tælling af Aarringene bestemme en Træstammes Alder, ligesom Aarringenes Antal ved Foden angiver Træets Alder. Fig. 56 viser altsaa et Kilestykke af en 4-aarig Stamme.

Som nævnt ovenfor er der i Regelen tydelig Forskel paa det først dannede og det senere dannede Ved, og dette skyldes de forskellige Forhold, der gør sig gældende i Løbet af Vækstperioden, der i Danmark afsluttes i Løbet af August. Om Foraaret kræves der nemlig store Mængder Vand til Dannelse af nye Skud og Blade, og hos Løvtræerne dannes derfor Ved med mange Kar, medens der hos Naaletræerne dannes tyndvæggede Trakeider med store Hulrum. Senere paa Aaret er der ikke Brug for saa store Vandmængder, og der dannes da færre eller snævrere Kar hos Løvtræerne og mere tykvæggede Trakeider hos Naaletræerne. (Se Mikrofotografierne paa Tavlen S. 125). Som Følge heraf vil der blive en mere eller mindre tydelig Forskel paa det løsere og mere porøse Foraarsved og det fastere Efteraarsved. Jo mere Efteraarsved og jo mindre Foraarsved Træet indeholder, desto mere værdifuldt er det som oftest.

Aarringenes Bredde kan være meget forskellig. De ældre Aarringe (nærmest Træets Akse) er i Regelen bredere end de yngre, fordi Træet vokser stærkest de første Aar. Jord-

*) Som foran nævnt findes der dog ikke Vedceller og Kar i Naaletræernes Ved.

bundsforholdene har stor Betydning for Aarringsbredden. En næringsrig Jordbund med passende Fugtighed giver brede Aarringe, medens mager, daarlig Jordbund giver smalle Aarringe.

Aarringsbredden tillægges ofte en stor Betydning ved Bedømmelsen af Veddets Kvalitet. Dette er næppe helt rigtigt; thi det, der har Betydning, er Forholdet mellem Mængderne af Foraarsved og Efteraarsved i de enkelte Aarringe. Hos Naaletræerne skyldes brede Aarringe hyppigst meget Foraarsved, og fintringet Naaletræ er derfor under iøvrigt lige Forhold bedre end bredringet; hos Løvtræerne er det omvendte gerne Tilfældet. Man kan imidlertid ikke i Almindelighed sige, at fintringet Naaletræ er bedre end bredringet; thi Træ, der er vokset paa god, kraftig Bund og derfor har brede Aarringe, vil være bedre end Træ, hvis Fintringethed skyldes daarlige Ernæringsforhold. Det bredringede pommerske Fyr er f. Eks. bedre end det fintringede norlandske, der er vokset paa slet og mager Bund.

Marvstraalerne (S, Fig. 56) er tynde, radielt og lodret stillede Plader, byggede af Marvstraaleceller. De udgaar alle fra Kambiumlaget og strækker sig et kortere eller længere Stykke ind i Veddet; nogle gaar endog helt ind til Marven. Hvis Træet er vokset excentrisk, bliver Marvstraalernes Forløb krummet, idet de staar vinkelret paa hver enkelt Aarring. Deres Tykkelse er meget variabel hos de forskellige Træsorter, og selv indenfor samme Stamme kan Tykkelsen variere fra 1 til 20 Cellers Tykkelse (0,1 — 2 mm). Som oftest er Marvstraalecellerne og dermed Marvstraalerne bløde, og de faar da teknisk Betydning derved, at Træet lettest kløves langs de retlinede Marvstraaler, ligesom Træet ved Udtørring og Svind revner langs disse. Marvstraalerne har ogsaa teknisk Interesse i en anden Henseende, idet de ofte har en anden Farve end det øvrige Ved og derfor viser sig som mørke eller lyse Pletter paa Radialsnittene. Da et saadant Snit sjeldent følger Marvstraalerne nøjagtigt, optræder Marvstraalepletterne med tilfældige Former, saakaldte „Spejl“, der giver Træet et ejendommeligt

Udseende, som er karakteristisk for hver Træsort. Særlig store Spejl findes hos Egen.

Harpiksgange (h, Fig. 56) findes i Veddet hos nogle Naaletræer (Lærk, Fyr og Rødgran). Det er ikke særlige Organer, men kun Mellemrum mellem Cellerne. De træder aldrig over fra en Aarring til en anden, men kan derimod bugte sig i tangential Retning, og undertiden kan to Gange smelte sammen til een. De findes næsten altid i Efteraarsveddet, hvor de viser sig som fine Prikker.

141. **De mikroskopiske Tavler.** Paa hosstaaende Tavler er gengivet forskellige Mikrofotografier, der nærmere oplyser det foregaaende.

I. (350 Gange forstørret) viser to unge Planteceller med Cellekærne a og Cellevæg b. Cellekærnen er her sort, fordi den er kunstigt farvet.

II. (70 Gange forstørret) fremstiller Vedelementer af Bøg. Midt over Billedet (omtrent efter en Diameter) ses Spidsen af en Vedcelle (a), der er forsynet med Savtakker. Ovenover denne ses en rektangulær Marvstraalecelle (b). Endelig ses to Karelementer med de spalteformede Porer (c). Den uregelmæssige Begrænsning langs Enderne følger den opløste Cellevægs Rester (smlgn. Fig. 54).

III. (350 Gange forstørret) Marvstraale i frisk Bøgeved. Man ser, hvorledes de enkelte Marvstraaleceller opbygger Marvstraalerne ligesom Mursten. De sorte, runde Legemer i Cellerne er Stivelse (her farvet med Jod), og man bemærker, at Cellerne er helt fyldte med denne Reservenæring.

IV. (70 Gange forstørret) Aarringsgrænse i Fyr. Man bemærker straks den store Forskel, der er paa de tyndvæggede Foraarstrakeider med det store Hulrum og de tykvæggede Efteraarstrakeider med ringe Hulrum. Forneden i Billedet ses en Harpiksgang (a), omgivet af harpiksafsondrende Celler. Endelig ses nogle Marvstraaler (b).

V. Tværsnit af El (26 Gange forstørret). Billedet viser en Aarring med de mange store Kar i Foraarsveddet. Man

ser, hvorledes Karrenes Antal aftager ud mod Efteraarsveddet, og man bemærker det tynde, meget tætte og mørke Lag Efteraarsved ved Aarringsgrænsen (a)

VI. Tværsnit af Bøg (70 Gange forstørret). Man ser de polygonale Vedcellers Tværsnit og de ret store Kar (a), navnlig i Foraarsveddet. Paa Billedet findes kun „fine" Marvstraaler (b), men ingen store.

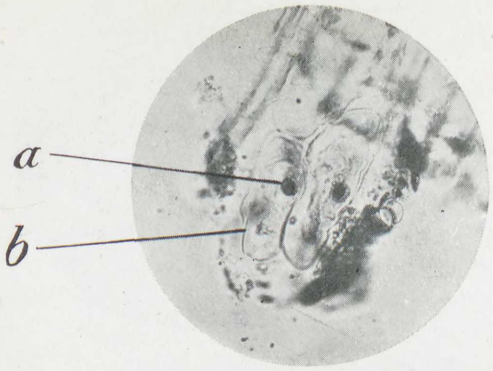
VII. Tværsnit af Eg (70 Gange forstørret). Karrene (a) er langt større end hos Bøgen, og man ser tydeligt, at de er omgivne af et Lag Vedparenkymceller. Selve Vedcellerne er ogsaa større end Bøgens, og man kan se, at deres Vægtykkelse er større i det tynde Lag Efteraarsved (b) end i Foraarsveddet (c). Endelig ser man en af de store Marvstraaler, der her er 3 Celler tyk.

VIII. Længdesnit i Gran (70 Gange forstørret) visende et Stykke af Trakeiderne med deres talrige Porer. Trakeiderne i Naaletræ er betydelig længere end i Løvtræ, og ved den her benyttede Forstørrelse kan man kun se en ringe Del af Længden.

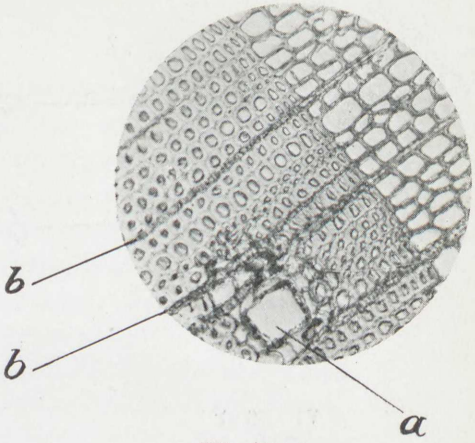
IX. Længdesnit i Bøg, (70 Gange forstørret) a Marvstraale, b Vedceller, c Kar, d Rest af den ellers opløste Cellevæg i Kar, e Trakeide.

X. Kordalsnit i El (70 Gange forstørret). Bogstaverne har samme Betydning som i IX. Man ser bl. a. tydeligt Porerne i Karrene og de enkelte Marvstraaleceller.

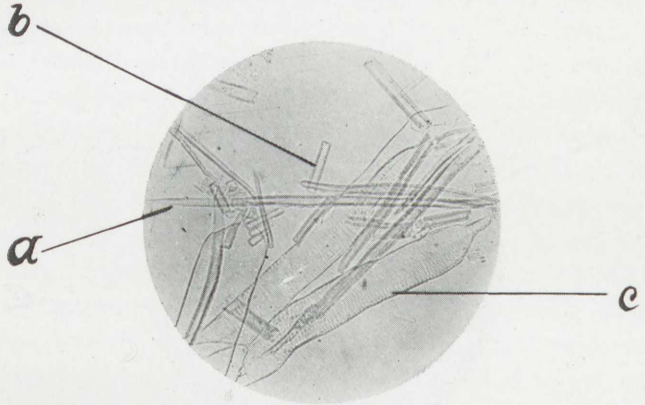
142. **Kærnedannelse.** Aarringsdannelsen tilendebringes som nævnt i Løbet af en Sommer, og for mange Træers Vedkommende sker der ikke senere nogen Forandring med Veddet. Hos andre kan der derimod efter flere Aars Forløb begynde at danne sig Aflejringer i de døde Vedceller, og der opstaar derved den saakaldte Kærnedannelse. Det er forfortrinsvis Gummiarter, Harpiks, og Garvestoffer, der aflejres, og de er sædvanlig ledsagede af Farvestoffer, der oftest er røde eller brune. De aflejres dels i Cellemellemrummene og dels i Cellevæggene, hvor de fortrænger Vandet, og derved bl. a. bevirker, at Kærneveddet svinder mindre ved Udtør-



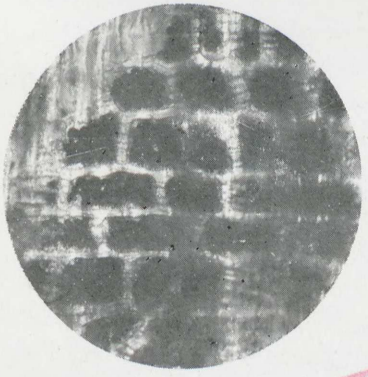

I. (350 x).



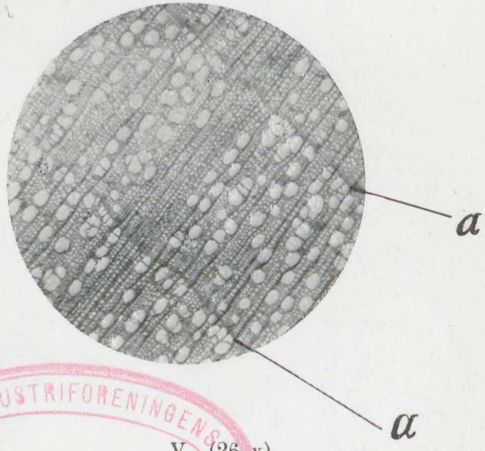

IV. (70 x).




II. (70 x).

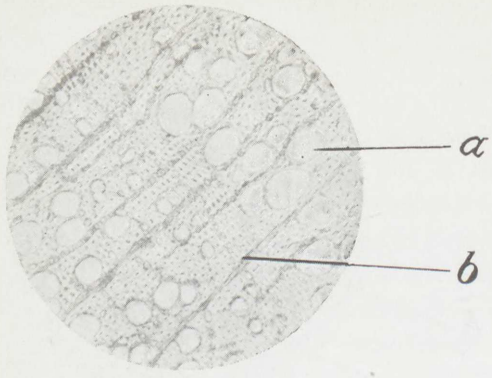


III. (350 x).

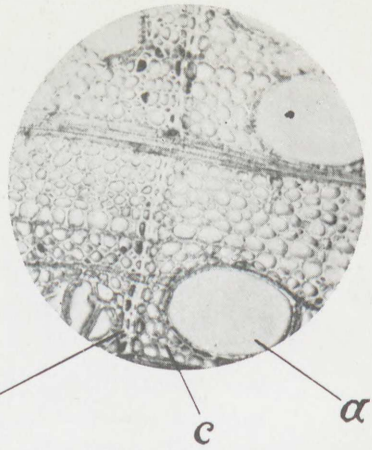



V. (26. x).

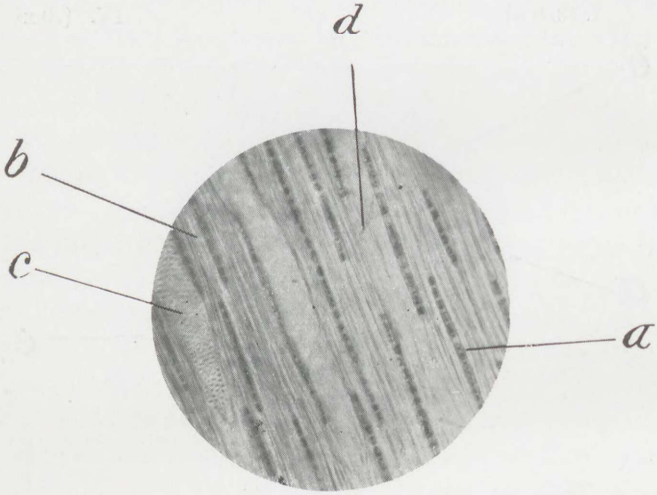
INDUSTRIFORENINGENS
BIBLIOTEK



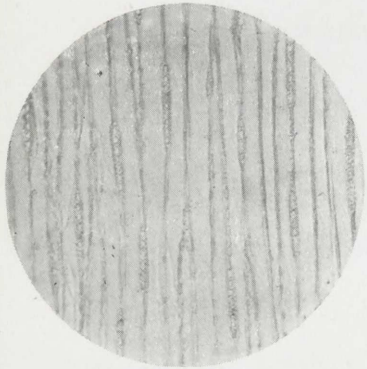

VI. (70 x).



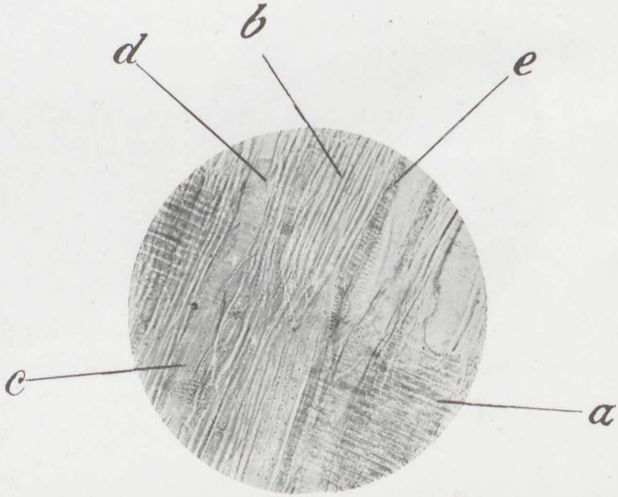

VII. (70 x).




X (70 x).



VIII. (70 x).




IX. (70 x).

ring og bliver varigere og mere modstandsdygtig mod Forraadnelse. Som Regel vokser Haardheden herved, og hos flere tropiske Træer, der har teknisk Anvendelse, aflejres der yderligere betydelige Mængder Kiselsyre eller fosforsur Kalk i Kærnen, hvad der virker stærkt sløvende paa de skærende Værktøjer, som bruges ved Bearbejdelsen. Kærnen vokser stadig i Omfang, idet en Aarring hvert Aar omdannes til Kærneved.

143. Kærnen adskiller sig ved sin Farve tydeligt fra det uomdannede Ved, der kaldes Splinten. Jo større Farveforskel der er paa Kærnen og Splinten, desto større Kvalitetsforskel vil der i Regelen ogsaa være, d. v. s. jo bedre er Kærnen og jo daarligere Splinten. Dog er der ogsaa Undtagelser herfra; saaledes er der f. Eks. stor Farveforskel paa Splint og Kærne hos Elm, uden at der er en tilsvarende Kvalitetsforskel. Forholdet mellem Kærne og Splint er meget variabelt. Hos nogle Træer strækker Splinten sig kun over nogle faa Aarringe, medens der hos andre kan findes en over 30 Aar gammel Splint.

Kærnens Farve viser sig ikke altid straks. Hos Skovfyr viser Farven sig først, efter at Træet har været fældet nogen Tid. Hos nogle Træer, f. Eks. Bøg og Gran, træffer man ingen farvet Kærne, og naar man ved disse alligevel taler om „Kærne og Splint", beror dette paa, at det ældste Ved med Tiden undergaar en Modningsproces, der i meget ligner Kærnedannelsen, bl. a. derved, at Veddet mister Vandledningsevnen og bliver tættere.

144. For nogle Træsorters Vedkommende spiller Kærnedannelsen en stor Rolle, f. Eks. for Egen, medens den for andre er uden Betydning, f. Eks. Elm og Ask.

145. Undertiden kan man hos enkelte Træer, f. Eks. gamle Bøge, træffe en „falsk Kærne", idet Stammens Indre kan være brunfarvet. Dette hidrører vistnok oftest fra Forraadnelsesprodukter, der er sivede ned i Veddet fra raadne Knaster og lign.

146. **Fejl i Veddets Bygning.** Den ovenfor omtalte Bygningsmaade er den normale for Veddet; men der fore-

kommer ofte Afvigelser derfra, der i større eller mindre Grad influerer paa Veddets Værdi som Bygningsmateriale. Desuden kan enkelte af disse Afvigelser forringe Veddets Værdi til enkelte Øjemed, men til Gengæld give det forøget Værdi til andre.

147. Væksten kan være **kroget**. Dette forringer Værdien til de fleste Anvendelser, fordi man vanskeligt kan skære

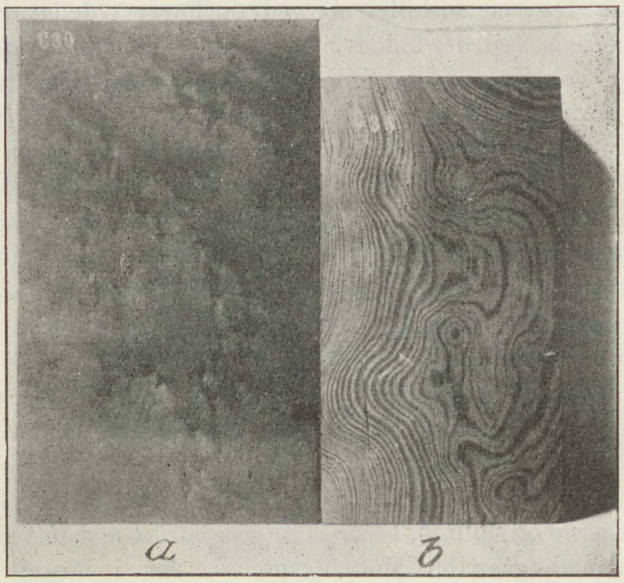



Fig. 56.
Masret Vækst. a „Fugleøjetræ" i Ahorn, b masret Pitschpine,

Træet op uden at skære det „over Spaan". Derimod giver den krogede Vækst Egetræ en særlig Værdi til Baadebygning.

148. **Vreden eller snoet Vækst** viser sig ved, at Fibrene er skruestillede. Fejlen kan undertiden ses udvendig paa Barken, hvis Revner og Furer ogsaa kan ligge efter Skruelinier; i de fleste Tilfælde ser Barken imidlertid ganske normal ud, og Fejlen viser sig først paa den afbarkede Stamme. Det synes, som om de samme Træsorter altid har

Tilbøjelighed til at vride sig i samme Retning, og der forekommer saavel Højre- som Venstrevridning; men Vridningen kan undertiden skifte Retning paa det samme Træ. Unge Fyr- og Granstammer er i Regelen vredne fra venstre til højre; men Vridningen kan med Alderen slaa over til den modsatte Retning. Saadant Træ er næsten ukløveligt; thi de skiftende Retninger paa Fibrene vil frembringe en meget kompliceret Kløvningsflade. Aarsagen til vreden Vækst kan ikke angives. Den nedsætter Værdien betydeligt; thi Træet kan ikke opskæres uden at skæres „over Spaan". Det har ringe Styrke og vil altid kaste sig og blive vindskævt.

149. **Masret Vækst** (Fig. 56). Denne fremkommer, naar Aarringene har et meget bølgeformet og uregelmæssigt Forløb. Den skyldes særlige Forhold ved Væksten og forekommer navnlig ved Rodved. Masret Vækst gør Veddet ukløveligt; men det anvendes i udstrakt Grad til Finer paa Grund af sin ejendommelige Tegning.

En særlig Form for masret Vækst er det saakaldte „Fugleøjetræ", der navnlig forekommer hos Ahorn. Den skyldes talrige smaa, ikke udviklede Knopper og giver Træet et ejendommeligt Udseende. Det anvendes til Finer.

150. **Knastdannelse** kan egentlig ikke komme ind under Begrebet Vækstfejl, da der altid findes Knaster i normalt Ved; men de kan optræde i saa stort Antal eller paa en saadan Maade, at Veddets Brugbarhed væsentlig forringes derved.

Knaster er Grenrester, der findes inde i Stammen. Alle normale Grene har deres Udspring fra Stammens Marv, og naar Grenen vokser, vil den danne en kegleformig Vedmasse, der er i organisk Forbindelse med Stammens Ved. Jo langsommere Grenen vokser i Forhold til Stammen, desto slankere bliver Keglen, og desto mindre afviger Stammens Fibre fra den rette Linie. Hos Naaletræerne er Grenene i Regelen tynde, og Knasterne er derfor som oftest smaa, medens de hos Løvtræerne kan være meget store. Efterhaanden som Træet vokser, mister det de nedre Grene, og hvis disse fjer-

nes, medens de er levende, vil Træet lukke det derved opstaaede Saar med Celler, saaledes at Knasten stadig er i organisk Forbindelse med Stammen. Saadanne Knaster kaldes „levende“ i Modsætning til de „døde“ Knaster, der opstaar, naar Grenen gaar ud og raadner bort. Medens Grenstumpen nemlig raadner bort, vokser Stammen i Tykkelse og omgiver den raadne Grenstump; men dennes yderste Del kommer ikke i Forbindelse med Stammens Ved. Det afhænger nu af Træsorten, hvorledes Forholdene former sig. Hos nogle Træsorter, f. Eks. Eg og Bøg, vedbliver Knastens nederste Del at vokse, indtil den døde Del — iøvrigt ret hurtigt — falder af, hvorefter Saaret lukker sig ved Overvoksning. Hos Gran vil de stærkt harpiksholdige Grene holde sig meget længe, saa man der træffer særlig lange døde Knaster.

De levende Knaster formindsker Spalteligheden og vanskeliggør Bearbejdelsen; men naar de ikke optræder i særlig stor Mængde eller er særlig uheldigt grupperede, svækker de ikke Styrken i væsentlig Grad. Derimod maa de døde Knaster altid betragtes som skadelige. De kan undertiden forekomme som raadne Pletter i Træet, men selv om de er friske, besværliggør de Bearbejdelsen ved deres Haardhed, og de er tilbøjelige til at gaa løse eller falde ud, fordi de svinder stærkere end Veddet ved Udtørring og ved Terpentinens Fordampning. Desuden formindsker de Bæreevnen hos Bræder, og i denne Henseende er Kantknaster særlig farlige, naar Bræderne anvendes paa Højkant.

Endelig svinder de anderledes end det øvrige Ved, og de kan derfor virke forstyrrende f. Eks. under Finer paa Møbler.

151. **Marvskøre (Kærnekløft, Kærneridser)** er radiale Spalter, der udgaar fra Marven og i en eller flere Retninger strækker sig udad. Man kender ikke bestemt Aarsagen til denne Fejl, der navnlig optræder i den nedre Del af ældre Træer. Man antager, at den skyldes stærk Udtørring af de indre Dele, hvorved der opstaar Spændinger i dem, og disse kan ved Fældningen give Anledning til Revner. Hvis der

kun findes en enkelt Ridse, har det ikke større Betydning; men findes der flere, vanskeliggør de Opskæringen og kan gøre Træet ubrugeligt til Bræder.

152. **Ringskøre (Kredsflæk, Ringskaller)** (Fig. 57) kalder man Spaltninger i Veddet, der følger en Aarring. Det er sjældent, at Spalten følger den samme Aarring i hele dens Længde; ofte springer den fra en Aarring over i en anden. Fejlen findes især i den nedre Del af ældre Træer og opstaar navnlig mellem Aarringe af uensartet Bygning, f. Eks. mellem en særlig smal og en særlig bred, eller i Aarringe, der paa Grund af ugunstige Ernæringsforhold er særlig svage. De kan ogsaa opstaa ved stærk mekanisk Paavirkning, f. Eks. stærk Bøjning, eller ved hurtig Optøning af de ydre Dele, medens de indre endnu er frosne. Fejlen vanskeliggør ligesom den foregaaende Stammens Anvendelse til Bræder.

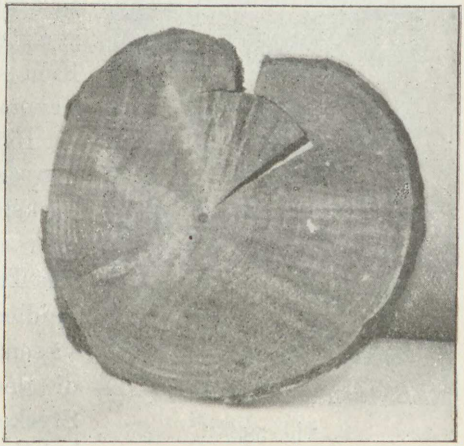


Fig. 57.
Marv- og Ringskøre.

153. **Barkslag (Bark i Veddet)** (Fig. 58) opstaar ved, at Barken dør bort eller ødelægges paa større eller mindre Pletter. Er disse ikke for store, sker der undertiden en Overvoksning med Ved, saaledes at der senere findes Bark inden i dette. Fejlen viser sig først, naar Stammen skæres op.

154. **Frostrevner** viser sig som radielle Længdespalter, der gaar indad fra Omkredsen, og de danner sig navnlig paa den Side af Træet, der er udsat for Vindens Afkøling, idet Vandet da træder ud af Cellevæggene og samler sig i Karrene; men herved „udtørres" selve Veddet, der derved svinder og



INDUSTRIFORENINGENS BIBLIOTEK

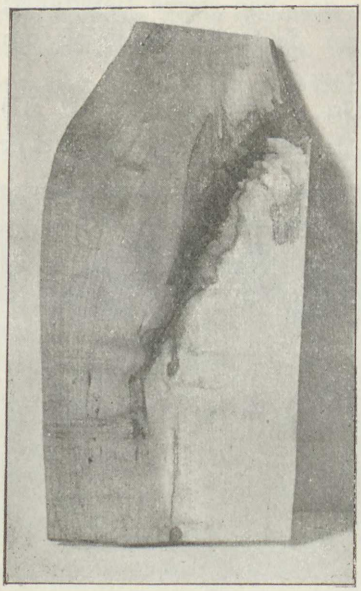


Fig. 58.
Barkslag i Ahorn.

revner. Naar Træet optøs, kan Revnen lukke sig, men Afbrydelsen i Veddet hæves ikke. Senere kan der ske en Overvoksning baade med Ved og Bark, og denne kan blive saa kraftig, at der dannes en fremspringende Kam — en Frostliste — paa Træets Yderside.

155. **Excentrisk Vækst** kan egentlig ikke henregnes til Vækstfejl, fordi den i større eller mindre Grad findes hos alle Træer. Excentriciteten kan imidlertid være saa stor, at den væsentlig forringer Træets Værdi derved, at den nedsætter Styrken og gør det mere tilbøjelig til at kaste sig.

## Veddets tekniske Egenskaber.

156. **Vægtfylden** af Træ kan variere indenfor ret vide Grænser, ikke blot for de forskellige Træsorter, men ogsaa for den samme Sort, ja, for Ved fra forskellige Steder af det samme Træ. Den afhænger af Vandindholdet, Voksestedet o. s. v. og kan være en ret vigtig Faktor til Bedømmelse af Træets Kvalitet. For friskfældet Træ varierer den mellem $0,_7$ og $1,_3$, for lufttørt Ved mellem $0,_4$ og $1,_3$. Da Vægtfylden af selve den tætte Vedmasse er nogenlunde konstant og lig $1,_{56}$, vil Variationerne i Vægtfylden kunne give Oplysning om mange Forhold, der er vigtige for Træets Anvendelse. Naar der nemlig er Forskel paa Træets Vægtfylde, uagtet det er bygget af samme Materiale, maa det skyldes Forskel i Vandindhold, Cellebygning, Indhold af

Kærnestoffer, Reservenæring, Harpiks o. s. v., og alle disse Forhold har stor Betydning for Træets Brugbarhed. Paa den anden Side medfører det, at man ikke kan angive Vægtfylden med bestemte Tal som f. Eks. ved Metallerne. De nedenfor angivne Tal maa derfor kun betragtes som omtrentlige.

157. Den gennemsnitlige Vægtfylde af de forskellige Træsorter i lufttør Tilstand kan sættes til:

| | | |
|---|---|---|
| Pokkenholt | 1,30 | meget tunge |
| Ibenholt | 1,20 | |
| Palisander | 0,90 | tunge |
| Pitch-pine | 0,84 | |
| Hvidbøg | 0,80 | |
| Teak | 0,80 | |
| Mahogni | 0,80 | |
| Eg | 0,76 | |
| Ask | 0,75 | |
| Rødbøg | 0,72 | |
| Nøddetræ | 0,70 | middeltunge |
| Ahorn | 0,66 | |
| Pæretræ | 0,66 | |
| Elm | 0,62 | |
| Lærk | 0,60 | |
| Birk | 0,60 | |
| Fyr | 0,52 | lette |
| Gran | 0,46 | |
| Poppel | 0,45 | |

158. Med Hensyn til Vægtfyldens Variation for samme Træsort kan man i Almindelighed sige:

Vægtfylden af Efteraarsved er større end Vægtfylden af Foraarsved. Kærnens Vægtfylde er større end Splintens, Stammens større end Rodveddets. Naaletræerne er i Regelen lettere end Løvtræerne, haarde Træsorter i Regelen tungere end bløde.

Vægtfylden af Træ kan let bestemmes ved at lade et med Linolie svagt indfedtet prismatisk Træstykke svømme i Vand i et snævert Cylinderglas. Hvis det synker 1/n af Længden, er Vægtfylden 1/n.

159. **Farven.** Det er allerede nævnet ovenfor, at Veddet kan optræde mere eller mindre stærkt farvet, og at Kærnen ofte er rød eller brun. Tørt Træ er tit mørkere end nyfældet. Efteraarsveddets Farve afviger i Regelen fra Foraarsveddets; det er f. Eks mørkere hos Fyr og lysere hos Eg end Foraarsveddet. Naar Træet opskæres til Bræder, vil der af denne Grund vise sig „Aarer" i Veddet. Marvstraalerne kan ligeledes optræde med lysere eller mørkere Farver end det øvrige Ved, f. Eks. hos Eg og Bøg. Som Regel er Farven ret ensartet selv paa større Flader, men kan dog ogsaa variere stærkt, f. Eks. ved Valnøddetræ. Den kan forandres med Aarene, idet den bleges af Sollyset (Mahogni) eller bliver mørkere (Eg). Naaletræ kan af Vejrliget faa et mørkt indtil sort Udseende.

Farven er af stor Betydning for Træets Anvendelse, navnlig til Møbler og lign., og herpaa beror bl. a. Træets Anvendelse til „Indlægning" (Intarsia). Af denne Grund farver man ofte Træet ad kunstig Vej ved Bejdsning, hvorom senere.

160. **Træets Ledningsevne for Varme, Elektricitet, og Lyd** er af Betydning ved talrige Anvendelser. I tør Tilstand er Træ en meget slet Varmeleder, og det anvendes derfor til Haandtag og lign. Jo fugtigere det er, desto bedre leder det Varmen.

Det er en god Leder overfor Lyd, navnlig i sin Længderetning, og man kan ofte prøve en Stammes Godhed ved at lade banke paa den ene Ende, medens man lægger Øret til den anden. Sundt Træ gengiver da Lyden skarpt og klart, medens Fejl i det indre giver sig til Kende ved en dump Lyd.

Helt tørt Træ virker isolerende for Elektricitet; men da Træet let opsuger Fugtighed og derved bliver ledende, maa

det imprægneres f. Eks. med Paraffin, hvis det skal bruges til Isolering.

161. **Veddets Vandindhold og dettes Betydning for Anvendelsen.** I friskfældet Træ findes omtrent 50 % Vand, der dels findes i Cellernes Hulrum og dels — og navnlig — opsuget i Cellevæggen. Heraf afgives en Del ved Lufttørring, saa at det lufttørre Ved indeholder 10—20 %. Ved kunstig Udtørring kan Vandindholdet drives endnu længere ned, til 4—5 %. Ved Udtørringen fordamper først det Vand, der findes i Cellernes Hulrum, og derpaa det, der er optaget i deres Vægge.

Under Udtørringen svinder Træet, ikke blot i Vægt, men ogsaa i Rumfang, og dette sidste skyldes navnlig Fordampningen af Vandet i Cellevæggene. Da Vandmængden her maa være proportional med Vedmassen, vil stærkt forveddet Træ svinde mere end svagt forveddet. Saaledes vil Efteraarsved svinde stærkere end Foraarsved. Kærnen svinder mindre end Splinten, fordi Cellernes Vægge her allerede er udfyldte med Kærnestoffer.

De forskellige Træsorter tørres ikke alle lige hurtigt. Jo fastere og tættere Veddet er, desto langsommere tørres det. Splinten tørres hurtigere end Kærnen, Rødgran hurtigere end Ædelgran. Under Udtørringen svinder Vægten langt stærkere end Rumfanget.

Rumfangssvindet er ikke lige stærkt i alle Retninger. Det er mindst i Længderetningen (ca. $0{,}_1$ %), størst efter Omkredsen, hvor det er 3—8 %. Efter Radius er Svindet 2—7 %. Svindet efter Omkredsen er omtrent $1{,}_5$ Gange Svindet efter Radius. Rumfanget svinder 5—14 %. Som Følge af Svindets forskellige Størrelse i de forskellige Retninger, vil Træet under Udtørringen forandre sin Form og „kaste sig“ eller revne. Runde Stammer vil revne udefra efter Radius, fordi de svinder stærkest efter Periferien. Bjælker revner midt i Sidefladerne, hvor Aarringene ikke er overskaarne, fordi de som Følge heraf ikke kan svinde uden at revne (Fig. 59). En tynd Plade kan hvælve sig op som et Skjold af samme Grund (Fig. 60).

Træet revner stærkest ved Enderne, fordi Vandet fordammer hurtigst fra Endefladerne.

Man kan paa forskellig Maade i nogen Grad modvirke denne Revnedannelse. Man kan f. Eks. overklistre Stammens Ender med Papir for at modvirke en for hurtig Udtørring af disse. Træ, der afbarkes før Fældningen, revner mindre end fældet, uafbarket Træ. Træ, der udkløves før Tørringen, revner mindre end hele Stammestykker. Marvbræder af Kærnetræer bør befries for Splinten, da denne kan flække dem ved sin Udtørring, fordi den svinder stærkere efter Længden end Kærnen.

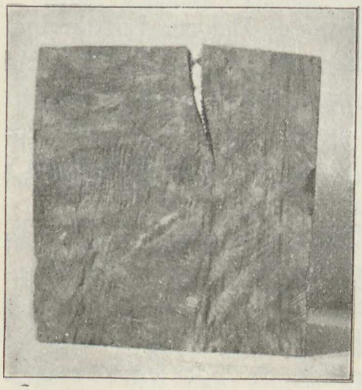


Fig. 59.

Formforandringerne ved Svindet viser sig dels ved, at Tværsnittet forandrer sin Form (kvadratiske og cirkulære Tværsnit bliver aflange), og dels ved, at Træet krummer sig, „kaster sig“. Naar en fugtig Stamme opskæres i Bræder, vil disse svinde ved Udtørringen, som antydet i Fig. 61. Marvbrættet bliver tyndere ved Kanterne, og de andre Bræder vil krumme sig bort fra Marvsiden, fordi de svinder stærkest efter Periferien. Bræder, der udskæres af vredent Træ, vil trække sig vindskæve.

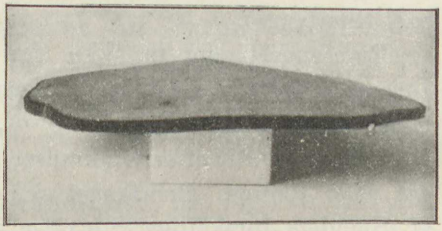


Fig. 60.

Ved Træets Anvendelse maa man have sin Opmærksomhed henvendt paa disse Forhold. Gulvbræder bør f. Eks. være smalle og lægges med Kærnesiden opefter. Træsøjler bør være af Heltømmer, da de ellers kan trække sig krumme.

Bødkeren fugter Splintsiden af Staverne og tørrer Kærnesiden over Ild for at faa dem krumme.

Naar Træet efter Udtørringen atter udsættes for Fugtighed, vil det paany udvide sig, „buldne ud“, og Størrelsen af Udbuldningen er omtrent den samme som Svindet og foregaar med meget stor Kraft. I Oldtidens Ægypten benyttede man denne Kraft til Stensprængning, idet man drev tørre Træcylindre ned i Huller, borede i Stenen, og derefter overhældte dem med Vand. Ved Udbuldningen sprængte de da Stenen.

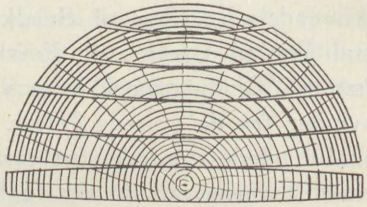


Fig. 61.

Naar Træet skiftevis er udsat for Udtørring og Fugtighed, vil det stadigt svinde og buldne ud, og man maa derfor tage

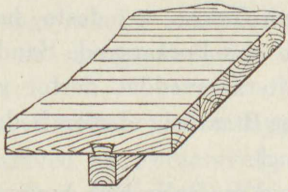


Fig. 62.

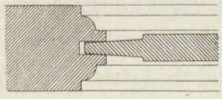


Fig. 63.

Hensyn til denne „Arbejden“ ved Træets Anvendelse, ligesom man ved hensigtsmæssige Anordninger maa søge at modarbejde Træets Tilbøjelighed til at kaste sig. Ved større Flader, f. Eks. Tegnebrætter, anvender man undertiden Gratlister (Fig. 62). Døre samles af en Ramme med løse Fyldinger (Fig. 63), der frit kan udvide sig og trække sig sammen. Støbemodeller sammenlimes af flere Lag med Fibrene i forskellige Retninger. I de senere Aar er der bragt særlig sammenlimede Plader, Krydsfiner, i Handelen; de bestaar af ganske tynde Træplader, der er sammenlimede saaledes, at det ene Lags Fibre staar vinkelret paa det næste Lags.

Veddet er ofte lidt lettere at bearbejde, naar det er noget fugtigt, end naar det er helt tørt.

Man maa passe, at Veddets Fugtighedsgrad svarer til Anvendelsen. Træ til Snedkerarbejde maa være mere tørt end Træ til Bjælker og Forskalling. Tømmer, der skal indsættes i Bindingsværk, maa være særlig tørt, da Træet ellers svinder fra de murede Felter. Tøndestaver til Vandbeholdere skal ligeledes være meget tørre; thi naar Beholderen fyldes, skal Staverne udvide sig og tætte Fugerne.

162. **Veddets Haardhed.** Herved forstaar man den Modstand, Veddet yder mod et fremmed Legemes Indtrængen. Haardheden er meget variabel. For de forskellige Træsorter er den nogenlunde proportional med Vægtfylden under iøvrigt lige Forhold. Hos nogle Træsorter, f. Eks. Teak, er Haardheden yderligere forøget ved Aflejring af mineralske Stoffer i Cellevæggene.

Indenfor samme Træsort varierer Haardheden navnlig med Fugtigheden. Jo mere tørt Træet er, desto haardere er det. Efteraarsved er haardere end Foraarsved. Sandblæser man et Stykke Endetræ, vil Efteraarsveddet derfor vise sig som ophøjede Kamme. Endetræ staar sig derfor bedre mod Slid end Sidetræ (Træbrolægning).

Haardheden spiller naturligvis en Rolle ved Anvendelsen. Træ, der skal poleres, bør være haardt for at beholde Polituren. Til Slidbræder paa Trapper bør bruges haardt Træ, der helst maa være udskaaret med radielle Snit (Spejltræ). Skærebrætter bør være bløde (Lind), for at Kniven let kan gaa ned i dem; det samme gælder Tegnebrætter. Træ til Spunse bør ligeledes være blødt, saa det let lader sig trykke.

163. **Veddets Spaltelighed** har størst Betydning for Tildannelsen og kun ringere for Anvendelsen. Ved letspalteligt Ved forstaas saadant, der spalter med en jævn, glat Flade, som kun behøver ringe Efterbearbejdning. Træet lader sig kun spalte i to Retninger, nemlig efter et kordalt og et radielt Snit; derimod er det uspalteligt vinkelret paa Fibrene.

Det spalter lettest efter Radius, fordi Marvstraalerne letter Spaltningen. En regelmæssig Vækst med regelmæssigt Forløb af Fibrene og faa Knaster begunstiger Spalteligheden. Bløde Træsorter spalter lettere end haardere; Splinten spalter lettere end Kærnen, og Rodved er uspalteligt. Udspaltning anvendes navnlig ved Fremstilling af Tøndestaver, Tagspaan, Aarer, Vogntræ o. s. v.

Ved Træets Anvendelse er Spalteligheden nærmest en uheldig Egenskab, idet letspalteligt Træ kun daarligt modstaar Forskydningsspændinger og let faar „Svindrevner" ved Udtørringen. Spalteligheden er ogsaa Aarsag til, at man maa „bore for" for Søm.

164. **Veddets Styrke.** Paa Grund af Træets uhomogene Karakter er dets Forhold overfor ydre Paavirkninger meget uensartet, og man er ikke i Stand til at angive bestemte Talværdier som f. Eks. ved Metallerne. Af denne Grund bliver ogsaa Forsøg over Træets Styrke- og Elasticitetsforhold langt mindre sammenlignelige og værdifulde.

Af de mange Forhold, der paavirker Styrken, skal her anføres:

165. **Veddets indre Bygning,** d. v. s. Forholdet mellem Efteraarsved og Foraarsved. Det første er langt det stærkeste, og Træ med meget Efteraarsved er derfor stærkest.

Langsomt vokset Træ er i Regelen stærkere end hurtigt vokset, Kærnetræ stærkere end Splinttræ.

166. **Veddets Fugtighedsgrad** er ogsaa af Vigtighed. Styrken er større hos tørt end hos fugtigt Ved, og man kan paaregne, at Trykstyrken er dobbelt saa stor hos tørt som hos vandmættet Træ. Det er derfor nødvendigt, at man ved Styrkeprøver arbejder med Træ med samme Vandindhold, i Regelen, 12 à 15 %.

Man kan i Almindelighed paaregne, at Styrken er proportional med Vægtfylden for samme Fugtighedsgrad. For Naaletræ angiver Bauschinger, at Trykstyrken i kg/cm² er

$$B_t = 1000\ f \div 100,$$

hvor f er Træets Vægtfylde ved 15 % Fugtighed.

167. **Paavirkningsmaaden.** Træ har forskellig Modstandsevne overfor de forskellige Paavirkningsmaader. Det er stærkest overfor Træk, for hvilket Styrken er 2—3 Gange saa stor som for Tryk. Mindst er Styrken overfor Forskydning parallelt med Fibrene. Som Tilnærmelse kan man efter Suenson regne, at:

Trækstyrken $= 2{,}_{75} \times$ Trykstyrken.
Bøjningsstyrken $= 1{,}_{75} \times$ Trykstyrken
Forskydning $\neq$ Fibrene $= 0{,}_{25} \times$ Trykstyrken.

Angaaende Trykstyrken henvises til nedenstaaaende Afsnit om „Forsøg og Prøver med Træ".

168. **Træets Vækstfejl og Opskæring** er naturligvis af allerstørste Betydning for Styrken. Saaledes nedsætter Knaster Trækstyrken i meget høj Grad og ligeledes Bøjningsstyrken, naar de findes i den strakte Side. Derimod har de ingen Indflydelse paa Trykstyrken. Knaster gør naturligvis størst Skade, naar de findes i de yderste Fibre, idet de nedsætter det nyttige Areal lige saa meget, som hvis der var skaaret et Hak i det. Dette Forhold maa man have Opmærksomheden henvendt paa, naar Bræder bruges paa Højkant, f. Eks. Ridebræder paa Stilladser, og man bør hertil bruge vankantede Bræder, fordi Knasterne sjældent sidder helt i Yderkanterne af saadanne. Ligeledes nedsættes Styrken naturligvis meget, naar krumgroet Træ under Opskæringen skæres over Spaan.

169. **Forsøg over Træets Styrke.** Disse har som nævnt ikke stor Værdi, fordi man vanskeligt kan overføre Resultaterne paa den praktiske Anvendelse. Man maa nemlig til Forsøgene bruge smaa, særlig udsøgte, fejlfri Træstykker, medens man i Praksis altid har større eller mindre Fejl i Veddet. Hertil kommer, at man paa Grund af Træets Uhomogenitet maa gøre et meget stort Antal Forsøg for overhovedet at naa et Resultat, og man maa være overordentlig varsom med at overføre Resultaterne paa den praktiske Anvendelse.

Trækforsøg kan enten udføres med runde eller — bedre — med flade Prøvestænger, 1 cm × 2,5 cm i Tværmaal og 22 cm lange, der indspændes i Prøvemaskinen. Bruddet er meget uregelmæssigt (Fig. 64), fordi hver Fiber brister paa det svageste Sted, og fordi Modstanden mod Forskydning er saa lille. Der fremkommer derfor lange Splinter i Bruddet.

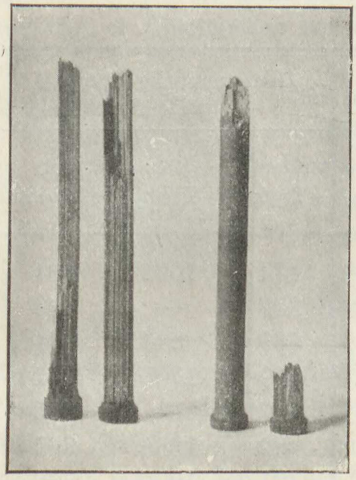


Fig. 64.
Trækprøver med Fyr og Hvidbøg.
(Indspændingshovederne er afskaarne.)

Trykforsøg udføres bedst med Tærninger. Man anvender dog ogsaa hyppigt Prismer med kvadratisk Grundflade og Højden større end Kvadratets Side. Man faar forskellige Resultater, naar man bruger Prøvelegemer af forskellig Form og Størrelse. Der viser sig sjældent noget egentligt Brud; men Deformationen fremtræder paa forskellig Maade. Ved Tryk i Aksens Retning viser Bruddet sig ved Foldning af Fibrene i en skraa Flade, og hvis Højden er større end Grundfladens Side, sker der ofte en Skridning af de to Stykker i Forhold til hinanden (Fig. 65). Ved Tryk efter Radius viser der sig Foldninger i de porøse Træsorter, medens de tætte lader sig komprimere.

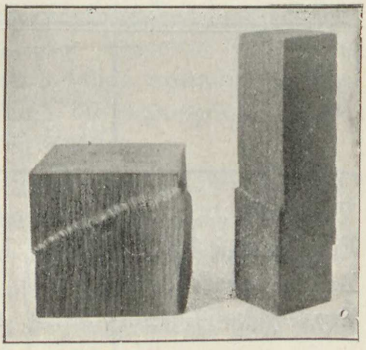


Fig. 65.

Som flere Gange nævnt er Styrkeforsøg med Træ ikke særlig værdifulde, fordi det er saa vanskeligt at overføre dem paa Praksis. Der skal derfor her kun omtales nogle

faa Forsøgsresultater, der kan give en Forestilling om de forskellige Træsorters Styrkeforhold.

For svensk Træ har Wijkander fundet:

| | Vægtfylde | Fugtighedsgrad | Gennemsnitlig Styrke i kg/cm² | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | for Tryk | for Træk | for Bøjning |
| Fyr | 0,54 | 11 | 414 | 1002 | 664 |
| Lærk | 0,52 | 11 | 357 | — | 448 |
| Gran | 0,45 | 11 | 369 | 814 | 604 |
| Eg | 0,72 | 14 | 419 | 1106 | 751 |
| Hvidbøg | 0,79 | 12 | 457 | — | 885 |
| Rødbøg | 0,73 | 11 | 482 | 1385 | 929 |
| Birk | 0,64 | 12 | 431 | 1207 | 762 |

I 1894 blev der af det danske Forstvæsen anstillet en Række Forsøg med dansk, svensk og tysk Gran. Prøvestykkerne var formede som Cylindre med 60 mm Diameter og 100 mm Højde. Som Gennemsnit af Forsøgene fandt man for Rødgran:

| | Prøvestykker af Splint: | | | Prøvestykker af Kærne: | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Dansk | Svensk | Tysk | Dansk | Svensk | Tysk |
| Vægtfylde | 0,47 | 0,49 | 0,50 | 0,40 | 0,47 | 0,43 |
| Fugtighed i % | 15,3 | 14,0 | 14,6 | 15,7 | 13,9 | 16,1 |
| Aarringsbredde, mm | 2,3 | 1,6 | 1,7 | 4,5 | 2,2 | 3,3 |
| Trykstyrke i kg/cm² | 371 | 400 | 430 | 301 | 365 | 322 |

Prøverne blev udførte med cylindriske Legemer, 60 mm i Diameter og 100 mm høje, Stammen blev gennemskaaret med

to vinkelrette Snit (Fig. 66), og der blev udtaget to Prøver 50 mm fra Barken („Splint") og en Prøve fra det indre Ved („Kærne"). Da Rødgran ikke har „Kærne" i almindelig Betydning, er Betegnelsen her brugt for Nemheds Skyld.

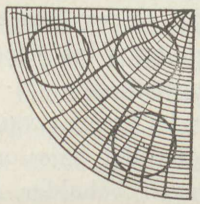


Fig. 66.

I Tabellen finder man flere af de i det foregaaende omtalte Forhold bekræftede. Man ser, at de ældste Aarringe er bredere end de yngre. Brede Aarringe har mere Foraarsved og derfor lavere Vægtfylde og Trykstyrke end smalle.

Man ser ogsaa, at det mildere Vejrlig og den længere Vækstperiode i Danmark giver bredere Aarringe.

Man ser, at det navnlig er de indre Lag hos dansk Gran, der er forholdsvis svage; men at Afvigelserne ikke er saa store, at man af den Grund bør foretrække udenlandsk Gran.

Endelig ser man af denne og den foregaaende Tabel, at Bauschingers Formel for Trykstyrken af Naaletræ stemmer godt med Forsøgene.

Da de ovenstaaende Styrketal er fundne med Prøvestykker af udsøgt, fejlfrit Materiale, maa man regne med en meget stor Sikkerhedsgrad, naar man vil benytte dem ved Beregning af Trækonstruktioner. Sikkerhedsgraden kan f. Eks. sættes til 6—10, idet den mindste Værdi anvendes ved midlertidige Konstruktioner. For Naaletræ kan man eksempelvis regne med følgende tilladelige Spændinger: for Tryk 50 kg/cm$^2$, for Træk 90 kg/cm$^2$, for Bøjning 60 kg/cm$^2$ og for Forskydning 6 kg/cm$^2$.

Træ er betydelig stærkere over for kortvarige Belastninger end over for konstante. Ved Forsøg har man f. Eks. fundet, at Træbjælker, der var belastede med 65 % af Brudbelastningen, knækkede efter 15 Maaneders Forløb.

170. **Veddets Elasticitet og Bøjelighed.** Hookes Lov gælder ogsaa for Træ til en Proportionalitetsgrænse, der omtrent er halvt saa stor som Brudgrænsen. Elastici-

INDUSTRIFORENINGENS BIBLIOTEK

tetskoefficienten for lufttørt Træ kan omtrent regnes til 100000 kg/cm².

Sejgheden og Bøjeligheden, hvorved man forstaar Veddets Evne til at modstaa store Formforandringer uden Brud, er meget variabel. Den vokser stærkt med Vandindholdet, og grønt Træ er derfor mere sejgt og bøjeligt end tørt. Løvtræ er sejgere end Naaletræ, og ungt Ved sejgere end gammelt, hurtigvokset sejgere end langsomt vokset.

Bøjeligheden kan forøges ved at lægge Træet i varmt Vand eller endnu bedre dampe det, hvorefter det bøjes over en Form og spændes fast. Efter Afkølingen beholder det da sin Form.

Hvis det skal bøjes i stærke Krumninger, er de yderste Fibre tilbøjelige til at springe. Man kan da benytte sig af den Thonett'ske Metode, ved hvilken der anbringes et Stykke Baandjern paa den strakte Side før Bøjningen. Derved flyttes den neutrale Akse henimod Jernet, saaledes at de strakte Fibre ikke skal forlænges saa meget og derfor ikke er saa tilbøjelige til at springe. Efter denne Metode forfærdiges de saakaldte „Wienerstole".

171. **Træets Brændbarhed** spiller en Rolle ved dets Anvendelse til Bygningsbrug og til Brændsel, men kun det første Hensyn skal omtales her.

Som allerede nævnt i Indledningen er Træ meget letantændeligt, og allerede ved noget over 100° begynder Veddet at omdannes, og det bryder da let i Brand. Denne Egenskab er naturligvis meget uheldig, naar Træet skal anvendes til Husbygning; men paa den anden Side har Træet forskellige andre gode Egenskaber overfor Ildpaavirkning fremfor de saakaldte „brandsikre Materialer".

Træ er en daarlig Varmeleder, og Træbjælker vil kunne bevare deres Bæreevne længe efter, at de er antændte. De udvider sig ogsaa kun i ringe Grad, medens Jærnbjælker udvider sig stærkt og skyder Murene ud, hvorefter de tilsidst bøjer sig og derved foraarsager Nedstyrtninger. Desuden kan man paa forskellig Maade beskytte Træet, saa at det vanskeligere antændes. Man kan ikke gøre Træ ab-

solut uforbrændeligt; thi naar Temperaturen stiger tilstrækkelig højt, vil det dekomponeres under Udvikling af Gasarter. Man kan imidlertid udskyde dette Tidspunkt ved Isolering, og man kan imprægnere det, saa at Gasarterne bliver uforbrændelige, og Træet ikke brænder med Flamme. Saadant „flammesikkert" Træ vil derfor slukkes af sig selv, naar Ilden fjernes.

172. **Isolering** af Træ mod Ild kan ske paa flere Maader. Hyppigst „pudses" Træet med et Lag Kalkmørtel, der bringes til at sidde fast ved, at Træet beklædes med „Rørvæv". Simplere, men ogsaa mindre effektiv, er en Kalkning eller Strygning med Cement.

Hvor Udseendet spiller en underordnet Rolle, kan man anvende Strygning med Vandglas, der under Luftens Paavirkning udskiller Kiselsyre i Porerne. Man benytter en Blanding af lige Dele Vandglasopløsning og Vand og stryger Træet med dette 2—5 Gange, hvorefter man giver det en sidste Strygning med ren Vandglasopløsning, der hyppigt tilsættes Kridt. Hvis man ønsker det, kan man tilsætte et Pigment til det rene Vandglas, og hertil kan anvendes, foruden som nævnt Kridt, Zinkhvidt, Ultramarin, Terra de Siena, Kønrøg m. m. Træ, der er strøget med Vandglas, kan ikke oliemales, da Farven skaller af.

Et andet Paastrygningsmiddel, der skal virke endnu bedre, bestaar af en Blanding af 35 % Vandglas, 35 % Tungspatpulver, 28 % Vand og 2 % Zinkhvidt. Det skal paastryges flere Gange. Iøvrigt gaar der flere flammesikrende Paastrygningsmidler i Handelen.

En udmærket Isolering opnaas ved at beklæde Træet med et 3 mm tykt Lag af Asbestpap.

173. Man opnaar naturligvis endnu bedre Resultater ved at imprægnere Træet under Tryk, fordi det beskyttende Middel derved trænger dybt ind i Træet. Imprægneringen udføres ved, at Træet stables paa Vogne, der køres ind i en stor Kedel, som derefter pumpes lufttom. Man opnaar derved at fjerne Luft og Vand fra Træets Porer, og naar man

derefter indfører Imprægneringsvædsken under Tryk, vil den trænge ind i alle Porerne.

Til Imprægneringen kan anvendes Stoffer, der ved Opvarmning udvikler mange uforbrændelige Dampe, som kan fortynde den af Træet udviklede Gas, saa at den ikke kan brænde. I Regelen anvendes en Opløsning af Borsyre, Ammoniumsulfat og Magniumsulfat. Det saaledes imprægnerede Træ kan uden Vanskelighed bearbejdes, males og poleres, og da baade Borsyre og Ammoniumsulfat er antiseptiske, beskytter de tillige Træet mod Larveangreb og Forraadnelse.

Ved mindre Genstande, som f. Eks. Træ til Døre og Skabe, kan man koge Træet i flere Timer i en Opløsning af 3 Vgd. Manganforklor, 2 Vgd. Fosforsyre, 1 Vgd. Magniumkarbonat, 1 Vgd. Borsyre og 3 Vgd. Klorammonium i 100 Vgd. Vand og derpaa tørre det i et opvarmet Rum. Træ, der er behandlet saaledes, kan vanskeligt antændes.

174. **Træets Varighed** afhænger af mange Omstændigheder, og det er ikke muligt at angive noget almengyldigt herom, da baade Træsorterne og de Forhold, hvorunder de anvendes, spiller en stor Rolle. Træet ødelægges af rent mekaniske Aarsager som Ild, Slid og lign. eller ved Angreb af Luft eller Vand eller af Dyr og Svampe; men de forskellige Træsorter har en meget forskellig Modstandsevne. Veddets Modstand overfor mekaniske Paavirkninger er allerede omtalt. Her skal foreløbig kun omtales Træets Forhold over for Luft og Vand, medens Angreb af Dyr og Planter (Svampe) bliver behandlet senere. Træets Varighed over for Angreb af Luft og Vand afhænger af flere Ting, af hvilke følgende skal fremhæves:

175. **Træets indre Bygning.** Kærnetræ er varigere end Splinttræ. Træ med meget Efteraarsved og stort Indhold af Kærnestoffer, Harpiks og flygtige Olier er meget varigt. Kærnetræ af middelstore Træer er bedre end gamle Træers, fordi disse ofte lider af begyndende Forraadnelse, der yderligere fremmes, naar Stammen har faaet Frostrevner eller Saar fra større, afbrækkede Grene. For samme Træsort kan man regne, at Varigheden er proportional med Vægt-

fylden. Dette gælder derimod ikke for forskellige Træsorter; thi Bøgetræ har f Eks. større Vægtfylde end Naaletræ, men er langt mindre varigt.

176. **Anvendelsesmaaden** er af allerstørste Betydning for Træets Varighed. Det holder sig bedst, naar det stadig er underkastet de samme Forhold. Varigheden er størst, naar det stadig er helt under Vand eller helt i tør Luft, og den er mindst, hvor det er udsat for afvekslende Udtørring og Fugtighed. Derfor raadner Træ lettest i Vandoverfladen, medens det kan holde sig i næsten ubegrænset Tid paa Bunden (Egetræ fra Søer og Moser, undersøiske Træstubbe fra tidligere Jordperioder), hvor det ikke undergaar nogen videre Forandring; dog bliver Farven mørk („Moseeg").

Naar Træet anvendes i Jord, har dennes Beskaffenhed stor Betydning. Træet holder sig bedst i Ler- eller vaad Sandbund og slettest i Kalkbund. Der er dog meget stor Forskel paa de forskellige Træsorters Varighed i denne Henseende; Bøgetræ er f. Eks. meget lidt varigt anvendt som Hegnspæle, medens det holder sig godt ved Vandbygningsarbejder.

I helt tør Luft holder Træet sig særlig godt. Man har f. Eks. udmærket bevarede Træsager fra det gamle Ægypten, og i Thibets Ørkener har Sven Hedin fundet velbevaret Bygningstømmer fra undergaaede Oldtidsbyer. Saadant Træ har dog ofte mistet en Del af sin Styrke og Sammenhæng.

Naar Træ er udsat for vekslende Fugtighedsforhold, og navnlig naar det aldrig bliver helt udtørret som i fugtige Kældere og lign., vil det hurtigt ødelægges.

177. **Fældningstiden** synes derimod ikke at have nogen Indflydelse paa Varigheden; det er i hvert Fald ikke bevist, at vinterfældet Træ er bedre end sommerfældet, naar det iøvrigt er hensigtsmæssigt behandlet. Hvis man derimod fælder Træet i varmt Vejr og lader det henligge uafbarket, vil de æggehvide- og kvælstofholdige Stoffer snart gaa i Forraadnelse, og denne forplanter sig hurtigt til Veddets øvrige Dele. Herved antager Splinten hyppigt en anden Farve; Naaletræssplint farves blaalig, Eg og Ask brun.

Saadant Træ er dog endnu brugeligt, naar det hurtigt udtørres og anvendes til indendørs Arbejder i tørre Rum.

Hvis sommerfældet Træ hurtigt afbarkes og udtørres eller udludes ved Flaadning eller Dampning, er det sikkert lige saa varigt som vinterfældet, som indeholder mere Reservenæring i Form af Stivelse og derfor er mere udsat for Angreb af Snyltesvampe og Insekter, der væsentligst lever heraf. Paa den anden Side indeholder vinterfældet Træ mindre Vand end sommerfældet og tørres derfor lettere; men det maa da være fældet, inden Saftstigningen er begyndt.

Det vil heraf fremgaa, at selve Fældningstiden næppe har nogen Betydning for Varigheden; men denne afhænger af den Behandling, Træet har faaet efter Fældningen. Naar vinterfældet Træ derfor i mange Tilfælde viser sig bedre end sommerfældet, skyldes dette sikkert kun, at Træet ikke er saa udsat for Svampeangreb efter Fældningen om Vinteren som om Sommeren.

178. **De forskellige Træsorter** har naturligvis ulige stor Varighed, hvilket skyldes deres Forvedningsgrad og Indhold af beskyttende Stoffer. I sidste Henseende er navnlig flere fremmede Træsorter af meget stor Varighed, f. Eks. Teak, Jarrah, Ibenholt o. a. Træets Varighed vokser med Forvedningsgraden og som Følge deraf med Vægtfylden; men desuden spiller dets Indhold af Stivelse og Æggehvidestoffer en meget stor Rolle, fordi de Organismer, der ødelægger Træet, lever heraf. Dette er f. Eks. Aarsagen til, at det saftige stivelsesfyldte Bøgetræ er langt mindre varigt end f. Eks. Egekærne, der beskyttes af sit Indhold af Garvesyre.

Som Sammenligning mellem de forskellige Træsorters Varighed kan følgende Angivelse af ikke imprægnerede Jærnbanesvellers Levetid tjene:

| | |
|---|---|
| Eg . . . . . | 14—16 Aar |
| Lærk . . . . . | 9—10 — |
| Fyr . . . . . | 7—8 — |
| Gran . . . . . | 5—6 — |
| Bøg . . . . . | $2^1/_2$—3 — |

## Træets Fældning, Opskæring og Lagring.

179. Træet fældes som Regel med Økse eller Sav ved, at der saa tæt ved Roden som muligt gøres et Indsnit i den Side, til hvilken man ønsker, at Træet skal falde, og lidt højere oppe paa den modsatte Side et lignende, mindre Indsnit. Undertiden foretages Fældningen ved at udgrave Rødderne og vælte Træet. Fældningen foregaar som oftest mellem Løvfald og Løvspring, da man paa denne Aarstid i Regelen har lettest Adgang til Mandskab, og Transporten kan foregaa paa Slæde. Den bedste Fældningstid for Naaletræ er Begyndelsen af Vinteren, da Tømmeret saa kan blive nogenlunde udtørret og lagret inden Brugen, der i Regelen finder Sted i Løbet af Forsommeren.

180. Efter Fældningen afsaves de større og mindre Grene, og Træet undergaar derefter en forskellig Behandling efter det Øjemed, til hvilket det senere skal anvendes. Løvtræ lader man i Regelen beholde Barken, medens Naaletræ som oftest afbarkes af Hensyn til Barkbillens Angreb. Det er kun i de sjældneste Tilfælde, som f. Eks. til Telegraf- og Telefonpæle, at Træet dermed er færdigt til Brug. Som oftest maa det underkastes en Tilhugning eller Opskæring.

181. Hvis Træet skal anvendes som Tømmer, foretages den grove Behugning, „Firhugningen“, ofte i Skoven, da man derved undgaar at transportere Affaldet. Da Tømmerets Tværsnit er kvadratisk eller rektangulært, og Stammen har Form som en Keglestub, vilde der gaa meget Træ til Spilde, hvis Tømmeret skulde være helt prismatisk. Man nøjes derfor i Regelen med at gøre Tværsnittet kvadratisk ved Rodenden, medens det ved Topenden har Form som en Firkant med bortskaarne Hjørner (Fig. 67), hvorved man faar „bomkantet“ eller „vankantet“ Tømmer i Modsætning til „fuldkantet“ Tømmer. Hvis Tømmeret har faaet sin firkantede Form ved Savning, kaldes det „firskaaret“.

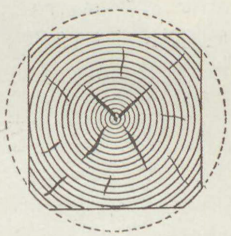


Fig. 67.

Lægter er lange, slanke Træstænger, der fremstilles af de tyndere Topender (Toplægter) eller af unge Træer. De kan tildannes med Økse eller udskæres med Sav. Rafter eller Stager er lange, tynde, afgrenede Stammer.

Hvis Træet skal tildannes med Sav, foregaar Tildannelsen paa Savværket, der lægges saaledes, at det ligger bekvemt for den videre Transport pr. Skib eller Bane. Der er derfor tit langt fra Fældningsstedet til Savværket, og Transporten af de raa Stammer foregaar som oftest ved Flaadning ad Elvene, idet Tømmeret føres ned til Elvens Bredder, mærkes med Ejerens eller Distriktets Navn og kastes i Vandet, hvor Strømmen fører det med sig. Da Træerne ofte fældes paa Bjerghøjder, kan Transporten ned til Elven tit delvis foregaa ved Hjælp af „Tømmerrender", d. v. s. store Render, lavede af glatte, afbarkede Stammer og med saa stor Hældning, at Tømmeret ved sin egen Vægt kan glide ned ad dem.

Flaadningen frembyder ikke blot en billig Transportmaade, men den har ogsaa Betydning for Træets Holdbarhed, fordi en stor Del af Saften og Næringsstofferne udludes, saa Træet bliver mere modstandsdygtigt mod Insekt- og Svampeangreb og mod Forraadnelse.

182. **Tømmerets Opskæring.** Som ovenfor nævnt kan Træets Tildannelse til Tømmer ske ved Savskæring, hvorved man faar firskaaret Heltømmer, der kan være mere eller mindre vankantet. Tværsnittet er enten kvadratisk eller 1" større paa den ene Dimension end den anden (f. Eks. 7" × 8").

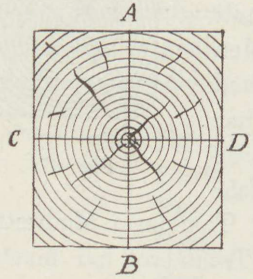



Fig. 68.

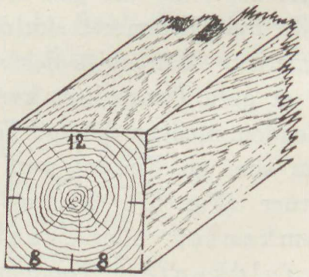



Fig. 69.

Naar Heltømmer gennemskæres paa langs i to Halvdele (efter A B Fig. 68), faar man Halvtømmer, og naar dette atter gennemskæres (efter C D), faar man Krydstømmer.

Efter Tildannelsen paamales der i Regelen Tal paa Bjælkeenden (Fig. 69). Det midterste Tal foroven angiver Bjælkens Længde i Alen og Sidetallene Tværsnitsdimensionerne i Tommer.

183. **Planker og Bræder** adskiller sig kun fra hinanden ved Tykkelsen, idet Bræders Tykkelse er under 2″ og Plankers 2″ og derover.

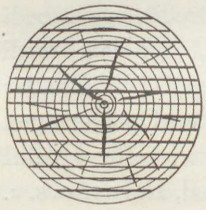


Fig. 70.

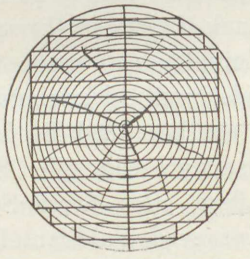


Fig. 71.

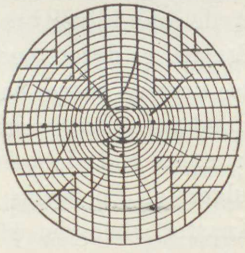


Fig. 72.

De kan udskæres af Stammen paa forskellig Maade. Fig. 70 viser den almindeligst brugte Maade, hvor Stammen deles ved en Række parallele Snit uden Hensyn til Aarringene. Paa denne Maade bliver der imidlertid stor Forskel paa de enkelte Bræders Struktur, og navnlig vil de yderste Bræder, hvor Aarringene løber omtrent parallelt med Brættets Bredde, være tilbøjelige til at kaste sig. I det hele taget bør et Bræt ikke skære den samme Aarring mere end een Gang, og Aarringene skal helst

Fig. 73.

staa vinkelret paa Bredden. Man kan opnaa dette til en vis Grad ved den i Fig. 71 viste Maade, hvor Bræderne er marvskaarne. Stammen er delt ved et Diametralsnit vinkelret paa Brædernes Bredde før eller efter Opskæringen til Bræder. Endnu bedre er den hollandske Metode, Fig. 72; men den er naturligvis ogsaa langt dyrere.

De fleste til Bygningsbrug benyttede Bræder er skaarne efter Fig. 72; kun hvor der forlanges, at Bræderne ikke maa revne eller kaste sig, f. Eks. til Døre, Vindueskarme, Trappetrin, Møbler og lign., anvendes marvskaaret Træ.

I Regelen skæres Bræderne nemlig af saa unge Stammer, at de ikke bliver brede nok til at marvskæres, og marvskaarne Bræder er dyrere end almindelige af samme Bredde, dels fordi de kræver mere Arbejde ved Udskæringen, og dels fordi Brædernes Pris vokser stærkere end Bredden, (12″ Bræder er mere end dobbelt saa dyre som 6″). Efter Opskæringen følger en Sortering i flere eller færre Sorter efter Antal Knaster, Mængden af Kærneved, Fuldkantethed, Revner o. s. v. I Sverrig sorteres som oftest i 6 Sorter, der benævnes 1′, 2′, 3′ o. s. v. Sort; men der er ingen faste Regeler for Sorteringen, der nærmest beror paa et Skøn. 1ste Sort anvendes meget sjældent her i Landet, hvor man i Regelen sorterer i tre Sorter, af hvilken 1ste Sort altsaa svarer til 2den eller 3die efter svensk Sortering.

Forinden Anvendelsen maa Træet lagres, for at det kan blive saa tørt som muligt inden Brugen. I Regelen lagres det i fri Luft, beskyttet mod Regn og direkte Solskin af et Tag. Tømmer stables med mellemlagte „Stablepinde“, saa Luften frit kan stryge paa alle Sider. Stablepindene maa ligge lodret over hinanden, da det fugtige Tømmer ellers kan faa blivende Formforandringer, og over Tømmeret anbringes et Halvtag. Underst ligger et Par „Strøer“, der skal holde Tømmeret i det nederste Lag borte fra Jorden. Disse Strøer bør være af Jærn (gamle Jærnbaneskinner) eller Beton, men ikke af Træ, da de ellers let angribes af Svamp, der kan smitte det øvrige Tømmer i Stablen. Tømmer, der skal bruges til Vandbygning,

lagres ofte i en Tømmergrav under Vand, og det samme sker med nogle fremmede Træsorter, f. Eks. Teak.

Bræder stables i Stak (Fig. 73) af Pladshensyn, og der lægges Stablepinde mellem dem, for at Luften kan stryge mellem Bræderne og udtørre dem.

## Træets Fjender.

184. Træet kan angribes saavel i Skoven som efter Fældningen, men kun det sidste har Interesse her.

Det nyfældede, uafbarkede Træ kan, naar det henligger i Skoven, angribes af Barkbiller af forskellig Art. De angriber navnlig fældet, uafbarket Naaletræ, idet de borer sig ind mellem Barken og Veddet, hvor de parrer sig, hvorefter Hunnen lægger sine Æg der. Af disse udvikler der sig Larver, som borer Gange halvt i Barken og halvt i Veddet, indtil de borer sig ind i Veddet og forpupper sig og undertiden kan leve her i flere Aar, efter at Træet er opskaaret og anvendt, før de udvikler sig.

185. Ogsaa det tørre Ved er under Brugen udsat for Angreb af forskellig Art. Af større Dyr er det navnlig Rotter og Mus, der ved at gennemgnave Tømmeret kan svække det betydeligt.

Af Insekter, der angriber Veddet under dets Anvendelse, skal omtales:

Anobierne eller Dødningeurene, der er smaa Biller paa 4—8 mm Længde. Deres hvide Larver gnaver talrige Gange i Hustømmeret, af hvis Stivelse de lever. De angriber som Følge deraf navnlig Splinten, og Træ, der er udludet, er derfor mere modstandsdygtigt end ikke udludet. Træet, der kaldes „ormstukket", kan være saa stærkt angrebet, at det kun bestaar af papirstynde Hinder, der skiller de enkelte Gange fra hinanden. Gangene er fyldte med Larvernes Ekskrementer, det saakaldte „Ormemel", der er et fint, gult Pulver.

Anobierne angriber baade Bygningstømmer og Møbler. I Parringstiden kalder de voksne Insekter paa hinanden ved

med Kraft at slynge Forbrystet mod Træet og frembringer derved en dikkende Lyd, hvilket har givet Anledning til deres Navn. Man kan beskytte Træet mod deres Angreb ved at male det eller ved at gøre Stivelsen giftig ved Imprægnering.

I mindre Trægenstande, f. Eks. Møbler og lign., kan man dræbe Anobielarverne enten ved at lægge Genstandene ned i Benzin eller Petroleum eller ved at udsætte dem for Benzindamp i tæt tillukkede Rum i nogle Dage.

186. **Træets Ødelæggelse under Vand.** Naar Træet er helt nedsænket i Fersk- eller Brakvand, er det omtrent uforgængeligt, idet hverken Svampe eller Insekter kan leve i det.

I Saltvand er Træet udsat for Angreb af Pælekrebs og Pæleorm.

187. **Pælekrebsen** er et lille (3—4 mm) hvidt eller graat Dyr, der optræder i Stimer. De voksne Dyr borer sig ind i Træet, hvor de udgnaver en lille Gang tæt under Overfladen. De træffes aldrig dybere end 6 mm under Træets Overflade, og Gangenes Vidde er kun 1—2 mm; men det yderste Lag kan til Gengæld være saa tæt gennemgnavet med Gange, at disse kun er adskilte ved papirstynde Mellemrum og derfor let skylles bort af Bølgeslaget. Derved blottes der paany en frisk Overflade, som atter kan angribes af Pælekrebsen. De lever kun i Vand med temmelig stor Saltholdighed ($1{,}5$—$2\ \%$) og findes f. Eks. i Vesterhavet, Kattegat og Limfjorden, men ikke i Østersøen eller Bælterne, hvor Vandet er for ferskt.

De afgnaver fortrinsvis de bløde Dele af Aarringene, saa at de fastere Dele staar frem som Kamme. De gør meget stor Skade paa Tømmeret, og man har f. Eks. paavist, at de i Frederikshavn kan bortfjerne 1 cm Tykkelse om Aaret, saa at en Pæl paa 24 cm Diameter i Løbet af 4 Aar kan forformindskes til 16 cm Diameter*).

---

*) Om Udbredelsen af Pæleorm og Pælekrebs m. m. se „Ingeniøren“ 1921, Nr 41.

188. **Pæleormen** hører til Muslingerne. Den har en meget lang og tynd Krop (i danske Farvande i Regelen højst $^1/_2$ m lang og 4—8 mm tyk). Kroppen er omgivet af en rørformet Kappe, der foran har en Aabning, hvorigennem den tynde, skiveformede Fod, med hvilken Dyret suger sig fast, kan stikkes frem. Bagtil findes en anden Aabning for to Sugerør. Gennem det ene Rør suger det frisk Vand med dets Indhold af Luft og mikroskopiske Smaadyr ind og støder det atter ud gennem det andet Rør. Dyrene borer sig ind i Træet som ganske smaa Larver; efterhaanden som de vokser, borer de Hullet større. Hullets Længde er den samme som Dyrets, og dette flytter sig aldrig. Man antager, at de frembringer deres Gange ved, at deres Fod afsondrer en Vædske, der skørner Træet, saa at det let kan stødes til Pulver; men man ved ikke noget bestemt derom. Hullerne udforer de med en Kalkskal, saa de er ganske glatte. Gangene er nogenlunde parallele med Fibrene, dog gaar de uden om Knaster, og de krydser aldrig andre Gange eller gaar fra et Træstykke over i et andet. De kan trænge 20—30 cm ned i den Del af Pælen, der er rammet ned i Havbunden, og Angrebet er sædvanligvis stærkest ved Grunden, saa Pælene hyppigt knækker.

Pæleormen fordrer mindre salt Vand end Pælekrebsen, idet den kan leve i Havvand med 1 % Salt, og findes derfor i de fleste danske Havne.

Den angriber alt ubeskyttet Træværk i Saltvand, Bolværker, Diger og Skibe, og gør uhyre Skade. Man har iagttaget, at Pæle i Løbet af et Par Aar har tabt indtil 50 % i Vægt. Den kan angribe alle Sorter Træ; men der er stor Forskel paa de for-

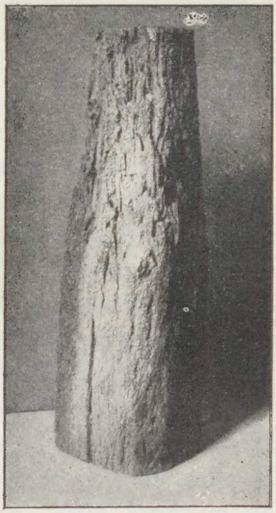


Fig 74.
Pæl fra Høfderne ved Thyborøn, ødelagt af Pæleorm.

INDUSTRIFORENINGENS BIBLIOTEK

skellige Træsorters Modstandsevne, navnlig angribes visse fremmede Træsorter som f. Eks, Greenheart, Jarrah, Jærntræ o. a. sjældent.

189. Man anvender forskellige Midler mod Pælekrebsens og Pæleormens Angreb. De gaar alle ud paa at omgive Pælene med et beskyttende Lag, som Dyrene ikke kan gennembryde. Maling yder ikke nogen Modstand, derimod har man med Held anvendt Betonrør, der blev skudt ned over Pælene; hvorefter Mellemrummet blev udfyldt med Sand. Midlet kan naturligvis kun bruges ved fritstaaende Pæle. Her i Landet anvendes næsten udelukkende Beklædning med Jærn, enten som Plader eller som Søm. Galvaniseret Jærnplade BWG Nr. 19 anses for den sikreste Beskyttelse. Tidligere anvendtes Sømmene i Form af „Plathoveder", d. v. s. Søm med meget store Hoveder, der anbringes tæt ved hinanden; en saadan Beklædning er ret dyr uden at være helt paalidelig, og i de senere Aar har man ofte indskrænket sig til at beslaa Træet med 40 mm Traadstifter med 17 mm indbyrdes Afstand. Man regner 4000 Stifter pr. $m^2$ Træflade. I alle Tilfælde ruster Jærnet hurtigt bort og gennemtrænger derved Pælens ydre Del med et tæt Rustlag, som holder Dyrene borte. Man kan ogsaa imprægnere Pælene med Kreosotolie; men den vaskes efterhaanden bort, og Overfladen kan da angribes af Pælekrebs. En Belægning paa Havbunden med ulæsket Kalk eller Affald fra Acetylengasværker angives ogsaa at virke beskyttende. Det sidste siges endog at dræbe allerede tilstedeværende Pæleorm i Træet.

190. **Forraadnelse og Svampeangreb.** Ved Forraadnelse forstaar man Angreb af forskellige Organismer, der alle bevirker, at Træet bliver mørt og smuldrer hen. Allerede paa Roden kan det angribes af Raadsvampe, der dog kun angriber de døde Dele. Forraadnelsesprodukterne er i Regelen mørktfarvede og kan sive ned gennem de sunde Dele og misfarve disse. Saaledes hidrører Bøgens falske Kærne og Fyrrens blaa Splint i Regelen fra begyndende Forraadnelse.

Størst Betydning har imidlertid Angrebene paa det an-

vendte Tømmer, og de foraarsages saa godt som altid af Svampe.

Der findes flere forskellige Arter af Raadsvampe, der er vanskelige at skelne fra hinanden, da deres Bygning og Udseende i Hovedtrækkene er ens.

Svampene er Planter; men de adskiller sig i flere Henseender fra de højere Planter. Først og fremmest mangler de altid Bladgrønt, og de kan altsaa ikke spalte Luftens Kulsyre og omdanne dens Kulstof til organiske Forbindelser. De maa derfor optage deres Næring som færdige Kulstofforbindelser fra de levende eller døde Plantedele, hvorpaa de lever. De Svampe, der lever paa levende Planter, kaldes Snyltesvampe, medens de, som lever paa døde Plantedele, kaldes Raadsvampe.

Man kan heller ikke som ved de højere Planter skelne mellem Rod, Stængel og Blade; men Svampene er byggede af ensartede Svampeceller eller Hyfer. Man plejer at skelne mellem Myceliet, gennem hvilket Svampen optager Næringen, og Frugtlegemet, der bærer Formeringsorganerne. Myceliet kan have et meget forskelligt Udseende. I Regelen er det hvidt, spindelvævsagtigt og ganske tyndt, men det kan ogsaa være hindeagtigt, danne Strenge eller Puder o. s. v., og Hinden kan undertiden være flere cm tyk og vatagtig. I Regelen er Myceliet ikke særlig fremtrædende og vokser hyppigst skjult under Løv eller inde i Træet.

191. Frugtlegemerne er dannede af solide, kraftige og stærkt sammenvoksede Celler. De kan have forskellig Form og Varighed. Hos nogle Svampearter raadner de allerede efter nogle Dages Forløb, medens de hos andre kan holde sig i flere Aar. Størrelsen er ligeledes meget forskellig, de mindste kan ikke ses med det blotte Øje; de største kan være over 2 m i Omkreds. Hos hver enkelt Form er Frugtlegemets Udseende i det væsentlige det samme.

Frugtlegemerne bærer Svampenes egentlige Formeringsorganer, Sporerne, der altid er saa smaa, at de ikke kan ses med blotte Øjne. De er meget forskellige fra de højere Planters Frø, bl. a. derved, at de kun bestaar af een Celle,

og ikke som Frøene indeholder nogen „Kim“. Hvert Frugtlegeme udvikler en utallig Mængde Sporer, der, naar de er modne, spredes af Vinden, og en Del af dem kommer derved paa Steder, hvor de finder Livsbetingelser for at udvikle sig. Spireevnen holder sig kun en begrænset Tid, der dog for enkelte Arters Vedkommende strækker sig over flere Aar.

Naar en Spore begynder at spire, udvikler den først en Spiretraad, der efterhaanden borer sig fra Celle til Celle, idet den optager deres Indhold.

Svampene fordrer ikke saa høj Temperatur som de højere Planter; men de kræver megen Fugtighed, fordi Myceliet fordamper meget Vand, og naar det udtørres, dør Svampen. Derimod fordrer de kun lidt Lys, ja, de trives bedst paa mørke, utilgængelige Steder, hvor de ikke er udsat for Forstyrrelse; men de danner da sjældent Frugtlegemer.

192. **Hussvampen.** Den hyppigst forekommende og farligste af de Svampe, der angriber Træ, er Hussvampen (Merulius lacrymans = den grædende). Den er udbredt over hele Mellemevropa og angriber navnlig Bygningstømmer, hvorimod den kun sjældent træffes i Skovene, hvor den i saa Fald kun angriber de døde Dele paa Træerne. Den er overordentlig udbredt; og der findes Byer, hvor hvert tredje eller fjerde Hus er angrebet af Svamp. Den angriber baade Naaletræ og Løvtræ.

Sporerne er ca. $0{,}_{01}$ mm lange og rustfarvede. Spiretraaden borer sig hurtigt ind i Veddet, idet den udskiller en Vædske, som opløser Cellevæggen. Naar Næringsstofferne i en Celle er opbrugt, trænger Traaden ind i den næste og vokser saaledes inde i Træet. Naar dette indre Mycelium er blevet tilstrækkelig kraftigt, vokser en Del af det ud paa Overfladen. I Begyndelsen viser det sig som et hvidt, filtet Lag, i hvilket der findes tykkere Strenge. Efterhaanden som det bliver kraftigere, forsvinder Strengene, og Myceliet bliver tættere og vatagtigt, samtidig med at Farven forandres til askegraa eller sølvglinsende. Ofte danner der sig en ophøjet Rand, der kan være rødlig eller gullig, og det kan naa en Udstrækning af over en Meter. Det staar kun i Forbindelse

med Veddet paa det Sted, hvor det træder ud paa Overfladen, men ligger iøvrigt løst paa Træets Overflade. Det vatagtige Overfladem y c e l i u m kræver megen Fugtighed, fordi det fordamper meget Vand. Selv en kortvarig Udtørring er i Stand til at dræbe det jævne Mycelielag, hvorimod Strengene er mere modstandsdygtige, fordi de er dannede som lange Rør, der ernæres fra deres Udspring i Træværket. De spiller derfor en vigtig Rolle for Svampen, idet de er i Stand til at skyde sig hen over Steder, hvor Svampen ingen Fugtighed kan faa, ligesom de beskytter Svampen mod Død ved Udtørring. Ligeledes kan Svampen ved Strengenes Hjælp vokse op i højere Etager eller ind i Nabobygninger, ja, selv gennem Murværk. Enhver Streng eller Stykke af en Streng kan udvikle nyt Mycelium, hvis de nødvendige Livsbetingelser blot er til Stede. Naar der skal lægges nyt Tømmer ind i en svampebefængt Bygning, er det derfor af største Vigtighed at faa alle saadanne Strenge fjernede, da de ellers vil angribe det nye Tømmer.

Medens Myceliet ikke fordrer Lys til sin Vækst, er dette nødvendigt, for at Svampen skal kunne formere sig, om end den behøver meget lidt. Paa den anden Side hæmmer selv stærkt Lys ikke Svampens Vækst.

F r u g t l e g e m e r n e dannes, som foran nævnt, kun hvor Lyset har Adgang, selv om det kun behøver at være sparsomt. De vokser derfor hyppigt frem mellem Gulvbrætternes Fuger eller i Panelrevner og under eller bagved Skabe. I Begyndelsen ligner Frugtlegemet en lille Tot Vat; men det vokser hurtigt og bliver efterhaanden fast og gulbrunt med en hvid eller rødlig Kant. Samtidig bliver Overfladen rynket i to paa hinanden vinkelrette Retninger, saa at den faar et netagtigt Udseende. I Regelen er de flade og tallerkenformede; men naar de vokser i Hjørner, kan de antage andre Former. Tykkelsen varierer fra ganske tynde og hindeagtige til et Par cm Tykkelse. Jo bedre Ernæringsforhold Svampen har levet under, desto større og kraftigere bliver Frugtlegemerne. Man har Eksempler paa, at de har naaet en Størrelse af over

1 m i Diameter; men i Regelen bliver de kun et Par cm. Paa deres Overflade findes ofte en gul, olieagtig Vædske, der iøvrigt ogsaa kan findes paa Myceliet, og som har givet Svampen dens Navn (lacrymans = den grædende). Naar Frugtlegemet er modent, findes der paa dets Overflade Millioner af Sporer, der spredes med det svageste Lufttræk over store Strækninger.

Naar Sporerne er spredte, raadner Frugtlegemet under Udsendelse af en modbydelig Stank; men Svampens Liv ophører ikke dermed. Myceliet vedbliver at vokse og frembringer efter nogen Tids Forløb nye Frugtlegemer.

193. **Hussvampens Livsbetingelser.** Som allerede nævnt i det foregaaende kræver Hussvampen Luft, Fugtighed, Varme og Næring for at kunne leve og desuden noget Lys for at kunne udvikle Sporer.

Luften maa først og fremmest være fugtig; thi i tør Luft visner Svampen, og Ventilation er derfor det bedste Middel mod den. Derimod trives den ypperligt i fugtig, stillestaaende Luft, og derfor træffes den hyppigt i Kældere, Vaskehuse, Fabrikker og lignende Steder.

Fugtighed er den vigtigste Betingelse for Svampens Vækst, da Myceliet fordamper meget Vand, og dette maa atter erstattes, da Svampen ellers visner og dør. Det vatagtige Mycelium dræbes allerede ved 10 Minutters Udtørring, medens det tætte Mycelium og navnlig Strengene taaler flere Dages Udtørring. Hussvampen optager sit Vandforbrug enten fra Luften eller fra den Genstand, den vokser paa, altsaa i Regelen fra Veddet. Den kan derfor ikke trives paa lufttørt Træ i tør Luft. Den kan altid dræbes ved Udtørring. Hvis man indretter hensigsmæssig Ventilation i Husene, vil man derved opnaa at kunne dræbe det Mycelium, der muligvis kunde være ført ind med Tømmeret. Naar dette iøvrigt har været lagret under gunstige Forhold i 2—3 Uger, vil det næppe indeholde Svampemycelium.

Næringsstofferne optager Svampen fra Veddet, og de bestaar derfor af dettes Bestanddele, navnlig Æggehvidestof,

men der optages ogsaa en Del Kalk og Kiselsyre. Under Spiringen optager den endvidere noget Fosforsyre.

Naar Cellevæggene saaledes berøves en Del af deres Stoffer, formindskes deres Tykkelse, og samtidig farves Veddet mørkebrunt og faar en blød, voksagtig Konsistens. Naar saadant Træ atter tørrer, vil det svinde stærkt og lige meget i alle Retninger. Derved spaltes Veddet i firkantede, skarpt afgrænsede Stykker, og Svindet kan andrage 33 % af Rumfanget. Ved Svindet vil Træet kaste sig stærkt, og Gulvbræder, der i Regelen kun angribes af Svamp paa Undersiden, fordi Oversiden er tør, vil krumme sig med Midten opefter, fordi Undersiden svinder. Herved kan der danne sig store Fuger mellem Bræderne, og Sømmene kan trækkes ud, saa Bræderne ligger løse.

Det angrebne Ved beholder ogsaa efter Tørring sin mørke Farve, og det bliver saa skørt, at det smuldner hen ved Gnidning mellem Fingrene. Det er overordentlig stærkt vandsugende, og svampeangrebne Huse er derfor meget fugtige.

Temperaturen har ikke stor Indflydelse paa Svampens Vækst. Svampen kan trives ved en forholdsvis lav Varmegrad; men den vokser ikke ved Temperaturer under 0°. Den trives bedst ved 20—25° og dør ved ca. 60°.

Lyset har heller ikke nogen Indflydelse paa Myceliets Vækst; derimod er det nødvendigt, naar Svampen skal frembringe Sporer.

Selve Svampen er næppe sundhedsfarlig, men den store Mængde Fugtighed, der altid følger med, kan virke skadeligt, ligesom Stanken af de raadne Frugtlegemer naturligvis ogsaa er ubehagelig.

Som ovenfor nævnt angribes baade Løvtræ og Naaletræ, og Fældningstiden synes heller ikke at have nogen Indflydelse paa Modstandsdygtigheden, uden for saa vidt den har Betydning for Fugtighedens Størrelse. Det er sikkert ikke rigtigt, at sommerfældet Træ skulde angribes lettere end vinterfældet under lige Forhold; men naturligvis vil vaadt sommerfældet Træ angribes lettere end tørt vinterfældet, og dette har sikkert været Aarsagen til, at man i



INDUSTRIFORENINGENS

Praksis foretrækker vinterfældet Træ; thi det sommerfældede Træ anvendes ofte uden Lagring, medens det vinterfældede i Regelen er nogenlunde tørt.

194. **Forebyggelse af Hussvamp i Bygninger.** Da Hussvamp som beskrevet i det foregaaende kan gøre umaadelig stor Skade, bør man paa enhver Maade søge at forebygge, at Husene angribes.

Det anvendte Tømmer maa naturligvis først og fremmest selv være sundt og saa tørt som muligt. Dette kræver flere Maaneders Lagring, og da en saadan er kostbar, er det sjældent, at Træet oplagres saa længe paa Tømmerplads. Vil man derfor være sikker paa at faa tørt Træ, bør man selv lagre det. Man maa selvfølgelig aldrig modtage Træ, paa hvilket der sidder Mycelium; skulde der findes saadant Træ imellem, bør ikke blot dette, men i det hele taget alt Træ fra vedkommende Tømmerplads kasseres. En saadan Kassation er ikke altid mulig i Praksis, og her nøjes man ofte med at bortskære det Træ, der viser sig angrebet. Dette er absolut forkasteligt: thi man maa erindre, at de fine Mycelietraade, der dannes i det først angrebne Ved, er usynlige for det blotte Øje. Der maa mindst fjernes en Meter af det tilsyneladende sunde Træ, og man bør huske, at selv i dette Tilfælde har man ingen Sikkerhed for, at alt Mycelium er fjernet. Udgangspunktet for Svampeangrebene paa Tømmerpladserne er meget ofte de Træstrøer, hvorpaa Tømmeret er stablet, og hvis disse er svampeangrebne maa man være særlig paapassende.

Man bør naturligvis heller aldrig anvende Træ fra svampeangrebne Huse, selv om det ser sundt og godt ud. Ligeledes bør man undgaa at bruge Fyld, Mursten og lign. fra saadanne Bygninger.

Ved Reparationsarbejder i gamle Huse med Svamp bør man udvise den yderste Forsigtighed og huske paa, at Sporerne er overordentlig smittefarlige. Der handles ved saadanne Lejligheder ofte meget letsindigt. Man ser ikke sjældent, at Træet brydes op med Voldsomhed, saa der staar en Sky af Støv og Sporer op, der spredes over hele Rummet.

Det angrebne Træ kastes tit ud i Gaarden, hvor det lægges op ad det friske Træ og derved har rig Lejlighed til at smitte dette. Her ligger det saa undertiden i mange Dage, udsat for Regn, der befugter Sporerne, saa de bliver spiredygtige. Meget ofte bringes det angrebne Træ langt bort for at benyttes til Brændsel, og det har da rig Lejlighed til ved Savning og Hugning at sprede Sporerne vidt omkring til Steder, der hidtil har været fri for Svamp. Man maa ikke glemme, at svampebefængt Træ bør behandles lige saa varsomt som andre smittefarlige Genstande.

Det angrebne Træ maa fjernes med største Varsomhed og helst brændes paa Stedet. Er dette ikke muligt, bør det overbruses med Antinonninopløsning*) og køres bort til et Sted, hvor Opbrændingen kan foregaa. Under alle Omstændigheder maa det fjernes, før det nye Tømmer ankommer. Alle Murfuger i temmelig stor Omkreds bør udkradses og overstryges med varm Karbolineum**), hvorpaa Fugerne udfyldes med Cementmørtel. Derpaa skylles Gaarden, hvor det angrebne Træ har ligget, med Antinonninopløsning, og Værktøjet vaskes ligeledes i dette. Endelig bør Arbejderne helst skifte Tøj; thi der kan være i Tusindvis af Sporer i Tøjet. Det nye Tømmer maa være fuldstændig tørt, og det bør inden Oplægningen overstryges med Karbolineum. Det vil være heldigst, om Bygningen kan faa Lov til at staa til Udtørring i nogle Uger, efter at det angrebne Træ er borttaget, og inden det nye anbringes. Hvis man bruger det gamle Indskud, hvad man iøvrigt ikke bør gøre, maa det vandes med Antinonninopløsning.

I Nybygninger kan Svampeangrebet modvirkes ved en hensigtsmæssig Anbringelse af Tømmeret. Man maa baade sørge for, at Tømmeret kan faa Lejlighed til at udtørre, og for, at det ikke kan komme til at optage Vand fra Bygningen. Man maa først sørge for, at Grunden er tør og vel drænet, og for god Afledning af Spildevandet og Overfladevandet. Dette gælder særlig, hvor der ikke er

*) Se § 199. **) Se § 196.

Kælder under Huset. I saa Fald maa man fjerne Muldlaget, og Bjælkerne maa aldrig komme i direkte Berøring med Jorden. Isolationslaget i selve Murene bør være omhyggeligt udført, og de smaa Piller, paa hvilke Bjælkerne lægges, naar der ikke er Kælder under Huset, bør ogsaa være isolerede mod Jordfugtighed, noget, der i Regelen forsømmes. Bjælkerne bør aldrig lægges direkte op mod Murene, men altid holdes mindst 2—3 cm fra disse. Bjælkehovederne, der nødvendigvis maa anbringes i selve Muren, maa isoleres fra den ved Omvikling med Birkebark eller Tagpap, og bedst er det at overstryge Stenene omkring dem med varm Tjære. Under alle Omstændigheder maa der mures med tørre Sten omkring Bjælken. Der bør helst indrettes Ventilation under Gulvene, hvorved der fremkaldes Lufttræk, som fremskynder Træets Udtørring. Til Indskud i Etageadskillelser maa man aldrig benytte Fyld fra gamle Bygninger, da det kan indeholde Svampesporer, og hvis man bruger Ler, bør dette ikke være for vaadt. Gulvbræder bør ikke lægges helt op til Muren, og Paneler, Døre, Vinduer og andet Træværk bør ikke anbringes, før Huset er nogenlunde tørt.

Naar nyt Tømmer anbringes i en Bygning, vil det altid indeholde mere eller mindre Vand, og man maa da passe ikke at indelukke dette, saa at det ikke kan fordampe. Man maa derfor ikke male eller fernisere Træet, før det er tørt, og navnlig maa man ikke for tidligt tildække Gulvene med Linoleum.

Endelig maa man paa det strængeste forbyde al Urenlighed i Bygningen under dens Opførelse. Sporerne kræver til deres Spiring Fosforsyre, og denne findes altid i Urin. Man ser tit, at Svampen begynder sin Vækst i Kælderhjørner og lignende Steder, der har været benyttede til Pissoirs. Bygmesteren bør derfor paa det skarpeste vaage over, at noget saadant ikke finder Sted, og han bør lette Overholdelsen af Forbudet ved at stille lettilgængelige Pissoirs til Raadighed for Folkene.

195. **Imprægnering.** Man kan beskytte Træet ved at forgifte det for Svampen, og hertil anvender man forskellige

Stoffer, der alle indeholder antiseptiske Bestanddele. Fordringerne, der stilles til saadanne Midler, er:

De maa let kunne trænge ind i Træet.
De maa indeholde stærkt antiseptiske Midler.
De maa ikke fordampe for let, og
de maa ikke gøre Træet letantændeligt.

Der findes ikke noget Stof, der tilfredsstiller alle disse Betingelser; men Karbolineum, Kreosotolie, Antinonnin og Cuprinol opfylder dem i større eller mindre Grad.

196. **Karbolineum** er en mørkebrun, olieagtig, tyndtflydende Vædske med en stærk Lugt. Det udvindes ved Destillation af Stenkulstjære, og undertiden tilsættes Zinkklorid, der ogsaa har antiseptiske Egenskaber. Det trænger ret let ind i Træet og beskytter godt; men dets stærke Lugt er naturligvis en Ulempe ved dets Anvendelse i Beboelsesbygninger. Man regner Avenarius Karbolineum for den bedste.

197. **Kreosotolie** ligner meget Karbolineum, men er i kold Tilstand noget mere tyktflydende. Dens Lugt er endnu mere gennemtrængende end Lugten af Karbolineum. Ved Opvarmning bliver den tyndtflydende og trænger da let ind i tørt Træ, hvorimod dens olieagtige Karakter forhindrer den i at trænge ind i vaadt Træ. Den synes at virke kraftigere mod Svampeangreb.

198. Paastrygningen af de to foran omtalte Midler kan ske med en almindelig Pensel, og de bør helst være opvarmede til ca. 100°. Paastrygningen bør helst gentages med en Dags Mellemrum, og Endetræ bør stryges særlig rigeligt. Det behandlede Træ faar en nøddebrun Farve og en stærk Lugt. I stærk Varme udvikles der giftige Dampe, og Paastrygningen bør derfor ikke ske i Solen. Dampene angriber ogsaa Planter, og disse Midler kan derfor ikke anvendes i Drivhuse. Der kan ikke males paa det bestrøgne Træ, da Vædskerne slaar igennem Malingen. Denne Ulæmpe kan dog delvis ophæves, naar man overstryger det behandlede Træ med „Politur“*).

*) Se § 208.

199. **Antinonnin** er en organisk Forbindelse*), der gaar i Handelen som en rød Salve, der er opløselig i Vand. I tør Tilstand er det nemlig eksplosivt og leveres derfor udrørt i Sæbe. I Regelen opløses 1 Del Antinonnin i 40—50 Dele Vand og giver derved en gullig Vædske. Det dræber Svampen sikkert; men da den største Del er Vand, trænger det vanskeligt ind i Træet. Det er temmelig billigt. Det behandlede Træ faar en gul Farve og kan uden Vanskelighed bearbejdes og oliemales. Da Antinonninet er letopløseligt i Vand, egner det sig næppe til udvendig Brug, hvor det staar i Fare for at udvaskes. Til Brug ved Desinficering, Overbrusning og Skylning mod Svampeangreb kan det opløses i den dobbelte Mængde Vand.

200. **Cuprinol** er en Kobbersæbe, der er uopløselig i Vand. Stoffet opløses i Benzin eller Petroleum og trænger meget let ind i Træet, og det anvendte Opløsningsmiddel fordamper hurtigt. Kobbersæben er uopløselig i Vand og lader sig derfor ikke udvaske. Desuden er Kobber et fortrinligt Desinfektionsmiddel, der forhindrer Svampens Vækst fuldstændigt.

Man har tidligere benyttet Kobbervitriol til Beskyttelse mod Svamp, men da dette er letopløseligt i Vand, blev det udvasket, hvilket ikke sker med Cuprinol. Desuden kan der males og ferniseres paa Træ, der er beskyttet med dette Stof.

201. Endelig skal endnu omtales, at man kan beskytte Træ mod Svamp ved at imprægnere det. Denne Metode benyttes navnlig til Jærnbanesveller, Telegrafpæle, Ledningsmaster og lign.; men den er for dyr at anvende til Bygningstømmer. Der bruges forskellige Stoffer til Imprægnering, af hvilke de vigtigste er Kreosotolie, Kobbersulfat, Klorzink og sjældnere Sublimat.

Imprægnering med Kreosotolie foregaar i Kedler, i hvilke Træet køres ind paa smaa Vogne gennem den ene Endebund. Derpaa lukkes Kedlen lufttæt, og Luften pumpes ud, hvorpaa der pumpes Imprægneringsvædske ind i Kedlen. Vædsken opvarmes dernæst langsomt til godt 100° ved Hjælp af en Dampslange paa Kedlens Bund, og denne Temperatur

*) Dens kemiske Navn er Ortodinitrokresolkalium.

vedligeholdes mindst i 1 Time, hvorefter der sættes et Tryk paa af ca. 7 Atm.

Ved denne Metode fyldes alle Træets Porer med Kreosotolie, og der medgaar derfor megen Vædske til Imprægneringen, som derved bliver dyr. Da det imidlertid kun er den i selve Cellevæggen optagne Kreosotolie, der virker beskyttende, er man i de senere Aar gaaet over til at benytte en af Tyskeren Rüping angivet Metode. Naar Træet er kørt ind i Kedlen, indpumpes der Luft, til Trykket er steget til 1—4 Atm. (Overtryk). Cellehulrummene fyldes da med Luft af dette Tryk. Derefter indpumpes Kreosotolien, og Trykket forøges til 7—8 Atm., der vedligeholdes, til Træet har optaget den nødvendige Mængde Vædske. Olien tappes ud, og Luften udpumpes af Kedlen. Den i Træets Hulrum værende Luft vil da udvide sig og udpresse den overflødige Olie. Metoden har navnlig fundet Anvendelse til Imprægnering af Ledningsmaster.

202. **Midler til Træets Bevaring ved Snedkerarbejder.** Træ til saadant Brug kan ikke behandles med de foran omtalte Midler, da disse (med Undtagelse af Antinonnin og Cuprinol) forhindrer Maling af det. Da de Organismer, der ødelægger Træet, lever af Næringsstofferne i det, (Saft, Stivelse og Vand), kan man forhindre Træets Ødelæggelse ved at bortfjerne disse, og dette kan gøres paa forskellige Maader.

203. Ved **Udludning** kan man fjerne Safterne. Den kan udføres ved at lægge Træet i rindende Vand, f. Eks. i en Aa, med Rodenden mod Strømmen. Herved udtrækkes Safterne, og Træet faar mindre Tilbøjelighed til at kaste sig og revne; det indsuger senere vanskeligere Fugtighed og tørres hurtigere. Træ, der er flaadet, er delvis udludet.

204. Kraftigere endnu virker **Dampning**. Den foregaar i en lukket Trækasse eller Jærnkedel, i hvilket Træet, der bør været opskaaret saa meget som muligt, lægges ind. Derefter ledes der lavspændt Damp til, der trænger ind i Træet og fortætter sig, hvorved den opløser de skadelige Stoffer. Disse samler sig paa Bunden og løber bort gennem en

Hane. Naar Afløbet er helt klart, er Processen endt, hvilket varer fra nogle faa Timer til et Døgn. Det dampede Træ tørres bagefter, enten i Luften eller kunstigt. Det er lettere og har mindre Tilbøjelighed til at buldne ud.

205. **Kunstig Tørring** anvendes meget hyppigt til Snedkerarbejder og kan enten ske i et opvarmet Lagerrum eller i særlige Tørrekamre med varm Luft. Opvarmningen maa ske langsomt, da Træet ellers vil revne, og der benyttes 30—40° varm Luft. Udtørringen varer ofte i flere Uger; og det udtørrede Træ har ringe Tilbøjelighed til at kaste sig og svinde.

206. **Fernisering, Polering, Maling og Tjæring.** Naar tørt Træ kommer i Berøring med Vand eller udsættes for fugtig Luft, vil det paany optage Vand. Dette kan man forhindre ved at bedække Overfladen med et for Vand uigennemtrængeligt Stof. Hvis Træets naturlige Tegning ikke ønskes skjult, anvender man Fernisering eller ved finere Træsorter Polering, i modsat Fald benyttes Maling eller ved simple udvendige Arbejder Tjæring.

207. Ved Fernisering mættes Træet først med varm Linoliefernis*), og efter dennes Tørring stryges flere Gange med kold Fernis; til sidste Strygning benyttes ofte Lakfernis, ɔ: Opløsninger af Kopal, Rav eller Dammar i Fernis, idet et saadant Overtræk giver større Glans og er mere modstandsdygtigt end alm. Fernis. Fernisering anvendes navnlig til Gulve, Trappetrin og lign.

208. Ved Polering tilsigter man at fylde Porerne og opnaa høj Glans. Den anvendes ved finere Træsorter til Møbler og Trappehaandlister.

Den egentlige Polering kan kun med Held anvendes ved tætte Træsorter, og den gaar ud paa at fylde Porerne med Pimpsten og „Politur“, ɔ: Schellak, opløst i Spiritus. Denne sidste fordamper, medens Schellakken bliver tilbage som et ret haardt, meget blankt Lag, der smukt fremhæver Træets naturlige Tegning.

---

*) Om „Fernis“: se under „Malervarer“.

Træsorter med meget store Porer egner sig ikke til Polering; men saadanne kan bones, ɔ: overtrækkes med et Lag Voks, hvorved Porerne udfyldes, og Overfladen faar et ejendommeligt halvmat Udseende. Det anvendes navnlig ved Egetræ til Parketgulve og lign.

Bonemassen bestaar enten af Bivoks eller Ceresin, opløst i Benzin eller Terpentinolie, og den paaføres med en Klud.

209. Før Polering og Boning sker der ofte en **Bejdsning,** ɔ: en Farvning af Træet, der tilsigter at give det et Udseende som dyrere udenlandske Træsorters eller farve det uden at skjule Træets Tegning.

Bejdsningen kan dels foretages med Luftarter og dels med Vædsker, hvilket er det almindeligste.

Som Eksempel paa Bejdsning med Luftarter skal her omtales den saakaldte „Røgning" af Egetræ. Træet anbringes i et tæt tillukket Rum, hvori der henstilles Skaale med Ammoniakvand. Rummet vil da fyldes med Ammoniakluft, der trænger ind i Træet og paavirker Garvesyren, der bliver mørkere.

I Regelen anvendes dog mest flydende Bejdser, der enten kan være Stoffer, der paavirker de i Træet værende Substanser, f. Eks. Garvestofferne, eller egentlige Farveopløsninger eller Vædsker, der inde i Træet danner farvede Forbindelser. De hyppigst anvendte er følgende:

Salpetersyre (Skedevandsbejdse) giver Træet en „ægte" gul Farve. Virkningen kan forøges ved Tilsætning af „Gummigutt" *), der er stærktfarvet gullig Lak. Skedevandsbejdse kan f. Eks. fremstilles af 400 g Salpetersyre og 1 Liter Vand, hvortil sættes 70 g Gummigutt.

Nøddetræsbejdse fremstilles ved Udludning af Brunkul med Kaliumhydroxydopløsning. Den gaar i Handelen dels opløst og dels som Korn, der opløses i den 10-dobbelte Mængde Vand. Den bruges til dels at give simplere Træ

*) Se: E. Thaulow: Træ, Kbhvn. 1912., hvori findes en udmærket Oversigt over Bejdsning og Farvning af Træ.

Nøddetræsfarve og dels til at give ægte Nøddetræ en dybere Farve.

Kalibejdse er en Opløsning af manganoversurt Kali i Vand f. Eks. 50 g til 1 Liter Vand. Den anvendes bedst lunken, men dog ikke kogende, og den benyttes f. Eks. til Mørkfarvning af Mahogni. Dens Virkning beror paa, at den med Træet danner brune Manganforbindelser.

Bejdse til Laboratorieborde og til Træ, der er udsat for Spild af Syrer og Alkalier kan fremstilles saaledes. Træet overstryges med en varm Opløsning af 60 g saltsur Anilin i 1 Liter Vand, og naar det er tørt med en anden Opløsning af 50 g tvekromsurt Kali i 1 Liter Vand, hvortil sættes 2 g Kobberklorid. Naar Træet er tørret, hvilket helst maa ske i et opvarmet Rum, har det en smuk dybsort Farve, der er meget holdbar. Efter Bejdsningen bør Træet ferniseres 2 Gange.

Hvis man ikke vil bekoste Polering eller Boning, kan man opnaa en lignende, men ikke saa holdbar Virkning ved at overstryge Træet med „Politur“, ɔ: Schellak, opløst i Spiritus.

210. Ved **Maling** af Træ anvendes i Regelen Oliefarve. Træet maa være fuldstændig glat, og ved harpiksholdigt Træ maa alle Knaster være overstrøget med Politur for at forhindre, at Harpiksen „slaar igennem“ Oliemalingen. Først grundes der med en Blyhvidtfarve, hvorefter alle Huller og Revner tilkittes med Oliekit. Derefter „spartles“ Overfladen med en tyk Oliefarve, som paaføres med en „Spartel“, ɔ: et med Skaft forsynet tyndt Jernblik eller en tynd Træplade, hvormed Spartelfarven paaskrabes. Naar denne er tør, afslibes den med Pimpsten eller Sandpapir, og nu følger der flere Strygninger. Til den sidste Strygning bruges ofte Lakfarve, ɔ: Oliefarve med en Tilsætning af Kopallak, eller man bruger særlige Lakker, der gaar færdige i Handelen. Hvis Overfladen skal være særlig glat og blank, maa man efter hver Strygning foretage en Afslibning, i Regelen med Pimpsten.

211. **Tjæring** anvendes ved simple, udvendige Arbejder

og foretages som oftest paa uhøvlede Flader. Man kan anvende Kultjære eller Trætjære.

Kultjære vindes som Biprodukt ved Fremstilling af Belysningsgas. Ved almindelig Temperatur er den meget tyktflydende, og den bør derfor opvarmes til ca. 100°. Hvis den endda er for tyk, kan den fortyndes med Petroleum. Træet maa være helt rent og meget tørt; men selv da trænger Tjæren ikke ret dybt ind. Det er bedst, hvis Træet i Forvejen er opvarmet, f. Eks. ved at ligge i Solen.

Tjæren tørrer langsomt, men dette kan dog afhjælpes, ved at man sætter indtil 50 % Melkalk til den. Derved bliver Overfladen haard og glinsende. Den første Strygning bør dog foretages med ren Tjære, og der gives i Regelen tre Strygninger.

Kultjæren lægger sig som et sort, glinsende Lag uden paa Træet og lukker fuldstændig for Fordampning, og hvis Træet ikke var helt tørt, da det blev tjæret, kan det indvendige raadne fuldstændig bort, saa der kun bliver en tynd, ydre Skal tilbage.

Trætjære vindes som Biprodukt ved den rationelle Fremstilling af Trækul. Den er brun og trænger bedre ind i Træet, som farves brunt. Den lukker heller ikke saa tæt for Fordampningen og udsender ikke giftige Dampe som Karbolineum, hvorfor den kan benyttes til Espalierer og Drivhuse. Den gaar ogsaa under Navn af „finsk Tjære".

Til udvendig Brug ved simplere Arbejder kan man anvende forskellige andre Malinger, der vil blive nærmere omtalt i Afsnittet „Malervarer".

## De vigtigste Træsorter, deres Egenskaber og Anvendelse.

### Naaletræerne.

212. Naaletræerne udmærker sig i Regelen ved en slank Vækst og ved, at Stammen er meget lang. Veddet er som oftest letkløveligt, og i Regelen indeholder det meget Harpiks.

De leverer den langt overvejende Del af det Ved, der i det hele taget forarbejdes.

## Fyr.

213. Skovfyrren er udbredt over den største Del af Evropa med Undtagelse af de sydligste og allernordligste Dele. Det er det vigtigste Træ og leverer den største Del af alt det Træ, der overhovedet forarbejdes.

Veddet er straks ved Fældningen gult; men efterhaanden danner der sig en rød- eller brunfarvet Kærne. Det indeholder talrige store Harpikskanaler, og navnlig er Kærnen rig paa Harpiks. Aarringsgrænsen er meget skarp, og Aarringene er af højst forskellig Bredde efter Træets Voksplads.

214. Kærneveddet staar sig godt mod Raad og er ogsaa temmelig modstandsdygtigt mod Hussvamp; men det angribes let af „Orm". Derimod angribes fugtig Splint af en Snyltesvamp („Haarnæb"), der farver Splinten blaa. Knasterne er rødbrune eller, naar de er døde, sorte, temmelig tykke, men ikke særlig lange. Veddet svinder ikke stærkt og kløver let og smukt.

215. Af de Fyrresorter, der anvendes her i Landet, skal omtales følgende:

Dansk Fyr benyttes kun i ringe Grad, fordi de danske Skove ikke kan levere ret meget gammelt Fyrreved, og dets Værdi til Bygningsmateriale er kun ringe.

Svensk Fyr benyttes derimod i udstrakt Grad, og man skelner mellem sydsvensk og nordsvensk Fyr.

216. **Det sydsvenske Fyr** er som Regel ikke flaadet og er ofte blandet med Gran, ligesom det tit indeholder sommerfældet Træ. Stammerne er i Regelen meget koniske og derfor meget vankantede, ja, ofte cirkulære i Topenden. Aarringene er som oftest brede. Det leveres i Regelen firhugget og er temmelig tarveligt behandlet. Der kan kun leveres middelstore Dimensioner (højst $10'' \times 10''$).

Halmstad Tømmeret regnes for det bedste, og det er smukkest behandlet, medens Kalmar Tømmeret er slettest

bearbejdet; men til Gengæld staar det sig bedre. Det svenske Tømmer benyttes fortrinsvis til Bygningsbrug som Bjælkelag, Tagværker og lign.

217. **Nordsvensk eller Norrlandsk Fyr** udskibes fra de nordsvenske Havnebyer. Det er en løs, let og spinkel Træsort, som ofte er blandet med Gran, der dog i Regelen er ligesaa god som Fyrren. Det taaler ikke Fugtighed og er meget udsat for at raadne, hvorfor det kun kan bruges til indvendigt Arbejde. Det anvendes væsentlig til Tagværker.

218. **Det pommerske Fyr,** der navnlig udskibes fra Danzig, stammer fra Polen og er flaadet. Det har meget brede Aarringe og er stærkt harpiksholdigt. Det er derfor meget varigt. Det kan faas i meget store Dimensioner (indtil 24″ × 24″ × 9 Al.). Det kan leveres baade rundt og firkantet, i sidste Tilfælde er det aldrig vankantet; men det er meget dyrere end det svenske. Det bruges navnlig til Bjælkelag med meget lang Spændvidde og til Vandbygningsarbejder.

219. **Finsk Tømmer** er vinterfældet og flaadet; men det er daarligere end det norrlandske og faas kun i meget smaa Dimensioner.

220. Foruden som Tømmer leveres de foran nævnte Fyrretræssorter ogsaa som Bræder og Planker. De sydsvenske Fyrrebræder og -planker bruges i Regelen til Husbygning (Gulve, Trapper, Dør- og Vinduesrammer og lign); det norrlandske bruges navnlig til Snedkerarbejder, og hertil bruges ogsaa er Del russisk Fyr, der udskibes fra Riga. Pommerske Planker er temmelig dyre og bruges væsentligst til Havnebygning.

221. Fra **Nordamerika** indføres der forskellige Fyrresorter, af hvilke de vigtigste er:

Weymouthfyr, der er et hurtigt voksende Træ, som leverer et blødt, let, gulhvidt Ved, der er temmeligt sejgt. Det spaltes meget let, svinder kun lidt og har et meget smukt Udseende.

Her i Landet produceres ogsaa en Del Weymouthfyr, der dog er meget daarligere end den amerikanske. Det

INDUSTRIFORENINGENS BIBLIOTEK

benyttes navnlig til Spunse og Tændstikker samt til Brændsel.

222. Gulfyrren vokser i den sydlige Del af de nordamerikanske Fristater, og dens Ved, indføres til Evropa under Navn af Pitch-pine. Veddet er rødt, haardt og overordentligt harpiksrigt. Det er derfor vanskeligt at imprægnere og lader sig ogsaa vanskeligt fernisere. Det er meget skørt og taaler f. Eks. ikke Pæleramning. Veddet er næsten knastfrit og meget varigt, og det finder derfor udstrakt Anvendelse. Det kan leveres i store Dimensioner (f. Eks. 17″ × 17″ × 100 Fod, engelsk Maal), men er temmelig dyrt. Det store Harpiksindhold virker sløvende paa Værktøjet, og Arbejdslønnen er derfor større end ved almindelig Fyr.

223. Yellow-pine faas af det samme Træ som Pitch-pine, men det er vokset under andre Forhold. Veddet er meget fintringet og magrere end Pitch-pine og derfor mindre varigt, men ikke saa skørt. Det er meget slidfast og anvendes til stærkt befærdede Gulve og til indvendige Snedkerarbejder.

## Gran.

### Rødgran.

224. Veddet er gult eller rødligt med mørktfarvet Efteraarsved, temmelig groft og let. Aarringene er meget regelmæssige, og der er faa og smaa Harpikskanaler. Veddet er blødt, har stor Bæreevne og spaltes let. Knasterne er hvide, naar de er levende, og sorte, naar de er døde; de er i saa Fald meget haarde og vanskelige at bearbejde. Der er ingen Farveforskel paa det ydre og indre Ved. I vekslende Fugtighedsforhold er Veddet kun lidet holdbart, hvorimod det staar sig godt under stadig Tørhed eller helt under Vand.

225. Dansk Gran anvendes i de senere Aar i udstrakt Grad til Bygningsbrug, navnlig paa Landet. Desuden bruges en stor Del til Pakkasser, Cementtønder og til Vandbygningsmateriale. Bræder af Gran er betydelig (omtrent 10 %) billigere end Fyrrebræder og bruges derfor ofte til Forskalling. Paa Grund af det mildere Klima har den danske Gran

i Regelen bredere Aarringe end den udenlandske, men maa regnes for ligesaa god.

Dansk Grantømmer er sjældent fuldkantet. Tværsnittet er enten kvadratisk, eller Højden 1″ større end Bredden. Det faas vanskeligt i større Dimensioner end 8″ × 9″, og Dimensionerne er i Regelen engelsk Maal.

Det udenlandske Grantømmer ligner ganske dansk og faas navnlig fra Skandinavien.

### Ædelgran.

226. Veddet ligner Rødgranens, men er noget mere hvidt. Hos ældre Træer kan der forekomme en lysebrun Kærne. Harpikskanaler mangler. Veddet tørrer noget langsommere end Rødgran, men har ellers de samme Egenskaber.

227. Af udenlandske Naaletræssorter skal omtales: **Blyantstræ,** der indføres fra Florida og benyttes til Blyanter. Veddet er rødt eller rødbrunt med letspaltelig Kærne og meget harpiksfattigt. Det er blødt, varigt, meget ensartet i sin Bygning og let at bearbejde. I botanisk Henseende hører det til Enebærfamilien.

## Løvtræerne.

228. Løvtræerne har i Regelen en mindre rank Vækst og mindre udpræget Stamme end Naaletræerne. Der kan derfor sædvanlig ikke skæres saa langt Tømmer af dem. Veddet er som oftest haardere og tungere end Naaletræernes, og det er mere uregelmæssigt bygget, saa det vanskeligere lader sig kløve.

### Eg.

229. Der gives to forskellige Arter af Eg, nemlig Vintereg og Stilkeg; men Veddet er ganske ens hos begge Arter.

Veddet har tydelig Kærnedannelse, og Splinten er i Regelen smal; Farven er gullig, og Grænsen mellem Kærne og Splint ret skarp. Kærnen er brunlig og farves mørkere

med Aarene. Aarringsgrænsen er tydeligst i bredringet Ved, hvor de mange og store Kar i Foraarsveddet tydeligt afgrænser dette fra Efteraarsveddet. Foraarsveddet har næsten altid samme Bredde, og brede Aarringe er derfor et Tegn paa meget Efteraarsved, hvad der gør Veddet mere værdifuldt som Materiale. Marvstraalerne udgør den mest karakteristiske Del af Veddet hos Egen, idet nogle af dem er meget store, indtil 1 mm tykke og 100 mm høje. De viser sig paa et Radialsnit som meget store „Spejl". Foruden disse store Marvstraaler findes der en Mængde smaa og ganske tynde.

Kærnetræet er groft, tungt og har nogen Glans. Lugten af friskfældet Træ er syrlig og garvestofagtig. Det er meget stærkt og elastisk og i Besiddelse af overordentlig stor Varighed, hvilket rimeligvis skyldes dets Indhold af Garvesyre og Mangel paa Stivelse. Derimod er Splinten meget lidt modstandsdygtig mod Forraadnelse, fordi den indeholder en Mængde Stivelse; og den bør absolut fjernes, hvis Veddet ikke imprægneres.

Egetræ synes ikke at kunne taale Overstrygning med Karbolineum.

Kærnen er som oftest mere vandholdig end Splinten og tørrer langsomt. Svindet er ikke særlig stort; men Træet er tilbøjeligt til at revne. Paa Grund af de store Porer lader det sig vanskeligt polere. Det store Indhold af Garvesyre angriber Jærn, der kommer i Berøring med det, og Jærndele, der skal anbringes i Egetræ, maa derfor galvaniseres. Naar Egetræ henligger i lang Tid i Vand, antager det en sort Farve. („Moseeg").

Paa Grund af Egetræets store Haardhed staar det sig udmærket mod Slid, og det anvendes derfor til Parketgulve, Slidtrin til Trapper, Brolægning og lign. Desuden benyttes det paa Grund af sit smukke Udseende til Møbler, Paneler o. s. v., medens det er for dyrt til at anvendes til Bygningstømmer.

230. Dansk Eg er ofte krumt vokset og vredet og knastet. Det er derfor vanskeligt at kløve og bearbejde, men

dets krogede Vækst giver det en særlig stor Værdi til Skibsbygning.

Det udenlandske Egetræ er som Regel mere lige og lettere bearbejdeligt. Der anvendes navnlig svensk, russisk og tysk Eg; men der indføres ogsaa Eg fra Amerika. Det er dog blødere og mindre modstandsdygtigt mod Slid. En særlig Art Eg er Korkegen, hvis Bark giver Kork.

## Bøg.

231. Man skelner i Teknikken mellem to Sorter, nemlig Rødbøg eller almindelig Bøg og Hvidbøg eller Avnbøg.

232. **Rødbøg eller almindelig Bøg** er det almindeligste Træ her i Danmark. Under gode Forhold kan det naa en Højde af 30—40 m og en Diameter paa 2 m.

Veddet er tungt, haardt og let kløveligt. Farven er rødlig eller gullig, og der findes ingen Kærne. Udseendet karakteriseres navnlig af Marvstraalerne, som i et Radialsnit viser sig som glinsende Pletter med mørkere Farve end det øvrige Ved.

I ældre Bøge kan der undertiden træffes en „falsk" Kærne, der skyldes nedsivede Forraadnelsesprodukter. I en saadan falsk Kærne opstaar der let Forraadnelse.

I tør Luft angribes det let af Orm, og det raadner hurtigt i fugtig Luft. Derimod staar det sig godt helt under Vand og benyttes derfor en Del til Vandbygningsarbejder. Det er ligeledes meget slidfast og flosser ikke op ved Slid.

Det anvendes foruden som nævnt til Vandbygning ogsaa til Hjulfælge, Træsko, Smørdritler og i ret stor Maalestok til simplere Møbler, idet Træet lader sig polere og bejdse smukt, saa man er i Stand til at efterligne kostbarere Træsorter dermed. Desuden er det meget bøjeligt i dampet Tilstand. Den største Mængde Bøgetræ anvendes dog til Brændsel.

233. **Hvidbøg eller Avnbøg** har i botanisk Henseende intet med Bøg at gøre, idet den hører til Hasselfamilien. Den er et temmelig højt, men ret spinkelt Træ med meget uregelmæssigt formet Stamme.

Veddet er hvidt eller gulligt, tæt, sejgt og haardt, men ikke særlig tungt. Der er ingen Kærne og ingen videre Forskel paa Foraars- og Efteraarsved. Aarringsgrænsen er dog ret tydelig og viser sig bølgeformet i lange Bølger, hvilket kan benyttes til Kendemærke for Veddet. Marvstraalerne er meget brede, idet de er dannede af flere fine, der tilsyneladende er sammenvoksede. Mellem to saadanne Marvstraaler buer Aarringen sig udad. Veddet er meget tungtkløveligt, haardt og sejgt og staar sig udmærket mod Slid og Slag; det bruges derfor til Værktøj, Tandhjulskamme og til Vognbygning. Til Husbygning egner det sig ikke, da det let angribes af Svamp og Raad.

## Ask.

234. Asken er udbredt over det meste af Evropa og findes navnlig i de tyske og russiske Østersøprovinsers Lavlande. Veddet er hvidt og ligner meget Egetræ, men mangler de store Spejl; Marvstraalerne er dog tydelige, navnlig paa et Tværsnit. De er meget talrige og giver Radialsnittet en smuk Glans. Aarringsgrænsen er tydelig, og der findes mange og store Kar i Foraarsveddet. Der findes en Kærne, der omtrent er af samme Farve som Splinten, men kan være mørkere. Splinten er af saa god Kvalitet, at den ikke behøver at fjernes.

Veddet er temmelig haardt, meget elastisk og nogenlunde let kløveligt. Det svinder og kaster sig kun lidt og er let at bearbejde. I dampet Tilstand er det overordentlig let at bøje, uden at Fibrene tager Skade. Det er holdbart i helt tør Tilstand; men raadner hurtigt under vekslende Fugtighedsforhold; dog staar det sig bedre end Bøg. Det kan modtage en meget smuk Politur og benyttes navnlig til Vognbygning, Stiger, Værktøjsskafter, Maalestokke og Møbler.

## Ælm.

235. Ælm, Alm eller Ypern er udbredt over hele Nord- og Mellemevropa.

Veddet har stor Lighed med Egens, fra hvilket det dog kan kendes paa de smaa Marvstraaler. Aarringsgrænsen er tydelig ved de mange Porer i Foraarsveddet.

Der er en tydelig Kærne af lysebrun til chokoladebrun Farve. Splinten er ved Fældningen gullig, men mørkner efter i Luften. Marvstraalerne er meget smaa og stærkt glinsende i Radialsnittet.

Veddet er temmelig haardt og tungt, vanskeligt at kløve og ret elastisk. Væksten er tit masret. Det er meget modstandsdygtigt mod Forraadnelse, ogsaa under vekslende Fugtighedsforhold. Det benyttes en Del til Gavntømmer, til Geværskæfter, til Vognbygning og for de masrede Stykkers Vedkommende i Møbelsnedkeriet. Desuden anvendes det en hel Del til Maskinbygning.

## Ahorn.

236. Der findes flere Arter, der næsten alle findes mellem andre Bevoksninger. Ahorn forekommer navnlig i Mellem- og Sydtyskland.

Veddet er meget lyst, næsten hvidt, med særdeles smaa Kar. Aarringsgrænsen er synlig, men ikke skarpt afgrænset. Der er ingen Kærne. Det har et ejendommeligt atlaskagtigt Udseende, er temmelig haardt og vanskeligt at kløve. Indendørs er det meget varigt; men det staar sig daarligt i det frie. Det er tilbøjeligt til at danne særlig Form for masret Vækst, det saakaldte „Fugleøjetræ“, der skyldes mange smaa, ikke udviklede Knopper. Det har da et meget smukt Udseende og benyttes til Finer og til Paneler i Skibe.

Ahorn bruges navnlig til Snedkerarbejder, da det lader sig bejdse og polere godt. Desuden anvendes det som Finer til Intarsia.

## Nøddetræ.

237. Ved Nøddetræ forstaas i Regelen altid Veddet af det evropæiske Valdnøddetræ, der navnlig er udbredt i det sydlige Evropa.

Veddet har en hvidgraa, ubrugelig Splint og en mørkebrun Kærne, hvis Ved indeholder mange mørke, næsten sorte

Aarer. Som Regel er det smukt masret. Kærneveddet er haardt, tæt og tungt og har næsten ingen Tilbøjelighed til at revne eller kaste sig. Det gaar i Handelen som Planker og Finer.

Det smukkeste Nøddetræ kommer fra Italien; men der udføres ogsaa meget fra Rusland, Schweiz og Tyskland.

Fra Amerika indføres der et Par Nøddetræssorter, nemlig: Sort Valdnød, der vokser i Nordamerika. Det er mørkere end det evropæiske og noget grovere. Det bruges ligeledes til Snedkerarbejde ligesom:

Satinnøddetræ, der udføres fra den sydlige Del af Nordamerika. Det har en lysebrun Kærne og lader sig polere meget smukt. Det anvendes næsten udelukkende som Finer, da det er meget tilbøjeligt til at kaste sig. Træet hører ikke til Valdnøddefamilien (Juglans), men til Amberfamilien (Liquidambar styraciflua).

## El.

238. Der findes 2 Arter, nemlig Rødel og Hvidel, af hvilke den første er den almindeligste. Ellen er udbredt over hele Evropa til det sydlige Skandinavien.

Der er ingen Kærne. Veddet er blødt, rødlighvidt og letkløveligt. Aarringene er ikke tydelige, og Marvstraalerne fine; dog kan der optræde uregelmæssigt formede Marvstraaler af temmelig stor Udstrækning og af Udseende som Egens.

Veddet er temmelig groft, blødt og let spalteligt. Det er kun lidet elastisk og angribes let af Insekter og Raad. Derimod er det lige saa holdbart som Eg, naar det anvendes helt under Vand og bliver her sort og stenhaardt. Væksten er ofte masret.

Det bruges til Drejerarbejder, Møbler (navnlig bruges det masrede til Imitation af Mahogni), Blyanter og Træsko.

## Birk.

239. Birken findes navnlig i Nordevropa, og det meste Birketræ indføres fra Sverrig og Rusland.

Veddet er temmelig fint, glinsende og tæt. Der findes ingen Kærne. Farven er hvid, men bliver med Aarene gullig eller rødlig. Væksten er ofte masret. Det staar sig daarligt mod Raad og angribes i tør Tilstand let af Orm. Det anvendes til Drejerarbejder, Vognstænger, Møbler, Pibehoveder m. m. Masret Birk kaldes ofte fejlagtigt for Valbirk (Ahorn).

## Poppel.

240. Poppel eller Asp vokser i Nordevropa, og der indføres meget fra Rusland.

Veddet er hvidt eller gulligt og i Regelen uden Kærne; der kan dog undertiden findes en gul Kærne. Det er blødt, let, sejgt og let spalteligt. Det er temmelig modstandsdygtigt overfor Raad og Insektangreb, men taaler ikke Slid.

Det bruges til Pakkasser og navnlig til Tændstikker.

Fra Amerika indføres en Del Ved af Balsampoplen under Navn af „Cottonwood". Det er noget haardere end almindelig Poppel og ligner Whitewood*); men det flosser op ved Bearbejdning.

## Pæretræ.

241. Pæretræet forekommer baade dyrket og vildtvoksende i hele Evropa. Veddet er meget fint, brunrødt, med en lidt mørkere Kærne og med næsten usynlige Marvstraaler. Det er haardt, temmelig tæt, vanskeligt at spalte og lidet elastisk. Det lader sig bejtse og polere meget smukt og bruges til Imitation af Ibenholt, samt til Linealer og Trekanter. Det bedste Ved faas af de vildtvoksende Træer.

Af udenlandske Træsorter skal her omtales:

## Mahogni.

242. Mahogni er Veddet af det i Mellemamerika voksende Mahognitræ.

Veddet er meget haardt, overordentlig tungt, sprødt og

*) Se § 244.

tæt. Der er en tydelig, rødbrun Kærne og gul Splint, Marvstraalerne er meget tynde og næsten usynlige, Aarringene utydelige. Det svinder og kaster sig kun lidt og kan modtage en smuk Politur. Væksten er i Regelen masret. Kvaliteten er forskellig efter Voksestedet, og man plejer at skelne mellem Cuba eller spansk Mahogni og Honduras Mahogni.

Det spanske Mahogni kommer navnlig fra de vestindiske Øer Cuba og St. Domingo. Det er stærkt farvet og som Regel masret. Det kommer i Handelen som Blokke, der er firhuggede ofte med 2—3 Afsatser (Fig. 75) for at spare Træ. Desuden gaar det i Handelen som Planker og Finer.

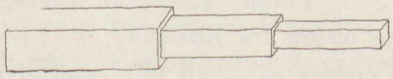


Fig. 75.

Honduras mahogni kaldes de lettere og mindre tætte Mahognisorter. De har en mere lige Vækst og benyttes navnlig, hvor der forlanges Træ, der absolut ikke kaster sig. Veddet er lysere end det spanske Mahogni.

Mahogni er meget varigt i tør Luft; men det holder sig ikke saa godt i fugtig. I forarbejdet Tilstand angribes det ikke let af Raad og Insekter. Derimod kan det ofte være raaddent indvendigt eller have andre Fejl, før det fældes. Da Fejlene kan forringe dets Værdi temmelig betydeligt, og da Prisen er høj, maa man være forsigtig i saa Henseende, navnlig fordi de ikke kan ses udvendigt. De kan ikke sjældent opdages ved, at man lægger Øret til den ene Ende af Blokken, samtidig med at der bankes svagt paa den anden Ende.

„Pyramidemahogni", der er meget yndet til Finering af Snedkerarbejder, er ikke, som der tit hævdes, en særlig Træsort, men kun Snit i en Tvege.

243. Foruden de her nævnte ægte Mahognisorter gaar der forskellige andre Træsorter i Handelen under Navn af Mahogni, men stammende fra andre Træarter. Af saadanne skal omtales:

Afrikansk Mahogni, der er grovere og mere rødt

end det ægte, Det holder heller ikke Polituren saa godt som dette.

Tabasco stammer fra Mellemamerikas Fastland. Dets Udseende minder om Hondurasmahogni, men det er haardere og tungere end dette. I Godhed regnes det at staa imellem Honduras- og Cubamahogni.

Ostindisk Mahogni er blødt og løst med store Porer. Marvstraalerne er temmelig tydelige og mørkere end det øvrige Ved. Det er adskilligt daarligere end det amerikanske, og bliver blegere med Aarene, medens det ægte Mahogni bliver mørkere.

## Whitewood.

244. Whitewood er Veddet af Tulipantræet, der vokser i det østlige Nordamerika og Kina.

Veddet har en grønlig Kærne og brungul Splint. Det er meget let, blødt og letspalteligt. Det har ikke stor Tilbøjelighed til at kaste sig og kan faas i store Dimensioner. Det kommer hertil i Blokke paa indtil 36″ Tykkelse og opskæres her i Landet til de ønskede Dimensioner. Det bruges navnlig til Tegnebrætter, Møbler, Døre m. m.

## Greenheart.

245. Greenheart (Grønved) faas af et til Laurbærfamilien hørende Træ, der vokser i Vestindien og det nordlige Sydamerika.

Veddet er i frisk fældet Tilstand gulbrunt, men mørkner senere efter og bliver grønt indtil mørkebrunt. Det er en af de haardeste, tungeste og mest elastiske Træsorter, og det har en meget stor Styrke. Det spalter let og glat og har en meget fin Struktur. Det angribes næsten ikke af Pæleorm og Pælekrebs, da det indeholder et bittert Stof. Det bruges navnlig til Vandbygning og Skibsbygning, men anvendes dog ogsaa noget til Drejerarbejde.

## Palisander.

246. Palisander udføres fra Brasilien; men man ved endnu ikke sikkert, fra hvilke Træer det stammer.

Veddet er rødbrunt til violetbrunt, meget haardt og tungt og lader sig polere meget smukt. Væksten er ofte stærkt masret med pragtfuld Tegning og har tit mørke og lyse Schatteringer. Veddet har ofte en ejendommelig rosen- eller violagtig Lugt. Det regnes for en af de smukkeste og kostbareste Træsorter til Møbler og Kunstgenstande.

## Pokkenholt.

247. Pokkenholt stammer fra Vestindien og det sydlige Nordamerika.

Det er et udpræget Kærnetræ med en 2—3 cm bred, lys Splint og en mørk, grønligbrun Kærne. Splinten er ubrugelig til mange Anvendelser og fjernes tit før Brugen. Kærneveddet er meget stærkt, tungt og haardt (Vgf. $1{,}_{24}$—$1{,}_{34}$). Det er ganske uspalteligt, idet Fibrene krydser hinanden. Det har et meget stort Indhold af Guajakharpiks og er som Følge deraf absolut uforraadneligt. Det benyttes til Drejerarbejder, f. Eks. Keglekugler, Dørgreb, Knapper o. s. v., til Knivskafter, Hammerhoveder, Lejer under Vand m. m.

## Teak.

248. Teaktræ er Betegnelsen for forskellige oversøiske Træsorter; men i Regelen forstaar man, naar intet andet bemærkes, herved Veddet af det ostindiske Teaktræ, der navnlig vokser i Bagindien og paa de ostindiske Øer.

Veddet ligner meget Egetræ, er straagult til sortebrunt og mørkner efter i Luften. Det er temmelig haardt og sejgt med et regelmæssigt Forløb af Fibrene, saa det er let at spalte. Aarringene er meget tydelige, og det samme gælder sædvanlig Marvstraalerne. Det har en svagt krydret Lugt, der hidrører fra en harpiksagtig Olie, som undertiden kan samle sig i Kærneridser og størkne der til en meget haard Masse,

der sløver Værktøjet. Denne Olie bevirker ogsaa, at det er meget holdbart under Vand, og at Jærn, der er i Berøring med det, ikke ruster.

Det fra Bagindien kommende Teak, der anses for det bedste, gaar i Handelen under forskellige Navne efter de forskellige Voksesteder, og man skelner mellem:

Moulmeyn-Teak, der er lysegult og meget regelmæssigt, og Bangkok-Teak, der er rødbrunt.

Alle Sorter kommer i Handelen som Bjælker af 7—10 m Længde og 30—65 cm i Firkant. Det benyttes navnlig til Skibsbygning, til Jærnbanevogne, Porte, Døre, Paneler og Møbler.

Java-Teak er uregelmæssigere vokset og indeholder undertiden fosforsur Kalk, der er udskilt i Porerne, og som ødelægger det skærende Værktøj. Det er noget billigere end de to andre Sorter.

## Ibenholt.

249. Ibenholt er Betegnelsen for flere forskellige Træsorter, der alle er mørke, tunge, tætte og kan modtage en smuk Politur. De Træer, der leverer det ægte Ibenholt, vokser kun i Ostindien og paa de ostindiske Øer. Det er udprægede Kærnetræer med en lys, ubrugelig Splint og mørk Kærne af forskellig Farve, hyppigst næsten sort. Haardheden er forskellig, og det samme gælder Vægtfylden, der i Regelen er større end 1. Enkelte Sorter er ganske strukturløse, medens man hos andre tydeligt ser Porerne. De er alle let spaltelige med glatte Spalteflader, men kun lidet elastiske. De anvendes navnlig til Drejerarbejder, Finer og til Intarsia.

## Eucalyptus.

250. Fra Australien indføres forskellige Træsorter, der stammer fra denne Familie, som hører til Myrterne. Det er Træer, der indeholder mange æteriske Olier, og en Del af dem benyttes udelukkende til Fremstilling af saadanne, medens andre leverer udmærket Nytteved. Det er som

oftest tunge, ret letspaltelige Træsorter, men med ujævn, splintet Spalteflade. De svinder og revner stærkt, men er sejge, stærke og varige. De vigtigste Sorter er:

**Jarrah** eller **Yarrah,** ogsaa kaldet australsk Mahogni, Det er et haardt, men meget bøjeligt og sejgt Ved af næsten ubegrænset Varighed. Farven er rødbrun, og det lader sig polere meget smukt. Væksten er ofte masret. Det er letspalteligt, haardt og tæt, og Haardheden vokser i Tidens Løb, saa det tilsidst bliver næsten som Sten. Det brænder ikke med Flamme, men lader sig kun forkulle. Paa Grund af dets store Indhold af æteriske Olier angribes det vanskeligt af Pæleorm og Pælekrebs. Det kan faas i meget store Dimensioner. Man har Jarratræer paa ca. 9 m Tykkelse og ca. 150 m Højde. Det er i de senere Aar blevet en stærk Konkurrent til Teak, bl. a. fordi det er lettere at arbejde i. Det bruges navnlig til Vandbygning, Jærnbanesveller, Møbler, Træbrolægning og enkelte Steder paa Grund af sin Ildfasthed til Trapper.

**Karri** ligner meget Jarrah, men har lysere Ved. Det er i dampet Tilstand meget bøjeligt og er i Regelen mere retgroet. Det anvendes ligesom Jarrah, men foretrækkes for dette til Brolægningsklodser.

## Træet som Handelsvare.

### Bygningstømmer.

251. Til Bygningstømmer anvendes herhjemme saa godt som udelukkende Naaletræ, og kun dette skal omtales her.

I §§ 181—183 er der allerede omtalt de almindelige Former, i hvilke Træet tilvirkes til Bygningstømmer, og disse danner Grundlaget for al Handel med Træ. Da Prisen paa Træ stadig er stærkt stigende, søger Skovejerne naturligvis at bringe det mest mulige ud af det fældede Træ og indskrænker derfor Kasseringen saa meget som muligt, ja ofte mere end forsvarligt. Da Træ, som er behæftet med Fejl,

i Regelen kun har ringe Varighed, gælder det om at udvise yderste Forsigtighed ved Indkøbet af Tømmer og gennem passende Leveringsbetingelser sikre sig, at man faar netop den Vare, man har Brug for, til den laveste Pris. Man maa nøjagtigt præcisere, hvilke Fordringer man stiller til den paagældende Vare, og disse Fordringer bør ikke være større end nødvendigt for ikke at fordyre Varen uden Grund. Man bør heller ikke uden tvingende Grund forlange unormale Dimensioner; men man maa hellere vælge Dimensionen lidt større, end den nøjagtige Beregning med Hensyn til Styrke og Stivhed giver, idet dette som Regel bliver billigere, end naar der skal opskæres særlige Dimensioner. Med Hensyn til de Fordringer, der altid stilles til Bygningstømmer skal anføres:

252. Tømmeret skal være sundt. Det maa ikke være angrebet af begyndende Forraadnelse, og navnlig maa der ikke være Spor af Angreb af Hussvamp.

253. Til Bygningsbrug foretrækkes i Regelen vinterfældet Træ. Skønt Fældningstiden som tidligere nævnt næppe har Indflydelse paa Træets Varighed i og for sig, vil man dog indirekte have den Fordel, at vinterfældet Træ som Regel har været lagret længere og ikke medbringer Forraadnelsessvampe fra Skoven.

254. I Almindelighed foreskrives kun, at Træet skal være vellagret, og man bør næppe foreskrive nogen Lagringstid, da dette vil fordyre det, og man vanskeligt kan kontrollere, om den er overholdt. Derimod kan man forlange, at det skal have været opbevaret under gode Forhold, at det ikke maa have store Revner eller være misfarvet af Vejrliget.

255. Paa Steder, hvor Træ er særlig udsat for Forraadnelse, f. Eks. ved Etageadskillelser i Kældere, bør man foretrække Fyr fremfor Gran, og man bør da forlange sydsvensk, kærnefuldt Tømmer, frit for Barkslag, store Knaster og Ringskøre. Ellers kan man i mange Tilfælde staa sig ved at nøjes med Gran af god Kvalitet.

256. Hvor Tømmeret er synligt, f. Eks, i Bindingsværk,

maa man naturligvis have fuldkantet Tømmer; men ellers plejer man at forlange, at det skal være fuldkantet paa $^1/_3$ af Længden. Det bør ligeledes anføres i Betingelserne, om man vil have skaaret eller hugget Tømmer.

257. **Planker** og **Bræder** er altid savskaarne, men kan iøvrigt være baade fuldkantede og vankantede, og der sker her altid en Sortering i 3 Sorter, nemlig 1' og 2' Sort og Vragplanker eller -bræder. Prisen pr. $m^2$ vokser med Bredden, og man bør derfor ikke bruge bredere Dimensioner end nødvendigt.

Planker og Bræder kan desuden leveres høvlede, enten paa begge eller kun paa den ene Side, og Bræder kan desuden faas „pløjede", ɔ: forsynede med Fjeder og Not, eller „pløjede og staffede", ɔ: forsynede med en særlig Profilering langs den ene Kant.

I Handelen gaar der desuden en Mængde forskellige profilerede Lister og Bræder, der bruges til Fremstilling af Fodlister, Paneler, Døre, Gesimser og lign.

258. Med Hensyn til Dimensionerne skal bemærkes, at: Planker faas i Dimensionerne 2—$2^1/_2$ og 3″ Tykkelse (Maalene er endnu hyppigst engelske Tommer) og 5—12″ Bredde med 1″ Variation.

Bræder kan faas i Tykkelserne $^3/_4$″—$1^1/_2$″ og med 3—8″ Bredde med 1″ Variation. Desuden kan der faas gennemskaarne Bræder paa $^1/_2$″ Tykkelse.

**Lægter** er lange, tynde Træstænger, hvis Bredde i Regelen er større end Tykkelsen, f. Eks. 1″×2″. Man skelner mellem skaarne Lægter og Toplægter. De første udskæres af Planker eller Bræder og kan faas i Tykkelserne 1″, $1^1/_4$″ og $1^1/_2$″ og med 2″, $2^1/_2$″ og 3″ Bredde. Toplægter faas af Træernes Topender, der behugges paa de to Sider og har Bark paa de to andre. De benyttes f. Eks. til Straatage.

**Tagspaan** kan enten være savskaarne, kløvede eller høvlede. De er ofte imprægnerede med Jærnvitriol, der farver Træet mørkt og beskytter det mod Forraadnelse, men paa den anden Side gør det vanskeligt at skelne de gode

Spaaner fra de mindre gode. De fremstilles af Fyr og Gran. Fyrrespaaner indeholder ofte megen Splint, der hurtigt raadner. Fyrrespaaner af fedt, særlig godt Fyrretræ og fremstillede ved Høvling indføres fra Sverrig og gaar i Handelen i uimprægneret Stand.

## Eksempler paa Leveringsbetingelser.

259. I det følgende skal anføres nogle Eksempler paa Leveringsbetingelser for Træ til Husbygning; men det er naturligvis en Selvfølge, at de kan og maa varieres paa mange Maader, idet de i hvert enkelt Tilfælde maa afhænge af Fordringer, der stilles til det færdige Bygværk.

Fyrretømmer. Samtlige Tømmermaterialer skal være af sundt, kærnefuldt, fast og vinterfældet Træ uden Huller, løse, raadne eller mange, store Knaster. Det skal være frit for Marvskøre, Barkslag, større Revner, blaa Splint, Raad eller andre Fejl.

Alt Materialet skal være fuldkomment lige eller højst have en Bugt i een Retning af højst 1 cm paa 2,5 m.

Bjælkerne skal være fuldkantede paa mindst $^1/_3$ af Længden, og Vankantens Bredde maa højst andrage $^1/_5$ af Tømmerets Førlighed, maalt paa selve Vankantfladen.

Grantømmer. Tømmeret skal være af bedste Sort dansk eller svensk Gran. Det skal være vellagret og frit for Revner, Barkslag, Marvskøre og store Knaster. Det maa være fuldkantet paa mindst $^1/_3$ af Længden, hvor ikke andet er forlangt.

Alt synligt Tømmer (Bindingsværk, Plankeværker og lign.) skal være af fuldkantet, savskaaret Tømmer.

Lægter skal være fuldkantede og i det væsentlige knastfri.

Bræder til Forskalling og Indskud skal være gode og tørre og i det væsentlige knastfri.

Gulvbræder skal være vellagrede og fuldstændig tørre.

De skal være fri for blaa Splint, Marvskøre, løse og mange eller raadne Knaster. Undertiden forlanges der, at Bræderne forinden Lagringen skal være tørrede mindst 14 Dage i Tørrestue ved kunstig og passende Varme. I alle Beboelseslokaler bør anvendes 1ste eller udsøgt 2den Sort høvlede og pløjede Bræder, medens der til Loftslokalerne kan bruges 3die Sort.

# NATURLIGE BYGNINGSSTEN

# De naturlige Bygningssten.

260. Ved naturlige Bygningssten forstaar man saadanne Mineraler, der fremkommer færdigdannede i Naturen og kun kræver en Formgivning for at være anvendelige til Bygningsbrug.

De naturlige Sten udmærker sig ofte ved et smukt Udseende, og det er i Regelen denne Egenskab, der er Hovedaarsagen til deres Anvendelse til Bygningsbrug; men der maa naturligvis samtidig kræves en hel Række andre Egenskaber af dem, og disse Egenskaber er nøje knyttede til deres mekaniske og kemiske Bygning. Det vil derfor være nødvendigt først at give en Oversigt over denne.

## De naturlige Stens mekaniske Bygning.

261. Man kan dele de naturlige Sten i 2 store Hovedgrupper, nemlig i krystallinske og i sammenkittede Stenarter, der hver har sine ejendommelige Egenskaber og Udseende. De første kan være afsat i smeltet Tilstand (Eruptivbjergarter) eller være omdannede senere (krystallinske Skifre) eller være udkrystalliserede af vandige Opløsninger (kemiske Sedimenter).

262. Ved de krystallinske Stenarter spiller Strukturen en stor Rolle, og man skelner mellem:

a) grovkornet Struktur. De enkelte Mineralkorn fremtræder med en forholdsvis betydelig Størrelse, saa at de let ses med blotte Øjne. Undertiden kan de enkelte Mineralkorn naa en Størrelse paa flere cm.



INDUSTRIFORENINGENS BIBLIOTEK

b) middelkornet Struktur. De enkelte Mineralkorn lader sig kun vanskeligt skelne med det blotte Øje.

c) finkornet Struktur. De enkelte Mineralkorn lader sig kun skelne med Lupe.

d) tæt Struktur. De enkelte Mineralkorn kan kun skelnes ved ret stærk Forstørring.

e) glasagtig Struktur. Massen er ganske ensartet uden Spor af Korn eller Krystaldannelse.

f) porfyrisk Struktur. Der findes store krystallinske Korn i en tæt eller glasagtig Grundmasse.

g) skifret Struktur. Mineralet lader sig udspalte i en eller flere Retninger i forholdsvis tynde Plader.

h) porøs Struktur. Mineralet er gennemtrængt af større eller mindre Porer.

263. De sammenkittede Stenarter er i Regelen afsat ved Vandets Hjælp og kaldes derfor ogsaa Sedimentbjergarter. Deres Struktur benævnes som ved de krystallinske; men de forekommer ikke med alle de foran nævnte Strukturformer.

## De naturlige Stens tekniske Egenskaber.

264. **Styrken.** De naturlige Sten anvendes saa godt som udelukkende paa en saadan Maade, at de kun paavirkes til Tryk, fordi de kun er lidet modstandsdygtige overfor Træk og Bøjning; f. Eks. er Bøjningsstyrken kun ca. $^1/_{10}$ af Trykstyrken, og Trækstyrken er endnu mindre. Det er derfor kun Trykstyrken, der skal behandles i det følgende.

Trykstyrken bestemmes i Regelen ved Trykforsøg med Tærninger med 50 mm Kantlængde, og det er af Vigtighed, at Trykket er nøjagtigt aksialt, hvorfor Prøvelegemets Trykflader maa være nøjagtig plane og parallelle.

Styrken afhænger ofte af Stenens Vandindhold, idet mange naturlige Sten har en mindre Styrke i vandmættet Tilstand end helt tørre, og dette gælder navnlig den Fugtighed, der findes i dem ved Brydningen (Brudfugtigheden). Særlig Kalk- og Sandsten er mindre stærke og haarde i brudfugtig Tilstand end i udtørret. For at faa Resultater, der kan sam-

menlignes, maa man derfor prøve Stenene, enten helt tørre eller helt vandmættede.

Det er umuligt at slutte sig til noget bestemt om Styrken ud fra Udseendet. Hverken Kornstørrelse eller Vægtfylde giver noget Holdepunkt, og selv indenfor samme Stenart kan Styrken variere ret betydeligt, selv om Variationerne ikke er saa store som ved Træ. Ved lagdelte Sten er Styrken i Regelen langt større vinkelret paa Lagdelingen end parallelt med denne. Størst Styrke findes hos Eruptivbjergarterne, af hvilke Basalt er den stærkeste.

265. **Haardheden** spiller en Rolle baade ved Stenenes Modstandsevne mod Slid og ved deres Tildannelse og Bearbejdning. Ved de sammenkittede Stenarter spiller tillige Sammenhængs- eller Sammenkitningsstyrken en Rolle.

De haarde Sten er vanskelige og som Følge deraf dyre at udarbejde i fine Detailler, og til ornamentale Prydelser vælger man i Regelen blødere Stenarter som Kalk- eller Sandsten. I Regelen angives Haardheden af naturlige Sten ved den i § 38 omtalte Mohs Haardhedsskala.

Haardheden spiller en vigtig Rolle for Materialets Evne til at modstaa Slid. Til Brosten, Trappetrin, Fliser og lign. bruger man derfor haarde Stenarter.

Til Undersøgelse over Stens Evne til at modstaa Slid bruger man den i § 2 beskrevne Slidprøvemaskine, der bestaar af en roterende plan Støbejærnsskive, som bestrøs med tørt, sigtet Strandsand, hvorimod en Flade af Prøvelegemet paa ca. 25 $cm^2$ trykkes.

Sammenkittede Stenarters Modstandsevne mod Slid afhænger af Bindemidlets Sammenhængskraft og af, hvor tæt de sammenkittede Korn er lejrede. Ved Slidforsøg med Tærninger med 7 cm Kantlængde fandt man følgende Tab:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Porfyr | 6,7 $cm^3$ | Granit | 8,3 $cm^3$ |
| Basalt | 7,3 $cm^3$ | Kalksten | 36,0 $cm^3$ |
| | Sandsten | 61,7 $cm^3$ | |

266. **Porøsiteten** er navnlig af Betydning ved Stenenes

INDUSTRIFORENINGEN BIBLIOTEK

Anvendelse til Husbygning, idet deres Varmeledningsevne næsten udelukkende afhænger heraf. Jo mere porøse Stenene er, desto daarligere leder de Varmen.

Porøsiteten prøves ved, at man tørrer Stenene ved 100°, til Vægten er konstant. Derefter lægges de i Vand, indtil de er mættede dermed, hvilket prøves ved, at man vejer dem med Mellemrum efter en overfladisk Tørring med et Klæde, til Vægten er konstant. Den optagne Vandmængde, der opgives i Procent af Tørvægten, er et Maal for Porøsiteten. Denne er naturligvis meget variabel for de forskellige Stenarter. Som Eksempel skal her anføres nogle Værdier (efter Hauchild og Lang):

| | | | |
|---|---|---|---|
| Marmor | 0,22 -0,59 | Basalt | 1,28 |
| Granit | 0,04 -0,61 | Serpentin | 0,56 |
| Tagskifer | 0,045-0,15 | Sandsten | 6,9-25,5 |
| Porfyr | 0,29 -2,75 | Syenit | 1,38 |
| | | Kalktuf | 32,2 |

Hvis Stenene indeholder Porer, der ikke staar i Forbindelse med Overfladen, kan disse ikke suges fulde af Vand, og Vandoptagelsen bliver i saa Fald intet Maal for Porøsiteten. Man maa da bestemme denne ved at sammenligne Vægtfylden af den hele Sten med Vægtfylden af den pulveriserede.

Rent praktisk kan man skønne, om en Stenart er porøs eller ikke, ved at holde Tungen mod den. De porøse Sten vil ved Haarrørskraften virke sugende. Ved Udtørringen vil meget porøse Sten, navnlig Sandsten svinde. De kan derfor sprænges, naar de indmures i brudfugtig Tilstand, fordi Mørtelen hindrer Stenenes Sammentrækning.

267. **Varmeledningsevnen** staar som nævnt i nøje Sammenhæng med Porøsiteten, og det er af Vigtighed, at Sten, som skal anvendes til Mure, er slette Varmeledere, fordi de ellers vil beslaa sig med Fugt („svede") ved Berøring med den varme, fugtige Luft indvendig. Dette spiller dog kun

nogen Rolle, hvis Stenene anvendes til „fuld Mur"; her i Landet bruges de som oftest kun som Beklædningssten.

268. **Vejrbestandigheden** spiller den største Rolle for Sten, der anvendes i det frie, idet Stenene her er udsat for Angreb af forskellig Art. Disse kan sammenfattes i:

a) Angreb af Frost,

b) Angreb ad kemisk Vej,

c) Angreb af Planter (Alger og Mos).

269. Stenene ødelægges af Frost, fordi Vandet udvider sig stærkt (10 %), naar det fryser. Naar Stenen da har Revner eller fine Porer, i hvilke Vandet kan fryse, vil den enten kunne sprænges helt, eller der kan løsnes Skaller fra Overfladen. Kun meget porøse Sten som f. Eks. Kalktuf, i hvilke Porerne er saa store, at Stenen ved Frysning faar lige store Tryk overalt, kan undgaa Ødelæggelse herved. Frostens Ødelæggelse spiller en stor Rolle i vort Klima, hvor Stenene i en enkelt Vinter kan blive udsat for mange Frysninger og Optøninger, saa at en daarlig Sten kan være helt ødelagt i Løbet af et Par Aar. Frosten virker stærkest paa uhomogene Sten, f. Eks. lagdelte Kalk- eller Sandsten eller paa Sten med mere og mindre porøse Partier.

270. Ødelæggelse ad kemisk Vej skyldes særlig Vandet og er størst, naar dette kan trænge ind gennem Porer eller Revner.

Vandet kan virke opløsende*) paa Stenen eller nogle af dens Bestanddele, idet det altid indeholder opløst Kulsyre og undertiden Svovlsyre**). Kulsyreholdigt Vand kan opløse kulsur Kalk, kulsur Magnesia m. fl., og Svovlsyren virker endnu stærkere. Særlig stærkt virker Vandet, naar det i Form af Sne faar Lov til at ligge i længere Tid paa Stenene, og det er da ogsaa en Kendsgerning, at naturlige Sten holder sig langt bedre i de sydlige Lande end i Norden. Et udmærket Eksempel herpaa har man i Obeliskerne i London, Paris o. a. St., der

*) Se ogsaa under Afsnittet „Lervarer".

**) Materialkemi S. 89.

ved Overflytningen var fuldstændig velbevarede, men nu efter forholdsvis faa Aars Forløb er stærkt angrebne *).

271. Luften kan virke iltende paa Stenene, navnlig naar de indeholder Jærnforbindelser. Saaledes kan Svovlkis iltes til Ferrosulfat og Svovlsyre, og denne Iltning er ledsaget af en Volumenforøgelse, der kan sprænge Stykker af Stenene. Ligeledes kan Jærnforilte og Jærnmellemilte iltes til Ferrihydroxyd, hvad der bevirker, at Stenene misfarves af Rust. Ellers vil Stenene i Regelen bleges af Vejrliget.

De forskellige Stenarter viser højst forskellig Modstandsevne mod Forvitring. I Regelen vil Eruptivbjergarterne være meget modstandsdygtige, medens Kalksten hurtigt angribes.

272. Endelig kan Alger og Mos fæste sig paa ru Sten og sende deres Rødder ret dybt ind, hvorved de dels ad mekanisk Vej kan sprænge Stenen og dels kan danne Humussyrer, der virker opløsende paa den.

273. I Troperne og Subtroperne indtræder Forvitring ved Frost naturligvis ikke; men her gør der et andet Forhold sig gældende, der i sine Virkninger meget ligner Frostforvitringer. Her afløses nemlig den stærke Hede ved Solnedgang brat af en forholdsvis stærk Kølighed, og derved vil Stenens ydre Skal afkøles saa pludseligt, at den ved Sammentrækningen kan springe af.

274. Prøvning af de naturlige Stens Varighed er en ret vanskelig Sag, fordi Varigheden som foran nævnt afhænger af flere Forhold. Den bedste Prøve er at lade Stenene være udsat for Vejrliget igennem flere Aar; men som Regel er der ikke Tid dertil. Dog kan man allerede efter en enkelt Vinters Forløb danne sig et Skøn over Stenens Evne til at modstaa Vejrliget, idet en Blegning af Stenens Overflade tyder paa, at den ikke er vejrbestandig. Desuden maa man drage sig de Erfaringer til Nytte, der haves fra andre Anvendelser af samme Stenart. Endelig kan man naturligvis underkaste Stenen Prøver, af hvilke den vigtigste er Prøven

*) En ægyptisk Granitobelisk, der var ca. 2000 Aar gammel, og som i 1880 blev opstillet i New-York, viste allerede efter 5 Aars Forløb en stærk Forvitring.

for Frostbestandighed. Den udføres med Tærninger, der først mættes med Vand og derefter fryses og optøs 25 Gange. Frysningen udføres i en Frysekasse, hvori der ved en Kuldeblanding tilvejebringes en Temperatur paa ÷ 12 til ÷ 20°, og hver Frysning varer i 4 Timer. Derefter optøs Stenene i Løbet af 3 Timer i Vand af 15°. Efter hver Optøning undersøger man, om der er sket Afskalninger eller opstaaet Revner eller Ridser, og efter den 25de Optøning underkastes Stenen en Trykprøve, der sammenlignes med en tilsvarende, foretaget med samme Stensort i vandmættet Tilstand. Før Trykprøven bestemmes Stenens Vægttab ved Frysningen. Dette skyldes dels de afsprængte Stykker og dels det, der er opløst af Vandet. I enkelte Tilfælde (f. Eks. ved Tagskifer) underkastes Stenene tillige en kemisk Prøve.

275. **Farven** spiller den største Rolle for de naturlige Sten, fordi det som Regel er af Hensyn til Udseendet, at de bruges. Naar Stenene er sammensat af flere Mineraler, er det meget ofte et enkelt af disse, der giver Stenen dens Farvetone. Ved Granit er det Feldspatten, der giver den røde Farve. Hos Sandsten er det Bindemidlet, der bestemmer Farven. Undertiden findes Farven oprindelig hos Stenarten, og undertiden fremkommer den først senere, f. Eks. ved Iltning af Jærnforilte til Jærnilte. De stribede Farver i Marmor skyldes Mineraludskillelser fra Vand, der har cirkuleret i Revner og Spalter.

Da netop Farven er af saa stor Betydning, er det naturligvis af Vigtighed, at Stenen er farvebestandig. Farveforandringer kan især fremkomme, naar Stenen indeholder Svovlkis, da dette som foran nævnt kan ilte sig til Ferrosulfat og Svovlsyre. Ligeledes kan Stenarter, hvis mørke Farve skyldes Kulstof, delvis affarves, naar Kullet iltes. Ogsaa andre Stenarter kan bleges af Vejrliget, og Sten, der indeholder Jærnforilteforbindelser, kan misfarves af Rust.

276. I Forbindelse hermed staar ogsaa Evnen til at modtage Politur, idet Poleringen i betydelig Grad forhøjer Farvevirkningen. En Stens Evne til at lade sig polere afhænger baade af de enkelte Mineraler, der sammensætter

den, og af Strukturen. En meget porøs, hullet Sten lader sig ikke polere, hvis man ikke kunstigt fylder dens Porer. Jo mere ensartet de enkelte Mineralkorn er i Haardhed, desto lettere lader Stenen sig polere. Smukkest lader de helt ensartede Stenarter som Marmor sig polere; men ogsaa Granit, Serpentin og Porfyr lader sig polere meget smukt.

277. **Ildfasthed.** De naturlige Sten har meget forskellig Modstandsevne mod høje Temperaturer. Bedst taales de af Serpentin, lys Glimmer, Tagskifer og Sandsten med ler- eller kiselholdigt Bindemiddel. Særlig ildfaste er Asbest og Klæbersten. Derimod er Basalt (smelter), Granit (springer), Kalk og Marmor (afgiver $CO_2$) ikke ildfaste. Hvor Stenene kan blive udsat for stærk Ophedning, maa man ved en „Ildfasthedsprøve" forvisse sig om, at de kan taale en saadan. Den udføres ved, at man opheder en vandmættet Sten til Hvidglødhede i 1 Time og derpaa afkøler den i Vand. Stenen maa da ikke tabe sin Sammenhæng. Ved denne Prøve kan dog selv meget ildfaste Sten faa fine Revner. Ildfastheden spiller en Rolle i Ildebrandstilfælde, og hvor Stenene anvendes til Ovnbygning, hvilket ofte sker i Udlandet.

278. **Vægtfylden** spiller en Rolle ved Stenens Transport og ved Beregningen af statiske Konstruktioner, fordi de naturlige Stens Egenvægt er ret betydelig ved Stenkonstruktioner. Der er kun en ringe Forskel paa de forskellige Stenarters Vægtfylde, naar lige undtages nogle enkelte stærkt porøse og derfor meget lette, idet Vægtfylden kun varierer fra ca. 2,3—3,0. De forskellige Stenarters Vægtfylde vil blive nævnede under Omtalen af hver enkelt Art.

## De naturlige Stens Brydning og Tildannelse.

279. De naturlige Sten brydes med enkelte Undtagelser altid i aabne Stenbrud („i Dagen"). Som oftest er selve Stenarten dækket af et tykkere eller tyndere Lag „Afrømning", der først maa fjernes. Ligeledes maa Stenartens øverste Lag ofte fjernes, fordi de er mere eller mindre forvitrede eller afblegede.

Stenmassen danner i Regelen ikke et sammenhængende Hele, men er ved Revner og Sprækker delt i mindre Partier. Ofte gaar disse Revner vinkelrette paa hinanden og deler derved Stenmassen i „Bænke", der paa den ene Side letter Brydningen, men paa den anden Side sætter en Grænse for Størrelsen af de Sten, der kan brydes, og undertiden kan Revnerne ligge saa tæt, at der i det hele taget ikke kan faas brugbare Bygningssten.

280. **Brydningen** foregaar i Regelen derved, at man ved Hakker og Kiler hugger en Fure i Stenen, hvorefter der neddrives Mejsler, til Stenen løssprænges efter et lodret og vandret Plan. Norsk Marmor bryder man ved at hugge cylindriske Huller og deri neddrive slanke Kegler. Sandstenen ved Elben brydes ved, at man undergraver Fjældsiden, der foreløbig støttes med Træstykker. Naar man er naaet et passende Stykke ind, bortsprænges Støtterne, og hele Fjældsiden styrter ned. Paa denne Maade slaas der naturligvis meget til Skærver; men man sparer at borttage Afrømningen, der her er meget stor.

281. Sprængning med eksplosive Stoffer bruges ikke meget, fordi der let slaas for meget i Skærver. Af blødere Stenarter, f. Eks. Marmor, kan man udskære større Blokke af regelmæssig Form med Savtraad, der er tre sammensnoede Traade uden Ende, som løber hen over Stenen, idet der tilføres Sand og Vand. Derved slider Traaden en Fure ned i Stenen.

282. Haarde, stærke og tunge Stenarter som f. Eks. Granit og svensk Kalksten hugges i Regelen færdige ved Bruddet, fordi Arbejdslønnen som oftest er mindre der, og man sparer at transportere Affaldet. Derimod vilde det være for risikabelt ved skøre Sten, og saadanne hugges derfor sædvanlig 30 mm for store paa hver Led, saa der staar en „Arbejdstomme" til hver Flade, der kan fjernes paa Brugsstedet. Meget fine og detaillerede Ornamenter hugges ofte, efter at Stenen er indmuret paa Plads, for at de ikke skal tage Skade ved Blokkens Opstilling og Anbringelse.

283. Hugning af Granit udføres af „Granithuggere", og

Hugning af andre Stenarter af „Stenhuggere“. Hyppigt kaldes dog begge Arbejdere for „Stenhuggere“.

284. **Hugning af Granit.** Forholdet er simplest, hvis Stenen skal bruges til Beklædningssten, saa der kun ses 1 eller 2 Flader. I saa Fald vælges de mest jævne og plane. Man sigter først hen over Stenen for at finde det Hjørne *a* (Fig. 76), der ligger lavest paa Fladen. Derpaa trækker man efter en Lineal en Linie *ac,* der er nogenlunde parallel med

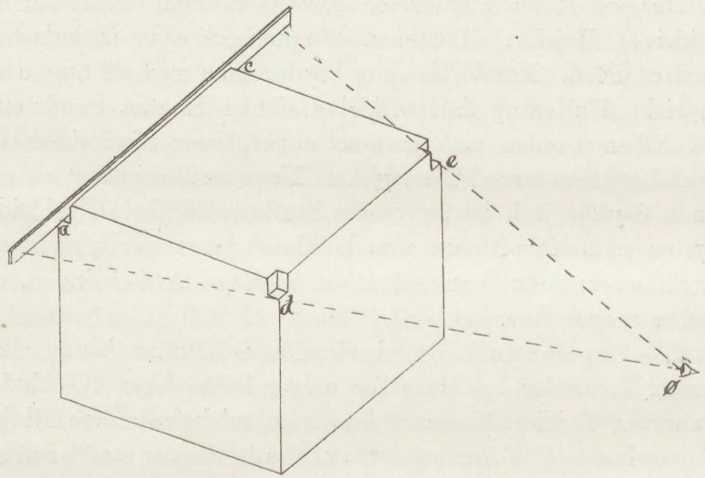



Fig. 76.

den øverste Flade, og med et Slagjærn hugger man et „Slag“, ɔ: en smal Kant, langs *ac.* Linealen lægges nu paa „Slaget“, og ved at sigte fra et Punkt ø finder man to Punkter *d* og *e,* der ligger i Plan med *ac.* Derefter hugges først „Slaget“ *de* og endelig Slagene *ad* og *ce.* De to første Slag (*ac* og *de*) vælges langs Stenens korteste Sider. Punkterne *d* og *e* markeres straks ved, at man borthugger Hjørnerne skraat opefter.

Af Stenens Midte fjernes nu saa meget Materiale, at man faar den forud bestemte Behugningsgrad. Denne er forskellig efter de forskellige Anvendelser og gaar under følgende Navne:

Hugningsgrad 00 er den raa Kløvningsflade. I Regelen er den omgivet af en hugget Bræmme („Rustika"). Det er den billigste Behugningsgrad.

Hugningsgrad 0 eller Tugtning eller Afbaning. De største Ujævnheder paa Kløvningsfladen er blot fjernede med Spidsmejsel og Hughammer, saaledes at Ujævnhederne ikke er over 26 mm.

Hugningsgrad 1 eller Grovhugning med Ujævnheder paa indtil 10 mm kan foretages med Spidsjærn, Pikkert, Riffelhammer eller Stokhammer.

Hugningsgrad 2 eller almindelig Hugning maa højst have Ujævnheder paa 5—6 mm. Den udføres med Riffel- eller Stokhammer og er den almindelige Behugningsgrad for Trappetrin og lign. Den ovenfor under 00 omtalte Bræmme er ligeledes af Grad 2.

Hugningsgrad 3 eller middelfin Hugning har Ujævnheder mindre end 2—3 mm. Den bruges til Gesimser, Lyskassesten, Solbænke m. m.

Hugningsgrad 4 eller fin Hugning giver en ganske svagt ru Overflade. Den bruges temmelig sjældent.

285. **Slibning** udføres med Klodser, der paa Undersiden er beslaaede med Baandjærn, idet der tilføres Slibepulver og Vand. Slibningen falder i Regelen i to Dele; først en Grovslibning med Sand og Vand og derefter en Finslibning med Smergel og Vand. Slibningen kan baade udføres for Haanden og med Maskine.

286. Efter Slibning følger hyppigt en Polering, der udføres paa samme Maade; men Klodserne hertil er beslaaede med Filt i Stedet for Jærn. Som Poleremiddel bruges Polerrødt ($Fe_2O_3$), Tinaske eller Svovlblomster.

287. Som en særlig Form for Slibning skal nævnes Savning og Drejning. Savning kan ske ved Diamantsav, der er et Blad af blødt Staal, hvori der er indfattet sorte Diamanter; men hyppigst sker den med et Blad af blødt Staal uden Tænder, hvortil der ledes Sand og Vand. I Regelen skæres der flere Snit samtidig, og Saven bevæges ved

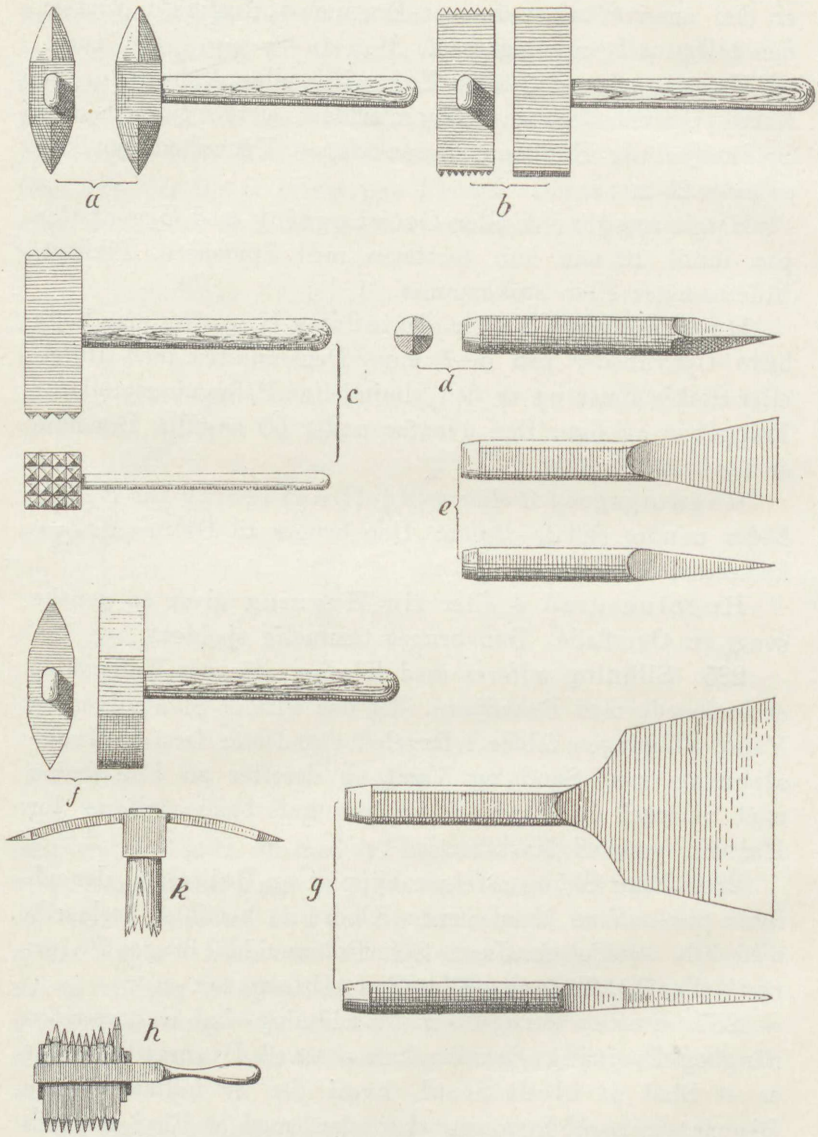



Fig. 77. Forskelligt Stenhuggerværktøj.

*a* Pikkert, *b* Riffelhammer, *c* Stokhammer, *d* Spidsjærn, *e* Slagjærn, *f* Flächenhammer, *g* Skurerjærn, *h* Grel, *k* Zweispids.

Maskinkraft, idet Savbladene er udspændt i en vandret Ramme, der trækkes af en Plejlstang. Savning er en meget langsom Proces, og store Granitblokke kan undertiden kræve flere Maaneder til Gennemsavning.

288. **Drejning** sker ved, at man trykker et stumpt, blødt Staal mod Søjlen eller Balustret, der skal afdrejes under samtidig Tilledning af Sand og Vand. I Regelen bruger man to diametralt modsatte Staal for ikke at give Søjlen Sidetryk og derved risikere, at den knækker.

289. **Hugning af blødere Sten.** Den udføres i Regelen med særlige Værktøjer, der er forskellige fra Granithuggernes. Den groveste Behugning foretages med „Zweispids"; ønsker man en finere kornet Flade, kan man overhugge med „Grel", eller man kan bruge en „Flächenhuggehammer", der ogsaa benyttes til Ophugning af glatte Fliser Paa større Flader anvender man tit en skraveret Dekoration, „Skurering", der udføres med „Skurerjærnet".

Ved de blødere Stenarter, navnlig ved Marmor, kan man udføre Savning, Drejning og Høvling med skærende Værktøjer.

## Midler til at forøge Stenenes Varighed.

290. Som det vil fremgaa af § 270—276 begunstiges saavel den mekaniske som den kemiske Ødelæggelse af Stenarterne, naar de har en ujævn Overflade eller er gennemtrængt med Revner og Porer. Af den Grund kan Polering af Overfladen i nogen Grad virke beskyttende paa Stenen, fordi Vand og Sne ikke kan trænge ind i den glatte Overflade, ligesom Alger og Mos ikke kan hæfte sig til den; hertil kan ogsaa hensigtsmæssige Konstruktionsformer bidrage, og man kan f. Eks. mindske Faren for Frostsprængninger betydeligt ved at isolere Stenene godt mod Jordfugtighed.

291. Af egentlige Imprægneringsmidler for naturlige Sten findes der kun et Par enkelte, der lader sig anvende; thi Midlet maa jo ikke forandre Stenens Udseende eller dække dens Overflade. Derfor er Pudsning med Kalkmørtel eller

Strygning med Tjære eller Oliefarve oftest uanvendelig, og de to sidste er ogsaa kun lidet varige.

Kalk- og Sandsten kan i nogen Grad beskyttes ved Overstrygning med Vandglas, af hvilket der ved Hjælp af Luftens Kulsyre udskilles Kiselsyre. Gentages Paastrygningen for tit, kan der imidlertid dannes et sprødt Overtræk, der let skaller af.

Det bedste Middel til Imprægnering af Natursten er de Kesslerske Fluater. De bestaar af Fluorsiliciumbrintens Salte med Magnium, Aluminium, Zink eller Bly*). De gaar i Handelen som farveløse Krystaller, af hvilke man fremstiller en mættet Opløsning i blødt Vand, og med denne Opløsning stryges Stenen 3 Gange med et Døgns Mellemrum.

Til Kalksten bruger man Magnesiafluat, der forener sig med Kalciumkarbonatet til Fluorkalcium og Fluormagnium under Dannelse af Kulsyre og Kiselsyre**).

Fluorkalcium, Fluormagnium og Kiselsyre er uopløselige, og Kulsyren giver ved sin Undvigen en saa stor Porøsitet, som der er ønskelig af Hensyn til Frostsikkerheden.

Hvis Stenen ikke indeholder kulsur Kalk, maa Imprægneringen udføres paa anden Maade. Stenen maa først overstryges med Natronvandglas, der til dette Brug sælges under Navn af „Avantfluat“, og derefter imprægneres med Aluminiumfluat. Herved dannes Kiselsyre og Kryolit***), der begge er uopløselige.

Fluaterne beskytter Stenen udmærket godt, uden at Udseendet forandres; men de er temmelig dyre, idet Udgiften kan andrage indtil 1 Kr. pr. $m^2$. Fluatering kan ogsaa bruges ved Gibs, Cement o. a., og det forhindrer ikke, at der oliemales paa det.

Til Imprægnering af Sandsten kan man benytte et Præparat „Testalin“, der er adskilligt billigere end Fluaterne.

---

*) Se Materialkemi § 87.

**) $MgSiF_6 + 2\,CaCO_3 + 2\,H_2O = 2\,CaF_2 + MgF_2 + H_4SiO_4 + 2\,CO_2$.

***) Se Materialkemi § 140.

Det bestaar af to Opløsninger, der stryges paa Stenene og derved udfælder uopløselige Lerjordssæber i Porerne. Det er benyttet til flere offentlige Bygninger i Tyskland, f. Eks. Hamburgs Raadhus, og synes at beskytte udmærket.

---

# De vigtigste naturlige Sten.

## Eruptivbjærgarter.

### Granit.

292. Granit er en mekanisk Blanding af Kvarts, Feldspat og i Regelen Glimmer; dog kan dette sidste være erstattet af andre Mineraler, f. Eks. Hornblende eller Augit.

293. Kvartsen*) forekommer som lyse, graa Korn, uden Krystalform. Den har en ejendommelig fedtet Glans, og den giver Granitten dens Haardhed.

294. Feldspatten**) findes som krystallinske Korn med forskellig Farve og en ejendommelig Perlemoderglans, der navnlig ses paa et friskt Brud. Den udgør Hovedmassen af Granitten og giver derved denne dens Farve. Feldspatkornene kan undertiden naa en meget betydelig Størrelse.

295. Glimmer er vandholdige Alkalisilikater med et Indhold af Magnium og Jærn. Det er stærkt skifret og lader sig let udspalte til papirtynde Lag. Det er meget blødt og forvitrer let under Dannelse af rustfarvede Pletter. I Granitten forekommer det som smaa Skæl, og dets Blødhed nedsætter Granittens Evne til at modtage Politur. Undertiden findes Glimmeret aflejret i parallelle Lag, hvorved Granitten faar et stribet Udseende.

296. Augit og Hornblende er to sorte Mineraler, der er Dobbeltsilikater af Aluminium, Kalcium og Magnium. De

*) Materialkemi § 84.
**) Materialkemi § 142.

erstatter undertiden Glimmeret i Granit og er ligesom dette tilbøjelige til at forvitre.

Desuden kan der i Granitten findes Magnetjærnsten, der er tilstede som smaa Korn, som paa en poleret Flade ligner Staal. Den forvitrer let og iltes derved til Ferrihydroxyd, der giver Granitten en rustagtig Misfarvning.

297. Svovlkis kan findes som smaa messinggule Korn, der ogsaa let forvitrer.

298. Granitten er vor bedste og varigste Bygningssten, og dette gælder navnlig de middelkornede Varieteter. Dog findes der paa Bornholm i Nærheden af Svaneke en særlig Art Granit — Aarsdalegranit — der let forvitrer og falder hen til et smukt, rødbrunt Grus, der er sand- og støvfrit og derfor meget yndet til Belægning af Havegange og til Støbning af Betonfliser.

Granitten er meget haard og i Besiddelse af stor Styrke (2000 kg/cm$^2$). Vægtfylden er 2,6—2,7, og Stenen er meget tæt, idet Porøsiteten højst andrager ca. 1 %. Den er altsaa en god Varmeleder, hvad der gør den mindre egnet til Bygningsmateriale for Beboelsesbygninger*), hvilket iøvrigt ogsaa hindres ved dens høje Pris. Den staar sig daarligt mod Ild, i hvilken den let springer, og undertiden kan den være gennemtrængt med fine Revner eller Haarridser, saa den sprænges af Frosten. Den bruges navnlig til Trappetrin, Sokler, Beklædningssten for Facademure, Brosten m. m.

Tilhugningen af Granit er meget vanskelig og dyr paa Grund af dens store Haardhed. Desuden springer Kvartsen let, hvor der er tynde eller skarpe Kanter, og den egner sig derfor ikke til fine Ornamenter. Derimod kan den modtage en smuk Politur og holder denne godt paa Grund af sin Haardhed.

299. Granitten hører til de mest udbredte Stenarter og brydes en Mængde Steder i Europa. De for os vigtigste Brud findes paa Bornholm og i Sverrig, men der ind-

*) Derimod kan den selvfølgelig godt anvendes til Beklædning af Murstensmure, der er slette Varmeledere.

føres ogsaa en ringe Mængde norsk Granit. Desuden findes den som Rullesten (Glacialsten) i Istidsaflejringerne overalt i Danmark og som Søsten i Havet.

300. **Den bornholmske Granit** er af udmærket Kvalitet og kan fuldtud staa Maal med enhver anden Granitsort. Den findes i forskellige Farver og Varieteter, af hvilke de to vigtigste er følgende:

301. **Allingegranit** eller **Hammergranit** har ret smaa Korn og indeholder kun lidt Glimmer. Den er af lys rødlig Farve og anvendes meget til Bygningssten. Desuden fremstilles der en Del Brosten af den.

302. **Rønnegranitten** indeholder en Del Hornblende, og dens Feldspat er graalig og gennemsigtig. Den faar derfor et sort eller sorteblaat Udseende. Den lader sig polere meget smukt og faar derved en næsten sort Farve. Den anvendes til Bygningssten og desuden til Gravmonumenter.

303. **Den svenske Granit** findes i meget store Mængder, og der udføres meget her til Danmark baade som Bygningsmateriale og Brosten. En Del af den svenske Granit ligner ganske den bornholmske; men desuden findes der en Del Varieteter med stærkere Farver. Den svenske Granit kan ofte leveres noget billigere end den bornholmske af samme Art, fordi Brydningen er lettere, og fordi Stenbruddene ligger bekvemmere for Afskibning.

## Syenit.

304. Syenit ligner i Udseende en Del Granit; men den indeholder ikke Kvarts og Glimmer. Det sidste er erstattet af Hornblende. Den lader sig polere overordentlig smukt og har en lys, rød Farve. Manglen paa Kvarts gør, at den er meget blødere og lettere at bearbejde end Granit, og den anvendes paa samme Maade som denne.

305. I Nærheden af Larvik i Norge brydes der en blaagraa Syenit, „Larvikit“, der indeholder store Feldspatkrystaller, som i tilbagekastet Lys skinner med stærk blaa Glans („labradoriserer“). Den anvendes meget til Facadesten og navnlig til Butiksskilte under Navn af „Labrador“.

## Basalt.

306. Basalt er en tæt Stenart, der bestaar af Feldspat og Augit. Farven er oftest mørk, indtil sort. Styrken er usædvanlig stor og kan naa op til 5000 kg/cm². Sædvanlig er den 2200—3500 kg/cm². Vægtfylden er ligeledes stor, 2,8—3,3. Den er meget skør og har muslet Brud. Mørtel binder ikke godt paa den, og den taaler ikke Ild, i hvilken den smelter. Den er derfor ikke saa godt et Byggemateriale som de foregaaende; men da den findes i store Mængder og er ret let tilgængelig, er den adskillige Steder blevet brugt i Stedet for Granit. Som Regel staar den sig godt mod Forvitring; men der findes enkelte Basalter, der er tilbøjelige til at faa rent lokale Forvitringer, hvor Overfladen affarves og skaller af.

307. Basalt er som nævnt meget udbredt, og bl. a. findes den mange Steder, f. Eks. paa Island og Færøerne, afsondret i sekskantede Søjler, der direkte bruges til Brolægning, Afvisersten, Cyclopmurværk og lign. Den egner sig iøvrigt ikke særlig godt til Brolægning, fordi den bliver glat, og Kanterne springer af. Størst Anvendelse har den til Skærver, hvortil den egner sig udmærket.

## Porfyr.

308. Den eneste Porfyr, der har teknisk Anvendelse er **Kvartsporfyren,** der bestaar af Kvarts og Feldspat. Strukturen er „porfyrisk", idet Stenen bestaar af en tæt Grundmasse af Kvarts og Feldspat, hvori der findes store Korn af Feldspat og undertiden af Kvarts. Farven er i Regelen rødlig med røde eller brune Korn. Vægtfylden er 2,4—2,8, Styrken ca. 1800 kg/cm². Stenen er let at bearbejde og lader sig udarbejde i fine Detailler, ligesom den kan modtage en overordentlig smuk Politur. Den er meget slidfast og staar sig godt mod Vejrliget. Den anvendes ganske som Granitten.

309. Det meste Porfyr til Bygningsbrug faas fra Norge. I Sverrig brydes en særlig smuk Porfyrart, „Elfsdaleporfyr", der navnlig bruges til Kunstgenstande, saasom Vaser, Urner, Brevpressere og lign.

# De krystallinske Skifre.

## Gneis.

310. Gneis har samme Sammensætning som Granit, men Glimmeret kan være af en anden lys Art*). Den adskiller sig imidlertid fra Granit ved at være tydelig lagdelt, hvilket navnlig skyldes, at Glimmeret optræder i parallelle Lag. Den er derfor lettere at bryde end Granit, men anvendes iøvrigt paa samme Maade. Jo tykkere Lagene er, desto bedre modstaar den Forvitringer. De tynde, glimmerrige Sorter forvitrer meget let.

311. Gneis er meget udbredt og findes i store Mængder i Skandinavien, hvor den navnlig brydes i Sverrig. Ved Göteborg og Varberg brydes Gneis til Brosten, og det sidste Sted findes desuden en en mørkegrøn Gneis, der lader sig udsave til tynde Plader og polere smukt. Den bruges navnlig til Vægbeklædning og Gravsten.

## Serpentin.

312. Serpentin er et Magniumsilikat. der er opstaaet ved Omdannelse af andre Stenarter. Farven er ofte grøn, men kan være lysegul eller brun, tit med Pletter eller Aarer af anden Farve. Strukturen er tæt og Bruddet muslet. Styrken er 700—800 kg/cm². I brudfugtig Tilstand er den temmelig blød og lader sig let bearbejde, endog med skærende Værktøjer, men efter nogen Tids Lagring bliver den haard og og lader sig polere. Den bruges særlig til indvendig Udsmykning.

*) Dette Glimmer kaldes Muskovit og adskiller sig fra det i § 295 omtalte sorte Glimmer (Biotit) ved at indeholde Kalcium i Stedet for Magnium og Jærn. Det findes undertiden som store Tavler, der let lader sig spalte ud i meget tynde, gennemsigtige Plader. Det har et højt Smeltepunkt og bruges derfor til Ruder i Ovne og kaldes til dette Brug i Regelen fejlagtig for „Marieglas“ (se § 339). Det anvendes desuden som et udmærket Isolationsmateriale i Elektroteknikken.

## Talkskifer.

313. Talkskifer bestaar af Talk, Kvarts og Feldspat. Talk er et vandholdigt Magniumsilikat med hvidgrøn Farve og skællet Struktur. Den er overordentlig blød (Haardhed 1) og er fedtet at føle paa. Den kan dels forekomme afsondret i tynde Blade og dels som tætte Masser, der kaldes Fedtsten. Denne er meget ildfast og bruges til Brændere for almindelig Gas og Acetylengas. Desuden bruges den paa Grund af sin Fedtethed i pulveriseret Tilstand som Talkum til Smøremiddel for Træmaskindele og lign.

Den egentlige Talkskifer har ikke større teknisk Betydning, hvorimod en særlig Varietet af den:

314. **Klæberstenen,** hyppigt anvendes. Den findes baade med lys- og mørkegrøn Farve og er ejendommelig fedtet at føle paa. Den er omtrent helt tæt, saa den næsten ikke optager Vand. Haardheden er meget ringe; den kan ridses med Neglen og lader sig save og skære. Den er meget sejg og springer f. Eks. ikke for et Hammerslag, der kun frembringer et Indtryk i den. Den lader sig udarbejde til overordentlig fine Detailler, og da den er meget modstandsdygtig mod Forvitring, bruges den til fine Ornamenter. Den brydes baade i Norge, Sverrig og Finland.

## Asbest.

315. Asbest bestaar væsentligst af Magniumsilikat og kan betragtes som en Varietet af Hornblende eller Serpentin, sammen med hvilket sidste det ofte findes. Det forekommer i Form af lange, bløde, mere eller mindre bøjelige og sammenhængende Traade eller Trevler. Farven er hvid, grøn eller brunlig. Man skelner mellem følgende to Sorter:

316. **Hornblendeasbest** er meget modstandsdygtig mod Syreangreb. Den anvendes derfor til Pakninger for Damp og lign. og gaar i Handelen som Pap, der fremstilles ved Presning af Asbesttrevler med Vandglas som Bindemiddel, og som Snore. Den bør ikke bruges, hvor den til Stadighed er i Berøring med Vand, der opløser den i de enkelte Taver. Den smelter ved 1150° og kan derfor bruges til Beskyttelse mod Ild og til Isolering mod Varmetab.

317. **Serpentinasbest** angribes af Svovl- og Saltsyre. Den smelter først ved over 1500° og bruges derfor til Beskyttelse mod Ild (se § 172) og til Teaterdekorationer m. m.

---

# Sedimentbjergarter.

## Kemiske og organiske Sedimenter.

### Kalksten.

318. Alle Kalksten indeholder som Hovedbestanddel kulsur Kalk ($CaCO_3$), og de kendes derfor paa, at de bruser med alle Syrer, selv med fortyndet, kold Saltsyre og med Eddikesyre, fordi Kulsyren uddrives.

I Regelen er Kalkstenen af organisk Oprindelse, idet den stammer fra aflejrede Dyreskaller, der senere er sammenkittede med krystalliseret kulsur Kalk, som er udskilt af Vand. Kalkstenen kan derved blive mere eller mindre tæt, men den kan tillige blive forurenet deraf, fordi Vandet samtidig kan have udskilt andre Stoffer, f. Eks, Jærnforbindelser, Kiselsyre og lign., hvorved dens Egenskaber ændres. Endelig kan hele Massen være undergaaet senere Forandringer, hvorved dens Struktur er forandret. Som Følge deraf kan Kalkstenen optræde med meget forskelligt Udseende og Egenskaber.

319. Vægtfylden af ren krystalliseret Kalk er 2,7, men Kalkstenens Vægtfylde kan variere ret stærkt efter Mængden af fremmede Stoffer og efter dens Tæthed. For de porøse Varieteter kan den gaa ned til 2,0 eller derunder.

320. Haardheden af ren Kalksten er 3 efter Mohs Haardhedsskala, men ogsaa her giver Indblandingerne store Variationer, og dette er navnlig Tilfældet, hvis der er Kiselsyreforbindelser til Stede, hvilket forøger Haardheden.

321. Ogsaa Strukturen kan være meget forskellig. Der findes krystallinske, tætte og porøse Sorter.

322. Styrken kan gennemsnitlig sættes til 700 kg/cm² for de krystallinske Kalksten.

323. Farven er hvid for den rene Kalkstens Vedkommende, men paa Grund af Indblandingerne kan Kalkstenen optræde med forskellige Farver. Jærnilteforbindelser kan f. Eks. farve den gul eller rødlig, Jærnforilteforbindelser grønlig; Kulstof og bituminøse Stoffer kan give sorte eller graalige Farver. Farven er ikke altid jævnt fordelt, men kan, navnlig i Marmor, findes som Aarer, Pletter, Flammer eller Skyer, hvad der giver Stenen en ejendommelig Skønhed. Saadan uregelmæssig fordelt Farve skyldes ofte Urenheder, der er udskilt i Revner eller Porer.

324. Vejrbestandigheden er ikke særlig god, navnlig ikke i vort Klima, hvor Stenen ret hurtigt taber sit smukke Udseende under den svovlsyreholdige Snes Paavirkning. Dog kan Vejrbestandigheden forøges ved Polering og navnlig ved Fluatering. Ligeledes maa man være opmærksom paa, at Stenen kan angribes af Humussyre, saafremt den bliver begroet med Alger og Mos.

325. Ildfastheden er kun ringe, da Kalkstenen ved Ophedning afgiver Kulsyre.

326. Kalkstenen er overordentlig udbredt og findes i mange Former med højst forskellige Egenskaber og har derfor højst forskellige Anvendelser. Den bedste og tætteste bruges til Bygningssten, hvis den kan brydes i tilstrækkelig store Stykker, hvad der ikke altid er Tilfældet (Saltholmskalk). De mindre tætte, men rene Kalksten bruges til Kalkbrænding og skal ikke omtales her; det samme gælder en Del lerholdige Kalksten, der brændes til Romancement, samt Kridt, der bruges til Fabrikation af Portlandcement.

327. Af **danske Kalksten** er der kun et Par Sorter, der egner sig til Bygningsbrug. Den vigtigste er **Limstenen,** der brydes i Nørrejylland (Løgstør—Bulbjerg) og i Stevns Klint. I Regelen gaar den under Navnet Kridtsten og bruges meget til hvide Baand i røde Bygninger (Raadhuset i København). Det er en temmelig fast, ikke afsmittende Kalksten, der dog er ret porøs. Den staar sig godt mod Frost, da Porerne er store og jævnt fordelte. Trykstyrken er kun ringe (højst 75 kg/cm$^2$), men den holder sig fortrinlig mod

Vejrliget. I Regelen udsaves den ved Stevns til „Mursten“ af 42 cm × 21 cm × 12 cm og er i frisk Tilstand saa blød, at den kan bearbejdes med Tømrerværktøj.

328. **Faksemarmor** er Koralkalk fra Fakse i hvilken Mellemrummene mellem Koralstokkene er udfyldt med udskilt, krystalliseret Kalk. Den egner sig ret godt til Bygningsbrug og kan saves, høvles og drejes. Dens oprindelige gullighvide Farve bliver dog let graalig i Tidens Løb, fordi der afsætter sig Smuds i dens Porer. Den er brugt en Del i København, f. Eks. er Marmorkirken tildels opført af Faksemarmor, der ligeledes er brugt til Ørstedsparkens Hjørneindgange og til den engelske Kirkes Hjørner.

329. **Kildekalk** (Kalktuf, Fraadsten) har tidligere været anvendt en Del paa de Steder, hvor den findes, f. Eks. ved Roskilde og i Nærheden af Holbæk. Der er f. Eks. opført en Del Landsbykirker af Kildekalk. Det er en overordentlig porøs Stenart med ringe Vægt. I vore Dage bruges den næppe mere.

330. **Svenske Kalksten** bruges en Del her i Danmark. Den hyppigst anvendte er:

**Ølandstenen.** Det er en tæt, noget lerholdig, blaagraa eller rødbrun Sten, der indeholder talrige Forsteninger af Ortoceratiter*). Stenen er i Regelen aflejret i temmelig tynde Lag, saa den kun kan faas i smaa Tykkelser. Den bruges en Del til Beklædningssten og navnlig til Fliser og Trappetrin. Den er meget slidfast og er udmærket vejrbestandig, naar den anvendes paa hensigtsmæssig Maade, d. v. s. saaledes, at Vandet ikke kan trænge ind i Stenens vandrette Lag og sprænge dem ved Frosten.

331. En stor Del af Ølandsstenen bruges til Fliser, der hugges paa Brydningsstedet. De kan enten have slebet Overflade og kaldes da „gullandske“, eller de kan være ru og kaldes saa „Kinnekullefliser“.

*) Ortoceratiter er en Blæksprutteart, som levede i Silurtiden og havde lange kegleformede Kalkskaller, der ved halvkugleformede Skillevægge var delt i Kamre. Det er disse Skaller, der hyppigt ses gennemskaarne paa den slebne Stens Overflade.

BYGNINGSFORENINGENS BIBLIOTEK

332. Ortoceratitkalken forekommer desuden i Kinnekulle og paa Bornholm; men disse Forekomster brydes ikke til Bygningssten. Den sidste, der indeholder 10—15 % Ler, har været brugt til Kalkbrænding (Romancement).

333. **Marmor.** Herved forstaar man i strengere Forstand kun de krystallinske Kalksten, der er undergaaet en senere Omkrystallisation. I Teknikken har Navnet imidlertid en videre Betydning, idet man dermed betegner alle de tætte Kalksten, der kan lade sig polere.

334. Marmor er altid kornet krystallinsk, men Kornstørrelsen er meget variabel, lige fra grovkornet til tæt. I tynde Plader er det gennemskinneligt, og Bruddet er altid glinsende. Det indeholder sjældent Hulrum, men er som Regel noget porøst, hvilket bedst ses paa en frisk Brudflade; men selv polerede Overflader er porøse, og man maa derfor vogte sig for at spilde f. Eks. Smøreolie fra Dørhængsler paa Marmorgerikter, da Olien suges ind og efterlader grimme gule Pletter, hvis den ikke straks aftørres omhyggeligt.

335. Farven er meget varierende, og Marmor kan faas fra snehvidt til dybsort med alle Nuancer og Farver, hvidt, gult, grønt, rødt, brunt, graat og blaaligt; dog er de grønne og violette Farver sjældnere.

336. Vejrbestandigheden er ikke særlig stor i vort Klima, og selv det bedste Marmor vil hurtigt miste sit smukke Udseende, naar det anvendes til udvendig Brug. I denne Henseende er de lyse, kiselsyreholdige Marmorarter de bedste; thi de mørke Sorter er tilbøjelige til at bleges, naar de bruges udvendigt. Som Regel vil Polituren ogsaa hurtigt ødelægges i det frie. Marmorets Hovedanvendelse er derfor til indendørs Udsmykning som Plader til Murbeklædning, Søjler, Trapper, Gulvfliser, Kaminer og lign. Desuden bruges de lyse Sorter i stor Udstrækning til Plader paa Servanter, Borde og Butiksdiske o. s. v.

Styrken er meget variabel og kan svinge mellem 300 og 2000 kg/cm$^2$.

337. Marmor findes flere Steder i Evropa. De for o vigtigste Forekomster er i Italien, Belgien, Norge og Grækenland.

**Italiensk Marmor.** Det hyppigst anvendte Marmor er „Blanc clair", som er hvidt med sorte eller blaalige Aarer. Det finder udstrakt Anvendelse til Vægbeklædning, Gulvfliser, Bordplader og til arkitektonisk Brug. Det brydes i Carrara, hvorfra ogsaa de tre følgende Sorter kommer:

„Blanc P"*) er hvidt og af bedre Kvalitet end den foregaaende Sort. Det er næsten frit for sorte Aarer og bruges til simplere Billedhuggerarbejder, Gravplader og til finere arkitektonisk Udsmykning.

„Statuario" er endnu finere og hvidere, men findes kun i ringe Mængde — ca. 2 % — i Bruddene. Det bruges til Kunstværker, men egner sig ikke til Bygningsbrug, da det dels er for dyrt og dels ikke er vejrbestandigt.

Paonazzo er hvidt eller gulligt med mørkviolette eller sortegrønne Aarer og af meget dekorativt Udseende. Det anvendes til Søjler og Vægbeklædning og er en af de kostbareste Marmorsorter.

**Belgisk Marmor** er i Regelen stærkt farvet og hører ikke til de egentlige Marmorarter i geologisk Betydning. De hyppigst anvendte Sorter er følgende:

„Noir belge" er ensfarvet sort og lader sig polere meget smukt. Det bruges bl. a. sammen med „Blanc clair" til Fliser i tavlede Gulve.

„Bleu belge" er blaagraa med hvide Aarer. Det er temmeligt vejrbestandigt og bruges meget til Dekorationsmarmor.

„Granite belge" eller „Petit granite" er sortegraat eller sort med hvide Forsteninger. Det bruges en Del til udendørs Arbejder, da baade Farve og Politur holder sig forholdsvis godt.

„Sainte Anne" er en sortegraa Brecciemarmor, d. v. s. den bestaar af skarpkantede Brudstykker af ældre Marmorsorter, der paany er sammenkittede med kulsur Kalk.

Desuden udføres der ogsaa fra Belgien „Blanc clair" og „Blanc P" med samme Udseende som det italienske.

---

*) „P" er en Forkortelse af „Puissant frère".

**Norsk Marmor** anvendes meget her i Landet. Det indføres af „De Ankerske Marmorbrud“ og findes i flere Sorter, hvoraf skal nævnes følgende:

Furuli er helt hvidt og indeholder en Del Dolomit ($CaCO_3$, $MgCO_3$), der gør det temmelig vejrbestandigt, saa at det ogsaa kan anvendes til udvendig Brug her i Landet.

Breche clair og Breche rose er begge lyserøde; det sidste er noget stærkere farvet end det første.

Jaune rose er lyst med grøn og rød Tone.

Af **græsk Marmor** skal kun nævnes Verde antico, der er grønt med hvide Pletter; det indeholder ofte Aarer eller Pletter af Serpentin.

338. Af andre udenlandske Kalksten skal endnu nævnes Savoniére-Stenen. Det er en gullig Sten, der ved Brydningen er ret blød, men senere hærdner i Luften. Den indføres fra Frankrig og bruges ret hyppigt her i Landet.

## Gips.

339. Gips er svovlsur Kalk ($CaSO_4\,2H_2O$). Den forekommer i Regelen tæt og bruges i saa Fald til Brænding (se Gipsmørtel); men der forekommer ogsaa kornet krystallinske Varieteter, der kaldes Alabast. Denne ligner meget Marmor, men er blødere og mindre holdbar. Den kan bearbejdes paa Drejebænk og med Kniv og bruges navnlig til mindre Luksusgenstande. Til udvendig Brug egner den sig ikke.

Marieglas*) er klart, gennemsigtigt Kalciumsulfat, der lader sig udspalte i tynde Plader. Navnet kommer af, at de tidligere anbragtes paa Helgenbilleder. Navnet Marieglas bruges undertiden fejlagtigt om det lyse Glimmer, der benyttes til Vinduer i Ovne og lign.

## Flint.

340. Flint bestaar af Kiselsyreanhydrid, der er udskilt af kiselsyreholdigt Vand. Den findes kun sjældent som sammen-

*) Se Fodnoten S. 211.

hængende Lag; hyppigst forekommer den som uregelmæssige Knolde i Kridt og Kalksten.

I ren Tilstand er Flinten hvid; men den er ofte forurenet af Kulstof, der farver den sort eller graa, eller af Jærnilter, som farver den gul eller brun. Den har ikke stor Anvendelse; en Del bruges til Skærver og til Fremstilling af Glas, fin Fajance og andre Kiselforbindelser. I Sydengland bruges den en Del til Bygningsmateriale, og vi har her i Landet et Eksempel derpaa, idet den er benyttet til Facadebeklædning af den engelske Kirke i København.

Ved Foden af Stevns Klint findes Flinten som omtrent kugleformede Knolde af ca 5—7 cm Diameter. De benyttes som Malekugler i Rørmøller til Maling af Cement.

## Mekaniske Sedimenter.

341. De mekaniske Sedimenter er oprindeligt aflejrede af Vandet. I nogle Tilfælde har der derefter omkring de aflejrede Masser udskilt sig et Bindemiddel, der har sammenkittet dem til et sammenhængende Hele, som f. Eks. Sandsten; i andre Tilfælde er Masserne under et uhyre Tryk blevet sammenpressede, som f. Eks. Lerskifer, og endelig kan Masserne findes i løst aflejret Tilstand, som f. Eks. Sand, Grus og lign.

### Sandsten.

342. Sandsten bestaar af ufarvede, større eller mindre Sandkorn af Kvarts, der er kittede sammen med et Bindemiddel. Dette kan være af forskellig Art og kan enten være udkrystalliseret af en vandig Opløsning, som f. Eks. kulsur Kalk, Jærnilte eller Kiselsyre, eller det kan være aflejret sammen med Sandet, som f. Eks. Ler. Som Følge af Dannelsesmaaden er Sandstenen i Regelen lagdelt, og den er desuden hyppigt gennemtængt af lodrette Spalter, saa den let lader sig bryde. Den lader sig meget let bearbejde til fine Detailler; men den kan ikke poleres.

343. Farven er forskellig og afhænger af Bindemidlet. Sten med kalkholdigt og kiselsyreholdigt Bindemiddel er

graa, gule eller hvide, medens jærnholdige Bindemidler giver rødlige eller brunlige Farver.

Vægtfylden er varierende (1,9 — 2,7), og Porøsiteten er i Regelen stor. Den kan variere fra 6—27 %

Styrken og Haardheden kan ligeledes variere stærkt, og Stenen er altid blødere i brudfugtig Stand end udtørret. Den er derfor lettere at bearbejde i Bruddet og hugges ofte helt færdig der.

Vejrbestandigheden er højst forskellig og afhænger alene af Bindemidlet. Mest vejrbestandig er Sten med kiselsyreholdigt Bindemiddel, mindst med ler- eller mergelholdigt Bindemiddel

Ildfastheden er kun ringe.

Som fremhævet overfor er det væsentligt Bindemidlet, der bestemmer Stenens Egenskaber, og man kan derfor skelne mellem følgende Varieteter:

344. **Kiselsandsten** har kiselsyreholdigt Bindemiddel, der næsten altid er til Stede i saa smaa Mængder, at de enkelte Sandkorn berører hinanden. Farven er i Regelen hvid eller graa, men der kan undertiden findes Jærn i ringe Mængde, og Stenen farves derved gullig eller rødlig. Den indeholder i Regelen meget Vand i brudfugtig Tilstand, og paa Grund af sin Tæthed afgiver den vanskeligt Vandet. Den maa derfor tørres i lang Tid, inden den bruges til Husbygning.

Til denne Gruppe hører den eneste danske Sandsten **Neksøsandstenen** paa Bornholm. Deres Farve varierer fra omtrent hvid til brunrød. Den har tidligere været brugt en Del i offentlige og private Bygninger og er bl. a. benyttet til Frihedsstøtten. I 1872 blev Bruddet under en Stormflod fyldt med Vand, og de tykkere Lag af Stenen blev derved utilgængelige, saa Driften indstilledes. I de sidste Par Aar er Brydningen genoptaget ved Siden af det gamle Brud; men den kan kun faas i temmelig tynde Lag, højst til ca 30 cm Tykkelse.

Af udenlandske Sten af samme Gruppe skal nævnes:

345. **Bremersandstenen,** der brydes i Westfalen og udføres over Bremen. Det er en temmelig finkornet, gullig

eller rødlig Sten. Den er meget stærk (Trykstyrke ca. 500 —700 kg/cm²) og er yndet til udvendige Dekorationer, fordi den er vejrbestandig.

346. **Cottasandstenen** eller **Elbsandstenen** ligner i Udseende Bremersandstenen, men er af betydelig daarligere Kvalitet, navnlig med Hensyn til Vejrbestandigheden. Den er meget billigere, men indeholder tit Lerlag, der kan give Anledning til Frostsprængninger. Den bør derfor ikke bruges til særlig udsatte Bygningsdele. Cottasandstenen anvendes ogsaa en Del til Møllesten.

347. **Øved Sandstenen** og **Gullandsk Sandsten** er to svenske Sorter, den første rødlig, den sidste gullig. Øved Sandstenen er meget vejrbestandig og er den dyreste Sandsten, der anvendes her i Landet.

348. **Rød skotsk Sandsten** er mørkere end Øvedsandsten og ikke saa vejrbestandig. Den indeholder en Del Glimmer.

349. **Lersandsten** kendes paa Lerlugten, naar man befugter Stenen eller aander paa den. Farven er i Regelen lys, og Stenen er hyppig stribet. Den har kun ringe Vejrbestandighed; men der er i saa Henseende stor Forskel paa de enkelte Sorter. Lersandsten bruges næsten ikke her i Landet; derimod anvendes der i Tyskland en Del „Broget Sandsten", der hører til denne Art.

350. **Kalksandsten***) har kulsur Kalk til Bindemiddel, og den kendes derfor paa, at den bruser med Syrer. Hyppigt indeholder Bindemidlet ogsaa kulsur Magnesia, og man faar da dolomitisk Sandsten. Farven er som oftest gullig eller grønlig graa, men kan ogsaa være lyserød eller brunlig. Vejrbestandigheden er ikke stor, hvilket skyldes de samme Grunde, som er anført for Kalkstenens Vedkommende, og i Byerne holder den sig særlig slet. Den anvendes derfor ikke meget.

351. Om alle Sandsten gælder det, at Vejrbestandigheden kan forhøjes i betydelig Grad, naar de fluateres.

*) Den maa ikke forveksles med den kunstigt fremstillede „Kalksandsten", der har en ganske anden Sammensætning. Se Mørtelprodukter".

## Lerskifer.

352. Lerskifer er en Blanding af overordentlig fint Ler, Kvartsstøv og Glimmer, der er aflejret under Vand og senere sammenpresset under et uhyre Tryk, hvorved den har faaet skifret Struktur. Skifrigheden har intet med Lagdelingen at gøre. Den er tværtimod størst, naar Lagdeling og Skifrighed ikke falder sammen; thi i saa Fald skyldes Skifrigheden meget store Tryk fra Bjærgkædedannelser, medens den i modsat Tilfælde er frembragt af de overliggende Massers Tryk, og dette giver en mindre stærk Skifer. Foruden de ovenfor nævnte Mineraler kan der findes indblandet andre i større eller mindre Mængde, navnlig kulsur Kalk, Svovlkis, Kul og Jærnilte.

Farven er i Regelen sort, graablaa, mørkegraa eller mørkegrøn. Rent grønlige eller rødlige Farver er sjældne.

353. Vægtfylden kan variere fra 2,7—3,5.

Styrken af god Skifer er 600—900 kg/cm$^2$. Haardheden er omkring ved 3.

Porøsiteten er meget ringe og kan for gode Skifre sættes til 0,6 %.

Vejrbestandigheden er for de gode Skifres Vedkommende overordentlig stor, og det samme gælder om Ildfastheden, naar Skiferen ikke indeholder kulsur Kalk.

354. Der findes mange forskellige Sorter Skifer. De almindelige Skifre har som oftest ujævnt Brud og kan ikke udspaltes i større Plader. Efter Anvendelsen skelner man mellem følgende Sorter:

355. **Tavleskifer** er sort paa Grund af dens Indhold af Kul. Desuden indeholder den som Regel megen kulsur Kalk, saa at den bruser med Syrer. Den er derfor ikke særlig vejrbestandig eller ildfast og lader sig heller ikke udspalte i tilstrækkelig tynde Plader til Tagdækning. Den indføres navnlig fra Tyskland og bruges til Solbænke, Fliser, Murafdækning, Plader i Pissoirer, Bordplader og lign. De fineste Sorter, der lader sig udspalte til tynde Plader, slibes glatte og bruges til Skoletavler. De indføres fra Italien, Portugal og England.

356. **Tagskifer** er Fællesbetegnelsen paa alle de Skifre, der nogenlunde let lader sig udkløve til meget tynde Plader, og som er tilstrækkelig vejrbestandige. Hertil kan kun de bedste Skifersorter bruges. Farven er hyppigst graa eller blaasort, og Bruddet er meget finkornet. Den maa ikke indeholde fremmede Mineraler, og navnlig maa den være helt fri for Svovlkis og kulsur Kalk. Den skal have en god Klang, og den maa ikke springe, naar man slaar et Søm igennem den, eller naar den ophedes; den maa heller ikke være porøs.

Det er kun faa Skifersorter, der tilfredsstiller alle disse Fordringer, som ubetinget maa være opfyldte, hvis man vil være sikker paa at faa en god, varig Skifer. Man bør derfor undersøge Tagskiferen, inden den bruges, saa meget mere, som det kan gøres paa meget simpel Maade og ved meget smaa Midler.

357. Varigheden er navnlig betinget af, at Skiferen ikke indeholder kulsur Kalk, Kul eller Svovlkis. Den kulsure Kalk giver sig til Kende ved Brusning, naar Skiferen behandles med Saltsyre, Kulstoffet ved Vægttabet, naar den pulveriserede Skifer glødes med Salpeter, og Svovlkisen ved Lugten af Svovlsyrling, naar Skiferen ophedes med Salpeter i et Reagensglas. Kalkholdige Skifre vil ogsaa sprænges, naar de efter Glødning lægges i Vand, fordi Kalken læsker sig og derved udvider sig. En anden udmærket Prøve for Skifer er at ophænge et Stykke deraf i et lukket Cylinderglas, paa hvis Bund, der er en mættet, vandig Opløsning af Svovlsyrling. En daarlig Skifer vil allerede efter faa Dages Forløb begynde at forvitre, medens de gode Skifre kan holde sig i Maaneder. Porøsiteten kan prøves ved, at man stiller en Skiferplade med Enden i Vand. En god Skifer maa da efter et Par Døgns Forløb kun have suget Vandet et Par Millimeter op; eller den kan prøves ved, at Skiferen lægges helt ned i Vand. Vandoptagelsen maa da højst udgøre 0,15 %. Endelig maa Skiferen ikke indeholde Revner, da disse kan foraarsage Sprængninger, hvis Vandet fryser i dem. Man kan prøve den for Revner ved at slaa paa den med en Hammer. Den skal da give en klar Klang.

358. Den engelske Port Madoc Skifer regnes for den bedste. Den er blaasort og leveres i Plader paa 3—5 mm Tykkelse og 35 × 60 cm Størrelse. Den gaar i Handelen i 3 Kvaliteter, nemlig „Old vein", der er den bedste, „Spotted vein", der har Svovlkispletter, og „Deep vein", der har Tværaarer, som gør den svagere.

De amerikanske Skifre har et stort Kalkindhold, og de taaler ikke Svovlsyrlingprøven. De er mindre vejrbestandige end de engelske.

Fra Frankrig indføres grønne og røde Skifre, der er temmelig gode, og blaa, der ikke er vejrbestandige.

## Løse Stenarter.

359. Herved forstaar man saadanne Mineraler, der af Vandet eller Isen er blevet transporteret til deres nuværende Findested, uden at de ellers er undergaaet nogen Forandring i Henseende til Sammenkitning, Omdannelse ad kemisk eller mekanisk Vej og lign. En Del af disse løse Stenarter som Grus, Singels og Ral vil blive omtalt under „Beton", Sand omtales under „Mørtler" og Infusoriejord under „Isoleringsmaterialer". Her skal derfor kun behandles:

## Kampesten.

360. Kampesten, der ogsaa kaldes Glacialsten, fordi de er ført herned med Isen fra Skandinavien, findes uregelmæssigt aflejret i alle Størrelser overalt i Jordbunden. De er som Regel af udmærket Beskaffenhed, fordi de løse og lidet modstandsdygtige er gaaet til Grunde og ødelagt i Tidens Løb. De bestaar af alle de faste Stenarter, der findes i Skandinavien, f. Eks. Gnejs, Granit, Porfyr o. s. v. De er et udmærket Materiale til Skærver.

Søsten er af samme Art; men de opfiskes fra Havet og er ofte af endnu bedre Kvalitet, fordi de har været underkastet stærke mekaniske og kemiske Paavirkninger af Vandet. De bruges navnlig til Vejskærver og Vandbygningsarbejder.

# LERVARER

## Lervarernes Inddeling.

361. Ved Lervarer forstaar man alle de Varer, der fremstilles ved Brænding af Ler eller af en kunstig sammenblandet Masse, der væsentlig indeholder Lerets Stoffer, men i en renere Tilstand.

362. Lervarerne kan deles i to Hovedgrupper, nemlig:

I. Lervarer med porøst Skaar, og

II. Lervarer med tæt Skaar,

idet man ved en Lervares Skaar forstaar en gennemgaaende Brudflade.

363. De porøse Lervarer kan dog gøres uigennemtrængelige for Vand, idet man forsyner dem med en Glasur, d. v. s. en glasagtig Masse, der bringes til at smelte paa Lervarens Overflade, saa at dennes Porer tættes af den smeltede Masse.

364. **Under Gruppe I** hører:

a. Alle almindelige Lervarer som Mursten, Tagsten, Drænrør, Gulvfliser, Pottemagervarer m. m.

b. Ildfaste Lervarer som ildfaste Mursten, Smeltedigler, Gasretorter m. m.

c. Terracotta.

d. Fajance, hvorunder hører almindelig tinglaseret Fajance, Majolika og fin Fajance.

365. **Under Gruppe II** hører:

a. Visse Sorter sintrede Lervarer, som de egentlige Klinker, sintrede Fliser m. m. samt Stentøj.

b. Porcellæn.

366. Med Undtagelse af Porcellæn, der fremstilles af slemmet Kaolin og finmalet Kvarts og Feldspat, fremstilles

alle de øvrige Lervarer af naturligt forekommende Ler, der dog som Regel maa underkastes en indgaaende Behandling, inden det egner sig til Brug. Undertiden giver man dog ogsaa Leret en Tilsætning af visse Stoffer, der paa forskellig Maade indvirker paa Lerets Beskaffenhed, saaledes som det senere lejlighedsvis skal omtales.

## Ler.

367. Leret bestaar hovedsagelig af forskellige kiselsure Forbindelser og forekommer i uhyre Mængder udbredt over hele Jorden. En af Lerets mest fremtrædende Egenskaber er dets Plasticitet, d. v. s. Evne til i tilpas fugtig Tilstand at kunne modtage en Form, som det beholder, baade medens det er fugtigt og efter at være tørret og brændt. Denne Egenskab ved Leret har Mennesket kendt og udnyttet fra de allerældste Tider. I Stenalderens Affaldsdynger, de saakaldte Køkkenmøddinger, finder man saaledes Potteskaar ved Siden af yderst primitive Stenredskaber.

### Lerets Oprindelse.

368. Leret opstaar ved Forvitring, d. v s. Sønderdeling af forskellige kiselsyre- og lerjordholdige Bjærgarter, hvoriblandt Granit, Gnejs, Porfyr og lignende er de vigtigste. Forvitringen skyldes mekaniske og kemiske Paavirkninger.

369. **Vejrsmuldringen.** Blandt de forskellige mekaniske Paavirkninger indtager Vejrsmuldringen den betydeligste Plads. Den skyldes dels Solsprængning, dels Frostsprængning.

**Solsprængning.** De lerdannende Bjærgarter bestaar af flere, ret uensartede Bestanddele, der udvider og sammentrækker sig lidt forskelligt ved Opvarmning og paafølgende Afkøling. Naar derfor disse Bjærgarter i Løbet af Dagen udsættes for stærk Solvarme og om Natten afkøles stærkt, saa vil der i Tidens Løb danne sig utallige Smaarevner, der efterhaanden

breder sig mere og mere og ofte bevirker, at Skal efter Skal løsner sig fra Bjærgarternes Overflade.

**Frostsprængning.** Om Vinteren fyldes alle Overfladens Revner og Ridser med Vand. Naar saa Frosten indfinder sig, fryser Vandet; men da Vand udvider sig 10 % ved Frysning, vil Revnerne aabne sig mere. Dette har til Følge, at der efter gentagne Frysninger og Optøninger sprænges Smaastykker løs fra Overfladen, saa at der dannes Grus, som yderligere kan findeles paa samme Maade. I Lande med hyppigt vekslende Frost og Tø har Frostsprængningen størst Betydning ved Vejrsmuldringen.

370. **Forvitringens kemiske Forløb.** Samtidig med Vejrsmuldringen foregaar der en kemisk Omdannelse af Bjærgarten. Det nedsivende Vand indeholder nemlig Kulsyre, som angriber de kiselsyreholdige Bjærgarter under Dannelse af Karbonater. Ovennævnte Bjærgarter, af hvilke Graniten er den mest udbredte, bestaar af Kvarts, Feldspat og Glimmer. Af disse Mineraler er det særlig Feldspatten, der angribes. Der findes flere Slags Feldspat, hvoraf dog Kalifeldspatten er den vigtigste. Dennes kemiske Sammensætning er

$$K_2O, Al_2O_3, 6SiO_2.$$

Ved Paavirkning af kulsyreholdigt Vand (Regnvand) angribes Kaliet af Kulsyren, hvorved der dannes kulsurt Kali, $K_2CO_3$, endvidere opløses der Kiselsyre, og samtidig bindes noget Vand kemisk. Kaliumkarbonatet og den opløste Kiselsyre gaar bort med det nedsivende Vand. Tilbage bliver en Rest, der ikke yderligere kan forvitre, og hvortil det optagne Vand er kemisk bundet. Dette Produkt, der er et hvidt, meget fint Pulver, kaldes Kaolin og er sammensat $2H_2O, Al_2O_3, 2SiO_2$.

Som man ser af Formlen er Kaolin et vandholdigt Aluminiumsilikat. Dette er Hovedbestanddelen i alt Ler, om end den Mængde, i hvilken det forekommer i de forskellige Slags Ler, er meget varierende.

Den her beskrevne Forvitringsproces foregaar umaadelig langsomt, saa langsomt, at dens Spor knapt er til at paavise i Løbet af en Menneskealder. Naar Processen ikke desto

mindre har foraarsaget Dannelsen af de kolossale Lerlag, der findes over hele Jorden, saa faar man herved et mægtigt Indtryk af, hvilken uhyre Ælde Jorden har.

## Lerets Aflejring.

371. Idet nu Feldspatten forvitrer, som ovenfor beskrevet, falder Bjærgarten hen til en blød, leragtig Masse. I denne Masse findes Kvartskornene uforandret, hvilket ogsaa er Tilfældet med den lyse Glimmer, medens den mørke Glimmer delvis forvitrer. Endvidere findes der en Del mere eller mindre forvitrede Stykker af selve Bjærgarten.

372. Kun i ganske enkelte Tilfælde bliver hele den forvitrede Masse liggende paa Stedet, hvor Forvitringen er sket, som f. Eks. i Kaolinlejet ved Rønne. Sædvanlig skylles det fine Kaolinpulver og de øvrige fine Bestanddele bort med Regnvandet, der fører det med sig gennem Bække, Aaer og Floder til en Sø eller til Havet. Foruden de nævnte Bestanddele medfører Strømmen uforvitrede Mineralkorn og Sandkorn, hvis den er tilstrækkelig stærk dertil. De medrevne Korn slides mod hverandre og mod Strømlejet, hvorved der dels opstaar et ganske fint Pulver af uforvitret Mineral, det saakaldte Mineralslib. og dels løsrives større eller mindre Dele af Strømlejet. Da Vandløbene jo som Regel passerer meget vekslende Jordformationer, vil det forstaas, at de Leraflejringer, der opstaar, naar det opslemmede Materiale bundfælder sig, kan være af en meget sammensat Art. Selve Leraflejringen begynder sædvanlig først ved Vandløbenes Udmunding i Søer eller i Havet. Idet Vandstrømmen her fordeler sig til alle Sider, aftager Hastigheden, saa at det opslemmede Materiale bundfælder sig. Først afsættes de grovere Dele, længere ude de finere Dele, og helt ude, hvor Vandet er kommen i Ro, aflejres det fine Ler. Da Strømhastighederne stadig varierer, vil Dele af en vis Kornstørrelse aldrig aflejre sig nøjagtigt paa samme Sted, men snart længere inde eller længere ude. Et lodret Snit gennem de aflejrede Materialer vil derfor vise sig lagdelt, ligesom Korn-

størrelsen vil være forskellig i Lagene, men ret ensartet indenfor de enkelte Lag.

Leraflejringen sker altsaa under Vand. Naar man ikke desto mindre træffer Lerlag højt oppe i Bjærge, skyldes dette, at Jordskorpen har hævet sig, efter at Lerlagene er aflejrede.

373. Undersøger man Lerforekomsterne nærmere, viser det sig, at der, navnlig her i Landet, findes Ler, om hvilket man maa sige, at det umuligt kan være aflejret paa den ovenfor beskrevne Maade. Leret har øjensynlig ikke været underkastet nogen naturlig Slæmning, eftersom det optræder som en Blanding af alle Kornstørrelser fra hele Klippeblokke og ned til de allerfineste Lerpartikler. Undertiden findes dog indesluttet i saadant Ler stenfrit og lagdelt Ler, som kun kan være opstaaet ved naturlig Slemning.

374. Geologerne var længe i Vildrede med, hvorledes man skulde forklare sig Dannelsen af dette Ler. Det var først efter indgaaende Undersøgelser af Nutidens Isbræer, at man naaede til en tilfredsstillende Løsning af Spørgsmaalet, nemlig ved Opstilling af den saakaldte Isteori.

375. Ved Overgangen til det Tidsrum, der i Jordens Historie benævnes Kvartærperioden, og som i geologisk Henseende gaar umiddelbart forud for Nutiden, skete der en stor Forandring i Nordevropas Klima. Dette havde i den forudgaaende Jordperiode, Tertiærperioden, haft et tropisk Præg, men i den første Del af Kvartærperioden sank Temperaturen efterhaanden saa stærkt, at der indtraadte et fuldstændig arktisk Klima. Dette store Temperaturfald, der tog lange Tider, bevirkede tilsidst, at der faldt mere Sne om Vinteren, end der smeltede og fordampede om Sommeren. Som Følge heraf opstod der en mægtig Bræ, der, da den havde sin største Udstrækning, dækkede Skandinavien, England, Holland, Danmark, hele Nordtyskland og største Delen af det evropæiske Rusland. Det er denne Bræs Morænematerialer, der forefindes i de ovennævnte Lerdannelser, som derfor kaldes Moræneler eller Istidsler, idet man kalder Kvartærperiodens første Afsnit for Istiden.

Fra de skandinaviske Højfjælde gled Isbræen frem over de nævnte Egne, medførende sit Morænemateriale, der ligesom Nutidens Isbræers bestod af Klippeblokke, store og smaa Sten, Grus, Sand og Ler, hvilket den alt sammen medbragte fra Højfjældene. Som den gled frem, øgede den sit Materiale, idet den slæbte med sig alt, hvad den formaaede at løsrive med de i dens Bund fastfrosne „Skuresten", der bærer Vidnesbyrd om det Arbejde, de i sin Tid udførte, ved de parallele Striber og dybe Furer, der findes paa deres Overflade. Ustandselig gled Isbræen frem, indtil den kom til Egne, hvor Temperaturen var saa høj, at der smeltede lige saa megen Is, som der gled frem. Ved Isens Smeltning aflejrede Morænematerialet sig, og der opstod de saakaldte Morænedannelser, hvor groft og fint Materiale ligger hulter til bulter mellem hinanden. Under Smeltningen stod Bræens Rand ikke paa samme Sted. Om Vinteren skød den sig frem, og om Sommeren trak den sig tilbage. Indtraf der en Række varme Somre, drog Isranden sig mere og mere tilbage. Smeltevandet, der medførte en Del af Bræens Grus, Sand og Ler, løb saa hen over ældre Morænedannelser, i hvis Sænkninger de opslemmede Materialer bundfældte sig, saa at der efter Omstændighederne opstod stenfri Grus-, Sand- og Leraflejringer. Fulgte der efter de varmere Aar en koldere Periode, gled Bræen atter frem og lagde sin Moræne ovenpaa de stenfri Smeltevandsaflejringer.

Herefter er man i Stand til at forklare Tilstedeværelsen af de stenfri Aflejringer i Moræneleret.

Morænelerets stærkt blandede Beskaffenhed, dets Indhold af Skuresten og stenfri Aflejringer giver et af de sikreste Beviser for Isteorien.

## Lerets Sammensætning.

376. Som det fremgaar af det foregaaende, bestaar det naturligt forekommende Ler af mange forskellige Bestanddele i stærkt vekslende Mængder. Disse Stoffer er dels dannede ved Forvitringen, dels komne til under Aflejringen. Det vigtigste af alle Lerets Stoffer er det ved Feldspattens

Forvitring dannede vandholdige Aluminiumsilikat, $2H_2O$, $Al_2O_3$, $2SiO_2$. Dette kaldes, uanset den Mængde, hvori det optræder, for Lerets Grundbestanddel, medens alle de øvrige i Leret forekommende Stoffer kaldes Indblandinger.

377. **Det vandholdige Aluminiumsilikat** betinger Lerets Plasticitet. Hvorledes det virkelig forholder sig hermed, er endnu ikke tilstrækkelig opklaret. Det synes dog, at inden for visse Grænser er det ikke saa meget Mængden af Silikatet, der indvirker paa Plasticiteten, som Silikatets mere eller mindre svampede Tilstandsform.*) Lerets Vandoptagningsevne tiltager, jo mere svampet Silikatet optræder. Men jo mere Vand der optages, desto større bliver Lerets Udbuldning og paafølgende Tørringssvind. Tørringssvindet maa imidlertid holdes inden for passende Grænser, da de formede Genstande ellers kaster sig eller endog revner ved Tørringen. En for stor Plasticitet kan altsaa virke meget uheldigt. Den kan dog modvirkes ved Tilsætning af visse uplastiske Stoffer som Sand og brændt, pulveriseret Ler. Da man i daglig Tale kalder stærkt plastisk Ler „fedt" Ler, kaldes en saadan Tilsætning „Magring" af Leret, og de paagældende Stoffer „Magringsmidler"

378. **Lerets Indblandinger**. De vigtigste i Leret forekommende Indblandinger er Sand, Mineralslib, kulsur Kalk, Jærniltehydrat, Svovlkis, og svovlsure Salte. Disse Stoffer har først og fremmest den Betydning for det raa Ler, at de optræder som Magringsmidler i dette. Ofte forekommer de i en saadan Mængde, at Leret efter en passende Gennemarbejdning uden videre er brugeligt til Formningen. Indblandingerne har dog ogsaa paa flere andre Maader den største Betydning for den brændte Vare. Her skal derfor ganske kort omtales, hvorledes de enkelte Stoffer forholder sig under og efter Brændingen.

379. **Sand** er Lerets vigtigste Magringsmiddel. Da det hovedsagelig bestaar af Kvartskorn, har det tillige den Be-

*) H. Fischer-Møller: Teglværkskemi.

tydning, at det modvirker Lerets Tilbøjelighed til at svinde under Brændingen, idet Kvarts udvider sig lidt ved Glødning. Dette har paa den anden Side til Følge, at Kvartsen undertiden kan sprænge Lervarerne under Brændingen, nemlig hvis Kvartsen forekommer som Smaasten eller i meget findelt Tilstand.

380. **Mineralslib,** uforvitret Mineral, er et overordentlig fint Pulver. Hvis det er til Stede i større Mængde, nedsætter det Lerets Plasticitet. Da det endvidere giver daarligt sammenhængende brændte Varer, og det ikke kan fjernes fra Leret ved Slæmning, fordi det er saa fint, kan saadant Ler ikke anvendes, uden at man brænder de deraf fremstillede Genstande til Sintring*). Lerets Smeltning lettes nemlig stærkt af Mineralslibet paa Grund af dettes Indhold af Alkalier. Hvis saadant Ler ønskes anvendt til Teglværksbrug eller i Pottemagerierne, hvor man ikke brænder til Sintring, maa man give det en passende Tilsætning af fedt Ler.

381. **Kulsur Kalk** kan forekomme i Leret som Kridtstykker. Disse maa inden Brugen fjernes enten ved Slæmning eller ved, at man tørrer Leret og finmaler det i Kuglemøller. Hvis man nemlig anvender Leret f. Eks. til Mursten uden at fjerne eller findele Kridtstykkerne, saa vil disse ved Brændingen omdannes til brændt Kalk, idet Kulsyren uddrives. Kommer Murstenene derefter i Berøring med Vand, vil Kalken læske sig, men da Kalk udvider sig ved Læskning, kan Kalkkornene sprænge Murstenene.

382. Undertiden forekommer den kulsure Kalk saa stærkt findelt i Leret, at den ikke lader sig fjerne derfra ved Slæmning. Et saadant Ler, der kaldes Mergel, er udmærket egnet til Brænding, selv om det indeholder indtil 30 % kulsur Kalk. Paa Grund af den findelte Tilstand vil Kalken ved Brændingen forene sig med Leret under Dannelsen af Kalksilikater, hvorved den uskadeliggøres. Vil man fremstille gule Lervarer, er Tilstedeværelsen af saadant findelt Kalk ligefrem en Nødvendighed. De i Leret forekommende Jernilter gaar nemlig ved Brændingen i Forbindelse med Kalken

*) Se § 395.

og Kiselsyren, hvorved der dannes et gult Kalk-Jærniltesilikat. En ren Farve opnaas dog kun, naar der i Leret findes mindst 3 Gange*) saa meget findelt kulsur Kalk som Jærnilte, og Brændingen foregaar mellem 1000 og 1100°. Med et mindre Kalkindhold opstaar rødgule Mellemfarver, hvilket ogsaa finder Sted, naar Brændingstemperaturen ligger under 1000°.

383. **Jærniltehydrat** er den Form, hvori Jærnet hyppigst forekommer i Leret. Jærnet kan dog ogsaa forekomme som Forilte, nemlig som kulsurt Jærnforilte, Jærnspat. Jærniltehydratets Betydning for Leret ligger i den Indflydelse, det har paa Farven af det brændte Ler. Farven, som det brændte Ler faar, afhænger for det første af, om der anvendes iltende eller reducerende Brænding, dernæst af Brændingsgraden og Blandingsforholdet mellem Jærniltehydrat og Lerjord samt endelig ogsaa af, om Leret indeholder kulsur Kalk eller ikke.

Ved iltende Brænding af Ler med intet eller kun ringe Indhold af Jærniltehydrat er Brændingsfarven hvid til graalig. Med større Indhold af Jærnilte skifter Brændingsfarven fra bleggul ved lav til gulbrun ved højere Brændingsgrad. Hvis Forholdet mellem Jærniltehydrat og Lerjord er 1 : 3 eller derover, kommer røde Farver frem; mellem ca. 600°—ca. 800° brunrød, mellem ca. 800°—ca. 1100° stærk rød og over 1100° rødviolet til blaasort. Den kulsure Kalks Indflydelse paa Brændingsfarven er omtalt i forrige Paragraf.

Ved **reducerende** Brænding omdanner en Del af Jærniltehydratet sig til Jærnforilte, hvorved Brændingsfarven kan blive grønligsort til sort.

384. **Svovlkis** forekommer sædvanlig i Leret som større eller mindre Korn. Ved Brændingen ristes den, hvorved der opstaar blærede, sortebrune Klumper af Jærnilte, der giver de brændte Varer et grimt Udseende. Svovlkisen kan ogsaa forvitre i Leret, hvorved der dannes **svovlsure Salte,** der

*) H. Fischer-Møller: Teglværkskemi.

INDUSTRIFORENINGENS BIBLIOTEK

gaar i Opløsning i det vaade Ler, og da de ikke uskadeliggøres under Brændingen, vil de senere kunne gaa i Opløsning i Tilfælde af, at de brændte Varer, f. Eks. Mursten, bliver vaade. Ved Vandets Fordampning aflejrer Saltene sig da paa Murstenens Overflade som et hvidt skimlet Beslag, der gaar under Navn af „Salpeter", men forøvrigt ikke har andet fælles med dette Stof end Navnet.

## Lerarternes Inddeling.

385. Som det fremgaar af ovenstaaende, har Indblandingernes Art og Mængde stor Betydning for Lerets Anvendelighed. I Særdeleshed gælder dette for Jærniltehydratets og den kulsure Kalks Vedkommende, idet disse Stoffer særlig indvirker paa Lerets Brændingsfarve. Efter det forskellige Indhold af Jærn og Kalk kan Lerarterne inddeles i følgende fire Grupper:

I. Lerjordrige og jærnfattige,
II. Lerjordrige og middeljærnholdige,
III. Lerjordfattige og jærnrige,
IV. Lerjordfattige samt jærn- og kalkrige.

## Danske Lerarter.

386. Her i Landet findes kun paa Bornholm Lerarter af alle fire Grupper. De Lerarter, der forekommer i den øvrige Del af Landet, kan henføres under Gruppe III og Gruppe IV.

387. Udenfor den ovenanførte Gruppering falder det saakaldte Moler, der hovedsagelig bestaar af Skaller af Kiselalger og en større eller mindre Mængde Ler.

Lerarterne fordeler sig paa følgende Maade under Grupperne I til IV:

388. **I Gruppe.** Herunder hører af danske Lerarter kun Rønnekaolinen. Denne er opstaaet paa Stedet ved Forvitring af den Granit, hvorpaa den hviler. Som Følge heraf indeholder den en Del Kvartskorn samt en Del uforvitrede Granitkorn. Kaolinen maa slæmmes, hvis man ønsker at fjerne Kvarts- og Granitkornene. Den slæmmede Rønne-

kaolin er et overordentlig fint, hvidt Pulver, der ikke i lange Tider har været anvendt til Porcellæn, da den indeholder lidt Jærn, som ved den høje Brændingstemperatur gav Porcellænet en svag graalig Farvetone. Under Verdenskrigen har Rønnekaolinen dog været anvendt til Fremstilling af teknisk Porcellæn. Da Rønnekaolinen er overordentlig ildfast, anvendes den sammen med Chamotte (brændt, pulveriseret, ildfast Ler) til de „Kapsler" (Beholdere), hvori de finere Lervarer henstilles i Ovnen under Brændingen. Den største Del af den slæmmede Rønnekaolin anvendes dog som Fyldstof i Papirfabrikationen. Raa uslæmmet Rønnekaolin anvendes ogsaa sammen med andet bornholmsk ildfast Ler til Fremstilling af ildfaste Sten.

389. **II Gruppe.** De danske Lerarter, der hører herhen, findes ogsaa kun paa Bornholm. De hører ind under „Bornholms Kulformation" og findes aflejrede paa Øens sydvestlige Kyst. Det er hovedsagelig graa eller graahvide Lerarter, hvoraf flere er ildfaste. De bruges til Fremstilling af Stentøj, ildfaste Sten og Klinker.

390. **III og IV Gruppe.** Herunder henføres de øvrige i Landet forekommende Lerarter med Undtagelse af Moleret.

**Det stenfri Istidsler.** Navnet er en Fællesbenævnelse paa en Del ret forskellige Lerarter, der findes spredt over hele Landet. De har stor Betydning for vor Teglværksindustri, da de, hvad Navnet ogsaa antyder, har været underkastet en naturlig Slæmning. De har som Regel en blaagraa Farve, hvorfor de ogsaa i daglig Tale kaldes „Blaaler". De indeholder ofte betydelige Mængder af kulsur Kalk og tillige fint Sand i ret vekslende Mængde. De vigtigste af disse Lerarter er Dryasleret, Cyprinaleret og Yoldialeret. Dryasleret er en lagdelt Leraflejring, der forekommer pletvis og har faaet sit Navn af, at der i Leret forekommer Levninger af en Istidsplante, den saakaldte Rypelyng (Dryas octopetala). Den betydeligste Forekomst er ved Stenstrup paa Fyn, hvor Leret udnyttes af flere store Teglværker. Cyprinaleret har sit Navn af, at det indeholder Skaller af Cyprinamuslingen. Det findes særlig ved Faaborg og paa Langeland og Ærø.

Yoldialeret, der forekommer i Vendsyssel, er en lagdelt Lerart, der ogsaa bruges meget til Teglværksbrug. Det har sit Navn af, at det indeholder Skaller af den lille Yoldiamusling (Yoldia arctica).

**Moræneleret** findes særlig i den østlige og sydlige Del af Landet. Det anvendes en Del til Teglværksbrug, men maa sædvanlig slæmmes først paa Grund af dets Indhold af Sten og Kridtstykker.

**Glimmerleret** er en temmelig mager, sandet Lerart, der navnlig forekommer mellem Holstebro og Ringkøbing og mellem Varde og Esbjerg. Det indeholder fint fordelt Kul, saa at Lerets Farve er brunliggraa eller brunsort. Sit Navn har det faaet af, at det indeholder en Del Glimmer som smaa lyse Skæl. Det anvendes til Teglværksler og til Fremstilling af de saakaldte Jydepotter.

**Plastisk Ler** er en meget udbredt Lerart, der forekommer omkring den vestlige Del af Limfjorden, ved Mariager Fjord, ved Langaa, Aarhus og ved Lillebælt samt ved Refsnæs. Det er en meget plastisk, omtrent sandfri Lerart. Da plastisk Ler er vanskelig at arbejde med, anvendes det ikke videre til Teglværksbrug. Derimod anvendes det til Fremstilling af Portlandcement.

391. **Moleret** bestaar af Kiselalger, lavstaaende Planter, og indeholder tillige større eller mindre Mængder af Ler. Moleret forekommer i forskellige Klinter paa Mors og tillige i Klinter paa de omliggende Limfjordskyster. Saa vidt man ved, forekommer der intet andet Sted Ler af en lignende Sammensætning som det danske Moler. Store Mængder af det let tilgængelige Materiale egner sig fortrinligt til Teglværksbrug.

## De teknisk vigtigste Lervarer.

### A. Lervarers Fremstilling.

392. **Lerets Forberedning.** Da Leret forekommer lagdelt og ofte stærkt uensartet, er det ikke egnet til Formning

umiddelbart efter Opgravningen. Indeholder det Sten, Kridtklumper og lign., maa disse fjernes eller uskadeliggøres. Større Sten fjernes allerede ved Gravningen, medens mindre Sten og Kridtklumper enten fjernes fra Leret ved Slæmning eller i særlige Stenudskilningsapparater. Undertiden knuses og findeles Sten, Kridtklumper og andre Indblandinger ved, at man maler Leret i store Kollergange, hvilket særlig benyttes ved Anvendelse af Moler og ogsaa har været forsøgt overfor Moræneler. Overfor Moræneler maatte Metoden dog opgives, da det malede Moræneler blev for magert.

Af de forskellige Forberedningsarbejder, Leret underkastes inden Formningen, skal her omtales Slæmning, Vintring, Sumpning og Æltning.

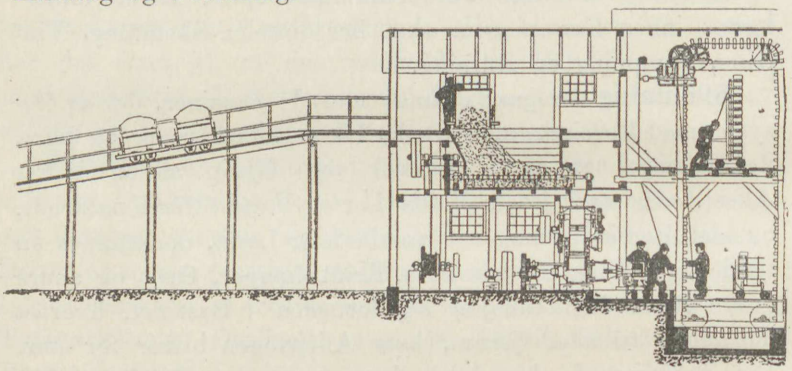
**Slæmning** foregaar i runde murede Bassiner, der er forsynet med Røreindretninger som Harver, Jærnkæder og lign., der bevæges rundt i Bassinet ved Hjælp af en lodret Aksel, som staar i dets Midte. Ler og Vand tilføres uafbrudt, og idet Røreindretningerne sønderdeler Leret, opslæmmes en tynd Lervælling, medens Sten, Kridtklumper, Grus og andre grove Bestanddele aflejrer sig forneden i Bassinet, hvorfra de af og til maa fjernes, naar Aflejringen bliver for stor. Det opslæmmede Ler løber bort foroven i Bassinet. Det løber gennem flade Trærender, hvori nogle af de groveste opslæmmede Dele bundfælder sig, til store, flade, særligt indrettede Grave, hvori Leret bundfælder sig.

Slæmning anvendes overfor Lerarterne af Gruppe I og II (§§ 388 og 389), og undertiden ogsaa overfor Moræneleret.

**Vintring** eller **Vintergravning** anvendes særlig overfor fedt Ler for at gøre det egnet til Æltningen, der gaar forud for Formningen. Ved Vintringen lægges Leret om Efteraaret i lange Bede, der jævnlig overbruses med Vand, ligesom de en Gang imellem omskovles. Vinterens afvekslende Frost og Tø vil nu skørne Leret, saa at det falder hen til en blød, porøs Masse, der er fuldstændig gennemtrængt af Vand.

**Sumpning.** Da Vintringen paa Grund af de omtalte Vandinger og Omskovlinger er en ret dyr Proces, under-

kastes Leret ofte kun en saakaldt „Sumpning“. Ved Sumpningen sammentrampes Leret lagvis i murede overdækkede „Sumpe“. Naar et Lerlag er passende sammentrampet, overbruses det med Vand, saa at det kommer til at indeholde den til Formningen nødvendige Vandmængde. Er Leret for fedt, udbredes Magringsmidlerne (Sand eller magert Ler) mellem Lerlagene. Naar Leret efter tilstrækkelig lang Henliggen er ensartet gennemtrængt af Vandet, stikkes det af ved smalle, lodrette Stik, der føres helt ned til Sumpens Bund, hvorefter det opgravede, lagdelte Ler gaar til Æltning og Formning.



(Fra F. L. Smidth & Co.)

Fig. 78.

**Æltningen** tilsigter en omhyggelig Sammenblanding af Leret, saa at al Lagdeling forsvinder. Den udføres som Regel ved Hjælp af Lermøller og Valseværker. Lermøllerne er cylindriske Maskiner, hvori Leret bearbejdes af Knive, der vender Fladen mod Leret og er anbragt paa en roterende Aksel. Fra første Lermølle, der kaldes „Forælteren“, Fig. 78 foroven, gaar Leret gennem et eller flere Valseværker, der knuser alle de mindre Korn og Klumperne, men tilbageholder, „udskiller“, alle de Sten, der er for store til, at Valserne kan knuse dem. Fra Valseværkerne gaar Leret igennem endnu en Lermølle og er saa færdigt til Formningen. I mange Tilfælde er Valseværkerne og den sidste Lermølle direkte forbundet med en Formemaskine.

393. **Lerets Formning.** Nu om Stunder sker Lerets Formning mest paa Maskine, men i de Tilfælde, hvor det drejer sig om Fremstilling af faa Genstande af mindre gængs Form, eller hvor særlige Forhold gør sig gældende, anvender man dog endnu Haandformning. Formemaskinerne deler sig i to Hovedgrupper, nemlig Maskiner, der fremstiller Genstandene ved Strengpresning af et plastisk Materiale, og Maskiner, der fremstiller Genstandene ved Tørpresning af et uplastisk Materiale.

Som Eksempel paa forskellige Formemetoder skal nærmere omtales Haandformning af Mursten, Maskinformning af Mursten samt Formning af Fliser.

**Haandformede (haandstrøgne) Mursten** fremstilles ved Hjælp af en simpel Træform, der er uden Bund og indeholder 1 à 3 Rum. Leret maa være meget vaadt, da man ellers ikke faar Formen godt fyldt i alle Hjørner; men da vaadt Ler svinder stærkt ved Tørringen, maa det være meget magert, for at Murstenene ikke skal revne under Tørringen. Ved Formningen dyppes Formen i Vand og stilles paa et Formebord, som kommer til at danne Bund i Formen, hvorefter den klaskes fuld af Ler, afstryges og tømmes af paa et Brædt, saa at Murstenene kommer til at ligge paa Fladen. Naar Brættet er fyldt med Mursten, bringes det ind i et Tørrerum. Med Haandform kan en Mand kun forme 3000 à 5000 Sten pr. Dag. Metoden er derfor dyr. Haandstrøgne Sten foretrækkes imidlertid ofte for maskinformede (maskinstrøgne) Sten til Opmuring af Facader. De haandstøgne Stens Sider og Ender er nemlig ru og noget ujævne, saa at den opmurede Facade faar et mere livligt og tiltalende Udseende, end hvis man havde anvendt maskinstrøgne Sten, der netop udmærker sig ved deres glatte Ender og Sider.

**Maskinstrøgne Mursten** formes i en saakaldt Murstensmaskine, der ses forneden paa Fig. 78. Leret gaar gennem Forælteren foroven og falder derefter ned i Murstensmaskinen. Det passerer her tre Valsepar og falder saa ned i en vandret Lermølle. Dennes Knive er anbragt om Akslen efter en



INDUSTRIFORENINGENS BIBLIOTEK

Skrueflade, saa at Leret presses hen imod Lermøllens forreste Ende, samtidig med at det æltes. Lermøllen indsnevres foran til et Mundstykke, hvorigennem Leret presses ud som en strukturløs, velgennemarbejdet Streng, der har samme Tværsnit som Murstenens Liggeflade. Lerstrengen glider fra Mundstykket ind paa et Afskærebord, hvor den udskæres til Mursten ved Hjælp af Staaltraade, der er udspændt i en Jærnramme, som sidder paa den lille Vogn, hvorpaa Lerstrengens forreste Ende hviler. Afstanden mellem Staaltraadene er lig Stenens Tykkelse. Afskæringen foregaar ved, at man svinger Jærnrammen ned, og da Maskinen er indrettet saaledes, at Vognen følger Lerstrengen under Afskæringen, saa faar man fuldstændig lodrette Snitflader. Ved denne som ved enhver anden Formning af raa Lergenstande skal der selvfølgelig tages Hensyn til, at Leret svinder baade ved Tørring og Brænding. Murstenene skal derfor fremstilles lige saa meget for store, som de nævnte Svind andrager.

**Maskinpresning af Mursten** udføres i særlige Presser med Ler, der omtrent er tørt. Metoden bruges særlig overfor Lersorter, der er for lidt plastiske til at kunde formes paa sædvanlig Maade. Mursten, der er fremstillet ved Tørpresning, bliver imidlertid tungere end strøgne Sten, og de maa brændes til Sintring for at blive tilstrækkelig vejrbestandige. I Danmark fremstiller man ikke mere tørpressede Sten, men Metoden anvendes en Del i England og Amerika. Den har den Fordel, at Stenene ikke skal tørres, men kan brændes umiddelbart efter Presningen.

**Fliser** fremstilles kvadratiske, rektangulære eller sekskantede. Formningen sker gerne ved Strengpresning eller Tørpresning.

Ved Strengpresning gennem et særligt Mundstykke fremstilles en Lerplade, som ved Hjælp af Staaltraade skæres i passende Stykker. Sædvanlig er den saaledes fremstillede Flise ikke tæt nok, men maa efterpresses efter en passende Tørring. Derefter beskæres den til den nøjagtige Størrelse, tørres færdig og brændes.

Ligesom Mursten kan Lerfliserne ogsaa fremstilles ved Tørpresning af Ler med ca. 8 % Fugtighed. Saadanne Fliser brændes umiddelbart efter Presningen og brændes til Sintring.

Fliser af ekstraordinær Kvalitet fremstilles undertiden ved, at man sammenpresser to Lag Ler af forskellig Sammensætning. Til Flisens øverste Del benyttes da Ler, der efter Brændingen udmærker sig ved en smuk ensartet Farve og stor Tæthed og Modstandsevne overfor Slid, medens Flisens Underpart kan fremstilles af Ler, der efter Brændingen kun behøver at udmærke sig ved Styrke og Sejghed.

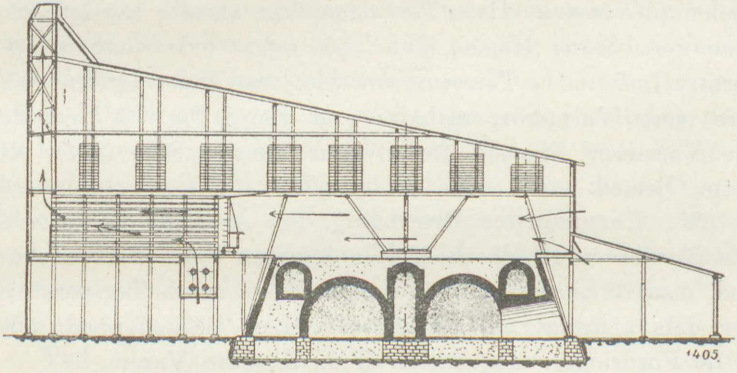


Fig. 79.

394. **Lervarernes Tørring.** De vaadt fremstillede Lervarer maa tørres inden Brændingen, og Tørringen maa foretages med stor Forsigtighed og nøje afpasses efter Lerets Beskaffenhed. Hvis man nemlig tørrer for hurtigt, revner Leret, og tørrer man ikke ensartet, vil Lervaren kaste sig. Tørringen foregaar enten ved Hjælp af naturligt Lufttræk i saakaldte „Tørrelader", hvis Vægge bestaar af Tremmeværk, eller ogsaa anvender man særlige Tørreanlæg, i hvilke Tørringen foregaar ved varm Luft.

Tørreladerne er billige at indrette, men de har den Ulempe, at de ikke kan benyttes om Vinteren, da indtrædende Frost vil fryse de vaade Lervarer i Stykker.

Kunstige Tørreanlæg indrettes som Regel oven paa Ovnen, hvori Lervarernes Brænding foregaar. Man opnaar derved, at Ovnens Spildevarme kan udnyttes ved Tørringen. Fig. 79 viser et Tværsnit gennem et kunstigt Tørreanlæg for almindelige Teglvarer. For neden i Midten ligger Ovnen, en Langovn efter Ringovnsystemet, hvis nærmere Indretning bliver forklaret i § 398. Til venstre over Ovnen findes Tørrerummet, hvor Lervarerne opstilles f. Eks. paa transportable Reoler. Luften træder ind fra højre Side, som Pilene viser, opvarmes i Rummet over Ovnen, stryger ind mellem Lervarerne og videre ud til det fri gennem Skorstenen til venstre. Hvis Tørringen ikke skrider hurtigt nok frem paa denne Maade, kan man ogsaa lede stærkere opvarmet Luft ind i Tørrerummet, idet man lader Luften passere nogle Varmerør, saaledes som vist i Fig. 79, hvor de fire Varmerør lige ud for Ovnens venstre Side tjener til dette Øjemed.

395. **Lervarernes Brænding.** For at skaffe Lervarerne den Styrke og Holdbarhed, som betinger deres Anvendelighed, maa de brændes, d. v. s. ophedes til en vis Temperatur, der dels afhænger af det anvendte Lers Beskaffenhed, dels af de Fordringer, man stiller til de brændte Varer.

Allerede ved Tørringen afgiver Leret største Delen af sit Vand, men der bliver dog tilbage i Porerne en Del mekanisk bundet Vand, som først gaar bort ved Ophedning til ca. 120°. Foruden det mekanisk bundne Vand indeholder Leret ogsaa kemisk bundet Vand, der dels indgaar i Grundbestanddelen, $2H_2O$, $Al_2O_3$, $2SiO_2$, og dels indgaar i flere af Indblandingerne, f. Eks. i Jærniltehydratet. Det kemisk bundne Vand gaar først bort ved Glødning. Ved lys Rødglødhede er det meste kemisk bundne Vand uddrevet; men selv ved stærk Hvidvarme kan f. Eks. Kaolin endnu afgive lidt Vand. Det afvandede Ler er en haard mere eller mindre porøs Masse, der for stedse har mistet sin Plasticitet. Det vilde dog ikke være i Besiddelse af de Egenskaber, der kendetegner det brændte Ler, hvis der ikke samtidig med Afvandingen fandt en kemisk Vekselvirkning Sted mellem

Lerets forskellige Bestanddele, saa at der opstod kiselsure Forbindelser, der smeltede ved den herskende Temperatur og kittede Lermassens Dele sammen. De af Lerets Bestanddele, der bevirker denne Sammensmeltning, kalder man „Flusmidler". Hertil hører særlig Ilterne af Kalium, Natrium, Kalcium, Magnium og Jærn, samt i mindre Grad Kiselsyreanhydrid ($SiO_2$). Hvis Leret indeholder særlig mange Flusmidler, maa det brændes ved lav Temperatur, da man ellers risikerer, at der smelter saa meget af Massen, at Lervaren ikke kan bevare sin Form, men f. Eks. kaster sig eller endog synker sammen.

Ved lav Brændingstemperatur faar man som Regel Lervarer, der ikke har den Styrke og navnlig ikke den Vejrbestandighed, der sædvanlig maa kræves af dem. Taaler Leret en saadan Opvarmning, at der sker en passende Smeltning, uden at Lervaren mister sin Form eller Porøsitet samt tillige er klangfuld, stærk og vejrbestandig, siges Varen at være „garbrændt". Brændes Leret ved endnu højere Temperatur, saa at Porøsiteten gaar tabt, idet den smeltede Masse fylder Porerne, medens Lervarens rigtige Form og Størrelse bevares, siges Varen at være brændt til „Sintring".

Ved tilstrækkelig høj Opvarmning vil alt Ler smelte; men den Temperatur, ved hvilken Smeltningen indtræder, er meget forskellig for de enkelte Lerarter. Man kalder de Lerarter, hvis Smeltepunkt ligger ved eller over 1650° for „ildfaste". Grunden til, at man har valgt netop den Temperatur som Grænseværdi er, at Temperaturen i de fleste Ovne ligger saa lavt, at brændte Sten med et Smeltepunkt paa 1650° vil vise sig tilstrækkelig holdbare som Ovnfor.

Angaaende Indblandingernes Indflydelse paa Lervarernes Brændingsfarve samt en iltende eller reducerende Brændings Indflydelse paa samme, henvises til, hvad der er sagt i §§ 382 og 383.

396. Ved Lervarernes Brænding kan man skelne mellem tre Stadier. Først den saakaldt „Smøgning", der sker ved ca. 120° C. og tilsigter at uddrive alt det mekanisk bundne

Vand. Derefter den egentlige Brænding, hvorved det kemisk bundne Vand uddrives, samtidig med at Lerets Bestanddele forener sig til Silikater. Endelig de brændte Lervarers Afkøling, der maa foregaa langsomt, for at der ikke skal opstaa Afkølingsridser i dem.

Brændingen foregaar enten i periodiske eller i kontinuerlige Ovne.

397. Af **periodiske Ovne** findes en Del, der er ret forskelligt konstruerede. De kaldes periodiske, fordi der kun fyres i dem, indtil Varerne er brændte. Derefter henstaar Ovnene til langsom Afkøling, hvorefter følger Udtagning af de brændte Varer og Indsætning af nye Raavarer til næste Brænding.

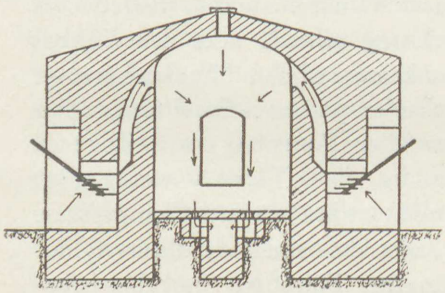


Fig. 80.

Fig. 80 viser et skematisk Snit gennem en periodisk Ovn, der brænder med overslaaende Flamme og bruges til Brænding af mindre Partier af Lervarer, som fine Facade- og Formsten, Tagsten, glaserede Lervarer, saltglaserede Lerrør m. m. Ovnen bruges ogsaa til Fremstilling af blaadampede Lervarer, hvorom senere. Fra Fyrstederne, der ligger forneden i Ovnens Langsider, ledes de varme Forbrændingsprodukter, som Pilene viser, op gennem Ildkanaler i Væggene, saa at de træder ind i Ovnrummet oppe under Hvælvingen, hvorefter de slaar ned mellem Lervarerne og gaar videre gennem en Række Huller i Ovnbunden til en stor vandret Kanal, der fører til Skorstenen. Ved en saadan Indretning af Ovnen opnaar man, at de øverste Lervarer opvarmes stærkere end de nederste. Disse vil derfor bedre kunne bære Vægten af de overliggende Lervarer uden at miste deres Form, naar Brændingstemperaturen er paa sit højeste, og de derfor er blødest.

398. **De kontinuerlige Ovne** er indrettet saaledes, at der stedse fyres et eller andet Sted i Ovnen. Brændingen

er derfor kontinuerlig. Naar Ovnen er i Drift, foregaar der samtidig Indsætning af Raavarer, Smøgning, Brænding, Afkøling samt Udtagning af færdigbrændte Varer.

Af de kontinuerlige Ovne skal her forklares Indretningen af den saakaldte Ringovn samt dennes Anvendelse til Brænding af Mursten.

**Ringovnen** bestaar (se Fig. 81) af en ringformig eller oval Kanal, der er delt i 12 à 20 Afdelinger eller Kamre, som de gerne kaldes. Hvert Kammer har en Dør i Ydervæggen, Indfyringshuller i Loftet og en Aftrækskanal for

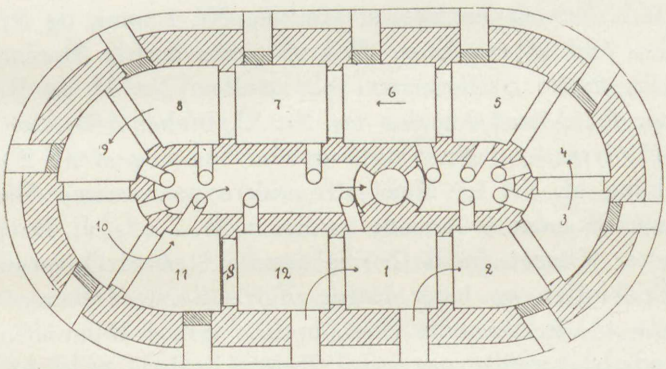



Fig. 81.

Røgen. Aftrækskanalen fører ind til en fælles Røgkanal midt i Ovnen, og fra denne Røgkanal suges Røgen ind i Skorstenen, der gerne staar midt i Røgkanalen. De enkelte Kamre er forbundet med hverandre ved store Portaabninger uden Døre. Man kan dog adskille to Kamre ved Anbringelse af et Skillerum i Portaabningen mellem dem. Fig. 81 viser et vandret Snit gennem en Ringovn, en saakaldt Langovn, med 12 Kamre. Nr. 12 og Nr. 1 er aabne, medens Indgangsdørene til alle de andre Kamre er tilmuret. Endvidere er alle Aftrækskanalerne lukket med Undtagelse af Aftrækskanalen Nr. 11. Endelig er der anbragt et Skillerum *S* mellem Nr. 11 og Nr. 12. Der indsættes Sten i Nr. 12, udtages færdige Sten fra Nr. 1, og der fyres i Nr. 6 og 7, idet

INDUSTRIFORENINGENS BIBLIOTEK

man en Gang imellem aabner Indfyringshullerne i Loftet og nedkaster Kul i lodrette Skakter, der ved Stablingen af Stenene er lavet lige under Indfyringshullerne. Af Hensyn til Trækket i Ovnen er Stenene stablet paa Højkant.

Skorstenstrækket suger Friskluft ind gennem Dørene til Nr. 12 og Nr. 1 og trækker den frem gennem Ovnen. Derved møder Friskluften varmere og varmere Sten, saa at den kommer til Nr. 6 og 7 i stærkt forvarmet Tilstand. Den forbrænder derpaa Kullene, og den dannede Røg suges til Skorstenen gennem Kamrene 8, 9, 10 og 11, til hvis Sten Røgen afgiver største Delen af sin Varme. Naar Stenene i Nr. 6 er brændt færdige, er samtidig Nr. 1 tømt, og Nr. 12 stablet fuld af raa Sten. Man tilmurer derpaa Dørene til Nr. 12, flytter Skillerummet hen mellem Nr. 12 og Nr. 1, aabner for Aftrækskanalen for Nr. 12, lukker Aftrækket for Nr. 11, fyrer op i Nr. 8 og begynder Tømning af Nr. 2 samt Fyldning af Nr. 1. Man gaar videre paa samme Maade, saasnart Stenene er brændt færdige i Nr. 7 o. s. v. Da man benytter Varmen fra de færdigbrændte Sten til Opvarmning af Friskluften og lader Røgen afgive største Delen af sin Varme til de ubrændte Sten, opnaar man i Ringovnen en Brændselsbesparelse paa indtil 75 % i Forhold til ældre periodiske Ovne, der endnu hist og her anvendes i det smaa.

Ved Ringovne, der arbejder som ovenfor beskrevet, faar man ofte plettede og flammede Sten. Idet nemlig den varme fugtige Røg stryger forbi de kolde Sten i det sidst indskudte Kammer, bliver disse vaade paa Overfladen af fortættet Vand, saa at de tilbageholder Flyveaske og Sod fra Røgen, ligesom det fortættede Vand ogsaa kan optage Svovlsyrling, der som Regel findes i Røgen og stammer fra Svovl i Kullene. Asken og Soden giver Pletter paa Stenene, Svovlsyrlingen angriber den kulsure Kalk i de raa Sten, saa at der dannes svovlsyrlig Kalk, der ikke reduceres ved Brændingen og senere giver Anledning til Dannelsen af de grimme hvide Skjolder, man saa ofte ser paa Teglstensmure. Svovlsyrlingangrebet giver ogsaa Anledning til Misfarvning af gule Sten. Paa alle de angrebne Steder bliver Farven nemlig mere eller

mindre rødlig, fordi der ikke længere er tilstrækkeligt kulsur Kalk til ved Brændingen at danne det gule Kalk-Jærniltesilikat (sammenlign § 382). De gule Mursten bliver derfor flammede. Disse Ulemper kan der raades Bod paa ved, at man opvarmer Murstenene i det sidst fyldte Kammer til lidt over 100°, inden Kammeret indskydes i Kredsløbet. Denne Opvarmning sker med varm Friskluft, der tages fra en saakaldt „Smøgekanal", der ses paa Tværsnittet gennem Langovnen i Fig. 79 som den midterste Kanal, medens de to Kanaler yderst foroven ved denne Ovntype er Røgkanaler. Smøgekanalen kan sættes i Forbindelse med et hvilken som helst af Ovnens Kamre. Opvarmningen sker nu paa den Maade, at det paagældende Kammer afspærres med Skodder til begge Sider, hvorefter der lukkes op til Skorstenen og til Smøgekanalen, der endvidere sættes i Forbindelse med et af de Kamre, der indeholder varme, brændte Sten. Skorstenstrækket vil nu suge varm Friskluft fra Smøgekanalen ind gennem det kolde Kammer, og saasnart Stenene er tilstrækkeligt opvarmede, lukkes der af til Smøgekanalen, hvorefter Kammeret skydes ind i Kredsløbet paa sædvanlig Maade.

399. Brænding i Kapsler. De finere Lervarer, f. Eks. finere Fliser, taaler ikke at komme i direkte Berøring med Forbrændingsprodukterne. De nedlægges derfor i „Kapsler", d. v. s. Beholdere, der er fremstillet af ildfast Ler og Chamotte (brændt, pulveriseret ildfast Ler), hvorefter Kapslerne stables oven paa hverandre i Ovnen.

400. **Glasering.** En Glasur er en Glasmasse, der paaføres Lervarens Overflade enten for Pynt eller for at gøre Overfladen uigennemtrængelig for Vædsker. For at en Glasur skal være brugelig, maa den først og fremmest udvide og sammentrække sig lige saa stærkt ved Opvarmning og Afkøling som den Lermasse, hvorpaa den skal anbringes. Thi hvis den ved Afkølingen trækker sig stærkere sammen end den brændte Lermasse, revner den; trækker den sig mindre stærkt sammen, springer den af.

De Glasurer, der finder mest Anvendelse til de tekniske Lervarer, er Saltglasur, Jordglasurer og Blyglasurer.

En Saltglasur fremstilles ved Hjælp af Kogsalt, som kastes ind i Ovnen, naar Brændingstemperaturen er paa sit højeste. Paa Grund af den stærke Varme fordamper Kogsaltet, hvorefter Kogsaltdampene forener sig med Leret under Dannelse af Natriumsilikater, der smelter og lægger sig paa Lervarernes Overflade som et tyndt, glasagtigt Lag, der er meget tæt og holdbart. En Saltglasur kan kun paaføres ved temmelig høj Temperatur og kan derfor ikke anvendes overfor de almindelige Lerarter af Gruppe III og IV. Den anvendes særlig paa Lerrør, der bruges til Kloakrør og lign.

Jordglasurer og Blyglasurer fremstilles af Kvartssand og Kaolin, hvortil sættes et passende Flusmiddel, for Jordglasurens Vedkommende f. Eks. kulsur Kalk, Feldspat og lign. og for Blyglasurens Vedkommende Mønje. Glasurerne fremstilles i Regelen ved Finmaling i smaa Kuglemøller af de afvejede og sammenblandede Bestanddele. Glasuren finmales i vaad Tilstand, hvorefter den røres op med Vand til en passende tyk Vælling, der paaføres de brændte Lervarer. Disse maa derfor brændes endnu en Gang, saa at Glasuren smelter.

Da Jordglasurerne har et højt Smeltepunkt, anvendes de ikke paa de almindelige danske Lerarter; derimod indføres der en Del glaserede Tagsten fra Tyskland, hvortil der er anvendt Jordglasurer.

Til de almindelige danske Lervarer anvendes næsten udelukkende Blyglasurer. Ønskes disse farvede, tilsætter man forskellige Metalilter; skal de tillige være uigennemsigtige, tilsættes Tinsyre.

401. **Blaadampning** kalder man en Proces, der gaar ud paa ved Brændingen at skaffe Lervarerne en blaasort til sort Farve. Dette sker i Ovnen, naar Brændingstemperaturen er paa sit højeste. Man tilstopper da alle Ovnens Aabninger, saa at al Lufttilførsel forhindres, og indfører et Brændselsmateriale som Tjære eller Olie. Ved den herskende Temperatur og Mangel paa Ilt sker en ufuldstændig Forbrænding, og Ovnen fyldes med en tæt Røg af fintfordelt Kulstof, som slaar sig ned paa de glødende Lervarer, hvis Porer fyldes

med Kulstøv. Dersom Leret kun indeholder lidt Jærnilte, faar de brændte Lervarer en graalig Farve. Hvis Leret derimod indeholder en passende Mængde Jærnilte, vil dette reduceres til sort Jærnforilte, og man faar en smuk blaasort til dyb sort Farve. Naar Dampningen er færdig, maa Ovnen henstaa til Afkøling, hvorved ingen Lufttilførsel maa finde Sted, da Kulstoffet ellers bortbrænder.

## B. Lervarernes Egenskaber, Prøvning, Anvendelse m. m.

402. **Almindelige Mursten.** De brændte Murstens Varighed og Styrke afhænger i høj Grad af Brændingsgraden. Murstenene sorteres derfor i halvbrændte, fuldbrændte og haardtbrændte Mursten. Hertil kommer endvidere de saakaldte Ildsten eller Vragsten. For Anvendelsens Skyld har det stor Betydning, at Sorteringen foretages omhyggeligt.

Halvbrændte Sten egner sig saaledes kun til Indermure. De er blege af Farve, er afsmittende og har kun ringe Styrke. De opsuger meget Vand og er ikke frostbestandige. Slaar man paa dem, har de en dump Klang.

Fuldbrændte Sten bruges til alt almindeligt Murværk, medens de haardtbrændte Sten, der har større Vejrbestandighed, anvendes som Facadesten, samt til Sokler Dampskorstene m. m. Begge Sorter udmærker sig ved deres Klangfuldhed.

Ildsten eller Vragsten er de Sten, der har dannet Fyrskakternes Vægge. De har derfor været saa stærkt opvarmet, at de delvis er smeltet, hvorfor de er krumme og skæve. De kan ikke bruges til regelmæssigt Murværk; men da de delvis er sintret, anvendes de paa samme Maade som Klinker (se § 430) i tarvelige eller primitive Bygninger.

403. **Varigheden** afhænger foruden af Brændingsgraden tillige af Lerets Beskaffenhed og Forberedning. Mursten af fedt Ler er undertiden ikke vejrbestandige. Hvis Temperaturstigningen ved Brændingen nemlig har været lidt for rask,

kan der, særlig ved fede, kalkfattige Lerarter, danne sig en haard, lidet porøs Yderskal, medens Stenens Indre ikke er gennembrændt. Udsættes en saadan Sten i vandmættet Tilstand for Frysning, vil den haarde Yderskal rive sig løs fra den indre, lettere brændte Masse paa Grund af det Tryk, der opstaar ved, at den Is, der repræsenterer Vandets Rumfangsforøgelse ved Frysningen, piner sig ud gennem Yderskallens faa Porer. Sten af magert Ler faar man lettere gennembrændt. De er som Regel frostbestandige, da Massen er porøs og tilstrækkelige stærk til at taale Trykket af den udtrædende Is.

404. **Frostbestandigheden** undersøges ved Prøvning af 6 Sten, der udtages blandt de lettest brændte. Stenene vandmættes og fryses og optøs 25 Gange, saaledes som beskrevet i § 274. Efter hver Optøning undersøger man omhyggeligt, om der har fundet nogen Afskalning Sted. Hvis alle 6 Sten slipper uskadt gennem Prøven, anses de for at være frostbestandige.

405. Hvis Murstenene paa Grund af mangelfuld Forberedning af Leret indeholder Kridt- eller Mergelklumper, er disse ved Brændingen omdannet til brændt Kalk. Hvis saadanne Sten bliver vaade, vil Kalkklumperne læske sig, men da de udvider sig ved Læskning, vil de kunne sprænge Stenene.

406. **Tilstedeværelsen af brændte Kalkkorn** i en Mursten undersøges ved den saakaldte „Autoklavprøve“. Denne foretages med 5 Sten, idet man af hver Sten udhugger et Stykke paa ca. 100 $cm^3$ og derefter lukker Stykkerne inde i en Autoklav, en lille Dampkedel, hvori man i 3 Timer vedligeholder et Damptryk paa ca. $^1/_4$ Atmosfære. Dampen vil hurtigt gennemtrænge Prøvelegemerne og læske Kalkkornene, hvis Tilstedeværelse konstateres ved, at de sprænger Prøvelegemerne.

407. **Styrken** afhænger som nævnt af Brændingsgraden samt tillige af Lerets Art og Stenens Ensartethed. Fedt Ler giver stærkere Sten end magert Ler, naar Brændingen er rigtigt udført. For samme Lerart stiger Styrken med Bræn-

dingstemperaturen. Styrken afhænger ogsaa af Vandindholdet, idet Styrken af vaade Sten kan gaa ned til det halve af, hvad den er for Stenene i tør Tilstand.

408. I Praksis undersøger man kun Trykstyrken. Til Prøven udtages 10 af de Sten, der skønnes at være lettest brændt. Stenene oversaves paa Midten, og af hver Sten fremstilles et terningeformigt Prøvelegeme, idet man sammenmurer de to Halvdele med en tynd Cementmørtel, 1 Del Cement og 1 Del Strandsand. Trykfladerne udjævnes med samme Slags Cementmørtel, hvorefter Prøvelegemerne henstilles i 10 Dage, for at Mørtelen kan hærdne, og Stenene tørres. Forinden Knusningen maales Arealerne af de to Trykflader i $cm^2$, og af de maalte Arealer udregnes Middelarealet. Trykstyrken angives derpaa i kg pr. $cm^2$, idet man dividerer Middelarealet ind i den fundne Brudbelastning, udtrykt i kg. I Prøveattesten angives Brudstyrken af alle 10 Prøvelegemer samt Middelbrudstyrken. Som en passende Minimumsbrudstyrke for fuldbrændte og haardtbrændte Mursten kan man forlange for:

| | Minimumsstyrke af 10 Sten, gennemsnitlig | enkeltvis |
|---|---|---|
| Fuldbrændte Sten af alle Arter..... | 150 kg pr. $cm^2$ | 100 kg pr. $cm^2$ |
| Haardtbrændte Sten..... | 225 — „ — | 150 — „ — |

409. **Undersøgelse for Indhold af opløselige Salte,** sammenlign § 384, udføres med 5 Sten, der anbringes i et køligt Rum og stadig holdes vandmættede med destilleret Vand i nogle Dage, idet man sørger for, at der tilføres Stenene lige saa meget Vand, som der fordamper fra deres Overflade, men samtidig passer paa, at der ikke sker nogen Udvaskning af Stenene paa Grund af Afdrivning af Vand. Naar alle opløselige Salte kan antages at være opløste, skal Stenene henstaa til langsom Udtørring i ca. 14 Dage. Hvis der derved intet hvidt Udslag kommer paa Murstenenes Overflade, kan man gaa ud fra, at de ikke indeholder opløselige Salte.

410. **Porøsiteten** bestemmes paa samme Maade som beskrevet i § 266.

INDUSTRIFORENINGENS BIBLIOTEK

411. **Formen.** De fleste af vore Teglværker fremstiller nu deres Sten efter det danske Normal-Murstensformat af 1896. Efter dette skal Længden være 23 cm, Bredden 11 cm og Tykkelsen 5,5 cm, hvilket forudsætter en Fugetykkelse paa 1 cm. Det er af særlig Vigtighed, at Formatet holdes for alle Slags Facadesten, medens Bagmuringssten godt kan være lidt mindre, da det ikke gør noget, om Fugerne bliver lidt større længere inde i Murværket.

Foruden Sten af Normalformat fremstilles der dog ogsaa Sten af særlig Format, f. Eks. de saakaldte Munkesten, der er betydelig større, og en Mængde andre Sten til højst forskellig Brug. Af disse sidste skal nævnes følgende:

412. **Skillerumssten,** der er ca. 16 cm brede og bruges til Indermure.

**Kilesten,** der har trapezformet Længde- eller Tværsnit. De bruges til Hvælvinger.

**Brøndsten,** der har Form som Cirkeludsnit.

**Radialsten** med trapezformet, vandret Snit og lodretgaaende Gennemhullinger, der dels tjener til at lette Stenene og dels bevirker, at Mørtelen bedre forener sig med Stenene, saa at Murværket faar større Bøjningsstyrke. Dette har sin Betydning, da Radialsten bruges til Opmuring af runde Skorstene.

**Formsten,** der bruges til Gesimser, Indfatninger om Vinduer, runde Hjørner, Solbænke og lignende Bygningselementer, der skal have et særlig dekorativt Udseende.

413. For at Mursten bedre skal være i Stand til at fastholde et Pudslag, fremstiller man dem undertiden med riflede Sideflader.

Af Hensyn til Letheden gennemhuller man ofte Murstenene enten paa langs eller lodret paa Liggefladerne. Man kan ogsaa indblande Tørv, Kokssmuld eller Savsmuld i Leret under Æltningen. Stenene vil da efter Brændingen vise sig særlig porøse.

Gennemhullede Sten gøres gerne 12 cm tykke, saa at de svarer til Tykkelsen af 2 Normalsten med mellemliggende Fuge. De bruges til Murværk, der ønskes særlig let, f. Eks.

til Skillerum og til Hvælvinger mellem Jærnbjælker. De porøse Sten anvendes væsentlig paa samme Maade.

414. **Molersten** udmærker sig ved deres Porøsitet og Lethed samt ved deres i Forhold til Letheden store Styrke. Vægtfylden er lidt under 1, og en Molersten af Normalformat vejer ca. 1,1 kg, hvilket omtrent er det halve af en almindelig Murstens Vægt. Styrken er ca. 150 kg pr. $cm^2$ eller omtrent det samme som for en almindelig fuldbrændt Mursten. Trods den betydelige Styrke kan Molersten ikke bruges som Facadesten, da de er alt for vandsugende og derfor ikke er frostbestandige. De anvendes med Fordel til belastede Indermure samt til lette Hvælvinger og sammen med Jærnbeton til Etageadskillelser. Paa Grund af Porøsiteten er de daarlige Varmeledere, hvorfor de ogsaa anvendes til Isolering af Jærnkonstruktioner, Varmekamre og Iskældere, samt i de senere Aar særlig til „dryppefrie" Staldhvælvinger. Da Molersten er ligesaa ildfaste som almindelige Mursten og er betydelig mindre varmeledende end disse, benyttes de endvidere til Indmuring af Dampkedler. Trækkanalerne maa dog i saa Fald fores med ildfaste Sten.

Molersten fremstilles baade i Normalformat og i en Mængde særlige Former. Farven er gulrød.

Ved en særlig patenteret Fremstillingsmaade hvor Moleret blandes med et organisk Stof, forinden Stenen formes og tørres, og hvor dette organiske Stof under Brændingen af Stenen fuldstændig forsvinder og efterlader en Mængde smaa Porer, opnaas en yderligere let Molersten, de saakaldte „Ikassten", af særlig stor Isolationsevne ved høje Temperaturer. Disse Sten anvendes til Isolering af tekniske Ovne, Dampkedler (Rørkedler), Rørledninger for overhedet Damp m. m.

415. **Skalmuringssten** bruges, naar man ønsker at gøre en Husfacade særlig holdbar og fin. De anbringes som et tyndt Lag yderst i Husvæggen, og de fremstilles af ekstra godt Ler, der slæmmes og i det hele taget underkastes en omhyggelig Forberedning. Det gælder nemlig om, at Stenene kan fremtræde med ensartet Farve og med nøjagtig Form

og Størrelse. For at spare paa det kostbare Materiale gøres Stenene gerne hule. De brændes ved høj Temperatur, saa at de bliver meget vejrbestandige, tætte og uimodtagelige for Snavs. Undertiden forsynes de med en Glasur.

416. **Tagsten** er et meget brugt Tagdækningsmateriale. De skal være tynde, for at Taget ikke skal komme til at veje for meget. En god Tagsten skal endvidere være saa vandtæt, at Vandet aldrig drypper ned fra Indersiden af Tagfladen. Vandtætheden tilvejebringes i det yderste Lag, der skal være glat, jævnt og tæt. Derimod skal Tagstenens Bagmasse være porøs for at give god Varmeisolering. Tagsten fremstilles i Almindelighed ved Presning. De kræver en meget omhyggelig Fabrikation, og de maa fremstilles af godt, temmelig fedt Ler samt være fuldbrændte, da de ellers ikke bliver frostsikre.

417. Ved **Prøvning** af Tagsten undersøger man særlig deres Frostbestandighed og deres Gennemtrængelighed for Vand. Undertiden prøver man dog ogsaa, om Tagstenene indeholder Korn af brændt Kalk eller opløselige Salte. De to sidstnævnte Prøver samt Frostprøven foretages paa samme Maade som ved Mursten (se §§ 404, 405 og 406).

Vandgennemtrængelighedsprøven foretages med 6 Tagsten, idet der af hver Tagsten udtages et Prøvelegeme af en saadan Størrelse, at det kan opsuge 20 à 25 $cm^3$ Vand. Prøvestykkernes Kanter tættes med smeltet Paraffin, hvorefter man ligeledes ved Hjælp af Paraffin fastkitter et Glasrør af ca. 10 $cm^2$ Tværareal paa Prøvestykkets Overside. Prøven foregaar nu paa følgende Maade: Først hældes der 10 $cm^3$ Vand ned i Glasrøret, og man iagttager, hvor lang Tid der hengaar, inden alt Vandet er opsuget af Prøvestykket. Hvis der derved ingen Gennemdrypning finder Sted, hældes der yderligere 20 $cm^3$ Vand ned i Røret, og man undersøger, hvor længe det varer, inden der viser sig Fugtighed og Vanddraaber paa Prøvestykkets Underside. Hvis der finder Gennemdrypning Sted indenfor 6 Timer, anses Prøven ikke for at være bestaaet.

418. For at forhøje Vejrbestandigheden samt tillige af

arkitektoniske Grunde forsyner man ofte Tagstenene med en Glasur. For saa vidt Glasuren er hel og god, forhøjer den Varigheden betydeligt og gør Tagstenen fuldstændig tæt. Men hvis man ved Tagstenens Transport og Oplægning kommer til at støde Glasuren af hist og her, hvilket let kan ske, vil saaledes beskadigede Tagsten hurtigt ødelægges af Frosten.

419. Tagsten oplægges løst paa Lægter. For at de ikke skal glide ned, er de forsynet med en Nakke, der ved Oplægningen griber ind over Lægten. De oplægges saaledes, at de dækker hverandre langs Kanterne, og Fugerne tættes ved Understrygning med en passende Mørtel. En god Understrygningsmørtel skal være saa elastisk, at den kan optage de Rumfangsforandringer, Tagstenene underkastes paa Grund af Temperaturforandringer. For at forøge Elasticiteten og styrke Sammenhængen blander man ofte Fæhaar i Understrygningsmørtelen. I Almindelighed anvendes Kalkmørtel som Understrygningsmørtel; men selv om Kalkmørtel blandes med Fæhaar, er den dog ikke meget varig og er af den Grund dyr at bruge. En Blandingsmørtel af Kalk og Cement er heller ikke egnet til Understrygning, da den er for uelastisk og saa stærk, at Tagstenene ved Sammentrækning paa Grund af Afkøling revner paa langs. Derimod har man opnaaet gode Resultater med Cheopskalk*).

420. Fra Tyskland og Holland indføres en Del glaserede Falstagsten af meget forskellig Form og Farve. De udmærker sig ved en meget regelmæssig Form, da de er fremstillet af særlig godt Ler.

I de senere Aar er man dog ogsaa begyndt at fremstille glaserede Falstagsten her i Landet.

421. **Fliser** er tynde Lerplader, der i Nutiden har fundet stor Anvendelse til Beklædning af Fortove, Gulve, Korridorer og Vægge. Som omtalt i § 393 fremstilles de sædvanlig ved Strengpresning eller Tørpresning, og Formen er enten kvadratisk, rektangulær eller sekskantet.

---

*) Angaaende Cheopskalk henvises til Afsnittet om Mørtler.



INDUSTRIFORENINGENS BIBLIOTEK

422. **Gulv-** og **Fortovsfliser** fremstilles i stor Mængde og af meget forskellig Beskaffenhed.

Til Kirkegulve samt til Gulve i Landbygninger bruges ofte almindelige, haardtbrændte Mursten eller kvadratiske Teglfliser, der indføres fra Flensborg. En saadan Gulvbeklædning er ikke meget varig, da den temmelig hurtigt slides.

423. Til Gulve i Fabriksrum og til Fortovsbeklædning maa der bruges Fliser af solidere Beskaffenhed. De fremstilles af kalkfri Lerarter, der som Regel er temmelig ildfaste, og de brændes til Sintring. Tykkelsen er gerne fra 3 til 5 cm; men Formatet kan være ret varierende. Et meget almindeligt Format er det saakaldte „Ironbrickformat" paa 30 cm × 15 cm. Desuden anvendes kvadratisk Format og almindeligt Murstensformat. Farven kan være ret forskellig, fra gulgraa til brun. Overfladen kan være glat eller riflet. En riflet Overflade har den Fordel, at man ikke saa let glider paa den; derimod er den vanskeligere at holde ren. Da Fliserne som nævnt er brændt til Sintring, er de fuldstændig tætte og som Regel syrebestandige, hvilket ofte har stor Betydning ved deres Anvendelse i Fabrikslokaler.

Tidligere indførtes alle den Slags Fliser fra Udlandet, navnlig fra England og Sverrig. Ved Skromberga i Skaane findes saaledes fortrinligt Ler, der udmærket egner sig til den Slags Varer, og Skromberga Fliserne har vundet stor Udbredelse her i Landet. Ved Hasle paa Bornholm findes der imidlertid Ler af en lignende Beskaffenhed, hvilket har ført til Oprettelsen af Hasle Klinker- og Chamottefabrik, hvis Fliser og Klinker (se § 430), der ogsaa bruges som Fliser er af udmærket Kvalitet. Hasle Fliserne har derfor kunnet optage Konkurrencen med de indførte Fliser og bruges nu overordentlig meget. De benyttes ogsaa meget som Fortovsfliser i de nordtyske Byer.

424. Til Fortove og Gulve, der skal være særlig smukke, anvendes „finere" Fliser, der udmærker sig ved smuk Farve og en meget regelmæssig Form samt er særlig modstandsdygtige overfor Slid. Fliserne fremstilles af ekstrafint Ler, der som Regel maa slæmmes, og hvortil ofte tilsættes

fintmalet Kvarts og Feldspat, og de brændes i Kapsler. Sædvanlig brændes de til Sintring, men der fremstilles dog ogsaa haardtbrændte Fliser af denne Art. Tykkelsen ligger gerne mellem 1,5 og 3 cm.

De sintrede Fliser er brændt ved meget høj Temperatur, saa at Bruddet er helt glasagtigt. Haardheden og Modstandsevnen overfor Slid er derfor stor. De er fuldstændig tætte, og som Følge heraf egner de sig særlig til Brug i Maskinrum, Køkkener og lignende Steder, idet de ikke modtager Pletter af Olie, Fedtstoffer og smudsigt Vand, hvilket let kan spildes saadanne Steder. De sintrede Fliser bliver meget glatte under Brugen, hvorfor de ofte fremstilles med riflet Overflade. Fliserne fremstilles baade ufarvede og farvede, idet man i saa Fald blander forskellige Farver i Lermassen. Hvis Fliserne er flerfarvede, kaldes de Mosaikfliser. Undertiden findes Farvestoffet kun i Flisernes øverste Del, medens den nederste Del er af et simplere Ler. De kaldes da belagte Fliser. Er Fliserne derimod helt igennem af samme Masse samt er gennemfarvede, kaldes de gennemfarvede Fliser.

Haardtbrændte finere Fliser farves som Regel ikke; de fremtræder med Lermassens naturlige Brændingsfarve. Undertiden blaadampes (se § 401) de dog. Bruddet er kornet og saa haardt, at det kan ridse Glas; men det er ikke helt tæt, saa at Fliserne kan faa Pletter. De er dog fuldstændig frostsikre og angribes ikke af Syrer. Overfladen er meget jævn og modstandsdygtig overfor Slid, og Fliserne bliver ikke saa glatte ved Brugen som de sintrede Fliser.

425. **Vægfliser** er kvadratiske eller ottekantede, desuden findes der særlige Faconfliser til Borter, Gesimser, Hjørner og Fodlister, Tykkelsen er mellem 8 og 15 mm. De er altid forsynet med en Glasur, der enten kan være gennemsigtig og derfor særlig tjener til at give Flisens Overflade Glans, medens Lermassens Farve ses igennem den, eller ogsaa kan Glasuren være uigennemsigtig, saa at det er den, der giver Flisen Farve.

Fliser med gennemsigtig Glasur er enten af Fajance

eller Stentøj; Fajancefliserne er gerne hvide eller blaa, medens Stentøjsfliserne findes i mange Farver. Fajance- og Stentøjsfliser indføres fra Tyskland, Belgien og England.

Fliser med uigennemsigtig Glasur har som Regel et brunligt Skaar og er fremstillet af almindeligt Ler, hvortil der undertiden er sat Chamotte. Her til Landet indføres en Del hollandske og spanske Chamottefliser, hvoraf særlig de hvide hollandske med blaa Dekoration, der er haandmalet, har faaet en Del Udbredelse.

426. Ved **Prøvning** af Fliser undersøger man deres Vandsugningsevne og Modstandsevne overfor Slid, hvilket sker som beskrevet i §§ 266 og 2. For de tarvelige Flisers Vedkommende undersøges dog ogsaa Frostsikkerheden, hvis Fliserne skal benyttes i det frie.

427. **Lerrør** fremstilles næsten altid paa Maskine. Til Fremstilling af Drænrør bruges en almindelig Murstensmaskine med særligt Mundstykke, medens saltglaserede Lerrør sædvanlig fremstilles i lodrette Presser.

428. **Drænrør** anvendes til Bortskaffelse af Grundvand. De fremstilles af almindeligt Teglværksler, og de maa være saa porøse, at Grundvandet kan trænge ind gennem Væggene. Rørene er cirkulære og uden Muffe, og ved Nedlægningen stødes Enderne uden nogen Bindemiddel.

Drænrør skal være fri for Korn af brændt Kalk, hvorfor de ofte underkastes en Autoklavprøve (se § 406). De maa ikke indeholde Revner, hvilket kan høres paa Klangen. De skal endvidere være fuldbrændte og klangfulde.

429. **Saltglaserede Rør** skal i Modsætning til Drænrør være tætte, da de særlig bruges som Kloakrør. De fremstilles af Ler, der taaler en høj Brændingstemperatur, og Leret blandes sædvanlig med Chamotte, for at Svindet ikke skal blive for stort. Rørene brændes til Sintring. For ydermere at sikre Tætheden samt for at skaffe en smuk, glat Overflade overtrækkes de med en Saltglasur. Rørene er cirkulære og er forsynet med Muffe, der indvendig har Riller til Fastholdelse af Pakningsmaterialet. Af samme Grund har Rørets Spidsende ogsaa Riller udvendig. Ved Lægningen kan salt-

glaserede Kloakrør samles med plastisk Ler eller Cementmørtel 1 : 2. Med Ler bliver Samlingen dog ikke altid tæt nok, selv om man styrker den ved udvendig at anlægge en tyk Vulst af Ler. Paa den anden Side er Forbindelsen saa elastisk, at den taaler en mindre Sætning af Rørene, uden at der opstaar Revner i dem. Cementmørtel giver god Tæthed, men den revner, hvis Rørene sætter sig. En udmærket Samling tilvejebringes af Asfaltmastiks og Goudron. Man omgiver Mufferne med en Lerpølse og støber dem fulde med den varme, flydende Masse. En saadan Samling er tæt, passende elastisk og varig.

Saltglaserede Rør er skøre og bør kun bruges, hvor Grunden er meget fast og god. Dette gælder navnlig Rør af større Dimensioner. I mange Tilfælde foretrækker man derfor at anvende Støbejærnsrør eller Monierrør fremfor saltglaserede Rør.

430. **Klinker** kalder man Sten, der er brændt til Sintring. De er derfor fuldstændig tætte og meget stærke. Derimod er de mere skøre og revner lettere end almindelige Mursten, og de taaler heller ikke saa godt som disse at udsættes for Ild, idet de nemlig springer itu ved Ildpaavirkning. De staar sig dog bedre overfor Ild end naturlige Sten. Skørheden modvirkes ved langsom Afkøling af de brændte Sten. Man fremstiller Klinker af samme Slags Ler som de i § 423 omtalte Fliser. Foruden ved Skromberga og Hasle findes der ogsaa fortrinligt Klinkerler ved Höganäs. Brændingsfarven er graagul til mørkebrun, og Formen er meget regelmæssig. Formatet er lidt mindre end det almindelige Murstensformat.

Klinker bruges i Vand- og Brobygningen til Beklædning af Kajmure og Piller og i Husbygningen til Sokler og til Beklædning af Gulve og Vægge. Endelig bruges de til Belægning af Fortove og Kørebaner. I det hele taget bruges de til at erstatte naturlige Sten særlig i Lande, hvor saadanne ikke forekommer i tilstrækkelig Mængde.

Overfor Klinker anvendes særlig Trykprøver og Slidprøver*), der foretages som ovenfor beskrevet.

431. **Ildfaste Sten** anvendes til For i Ovne og Kakkelovne

*) For Klinker fra Hasle Klinker- og Chamottefabrik er saaledes fundet en Trykstyrke paa ca. 750 kg pr. $cm^2$ og en Slidstyrke paa ca. 0,3 g pr. $cm^2$ Slidflade.

samt ved Indmuring af Dampkedler m. m. De fremstilles i Almindelighed af ildfast Ler, der om fornødent magres med Chamotte og undertiden ogsaa med knust Kvarts. Her i Landet findes kun de i §§ 388 og 389 omtalte bornholmske Lerarter, der egner sig til Fremstilling af ildfaste Sten.

Rønne Kaolinsten er fremstillet af uslæmmet Kaolin. De er meget ildfaste, men noget skøre.

Fra Sverrig indføres ogsaa ildfaste Sten, hvoraf særlig Skrombergastenene har fundet en Del Udbredelse.

Der fremstilles dog ogsaa ildfaste Sten uden Anvendelse af Ler eller Chamotte. Fra England og Tyskland indføres saaledes de saakaldte „Dinassten", der er særlig ildfaste. Dinassten fremstilles af malet Kvarts og ca. 2 % Kalkmælk. Ved Brændingen dannes kiselsur Kalk, som kitter Massen sammen.

432. De ildfaste Sten skal ikke alene være tilstrækkelig ildfaste, men de skal ogsaa kunne modstaa forskellige kemiske Angreb, f. Eks. af Forbrændingsprodukterne og af Slagge, der kommer i Berøring med dem. Da de endvidere brændes ved meget høj Temperatur, og deres Ildfasthed særlig beror paa, at Raamassen indeholder faa Flusmidler, er de temmelig skøre, saa at de maa behandles med Forsigtighed under Transporten og Opmuringen.

Ildfaste Sten opmures med ildfast Mørtel, der for de almindelige Stens Vedkommende f. Eks. bestaar af 2 Dele ildfast Ler og 1 Del Chamotte eller af 1 Del slæmmet Kaolin og $2\frac{1}{2}$ Dele Chamotte.

433. **Teknisk Porcellæn.** Medens Porcellæn tidligere næsten udelukkende anvendtes til Kunstgenstande, Galanterivarer og til Bordservice, har det i Nutiden faaet overordentlig stor Betydning for Teknikken, idet man til forskellig teknisk Brug fremstiller en Mængde Genstande af Porcellæn.

I Danmark fremstilles teknisk Porcellæn af Porcellænsfabrikken Norden i København og af Dansk Porcellænsfabrik i Kastrup. Disse Fabrikker har med stor Dygtighed optaget Konkurrencen med det indførte Porcellæn og fremstiller nu teknisk Porcellæn, der fuldt ud staar paa Højde med de bedste indførte Varer af denne Art.

434. Porcellæn er en kunstig Lermasse, der fremstilles ved Sammenblanding af slæmmet Kaolin samt fint pulveriseret Kvarts og Feldspat. Kvartsen og Feldspatten faas fra Norge eller Sverrig, medens Kaolinen faas fra Tyskland, England eller Frankrig.

435. **Fremstillingen af Raamassen.** Kvartsen glødes, hvorefter den udglødede Kvarts og Feldspatten hver for sig knuses i særlige Maskiner og finmales i Kuglemøller. Disse Kuglemøller bestaar af roterende Jærncylindre, der indvendig er beklædt med tykke Porcelænsplader. Cylinderen fyldes halvt med Flintekugler, der paa Grund af Cylindrenes Rotation knuser Materialet til Støvfinhed. Det knuste Kvarts og Feldspat samt Kaolinen afvejes i det rette Blandingsforhold, hvorefter de afvejede Materialer sammenblandes ved Udrøring med Vand i et stort Kar eller Bassin, saa at der opstaar en tynd Vælling. Denne pumpes ind i en Filterpresse, der filtrerer Vandet fra, medens Raamassen holdes tilbage og tilsidst tages ud af Filterpressen i dejgagtig Tilstand som flade firkantede Kager. Disse føres ind i den saakaldte Massekælder og lagres i nogle Maaneder, hvorved Massen paa forskellig Maade forbedres.

436. **Formningen** foregaar enten med pulverformig, plastisk eller flydende Masse. Til Formning med pulverformig Masse tørres den lagrede Raamasse og pulveriseres i særlige Apparater, hvorpaa den fugtes passende med en Blanding af Vand og lidt Olie. Den saaledes tilberedte Masse formes nu ved Presning i Staalforme. Olietilsætningen bevirker, at Genstanden kan slippe Formen. Til Formning med plastisk Masse æltes den lagrede Raamasse, indtil den er passende plastisk og formes derefter enten ved Modellering eller ved Hjælp af en Drejeskive. Drejeskiven er en vandret Plade, der kan sættes i en omdrejende Bevægelse. Ved Formningen lægges Massen paa Skiven, og idet denne løber rundt, kan man forme Genstanden med Haanden eller med Skabelon. En flydende Porcellænsmasse faar man, hvis man giver Raamassen en Tilsætning af Vand og lidt Soda. Formningen foregaar i delte Gipsforme. Man fylder

Formen med den flydende Masse. Den tørre Gipsform indsuger nu noget af Vædsken, saa at der dannes et fast Lag op imod Formen. Naar Laget er passende tykt hældes Resten af den flydende Masse ud af Formen, og efter nogen Tids Forløb kan Genstanden udtages, ved at man skiller Formen ad.

437. **Brændingen.** Efter at Genstandene er tørrede, brændes de i særlige Ovne. Brændingen foregaar i to Trin. Først foretages den saakaldte „Forglødning" ved ca. 800° C., hvorved det kemisk bundne Vand uddrives Derefter overtrækkes de forglødede Genstande med et Lag Glasurmasse, der indeholder de samme Stoffer som den raa Porcellænsmasse, men i et andet Blandingsforhold. Glaseringen sker ved, at man dypper Genstandene ned i Glasurmassen, der er flydende. Efter en Tørring følger derpaa den egentlige Brænding, „Blankbrændingen", der sker ved Temperaturer over 1400°. Ved Blankbrændingen sintrer Massen sammen, og Glasuren lægger sig som et gennemsigtigt, overordentlig haardt Lag paa Genstandens Overflade. Efter Brændingen henstaar de hvidglødende Genstande til langsom Afkøling i Ovnen. Der fremstilles dog ogsaa uglaserede Porcellæn. Dette kaldes Biscuit.

438. **Anvendelser.** Til Brug i den kemiske Industri og i kemiske Laboratorier fremstilles en Mængde Skaale, Digler m. m. af forskellig Form og Størrelse. Endvidere fremstilles Rør, der blandt andet bruges til Tændrør i Forbrændingsmotorer og til elektriske Pyrometre, hvormed man maaler høje Temperaturer i Ovne. Alle den Slags Varer formes næsten udelukkende med flydende Masse.

Til elektroteknisk Brug fremstilles Isolatorer, Knapper, Afbryderbunde, Stikkontakter, Sikringer m. m. i talrige Former. De formes for de mindre Stykkers Vedkommende ved Presning af pulverformig Masse, medens f. Eks. meget store Isolatorer fremstilles ved Formning med plastisk Masse.

# MØRTELMATERIALER, MØRTLER
OG
# MØRTELPRODUKTER

# Mørtelmaterialer og Mørtler.

439. Til at forbinde Stene i et Murværk, hvorved dettes Tæthed og Styrke forøges, samt til Beklædning af Vægge, Loft og Gulv med et saakaldt Pudslag anvendes forskellige Stoffer, der gaar under Navn af Mørtler. En Mørtel skal ved passende Vandtilsætning have en vis Plasticitet, saa at den udfylder Mellemrummene mellem Stenene og former sig efter disses Ujævnheder. Bruges den som Puds, skal den have en vis Vedhængning til Murværkets Overflade samt kunne taale at arbejdes ud til et ensformigt Lag. Ved Henstand skal Mørtlen hærdne, og ved Hærdningen skal den bevare sit Rumfang og maa hverken svinde eller buldne ud, hvorved Murværket enten „sætter sig" for meget eller taber sin Sammenhæng, eller hvis Mørtlen er anvendt som Puds, denne revner eller falder af. Svindet reguleres ved en passende Tilsætning af Magringsmidler, f. Eks. Sand, medens Udbuldningen modarbejdes ved rigtig Sammensætning af Mørtlen.

440. Man skelner mellem to Slags Mørtler, nemlig: Luftmørtler, der kun hærdner i Luften, og hydrauliske Mørtler, der baade hærdner i Luften og under Vand. Til Luftmørtlerne hører Lermørtel, Gibsmørtel og Kalkmørtel. Til de hydrauliske Mørtler hører hydraulisk Kalk, de forskellige Sorter Cement og de saakaldte Blandingsmørtler.

## Luftmørtler.

### Lermørtel.

441. Til Lermørtel anvendes magre Lersorter, der opblandes med en passende Vandmængde og gennemarbejdes

grundigt inden Brugen. Hvis man kun har fedt Ler til Raadighed, kan dette gøres brugeligt ved en passende Tilsætning af Sand. For at gøre Lermørtel mere sammenhængende blandes den ofte med Halmhakkelse, Avner, Hestegødning, Kohaar og deslige. Lermørtel hærdner alene ved Udtørring. Den bruges til Opmuring af raa eller halvbrændte Sten, og desuden bruges den til Fremstilling af lerklinede Vægge. Lermørtel anvendes ogsaa en Del som Gulvdækningsmateriale, nemlig til Logulve og Køreloer i Lader. De deraf fremstillede Gulve kan blive meget haarde, stærke og varige, hvis de inden Brugen imprægneres med Olie.*)

## Gibsmørtel.

442. Gibsmørtel fremstilles af brændt Gibs, som findeles og derefter røres ud i Vand. Den brændte Gibs fremstilles af raa Gibs, ved at man opheder denne i særlige Ovne. Den raa Gibs bestaar af svovlsur Kalk og Vand ($CaSO_4, 2H_2O$), der er kemisk bundet til hinanden. Ved Ophedning til 120 à 140 ° C. bortgaar største Delen af det kemisk bundne Vand, medens Resten af Vandet først bortgaar ved ca. 300 ° C.

Gibsmørtlens Hærdning eller Størkning, som den gerne kaldes, beror paa, at den brændte og pulveriserede Gibs i Berøring med Vand paany indgaar en Forbindelse med dette, saa at der gendannes vandholdig svovlsur Kalk.

Efter den Temperatur, ved hvilken Gibsen er brændt, skelner man imellem to Sorter Gibs, nemlig Stukgibs og Murgibs, der i Henseende til Egenskaber og Anvendelighed er højst forskellige.

443. **Stubgibs** faas, naar man opvarmer raa Gibs til 120 à 140 ° C. Ved Mørtlens Fremstilling udrøres 1 Maal af den pulveriserede Gibs i 1 à $1^1/_2$ Maal Vand. Den færdigrørte Mørtel bruges straks, da den begynder at størkne efter nogle Minutters Forløb. Under Størkningen udvider den sig ca. 1 %, hvorfor den egner sig godt til Støbning, da den paa Grund af Udvidelsen presses ud i Formens allerfineste Hulheder. Størkningen sker under en Varmeudvikling.

*) Mørtel af ildfast Ler er omtalt i § 432.

Efter Størkningen, der i Almindelighed varer $^1/_2$ Time, udvider Stukgibsen sig ikke yderligere. Vil man bruge Stukgibs til Modellering, maa Størkningstiden forlænges. Dette kan opnaas ved, at man rører Gibsen op i Limvand. Foruden at forlænge Størkningstiden foraarsager en Limtilsætning ogsaa, at den færdigstørknede Gibs bliver haardere og stærkere.

Stukgibsens vigtigste Anvendelser er til Støbning af Gibsbuster, til Stuk, samt til Fremstilling af Gibsforme, der bruges ved anden Støbning.

444. **Murgibs** fremstilles ved Glødning af raa Gibs. Medens Stukgibs finmales, skal Murgibs have en Kornstørrelse som groft Sand. Ved Mørtlens Tilberedning bruges saa lidt Vand som muligt, saa at Murgibsmørtel fremtræder som en stiv Grød. Murgibsmørtel udvider sig nemlig ikke ved Størkningen og kan derfor ikke bruges til Støbning. Størkningen varer fra 12 til 18 Timer, og under Størkningen maa man sørge for, at Mørtlen holdes fugtig.

Murgibs bliver meget haard, stærk og vejrbestandig. Den hæfter godt til Mursten, hvorfor den benyttes paa samme Maade som Kalkmørtel i Lande, hvor der forekommer store Gibsaflejringer. Her i Norden anvendes Murgibs ikke; men den bruges meget i Frankrig og Tyskland.

## Kalkmørtel.

445. Kalkmørtel fremstiller man ved Sammenblanding af læsket Kalk, Sand og Vand. Til Fremstilling af læsket Kalk gennemglødes Kalksten, hvorved dennes Kulsyre uddrives; den saaledes fremstillede brændte Kalk læskes derefter ved Behandling med Vand.

446. **Kalkbrændingen.** Største Delen af de danske Kalksten egner sig til Kalkbrænding, da de er meget rene. Faxekalken, der indeholder ca 99 % kulsur Kalk og er meget haard og fast, giver den bedste brændte Kalk. Den bruges ogsaa meget, idet ca. $^2/_3$ af den i Danmark fremstillede brændte Kalk erholdes af Faxekalk. Saltholmskalken, der ogsaa er en tæt Kalksten, giver ligeledes en god Kalk. Den brydes af Frederiksholms Kalkværk ved København. I

Farum paa Nordsjælland og ved Glatved ved Grenaa findes Rullestensaflejringer af Saltholmskalk. Disse Rullesten giver fortrinlig Kalk. Limsten er mindre god, men bruges dog noget i de Egne, hvor den forekommer, f. Eks. i Egnen mellem Løgstør og Bulbjærg. Blegekridt, der brydes ved

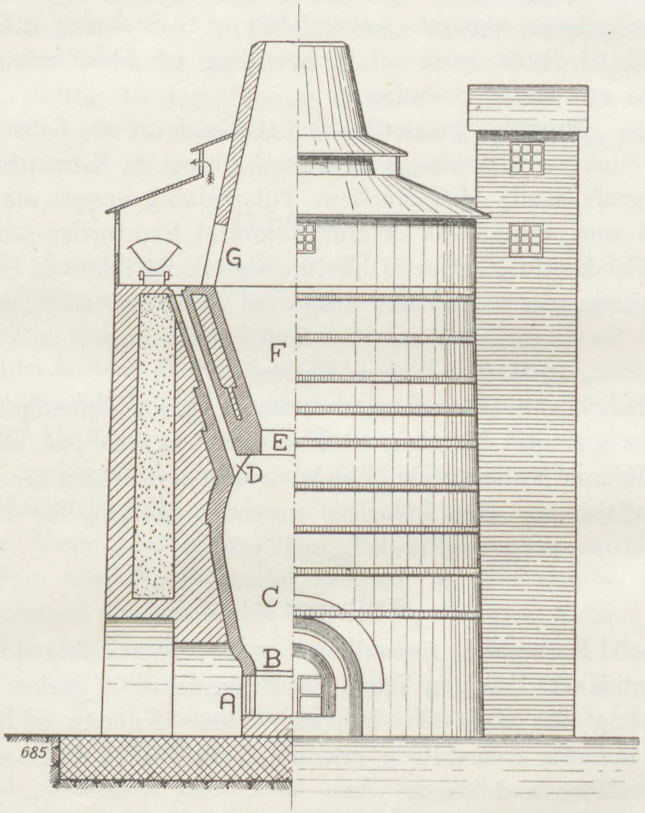



Fig. 82. (Fra F. L. Smidth & Co.)

Mønsted og Hjerm i Viborgegnen samt i Thy og paa Mors, giver knap saa god en Kalk som Faxekalk og Saltholmskalk. Det er kun Blegekridtets haardeste Partier, de saakaldte Bleger, der bruges til Kalkbrænding. Skrivekridtet egner sig ikke til Kalkbrænding, da det er for løst.

447. Kalkstenen, der bør slaas itu til Stykker paa 10 à

15 cm, kan brændes i Miler eller periodiske Skaktovne. I store Kalkbrænderier anvender man dog sædvanlig kontinuerlige Ovne, enten Ringovne eller Skaktovne. Fig. 82 viser en moderne kontinuerlig Kalkovn, en Skaktovn, der er konstrueret af Firmaet F. L. Smidth & Co., København. Kalkstensstykkerne tilligemed en Del af Brændselet kastes ind gennem Sideaabningen G i den lave Skorsten, medens Resten af Brændselet indkastes gennem snævre, skraatrettede Fyrkanaler D, der udmunder i Ovnen lige under dennes snævreste Tværsnit E. Den stærkeste Forbrænding sker ud for disse Fyrhuller. Friskluften, der nærer Forbrændingen, suges ind gennem Risten B i Ovnens Bund, og paa Vejen op til Forbrændingszonen opvarmes den, idet den bestryger de glødende, brændte Kalkstykker. Røgen stiger op gennem Ovnens øverste Del og afgiver Varme til de ubrændte Kalksten. De brændte Kalkstykker kradses ud forneden gennem Risten.

Den brændte Kalk er en hvid eller gullig, porøs Masse. Jo færre fremmede Bestanddele Kalkstenen har indeholdt, des hvidere og federe er den brændte Kalk.

448. **Læskningen.** Den brændte Kalk læskes med Vand i en saakaldt Læskekasse, der er af Træ. Ved Læskningen træder den brændte Kalk i kemisk Forbindelse med Vandet, saa at der dannes Kalkhydrat ($CaO + H_2O = Ca(OH)_2$). Denne Proces ledsages af en betydelig Varmeudvikling, der foraarsager Dampdannelse i Kalkstykkerne, hvorved disse buldner ud og falder hen til et løst Pulver, der kaldes Melkalk. Foretages Læskningen med en større Vandmængde, end der teoretisk kræves for at omdanne al den brændte Kalk til Kalkhydrat, blander Vandet sig med Melkalken til Kalkdejg. Man ender gerne Læskningen med at tilsætte saa meget Vand, at den læskede Kalk kan røres op til en tynd Vælling. Derved synker Kalkklumper, der ikke vil læske sig, Sten og andre Urenheder til Bunds, hvorefter man lukker et Skod op i Læskekassens ene Ende og tapper Kalkvællingen ned i en Kalkkule. I Kalkkulen bundfælder Kalken sig til en fast Masse, der kaldes Kulekalk. Hvis det oven-

staaende Vand synker i Jorden eller fjernes, og Kulen derefter fyldes med et tykt Lag Sand, kan Kulekalken opbevares i Aarevis uden at tage Skade. Ved Henstand i Kalkkulen sker der en Efterlæskning, saa at Kalken forbedres, ligesom der udtrækkes en Del opløste Salte, der ellers kan give hvidt Udslag efter Muringen.

449. **Kalkmørtlens Fremstilling.** Det Sand, man bruger ved Kalkmørtlens Fremstilling, skal være frit for Ler, Muld og andre Urenheder. Det skal helst være af forskellig Kornstørrelse, da man derved faar mindre Hulrum og tillige faar færre Svindrevner i Mørtlen, medens den tørrer. Man bruger baade Bakkesand og Strandsand, men Bakkesandet maa dog anses for at være bedst, hvis det er lerfrit.

450. Mørtlens Blanding foregaar som oftest ved Haandkraft i en saakaldt Kalkbænk, der bestaar af en Kasse med tæt Træbund og lave Vægge paa de tre Sider. Kalkbænken bør være overdækket med et Tag, for at Regnvand kan holdes borte. Den afmaalte Sandmængde bredes ud paa Kalkbænkens Bundflade, hvorefter den til Blandingsforholdet svarende Mængde Kulekalk bredes ud oven paa Sandet. Mørtlen gennemarbejdes derefter grundigt først med Skovl og derefter med en Rørehage, idet der samtidig tilsættes saa meget Vand, som kræves, for at en omhyggelig Sammenblanding kan finde Sted. Den færdigblandede Kalkmørtel er en stiv Masse, der skal have en ensartet Farve. Indeholder den hvide Kalkpletter, er den ikke tilstrækkelig blandet. Den opbevares indtil Brugen i et overdækket Rum. Herfra transporteres den i Kurve til Mørtelbaljerne, hvor den røres op med saa meget Vand, som der kræves, for at der kan mures med den.

I større Byer findes der dog nu som oftest Mørtelfabrikker, hvor Mørtlens Blanding foregaar i Maskiner. Maskinmørtlen er ligesom den haandblandede Mørtel en stiv Masse, der faar den til Muringen nødvendige Vandtilsætning i Mørtelbaljerne.

451. Blandingsforholdet mellem Kalk og Sand retter sig efter Kalkens Fedme og den Brug, der skal gøres af Mørtlen. Af almindelig fed Kalk faar man saaledes en god Mørtel til

INDUSTRIFORENINGENS BIBLIOTEK

Muring ved Sammenblanding af 1 Maal Kulekalk og 3 a 5 Maal Sand. Til Fugemørtel og Puds bruger man kun halvt saa meget Sand.

452. **Kalkmørtels Hærdning** beror paa, at Luftens Kulsyre forener sig med Mørtlens Kalkhydrat, hvorved der dannes kulsur Kalk og frigøres Vand, ($Ca(OH)_2 + CO_2 = CaCO_3 + H_2O$). Den dannede kulsure Kalk kitter Mørtlens Sandkorn sammen, samt binder Mørtlen til Murstenene. Mørtlens yderste Lag, der har let Adgang til Luftens Kulsyre, hærdner ret hurtigt, medens Hærdningen kun meget langsomt trænger ind til Murværkets Midte. I svært Murværk, der var flere Aarhundreder gammelt, har man saaledes fundet fuldstændig frisk Kalkmørtel. Kulsyren trænger selvfølgelig des lettere ind til dybere liggende Mørtelfuger, jo mere porøse Murstenene er. Man bør derfor ikke benytte Kalkmørtel til Opmuring af naturlige Sten eller Klinker, der er fuldstændig uporøse.

I Bygninger, der hurtigt ønskes taget i Brug, anvender man undertiden kunstig „Tørring", d. v. s. Hærdning af Murværket, idet man opstiller Ildgryder med brændende Koks i Rummene. Den ved Koksenes Forbrænding udviklede Kulsyre vil da fremskynde Hærdningen. Den naturlige Hærdning er dog at foretrække.

Hvis Murværk udtørres for stærkt, virker det skadeligt paa Hærdningen, idet Mørtlens Sammenhæng bliver mindre. Mørtelvandet mætter sig nemlig med Kalkhydrat, der af Kulsyren udfældes paa Sandkornene og Murstenenes Overflade som krystallinsk kulsur Kalk. Denne tilvejebringer en god Forbindelse mellem Sandkornene indbyrdes samt mellem Sandkornene og Murstenene. Murværket maa derfor have en passende Fugtighed, for at der skal opstaa god Hærdning. Før Muringen bør Murstenene saaledes vandes, hvis de er meget tørre, for at de ikke skal opsuge for meget Vand fra Mørtlen. Ønsker man at erholde et særlig stærkt Murværk, bør det af og til vandes efter Muringen, hvis det ikke jævnligt vædes af Regnskyl. Det ved Hærdningen frigjorte Hydratvand er nemlig ikke tilstrækkeligt til at opløse saa

meget Kalkhydrat, at Murværket faar sin størst mulige Styrke. Hvis paa den anden Side Murværkets Porer til Stadighed er vandfyldte, sker der ingen Hærdning, idet Kulsyrens Indtrængen forhindres.

Hvis frisk Kalkmørtel fryser, sker ingen Hærdning. Kulsyren kan nemlig ikke trænge ind, da alle Mørtlens Porer er tilstoppet af Is. Muring i Frostvejr er ogsaa af en anden Grund uheldig, idet Vandets Rumforøgelse ved Frysningen sprænger Mørtlen, saa at Murværket ødelægges. Bygningsloven forbyder derfor at mure i Frostvejr.

453. **Andre Egenskaber.** Foruden de Egenskaber, der særlig vedrører Hærdningen, er der ogsaa en Del andre Egenskaber, der har Betydning ved Kalkmørtlens Anvendelse.

Kalkmørtel taaler saaledes ikke Glødning, da Kulsyren derved uddrives af den dannede kulsure Kalk. Af samme Grund ødelægges den ogsaa ved Syreangreb.

Kalkmørtel angriber Jærn og Bly, derimod angriber den ikke Zink. Jærn, der skal indmures i Kalkmørtel, bør derfor være galvaniseret.

Efter Muringen holder Kalkmørtel sig plastisk i temmelig lang Tid, hvilket har den Ulempe, at Murværket „sætter sig", d. v. s. sammentrykkes, paa Grund af sin Egenvægt. Sætningen er særlig ubehagelig i Tilfælde, hvor nyt Murværk skal forbindes med gammelt. Den kan modarbejdes ved, at man blander Cement i Mørtlen, hvilket fremskynder Hærdningen.

454. **Kalkmørtlens Styrke** vokser med Kalkmængden, dog synes Forsøg at godtgøre, at den største Styrke opnaas, naar Blandingsforholdet er ca. 1 : 1. Styrken vokser endvidere, jo stærkere Mørtlen er sammenpresset. Endelig spiller Hærdningstidens Længde selvfølgelig en stor Rolle, men som tidligere nævnt hengaar der meget lang Tid, inden alt Kalkhydrat er omdannet til kulsur Kalk.

Professor Borch og Professor Gnudtzmann foretog i 1890 en Række Forsøg med 9 forskellige danske Kalksorter. Forsøgene gav det Resultat, at de forskellige Kalksorter omtrent var lige stærke, samt at Efterlæskningen i Tidsrummet

fra 7 Dage til 2 Maaneder ingen nævneværdig Indflydelse havde paa Styrken.

I nedenstaaende Tabel er anført de omtrentlige Middelresultater af ovennævnte Forsøg. Indholdet af Kalkhydrat er angivet i Vægtprocent af den tørre Mørtels Vægt, og Vandindholdet i Vægtprocent af den vaade Mørtels Vægt.

| Blandingsforhold efter Maal | Mørtlens Indhold af | | Trykstyrken i kg. pr. $cm^2$ efter | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Kalkhydrat | Vand | 28 Dage | 3 Maaneder | 6 Maaneder |
| 1 Kalk + 3 Sand | 12,0 | 13 | 9,5 | 20 | 27 |
| 1 — + 4 — | 9,3 | 12 | 8,5 | 18 | 23 |
| 1 — + 5 — | 7,6 | 11 | 7,5 | 16 | 20 |
| 1 — + 6 — | 6,4 | 10,5 | 7,0 | 14 | 18 |
| Maskinmørtel | 8,5 | 11 | 9,0 | 18 | 26 |

455. **Prøvning af frisk Kalkmørtel** har sædvanlig kun Interesse overfor Maskinmørtel, hvis Sammensætning Forbrugeren jo ikke har haft Lejlighed til at kontrollere. Bedst er det selvfølgelig at lade foretage en kemisk Analyse. Men da en saadan er ret bekostelig og desuden kræver nogen Tid, foreskriver man ofte, at Mørtlen ved Ankomsten til Byggepladsen skal indeholde mindst 8 % Kalkhydrat, bestemt ved Hjælp af Holmblads Mørtelprøver. Denne bestaar af et inddelt Prøveglas og en Prøvetager, se Fig. 83. Prøvetageren er en lille Messingcylinder, hvori der findes et bevægeligt Stempel. Ved Brugen trækkes Stemplet helt op, hvorefter Cylinderen trykkes ned i Mørtlen. Prøvetageren, der skal være helt fyldt med Mørtel, afstryges omhyggeligt, hvorpaa den stikkes ned i Prøveglas-

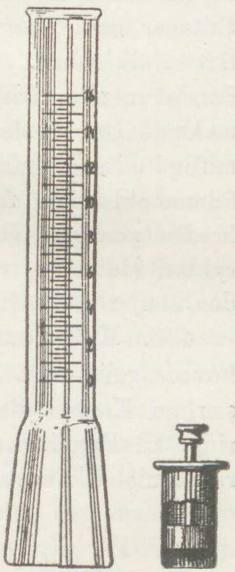


Fig. 83.

sets Munding og tømmes ved, at man trykker Stemplet ned. Prøveglasset fyldes derefter med Vand indtil Nulmærket, og man tilsætter en saakaldt Normalvædske, der købes færdig tilberedt. Normalvædsken, der er gul, tilsættes i smaa Portioner under stadig Omrysten af Prøveglasset. I Berøring med Kalkhydratet bliver Normalvædsken rød, og denne Farve holder sig, indtil der er tilsat saa megen Normalvædske, at Kalkhydratet er neutraliseret. Dette giver sig til Kende ved, at Vædsken i Prøveglasset bliver gul. Man aflæser nu Vædskehøjden i Prøveglasset, og hvis Prøveglasset f. Eks. er fyldt til Inddeling 8, indeholder Mørtlen 8 % Kalkhydrat. Prøveglasset er nemlig inddelt saaledes, at Inddelingerne angiver Procentindholdet af Kalkhydrat i den tørre Mørtel.

Holmblads Mørtelprøver er nem at bruge, og den giver tilstrækkelig nøjagtige Resultater for Praksis, forudsat at Prøveudtagningen af Mørtlen er foretaget med fornøden Omhu. Ved Prøvetagningen af et Vognlæs Maskinmørtel maa man saaledes ikke udtage Prøven foroven i Vognen, da man derved faar for stærkt et Indhold af Kalkhydrat. Udtager man Prøven i Nærheden af Bunden, faar man for lidt Kalkhydrat. Ved Rystelserne under Kørslen synker Sandet nemlig ned, saa at Mørtlen bliver for mager i de nederste Lag og for fed foroven. Man skal saa ligeligt som muligt udtage Smaaprøver rundt om i Vognen og deraf ved Sammenblanding fremstille en Gennemsnitsprøve. Denne udbredes paa en Glasplade i et tykt Lag, og Prøvetageren fyldes, idet man trykker den ned gennem Mørtellaget, indtil den støder mod Glaspladen.

456. **Kalkmørtels Anvendelse.** Kalkmørtel anvendes hovedsagelig som Husbygningsmørtel, naar der ikke stilles særlige Krav i Retning af Styrke. Den bruges ved Opmuring, til Fugning samt som Puds. Til Hvidtning anvendes ren Kulekalk udrørt i Vand.

## Hydrauliske Mørtler.

457. Den tidligst kendte hydrauliske Mørtel fremstilledes ved, at man gav Kalkmørtel en Tilsætning af pulveriseret vulkansk Aske. Senere opdagede man, at fint Teglstensmel ogsaa kunde gøre en Kalkmørtel hydraulisk. Man kalder den Slags Mørtelmateriale, hvoraf der i Nutiden kendes og bruges flere forskellige, for „hydrauliske Tilslag".

458. Midt i det attende Aarhundrede opdagede den engelske Ingeniør John Smeaton Grunden til, at visse Kalkmørtler kunde bruges til Vandbygningsarbejder. Han fastslog nemlig ved Undersøgelser af de Kalksten, hvoraf Kalken til de paagældende Mørtler blev brændt, at en Kalksten, der ved Opløsning i Salpetersyre gav et uopløseligt Bundfald af Ler, ved Brænding vilde give en Kalk med hydrauliske Egenskaber.

459. Herefter fremstod en Mængde Kalksorter med hydrauliske Egenskaber. De deles naturligt i to Grupper, nemlig dem, der ikke indeholder mere Ler, end at de kan læskes til Melkalk efter Brændingen, og dem, der indeholder saa meget Ler, at en Læskning ikke kan finde Sted, og som derfor maa knuses til Støvfinhed for at kunne bruges til Mørtelfremstilling. Kalksorterne, der falder ind under den førstnævnte Gruppe, kaldes med et Fællesnavn for „hydraulisk Kalk". Af de Kalksorter, der falder ind under den sidstnævnte Gruppe, er „Romancementen" den mest kendte.

For begge Gruppers Vedkommende gælder, at Kalkstenen brændes ved lavere Temperatur end den, der benyttes ved Fremstilling af almindelig Luftkalk. De paagældende Kalksorters Godhed afhænger først og fremmest af Sammensætningen af den Kalksten, hvoraf de fremstilles, og da Kalkstenenes Sammensætning selv inden for samme Brud ofte varierer stærkt, kan man ikke gøre Regning paa altid at fremstille et ensartet Produkt.

460. Dette mindre heldige Forhold blev der raadet Bod paa, da man fandt paa i Stedet for en naturlig Kalksten at benytte en kunstig Blanding af Kalksten og Ler. Begge

Stoffer blandedes omhyggeligt sammen i findelt Tilstand og brændtes til Sintring, hvorefter den brændte Masse blev pulveriseret til Støvfinhed. Det saaledes erholdte Mørtelstof, der blev kaldt „Portlandcement“ eller ofte kun „Cement“, viste sig at besidde fremragende hydrauliske Egenskaber, og i Tidens Løb er Portlandcementen undergaaet saadanne Forbedringer, at den nu langt overgaar alle andre hydrauliske Mørtelstoffer i Godhed.

461. Endelig skal nævnes de saakaldte „Blandingsmørtler“ eller „Bastardmørtler“, der fremstilles ved Sammenblanding af almindelig Kalkmørtel og Portlandcement, hydraulisk Kalk eller Romancement.

## Portlandcement.

462. Portlandcementens Fabrikation falder naturligt i 3 Afsnit, nemlig Raastoffernes Tilberedning og Sammenblanding, deres Brænding til de saakaldte „Klinker“ og Klinkernes Finmaling.

463. **Raastoffernes Tilberedning og Sammenblanding.** Som Raastoffer anvendes i Danmark Skrivekridt, der foreligger i uhyre Aflejringer ved Limfjorden og ved Mariager Fjord, samt forskellige Lersorter. Cementfabrikkerne ved Aalborg anvender et lagdelt Istidsler, medens Cementfabrikkerne ved Mariager Fjord anvender plastisk Ler. I andre Lande, hvor man ikke har Skrivekridt til Disposition, bruges mere eller mindre rene Kalksten. Blandingsforholdet retter sig selvfølgelig efter Raamaterialernes Sammensætning. Anvender man Skrivekridt, er Blandingsforholdet omtrent $^2/_3$ Skrivekridt og $^1/_3$ Ler. Raamaterialerne maa omhyggeligt findeles og sammenblandes, og dette kan enten ske ved Tørmaling, ved Vaadmaling eller ved Slæmning.

464. **Tørmaling** anvendes særlig, hvor man er henvist til at bruge haarde, men rene og stenfri Materialer. Før Malingen maa Raastofferne tørres, hvilket sædvanlig sker i to høje, murede Tørretaarne, et for Ler og et for Kalksten. Raamaterialerne indkastes kontinuerligt foroven i Taarnene og tørres af en opadgaaende, varm Luftstrøm, der indledes

forneden. Der borttages hele Tiden tørt Materiale fra Taarnets Fod, og de to Raastoffer føres hver til sit Knuseværk. Fra Knuseværkerne gaar de til automatiske Vægte, der afvejer dem i det rette Blandingsforhold, hvorefter de føres til en fælles Kværn og males sammen. Det malede Materiale opmagasineres i Siloer, hvorfra det, efterhaanden som Arbejdsgangen kræver det, føres til de saakaldte Rørmøller, d. v. s. lange roterende Jærncylindre, der er halv fyldt med Flintekugler. Idet Cylindrene roterer, knuser Flintekuglerne Materialet til Melfinhed. Fra Rørmøllerne føres „Raamelet" til Siloer, og den videre Behandling retter sig nu efter den Maade, paa hvilken man vil foretage Brændingen. Skal Brændingen foretages i Ringovne eller kontinuerlige Skaktovne, maa Raamelet formes til Sten af Murstensformat, inden det kan brændes. Formningen kan enten ske i en almindelig Murstensmaskine eller ved Tørpresning; men i første Tilfælde maa Stenene tørres inden Brændingen. Vil man foretage Brændingen i de saakaldte „Roterovne", sparer man Stenfremstillingen, idet Raamelet i saa Fald kan føres direkte ind i Roterovnene.

465. **Vaadmaling.** Da Tørmalingen foraarsager en Del Støvplage, gaar man i de senere Aar mere og mere over til at behandle haarde Materialer ved Vaadmaling. Den derved erholdte „Tykslam" kan indføres direkte i Roterovnen.

366. **Slæmning** anvendes overfor blødere Kridt- og Lersorter. De i det rette Blandingsforhold afvejede Raamaterialer kastes sammen i et Slæmmeværk, der er forsynet med kraftige Røreindretninger. Materialerne tilføres efterhaanden, og tilsidst faar man i Slæmmegruben en Tykslam, der om fornødent behandles i en Rørmølle. Den fine Tykslam indføres som Regel direkte i Roterovnen.

467. **Brændingen.** Da Brænding i Ringovn og kontinuerlig Skaktovn er omtalt henholdsvis under Murstensfabrikation og Kalkbrænding, skal her kun omtales Brænding i Roterovn, der forøvrigt nu er indført i næsten alle moderne Cementfabrikker.

**Roterovnen.** Fig. 84 viser en Roterovn i skematisk Af-

bildning. Den bestaar af et skraatliggende Pladejærnsrør A af 2 à 3 Meters Diameter og indtil 70 Meters Længde. Røret kan drejes rundt, idet det er forsynet med en Tandkrans T, som bevæges ved Hjælp af en Tandhjulsudveksling, der ikke er vist. Roterovnen bæres af Løberinge L, der hviler paa Ruller, som bæres af de viste Piller. Indvendig er Ovnen forsynet med et ildfast For, der for den laveste Dels Vedkommende, hvor Temperaturen er højest, er fremstillet af en Blanding af Raamel og brændt Cement, der ved Presning er formet til Formsten. Ovnens øverste Ende munder ud i et Røgkammer R, der er forbundet med en

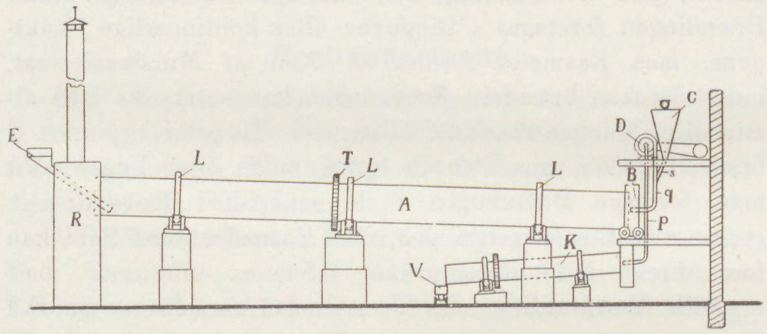



Fig. 84.

Skorsten. Ovnens nederste Ende stikker ind i et saakaldt Hoved B, der er forsynet med 4 Hjul, som hviler paa Skinner, saa at Hovedet kan føres frem og tilbage uden om Ovnens Ende.

Som Brændsel anvendes pulveriseret Kul, der tages fra Beholderen C. Kulpulveret indblæses i Ovnen af Centrifugalblæseren D sammen med den til Forbrændingen nødvendige Friskluft. D suger Luften til sig gennem Cylinderen K og Røret p. Den sender Luften ind i A gennem Røret q, der ved Røret s staar i Forbindelse med Kulbeholderen C. Idet Friskluften med stor Kraft presses gennem q, opstaar der en Luftfortynding i s, saa at Kulpulveret indsuges i q og i stærk luftblandet Tilstand farer ind i A, hvor det antændes. Paa Grund af Kullets fintfordelte og stærkt luftblandede

Tilstand er Forbrændingen meget intensiv, og der opnaas en høj Temperatur i Ovnens Brændzone, d. v. s. dens laveste Ende. Flammen stryger op gennem Ovnen, og Forbrændingsprodukterne gaar gennem Røgkammeret R til Skorstenen.

Henholdsvis Raamelet eller Tykslammet tilføres Ovnens øverste Ende gennem Tragten E og klumper sig straks sammen paa Grund af Varmen, saa at der dannes Smaaklumper paa en Nøds Størrelse. Ovnen gør $^1/_2$ à 1 Omgang pr. Minut. Paa Grund af Ovnens Hældning og omdrejende Bevægelse bevæger Klumperne sig ned mod dens laveste Ende. De nærmer sig derved gradvis Forbrændingsstedet, og ved Passeringen gennem dette opvarmes de til Sintring.

De brændte Klumper, der kaldes „Klinker", falder gennem B ned i den korte skraatliggende Cylinder K under Ovnen. Denne Cylinder kaldes „Klinkerkøleren", fordi de hvidvarme Klinker, der langsomt føres ned gennem K, ved at man drejer den rundt, afkøles af den Friskluft, der som nævnt indsuges af Blæseren D.

468. **Klinkernes Knusning og Finmaling.** Fra Klinkerkølerens laveste Ende falder Klinkerne ned i en Vogn V, der fører dem hen til Knusning i en Kuglemølle, en kort tyk Jærncylinder, i hvilken der er fyldt Staalkugler. Idet Kuglemøllen drejes rundt, styrter Staalkuglerne om mellem hverandre og knuser Klinkerne. Fra Kuglemøllen gaar Cementmelet til en Rørmølle af samme Art som den i § 464 omtalte Rørmølle og knuses støvfint.

469. **Cementens Lagring og Pakning.** Efter Finmalingen lagres Cementen i store Siloer, hvorved den i flere Henseender forbedres. Efter en passende Lagring indpakkes Cementen i Tønder eller Sække og kan saa sendes ud til Forbrugerne.

470. **Portlandcementens Egenskaber.** Portlandcement er et fint, graat Pulver med et grønligt Skær. Vægten afhænger af, hvor tæt Cementen er lejret. Tages Cement fra Tønder eller Sække og udmaales i større Kar til Brug ved Mørtelblandinger, kan man regne, at en Kubikmeter Cement vejer ca. 1400 kg.

471. Udrører man Portlandcement med Vand, faas en plastisk Masse, der ved Henstand „størkner", d. v. s. stivner og bliver fast. Efter Størkningen indtræder Hærdningen, hvorved den størknede Masse efterhaanden opnaar en betydelig Haardhed og Styrke.

472. **Størkningen** beror paa, at der udskiller sig en Mængde smaa Krystaller i den plastiske Masse. Herved bliver Massen mere og mere grødet, og tilsidst stivner den, idet Krystallerne sammenkitter Massens faste Bestanddele. Den Tid, der medgaar til Størkningen, kan være meget forskellig alt efter Cementens Beskaffenhed. Der findes Cementer, som størkner i Løbet af 1 Minut, medens andre Cementer bruger 15 Timer og derover til Størkningen. Størkningen ledsages af en Varmeudvikling.

Størkningen maa foregaa i Ro. Hvis Cementen bearbejdes eller udsættes for Rystelser under Størkningen, vil Krystaldannelsen ikke foraarsage nogen Sammenkitning af Massen. Ved Anvendelse af Cement har det derfor stor Betydning, at man ved, hvor lang Tid der hengaar, inden Cementen begynder at størkne efter Oprøring med Vand, samt hvor lang Tid det ialt varer, inden Størkningen er forbi. Hvis Cementen f. Eks. er saa hurtigtstørknende, at en deraf fremstillet Mørtel størkner paa kortere Tid end $^1/_4$ Dag, vil dette i Almindelighed være uheldigt, da man gerne tilbereder Mørtel til $^1/_4$ Dag paa een Gang. Paa den anden Side maa Mørtlen heller ikke være mere langsomtstørknende, end at Størkningen er afsluttet inden Arbejdstidens Begyndelse næste Morgen. Ønskes Cementen anvendt til Udstøbning under Vand, maa den dog være hurtigtstørknende, for at der i saa høj Grad som muligt kan forhindres Bortslæmning af Cement og Udludning af dens opløselige Bestanddele.

Størkningstiden afhænger af Cementens kemiske Sammensætning og desuden af en Del andre Forhold. Cement, der er fremstillet som ovenfor beskrevet, vil som Regel være for hurtigtstørknende. Dette kan der raades Bod paa, ved at man tilsætter lidt raa Gibs, ca. 2 %, inden Klinkernes Maling. Som Regel fugter man tillige Cementklinkerne med

ca. 1 % Vand inden Malingen. En Gibstilsætning forlænger Størkningstiden ved, at den besværliggør Vandets Angreb paa Cementen.

Jo mere Vand Cementen røres op med, des langsommere sker Størkningen, ligesom haardt Vand og Havvand forhaler Størkningstiden. Lagring forlænger som Regel Størkningstiden. Varme fremskynder derimod Størkningen, saa at en Cement størkner hurtigere om Sommeren end om Vinteren. Størkningen fremskyndes ogsaa af Vandglas, hvilket man f. Eks. benytter sig af ved Reparation af Betonbeholdere, der har vist sig at være utætte enkelte Steder*).

473. **Hærdningen** skyldes forskellige kemiske Processer, hvis virkelige Forløb endnu er ukendt. Man ved dog, at Cementen ved Hærdningen optager Vand, der bindes kemisk, og at der dannes vandholdige Kalciumsilikater og Kalcium-Aluminiumforbindelser, idet der samtidig frigøres Kalkhydrat, som udskilles i Massens Porer og, hvis Lejlighed dertil gives, i større eller mindre Grad omsætter sig med Luftens Kulsyre til kulsur Kalk.

Hærdningen kan ske enten under Vand eller i Luften. Ved Hærdning under Vand vil Cementen udvide sig lidt. Foregaar Hærdningen derimod i Luften, vil Cementen trække sig lidt sammen paa Grund af Vandets Fordampning. Ved god normal Cement foraarsager nævnte Udvidelse ingen skadelig Revnedannelse. Derimod kan Tørringssvindet frembringe fine Revner, hvis Cementen udtørres for stærkt umiddelbart efter Hærdningens Begyndelse. Dette kan undgaas, hvis man holder Cementen fugtig, f. Eks. ved Tildækning med vaade Sække eller ved jævnlig Overbrusning, indtil Hærdningen er saa vidt fremskreden, at Cementen er stærk nok til at modstaa de Spændinger, som Svindet foraarsager.

Indeholder Cementen Magnesia, der er brændt til Sintring, vil dette kunne foraarsage en Sprængning af den hærdede

*) En Ajlebeholder, der viste en betydelig Utæthed et enkelt Sted, blev saaledes tættet med en ret stiv Cementmørtel, som man fremstillede ved Udrøring af ren Cement i en Blanding af 1 Del Vandglas og 3 Dele Vand.

Cement, hvis Indholdet af Magnesia er for stort. Den sintrede pulveriserede Magnesia hærdner nemlig meget langsommere end Cementen, og den udvider sig under Hærdningen.

Svovlsure Salte, f. Eks. Gibs, vil ogsaa bevirke en Udvidelse af Cementen. Som tidligere nævnt tilsætter man indtil 2 % Gibs til Regulering af Størkningstiden, og et saa ringe Gibsindhold skader ikke Cementen. Indeholder Cementen imidlertid for meget Gibs, vil Udbuldningen kunne sprænge Cementen under Hærdningen. Hærdningen forløber hurtigst umiddelbart efter Størkningen. Efterhaanden sker den langsommere og langsommere, og efter ca. 3 Aars Forløb kan man praktisk talt regne, at Hærdningen er afsluttet.

474. Den Godhed, Portlandcementen opnaar ved Hærdningen, afhænger af en Mængde forskellige Forhold, f. Eks. af Cementens kemiske Sammensætning, Brændingsgrad, Finmaling o. s. v., af Mængden og Arten af det Vand, den er udrørt med, af den Omhyggelighed, hvormed Udrøringen er foretaget o. s. v. Endvidere skal særlig fremhæves Betydningen af, at Cementen behandles rigtigt under Størkningen og Hærdningen. Da de førstnævnte af disse Forhold unddrager sig Forbrugerens Kontrol, har det stor Betydning for ham ved Prøvning af Cementen at forskaffe sig en Forhaandsviden om dens Godhed. Paa den anden Side er Cementfabrikanten stærkt interesseret i, at denne Prøvning foretages paa rette Maade. Endelig har det selvfølgelig stor Betydning for begge Parter, at Kvalitetsbedømmelsen af Cementen foregaar ud fra forsvarlige Grundprincipper. Dette har ført til, at der i de fleste Lande efter Forhandlinger mellem Forbrugere og Cementfabrikanter og med sagkyndig Bistand af Materialprøvningsanstalter er opstillet saakaldte Cementnormer, d. v. s. Bestemmelser for ensartet Levering og Undersøgelse af Portlandcement.

475. Nedenfor skal gengives de danske Cementnormer af 1911, som nu almindeligt følges her i Landet, og efter hvilke Cementprøvningen foregaar paa Statsprøveanstalten

INDUSTRIFORENINGENS BIBLIOTEK

*De danske Cementnormer.*

Ved *Portland-Cement* skal forstaas et hydraulisk Bindemiddel, der er tilvirket ved Brænding indtil Sintring af en omhyggelig Blanding af Stoffer, hvis væsentligste Bestanddele er kalk- og lerholdige Materialer, og som derpaa er malet til Pulver.

I.

*Portland-Cement skal som Regel enten leveres i hele eller halve Normaltønder med en Bruttovægt henholdsvis af 180 kg og 90 kg og en Nettovægt af ca. 170 kg og ca. 83 kg eller i Sække med et Nettoindhold af ca. 85 kg. Bruttovægten skal være angivet paa Tønderne og Sækkene.*

*Muligt Tab ved Transport eller mulige Variationer i de enkelte Bruttovægte maa ikke overstige 2 % af Bruttovægten.*

*Foruden Vægtangivelse skal Tønderne og Sækkene have en tydelig Angivelse af Firma- eller Fabrikmærke samt endvidere være mærket „Portland-Cement.*

*Klumpet eller stenløben Cement betragtes ikke som Normalvare.*

II.

*Portland-Cement skal i Regelen være langsomt størknende, men kan dog paa Forlangende leveres hurtigt størknende.*

*Ved langsomt størknende Cement forstaas en saadan, hvis Størkning ikke begynder før 1 Time efter Oprøringen, og hvis Størkningstid ikke er under 2 Timer; dog maa Størkningstiden ikke overstige 15 Timer.*

Størkningstiden skal bestemmes med Vicats Normalapparat.

Bestemmelsen foretages med en Mørtel, der har *Normalkonsistens.* For at bestemme den Vandmængde, der udfordres hertil, i Almindelighed imellem 23 og 28 %, betjener man sig af den til Normalapparatet hørende Konsistensmaaler, der bestaar af en i et Stativ forskydelig cylindrisk Stift, af Diameter 1 cm, forsynet foroven med en Skive af samlet

Vægt 300 g, og en konisk Metalring (underste Diameter 7,5 cm, øverste Diameter 8,5 cm, Højde 4 cm), der løst hviler paa en Glasplade.

*For at bestemme Normalkonsistensen* udrøres 400 g Cement med en afmaalt Mængde Vand, saa at man faar en stiv Vælling; denne gennemarbejdes med en Spatel, for langsomt størknende Cement nøjagtig i 3 Minutter, for hurtigt størknende i højst 1 Minut, og fyldes derefter direkte i Ringen uden at rystes deri. Mørtelfladen afstryges derpaa, og Konsistensmaalerens Stift nedsænkes forsigtigt paa Overfladen. Konsistensen er normal, d. v. s. den for Cementen passende Vandmængde er til Stede, naar Stiften bliver staaende i en Højde af 4—6 mm over Beholderens Bund. Højden aflæses paa en paa Apparatet anbragt Maalestok. Heraf udledes den Vandmængde, der skal tilsættes Cementen for at frembringe Normalkonsistens.

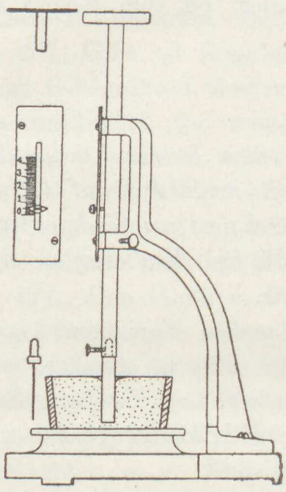


Fig. 85*).
Vicats Normalapparat.

*Størkningstiden bestemmes ved en Normalnaal*, som indsættes i Skaftet i Stedet for Stiften. Den foran nævnte Skive ombyttes med en tungere, saaledes at den samlede Vægt af Naal, Skaft og Skive ogsaa her er 300 g. Naalen er cylindrisk med et cirkulært Tværsnitsareal paa 1 $mm^2$ og plant afskaaren forneden vinkelret paa sin Akse. Opstillingen er forøvrigt som ovenfor anført.

Man udrører 400 g Cement med den Mængde Vand, der er fundet at behøves til Normalkonsistens, og gennemarbejder Mørtlen, for langsomt størknende Cement i 3 Minutter,

*) Figuren er laant fra E. Suenson: Byggematerialer.

for hurtigt størknende højst 1 Minut, hvorpaa Beholderen fyldes paa een Gang med den rørte Mørtel og afstryges.

*Størkningen betragtes som begyndt (Afbindingen indtraadt). naar Naalen ved sin egen Vægt ikke fuldstændig kan gennemtrænge Mørtlen ɔ: standser i en Afstand af ca. 5 mm fra Undersiden af Mørtlen.*

*Størkningstiden er den Tid, der forløber, fra Udstøbningen har fundet Sted, til Naalen ikke mere giver et kendeligt Indtryk paa Mørtelkagens Overflade.*

Bestemmelserne af Normalkonsistens og Størkningstid skal altid foretages ved en Temperatur af Luft, Vand og Cement, der ligger mellem 15 og 18°.

Under Afbindingen maa langsomt størknende Cement ikke vise nogen væsentlig Varmeforøgelse, hvorimod hurtigt størknende Cement almindelig viser en kendelig Varmeforøgelse.

## III.

*Portland-Cement maa ikke buldne ud, ɔ: udstøbt Cementmørtel maa ikke forandre sit Rumfang ved efter fuldendt Størkning at lægges i Vand.*

Prøven udføres ved, at man udrører ca. 200 g Cement med Vand til Normalkonsistens; Massen udstøbes paa en Glasplade i en Tykkelse af ca. 1 cm. Der maa fremstilles mindst 2 saaledes udstøbte Kager, og disse maa under Størkningen opbevares beskyttede mod Træk og Solskin, helst i et fugtigt Skab eller i en tildækket Kasse. Glaspladerne med Kagerne lægges i Vand efter 24 Timers Forløb for langsomt størknende Cements Vedkommende; for hurtigt størknende Cement kan det ske efter kortere Tids Forløb, dog først efter, at Størkningen fuldstændig er foregaaet.

Kagerne maa efter Opbevaring i Vand hverken vise nogen som helst Krumning eller have faaet Kantrevner. Tegnene til Udbuldning viser sig i Regelen i Løbet af 3 Dage, i hvert Tilfælde er Iagttagelsen efter 28 Dages Forløb tilstrækkelig.

Den afgørende Prøve for Rumfangsbestandigheden er

den 28 Dages Koldtvandsprøve, men hvis Tiden ikke tillader at afvente Resultatet af denne, anbefales det til foreløbig Orientering at anvende Le Chateliers Prøve udført paa følgende Maade: Le Chatelier-Formen anbringes paa en Glasplade og fyldes med Cement, udrørt med Vand til Normalkonsistens. Under Fyldningen holdes Formens Naale sammen med et let Tryk. Naar Formen er fyldt, dækkes den med en anden Glasplade, der belastes med en lille Vægt, og hensættes i Vand af en Temperatur af 15—18°. Efter 24 Timers Forløb tages den op og anbringes i et Vandbad, som opvarmes til Kogning i Løbet af ca. $^1/_2$ Time og derpaa holdes i Kog i 6 Timer. Afstanden mellem Naalespidserne maales før Anbringelsen i Vandbadet og efter Kogningen. Forøgelsen af Afstanden mellem Naalespidserne maa ikke overstige 10 mm.

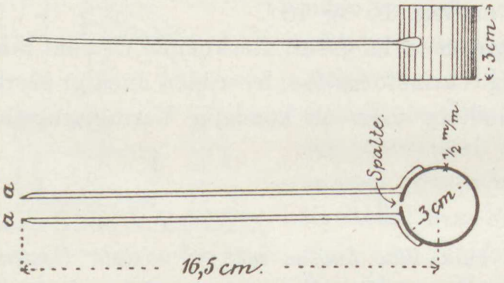



Fig. 86*). Le Chatelier-Formen. Apparatet bestaar af et cylindrisk Messinghylster, der er opslidset langs en Frembringer, og som paa hver Side af Slidsen bærer en Viser.

Bestaar Cementen denne Prøve, kan man gaa ud fra, at den ogsaa vil bestaa den 28 Dages Koldtvandsprøve; bestaar den ikke Prøven, kan man ikke skønne noget afgørende om Rumfangsbestandigheden, før Resultatet af Koldtvandsprøven foreligger.

## IV.

*Portland-Cement skal være saa fint malet, at den i det højeste lader 3 % tilbage paa en Sigte med 900 Masker pr. cm², og hvis Traadtykkelse er det halve af Maskevidden.*

Da Cement næsten udelukkende bruges i Forbindelse

*) Figuren er laant fra E. Suenson: Byggematerialer.

med Sand, og en saadan Mørtels Styrke — alt iøvrigt lige — bliver større, jo finere Cementen er, har Findelingen stor Betydning. Dog bør man ikke alene af Cementens Finhedsgrad bedømme dens Godhed, da ringere, blødere Cementsorter oftest forekommer meget fintmalede, eftersom de meget lettere lader sig findele end gode, haardtbrændte Sorter. Disse sidste vil, selv om de er mindre fintmalede, dog som Regel udvise en større Bindekraft end hine.

Til enhver Sigteprøve anvendes 100 g Cement.

For yderligere at bedømme den afsigtede Cements Finhed anbefales det at foretage en Adskillelse med en Sigte med 5000 Masker pr. $cm^2$.

V.

*Portland-Cementens Styrke skal prøves ved en Blanding af Cement og Sand.*

*Styrkeprøven udføres saa vel ved Tryk som ved Træk efter ensartet Fremgangsmaade, saa vel hvad Prøvelegemernes Form og Størrelse som de dertil anvendte Apparater angaar.*

*Normprøverne skal udføres af 1 Vægtdel Cement og 3 Vægtdele Normalsand og opbevares 1 Dag i fugtig Luft, den øvrige Tid under Vand.*

*Trykprøverne foretages med Terninger med 50 $cm^2$ Sideflade. Trækprøverne foretages med Prøvelegemer, hvis Brudflade er kvadratisk med et Areal af 5 $cm^2$.*

*Normprøverne med langsomt størknende Cement skal efter 28 Dages Forløb udvise en Trykstyrke af mindst 200 kg pr. $cm^2$ og en Trækstyrke af mindst 16 kg pr. $cm^2$.*

*Ved hurtigt størknende Cementer kan Styrketallene vise sig noget lavere, hvorfor disse altid skal være ledsagede af Angivelse af Størkningstiden.*

*De angivne Størkningstal skal være Middeltal af Forsøg med 10 Prøvelegemer.*

Normprøverne tilsigter kun en Bedømmelse af Cementens Egenskaber, men giver ikke Styrketal, som er anvendelige til Beregninger i Praksis, da der her arbejdes efter Rumfang, med andre Sandsorter og under andre Hærdningsforhold

m. m. Særlig henledes Opmærksomheden paa Betydningen af at gøre Prøver med den Sandsort, som agtes anvendt.

Da Forholdet mellem Trækstyrken og Trykstyrken er forskelligt ved de forskellige Cementsorter, kan Trækprøven alene ikke benyttes som Værdimaaler for Cementens Godhed; den største Betydning bør tillægges Trykprøven efter 28 Dages Forløb. Sammenligning af Styrkeprøverne efter kortere Tids Forløb giver ikke betryggende Holdepunkter for Bedømmelsen af de forskellige Cementsorter.

Ved de enkelte Cementsorter gør der sig som Regel et bestemt Forhold gældende imellem Styrketallene for Træk til forskellige Tider ligesom mellem Styrketallene for Træk og Tryk.

Til Kontrollering af de enkelte Sendinger ved en større Levering fra samme Fabrik, hvormed der paa et tidligere Stadium er foretaget Trykprøver, kan derfor Trækprøven efter 28 Dages Forløb tjene. Naar Tiden ikke tillader at afvente Resultatet af 28 Dages Prøverne, anbefales det til foreløbig Orientering at foretage Styrkeprøven efter 7 Dages Forløb; som Vejledning skal anføres, at Træk- henholdsvis Trykstyrken da som Regel kan ventes at være mindst 12 kg pr. $cm^2$ og 120 kg pr. $cm^2$.

Det maa anbefales, hvor det er muligt, at udstrække Undersøgelserne over Styrkeprøverne udover 28 Dage især for at lære Forholdene ved længere Opbevaring af Prøvelegemer af forskellige Sorter Cement at kende, f. Eks. indtil et eller flere Aar.

*Normalsandet* skal fremstilles af rent, skarpkantet Kvartssand, der omhyggeligt udvaskes og tørres; de grovere Dele frasigtes paa en Sigte af 0,25 mm tyk Metalplade med cirkulære Huller af 1,350 mm Diameter, og de fineste Dele paa en Sigte af samme Tykkelse Plade med Huller af 0,775 mm Diameter.

*Prøvelegemernes Forarbejdelse.*

Fremstillingen af Prøvelegemer foretages med Dr. Bøhmes Hammerapparat, som maa være anbragt paa et ikke fjedrende Underlag.

*Trykprøver.*

Ved *langsomt størknende Cementer* afvejes 400 g Cement og 1200 g Normalsand, der meget omhyggeligt sammenblandes f. Eks. i en Skaal eller i et andet Kar; denne Mængde er tilstrækkelig til Fremstilling af 2 Prøvelegemer. Derefter tilsættes paa een Gang den Mængde Vand, som er nødvendig for at give Mørtlen en passende Konsistens til den øvrige Bearbejdelse. Den almindelige Tilsætning vil være 8 à 9 %; dog fordrer forskellige Cementer forskellig Vand-

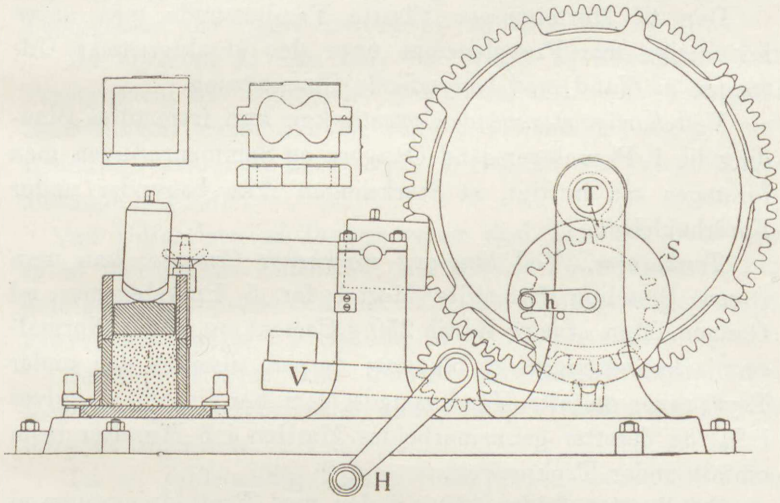



Fig. 87.*) Bøhmes Hammerapparat. Apparatet, der bestaar af en Svanshammer af Vægt 2 kg, er konstrueret saaledes, at det standser, naar Hammeren har tildelt Prøvelegemet 150 Slag. Foroven ses Formene til Prøvelegemerne. Formen til højre er til Trækprøvelegemerne, medens Formen til venstre, der har Terningeform, bruges til Trykprøvelegemernes Fremstilling.

tilsætning, hvorfor denne altid nøjagtig maa angives i %. Efter Tilsætning af Vandet gennemarbejdes Mørtlen meget omhyggeligt i 3 Minutter. Af Mørtlen fyldes 860 g i den med Paafyldningsapparat forsynede, paa Undersiden fastskruede Terningeform, og Jærntormkærnen lægges paa Mørtlen i

*) Figuren er laant fra E. Suenson: Byggematerialer.

Paafyldningsapparatet. Med Apparatets Hammer af Vægt 2 kg gives derpaa 150 Slag paa Formkærnen. Umiddelbart efter det sidste Slag fjernes Paafyldningsapparatet og Formkærnen. Den overflødige Mørtel afstryges med en Kniv, Overfladen glattes omhyggeligt, og Prøvelegemet henstaar derpaa 20 à 24 Timer i Formen i et fugtigt Rum (fugtigt Skab el. lign.), saaledes at det er beskyttet mod Træk og hurtig Udtørring. Efter denne Tids Forløb udtages Prøvelegemet af Formen og anbringes i Vand, helt dækket af dette, indtil Trykprøven foretages.

Den til Mørtelmassen tilsatte Vandmængde maa anses for rigtig, naar Prøvelegemet viser den karakteristiske Udtræden af Vand med begyndende Slamsætning.

Ved *hurtigt størknende Cementer* kan kun fremstilles Blanding til 1 Prøvelegeme ad Gangen, og Sammenrøringen maa foretages saa hurtigt, at Størkningen ikke begynder under Forarbejdelsen.

*Trækprøver.* Ved *langsomt størknende Cementer* kan man i een Blanding fremstille Mørtel for 5 Prøvelegemer ad Gangen. Man afvejer hertil 250 g Cement og 750 g Normalsand, der omhyggeligt blandes; derpaa tilsættes den under Trykprøver omtalte Vandmængde, som her ligeledes angives i %, og derefter gennemarbejdes Mørtlen i 3 Minutter (som omtalt under Trykprøver).

Af Mørtlen fyldes 180 g i den med Paafyldningsapparat forsynede, paa Underlaget fastskruede Jærnform, og Jærnformkærnen lægges ned paa Mørtlen i Paafyldningsapparatet. Med Apparatets Hammer gives derpaa 150 Slag paa Formkærnen.

Efter Fjernelsen af Formkærnen og Paafyldningsapparatet afstryges den overflødige Mørtel med en Kniv, og Overfladen glattes omhyggeligt.

Formen udløses forsigtigt senest en halv Time efter Formningen, hvorpaa Prøvelegemet hensættes i et fugtigt Rum (som nævnt under Trykprøver), hvor det henstaar i 24 Timer. Efter denne Tids Forløb anbringes det i Vand paa samme Maade som Trykprøvelegemerne.

Ved *hurtigt størknende Cementer* kan der kun tages Materiale i Arbejde til 1 eller højst 2 Prøvelegemer ad Gangen, og Afvejningen til Mørtelmassen maa rette sig derefter; Sammenrøringen maa ske saa hurtigt, at, som ovenfor nævnt, Størkningen ikke begynder, medens Mørtlen bearbejdes i Formen.

*Træk- og Trykprøverne* udføres straks efter, at Prøvelegemerne er optagne af Vandet, hvori de er opbevarede. Vandet fornyes i de første 28 Dage hver syvende Dag.

Vandet, der benyttes saavel til Forarbejdelsen som til Opbevaringen, skal være rent og ferskt og holdes paa en Temperatur, der ligger mellem 15 og 18 °.

Da Forløbet af den Tid, der bruges til Foretagelsen af Trækprøven, har Indflydelse paa Resultatet, maa Tillæget i Belastningen under Prøven være i 1 Sekund 1 kg pr. $cm^2$ Brudflade, svarende til 100 g i 1 Sekund ved Vægtstangsomsætning 1 : 50.

Ved Udførelsen af Trykprøverne skal Trykket virke paa to af Terningens Sideflader, der under Forarbejdelsen har indtaget den lodrette Stilling. Tillæget i Belastningen under Prøven kan sættes i 1 Sekund til 10 kg pr. $cm^2$.

Samtlige Prøver kan udføres af Statsprøveanstalten i København. I Tvivlstilfælde skal Statsprøveanstaltens Prøver være de afgørende.

Til en fuldstændig Række Normprøver bestaaende i Bestemmelse af Størkningstid, Rumfangsbestandighed, Malingsfinhed samt Træk- og Trykprøver efter 28 Dages Forløb udkræves ialt 5 kg Cement.

476. **Bemærkninger vedrørende Cementprøvningen.** Man ser af Cementnormerne, at med Undtagelse af Styrkeprøverne foretages de øvrige Prøvninger med ren Cement. Grunden til, at man foretager Styrkeprøverne med Prøvelegemer af Cement og Sand, er, at Cementsorter, der ved Prøvning i ren Tilstand viser samme Styrke, ved Prøvning i sandblandet Tilstand kan udvise en ret forskellig Styrke. Da Cement kun yderst sjældent anvendes i ren Tilstand, er man

INDUSTRIFORENINGENS BIBLIOTEK

derfor gaaet over til at prøve den sammenblandet med Normalsand, som jo er et særdeles ensartet Produkt.

I mange Tilfælde nøjes man ikke med Normprøven, men supplerer den dels med en kemisk Analyse og dels med en udvidet Sigteprøve, idet man ogsaa undersøger Sigteresten paa Sigter med 2500 og 5000 Masker pr. $cm^2$. Endvidere supplerer man ofte Prøverne for Rumfangsbestandighed med **Erdmengers Højtryksdampprøve.** Ved denne lægges Prøvelegemerne, henholdsvis 6 Trykprøvelegemer og 6 Trækprøvelegemer, der først har været opbevaret 1 Døgn i fugtig Luft og 2 Døgn under Vand, ind i en lille Dampkedel og koges i 6 Timer ved et Damptryk af 10 Atm. Hvis Prøvelegemerne ikke derved faar Udbuldningsrevner eller gaar itu, prøves de paa sædvanlig Maade for Træk og Tryk.

Endelig skal nævnes, at man ofte foruden at undersøge Styrken efter 28 Dages Forløb tillige lader foretage en 3 Dages, en 7 Dages og en 3 Maaneders Styrkeprøve. En saadan Prøverække giver foruden de rene Styrketal tillige et Billede af Hærdningens Forløb.

Til Orientering skal i omstaaende Tabel angives den aarlige Middelstyrke af alle de Cementer, der har været prøvet paa Statsprøveanstalten i Aarene 1909-1913. Endvidere angives Resultatet af Erdmengers Højtryksprøve, Le Chateliers Prøve og Cementernes Størkningstid, for saa vidt Resultaterne er opgivet i Statsprøveanstaltens Aarsberetning.

Middelværdien af Trækstyrken og Trykstyrken efter 28 Dages Forløb har været henholdsvis 27,2 og 362 kg pr. $cm^2$. Cementnormerne kræver, som ovenfor nævnt, mindst en Trækstyrke paa 16 kg pr. $cm^2$ og en Trykstyrke paa 200 kg pr. $cm^2$. Som man ser, ligger disse Styrketal betydeligt under de fundne Værdier. Man bør derfor absolut kassere enhver Cement, der ikke opfylder Cementnormernes Styrkekrav.

**Trykstyrken** bestemmes paa Statsprøveanstalten med Amsler-Laffons Presse, der er vist i Fig. 2 og forklaret i § 5.

| | 1909 | 1910 | 1911 | 1912 | 1913 |
|---|---|---|---|---|---|
| *Størkningsprøven.* | | | | | |
| Størkningstid i Timer..... | $7^1/_2$ | 7 | $7^1/_4$ | 8 | $7^3/_4$ |
| Antal Timer inden Størkningen begyndte..... | | | $3^3/_4$ | 4 | 4 |
| *Le Chateliers Prøve.* | | | | | |
| Udvidelse i mm..... | | | 1,5 | 2,5 | 1,5 |
| *Erdmengers Højtryksprøve.* | | | | | |
| Trækstyrken i kg pr. $cm^2$..... | 30,0 | 34,1 | 37,2 | 34,2 | 31,6 |
| Trykstyrken „ — ..... | 384 | 436 | 467 | 427 | 411 |
| *Styrkeprøven.* | | | | | |
| Trækstyrken eft. 3 Dage i kg pr. $cm^2$ | 14,2 | 17,7 | 16,9 | 15,7 | 14,8 |
| — „ 7 „ „ — | 19,9 | 22,3 | 21,8 | 20,9 | 19,7 |
| — „ 28 „ „ — | 25,4 | 28,9 | 28,4 | 27,8 | 25,5 |
| — „ 3 Maaneder — | 30,5 | 33,8 | 33,8 | 32,3 | 30,3 |
| Trykstyrken „ 3 Dage — | 111 | 123 | 130 | 122 | 131 |
| — „ 7 „ — | 206 | 228 | 229 | 224 | 225 |
| — „ 28 „ — | 330 | 387 | 398 | 391 | 305 |
| — „ 3 Maaneder — | 441 | 472 | 502 | 497 | 479 |

**Trækstyrken** bestemmes ved Hjælp af det i Fig. 88 viste Apparat. Prøvelegemet anbringes mellem Apparatets Kløer, af hvilke den nederste Klo er forbundet med Apparatets Fodplade ved en Forskruning og kan hæves og sænkes efter Behag, medens den øverste Klo indgaar i et Vægtstangssystem, hvis Omsætningsforhold er 1 : 50. Paa den øverste Vægtstangs frie højre Ende kan der ophænges en Spand, som vist i Figuren. Beholderen til højre indeholder Hagl. Efter at Prøvelegemet er bragt paa Plads, skrues den underste Klo ned, indtil den øverste Vægtstang ligger vandret. Derpaa hænges Spanden forsigtigt paa, og der aabnes for Haglene, ved at man trækker et Skod til Vejrs paa Hagelbeholderen. Haglene styrter nu i en jævn Strøm ned i Spanden gennem den viste Tud, og i samme Øjeblik, den jævntvoksende Belastning foraarsager Overrivning af Prøvelegemet, falder Spanden ned paa en lille Tunge, der rager ud fra Hagel-

beholderen. Derved udløses Skoddet, som saa falder ned og afspærrer for Haglene. Spanden med Haglene vejes nu, hvorefter Trækstyrken udregnes. Dette foregaar meget let. Trækprøvelegemets mindste Tværsnitsmaal er som nævnt i Normerne 5 $cm^2$, og da Vægtstangsforholdet er 1 : 50, faar man altsaa Trykstyrken udtrykt i kg pr. $cm^2$, ved at man multiplicerer Spandens og Haglenes Vægt udtrykt i kg med 10.

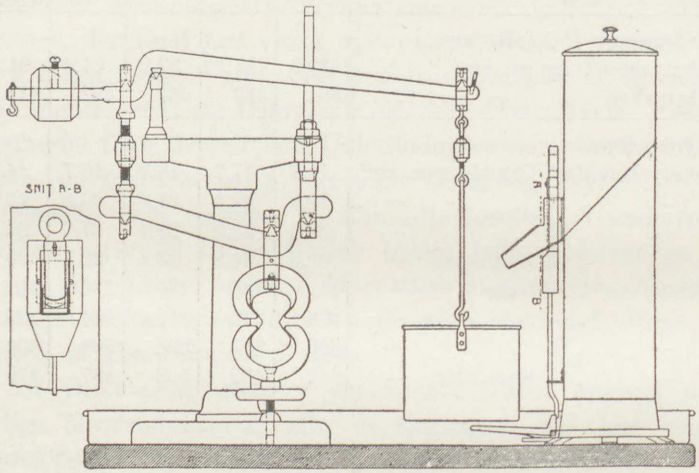



Fig. 88.*)

477. **Portlandcementens Anvendelse.** Paa Grund af sine fortrinlige Egenskaber har Portlandcementen faaet overordentlig stor Betydning som Mørtelmateriale, idet den baade i Retning af Styrke og hurtig Hærdning overgaar alle andre Mørteldannere. Portlandcementen har derfor fundet udstrakt Anvendelse indenfor alle Bygningsteknikkens Grene.

Sammenblandet med Sand eller Grus og en passende Vandmængde anvendes Cement som **Cementmørtel** i Husbygningen og Brobygningen til Opmuring af kunstige og naturlige Sten, til Jærnbeton, og som Puds, samt til Fremstilling af Cementmursten, Cementtagsten m. m. Indenfor

*) Figuren er laant fra E. Suenson: Byggematerialer.

Vejbygningen bruges Cementmørtel som Slidlag paa Gader og Fortove, til Udstøbning af Fugerne mellem Brosten, til Fremstilling af Fortovsfliser, Kloakrør m. m.

Sammenblandet med Grus og Skærver eller Smaasten med stærkt varierende Vandtilsætning anvendes Cementen som **Beton** til Erstatning af al Slags Murværk indenfor Husbygningen, Brobygningen og Vandbygningen, samt som Underlag for Stenbrolægning, Træbrolægning og Asfalt inden for Vejbygningen. Endvidere bruges Beton til Maskinfundamenter.

478. Erfaringen viser, at Cementmørtels og Betons Godhed — alt lige — ikke afhænger af Cementen alene, men ogsaa i høj Grad paavirkes af Arten og Beskaffenheden af de Materialer, der er sammenblandet med Cementen. Som de vigtigste af disse Materialer skal nævnes Sand, Grus, Ærtesten, Nøddesten, Singel og Ral samt Skærver af forskellig Art.

479. **Sand.** Ved Sand forstaar man i Almindelighed et løst Materiale, der bestaar af Stenkorn, som ikke er over 5 mm store. Kornstørrelsen er som Regel meget varierende, og Sandet indeholder ofte betydelige Mængder af støvfine Korn. Kornene kan være skarpkantede, men ofte er Kanterne temmelig stærk rundslidte.

**Strandsand** bestaar hovedsagelig af Kvartskorn. Det er temmelig rent, men det indeholder dog gerne lidt Kogsalt. Kornene er en Del rundslidte. Strandsandet oppumpes som Regel fra Havbunden, og i mange Kystbyer, f. Eks. København, er Strandsand det mest brugte Mørtelsand. Undertiden befries det for Salt ved Udvaskning.

**Bakkesand.** Ved Bakkesand forstaar man i Almindelighed lagdelt Istidssand (se § 375). Det er temmelig skarpkantet og indeholder foruden Kvartskorn tillige Granit- og Feldspatkorn samt Kalkkorn; det er ofte lerholdigt, hvilket er uheldigt til Mørtelbrug, navnlig hvis Leret sidder fast paa Kornene.

Sand til Mørtelbrug bør være skarpkantet, støvfrit og lerfrit. Det skal helst være en Blanding af groft og middel-

fint Sand, og de mindste Korn skal helst ikke være under $^1/_2$ mm store.

480. **Grus.** Ved Grus forstaar man Sandsorter, der indeholder Korn, som er større end 5 mm. Indeholder Gruset særlig mange Korn over 5 mm, kalder man det ofte for Stengrus. I det hele taget indeholder Gruset gerne betydelige Mængder af Sten i alle Størrelser. De største Sten løses af ved Gravningen i Grusgraven, medens de mindre kan fjernes ved Harpning, saa at Gruset kommer til at indeholde de Kornstørrelser, der skønnes mest hensigtsmæssige for Anvendelsen. I mange Tilfælde bruges Gruset dog uden at være harpet.

Almindelig harpet Grus kaldes ofte **Betongrus.** Det kan indeholde Korn op til 15 mm Størrelse. Til grov Puds og til fin Beton fremstilles **finharpet Grus,** som man faar ved Harpning af Betongrus.

481. Ved Harpningen kan man faa Stenene sorterede. Men skelner f. Eks. mellem Ærtesten, Nøddesten og Singel.

**Ærtestens** Kornstørrelse er ca. 10 til 15 mm. Ærtesten anvendes særlig til Jærnbeton.

**Nøddesten.** Kornstørrelsen ligger omtrent mellem 15 og 30 mm. Nøddesten bruges særlig til Jærnbeton.

**Singel** har en Kornstørrelse mellem 30 og 50 mm. Den øverste Grænse ansættes undertiden noget højere, men den bør dog næppe overstige 60 mm. De lavere Grænser, ca 30 mm, overholdes dog heller ikke. Undertiden samler man alle de harpede Sten i en Bunke, og kalder den saaledes erholdte Afharpning for Singel.

Som Mørtelmateriale anvendes Singel særlig til almindelig Beton.

482. **Ral.** Foruden de ovennævnte Rullestenssorter bruger man ogsaa til Beton en særlig Slags Rullesten, der under Navn af Ral opskylles flere Steder langs vore Kyster. Kornstørrelsen er gerne fra 15 mm til 80 mm, idet man frasorterer større Sten, hvis saadanne findes.

Ral anvendes mest til sværere Betonarbejder særlig indenfor Vandbygningen.

483. **Skærver** er Brudstykker af større Sten. De fremstilles enten ved Haandslagning eller ved Knusning i særlige Skærveknusemaskiner. Haandslaaede Skærver har temmelig regelmæssig Terningeform, medens maskinknuste Skærver er mere langagtige. Maskinslaaede Skærver er billigere end de haandslaaede, og da de giver lige saa god en Beton som de haandslaaede Skærver, foretrækkes de for disse til Betonfremstilling. Som Vejmateriale er haandslaaede Skærver bedst.

**Granitskærver** faas fra bornholmske og svenske Stenbrud. De fremstilles ogsaa af Kampesten og af store Sten, der faas ved Grusgravningen. Til almindelig Beton anvendes 30 à 50 mm store Granitskærver. Til Jærnbeton anvendes en Skærvestørrelse paa ca 12 mm.

**Blandingsskærver** fremstilles af afharpede Sten, der er for store til at bruges som Singel. De bestaar af Granit, Flint og Kalksten, og knust til ca. 12 mm Størrelse anvendes de meget til Jærnbeton.

**Flinteskærver** anses i Almindelighed ikke for at egne sig til Beton. Man frygter nemlig for, at Mørtlen ikke vil hæfte tilstrækkelig godt til deres glatte og uporøse Brudflader.

**Murstensskærver** er ikke noget godt Betonmateriale, fordi de ikke er ret stærke og ofte heller ikke er tilstrækkelig frostsikre. Passer man ikke paa at vande Murstensskærver stærkt inden Brugen, suger de ogsaa for meget Vand fra Betonen. De bedste Skærver faar man af klinkbrændte Mursten.

484. **Vandet,** som anvendes ved Mørteltilberedningen og Betonblandingen, skal være rent og friskt. Drikkevand samt Vand fra Søer og Vandløb, der ikke er forurenet ved Tilløb fra Fabrikker eller Kloakker, er udmærket egnet. Det gælder navnlig om, at Vandet indeholder saa lidt som muligt af Syrer og Salte af organisk eller uorganisk Oprindelse.

485. **Cementmørtel.** Som tidligere nævnt anvendes Cementmørtel til Muring og Pudsning. Den fremstilles ved Sammenblanding af Cement, Sand og Vand, og Sammenblandingen sker mest ved Haandblanding. Ved Fremstillingen udmaales Cement og Sand i det ønskede Blandingsforhold,

og Sandet udbredes i et jævnt, temmelig tyndt Lag paa en Brædeflage, saaledes at der fremkommer en aflang Bunke af ca. 1 Meters Bredde. Derpaa lægges Cementen som et lige tykt Lag oven paa Sandet i hele Sandbunkens Længde, men saaledes, at Cementlaget ikke naar ud til dens Siderande. Man skovler nu Sand fra Randene op over Cementen, hvorefter der sker en tør Sammenblanding ved Omskovling frem og derefter tilbage gennem Bunken. Omskovlingen foretages af to Mænd, der gaar paa hver sin Side af Bunken. De sørger stadig for, at Bunkens langstrakte Form bevares. Omskovlingen gentages flere Gange, indtil Cementen er ensformigt fordelt i Sandet, hvilket kan ses paa en lodret Snitflade tværs gennem Bunken. Naar Tørblandingen er færdig, tilsættes Vandet under fortsat Omskovling. Vandet skal tilsættes i smaa Portioner, da man ellers risikerer, at Cementen skylles bort fra Sandet paa de Steder, hvor Vandet rammer Bunken. Vandtilsætningen bør foregaa ved Hjælp af en Vandkande med Bruser. Der tilsættes ikke mere Vand, end at man faar en temmelig stiv Grød. Resten af Vandet tilsættes først i Mørtelbaljerne. Angaaende Vandtilsætningen i Mørtelbaljerne skal bemærkes, at man ikke maa tilsætte mere Vand, end der lige er nødvendig, for at man kan arbejde med Mørtlen. Jo mere Vand Mørtlen er tilberedt med, desto mere porøs og svag bliver den efter Hærdningen.

Træflagen skal anbringes paa et Sted, hvor der er Læ. Vinden vil nemlig ellers kunne bortføre betydelige Mængder Cement under Tørblandingen.

486. **Blandingsforholdet** mellem Cement og Sand retter sig efter den Brug, der skal gøres af Mørtlen. Til alle almindelige Arbejder bør der imidlertid ikke bruges en magrere Cementmørtel, end at alle Hulrum mellem Sandkornene er udfyldt med Cementgrød. Ifølge forskellige teoretiske Betragtninger, som dog ikke her skal omtales nærmere, synes en Cementmørtel af 1 Del Cement og 3 Dele Sand at danne Grænsen mellem tætte og porøse Cementmørtler. Af Hensyn til Sandets Uensartethed og Vanskeligheden ved at blande Cementen og Sandet fuldstændig sammen bør man dog anvende

1 Del Cement og $2^1/_2$ à 2 Dele Sand, hvis man vil sikre sig en tæt Mørtel.

Til Udstøbning af Revner i Murværk eller Fuger i Beton, Fuger i Granitmurværk og Understøbning af Fundamentsplader bruges 1 Del Cement og højst 1 Del Sand. For at lette Udstøbningen maa man nemlig gøre Mørtlen meget tyndtflydende; men jo mere Vand Mørtlen indeholder, desto tilbøjeligere er Sandet til at bundfælde sig. Mørtlen maa derfor kun indeholde lidt Sand. Foruden til Udstøbning anvender man ogsaa en saadan Mørtel til Glitning og Tætning af Overfladen af Beton, der ikke ønskes pudset.

Til Slidlag og til vandtæt Mørtel bruges et Blandingsforhold af 1 Del Cement og 1 à 2 Dele Sand.

1 Del Cement og 2 Dele Sand anvendes til Murværk af stor Styrke samt til Berapning af Murværk i Jord, til Fugning af almindeligt Murværk og til Samling af Lerrør*) m. m.

Til almindeligt Murværk bruges 1 Del Cement og 3 à 4 Dele Sand. Som Regel tilsættes ikke over 4 Dele Sand, da Mørtlen ellers bliver for porøs og svag efter Hærdningen, ligesom den i det hele taget bliver for strid at arbejde med.

487. **Mørteludbyttet.** I Henhold til Sætningen: „Mørteludbytte = Summen af Bestanddelenes virkelige Volumina", angiver „Hütte" des Ingenieurs Taschenbuch I Bd. pag. 703, Berlin 1919, følgende Mørteludbytter, der er bekræftede ved Forsøg:

| Blandingsforhold og Udbytte i Rumdele | | | | 1 m³ Mørtel kræver | |
|---|---|---|---|---|---|
| Cement | Sand | Vand | Udbytte | Cement kg | Sand Liter |
| 1 | 1 | 0,53 | 1,50 | 933 | 667 |
| 1 | 2 | 0,70 | 2,22 | 622 | 888 |
| 1 | 3 | 0,95 | 3,00 | 467 | 1000 |
| 1 | 4 | 1,22 | 3,80 | 368 | 1053 |

De anførte Tal bør dog sikkert betragtes som omtrentlige, da de særlig afhænger af Sandet. De bør i hvert enkelt Tilfælde kontrolleres ved Forsøg.

*) Se § 429.

488. **Styrken** afhænger saavel af Cementen som af Sandet. Sandets Indflydelse undervurderes ofte i alt for høj Grad, idet man lægger Hovedvægten paa at sikre sig en god Cement og derfor kun lader denne undersøge, medens man nøjes med en almindelig Besigtigelse af Sandet, ja ofte ikke engang foretager en saadan. Erfaringen viser, at dette Forhold har foraarsaget store Tab, idet f. Eks. Hvælvinger opmurede i Cementmørtel er styrtet ned til Trods for, at man havde anvendt god Cement. Som Regel kan man gaa ud fra, at hvis man anvender langsomt størknende dansk Cement, er det fra Sandet, den største Fare truer. Vil man lade Materialerne undersøge, bør man samtidig lade foretage to Prøver, nemlig en Normprøve med Cementen og Normalsand og en Prøve med Cementen og det paagældende Sand i samme Blandingsforhold som Normprøven, altsaa 1 Del Cement og 3 Dele Sand. Giver Normprøven et godt Resultat, skal den anden Prøve ogsaa blive god, i modsat Fald ligger Skylden hos Sandet. For at spare Tid og Penge nøjes man undertiden med at underkaste Materialerne en 7 Dages Trykprøve. Hvis man kender Cementens Styrke fra en tidligere Undersøgelse, hvad der ofte er Tilfældet, behøver man kun at lade fremstille 5 Trykprøvelegemer af Cementen og Sandet i Forholdet 1 Del Cement og 3 Dele Sand. Trykstyrken efter 7 Dage bør da ikke være under 200 kg pr. $cm^2$, og som Regel vil den endogsaa være højere. Man har nemlig Erfaring for, at med godt Sand faar man en større Trykstyrke med Cement og Sand end med Cement og Normalsand, og i Følge Tabellen i § 476 har 7 Dages-Trykstyrken med Cement og Normalsand i de 5 Aar haft en Middelværdi af 222 kg pr. $cm^2$.

Cementmørtels Godhed afhænger selvfølgelig i allerhøjeste Grad af den Omhu, der er anvendt paa dens Blanding. Endvidere maa man ogsaa passe paa ikke at anvende hurtigstørknende Cement til almindelig Cementmørtel. Hvis Cementmørtlen nemlig begynder at størkne, medens man arbejder med den, opnaar den ikke sin fulde Styrke ved Hærdningen,

ja Styrken kan endog af den Grund gaa ned under det halve af den normale.

489. En nøjagtig Bestemmelse af Størkningstiden saaledes som beskrevet i Cementnormerne er ikke saa nem at udføre paa en Byggeplads og kræver i hvert Fald Anskaffelsen af et Vicats Apparat. Da det i Praksis særlig kommer an paa saa nogenlunde at fastslaa Tidspunktet for Størkningens Begyndelse, kan følgende Fremgangsmaade anbefales. Man fylder et Par Haandfulde Cement i en Skaal og tilsætter Vand af almindelig Stuetemparatur i smaa Portioner under kraftig Omrøring med en Bordkniv eller flad Træspartel, indtil man faar en lind Grød. Efter ca. 3 Minutters vedvarende Omrøring tildækkes Skaalen med en Glasplade for at forhindre Vandfordampning, hvorpaa man noterer sig Klokkeslettet og henstiller Skaalen forsigtigt uden at ryste den paa et Sted, hvor den er beskyttet mod Sollys. Hver halve Time tager man Glaspladen bort et Øjeblik og undersøger, om Cementen er begyndt at stivne, hvilket let kan mærkes ved, at man trykker en Negl ned i dens Overflade. Hvis Størkningen er begyndt i Løbet af 1 Time, er Cementen for hurtigstørknende til almindelig Brug.

490. **Cementmørtels Egenskaber.** Da Cementmørtel og Beton væsentlig forholder sig ens overfor Kulde, Varme og Ild samt i Henseende til Rumfangsbestandighed og Modstandsevne overfor kemiske Angreb, henvises yderligere til § 501, der omhandler Betons Egenskaber.

491. **Beton.** Ved Beton forstaar man i Almindelighed en Blanding af Cement, Sand eller Grus og Sten eller Skærver. Den kan simplest betragtes som en Blanding af Sten eller Skærver og Cementmørtel. En Beton skal, saa vidt muligt, bestaa af et stærkt sammenpakket Stenmateriale, hvis Hulrum er fuldstændig udfyldt med en tæt Cementmørtel.

492. **Betons Blandingsforhold.** Da Beton fremfor alt ingen Hulrum maa indeholde, maa man arbejde med en lidt større Mørtelmængde, end man antager, der behøves til at udfylde Hulrummet i Stenmaterialet. Stenmaterialets Hul-

rum afhænger navnlig af, hvor stærkt Materialet er sammenpakket, men tillige ogsaa af dets Art. Ensartet Kornstørrelse kræver mere Mørtel end uensartet, idet Hulrummene er større. Man regner i Almindelighed, at der til 1 Rumfang Stenmateriale skal anvendes $^1/_2$ Rumfang Mørtel. Ved Betonens Fremstilling udmaaler man imidlertid ikke den færdige Mørtel; men Cementen, Sandet og Stenmaterialet udmaales hver for sig, hvorefter de sammenblandes. Ved Udmaalingen af Materialerne plejer man at regne med „Sandmængde“ i Stedet for med „Mørtelmængde“, idet man ser bort fra Cementmængden. Denne Beregningsmaade vil dog kun for de allerfærreste Mørtlers Vedkommende give en tæt Beton.*)

Af Blandingerne

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Cement | : 2 | Sand | : 4 | Sten |
| 1 | „ | : $2^1/_2$ | „ | : 5 | „ |
| 1 | „ | : 3 | „ | : 6 | „ |
| 1 | „ | : 4 | „ | : 8 | „ |
| 1 | „ | : 5 | „ | : 10 | „ |

der alle indeholder $^1/_2$ Rumfang Sand til 1 Rumfang Sten, vil den første Blanding give en tæt Beton, medens alle de andre giver porøs Beton. For at raade Bod herpaa tager man ikke saa stor en Mængde Sten. Man ændrer saaledes ofte Sammensætningen af de fire sidste Blandinger til

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Cement | : $2^1/_2$ | Sand | : 4 | Sten |
| 1 | „ | : 3 | „ | : 5 | „ |
| 1 | „ | : 4 | „ | : 7 | „ |
| 1 | „ | : 5 | „ | : 9 | „ |

Det angivne Forhold mellem Mørtelmængde og Stenmateriale overskrides dog ofte betydeligt, idet man under visse Omstændigheder kan blive nødsaget til at anvende omtrent lige Dele Mørtel og Sten, saaledes som nedenfor skal omtales; men man bør aldrig bruge større Mørtelmængder end højst nødvendig, thi jo mere Mørtel der anvendes, desto

*) Angaaende de teoretiske Betragtninger i saa Henseende henvises til E. Suenson: Byggematerialer.

større Svind faar Betonen, og desto dyrere bliver den, fordi der medgaar mere Cement.

Ovenstaaende Betragtninger er baseret paa Anvendelse af mere eller mindre sorterede Materialer. I mange Tilfælde anvender man dog uharpet Materiale direkte fra Grusgrav, idet kun de største Sten er fjernet ved Gravningen. Under saadanne Omstændigheder beror det selvfølgelig paa en Tilfældighed, om Grusmaterialet har den Sammensætning, der er vel egnet til Beton. Som Regel vil Gruset indeholde for faa Sten.

493. **Betonudbyttet.** Man kan ikke paa Forhaand uden videre opgive Betonudbyttet, da dette i højeste Grad afhænger af Sandets, Grusets og Stenmaterialets Kornstørrelse og Kornform, af Betonens Art m. m. „Hütte" angiver for Stampebeton af:

| Blandingsforhold og Udbytte i Rumdele | | | | 1 m³ Stampebeton kræver | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Cement | Sand | Runde Sten | Udbytte | Cement kg | Sand Liter | Sten Liter |
| 1 | 2 | 4 | 4,4 | | | |
| 1 | 3 | 6 | 6,6 | 210 | 450 | 900 |
| 1 | 4 | 8 | 8,8 | | | |
| 1 | 5 | 10 | 11,3 | | | |

| Blandingsforhold og Udbytte i Rumdele | | | | 1 m³ Stampebeton kræver | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Cement | Sand | Skærver | Udbytte | Cement kg | Sand Liter | Skærver Liter |
| 1 | 2 | 3 | 3,6 | | | |
| 1 | 3 | 4.5 | 5 | | | |
| 1 | 4 | 6 | 6,5 | | | |
| 1 | 5 | 7,5 | 8,4 | 168 | 600 | 900 |

„Hütte" regner, at 1 Rumfang runde Sten skal erstattes af $^3/_4$ Rumfang Skærver. „Hütte" skriver udtrykkelig, at de opgivne Resultater kun maa opfattes som vejledende.



INDUSTRIFORENINGENS BIBLIOTEK

Her i Landet regner man ofte med ca. 30 % Rumfangssvind ved almindelig Beton ($1 + 3 + 5 = 9 \div 30$ % Beton) og ca. 40 % Rumfangssvind ved Jærnbeton ($1 + 2^1/_2 + 3 = 6^1/_2 \div 40$ %).

494. **Betonens Fremstilling.** Til almindelig Beton anvender man Grus, idet Sand er for fint. Særlig det i § 480 omtalte Betongrus finder udstrakt Anvendelse.

Ved Fremstilling af mindre Mængder Beton udmaales Bestanddelene ved Hjælp af et passende stort Maalekar. Ved Fremstilling af større Betonmængder, hvor man kan bruge en Sæk Cement ad Gangen, udmaales kun Grus og Stenmateriale. Som nævnt i § 470 kan Cementens Vægt i løst Maal sættes til 1400 kg pr. $m^3$. Da 1 Sæk Cement i Følge Normerne skal indeholde ca. 85 kg Cement, fylder den i løst Maal $85 \times 1000 : 1400 = 61$ Liter. Som Maalekar benyttes ofte Trillebøre, hvis Rumindhold da maa være et passende Multiplum af 61. En Trillebør til dette Brug skal helst have skraa Forside og de tre andre Sider lodrette. De fire Rande skal endvidere ligge i samme Plan, ellers kan Børen ikke stryges af.

495. Efter Udmaalingen sammenblandes Bestanddelene enten ved Haandblanding eller ved Maskinblanding.

Ved **Haandblanding** fremstilles Mørtlen først, hvilket foregaar paa samme Maade som beskrevet i § 485. Derefter udbredes Stenmaterialet i et ret tyndt Lag paa Brædeflagen og overbruses med Vand, som bortskyller Støv og lignende fra Overfladen. Overbrusningen af Stenmaterialet, maa ikke undlades, da Cementen hæfter bedst til en ren og vaad Stenoverflade. Mørtlen henlægges paa Stenmaterialet, og Bunken omskovles derpaa omhyggeligt under Tilsætning af den for Betonens Anvendelse nødvendige Vandmængde.

Ved **Maskinblanding** anvendes baade periodiske og kontinuerlige Betonblandemaskiner. De sidstnævnte anvendes dog ikke saa meget som de periodiske og skal derfor ikke nærmere omtales. Periodiske Betonblandemaskiner findes i flere forskellige Konstruktioner. I Hovedtrækkene bestaar de af en vandret liggende Tromle, der ofte har

Cylinderform, men dog ogsaa kan være videst paa Midten og spids til begge Ender. Tromlen sættes i en omdrejende Bevægelse, hvorved Betonmaterialets Bestanddele kastes rundt mellem hverandre. For at forhøje Virkningsgraden er Tromlens Inderside forsynet med fastsiddende Skovle. Man kan dog ogsaa i Stedet for fastsiddende Skovle anvende Vinger, der sidder paa en Jærnstang i Tromlens Akse og bevæges rundt sammen med Tromlen.

Med Betonblandemaskiner opnaas en saa fortrinlig Virkning, at Stenmaterialet kan indføres i Maskinen samtidig med Cementen og Gruset. Efter en passende Tørblanding tilsættes den nødvendige Vandmængde.

496. **Vandtilsætningens Størrelse** retter sig efter den Maade, paa hvilken Betonen skal udstøbes. Man skelner mellem vaad, plastisk, jordfugtig og tør Beton.

**Vaad Beton** indeholder saa meget Vand, at den egentlig ikke lader sig sammenpresse ved Stampning. Hvor det lader sig gøre, stamper man den dog let ved Udstøbningen, idet man derved bedre faar Formen udfyldt samt fjerner indesluttede Luftblærer. Vaad Beton anvendes i Tilfælde, hvor man ikke kan komme til at foretage en virkningsfuld Stampning eller slet ikke kan komme til at stampe, f. Eks. ved Støbning under Vand. Det store Vandindhold nedsætter Styrken en Del. Til Jærnbeton anvendes en Beton, der er en Mellemting mellem vaad og plastisk Beton. Det gælder nemlig om at faa Jærnindlæget godt indstøbt i Betonen.

**Plastisk Beton** skal indeholde saa meget Vand, at den bliver vaad paa Overfladen, hvis man trykker den stærkt sammen inden i en Haand. Ved Udstøbningen maa den stampes, og efter Stampningen fremtræder den som en blød Grød, der giver efter for Støderen.

**Jordfugtig Beton** indeholder ikke mere Vand, end at den ved et kraftigt Tryk med Haanden kan sammenpresses til en sammenhængende Klump, og ved Udstøbningen skal Vandet lige kunne bringes frem i Overfladens Porer ved en meget kraftig Stampning.

Jordfugtig Beton bliver ved god Stampning stærkere end

plastisk Beton; men ved mangelfuld Stampning taber den betydeligt i Styrke. I Stedet for jordfugtig Beton anvender man derfor ofte plastisk Beton, som kræver mindre Stampning og selv ved en mindre omhyggelig Behandling giver en mere ensartet Beton.

**Tør Beton** indeholder saa lidt Vand, at selv den kraftigste Stampning ikke kan bringe Vand til at træde frem i Betonens Overflade. Styrken bliver kun ringe selv ved kraftig Stampning. Tør Beton anvendes derfor kun i Tilfælde, hvor det gælder om hurtigt igen at kunne disponere over Formen, medens der ikke stilles større Krav til den fremstillede Cementvares Styrke.

497. **Betonens Udstøbning** skal ske saa hurtigt som muligt efter Blandingen særlig i varmt og tørt Vejr. Man bør derfor ikke fremstille mere Beton, end at den kan anvendes i Løbet af 1 højst 2 Timer. Hvis Betonen efter en Tids Henliggen synes at trænge til en forøget Vandtilsætning, er dette et Tegn paa, at Størkningen er begyndt. Betonbunken skal opbevares beskyttet mod Regn, Solskin og Blæst. Ved Betonens Transport bør man saa vidt muligt undgaa Rystelser, for at Stenmaterialet ikke skal bundfælde sig. Ved Udstøbningen kastes Betonen ned i Formen eller Udgravningen. Er Udgravningen dyb, skal Nedkastningen foregaa i flere Sæt, da Stenene ellers vil bundfælde sig ved Stødet. Man anvender i saa Fald flere Lad og kaster den fra Lad til Lad. Udstøbningen sker lagvis, og Laget maa ikke være tykkere, end at det kan gennemarbejdes ved Stampning. I Almindelighed vil 15 à 20 cm være et passende tykt Lag for jordfugtig Beton, ved plastisk Beton kan Tykkelsen gaa op til ca. 30 cm.

Stampningen udføres med Jærnstødere eller jærnbeslaaede Træstødere, og den maa rette sig efter Betonens Art. Jo vaadere Betonen er, desto mindre Stampning kræves der, for at den skal blive tæt. Er Betonen meget vaad, maa Stampningen foregaa forsigtigt, da man ellers risikerer, at Stenmaterialet synker til Bunds paa Grund af Bearbejdningen. Forinden et nyt Betonlag lægges paa, maa Overfladen af

den færdigstampede Beton opkradses, da man ellers ikke faar tilstrækkelig god Forbindelse mellem de enkelte Lag. Er der gaaet saa lang Tid, at Størkningen er begyndt i det færdigstampede Lag, maa der ingen Opkradsning finde Sted, da en saadan vil svække Betonen stærkt. Man bør i saa Fald overstryge Betonen med en tynd Cementmørtelvælling.

Betonformene maa være saa solide og vel afstivede, at de kan taale Stampningen. De fremstilles gerne af Træ, men ved Massefabrikation anvendes ofte Jærnforme. Vil man forhindre, at Betonen binder til Formen, indfedtes denne med Olie eller oversmøres med Sæbe.

Under Hærdningen svinder Betonen, og ved store Betonmasser kan Svindet foraarsage Revnedannelse. Denne modvirkes ved, at man med passende Mellemrum indfører gennemgaaende Svindfuger i Betonmassen.

For at modvirke Svindet og styrke Betonen maa den beskyttes mod Udtørring ved Vandfordampning den første Uge. Man holder derfor Betonen bedækket med vaade Cementsække eller med et Lag vaadt Grus. Hvis dette ikke lader sig gøre, maa Betonen jævnlig vandes, hvilket bedst sker ved Hjælp af en Vandkande med Bruser. Betonen maa ogsaa beskyttes mod Frost og mod Udvanding af stærke Regnskyl ved en passende Tildækning.

Man bør saa vidt muligt ikke belaste Beton, før den er et Par Uger gammel, og jo længere Tid der kan hengaa, inden den belastes, des bedre er det. Undertiden kræver Forholdene, at Betonen maa belastes faa Dage efter Støbningen. Der bør dog mindst hengaa 3 Dage, inden dette finder Sted, og det maa yderligere forudsættes, at Betonen ikke udsættes for Bøjningsspændinger.

498. **Betonstøbning i Vand** bør undgaas saa vidt muligt, idet der udvaskes Cement af Betonen under Faldet ned gennem Vandet, ligesom Betonen bliver svagere, fordi den lejrer sig løst og kun sammenpresses ved sin Egenvægt. Hvor det lader sig gøre, tørlægger man Byggestedet eller støber Betonblokke, som siden nedsænkes i Vandet.

Til Betonstøbning i Vand maa man anvende federe

Blandinger end ellers paa Grund af Cementtabet. Til almindelige Arbejder bruges saaledes ofte 1 : 2 : 4. Kommer det særlig an paa Tæthed, kan det blive nødvendigt at anvende saa fede Blandinger som 1 : 2 : 3 eller 1 : 2 : 2. Der anvendes gerne hurtigtstørknende Cement.

499. **Betonens Egenskaber.** Betonens overordentlig talrige Anvendelser indenfor Teknikkens forskellige Grene bevirker, at der stilles mangeartede og ofte store Krav til dens Egenskaber. Som nogle af Betonens vigtigste Egenskaber skal nævnes: Dens Styrke, Modstandsevne overfor kemiske Angreb og overfor Kulde og Varme, samt endvidere dens Vandtæthed.

500. **Styrken.** Som det ogsaa fremgaar af det foregaaende, afhænger Styrken af Materialernes Godhed, af Blandingsforholdet, af en passende Kornstørrelse saavel i Mørtlen som i Stenmaterialet samt endelig og ikke mindst af Fremstillingsmaaden, af Betonens Art og af den Omhu, hvormed Arbejdet er udført under Fremstillingen.

Forsøg har godtgjort, at det har meget stor Betydning, at man anvender den stærkest mulige Cement til Beton; navnlig til magre og vaade Betonblandinger. Man har saaledes fundet,*) at 28 Dages-Trykstyrken af Beton er blevet forøget 50 à 104 %, naar Cementens 28-Dages Trykstyrke, bestemt efter Cementnormerne, gik 50 % op.

Beton bør saa vidt muligt kun paavirkes til Tryk. Trækstyrken er kun ringe, ca. $^1/_{12}$ à $^1/_{20}$ af Trykstyrken. Bøjningsstyrken**) er ca. $^1/_6$ à $^1/_{10}$ af Trykstyrken.

501. **Modstandsevne overfor kemiske Angreb.** Som omtalt i § 473 bestaar den hærdede Cement hovedsagelig af vandholdige Kalciumsilikater og Kalcium-Aluminiumforbindelser, endvidere af udkrystalliseret Kalkhydrat samt af kulsur Kalk, der er opstaaet ved, at Luftens Kulsyre har omsat sig med noget af Kalkhydratet. Disse Bestanddele, der sammenkitter Betonens Grus- og Stenmateriale, er paa mange

*) Ifølge E. Suenson: Byggematerialer.

**) Angaaende Bøjningsstyrke henvises til Fodnoten § 32.

Maader udsat for kemiske Angreb, hvorved de opløses, saa at Betonen beskadiges eller ødelægges.

**Haardt Vand,** d. v. s. Vand, der indeholder mange opløste Kalksalte, angriber ikke Betonen. Det samme er Tilfældet med **alkaliske Opløsninger,** f. Eks. Opløsninger af Sæbe, Soda og Kogsalt.

Hvis Beton gennemsives af **blødt Vand,** vil dette opløse Kalkhydrat, der ved Vandets Fordampning fra Betonens Overflade vil udskille sig i dennes Porer og under Indvirkning af Luftens Kulsyre omdannes til kulsur Kalk, saa at Betonoverfladen bliver hvidskjoldet. Porøs Beton vil fuldstændig ødelægges, hvis den til Stadighed udsættes for Gennemsivning af blødt Vand. Man har ogsaa Eksempler paa, at gode, tætte Cementrør hurtigt er gaaet til Grunde, fordi de blev benyttet til Vandledning for blødt Drikkevand.

**Kulsyreholdigt Vand** angriber Beton stærkt. Kulsyren omsætter sig med Kalkhydrat til kulsur Kalk, der opløses af det kulsyreholdige Vand, idet der dannes sur kulsur Kalk. Efter nogen Tids Forløb ophører Angrebet dog, idet der samtidig danner sig et Lag Slim paa Betonoverfladen. Fjernes dette Slimlag, vil Angrebet imidlertid atter begynde.

**Kloakvand** vil som Regel ikke skade Beton, særlig ikke hvis Betonen er tæt. Tilføres der imidlertid Kloaken syreholdigt Afløbsvand fra Fabrikker, vil Betonen kunne ødelægges, hvis den ikke bestryges med en passende Imprægnering, f. Eks. med Asfaltlak.

**Havvand** virker opløsende paa Betonens Kalksalte. Er Betonen imidlertid tæt, saa at den kun kan angribes paa Overfladen, tager den kun ringe Skade, saa meget mere som Havvandets Magniumklorid og Magniumsulfat omsætter sig med noget af Cementens Kalksalte, saa at der udskilles uopløseligt Magnesiahydrat i Betonfladens Porer, hvorved Saltvandets Indtrængen modvirkes. Forinden Betonblokke nedsænkes i Havvand, anbefales det at bestryge dem med Kultjære, der lukker Porerne i Betonens Overflade. Til Brug i Havvand bør man næppe bruge magrere Betonblandinger

end 1 : 2 : 4, da det særlig gælder om, at Betonen er tæt. Porøs Beton gaar nemlig hurtigt til Grunde.

**Saltsyre, Salpetersyre** og **Eddikesyre** danner letopløselige Kalksalte med Cementens Kalk. Betongulve i Mejerier og Ølbryggerier vil temmelig hurtigt ødelægges af sur Mælk og Øl.

**Mineralolie** skader ikke Beton. Derimod ødelægges porøs Beton hurtigt af **Fedtstoffer** fra Dyre- og Planteriget, de saakaldte **fede Olier,** idet disse Stoffers Fedtsyrer omsætter sig med Betonens Kalk til Kalksæber.

Tæt Beton staar sig derimod ret godt overfor Angreb af fede Olier. Det maa dog anbefales at imprægnere Betonen med de i § 291 omtalte Kesslerske Fluater, hvis den er udsat for Angreb af Fedtsyrer eller andre Syrer.

502. **Modstandsevne overfor Kulde og Varme.** Nystøbt Beton taaler ikke Frost, idet Vandets Rumfangsforøgelse ved Frysningen løsner Betonens Sammenhæng. Ved Betonstøbning i Frost fremskynder man Betonens Størkning saa meget som muligt, enten ved at man tilbereder Betonen med lidt Vand, der anvendes kogende, eller ogsaa ved, at man anvender en hurtigstørknende Cement. Undertiden giver man Vandet en Tilsætning af Kogsalt, hvorved dets Frysepunkt sænkes. Man maa ikke bruge mere Salt, end at Vandet lige kan undgaa at fryse ved den herskende Temperatur. Metoden er dog kun brugelig ved Støbning af Fundamenter, da saltholdig Beton ikke tørrer. Ved Benyttelse af saltholdigt Vand skal man kunne støbe Beton i 10 ° Kulde, uden at Betonens Styrke nedsættes nævneværdigt.

Hærdet Beton staar sig godt overfor Frost, hvis Stenmaterialet er frostbestandigt.

Nystøbt Beton maa ikke udsættes for ret stærk Varme, da den derved kan udtørre saa stærkt, at der opstaar Svindrevner. Hærdet Beton taaler derimod flere Hundrede Graders Varme uden at tage Skade, hvilket f. Eks. har stor Betydning ved Betonens Anvendelse til Fabriksskorstene, Røgkanaler og lignende.

503. **Vandtæthed.** Ved Betons Anvendelse til Vandbeholdere, Vand- og Kloakrør, ja overalt hvor den kommer i Berøring med Vand, er Vandtæthed af stor Betydning, ikke mindst fordi det gennemsivende Vand, som ovenfor omtalt, kan ødelægge Betonen. Til alle saadanne Anvendelser bør man ikke bruge en magrere Betonen end 1 : 2 : 4. Selv den bedste Beton er imidlertid porøs, navnlig saa længe den er ny; men er Porerne blot tilstrækkelig fine, kan der alligevel opnaas Vandtæthed, fordi det herskende Vædsketryk ikke vil være stort nok til at overvinde Gennemgangsmodstanden. Efterhaanden som Hærdningen skrider frem, vil Porerne som Regel blive mindre, ja ofte helt tilstoppede paa Grund af udskilte Kalksalte.

Til vandtæt Beton maa man ikke anvende porøse Sten; smaa runde Sten egner sig bedst. Betonen maa fremfor alt ikke indeholde Hulrum. Man bør derfor anvende plastisk Beton, og Stampningen maa foretages med Omhu.

Svære Betonkonstruktioner kan fremstilles af en meget magrere Betonblanding end den ovenfor angivne, hvis man forsyner dem med et vandtæt Pudslag, ca. 1,5 cm tykt. Til dette Brug skal Pudsmørtlen være sammensat af 1 Del Cement: 1 à 2 Dele Sand af blandet Kornstørrelse. Pudslaget maa paaføres omhyggeligt, og for at det skal komme til at sidde godt fast, maa Betonfladerne skylles grundigt af med Vand inden Pudsningen. De to første Uger skal Pudslaget stadig holdes vaadt, for at der ikke skal danne sig Svindrevner. Bedst er det, hvis Pudslaget kan sættes under Vand.

Saavel Betons som Cementmørtels Vandtæthed kan forøges ved, at man giver Mørtelvandet visse Tilsætninger. En Tilsætning af 6 à 7 % Alun eller Sæbe til Vandet har givet gode Resultater. Undertiden anvendes begge Stoffer samtidigt. Der forhandles ogsaa en Del Patentmidler, som ligeledes skal røres ud i Mørtelvandet. Af disse skal nævnes Ceresit, som er et Tjærepræparat, der ved Undersøgelser paa forskellige Prøveanstalter har givet tilfredsstillende Resultater.

INDUSTRIFORENINGENS BIBLIOTEK

Ceresit anbefales til al Slags vandtæt Puds og til Isoleringslag i Murværk.

Utæt Beton eller utætte Pudslag kan undertiden skaffes tætte ved, at man imprægnerer Overfladen. Som Imprægneringsmidler bruges Sæbe- og Alunopløsninger eller Kesslerske Fluater. Strygning med Linolie eller med Asfalt- og Tjærepræparater som Siderosthen-Lubrose, Inertol m. fl. har ofte givet gode Resultater. Fluatering og Strygning med Linolie eller de nævnte Asfalt-Tjærepræparater kan kun ske paa fuldstændig tørre Flader.

504. **Prøvning af Beton.** Som anført i § 500 maa Beton saa vidt muligt kun belastes til Tryk. Da Trykstyrken imidlertid ikke alene afhænger af Blandingsforholdet og Materialernes Godhed, men ogsaa i høj Grad afhænger af den Omhu, hvormed Betonen er fremstillet, vil den ved Laboratorieforsøg fundne Trykstyrke ikke kunne overføres til Praksis. Paa Prøveanstalterne bestemmes Trykstyrken med Tærninger, der fremstilles i Jærnforme, og som prøves, naar de er 28 Dage gamle. Paa den danske Statsprøveanstalt fremstilles Tærningerne med en Kantlængde paa 20 cm. Materialerne udmaales nøjagtigt, blandes omhyggeligt og anvendes i jordfugtig Tilstand. Vandindholdet afpasses saaledes, at Vandet lige netop kan bringes til at træde frem i Tærningens Overflade efter Anvendelse af en meget kraftig Stampning. Denne foretages paa en saadan Maade, at den anvendte Arbejdsmængde meget nær er den samme for hver Tærning. Selv om den saaledes fundne Trykstyrke ikke direkte har Værdi for Praksis, kan den dog give værdifulde Oplysninger om Betonens Godhed, fordi den muliggør en Sammenligning med tidligere udførte Forsøg med lignende Materialer.

## Romancement.

505. Romancementen fremstilles som nævnt i § 468 ved Brænding af Kalksorter, der indeholder saa meget Ler, at det brændte Produkt ikke kan læskes til Melfinhed og der-

for maa knuses støvfint, for at det kan bruges til Mørtelfremstilling. Romancement brændes ved lavere Temperatur end almindelig Luftkalk. Den gaar i Handelen som et fintmalet, lysegult Pulver.

Romancement prøves paa samme Maade som Portlandcementen.

Malingsfinheden bør være saa stor, at der ikke tilbageholdes mere end 18 og 36 % ved Sigtning gennem Sigter med henholdsvis 900 og 2500 Masker pr. $cm^2$.

Størkningen foregaar som Regel hurtigt. Hvis en Romancement størkner inden 7 Minutters Forløb, regnes den for at være hurtigtstørknende. Bruger den mere end 15 Minutter til Størkningen, kaldes den langsomt bindende.

Romancement skal være fuldstændig rumfangsbestandig saavel i Luft som under Vand. De til Prøvningen fremstillede Kager (jævnfør III Side 287) opbevares i 28 Dage enten i fugtig, stillestaaende Luft eller under Vand. Kagerne maa herunder hverken krumme sig eller faa Kantrevner.

Styrkeprøvningen sker med en Mørtel 1 : 3. Efter 12 Dages Forløb bør Styrketallene mindst være 15 kg pr. $cm^2$ for Træk og 120 kg pr. $cm^2$ for Tryk.

Romancement optager med stort Begær Vand og Kulsyre fra Luften. Den egner sig derfor ikke til længere Forsendelse, og den maa lagres omhyggeligt.

Da Romancement er saa hurtigstørknende, benyttes den mest under Vand. Den bruges dog ogsaa til Muring og Pudsning, men maa i saa Fald tilberedes i smaa Portioner. Blandingsforholdet er gerne 1 : $1\frac{1}{2}$ à 2. Her i Landet bruges Romancement ikke meget. Den kan fremstilles ved Brænding af den bornholmske Ortoceratitkalk.

## Hydraulisk Kalk.

506. Hydraulisk Kalk fremstilles som nævnt i § 468 ved Brænding af Kalksten, der ikke indeholder mere Ler, end at det brændte Produkt kan læskes til Melfinhed. Hærd-

ningen beror paa, at det ved Læskningen dannede Kalkhydrat dels omsætter sig med Luftens Kulsyre til kulsur Kalk og dels under Vandoptagelse forener sig med den Kiselsyre, der er frigjort ved Lerets Brænding.

Den hydrauliske Kalks Godhed afhænger i høj Grad af Sammensætningen af den Kalksten, der benyttes til dens Fremstilling. Brændingstemperaturen har dog ogsaa stor Indflydelse paa Godheden.

Den hydrauliske Kalk brændes altid ved lavere Temperatur end almindelig Luftkalk, og jo mere Ler den raa Kalksten indeholder, desto forsigtigere maa den brændes, da man ellers risikerer en Dødbrænding, hvilket bevirker, at det færdigbrændte Produkt ikke kan læske sig.

Da hydraulisk Kalk som Regel forhandles i Sække eller Tønder som Melkalk, d. v. s. i tørlæsket Tilstand, og den i denne Tilstand begærligt optager Fugtighed og Kulsyre fra Luften, maa den anvendes saa hurtigt som muligt efter Læskningen.

Paa Grund af disse Forhold bør man være forsigtig med at anvende hydraulisk Kalk, idet baade Sammensætningen og Brændingsgraden samt Handelsvarens Alder vanskeligt lader sig kontrollere. Man bør forlange, at Leverandøren garanterer en vis Styrke, idet der ved Kalkens Levering udtages Stikprøver, der omhyggeligt indpakkes og saa hurtigt som muligt bruges til Fremstilling af Træk- og Trykprøvelegemer, som prøves efter 28 Dages Forløb. Trykstyrken og Trækstyrken bør da mindst være henholdsvis 30 og 6 kg pr. $cm^2$ for et Blandingsforhold af 1 Vægtdel hydraulisk Kalk og 3 Vægtdele Normalsand.

God hydraulisk Kalk egner sig særlig til Pudsning og Fugning, ligesom den ogsaa anvendes til Mørtel og Beton saavel i Luft som i Vand.

## Cheopskalk.

507. Cheopskalk fremstilles af en Kalksten, der brydes i den saakaldte Jomfrubakke ved Mariager. Kalkstenen bræn-

des i særlige Skaktovne. Den brændte Kalk pulveriseres støvfint i en Rørmølle og forhandles i Sække eller Tønder.

Cheopskalk, der nærmest er elfenbensfarvet, størkner langsomt og opnaar efterhaanden en ret betydelig Haardhed. Den buldner ikke ud under Hærdningen, ligesom den heller ikke giver Anledning til Dannelse af hvide Skjolder paa Overfladen af det Murværk eller Puds, hvori den indgaar, og den har hidtil vist sig at være frostsikker.

Cheopskalk bruges til almindelig Murmørtel. Den anvendes særlig i Tilfælde, hvor man ønsker en hurtigere Udtørring af en Bygning, end man kan opnaa med almindelig Kalkmørtel, medens man paa den anden Side ikke ønsker at fremskynde Udtørringen ved Anvendelse af en Kalk-Cementmørtel. Til Murmørtel anvendes gerne et Blandingsforhold af 1 Del Cheopskalk og 4 à 6 Dele Sand.

Til Pudsning af Ydermure bruges 1 Del Cheopskalk + 3 Dele groft Sand.

Til Fugning bruges 1 Del Cheopskalk + $1^1/_2$ Del Sand.

Til Understrygning af Tagsten bruges 1 Del Cheopskalk + 2 à 3 Dele Sand. Det anbefales stærkt at give den færdigblandede Mørtel en lille Tilsætning af Fæhaar, der imidlertid maa arbejdes godt ud i Mørtlen.

Mørtlen tilberedes paa samme Maade som Cementmørtel.

## Hydrauliske Tilslag.

508. Ved hydrauliske Tilslag forstaar man visse Silikater, der indeholder deres Kiselsyre i en saadan Tilstandsform, at der dannes Kalksilikater, hvis de paagældende Silikater pulveriseres og blandes i Kalkmørtel. Denne faar derved hydrauliske Egenskaber. Den hærdner hurtigere og opnaar en betydelig større Styrke efter Hærdningen.

Som hydrauliske Tilslag kan man bruge **Trass**, der kun findes ved Rhinen, og som er en løs Stenart, der er dannet af vulkansk Aske, endvidere **Moler**, pulveriseret **Højovnsslagge, Teglstensmel** af letbrændte Teglsten og **Kulaske.**

De paagældende Materialer maa være fint pulveriserede, ellers virker de kun som en Sandtilsætning til Kalkmørtlen.

Kalkmørtler med hydrauliske Tilslag egner sig ikke godt til Brug i Luften, idet de i Tidens Løb har Tilbøjelighed til at smuldre hen. Derimod egner de sig godt til Vandbygningsmørtler. I Danmark bruges de omtrent ikke, da man hellere anvender Cementmørtler; men i Tyskland, Belgien og Holland anvendes Trass-Kalkmørtel meget ved Vandbygningsarbejder.

## Blandingsmørtler.

509. Ved Blandingsmørtler forstaar man Mørtler, der fremstilles ved, at man giver Kalkmørtel en Tilsætning af Portlandcement, hydraulisk Kalk eller Cheopskalk. Blandingsmørtler bruges særlig i Tilfælde, hvor Kalkmørtel hverken er stærk eller varig nok, samt til Opmuring af naturlige Sten i Tilfælde, hvor man ikke ønsker at anvende Cementmørtel. De anvendes saaledes til Solbænke, Gesimser, Skorstenspiber, Kældermure og til nyt Murværk, der skal sammenmures med gammelt og derfor ikke maa „sætte sig“ for stærkt. Endvidere bruges de til Opmuring af Dampskorstene og Piller, til Grovpuds, til Fugning og til Understrygning af Tagsten m. m.

510. **Kalk-Cementmørtel** kaldes gerne „**Bastardmørtel**“. Den fremstilles undertiden ved, at man blander Cement i Kalkmørtel, hvilket imidlertid ikke er heldigt, da man derved vanskeligt faar Cementen og Kalkmørtlen ordentligt sammenblandet. Ved Fremstillingen bør man tørblande Cementen og Sandet, hvorefter en passende Del deraf sammenblandes omhyggeligt med Kalkmørtlen i Mørtelbaljerne. Sædvanlig bruges Blandingsforhold som:

1 Del Tørblanding (1 Cement : 3 Sand) + 3 Dele Kalkmørtel,

1 Del Tørblanding (1 Cement : 3 Sand) + 2 Dele Kalkmørtel.

Paa Grund af det Kalkhydrat, der danner sig ved Cementens Hærdning er Bastardmørtel tilbøjelig til at faa

hvide Skjolder, hvis den udsættes for Slagregn. Den egner sig heller ikke godt til Understrygning af Tagsten, da den er for uelastisk og for stærk, saa at Tagstenene ved Afkøling let revner paa langs.

511. **Kalk-hydraulisk Kalkmørtel** bruges væsentlig kun til Understrygning af Tagsten og til Puds; men da hydraulisk Kalk som nævnt i § 506 let tager Skade ved Lagring, anvendes denne Blandingsmørtel ikke meget og skal derfor ikke nærmere omtales.

---

## Mørtelprodukter.

### Cementvarer.

512. I det foregaaende er det flere Gange antydet, at Mørtel og navnlig Cementmørtel foruden til konstruktive Bygningsværker ogsaa anvendes til fabriksmæssig Fremstilling af mindre Genstande, der ofte føres i Handelen som „Normalvarer". I Regelen anvendes der Cementmørtel til disse Varer, der derfor tidt betegnes som „Cementvarer". Af saadanne Varer skal nævnes Trappesten, Kantsten, Hegnspæle, Rør, Fliser samt Mur- og Tagsten. De fremstilles i Almindelighed ved Stampning i Træ- eller Jærnforme. De sidste er de bedste, fordi Træforme ret hurtigt kaster sig og bliver unøjagtige, ligesom de lettere ødelægges ved Stampning. Desuden bliver Varernes Udseende som oftest smukkere og glattere ved Brugen af Jærnforme. Mørtlen, der bruges, er gerne temmelig tør, fordi Formen da hurtigt kan borttages fra Varerne, og fordi Varernes Overflade derved ikke skæmmes af Cementslam. Som Regel bruger man skarpt Bakkegrus til Mørtlen, hvilket giver stærkere Varer end Grus med rundslidte Korn. Den tørre Mørtel kræver naturligvis en kraftig Stampning, og der er udtaget ikke saa faa Patenter paa forskellige Stampemetoder og Stampeapparater, der særlig egner sig for Fabriksdrift.

INDUSTRIFORENINGENS BIBLIOTEK

Af de mange Former, hvori Cementvarer gaar i Handelen, skal her kun omtales nogle faa af de vigtigste.

513. **Betonrør** bruges næsten udelukkende til Spildevandsledninger, idet Betonen som omtalt i § 501 angribes af kulsyreholdigt Vand, der opløser den kulsure Kalk og derved gør Rørene porøse. De egner sig derfor ikke saa godt til Drikkevandsledninger; men hvis Vandtrykket ikke er for stort, er de dog brugelige, og de anvendes ofte ved smaa Vandværker paa Landet. Ligeledes anvendes Betonrør undertiden til Dræning, hvortil de dog næppe egner sig saa godt som Lerrør. Betondrænrør kan imidlertid fremstilles billigere end almindelige Lerdrænrør.

Betonrørene kan fremstilles i langt større Dimensioner end Lerrør, der vanskeligt faas tilstrækkelig stærke og nøjagtige, naar Diameteren er over $^1/_2$ Meter. Betonrørene er tillige langt billigere end Lerrørene, men de er ca. $1^1/_2$ Gange saa tunge, hvorfor de er vanskeligere at transportere. De egner sig udmærket til almindelige Spildevandsledninger; men da Beton som omtalt i § 501 ikke taaler Syrer, maa de ikke bruges til Afløbsrør ved Mejerier og kemiske Fabrikker, med mindre de overstryges indvendigt med Asfalt- eller Tjærepræparater.

514. **Monnierrør** adskiller sig kun fra de foregaaende ved, at der er indstøbt Traad eller tyndt Rundjærn i Rørvæggen. Dette forøger Styrken saa meget, at Godstykkelsen kun behøver at være ca. halvt saa stor som Betonrørenes. Desuden har Monnierrørene den store Fordel, at Røret kun faar Revner, men ikke falder sammen, hvis det overbelastes. Man bør dog kun bruge Monnierrør, hvor hele Rørnettet kan lægges paa een Gang, da det er vanskeligt at gennembryde Rørvæggen for senere Tilslutninger. Monnierrørene faas med Diameter fra 4—42″; Rør under 12″ Diameter har kun Jærnindlæg i Muffen.

515. **Cementfliser** til Fortove fremstilles i Regelen med en Størrelse paa $^1/_2$ m$^2$, idet større Fliser er for tunge at arbejde med. De er ofte fremstillede af to Lag, nemlig nederst af en mager Mørtel, der tidt er fremstillet af Slagge-

sand (f. Eks, 1 : 4), og øverst et federe Slidlag af Bakkesand (f. Ek. 1 : 2). Fliserne faar større Bøjningsstyrke, naar der anvendes Slaggesand i det nederste Lag. Overfladen bør være jævn og ru med skarpe Kanter.

516. **Cementgulvfliser** er i Regelen 20 cm i Firkant. Ogsaa disse bestaar i Regelen af to Lag, af hvilke det øverste da udgør ca. $^1/_5$ af Flisens Tykkelse og som oftest er farvet. Fliserne er ofte mønstrede. De fremstilles ved Presning af en næsten tør Masse, da Farverne ellers løber ud i hinanden, og Presningen sker derfor i Jærnforme under et uhyre stort Tryk. Fliserne er tilbøjelige til at skalle af, naar de bruges i det frie.

517. **Vægplader** bruges i Stedet for Bræder med Puds til Fremstilling af Skillerum. I Regelen bestaar de af „sømfast Cementmørtel", der er en Blanding af Cement, Sand, Savsmuld, Koksaske eller lign. Efter Størkningen er den langt lettere (ca. 50 %) end almindelig Cementmørtel, ligesom den er en langt daarligere Varme- og Lydleder end denne. Desuden taaler den, at der sømmes og skrues i den.*) Angaaende Pladernes Form og Størrelse henvises til Husbygningslæren.

518. **Cementmursten** har almindeligt Murstensformat og fremstilles ved Presning eller Stampning af Cementmørtel. De anvendes navnlig paa Egne, hvor der er slette Transportforhold for Teglsten, og er der af nogenlunde god Kvalitet, idet de jo kan opnaa samme Styrke som god Cementmørtel. Under almindelige Forhold kan de kun konkurrere med Teglsten, naar de fremstilles af en meget mager Mørtel, og deres Kvalitet bliver da kun ringe. De taaler ikke høje Temperaturer, og det er derfor forbudt at bruge dem til Opmuring af Skorstene. Man fremstiller ogsaa Mursten af sømfast Cementmørtel, og de bruges ofte til Indmuring paa de Steder i Vindues- og Døraabninger, hvor Karmene senere

*) Sømfast Cementmørtel bruges ogsaa til Udstøbning af Riller i Betongulve, paa hvilke der direkte skal lægges Trægulv.

skal fastsømmes, idet de ikke svinder, saaledes som indmurede Træklodser.

519. **Cementtagsten** fremstilles altid som Falstagsten. De er noget lettere og mere regelmæssige end brændte Sten og desuden lidt billigere. De fremstilles ved Støbning af vaad Mørtel i Jærnforme og har enten den naturlige graa Cementfarve, eller ogsaa kan Overfladen bestaa af et Lag farvet Mørtel som ved Fliser. Undertiden imprægneres Overfladen med grøn Sæbe eller Tjære, for at Stenene skal blive helt vandtætte. I sidste Tilfælde faar Stenene naturligvis sort Overflade.

520. **Eternitskifer** er en kunstig Tagskifer, der i Pladeform fremstilles paa særlige Maskiner af en sammenslæmmet Vælling af Cement og Asbestfibre. De fremstillede Plader udskæres i Stykker af passende Form og Størrelse, og disse underkastes et meget stærkt hydraulisk Tryk, hvorefter de henlægges til Hærdning i nogle Maaneder. Eternitskiferens Tykkelse er ca. 4 mm, og den fremstilles i 4 Former. Paa Grund af den Presning, Pladerne underkastes, er det muligt at give dem en svag Krumning i Længderetningen, hvilket bevirker, at de ved Paalægningen kommer i Spænd, saa at de ligger bedre fast.

Eternitskiferen er billigere end naturlige Skifere, og den er bedre end disse. Den udmærker sig ved sin Lethed, store Bøjningsstyrke og Modstandsevne over for Slag og Stød. Endvidere er Eternitskiferen fuldstændig vandtæt og frostbestandig, og den er mere ildfast og har ringere Varmeledningsevne end naturlige Skifere.

521. **Kunstig Granit og kunstig Sandsten** fremstilles af en Blanding af Cementmørtel og knuste naturlige Sten. De anvendes navnlig ved Fremstilling af ornamenterede Bygningsdele, og naar Overfladen efter endt Hærdning behandles med Stenhuggerværktøj, kan man opnaa, at Materialet faar et Udseende, der ikke kan skelnes fra naturlige Sten. Naar det drejer sig om plane Flader, er Prisforskellen mellem naturlige Sten og kunstige Sten ikke særlig stor, hvorimod de sidste er langt billigere, naar det drejer sig

om rige Ornamenter, da Tilhugningen kun er en ren Overfladebehandling. Medens den kunstige Granit altid vil have langt mindre Varighed end den naturlige, vil den kunstige Sandsten som Regel være lige saa varig eller endog varigere end den naturlige. Varigheden kan forøges ved Imprægnering med Fluater eller Vandglas.

522. I de senere Aar er der fra Tyskland indført et Mørtelmateriale „**Terra nova**“, der navnlig bruges til Facadepuds, fordi det efter Hærdningen faar et sandstensagtigt Udseende. Det sælges som Pulver, der røres op med Vand og bruges som Pudsmørtel. Naar Mørtlen er størknet, kradses den op med et Savblad. Den faas i 7 Farvenuancer fra hvidt til pompejanskrødt, og da Farvestoffet er forskellige Metalilter, er det meget lysægte.

## Gibsvarer.

Gibsvarer er altid fremstillede af Stukgibs, hvortil der dog ofte er sat andre Stoffer. De almindeligste Gibsvarer er:

523. **Gibsplader**, der bruges til Skillerum ligesom Cementplader. De fremstilles af Stukgibs og Slagger og er noget billigere og lettere end Cementpladerne.

524. **Coccolithplader** bestaar af Gibs og Kokostrevler. De er stærkere end Gibspladerne og tillige noget billigere. De kan behandles med Snedkerværktøj og er sømfaste.

525. **Kunstigt Marmor** fremstilles af Stukgibs, udrørt i Limvand, hvortil der er sat Farvepulver. Naar Massen er godt gennemæltet, tager man Klumper med forskellige Farver og trykker dem sammen til en Kage, der oversprøjtes med Farver i Striber, saaledes at disse imiterer Marmorets Aarer. Derefter gennemarbejdes hele Massen og skæres i Skiver, der efter Hærdning kan poleres.

326. **Gibsstuk** fremstilles af Gibs, der udrøres med forskellige Fyldstoffer som Savsmuld, Træslib, Papirmasse eller lign. og udstøbes i Forme til Loftrosetter, Gesimser og lign. Det kan befæstes med Søm og anvendes til Erstatning for „ægte Stuk“, da det er langt billigere.

## Kalksandsten.

527. Naar en Blanding af læsket Kalk og Kvartssand ophedes med højspændt Damp, vil Kiselsyren og Kalken danne kiselsur Kalk, der hærdner til en meget fast Masse. Dette Forhold benyttes ved Fremstillingen af Kalksandsten, der anvendes som almindelige Mursten. De fremstilles af Bakke- eller Strandsand, der gerne maa indeholde indtil $2^1/_2$ % Ler. Derimod maa det ikke indeholde Kogsalt, der senere vilde give „Udblomstringer". Sandet blandes i en Tromle med 4—7 % brændt, malet Kalk under Tilledning af Damp, hvorved Kalken læskes. Blandingen presses derefter til Mursten i en Presse, og Stenene stables paa smaa Vogne, der køres ind i en Hærdekedel, hvor de i 9—12 Timer henstaar under et Damptryk paa 6—8 Atm. Der dannes derved Kalksilikat, som kitter Sandkornene sammen, og Stenene er færdige til Brug straks efter Hærdningen. De indeholder dog gerne noget overskydende Kalk, der senere omdannes til kulsur Kalk af Luftens Kulsyre. Farven er i Regelen hvidgraa; men der tilsættes ofte Farvestoffer, f. Eks. malet Sandsten.

528. Kalksandstenenes Styrke vokser med det Tryk, hvormed de er fremstillede. Gennemsnitlig ligger Styrken ved 100—300 kg/cm², og man byder dem samme Paavirkning som brændte Sten. Kalksandstenens Porer er mindre end Teglstenenes, og de vandmættes og udtørres derfor langsommere end disse. Deres Form er regelmæssigere end Teglstenenes, og de er omtrent lige saa ildfaste. De giver ingen „Salpeterudslag", naar Sandet er kogsaltfrit; men de leder Varmen bedre og lader sig ikke saa let overhugge som Teglsten. De er meget skøre i frossen Tilstand.

INDUSTRIFORENINGENS
BIBLIOTEK

# ANDRE MATERIALER.

# Asfalt og Tjære.

## Naturlig Asfalt.

529. Den rene Asfalt er en Blanding af forskellige Kulbrinter, der under Luftens Paavirkning er blevet faste. Den har en sortebrun Farve og et muslet Brud. Den smelter let og antændes ved 100° og brænder da med en stærk sodende Flamme. Den kan opløses af Terpentinolie, Benzin, Benzol, Petroleum og Kloroform, hvorimod den ikke angribes af Syrer eller Alkalier. I kold Tilstand er den ret skør, men bliver efterhaanden blødere ved Opvarmning.

Asfalten forekommer i Naturen paa forskellig Maade. Den findes flere Steder i Europa (Hannover, Frankrig, Schweiz og Sicilien) indsuget i porøse Kalksten, de saakaldte Asfaltsten, der indeholder 7—17 % Asfalt. I det døde Hav findes det undertiden svømmende i sammenhængende Masser, der antages at være løsrevne fra Bunden, og som er meget rene, og paa den vestindiske Ø Trinidad findes en vulkansk „Sø" af smeltet Asfalt, hvorfra man faar den største Mængde.

Af den naturligt forekommende Asfalt kan der paa forskellig Maade udvindes ren Asfalt, der ogsaa kaldes Bitumen. Den anvendes navnlig til forskellige Lakker og Fernisser.

530. Asfaltens vigtigste Anvendelse er dog til Belægning af Gaardspladser, Gader, Gulve, flade Tage og lign., og til dette Brug anvendes den paa to meget forskellige Maader, nemlig som Stampeasfalt og Støbeasfalt.

Stampeasfalt bruges til Belægning af Kørebaner med meget stærk Færdsel. Den fremstilles af pulveriseret Asfaltsten, der males til et meget fint Pulver, som i opvarmet Tilstand udbredes paa Vejbanen og faststampes med varme Stampere. Herved komprimeres Asfalten dog kun delvis, og den egentlige Komprimering foregaar under den senere Færdsel, under hvilken Asfalten stadig bliver fastere og haardere. Hvis der ikke finder en saadan stadig Komprimering Sted, vil Asfaltens Overflade blive rynket og faa Revner. Man bør derfor ikke bruge Stampeasfalt i Porte og paa Gaardspladser, hvor der som Regel kun er ringe Færdsel.

Støbeasfalt bruges til Belægning af Fortove, Gaardspladser, Porte, Gulve og flade Tage. Hovedmaterialet er Trinidadasfalten, der i sin naturlige Tilstand indeholder 33—48 % Bitumen, medens Resten er Vand, Jord og Sand. Dette skilles fra paa Stedet, og den saaledes rensede Asfalt kommer i Handelen under Navn af Trinidad Epuré. Den sælges i Fustager, der er aabne foroven. I Regelen indeholder den 56 % Bitumen. Naar den smeltes, vil en Del af de mest flygtige Kulbrinter fordampe, og naar Massen senere størkner, er den blevet mere skør. For at undgaa denne Skørhed, tilsætter man noget Massut*), og man faar da et Produkt, der kaldes Asfaltgoudron. Denne smelter til en letflydende Masse, der anvendes til at imprægnere Bygningsmaterialer mod Fugtighed, til Samling af Kloakrør og lign. Derimod kan den ikke bruges til Gulvmateriale, fordi den ikke taaler Tryk.

Til dette Brug sammensmeltes den med noget pulveriseret Asfaltsten og udstøbes i Blokke, der kommer i Handelen under Navn af Asfaltmastiks.

531. Naar Asfalten skal bruges til Lægning af Gulve, opvarmes den i Jærngryder, hvorved Asfaltmastiksen smelter, og der tilsættes en større eller mindre Mængde Grus, der bør være skarpt, tørt og meget rent. Der bør højst tilsættes

*) Massut er den Rest, der bliver tilbage af naturlig Petroleum, naar Belysningspetroleum er afdestilleret.

50 % Grus. Naar Blandingen er omhyggelig gennemarbejdet, udstøbes den paa et Underlag, der i Regelen er Beton eller Cement. Asfalten kan dog ogsaa udstøbes paa et Underlag af Planker, der dækkes af Gulvpap. Det er en absolut Betingelse for at faa et godt Gulv, at Underlaget er fuldkommen tørt, og dette gælder navnlig, hvor Solen kan komme til at skinne paa Asfalten. Hvis Underlaget ikke er tørt, vil nemlig Vanddampene derfra bevirke, at Asfalten faar Blærer og Buler.

Asfaltlagets Tykkelse varierer efter Omstændighederne, og afhænger navnlig af den større eller mindre Færdsel paa det. Som Gennemsnitstykkelser kan man tage, hvor ikke særlige Forhold gør sig gældende:

15 mm til Fortove med almindelig Færdsel, Forstuer, Korridorer i Sygehuse, Kornlofter.

20 mm til Fortove med stærk Færdsel, Gaardspladser uden Vognfærdsel, Balkoner og Verandaer, Fabriksgulve, Køkkener, Vaskehuse, Kældere, Vandbassiner, Butikker, Lege- og Gymnastikpladser ved Skoler.

25 mm til Gaardspladser med ringe Vognfærdsel, Slagtehuse.

30 mm til Gaardspladser med stærk Vognfærdsel, Bryggerier, Hestestalde, Indkørselsporte med almindelig Vognfærdsel.

Asfalten kan ikke anvendes paa Steder, hvor den er udsat for Angreb af Syrer, der opløser Kalkstenen, eller for stadigt Oliespild, der blødgør Goudronen. Den taaler heller ikke stærk Varme og bør derfor ikke bruges i Kedelrum, hvor de glødende Slagger hurtigt ødelægger den. Naar den udsættes for Solvarmen, bliver den blød, og tunge Genstande, der henstaar paa den, kan da trykke sig ned i den.

## Stenkulstjære.

532. **Stenkulstjære** vindes som Biprodukt ved Fremstilling af Belysningsgas. Den raa Kultjære indeholder en Del Am-

moniakvand og fint Kulstof. Det sidste gør Tjæren tyktflydende, men bevirker tillige, at den hurtigere tørrer.

I Regelen fjerner man Vandet ved Centrifugering, efter at Tjæren i Forvejen er opvarmet til 40°. Man faar dog ikke alt Vandet bort, og da Tjæren desuden indeholder en Del organiske Syrer, tilsætter man i Regelen 20—25 % ulæsket Kalk. Tjæren bruges til Beskyttelse af Jærn og Træ.

Ved Destillation kan den spaltes i forskellige Forbindelser (bl. a. Benzol og Tjæreolie), der bruges i den kemiske Industri, og man faar da en Rest, der ved alm. Temp. er fast og kaldes Stenkulsbeg.

## Kunstig Asfalt.

533. Da Asfalten er temmelig dyr, har man forsøgt at erstatte den med kunstigt fremstillede Præparater, der ogsaa til mange Anvendelser kan gøre lige saa god Fyldest. De her i Landet brugte kunstige Asfaltsorter er alle fremstillede af Stenkulstjære, der sammensmeltes med Massut og Beg. De anvendes navnlig til Isolering af fugtige Kældermure og til Isoleringslag i Mure. Naar den kunstige Asfalt skal anvendes til Bestrygning af fugtige Mure, maa disse først renses meget omhyggeligt for al løs Kalk. Asfalten smeltes derefter forsigtigt i en Jærngryde og paastryges saa tykt som muligt to Gange. Det vil være mest økonomisk at berappe Murene forinden Paastrygningen, da de raa Murflader ellers sluger megen Asfalt. Naar Laget er stift, maa man undersøge, om der er Huller noget Steds, hvorigennem Fugtigheden kan trænge ind, og i saa Fald maa disse eftergaas. Ofte vil det være hensigtsmæssigt at pudse Muren ovenpaa Asfalten for at beskytte denne.

534. Til Belægning af Gulve og Gaardspladser er den kunstige Asfalt ikke saa god som den naturlige, fordi en Del af de flygtige Bestanddele fordamper i Tidens Løb, og Asfalten derved skaller af. Den paavirkes ogsaa stærkere af Temperaturforandringer, og navnlig bliver den blød i Varmen. Dog kan den godt anvendes til Gulvbelægninger i Kældere, der ikke er udsat for særlig stærk Brug.

535. Til kunstig Asfalt kan ogsaa henregnes den saakaldte Tjærebeton, der anvendes til Belægning af Fortove, Gulve og Gaardspladser med ringe Færdsel. Hertil anvendes Skærver paa ca. 13 mm Størrelse, der omhyggeligt er overtrukne med Tjære. Disse tjærede Skærver blandes med Tjære i Forholdet 20 Dele Skærver til 1 Del Tjære (efter Rumfang) og udbredes paa et ca. 16 cm tykt Underlag af Skærver eller Grus, der er tromlet meget fast, i en Tykkelse paa ca. 4 cm, hvorefter de faststampes med Jærnstødere og tromles. Derover anbringes et 15 mm tykt Lag af tjærede, 6 mm store Skærver, der ligeledes stampes og tromles. Ovenpaa dette lægges et tyndt Lag tjæret Sand eller Grus, der ved Stampning og Tromling skal udfylde alle Huller, og Overfladen bestrøes med almindeligt rent, ikke tjæret Sand eller Grus.

Laget udsættes derefter for Færdsel i en 14 Dages Tid, hvorefter det overstryges med varm Tjære og bestrøes med 1,5 mm store Skærver.

## Asfaltpræparater.

536. Af Asfalten fremstilles der paa forskellig Maade forskellige Præparater, der næsten alle tjener til Beskyttelse mod Fugtighed. Af de mange Stoffer af denne Art skal her omtales:

537. **Adiodon.** Som nævnt i § 529 er den rene naturlige Asfalt opløselig i Terpentinolie, og denne Opløsning gaar i Handelen under Navn af Adiodon. Den bruges til Overstrygning af fugtige Mure ligesom kunstig Asfalt, og den er noget bekvemmere at bruge, fordi man undgaar Smeltningen og kan paaføre et tyndere Lag. Adiodon kan fortyndes med Terpentinolie. Den sidder bedre fast end kunstig Asfalt; men hvis man pudser oven paa den, kan den „slaa igennem“ Pudsen med brune Skjolder. Der kan heller ikke oliemales paa den saa lidt som paa andre Asfaltpræparater, fordi de „slaar igennem“.

Hvis Asfalt er „slaaet igennem“ et Pudslag, der skal olie-

males, kan man overstrygge Pletterne med „Politur“ eller med en Terpentinolielak, hvori der er udrørt en ikke for ringe Mængde Aluminiumsbronzepulver.

538. **Asfaltlak** har en lignende Sammensætning som Adiodon; men Opløsningsmidlerne kan være forskellige, bl. a. bruges baade Benzin og Benzol*). Den anvendes navnlig til Maling af Jærngenstande, og de gode Sorter giver et smukt, sort, blankt Overtræk, der bliver meget haardt og beskytter godt mod Rust. Derimod findes der nogle daarlige Sorter i Handelen, der er fremstillet af kunstig Asfalt (Tjærestoffer), og som først tørrer efter lang Tids Forløb.

539. **Asfaltfilt** er Filtplader, der er gennemtrukne med smeltet Asfalt. De er fuldkommen vandtætte og bruges til Isolering af Hvælvinger, til vandrette Isolationslag i Mure og lign. De udmærker sig navnlig ved at være meget sejge, saa at de ikke saa let faar Revner og Ridser, naar Murværket sætter sig.

540. **Asfaltpapir** og **Asfaltpap** adskiller sig kun fra Asfaltfilt ved, at der er anvendt henholdsvis Papir og Pap i Stedet for Filt. De anvendes paa samme Maade som Asfaltfilt, men er ikke saa stærke; desuden bruges Asfaltpap til Tagpap.

541. **Siebels Bly-Asfalt-Isolering** bruges, hvor man vil have et absolut vandstandsende Lag. Det bestaar af et tyndt Lag Bly, der er indklæbet mellem to Lag Asfaltpapir eller Asfaltpap. Disse skal bevirke, at Blyet ikke ødelægges f. Eks. af Cement. Et lignende Stof er „Tektolin“, der har Asfaltfilt i Stedet for Asfaltpap.

## Tagpap.

542. Tagpap er allerede opfundet i det 18. Aarhundrede af den svenske Admiralitetsraad Dr. Faxe. Oprindelig benyttede man Pap i Ark, der blev fastsømmede paa Taget,

*) Benzol er en letflygtig Vædske, der udvindes af Stenkulstjære.

hvorefter det blev tjæret og overstrøet med Sand. Nu bruges der altid Pap i Ruller, der leveres imprægneret fra Tagpapfabrikkerne lige til Oplægning.

Det almindelige Tagpap fremstilles af en særlig Slags Pap, der fabrikeres specielt til dette Brug, og som indeholder Uldaffald. Det skal være temmelig løst og porøst, saa at det kan opsuge rigeligt af Imprægneringsmidlet, der er Kultjære eller Asfaltpræparater. Pappet trækkes igennem den kogende Tjære, der maa være fuldstændig vandfri, hvorefter den overskydende Tjære fjernes ved Hjælp af et Par Valser, som Pappet passerer, og dette bestrøes derefter med fint, rent Sand. Pappet maa være fuldstændig gennemtrængt af Tjæren, saa at der ingen bare Pletter findes paa det.

543. Tagpap, der er fremstillet paa denne Maade, er dog temmelig uholdbart, og det kræver megen Vedligeholdelse, for at Pappet ikke skal raadne. Efter Anbringelsen bør det overstryges med vandfri, varm Kultjære, hvortil der er sat 20 % Melkalk, og derefter bestrøes det med fint Sand. Denne Behandling bør gentages med 2-4 Aars Mellemrum. Dertil kommer, at det er tilbøjeligt til at revne, naar det bøjes stærkt. Man er derfor i de senere Aar kommet ind paa at fremstille andre Sorter Tagpap uden Anvendelse af Sand og med andre Imprægneringsmidler end Kultjære; men deres Sammensætning er Fabrikationshemmeligheder.

544. Stentagpap adskiller sig fra Sandtagpap ved at være belagt med temmelig groft Grus. Det er derfor endnu vanskeligere at bøje i skarpe Bøjninger, men modstaar bedre Vejrliget.

545. Her i Landet fabrikeres der forskellige Sorter udmærket Tagpap, af hvilke skal nævnes Icopal, der er uigennemtrængeligt for Vand, og hvis Antændelsestemperatur ligger ved 340°. Det bestaar af en ulden, filtagtig Masse, der er gennemtrængt af et gummiagtigt, tjærefrit Imprægneringsmiddel, der ikke angribes af Luften og heller ikke fordamper eller fordrer Vedligeholdelse. Det leveres i 3 Tykkelser, af hvilke det tykkeste bruges til Tagdækning, medens de andre er beregnede til Isolering mod Jordfugtighed.

INDUSTRIFORENINGENS BIBLIOTEK

Den samme Fabrik fremstiller et Præparat til Overstrygning af almindelige Paptage under Navn af Tagpixtjære, der har en noget lignende Sammensætning, og som faas i flere Farver.

546. Fra Udlandet indføres et Tagpap under Navn af Ruberoid. Det indeholder hverken Tjære, Beg eller Kautschuk; men det er betydelig dyrere end de indenlandske Sorter. Det leveres i 4 Tykkelser.

## Gulvbeklædningsmaterialer.

547. Træ anvendes næsten aldrig med ubeskyttet Overflade til Gulve, fordi det hurtigt tilsmudses og er vanskeligt at rense ordentligt paany. I almindelige Beboelsesrum indskrænker man sig i Regelen til at fernisere Træet; men hvor det er udsat for stærk Færdsel, slides Fernissen hurtigt af, og da Ferniseringen tager omtrent et Døgn for at tørre helt, foretrækker man saadanne Steder at dække Gulvet med andre Materialer, der er mere slidfaste end Fernis. Hvor Gulvet er udsat for stærkt Vandspild, eller hvor der af hygiejniske Grunde (Hospitaler) ikke taales Fuger i Gulvene, kan Træet heller ikke anvendes til Gulvoverflade. Man maa da dække Gulvet med forskellige Materialer, af hvilke de vigtigste skal omtales her.

### Linoleum.

548. Linoleum er det ældste af denne Slags Materialer; det er opfundet 1863 af Englænderen Walton. Linoleum er en inderlig Blanding af Linoliefernis og Korkpulver, hvortil der undertiden sættes et Farvestof.

549. Linoliefernis er iltet Linolie, og Iltningen kan ved Linoleumsfabrikationen ske paa to forskellige Maader. Efter Waltons oprindelige Metode koges Linolien med Blysukker og bringes derefter til at løbe ned ad udspændte Lærreder, medens der blæses en Strøm af varm Luft mod det. Derved iltes Linolien til en plastisk Masse, der kan skrabes af og

rives til et Pulver. Dette blandes med pulveriseret Kork og eventuelt Farvepulver, hvorefter det udsættes for samtidig Tryk og Ophedning mellem ophedede Valser. Det bager da sammen til en fast Masse.

Linoliens Iltning kan ogsaa iværksættes ved, at man blæser en Luftstrøm gennem den varme Linolie. Endelig kan Iltningen udføres ved Tilsætning af visse Stoffer til Linolien. Denne Metode — Taylors Metode — er hurtigere, men giver en mere tør Linoleum.

Paa Undersiden af den valsede Linoleumsmasse lægges et Lag oliemalet Hessian — en Slags grovmasket Jutevæv. Linoleet glittes derefter mellem afkølede Valser og føres til Tørrekamre, hvor det udsættes for en varm Luftstrøm paa ca. 30°. Derved iltes Linoliemassen yderligere, hvorved Linoleet bliver stivere og haardere, og tilsidst oprulles det paa Træstokke og lagres.

Linoleum, hvortil der ikke er sat Farvepulver, kaldes „naturfarvet“ og med tilsat Farvepulver „ensfarvet“.

Der findes ogsaa mønstrede Linoleer, der fremstilles paa forskellig Maade. Det saakaldte Granite-Linoleum fremstilles ved, at man blander forskelligt farvede Linoleumskrummer i Grundmassen, forinden den udvalses. Mønstret Linoleum kan enten have Mønstret paatrykt; men det forsvinder da ved Slid, eller Mønstret kan være gennemgaaende. I sidste Tilfælde fremstilles det bedst ved Indlægning — det saakaldte „Inlaid“ —, idet de forskellige Farver udhugges paa særlige Maskiner, lægges ind i hinanden og samles ved Hessianslaget.

Til Belægning af Skriveborde, Skoletavler og lign. fremstilles der en særlig Slags Linoleum, hvortil Massen er særlig fint malet, og hvor der anvendes Lærred i Stedet for Hessian. Det er tyndere end det almindelige Linoleum.

550. Det er af Vigtighed, at Linoleet er godt lagret, inden det paalægges, da det vinder i Styrke og Haardhed under Lagringen. Man kan ellers risikere, at tunge Møbler trykker sig ned i det. Under Lagringen mister det ogsaa en Del af sin ubehagelige Lugt.

551. Med Hensyn til Anbringelsen af Linoleum maa man først og fremmest paase, at Underlaget er fuldstændig tørt. Dette gælder navnlig, naar det skal lægges paa et Trægulv; thi da man fuldstændig lukker for Fordampningen, vil man for det første udsætte sig for, at Træet angribes af Svamp, og dernæst for, at Linoleet kan faa Buler ved, at Vandet fordamper under det. Underlaget maa være fuldstændig glat, og hvis det skal lægges paa ældre Trægulve, maa disse først jævnes enten ved Afhøvling eller bedre ved, at man lægger et Pudslag paa Gulvet. Hertil egner et tyndt Gibslag sig udmærket, naar det faar Lov til at udtørre fuldstændigt, hvad der ganske vist varer 2—3 Maaneder. Iøvrigt bliver et Linoleumsgulv altid bedst, naar Linoleet kan lægges direkte paa en Cement- eller Betonkonstruktion.

Selve Lægningen af Linoleet bør altid udføres af den, der leverer det, og man bør forlange tilstrækkelig Garanti for, at Linoleet ikke løsner sig eller slaar Buler. Ligeledes bør man før Lægningen fordre en Erklæring om, at Underlaget er tilstrækkelig tørt, da Entreprenørerne erfaringsmæssigt altid angiver Fugtighed i Underlaget som Grund til, at Linoleet slaar Buler eller gaar løst. Linoleet fastklæbes paa Underlaget med Rugmelsklister eller med saakaldt Linoleumskit, der er en Blanding af Schellak og Kopal, opløst i Spiritus. Det sidste har den Fordel, at det isolerer bedre mod Fugtighed og ikke gaar i Forraadnelse. Linoleet kan enten fastklæbes over det hele eller kun langs Kanterne. Det sidste vil i Almindelighed foretrækkes, fordi det derved faar mindre Tilbøjelighed til at bule. Undertiden bruger man at lægge et Lag Gulvpap mellem Underlaget og Linoleet for at faa et mere elastisk Gulv. Dette maa dog gøres med Forsigtighed, navnlig hvis der kan komme Fugt til Pappet, da dette i saa Fald hurtigt gaar i Forraadnelse. Under Lagringen har Linoleet Tilbøjelighed til at forandre sin Størrelse, og de forskellige Fabrikater forholde sig forskelligt i denne Henseende. Nogle trækker sig sammen, og andre udvider sig, og Linoleum bør derfor først fastklæbes, naar det i nogen

Tid har været lagret under de samme Temperatur- og Fugtighedsforhold, under hvilke det skal benyttes.

552. For at bevare Linoleets smukke Udseende bør man hver Maaned oversmøre det med et beskyttende Vokslag, hvortil man i Regelen anvender Ceresin*), opløst i Terpentinolie til en salveagtig Konsistens. Før Indsmøringen bør Linoleet afvaskes med tyndt Sæbevand, derimod maa man aldrig bruge Soda. Naar Bonemassen er tør, gnides den over med en grov Børste, og dette gentages den næste Dag. Herved faar Linoleet et smukt, blankt Udseende.

553. **Prøvning af Linoleum** foretages i Regelen kun som Slidprøver, og disse udføres paa den danske Statsprøveanstalt paa følgende Maade. Et Stykke Linoleum af Størrelse $40 \times 7{,}5$ cm fastklæbes paa en Glasplade og vejes. Derefter henlægges det paa den i § 2 omtalte Slidprøvemaskine, og en Klods, der er belastet med ialt 3,45 kg, og som paa Undersiden er beklædt med Sandpapir af en bestemt Finhed, føres 2000 Gange hen over det. Derefter vejes det, og Forskellen mellem Vægten før og efter Prøven angiver Sliddets Størrelse, der i Regelen angives i % af Linoleets Vægt. Ved denne Prøve kommer man saa nær som muligt til de Forhold, hvorunder Linoleet anvendes; dog giver Prøven vistnok større Værdier for Vægttabet, end der svarer til Virkeligheden, fordi Linoleets Overflade under Brugen undergaar en langsom Efterhærdning.

Vægttabene kan variere stærkt for de forskellige Linoleumssorter. Ved en Forsøgsrække, som blev anstillet paa Statsprøveanstalten, fandtes der for 5 forskellige Sorter et Vægttab paa henholdsvis 0,44 — 0,52 — 0,615 — 0,825 og 1,29 %.

## Fugefri Gulvmaterialer.

554. Linoleum kan kun faas i begrænset Bredde, og det taaler desuden heller ikke godt stadigt Vandspild. Af disse

*) Se Materialkemi § 64.

Grunde anvender man undertiden de saakaldte „Fugefri Gulvmaterialer", hvor Laget lægges i halvflydende Tilstand og senere hærdner. Alle disse Materialer indeholder som en af Hovedbestanddelene Magnesiacement eller Sorels Cement. Dette fremstilles ved, at man udrører let brændt, fint pulveriseret Magnesia med en Opløsning af Klormagnium. Herved stivner Massen med stærk Volumenforøgelse under Dannelse af Magniumoxyklorid, idet

$$MgO + Mg\,Cl_2 = Mg_2\,O\,Cl_2.$$

Den stivnede Masse er meget haard og kan modtage en smuk Politur; men den er ikke modstandsdygtig over for Vand, medmindre den imprægneres med Vandglas eller forniseres. Hvis den blandes med Fyldstoffer, vil disse sammenkittes meget stærkt, og det er dette Forhold, der bruges ved Fremstilling af de fugefri Gulve. Fyldstofferne kan være af forskellig Art. Til Gulve bruges i Regelen Træmel eller Korkmel med Tilsætning af et Farvestof, og Produktet gaar under forskellige Navne som f. Eks. Linotol, Korklinol, Papyrolit og lign. Det udstøbes i 1—1,5 cm Tykkelse direkte paa Gulvet, der kan være af Træ eller Beton. Det henstaar derefter i 4—5 Dage til Hærdning, hvorefter det afslibes og indgnides med Linolie. Det danner da et behageligt, lyddæmpende og varmeisolerende Gulv, der holder sig godt, naar det med passende Mellemrum indgnides med Linolie. Fernis bør ikke bruges, da det giver Gulvet en ubehagelig blank Overflade. Denne Indsmøring er meget nødvendig, da Materialet ellers vil buldne ud i Fugtighed og støve, naar det er tørt. En særlig Anvendelse har disse Materialer faaet til Udbedring af slidte Trapper, idet de paalægges med forskellig Tykkelse, saaledes at Trinnets Overflade bliver plan.

555. Et særligt Materiale af denne Art er Xylolith, der bestaar af Savsmuld, sammenkittet med Magnesiacement. Det gaar i Handelen som Plader af forskellig Tykkelse, der er udmærket modstandsdygtige mod Fugtighed og Ild.

Desuden modstaar det godt Slid og anvendes til Gulve, Lofter, Bordplader m. m. Det lader sig bearbejde med almindeligt Snedkerværktøj.

## Glas.

556. **Glassets Sammensætning.** Glas er en sammensmeltet Blanding af forskellige Silikater. Det indeholder altid mindst eet Alkalisilikat og et andet Silikat, der enten kan være af Kalcium eller Bly. Blandingsforholdet mellem de forskellige Silikater maa ikke være et simpelt Tal, fordi Glasset derved faar Tilbøjelighed til at udskille Krystaller, hvilket formindsker Gennemsigtigheden. Glassets Egenskaber afhænger af dets Sammensætning, og denne kan være meget varierende. Man plejer i Regelen at skelne mellem følgende 4 Hovedsorter, men der findes talrige Overgange mellem dem:

Kalknatronglas, der er det almindeligste til Bygningsbrug, og som anvendes til Vinduesglas, fransk Glas og til optiske Instrumenter (Crownglas).

Kalkkaliglas eller bøhmisk Krystalglas, der er fuldstændig farveløst og meget modstandsdygtigt mod kemiske Paavirkninger. En Blanding af dette og det foregaaende bruges til Spejlglas.

Kaliblyglas eller engelsk Krystalglas. Det er stærkt lysbrydende og meget blødt. Det er derfor let at slibe, men ridses let.

Lerjord-Alkali-Kalkglas eller Flaskeglas, der er stærkt forurenet af Jærn og Mangan, som begge farver det. Det er i Regelen rødgult eller mørkegrønt.

Farvning af Glasset kan ske ved Tilsætning af Metalsalte eller Metalilter. Saaledes farver Brunsten violet, Nikkelilte graat, Koboltilte blaat, Kobberforilte rødt o. s. v. Uigennemsigtigt Glas kan faas ved Tilsætning af Kryolit eller Flusspat, der begge udskiller sig i den afkølede Glasmasse som fine, hvide Krystaller.

557. **Glassets Fremstilling.** Som Raamateriale til Glas bruges rent Kvartssand, der leverer den nødvendige Kiselsyre, Soda eller Glaubersalt, der leverer Natrium, og Potaske, der giver Kalium. Kalk tilføres som meget rent Marmor, og Bly som Mønje eller Sølverglød. Desuden er Glasskaar et meget vigtigt Raamateriale, der dog maa benyttes med megen Forsigtighed, naar det drejer sig om Fremstilling af ufarvede Glasvarer. Raamaterialerne findeles og ophedes derefter i Glasovnen, der enten er en Digelovn eller en Herdovn med Gas-Regenerativfyring.*)

Her smelter Raastofferne til en meget letflydende Masse, paa hvis Overflade den saakaldte „Glasgalle", der bestaar af Urenheder, væsentligst svovlsure Alkalier, udskiller sig.

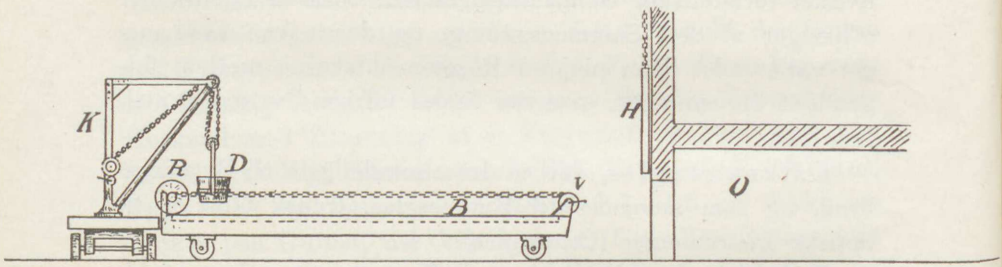



Fig. 89.

Denne kan enten skummes af, eller den kan reduceres ved Tilsætning af Kul eller ved, at man rører i den med Træstænger. Opvarmningen maa drives saa vidt, at Massen bliver meget letflydende, for at alle Luftblærer kan faa Lejlighed til at undvige.

558. Den videre Forarbejdning af Glasset kan enten ske ved Støbning eller Blæsning. Ved den første Metode, der ogsaa hyppigt kaldes „Valsning" anvendes Glasmassen i letflydende Tilstand, idet den er ophældt i en Digel D (Fig. 89), der hængende i Kranen K kan tømmes ud paa Støbebordet B, som har en Fordybning som vist punkteret. Paa B's fremstaaende Kanter kan Valsen R rulle, idet den trækkes ved

*) Se § 76.

en Kæde fra Vinden V. Herved udbredes Glasmassen til en jævn Plade, hvorefter B køres ind i Køleovnen O (hvorom senere) for at afkøles langsomt. Den saaledes udstøbte Glasplade har en ujævn, ru Overflade, og den maa derfor undergaa en Efterbehandling, hvorom senere. Hvis man vil undgaa

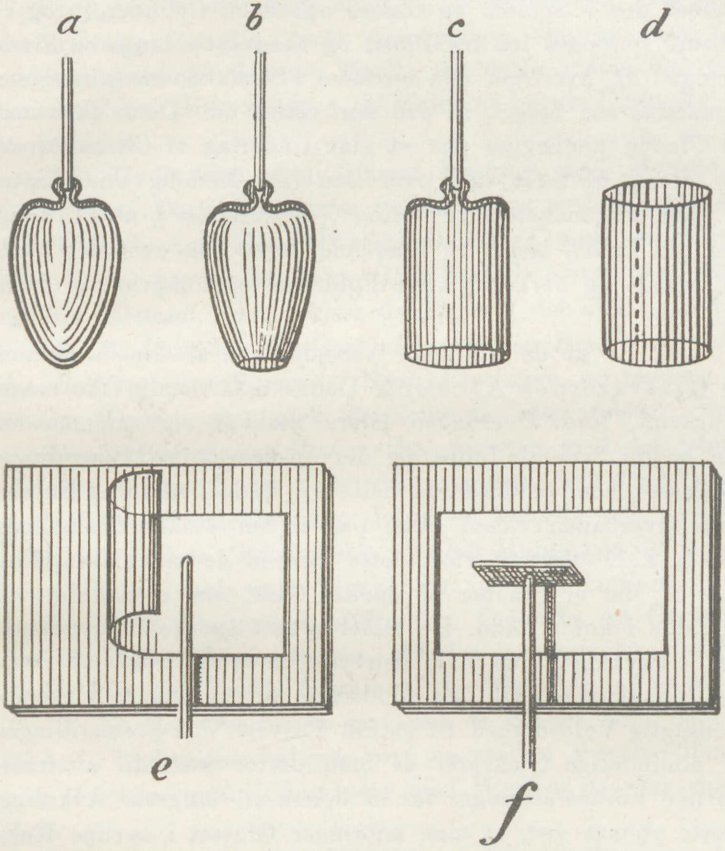



Fig. 90.

denne, maa Glaspladen fremstilles ved Blæsning, og denne Maade var for indtil faa Aar siden den eneste, man kendte. Her skal kun omtales Fremstilling af Vinduesglas ved Blæsning.

559. Naar den letflydende Glasmasse er ren, afkøles den langsomt, indtil den bliver tyktflydende og sejg. Glasblæseren

dypper derpaa „Piben“, der er et Jærnrør, forsynet med Træhaandtag, ned i Glasmassen, saaledes at en passsede Del af den sejge Masse hænger fast om Pibens nedre Ende. Ved nu at blæse gennem Røret fremstiller han en Glaskugle, der svinges, til den antager Pæreform (a, Fig. 90). Derefter aabnes den i Spidsen og blæses op til en Cylinder (b og c). Denne sprænges løs fra Piben og skæres op langs en Frembringer (d), hvorefter den indføres i Strækkeovnen, hvor den opvarmes saa meget, at den kan rettes ud. Dette sker ved, at Pladen henlægges paa et glat Underlag af Chamotte, og en Stang bevæges hen over den (e). Endelig underkastes Pladen den saakaldte „Polering“, der bestaar i, at en Stang, der paa Enden bærer en Træplade, føres hen over den bløde Glasplade og derved glatter Folderne og komprimerer Luftblærerne (f).

560. Et af de vigtigste Arbejder ved al Glasfabrikation er Glasvarernes Afkøling. Denne maa nemlig ske meget langsomt, fordi Overfladen ellers trækker sig sammen om det endnu flydende Indre, og der opstaar derved Spændinger i Glasset, som bevirker, at dette vil falde hen til et Pulver, hvis Overfladen ridses eller paa anden Maade beskadiges. Særlig karakteristisk viser dette sig ved de saakaldte „Glastaarer“, der er Draaber af smeltet Glas, som er afkølet ved at falde i koldt Vand. De taaler meget stærke Slag uden at gaa i Stykker; men hvis den yderste tynde Spids af Draaben brækkes af, vil den pludselig springe itu med eksplosionsagtig Voldsomhed til et fint Pulver. Ved Fremstillingen af almindelige Glasvarer er man derfor nødt til at træffe særlige Foranstaltninger for at opnaa en langsom Afkøling. Dette opnaas ved, at man anbringer Glasset i særlige Køleovne, der enten kan have selvstændig Fyring eller opvarmes ved Spildevarmen fra Glassmelteovnen. Genstanden kan enten forblive i Køleovnen, medens Temperaturen efterhaanden synker, eller Temperaturen kan holdes konstant, og Genstanden efterhaanden flyttes til koldere Steder i Ovnen.

561. Naar de blæste Genstande er afkølede, er de færdige. Derimod maa det udstøbte Spejlglas undergaa en Efter-

bearbejdning, bestaaende af Slibning og Polering. Ve Slibningen skelner man ligesom ved Slibning af naturlige Sten mellem Grovslibning med Sand og Vand, der tilsigter at borttage Ujævnheder, Finslibning med Smergel og Vand, der glatter Overfladen, og Polering med Polerrødt og Vand.

Spejlglas er temmeligt blødt og ridses ret let. Man maa derfor være forsigtig, naar man pudser det, og man bør undgaa at bruge slemmet Kridt; thi dette indeholder ofte haarde Korn. Glasværkerne anbefaler at bruge Træaske til Pudsningen.

562. Undertiden skal Glasset forsynes med Mønster i Overfladen. Dette kan gøres ved Ætsning med Flussyre. I saa Tilfælde bedækkes Glassets Overflade med en Ætsegrund, der bestaar af Voks eller Paraffin, som paaføres i smeltet Tilstand. Heri ridses de Figurer, der skal indætses, ved at Ætsegrunden ligefrem afskrabes, og Pladen overhældes derefter med Flussyre. Naar Ætsningen er færdig, afvaskes Glasset atter med Terpentinolie, der opløser Ætsegrunden. Hvis mange Plader skal forsynes med det samme Mønster, f. Eks. Ruder i Entrédøre og lign., kan det billigere ske ved Sandstraaleblæsning, der er en Art Slibning. Glasset bedækkes med en Zinkskabelon, der har Huller paa de Steder, hvor Glasset skal være blankt, og igennem Hullerne paaføres der en Dækgrund af Pibeler, Dekstrin og Glycerin, hvorefter Skabelonen fjernes. Pladen oversprøjtes derefter med en meget kraftig Straale af en Blanding af Sand og Vand, der gør Overfladen mat paa de Steder, som rammes af den. Undertiden imiterer man en saadan Mønsterslibning ved at lakere matte Glasplader med Mønstre paa den matte Side.

563. Som et specielt Tilfælde af Efterbearbejdning kan man betragte Glasmaling. De ægte Glasmalerier udføres ved, at man bemaler Glasset med farvet, letsmelteligt Glas, der er pulveriseret fint og udrevet i Olie. Naar Maleriet er tørt, anbringes det i en Muffelovn, hvor det opvarmes til svag Rødglødhede. Farverne smelter derved og brænder sig fast paa Glasset.

INDUSTRIFORENINGEN BIBLIOTEK

564. **Glassets Egenskaber.** Som nævnt er Glas et amorft, gennemsigtigt Legeme med Vægtfylde paa ca. 2,5. Haardheden efter Mohs Haardhedsskala er 5. Det er en daarlig Leder for Varme og Elektricitet. Det er meget modstandsdygtigt overfor kortvarige Angreb af Syrer og Alkalier, undtagen Flussyre, medens det angribes ved længere Tids Paavirkning. Glassets naturlige Overflade er mere modstandsdygtig end en sleben, og de forskellige Glassorter har forskellig Modstandsevne mod kemiske Angreb. Disse bevirker, at Overfladen bliver mat og uigennemsigtig, hvilket kan iagttages ved Staldvinduer, der stadig er paavirkede af den af Gødningen udviklede Ammoniak. I Regelen vil tungtsmelteligt Glas være mere modstandsdygtigt end letsmelteligt. Glassets Modstandsevne mod kemiske Angreb kan prøves ved, at man renser en Glasplade omhyggeligt med Spiritus og derefter lægger den over en Skaal med rygende Salpetersyre i 24 Timer. Paa godt Glas maa der da ikke have dannet sig nogen hvid Belægning, medens slet Glas allerede efter den Tid viser sig stærkt angrebet.

565. **Glassets Handelsformer.** Til Bygningsbrug anvendes Glasset hovedsagelig som Plader og kun i ringere Grad som formet Materiale. Glaspladerne er af forskellig Form og Udstyrelse, og man plejer at skelne mellem følgende Sorter:

**Rudeglas,** der altid er fremstillet ved Blæsning som ovenfor anført. Der er nogen Forskel paa Glassets to Sider, idet den, der har været den indvendige under Blæsningen, er den glatteste og mest modstandsdygtige mod kemiske Angreb, og den kaldes i Regelen „Glanssiden". Næsten alt Glas, der bruges her i Landet, indføres fra England eller Belgien. Værkerne leverer det sorteret i Numre efter Jævnhed, Antal af Blærer og Ridser og andre Fejl. Som oftest sorteres der i 4 Numre, og her i Landet bruges saa godt som udelukkende kun Nr. 3 og 4. Hvert af disse Numre kan faas i 4 Tykkelser, der benævnes „enkelt" (Tykkelse 1,5— 2mm), „halvdobbelt" (Tykkelse 2,5—3 mm), „dobbelt" (3—3,5 mm) og „tredobbelt" (Tykkelse 3,5—4 mm). Enkelt Glas bruges til

almindelige, ikke for store Vinduesruder, ellers bruges halvdobbelt eller dobbelt. Prisen retter sig efter Rudens Størrelse. Den beregnes dog i Regelen ikke i $m^2$, men derimod efter Summen af Rudens Højde og Bredde. Skal der leveres mange Ruder af samme Størrelse, faas de billigst ved, at man bestiller dem i den rigtige Størrelse direkte fra Værket, hvad der kun kræver en Leveringstid paa ca. 5 Uger.

566. Meget ofte ønsker man, at Ruder til Fabriksbygninger, Entrédøre og lign. skal være uigennemsigtige, og anvender derfor særligt Glas hertil. De vigtigste af disse Glassorter er:

**Mat Glas,** hvis Overflade er matteret ved Sandblæst.

**Musselinglas,** hvor Matteringen er udført efter Mønstre.

Begge disse Sorter er forholdsvis dyre, og Brugen af dem aftager, idet man nu foretrækker riflet eller Ornament-Glas.

**Katedralglas** eller **Raaglas**, der er udstøbt ligesom Spejlglas, men ikke slebet og poleret, saaledes at Overfladen er ujævn. Ofte er Glasmassen til Katedralglas farvet. Det bruges navnlig for at opnaa en særlig Lysvirkning.

**Riflet Glas** fremstilles ved at gøre den Plade, paa hvilken den blæste Cylinder rettes ud, riflet. Riflerne kan have forskellig Form, og man skelner mellem

**naalestribet Glas,** der har ganske fine Rifler,

**kanneleret Glas,** hvis Rifler er af ovalt Tværsnit,

og **Prismeglas,** hvis Overflade er formet som ved Siden af hinanden liggende Prismer med trekantet Tværsnit og den ene Side vinkelret paa Rudens Plan; Lyset vil da ved disse Ruder fortrinsvis kastes til denne Side.

**Ornamentglas** er paa den ene Side forsynet med et indtrykket Mønster. Enkelte Fabrikker fremstiller dobbelmønstret Ornamentglas med Mønster paa begge Sider.

Baade riflet Glas og Ornamentglas kan ogsaa fremstilles ved Støbning, og Mønstret fremstilles ved, at man bruger en mønstret Valse (R. Fig. 89) i Stedet for en glat.

**Traadglas** eller **Monnierglas** er forsynet med et indstøbt Jærntraadsnet, der forhindrer, at Ruden falder fra hinanden,

naar den slaas i Stykker. Da der saaledes kun kan fremkomme Revner, foretrækkes saadanne Ruder ofte til Fabriksbygninger. Det er vanskeligt at skære og maa derfor helst bestilles i bestemte Maal.

**Mælkeglas** er gjort uigennemsigtig ved Tilætning af Kryolit eller Tinsyreanhydrid i Glasmassen. Det bruges ofte til Glaslofter.

**Spejlglas** faas som tidligere omtalt ved Slibning og Polering af Raaglas. Det kan faas i meget store Stykker, indtil 20 $m^2$, men er temmelig dyrt. Tykkelsen er forskellig, men ligger gerne mellem 3—8 mm. Det kan faas baade plant og bøjet.

**Traadspejlglas** eller **Monnierspejlglas** er Traadglas, som er poleret paa begge Sider. Det bruges paa Steder, hvor man ønsker fuldt gennemsigtige Ruder, der ikke kan springe ved Ildebrand eller slaas ud, f. Eks. til Lagerrum for brandfarlige Varer, i Banker og lign.

567. **Formede Glasvarer** eller **Glassten** er Produkter, der gaar i Handelen i Normalmaal. De vigtigste er følgende:

**Glastagsten** kan faas i alle de Former og Størrelser, i hvilke de almindelige Tagsten findes. De fremstilles i Regelen ved Støbning.

**Glasmursten** anvendes, hvor man i en Mur ønsker at skaffe Lyset Adgang uden at indsætte Ruder. I Regelen anvendes de saakaldte Falconiersten, der er hule og blæste ligesom en helt lukket Flaske, saaledes at der ikke kan trænge Støv eller Fugtighed ind i dem. Stenene vil derfor bevare deres Gennemsigtighed, men man kan paa Grund af de dobbelte Vægge og Stenens særlige Form ikke se tydeligt igennem dem. Desuden vil Luftrummet bevirke, at de er bedre varmeisolerende. De fremstilles i mange forskellige Former og mures med en stærk Cementmørtel. Ved store Flader maa man af Hensyn til Udvidelsen ved Varme først overstryge Fladerne med Lim. Fig 91 viser de mest almindelige Former

Glasfliser er ligeledes støbte af Glas. De bruges til Lo-

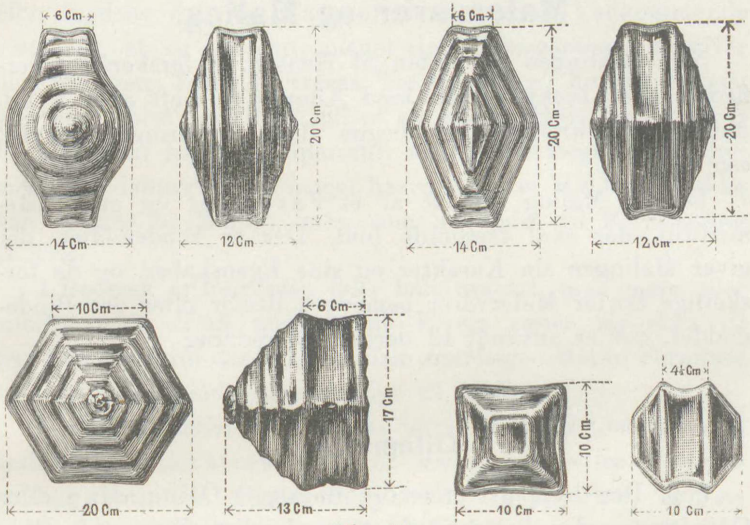



Fig. 91.

kaler, hvor Gulvet er udsat for Syrespild. I Regelen er de 2—3 cm tykke og ca. 16 cm i Kvadrat.

Glasprismer og Glaslinser bruges til Ovenlysbelysning i Kældere under Gaarde og til Lyskasser. De anbringes i Rammer af Støbejærn og er saa stærke, at der kan køres hen over dem. Hertil maa ogsaa henregnes de Glaslegemer, der bruges til Indstøbning i Jærnbeton. De har den i Fig. 92 viste Form og har samme Styrke som en massiv Jærnbetonplade.

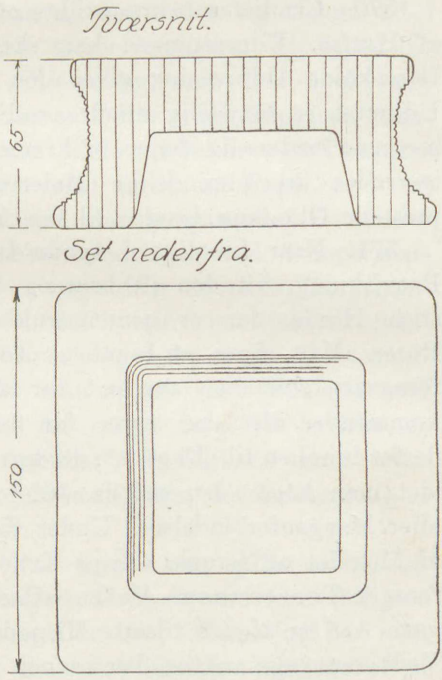



Fig. 92.

## Malervarer og Maling.

568. Malingen har enten til Hensigt at forskønne Overfladen eller beskytte den mod Angreb af Luft eller Vand. Meget ofte kræves dog begge disse Fordringer opfyldt samtidig.

Enhver Maling bestaar af et Farvestof og et Bindemiddel, der skal fastholde hint. Det er Bindemidlet, der giver Malingen sin Karakter og sine Egenskaber, og de forskellige Sorter Malervarer benævnes derfor efter det Bindemiddel, der er anvendt til deres Tilberedning.

### Oliemaling.

569. Den hyppigst anvendte Maling er Oliemaling eller Oliefarve, der bestaar af et uopløseligt Farvestof, Pigmentet eller Farvepulveret, udrørt i Linoliefernis.

570. Linoliefernis fremstilles af Linolie, der udpresses af Hørfrø. Udpresningen kan ske baade varmt og koldt. Den kolde Udpresning giver den fineste Linolie; men da Udbyttet er betydelig mindre end ved varm Presning, bruger man sædvanlig denne til Fremstilling af den Linolie, der anvendes til almindelige Malervarer, medens den koldt pressede Olie kun bruges til fine Tubefarver og Olielakker.

571. Naar Linolien i tynde Lag udsættes for Luftens Paavirkning, vil den ilte sig og omdannes til en fast elastisk Hinde, der er gennemtrukket af mikroskopisk fine Porer. Man siger, at Linolien „tørrer"; men „Tørringen" foregaar temmelig langsomt for den naturlige Olies Vedkommende, idet den varer fra 3-6 Døgn. Man omdanner derfor Linolien til „Fernis", der tørrer i Løbet af 12-24 Timer, idet man koger den ved ca. 160° under Tilsætning af Bly- eller Manganforbindelser. Under Kogningen opløses en Del af Metallet og forøger Oliens Evne til at optage Ilt, d. v. s. forøger Tørreevnen. Denne afhænger baade af Tilsætningens Art og af den tilsatte Mængde. For Blyforbindelsernes Vedkommende vokser Tørreevnen med Mængden af tilsat

Bly, medens det for Manganforbindelsernes Vedkommende viser sig, at en bestemt, meget ringe Manganmængde giver den hurtigste Tørring. Ogsaa Temperaturen, hvortil Fernissen har været ophedet, spiller en Rolle. Hvis man varmer Fernissen til højere Temperatur, tørrer den meget hurtigere; men den danner da en meget haard og skør Hinde, der ikke kan bruges til Maling, men som anvendes til Fernissering af Træ.

I Regelen er Fernissen ikke helt ufarvet, men mere eller mindre brun. Den mørkebrune Fernis egner sig ikke til lyse Farver, fordi den vil gøre dem smudsige. Mørke Fernisser er i det hele mindre anvendelige til Maling.

For at faa Olivefarven til at tørre hurtigere tilsætter man undertiden Sikkativer, der er stærkt bly- eller manganholdige Fernisser. Ogsaa Terpentinolie bevirker, at Fernissen tørrer hurtigere; men denne Virkning er kun indirekte, idet en Tilsætning af Terpentinolie bevirker, at Fernissen bliver mere letflydende, saa at den lader sig stryge ud i tyndere Lag, der naturligvis tørrer hurtigere. Ligeledes tilsætter man Terpentin til Oliemaling, naar den skal være mat, eller naar der skal lakeres f. Eks. med Kopallak ovenpaa Oliemalingen, da Lakken ellers vil revne ved Temperaturforandringer. I det hele taget er det en Regel, at hvert nyt Lag skal være federe end det foregaaende, for at det bedre kan modstaa Volumenforandringer ved Temperaturændringer. Derimod maa man aldrig anvende Terpentinolie til Oliemaling i det frie, med mindre man lakerer ovenpaa Malingen; thi ellers bliver Laget for tyndt til at modstaa Vejrliget. Iøvrigt maa man ogsaa være forsigtig med Tilsætning af Sikkativ; thi for meget deraf vil bevirke, at Laget ikke bliver særlig holdbart, da Sikkativ altid indeholder en stor Del Terpentinolie, ligesom det bidrager til, at Malingen hurtigere mørkner.

572. Pigmentet eller Farvepulveret spiller sikkert en langt større Rolle for Malingens Godhed, end man tidligere har troet, og nyere Undersøgelser over Oliemaling har vist, at der maa kræves en hel Række forskellige Egenskaber af

det hvis man skal faa en virkelig holdbar Oliemaling. Her skal saaledes anføres følgende Forhold, der spiller en vigtig Rolle:

573. Farvepulverets kemiske Forhold. I al Almindelighed bør Farvepulveret være saa indifferent som muligt saavel overfor Fernissen som overfor det Materiale, paa hvilket Malingen skal stryges, og overfor Luften. Dette Forhold har ikke altid været iagttaget; men man har tværtimod undertiden hævdet det modsatte. Naar Blymønje saaledes gennem mange Aar har været anset for et udmærket Materiale til Maling af Jærn, laa det netop i, at man antog, at Blymønjens hærdende Indvirkning paa Fernissen var gavnlig. Det synes imidlertid at være forkert, og at dens hærdende Virkninger tværtimod gør Malingen mindre egnet til Beskyttelse mod Rust, fordi Malingen bliver skør og sprækker ved Temperaturforandringer. I Stedet for Blymønje anvender man nu meget Jærnmønje, der er Jærnilte. Dette er vel fuldstændig indifferent overfor Fernis, naar det er rent; men da det kun er en ringe Mængde Jærnmønje, der kan fremstilles af de naturligt forekommende Jærniltemalme, og det øvrige udvindes ved Ristning af Ferrosulfat, er det ofte meget stærkt forurenet af Svovlsyre, der angriber baade Jærn og Fernis. Ogsaa Luften kan paavirke Farvepulveret. Det er f. Eks. flere Gange i det foregaaende nævnet, at Blyhvidt sværtes af svovlbrinteholdig Luft, der omdanner det til sort Svovlbly.

Næsten alle de til Oliefarve anvendte Farvepulvere er af uorganisk Oprindelse. En Del findes færdige i Naturen, de saakaldte Mineralfarver og Jordfarver, saasom Kridt, Tungspat, Umbra, Okker o. fl. a. og behøver kun en mekanisk Rensning og Findeling for at være tjenlige til Brug; men langt den største Del fremstilles kunstigt. De allerfleste staar sig godt overfor Temperaturforandringer og Angreb af svage Syrer og Baser*).

*) Udførligere Oplysninger om Farvepulverne, deres Egenskaber og Fremstilling findes i *Jørgensen og Brieghel Høm: Materiallære for Malere, Kbhvn. 1910.*

574. Farvepulverets Lysægthed. Alle Farver angribes i højere eller mindre Grad af Lyset, der bleger dem og giver dem et mat, „dødt“ Udseende. Selv et saa bestandigt Farvepulver som Kønrøg, der bestaar af næsten kemisk rent Kulstof, paavirkes efter lang Tids Forløb af Lyset. Der gives derfor ikke nogen Farve, der er absolut lysægte. Da Farvernes Udseende imidlertid ogsaa kan forandres af de i Atmosfæren værende Luftarter, bliver Spørgsmaalet om Lysægthed meget vanskeligt. Der er imidlertid visse Farver, der i stærkere Grad angribes af Lyset end andre, og dette gælder navnlig alle Kromfarvestoffer, Mønje, Cinnober og alle organiske Farvestoffer

575. Farvepulverets Kornstørrelse spiller en meget stor Rolle. Farven er holdbarest, naar alle Kornene er saa smaa, at de kan komme til at berøre hinanden og helst ligge i flere Lag ovenpaa hinanden i hver enkelt Strygning. Derimod synes Kornformen ikke at have nogen Betydning, og det synes f. Eks. at være ligegyldigt, om Kornene er flade eller runde.

576. Farvepulverets Vægtfylde spiller navnlig en Rolle, naar to eller flere Farvepulvere blandes sammen i Malingen. De fleste Farvepulvere er betydelig tungere end Fernissen, og de har derfor Tilbøjelighed til at synke tilbunds i denne, og jo større Vægtfylden er, desto hurtigere vil de bundfælde sig. Hvis man derfor sammenblander to Farver med stor Forskel i Vægtfylde, vil man kunne risikere, at Malingen forandres, efterhaanden som man arbejder med den, idet det tungere Stof synker til Bunds i Beholderen, medens det lettere holder sig opslemmet i Fernissen, og dersom Malingen er temmelig tynd, kan man risikere, at de skilles i den endnu vaade Farve, efter at de er paastrøget, og Arbejdet faar da et grimt, skjoldet Udseende.

577. Farvepulverets Dækkeevne, d. v. s. dets Evne til at skjule det Stof, hvorpaa det stryges, afhænger af dets Vægtfylde, Struktur og Finhedsgrad. Jo tungere og finere det er, desto bedre dækker det, og Dækkeevnen er større for amorfe end krystallinske Stoffer. Dækkeevnen afhænger

INDUSTRIFORENINGENS BIBLIOTEK

dog ogsaa i høj Grad af Bindemidlet. Farvestoffer, der selv i forholdsvis tynde Lag er dækkende, kaldes Dækfarvestoffer, medens Farvestoffer, der selv i forholdsvis tykke Lag lader Undergrunden skinne igennem, kaldes Lasurfarver. Det er imidlertid umuligt at trække nogen skarp Grænse mellem disse to, og man taler derfor ogsaa om halvdækkende Farver. Lasurfarver bruges for at opnaa særlige Lysvirkninger, f. Eks. for at opnaa „Dybde“ i aarede eller marmorerede Flader.

Farvepulverets Spredningsevne, hvorved man forstaar dets Evne til at lade sig stryge ud over et vist Areal, naar Arbejdet udføres paa almindelig Maade. Spredningsevnen staar i Forhold til den Mængde Fernis, der kræves til at give den rette Konsistens, og vokser som oftest med den. Jo større Spredningsevnen er, des tyndere bliver Laget. Grafit har f. Eks. en meget stor Spredningsevne og kan derfor ikke bruges ublandet til Pigment; men der maa tilsættes et andet Pigment med mindre Spredningsevne.

578. **Malingens Udførelse.** Før Malingen paaføres, maa Fladerne være godt rensede for Støv og Smuds og være fuldkommen tørre. Hvis Genstandene skal lakeres, og der sidder et Lag gammel, revnet Maling paa dem, bør dette først fjernes ved Afvaskning med stærke Baser f. Eks. med Ammoniakvand eller Natronlud, eller bedre ved Afbrænding med en Blæselampe. Selve Malingen falder i en Grunding og i Regelen flere Strygninger.

Grundingen skal dels tjene som Bærer for de senere Strygninger og dels, og navnlig ved Maling paa Jærn, virke beskyttende. Man kan enten anvende ren Linoliefernis eller en tynd Oliefarve, hvilken sidste i Regelen benyttes. Grundingens Farve er naturligvis ligegyldig; men af Hensyn til de senere Strygninger vælger man den i Regelen saaledes, at de senere Farvelag forholdsvis let dækker derpaa. Ved Maling paa Jærn kan der gøre sig særlige Hensyn gældende for at skabe en god Rustbeskyttelse, og her grunder man ofte med en Kromfarve (se § 105). Træ grundes i Regelen med en tynd Oliefarve, Murværk med ren Fernis eller tynd Oliefarve.

Paa friskt Murværk kan man ikke male, da Kalken forsæber Fernissen, og pudsede Vægge bør derfor ikke oliemales før et Par Aar efter Pudsningen.

Efter Grundingen kittes alle Huller med Oliekit*), og hvis Malingen skal være jævn og glat, „spartles" der enten med en tyk Oliefarve, bestaaende af pulveriseret Skifer („Filling up"), Blyhvidt, Fernis, Terpentinolie og Sikkativ, eller med en Emulsion, bestaaende af Kridt eller Pibeler, Vand, Klister og Fernis, der efter Tørringen afslibes med Sandsten eller Sandpapir. Derefter stryges der i Regelen tre Gange med Oliefarve, hvorefter der undertiden følger en Lakering, hvorom senere.

579. I Regelen tilberedes Oliefarven af Malerne selv, idet de udrører eller bedre udriver Farvepulveret i Fernissen. Der gaar dog ogsaa strygefærdige Oliefarver i Handelen, navnlig saadanne, der er bestemt til særlige Formaal f. Eks. til Rustbeskyttelse. Af saadanne skal nævnes

Skælpanserfarve, der navnlig bruges til Rustbeskyttelse. Den bestaar af smaa Skæl, der er udrørt i Linolie til en tyk Grød og før Brugen fortyndes med Fernis til en passende Konsistens.

Silica-Grafitfarver anvendes i samme Øjemed, og da de særlig godt taaler Ophedning, bruges de f. Eks. til Maling af Dampkedler og Varmeovne. De bestaar af Grafit og Kiselsyre, og de kan faas i flere Farver.

580. Enhver Oliemaling vil i Tidens Løb ødelægges, idet Fernissen stadig iltes, hvorved den smuldrer hen eller støver af. Ogsaa Fugtigheden bidrager til at ødelægge Farvelaget, og endelig vil dette slides ved rent mekaniske Paavirkninger. Oliemaling maa derfor fornyes med passende Mellemrum.

## Andre Malinger.

581. **Limfarvemaling.** Bindemidlet er her tynd Lim, der bør være saa lys som muligt, for at Farverne ikke skal blive smudsige. Væggene bør være tørre, ligesom man kun

*) Se § 592.

bør bruge Limfarve i tørre Rum, fordi Limen angribes af Bakterier og raadner. Limvandet, hvori Pigmentet skal udrøres, maa ikke være for stærkt, da Farven i saa Fald vil skalle af; men paa den anden Side vil en for tynd Limopløsning medføre, at Farven smitter af. Limfarvede Vægge kan ikke afvaskes. Til Hvidtning af Lofter bruger man hyppigt en Limfarve, der tilberedes af „islandsk Mos".

582. **Kalkfarver** er de billigste; men de har den Mangel, at de smitter af, og at man maa bruge bestemte Pigmenter, da Kalken angriber mange af de Stoffer, der kan bruges til Pigment i Olie- og Limfarve. Hyppigst bruges Kalkfarve blot som „Kalkning", hvor Farvestoffet og Bindemidlet er det samme, nemlig Kalkhydrat. Til den første Strygning bruges ren Kalkmælk, der maa være ret tynd. Til de følgende kan man bruge en noget tykkere, hvis Dækkeevne kan forøges ved Tilsætning af noget vandrevet Kridt. Gule, brune og røde Farver kan faas ved Tilsætning af Okker, Umbra eller Engelskrødt, blaa med Ultramarin og grønne med Kromiltegrønt.

583. En særlig Art Kalkmaling er den saakaldte Al Frescomaling, der bruges i Dekorationsøjemed. Den udføres paa frisk Kalkpuds; men den er vanskelig at udføre, fordi man ikke forud kan beregne Farvernes Virkning, der forandres ved Pudsens Hærdning. For at Al Frescomaleri skal være holdbart, maa Malegrunden være omhyggelig tilberedt. Muren maa være tør, og Stenene fuldkommen fri for opløselige Salte. Kalken, der bruges til Puds, skal være lagret i længere Tid, og Sandet maa være helt lerfrit, ligesom Mørtlen maa være passende fed. Er den for mager, vil den binde daarligt og let smuldre hen, og hvis den er for fed, vil den revne. I Regelen vil 1 Del Kalk til 2—3 Dele Sand være passende. Pudsningen sker i to Gange, idet der først pudses med groft Grus, og naar dette er „trukket til", pudses der med et ganske tyndt Lag Mørtel, der er tilberedt af fint sigtet Sand, hvorpaa der males, saasnart det har „sat sig". Der maa kun pudses saa stor en Flade, som der kan males paa et Par Timer; thi ellers vil Hærdningen

være skredet saa langt frem, at Maleriet ikke holder sig. Naar Arbejdet skal standses, maa det ikke bemalede Puds skæres bort, og nyt Puds anlægges ved Arbejdets Genoptagelse.

584. **Vandglasmaling.** Bindemidlet er til lyse Farver Natronvandglas og til mørke Farver Kalivandglas, der begge under Luftens Paavirkning udskiller fri Kiselsyre. Vandglasmaling bruges baade til Murværk og Træ; men det kan ikke anvendes ovenpaa Oliemaling, ligesom der heller ikke kan oliemales ovenpaa det, fordi det forsæber Fernissen. Pigmentet maa ligesom ved Kalkfarve kunne taale Kiselsyren, og det er ikke alle Farvestoffer, der kan benyttes. I Regelen grunder man med Dobbeltvandglas, der er en Blanding af Kali- og Natronvandglas, fortyndet med den dobbelte Mængde Vand, og derefter følger i Regelen tre Strygninger, der helst maa ske med mindst 12 Timers Mellemrum. Hver enkelt Strygning maa være meget tynd, da Laget ellers vil skalle af. Der maa ikke tilberedes mere Farve, end der kan bruges i Løbet af et Par Timer, da den ellers vil stivne. Vandglasmaling benyttes bl. a. til Træ, da det gør Træet delvis flammesikkert.

585. **Kaseinmaling.** Kasein er et Æggehvidestof, der udvindes af Mælk ved Tilsætning af en Syre, og det gaar i Handelen som et fint, hvidt Pulver, der er opløseligt i Kalkvand. Det bruges en Del i Stedet for Limfarve, da det ikke under Arbejdet stivner i Kulden. Desuden er Kaseinfarve mere holdbar end Limfarve; den taaler saaledes en forsigtig Afvaskning, ligesom man kan anvende den paa frisk Puds, hvorved der dannes uopløselig Kaseinkalk.

586. **Svensk Kompositionsfarve** eller **svensk Tranfarve** anvendes meget til Maling af Træhuse, Udstillingsbygninger og lign. af uhøvlede Bræder. Bindemidlet, hvori Farverne udrøres, sammenkoges af Tran eller Fernis, Rugmelsklister, Kolofonium og Jærn- eller Zinkvitriol.

## Lakker.

587. Herved forstaar man forskellige Opløsninger, hvortil der enten kan være tilsat et Pigment, eller som kan være

ufarvede, og som efter Tørringen faar en stærk Glans. De bestaar i Regelen af harpiksagtige Stoffer, der enten er opløst i Spiritus, i fede eller i æteriske Olier. De vigtigste Harpikser, der bruges hertil, er:

Schellak, der opløses i Spiritus og anvendes til Politur og til Overstrygning af Knaster i Træ, før det oliemales.

Kopal, Dammar, Mastiks og Rav anvendes navnlig opløst i Terpentin og Linolie. I Regelen gaar de strygefærdige i Handelen under forskellige Navne. De tørrer hurtigere end Oliemaling.

Saponlak, der benyttes til Overstrygning af blankt polerede Messinggenstande for at beskytte dem mod „Anløbning", er opløst Celluloid. Genstandene maa være opvarmede før Paastrygningen.

Emaillefarver er Oliefarver, hvortil der er sat meget Kopal eller Rav, og som derfor tørrer med stærk Glans.

588. Den egentlige Lakering er et meget omstændeligt Arbejde, der fordrer omhyggelig Spartling og mange Strygninger med paafølgende Slibninger. Ved Bygningsarbejder indskrænker man sig derfor i Regelen til Lakering med Emaillelak.

### Forgyldning.

589. Forgyldning er en Paalægning af tynde Metalblade, der enten kan være af ægte Guld („ægte Forgyldning") eller af Kobberlegeringer („uægte Forgyldning"). Uægte Forgyldning holder sig ikke i Luften og maa derfor kun anvendes til indendørs Arbejder og yderligere beskyttes af et Lakovertræk. Til Klæbemiddel for Guldet bruger man „Guldgrund", der er en klar Fernis, hvortil der sættes lidt Kromgult. Naar Fernissen omtrent er tør, paalægges Guldet og trykkes fast med en Tot Bomuld, hvorved det klæber fast i Fernissen. Uægte Bladguld er tykkere end ægte og derfor bedre at slide paa.

## Kit og Lim.

590. Kit har enten til Opgave at forbinde to eller flere Dele til et Hele eller at udfylde mindre Aabninger. Man

plejer i Regelen ved Kit at forstaa en plastisk Masse, der hærdner i Løbet af kortere eller længere Tid. Ved Lim forstaar man ligeledes et Bindemiddel; men den adskiller sig fra Kit ved, at den i Regelen bruges i flydende Tilstand. Om dem begge gælder, at de virker bedst, naar de paaføres i saa tynde Lag som muligt. Efter Bestanddelene skelner man mellem flere Sorter, af hvilke de vigtigste skal omtales her.

## Oliekit.

591. Naar en tørrende Olie blandes med et Stof, der indeholder Alkalier, vil Olien forsæbes, og der vil dannes en haard, uopløselig Sæbe. Efter det tilsatte Stof skelner man mellem.

592. **Glarmesterkit,** der bestaar af vandrevet Kridt og Linolie, der gennemarbejdes til en tyk Dejg, indtil den slipper Fingrene. Den hærdner temmelig hurtigt og sidder godt fast, naar Materialerne, der skal forbindes, er helt tørre. Gammel Kit, der skal fjernes, kan opblødes med Kalilud.

593. **Mønjekit** bestaar af Mønje og Linolie. Det anvendes, hvor der fordres en Kitforbindelse, der er absolut modstandsdygtig overfor Vand, f. Eks. til Akvarier. Desuden bruges den sammen med Hampe- eller Hørtaver til Tætning af Rørforbindelser.

594. **Bøttchers Stenkit** bestaar af 2 Vgd. Kiselguhr, 1 Vgd. Melkalk og Fernis sammenarbejdet til en tyk Dejg. Den egner sig navnlig til Sammenkitning af Sten.

## Harpikskit.

595. **Harpikskit** bestaar hovedsagelig af forskellige Harpiksarter, der enten anvendes i smeltet eller i opløst Tilstand. Den er meget modstandsdygtigt mod Fugtighed og binder godt, men taaler ikke stærk Varme. Den egner sig derfor navnlig til Kitning af Lervarer, Træ, Læder og lign. Af de mange Sorter skal her kun nævnes:

**Almindelig Harpikskit** faas ved Sammensmeltning af Harpiks og Savspaaner. Den anvendes i varm Tilstand og bruges. f. Eks. til Udfyldning af Revner i Træ.

596. **Metalkit** til Sammenkitning af Glas og Metal bestaar af 1 Vgd. Mastiks, 1 Vgd. Blyhvidt, 2 Vgd. Sølverglød og 3 Vgd. Fernis.

597. **Svovlkit** til Fastkitning af Metal i Sten sammensmeltes af 1 Vgd. Harpiks og 3 Vgd Svovl.

## Vandglaskit.

598. **Vandglaskit** kan enten være rent Vandglas, eller der kan være blandet andre Stoffer deri. Det rene Vandglas taaler ikke Vand. Hvis der derimod tilsættes noget Cement, bliver det modstandsdygtigt mod Fugtighed. Det samme kan opnaas ved, at man udrører lidt Gibs i det. Vandglaskit bruges navnlig til Sammenkitning af Glas til Glas og Glas til Sten.

559. Af andre mere specielle Kitsorter skal nævnes:

**Rustkit,** der navnlig bruges til Kitning af Revner i Støbegods, f. Eks. Kakkelovne. Den kan f. Eks. fremstilles af 99 Vgd. Jærnfilspaaner og 1 Vgd. Ammoniakvand, der ældes med Vand, hvortil der er sat 20 % Eddikesyre. Jærnspaanerne vil ruste under Volumenforøgelse og kitte Revnen fuldstændig til. Skal Kitten være ildfast, kan der tilsættes 30 Vgd. ildfast Ler.

**Ovnkit,** der er ildfast, kan fremstilles ved at ælte ildfast Ler med Saltvand eller ved Sammenældtning af 1 kg magert Ler med 1 Ark Karduspapir og Mælk under Tilsætning af 15 g Salt og 15 g pulveriseret Jærnvitriol.

## Lim

600. **Lim** er et Stof, der udvindes af dyriske Stoffer ved Udkogning. I Regelen benyttes der til Limfremstilling Affaldsstoffer saasom Ben, Læderaffald og lign., der befries for Fedt og derefter koges i længere Tid med overhedet Vanddamp, idet Affaldsstofferne hviler paa en Rist i Kedlen. Paa Bunden af denne vil der samle sig en Limopløsning, der indeholder 20—25 % Lim. Den inddampes forsigtigt i Vacuum, filtreres og hældes op i firkantede Kasser, hvori den ved Afkøling størkner til Blokke. Disse skæres i Skiver, der lægges til

Tørring paa et Sejlgarnsnet, hvis Maskeaftryk ses paa de færdige Limkager.

601. Limen danner en amorf, gennemskinnelig Masse, der i koldt Vand buldner ud, smelter ved svag Opvarmning og ved en paafølgende Afkøling bliver til en geleagtig Masse. Den har stor Bindekraft, men denne kan dog svækkes stærkt ved langvarig Kogning. En god Lim maa ikke indeholde Fedt eller Syrer. Den skal være klar og gennemskinnelig og maa ved 24 Timers Udblødning i koldt Vand kun buldne ud, men ikke flyde hen.

602 Lim tilberedes bedst paa følgende Maade: Limkagerne brækkes i Stykker og udblødes i Vand i 12 Timer, hvorefter Vandet fornyes, og de henstaar endnu 12 Timer til Udblødning. Ved denne Udblødning udtrækkes de opløselige Salte og Syrer m. m. Derved omdannes Limen til en blød Masse, der smelter ved Opvarmning til ca. 100°. Man bør undgaa en langvarig Kogning af Limen, da det svækker dens Bindekraft. Da Lim er en udmærket Næringsbund for Bakterier, vil den let gaa i Forraadnelse. Dette kan dog modvirkes ved at sætte antiseptiske Stoffer til Limen, f. Eks. 1 % Boraks (regnet af Limens Tørvægt). Lim kan gøres uopløselig ved at tilsætte 2 % koncentreret Opløsning af tvekromsur Ammoniak og derefter udsætte den for Lyset.

603. Hvis der til Lim sættes en Syre, mister den Evnen til at tørre uden at miste væsentligt af sin Bindekraft. Dette benyttes til Fremstilling af flydende Lim („Fiskelim"), der tilberedes ved at opløse Lim i lige saa mange Dele 20 % Eddikesyre og derefter tilsætte $^1/_4$ Del Alkohol samt lidt Alun.

## Papir. Tapeter.

604. Navnet „Papir" stammer fra Ægypten, hvor man i Oldtiden fremstillede et Skrivemateriale ved Sammenliming af Papyrusplantens tyndt udspaltede Marv. Man anvender i vore Dage et lignende Papir, det saakaldte Rispapir, der fremstilles af en Aralie fra Formosa, og som bruges til

Akvarelmaling og kunstige Blomster. Det Stof, som man nu kalder Papir, stammer fra Kina, hvor det allerede blev fremstillet 150 Aar f. Chr. af sammenfiltede Basttaver.

605. Papir fremstilles af vegetabilske Taver, der udrøres eller opslæmmes i Vand og ved Rystning bringes til at filte sig sammen, samtidig med at Vandet fjernes. Raamaterialet kan have meget forskellig Oprindelse. Det bedste Papir faar man af Hørtaver, der fremstilles af linnede Klude; men da disse er meget dyre, anvendes de kun til det fineste Dokumentpapir; dog faas der ogsaa udmærket Papir af Bomulds- og Hampetaver. Det hyppigst anvendte Materiale er Trætaver, der kan fremstilles paa to meget forskellige Maader, som ogsaa giver et meget forskelligt Produkt.

606. Den simpleste Maade er at sønderdele Træ ad mekanisk Vej ved at slibe det mod en Slibesten; men det Materiale, man faar paa denne Maade, er meget skørt, fordi Taverne er ret korte, og fordi de indeholder al Træets Lignin. Denne bevirker desuden, at Papiret bliver gult under Lysets Paavirkning, saaledes som man f. Eks. kan se ved Avispapir. Træslib alene anvendes derfor kun til de slette Papirsorter som Avispapir og daarligt Indpakningspapir.

607. Hvis Papiret skal være mere holdbart, maa det ikke indeholde Lignin, og denne kan fjernes ved, at man koger Træet med Stoffer, der opløser den, f. Eks. Svovlsyrlingvand eller en Opløsning af surt svovlsyrlig Kalk i Vand. Ved denne Behandling opløses Ligninen, og Træet falder hen til temmelig lange Taver, der giver et udmærket Papir. Det saaledes fremstillede Raamateriale kaldes Cellulose.

608. Af andre Raamaterialer skal nævnes Hamp, der bruges til Tegnepapir og Konvolutpapir, og Jute, der bruges til Indpakningspapir. Derimod er Uld ganske uanvendeligt til Papir, og kan kun bruges til det grove, daarlige Gulvpap.

609. Der skal ikke her gaas nærmere ind paa Papirets Fremstilling, men blot omtales, at Raamaterialerne males omhyggeligt i særlige Møller („Hollændere") under rigelig Tilførsel af Vand, saaledes at der efterhaanden dannes en

tynd Tavevælling, der ved Sining befries for alle grove Urenheder, der vilde danne Knuder og Ujævnheder i Papiret. Vællingen ledes ud paa et Net af Metaltraad, der holdes i en rystende Bevægelse, og derved filter Taverne sig ind mellem hverandre, medens Vandet løber fra. Paa denne Maade danner der sig et løst Papirvæv, der ved Tørring faar tilstrækkelig Sammenhængskraft. Nutildags fremstilles næsten alt Papir i Papirmaskinen, hvorved man faar saakaldet „endeløst" Papir i Modsætning til det „haandgjorte", hvor man faar Papiret i Ark.

610. I Regelen er Papiret „limet", d. v. s., der er tilsat visse Stoffer til Tavevællingen, som gør Papiret mindre porøst, saa at det ikke virker sugende. Ulimet Papir bruges til Træk- og Filtrerpapir. Ofte bliver Tavevællingen farvet, inden den kommer i Papirmaskinen, og man faar derved „massefarvet" Papir, d. v. s. Papir, der er gennemfarvet.

611. Af de mange forskellige Papirsorter skal her kun nævnes følgende:

**Skrivepapir** er stærkt limet. Man skelner mellem Velin og Ribbepapir. Det sidste viser i Gennemsigt tætliggende lyse Linier, medens det første enten ikke viser nogen Tegning eller er jævnt prikket. Begge Former skyldes Forskelligheder i Fremstillingen, og Forskellen er nutildags uden Betydning; men de stammer fra det haandgjorte Papir. Skrivepapir er ofte forsynet med Vandmærker, d. v. s. en særlig Tegning, der viser sig lys i Gennemsigt. Vandmærket fremstilles ved, at Nettet har Forhøjninger, der svarer til Mærket, saaledes at Tavelaget bliver lidt tyndere der.

**Tegnepapir** fremstilles som Skrivepapir, men det er tykkere, og der er tit anvendt Hampetaver, som gør Papiret stærkere.

**Trykpapir** fremstilles baade limet og ulimet; det er dog sjældent saa stærkt limet som Skrivepapir. En særlig Art Trykpapir er det saakaldte glittede Papir, der bruges til fint Illustrationstryk. Det har sine Porer udfyldt med uopløselige Stoffer, f. Eks. fint Kaolin, og er derefter presset mellem polerede Valser, saa at det har en høj Glans.

BIBLIOTEK

612. **Tapeter.** I de ældste Tider var Væggene i Opholdsrummene beklædte med Tæpper, og henimod Slutningen af Middelalderen tog Vægtæppeindustrien et stort Opsving ved den af Gilles Gobelin opfundne Vævemaade. De ægte Gobelins fremstilles som et Væv, hvor Kædetraadene under Vævningen staar lodrette, medens Isletten er opviklet paa smaa Spoler, som Arbejderen lægger ind paa fri Haand og derefter banker fast med en lille Kam. Saadan Gobelinvævning er overordentlig vanskelig og sen. Man regner, at en dygtig Arbejder kan væve 1—$1^1/_2$ $m^2$ om Aaret. Der kan imidlertid ogsaa fremstilles Gobelins paa Maskinvæve.

Gobelinernes høje Pris medførte naturligvis, at de var forbeholdt Fyrsterne og enkelte Rigmænd. I de borgerlige Huse beklædte man enten Væggene med Træpaneler, eller man dekorerede den kalkede Væg med malede Ornamenter. Allerede i det 15. Aarhundrede begyndte man at udføre disse malede Dekorationer paa paaklistret Papir. Undertiden anvendte man til Tapet Gyldenlæder, der er Læder, som paa Narvsiden (Haarsiden) er forsynet med indtrykkede, ofte forgyldte Ornamenter. Nutildags anvendes næsten udelukkende Papir til Tapeter.

613. Tapeterne fremstilles ofte af massefarvet Papir, der ved Paatrykning forsynes med Mønstre. Det sælges altid i „Ruller", der er 8—11 m lange og ca. $^1/_2$ m brede. Ved alle Tapeter, undtagen de billigste, falder Trykningen i to Dele, nemlig en Grunding, og en egentlig Trykning, der begge udføres paa Maskine. Undertiden ønsker man, at Grundfarven skal have Glans. Dette kan opnaas ved at strø Talkum paa det grundede Tapet og derefter overbørste det.

Selve Trykningen skete tidligere med Haandforme; men nu udføres den altid paa Maskine. Fig. 93 viser Princippet i en saadan Maskine med Trykning for to Farver. Der trykkes paa „endeløst" Papir, som tages fra en Rulle R og over forskellige Strammevalser føres omkring en Modtryksvalse V, der indenfor Papiret har en roterende Ulddug U. Trykvalserne T er forsynede med det egentlige Mønster, og der er en Valse for hver Farve. Mønstret dannes paa Træ-

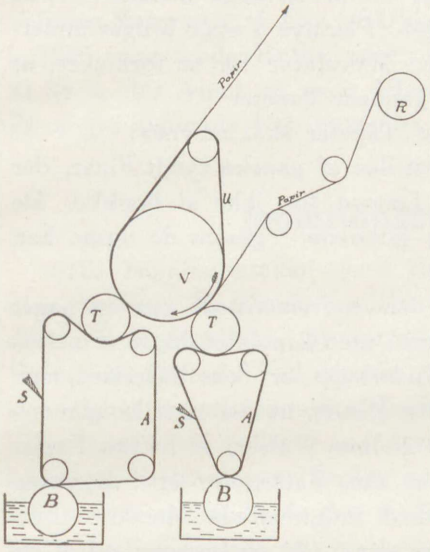



Fig. 93.

valserne af indslaaede Messingstifter og -strimler. Flader fremstilles af Messingstrimler, der danner Konturen, og som udfyldes med tilklippet Filt, der fastklæbes med Schellak.

Trykvalserne modtager deres Farve fra en Ulddug A, der rører en Valse B, som dypper i Farven. Den overflødige Farve fjernes med en Skraber S. Efter Trykningen maa Tapeterne tørres i Tørrerum, hvorefter de automatisk oprulles i de bestemte Længder.

614. Undertiden undergaar Tapeterne dog endnu flere Processer. Moirètapeter valses saaledes mellem Jærnvalser med Præg, hvorved de faar det ejendommelige Udseende, der findes paa vatret Silketøj. Forgyldning og Forsølvning sker ved at trykke med Linoliefernis med lidt Potaske i for at forsæbe noget af Fedtet, saa at det ikke „løber ud“ i Papiret. Derpaa drysses Broncepulver i, og det overflødige børstes af. Paa en noget lignende Maade fremstilles de saakaldte „velouterede“ Tapeter, der ligner Klæde, idet man blot i Stedet for Broncepulver bruger „Skæruld“, der er Affaldet fra den Proces ved Klædefabrikationen, ved hvilken „Luven“ dannes. Relieftapeter fremstilles ved Trykning mellem mønstrede Valser, og afvaskelige Tapeter bliver efter Trykningen overtrukne med Lak, navnlig Kopallak.

615. Tapeterne fastklæbes paa Væggene med Klister, der i Regelen fremstilles af Stivelse (Melklister). Det er imidlertid ikke alle Tapeter, der taaler Opsætningen, idet en Del er tilbøjelig til at lade Klisteret „slaa igennem“. Tapetet faar derved et grimt, skjoldet Udseende, der ikke kan rettes. Ved

Indkøb af Tapeter bør man derfor forlange Garanti for, at Tapetet kan taale Opsætningen. Paa nye Vægge bruges undertiden først at tapetsere med Makulatur for at forhindre, at Pudsens Ujævnheder føles gennem Tapetet.

616. Af særlige Arter af Tapeter skal nævnes:

**Naturtræstapeter** fremstilles af ganske tyndt Finer, der er klæbet paa Papir eller Lærred for ikke at brække. De kan faas baade bonede og polerede, ligesom de ogsaa kan faas med indlagte Mønstre

**Lincrusta** er Tapeter, der er fremstillede paa en noget lignende Maade som Linoleum; men Linoleumslaget er naturligvis langt tyndere, og Underlaget er ikke Hessian, men Papir. De fremstilles paa den Maade, at det med Linoleumsmassen belagte Papir føres mellem Valser, af hvilke Papirsidens Valse er glat, medens den Valse, der er i Berøring med Massen, er forsynet med indgraverede Mønstre. Lincrustatapeterne har den Fordel, at de er lysægte, og at de taaler en stærk Afvaskning; men de er naturligvis betydelig dyrere end almindelige Tapeter.

617. **Pap.** Ved Pap forstaar man Papir, hvis Tykkelse er over $^1/_2$ mm. Det fremstilles paa samme Maade som Papir; men da Udseendet i Regelen ikke spiller nogen større Rolle, anvender man som oftest billigere Materialer dertil, ligesom disse ikke behandles saa omhyggeligt som ved Papirfabrikationen. Det findes i Tykkelser paa 0,5—10 mm. De tykkere Sorter fremstilles ved Sammenlimning af flere tyndere, og i Regelen er Tykkelsen under 5 mm. Af de forskellige Papsorter skal her nævnes:

**Graat Pap** eller **Bogbinderpap,** der fremstilles af Papir- og Kludeaffald og af Affalds- og Udskudscellulose. Det er et forholdsvis godt og stærkt Pap, der anvendes f. Eks. til Bogbind.

**Træpap,** som er rent Træslib. Det er smukt hvidt, men meget skørt. Det bruges navnlig, hvor det kommer an paa stor Renlighed, f. Eks. til Papæsker til Fødevarer.

**Gulvpap** anvendes til Underlag for Gulvtæpper og Linoleum og til Mellemlag mellem Brædeskillerum for at dæmpe

Lyden. Det er et groft, løst Pap, der fremstilles af de tarveligste Materialer, f. Eks. af Uldaffald. Det gaar i Handelen i 1255 mm brede Ruller, der indeholder en Længde paa 31,38 m (50 Alen) og vejer 18 eller 27 kg efter Tykkelsen. Et noget lignende Pap anvendes til Fabrikation af Tagpap.

## Isolationsstoffer.

618. Isolationsstoffer tjener til at forhindre Varmeudligning mellem Konstruktionsdele af forskellig Temperatur eller til at forhindre, at varme Konstruktionsdele afgiver Varme til Luften. Ved næsten alle Isolationsstoffer er det egentlig varmeisolerende Stof Luft, der er en daarlig Varmeleder, naar den findes i saa tynde Lag, at den ikke kan komme i Strømninger. Luften maa derfor være indesluttet i Porer; men det Stof, der fordeler og indeslutter Luften, bør naturligvis ogsaa selv være en slet Varmeleder. Desuden kræves der forskellige andre Egenskaber af Isolationsstofferne, saasom at de ikke maa angribes af de Temperaturer og Fugtighedsforhold, hvorunder de anvendes, at de ikke maa raadne eller forandre deres kemiske eller mekaniske Bygning under Brugen, at de ikke let beskadiges af ydre Paavirkninger som Stød og Slag eller Rystelser o. s. v.

619. Isolationsstofferne kan enten anvendes som løse Masser, der da kræver en ydre Beklædning til at holde sammen paa dem, eller som faste Bestanddele.

620. Hvis Temperaturen ikke er ret høj, som f. Eks. ved Isolering af Isbeholdere, Kølerum, Varmtvandsbeholdere og lign., kan man bruge organiske Stoffer til Isolering. Almindeligst anvendes Risskaller Boghvedeskaller, Avner, Hakkelse, hakkelseskaaret Lyng eller Tørvesmuld. Det sidste er dog mindre hensigtsmæssigt, fordi Tørven indeholder Humussyre, der angriber baade Træ og Jærn. Der er ikke megen Forskel paa de forskellige Isolationsstoffers Isolationsevne. Fjord har gjort en Række Forsøg herover paa den Maade, at Iskasser af Jærnblik, der var isoleret med lige tykke Lag af de forskellige Isolationsstoffer og fyldt

med Is, opstilledes i et opvarmet Værelse Side om Side. Efter nogen Tids Forløb vejedes det ved Isens Smeltning dannede Vand, og man fik derved følgende Forholdstal:

| | |
|---|---|
| Hakkelse | 100 |
| Blade | 96 |
| Avner | 94—90 |
| Risskaller | 100 |
| Boghvedeskaller | 104 |
| Tørre Savspaaner | 114 |
| Grønne — | 170 |
| Fugtig Tørvejord | 329 |
| Vaadt Sand | 630 |

Man ser af Tabellen, at Isolationsevnen væsentligt forringes, naar Isolationsstoffet er vaadt eller blot fugtigt.

621. Naar det drejer sig om at isolere ved højere Temperaturer, er de ovenfor omtalte Stoffer uanvendelige, fordi deres Isolationsevne er for ringe. Man bruger i saadanne Tilfælde andre Stoffer, af hvilke de vigtigste er:

622. **Kiselguhr,** der er et fint porøst Pulver af hvid, graalig eller brunlig Farve. Det bestaar af mikroskopisk fine Skaller af Kiselalger eller Infusoriejord. Det indeholder megen Luft, der er indesluttet i Skallerne, og det er navnlig denne, der virker isolerende, idet selve Skallernes Masse er forholdsvis godt varmeledende. Desuden indeholder Kiselguhren ofte Fyldstoffer, der er gode Varmeledere, og der kan derfor være stor Forskel paa Kiselguhrens Isolationsevne, afhængig af dens Renhed.

623. I Almindelighed anbringes Kiselguhren paa den Maade, at den udrøres med Vand til en Grød, der paalægges i 2—5 mm tykke Lag paa den Flade, der skal isoleres. Forinden et nyt Lag paaføres, maa det foregaaende være helt tørt, da Vanddampene fra det første Lag ellers vil løsne det næste. Det er derfor hensigtsmæssigt at opvarme de Flader, der skal isoleres, hvilket lettest gøres ved, at man isolerer dem under Drift. Undertiden indblander man Fæhaar i Massen for derved at gøre den mere sammenhængende og forøge Isolationsevnen; men hvis Fæhaar udsættes

for Temperaturer over 100°, forkulles de under Udvikling af en ubehagelig sveden Stank, og de forkullede Haar kan naturligvis ikke gøre Massen mere sammenhængende. Hvis man i saadanne Tilfælde ønsker at indblande et Stof, der giver Massen bedre Sammenhæng, bør man anvende Asbestuld, der er ganske uforbrændelig. I Handelen gaar der færdige Blandinger af Kiselguhr og Fæhaar eller Kiselguhr og Asbest under Navn af Kiselguhrkompositioner. De indeholder ofte store Mængder af Sand og andre værdiløse Stoffer, som det er vanskeligt at paavise.

624. Kiselguhren paalægges i Regelen i Lag, der har en samlet Tykkelse af 20—50 mm. Ved Rørledninger og lign. omvikles derpaa Laget med et beskyttende Lag, der i Regelen bestaar af Lærredsbaand, som fæstes med Melklister. Til sidst bør Overfladen oliemales, for at den ikke skal indsuge Fugtighed fra Luften, naar Ledningerne er kolde, og dette maa altid gøres ved Isolation i det frie.

625. Undertiden anvendes til Isolering Formstykker af Kiselguhr. De kan enten være formede ved Hjælp af et Bindemiddel, f. Eks. Gibs, eller være brændt af en meget lerfattig Blanding af Kiselguhr og Ler. De er lettere at anbringe end den løse Isolationsmasse; men man opnaar vanskeligere en god Isolation, fordi de sjældent passer nøjagtigt om Rørledningerne. Derimod kan de ofte finde god Anvendelse ved Isolation af Dampkedler.

626. **Kork** anvendes i Form af Korksmuld, der enten anbringes som løst Smuld eller ved Hjælp af et Bindemiddel presses til Formstykker. Den sidste Maade er den almindeligste. Jo finere Smuldet er, desto bedre isolerer det. Det kan ikke bruges ved høje Temperaturer, fordi det i saa Fald forkulles eller endog bryder i Brand. Man kan ganske vist imprægnere det, saa at det bliver „flammesikkert“, d. v. s. brænder uden Flamme, men Forkulningen kan man ikke forhindre, og Imprægneringen nedsætter Isolationsevnen. Man kan derfor kun bruge Kork ved lave Temperaturer, eller hvis man anbringer et andet mere modstandsdygtigt Materiale, f. Eks. Kiselguhr, under Korken.

627. **Filt** er et af de bedst isolerende Stoffer, der findes. Det har imidlertid samme Ulempe som Korken, nemlig, at det ikke taaler højere Temperaturer, og i denne Henseende er det endnu mindre modstandsdygtigt end Korken, idet det allerede forkulles ved Temperaturer, der kun ligger lidt over 100° Paa den anden Side udvikler det ikke antændelige Dampe under Forkulningen. Skal det anvendes ved højere Temperaturer, bør det imidlertid beskyttes mod disse ved, at man paafører et beskyttende Lag under det, f. Eks. Kiselguhr. Hvis man er sikker paa, at Temperaturen ikke kan blive ret meget over 100°, kan man ogsaa nøjes med at omvikle med Asbestpap under det. Filt er et temmelig dyrt Isolationsmateriale.

628. **Asbest** anvendes meget til Isolering som en første Beskyttelse mod høje Temperaturer, der ikke paavirker det. Det anvendes dels som løs Asbest, „Asbestuld", der er Trævler af den naturligt forekommende Asbest, eller som Asbestpap, der er omtalt under Tætningsmidler. Det kan dog ogsaa formes som Asbestmadrasser, der bestaar af Asbestvæv, der er udfyldt med løs Asbest, saa at det danner en Pude, som let kan fjernes og atter anbringes.

629. **Slaggeuld** eller **Slaguld** fremstilles ved, at man leder en Dampstraale ned i smeltet Højovnsslagge, hvorved denne blæses ud til fine Traade med en lille Kugle i Enden. Det er et temmelig slet Isolationsmateriale, fordi det efter nogen Tids Forløb forvitrer og falder hen til et Pulver.

# SAGREGISTER

I Sagregistret er kun anført de Sidetal, hvor der findes en væsentlig Omtale af det paagældende Stof eller Begreb.


Side

**A.**

Aarer i Ved ..... 134
Aarringe ..... 123
Aarringsbredde ..... 123
Aase ..... 86
Aarsdalegranit ..... 208
Adiodon ..... 331
Afbaning ..... 203
Afbinding ..... 287
Affaldsstoffer i Ved ..... 116—117
Aflejring af Ler ..... 230
Afkøling af Glasvarer ..... 342
— af Lervarer ..... 246
Afkølingsridser ..... 246
Afrikansk Mahogni ..... 182
Afrømning ..... 200
Afskærebord ..... 242
Afslibning ..... 170
Afvaskelige Tapeter ..... 364
Ahorn ..... 117—179
Alabast ..... 218
Al-Frescomaling ..... 254
Alger ..... 198
Allingegranit ..... 209
Alm ..... 178
Almindelig Bøg ..... 177

Side

Almindelig Hugning ..... 203
Aluminiums om Staaltilsætning 75
Aluminiumsbronze ..... 332
Aluminiumsfluat ..... 206
Aluminiumsilikat ..... 229—233
Amberfamilie ..... 180
Amerikanske Skifre ..... 224
Amsler-Laffons Presse ..... 24
Ankerske Marmorbrud ..... 218
Anobier ..... 153
Antinonnin ..... 165—166
Antracitkul ..... 49
Apatit ..... 41
Arbejdslinie ..... 31
Arbejdstomme ..... 201
Asbest ..... 212—368
Asbestmadrasser ..... 368
Asbestpap ..... 145—368
Asbestuld ..... 368
Asfalt, kunstig ..... 330
— , naturlig ..... 327
Asfaltering ..... 111
Asfaltfilt ..... 332
Asfaltgoudron ..... 328
Asfaltlags Tykkelse ..... 329
Asfaltlak ..... 111—332

Side

Asfaltmastiks ..... 261—328
Asfaltpap ..... 332
Asfaltpapir ..... 332
Asfaltpræparater ..... 331
Asfaltsten ..... 327
Ask ..... 178
Askeindhold i Ved ..... 116
Asp ..... 181
Augit ..... 207
Australsk Mahogni ..... 186
Autoklavprøve ..... 252
Avantfluat ..... 206
Avenarius Karbolineum ..... 165
Avnbøg ..... 177
Avner ..... 366

B.

Baandjærn ..... 82
Bakkesand ..... 297
Balsam ..... 118
Balsampoppel ..... 181
Bangkok-Teak ..... 185
Bark ..... 122
Bark i Veddet ..... 131
Barkbiller ..... 149—152
Barkslag ..... 131
Basalt ..... 210
Bast ..... 122
Bastardmørtel ..... 278—318
Bearbejdelighed ..... 29
Behugningsgrader ..... 203
Bejdsning af Træ ..... 169
Belagte Fliser ..... 259
Belgisk Marmor ..... 217
Belægningsjærn ..... 89
Benzol ..... 330
Bessemerpære ..... 64
Bessemerstaal ..... 64—80
Beton ..... 296—303
Betons Blandingsforhold ..... 302
— Egenskaber ..... 310
— Fremstilling ..... 306

Side

Betons Modstand mod kemiske Angreb ..... 310
Betons Modstand mod Kulde og Varme ..... 312
Betons Prøvning ..... 314
— Styrke ..... 310
— Udstøbning ..... 308
— Vandtæthed ..... 313
Betonblandemaskiner ..... 306
Betonforme ..... 309
Betongrus ..... 298
Betonrør ..... 320
Betonstøbning i Vand ..... 309
Betonudbytte ..... 305
B. G.-Pladelære ..... 82
Bimetal ..... 90
Bindetraad ..... 97
Bindingsværk ..... 138
Biotit ..... 211
Birk ..... 117—180
Bitumen ..... 327
Bivoks ..... 169
Blaadampning ..... 250
Blaadampede Fliser ..... 259
Blaaler ..... 237
Blaa Splint ..... 172
Blanc clair ..... 217
Blanc P ..... 217
Blandingsforhold af Beton ..... 303
— - Cement ..... 301
Blandingsmørtler ..... 278—318
Blandingsskærver ..... 299
Blankbrænding ..... 264
Blanke Staalplader ..... 90
Blegekridt ..... 270
Bleger ..... 270
Bleu belge ..... 217
Blik ..... 89
Blokvalseværk ..... 78
Blyantstræ ..... 175
Blyforede Rør ..... 94
Blyglasur ..... 250
Blyhvidt ..... 109

INDUSTRIFORENINGENS BIBLIOTEK


Side

Blyhvidtfarve ... 170
Blymønje ... 108
Blærer i Staalblokke ... 75
— - Støbegods ... 60
Blæseledning ... 52
Blæseluft ... 48
Blæsepibe ... 52
Blødt Staal ... 62—81
Bogbinderpap ... 364
Boghvedeskaller ... 366
Bolte ... 99
Bomkantet Træ ... 149
Bomolie ... 112
Bonemasse ... 169—337
Boning ... 169
Bornholms Kulformation ... 237
Bornholmsk Granit ... 209
Brandsikre Materialer ... 144
Breche clair ... 218
Breche rose ... 218
Brecciemarmor ... 217
Bredflangede Jærnbjælker ... 87
Bredfligede T-Jærn ... 85
Bremersandsten ... 221
Brikettering af Jærnmalme ... 49
Brinells Kugletrykprøve ... 41
Broget Sandsten ... 221
Bruddets Udseende ved Trykprøver ... 37
Bruddets Udseende ved Trækprøver ... 34
Brudforlængelse ... 34
Brudfugtighed ... 194
Brudgrænse ... 33
Brudstyrke ved Trykprøver ... 38
— — Trækprøver 19—26
Brunkul ... 169
Brydning af naturlige Sten ... 201
Bræder ... 151—173—181
Brædebolte ... 99
Brændbarhed af Træ ... 144
Brænding af Cement ... 274
— - Kalk ... 269

Side

Brænding i Kapsler ... 249
— af Lervarer ... 235
— - Porcellæn ... 264
Brændingsfarver ... 235
Brændsel til Raajærnsfremstilling ... 48—49
Brændt Gibs ... 268
Brøndsten ... 253
B. W. G.-Pladelære ... 82
Bænke i naturlige Sten ... 201
Bygningstømmer ... 186
Bøg ... 177
Bøhmes Hammerapparat ... 291
Bøjeprøver ... 24—38
Bøjelighedsprøver ... 39
— med Traad ... 40
Bøjning ... 95
Bøjning af Træ ... 144
Bøjningsstyrke ... 39
Bølgeblik ... 90
Bøttchers Stenkit ... 357


## C.


Carraramarmor ... 217
Celle ... 118
Celledeling ... 119
— kærne ... 119
— saft ... 117—119
— slim ... 119
— væg ... 119
— væv ... 118
Cellulose ... 116
— til Papir ... 116—360
Cement ... 278
Cementens Egenskaber ... 281
— Hærdning ... 283
— Lagring ... 281
— Malingsgrad ... 288
— Pakning ... 281
— Styrke ... 289
— Størkning ... 282—285
Cementfliser ... 320
Cementgulvfliser ... 321

| | Side |
|---|---|
| Cementklinker | 281 |
| Cementmursten | 321 |
| Cementmørtel | 295—299 |
| — sømfast | 321 |
| Cementmørtels Blandingsforh. | 300 |
| — Egenskaber | 303 |
| — Styrke | 302 |
| Cementnormer | 285 |
| Cementstaal | 63 |
| Cementsække | 285 |
| Cementtagsten | 322 |
| Cementtønder | 285 |
| Cementvarer | 319 |
| Ceresin | 169—337 |
| Ceresit | 313 |
| Chatelierprøve | 288 |
| Chamotte | 237 |
| Cheopskalk | 316 |
| Cinders | 49—57 |
| Coccolithplader | 323 |
| Cottasandsten | 221 |
| Cottonwood | 181 |
| Crownglas | 339 |
| Cycleeger | 97 |
| Cyclopmurværk | 210 |
| Cylinderblæser | 52 |
| Cyprinaler | 233 |
| Cubamahogni | 182 |
| Cuprinol | 166 |

D.

| | |
|---|---|
| Dammar | 168—356 |
| Dampkedelplader | 80 |
| Dampning af Træ | 167 |
| Damprør | 96 |
| Dannelseslag | 122 |
| Dansk Fyr | 192 |
| Darbyproces | 66 |
| Deep vein | 224 |
| Diagramapparat | 24 |
| Diamantsav | 203 |
| Differdingerbjælker | 87 |
| Digelstaal | 63—79 |
| Dinassten | 262 |
| Dixons-Silica-Grafitfarve | 110 |
| Dobbelt Glas | 344 |
| Dobbeltmønstret Ornamentglas | 345 |
| Dobbelt T-Jærn | 86 |
| Dobbeltvandglas | 355 |
| Dolomit | 50—66—218 |
| Dolomitisk Sandsten | 222 |
| Dorne til Bøjelighedsprøve | 39 |
| Dragerbølgeblik | 91 |
| Drejning af naturlige Sten | 203—205 |
| Dryasler | 237 |
| Drænrør | 260 |
| Dykker | 98 |
| Dækfarvestoffer | 352 |
| Dækkeevne | 351 |
| Dækmasse | 106 |
| Døde Knaster | 130 |
| Dødningeur | 153 |
| Døre | 136 |
| Dørkplader | 93 |

E.

| | |
|---|---|
| Efteraarsved | 123 |
| Efterbearbejdning af Støbegods | 59 |
| Efterlæskning | 272 |
| Eg | 175 |
| El | 180 |
| Elasticitet | 27 |
| Elasticitetsgrænse | 28 |
| Elasticitetskoefficient | 32 |
| Elbsandsten | 221 |
| Elektrolyse | 101 |
| Elektrolytisk Teori om Rustdannelse | 100 |
| Elektrostaal | 74 |
| Elfsdaleporfyr | 210 |
| Emaillefarve | 356 |
| Emaillering | 106 |
| Endeløst Papir | 361 |
| Enebærfamilien | 175 |

Side

Enkelt Glas ..... 344
Ensfarvet Linoleum ..... 335
Erdmengers Prøve ..... 244
Eruptivbjergarter ..... 193—207
Eternitskifer ..... 322
Eucalyptus ..... 185
Excentrisk Vækst ..... 132

F.

Faconfliser ..... 259
Fajancefliser ..... 260
Faksekalk ..... 269
Faksemarmor ..... 215
Falconiersten ..... 346
Falsk Kærne ..... 127—177
Falstagsten ..... 257
Farve hos naturlige Sten .... 199
— - Ved ..... 134
Farvepulver ..... 349
Farvepulverets Dækkeevne ... 351
— kemiske Forhold 350
— Kornstørrelse... 351
— Lysægthed ..... 351
— Spredningsevne. 352
— Vægtfylde ..... 351
Fedt Ler ..... 233
Fedtsten ..... 212
Fejl i Veddets Bygning ..... 127
Feldspat ..... 41—166—207
Fernis ..... 348
Fernisering af Jærn ..... 107
— - Træ ..... 168
Fernissens Fremstilling ..... 348
— Tørring ..... 348
Ferromangan ..... 57—66—69—75
Ferrosilicium ..... 56
Filling up ..... 353
Filt ..... 368
Finer ..... 129—179—180—182—185
Finere Fliser ..... 258
Fin Hugning ..... 203
Finharpet Grus ..... 298

Side

Finkornet Struktur ..... 194
Finsk Tjære ..... 171
Finsk Tømmer ..... 173
Finslibning af naturlige Sten 203
— - Glas ..... 343
Firhugning ..... 149
Firkantet Jærn ..... 81
Firskaaret Tømmer ..... 149
Fiskelim ..... 358
Fittings ..... 94
Flaadning ..... 150
Fladt Bølgeblik ..... 91
Fladt Jærn ..... 81—82
Flächenhammer ..... 204
Flammede Sten ..... 248
Flammesikkert Træ ..... 145
Flange ..... 96
Flangerør ..... 100
Flaskeglas ..... 339
Flensborgfliser ..... 258
Flint ..... 219
Flinteskærver ..... 299
Fliser ..... 242—257
Fluatering af naturlige Sten .. 206
— - Beton ..... 314
Fluorsiliciumbrinte ..... 206
Flussmidler ..... 244
Flusspat ..... 41—106
Flydegrænse ..... 28—33
Foraarsved ..... 123
Forberedning af Ler ..... 238
Forblyet Blik ..... 90
Forblyning ..... 105
Forebyggelse af Hussvamp ... 152
Forglødning ..... 264
Forgyldning ..... 356
Forgyldte Tapeter ..... 363
Forkobret Traad ..... 97
Forkobring ..... 105
Forlængelse pr. Længdeenhed 31
Formede Glasvarer ..... 346
Formen af Mursten ..... 254
Formemaskine for Mursten ... 241

| | Side |
|---|---|
| Formeringsorganer | 157 |
| Formforandringer, blivende og elastiske | 27 |
| Formindskelsesmuffe | 94 |
| Formkasse | 58 |
| Formning af Ler | 241 |
| — - Porcellæn | 263 |
| — - Staalstøbegods | 79 |
| — - Støbegods | 57 |
| Formsand | 58 |
| Formsten | 254 |
| Formstykker af Kiselguhr | 367 |
| — - Kork | 368 |
| Fornikling | 105 |
| Forprofiler | 83 |
| Forraadnelse | 156 |
| Fortinnet Traad | 97 |
| Fortinning | 105 |
| Fortovsfliser | 258 |
| Forvitring | 229 |
| Forælter | 240 |
| Fosfor i Raajærn | 55 |
| — - Staal | 66 |
| Fosforsyre | 118 |
| Fraadsten | 215 |
| Franske Skifre | 224 |
| Franske Skruer | 99 |
| Fransk Glas | 339 |
| Frostangreb paa naturlige Sten | 199 |
| Frostbestandighed af Mursten | 252 |
| Frostliste | 132 |
| Frostrevne | 131 |
| Frostsikkerhedsprøve | 20—199 |
| Frostsprængning | 229 |
| Frugtlegeme | 157—159 |
| Fugefri Gulvmaterialer | 337 |
| Fugemørtel | 273 |
| Fugleøjetræ | 129—179 |
| Fuldbrændte Sten | 251 |
| Fuldkantet Tømmer | 149 |
| Furuli | 218 |
| Fyr | 172 |

| | Side |
|---|---|
| Fysiske Egenskaber hos Materialer | 26 |
| Fæhaar | 257—317—367 |
| Fældning af Træ | 149 |
| Fældningstid | 147 |

G.

| | |
|---|---|
| Galvaniserede Rør | 94 |
| Galvaniseret Blik | 90 |
| Galvaniseret Traad | 97 |
| Galvanisering | 105 |
| Garbrænding | 245 |
| Garvesyre | 116—118—122 |
| Gasrør | 94 |
| Generatorgas | 70 |
| Gennemfarvede Fliser | 254 |
| Gennemhullede Mursten | 255 |
| Gennemskaarne Bræder | 188 |
| Gennemsnitsprøver | 42 |
| Gibs | 218 |
| Gibsmørtel | 268 |
| Gibsplader | 323 |
| Gibsstuk | 323 |
| Gibsvarer | 323 |
| Gikt | 50 |
| Giktgas | 48—53—70 |
| Giktgulv | 50 |
| Giktlukke | 52 |
| Glacialsten | 224 |
| Glansside | 344 |
| Glarmesterkit | 357 |
| Glas | 339 |
| Glasagtig Struktur | 194 |
| Glasblæsning | 341 |
| Glaserede Tagsten | 257 |
| Glasering | 249 |
| Glasfliser | 346 |
| Glasgalle | 340 |
| Glaslegemer til Jærnbeton | 347 |
| Glaslinser | 347 |
| Glasmaleri | 343 |
| Glasovn | 340 |

| | Side |
|---|---|
| Glasprismer | 347 |
| Glassets Afkøling | 342 |
| — Egenskaber | 344 |
| — Fremstilling | 340 |
| — Handelsformer | 344 |
| — Sammensætning | 339 |
| Glasskaar | 340 |
| Glassorter | 339 |
| Glassten | 346 |
| Glasstøbning | 340 |
| Glastaarer | 342 |
| Glasur | 249 |
| Glasvalsning | 340 |
| Glaubersalt | 340 |
| Glimmer | 207—211 |
| Glimmerler | 238 |
| Glittet Papir | 362 |
| Gnejs | 211 |
| Gobelin | 362 |
| Goudron | 261 |
| Graat Pap | 365 |
| Graat Raajærn | 56 |
| Grafitblade i Raajærn | 55 |
| Grafitpulver | 110 |
| Gran | 174 |
| Granit, kunstig | 322 |
| — naturlig | 207 |
| Granite belge | 217 |
| Granite-Linoleum | 335 |
| Granithuggere | 201 |
| Granitskærver | 229 |
| Granulering | 106 |
| Gratlister | 137 |
| Greenheart | 183 |
| Grel | 204 |
| Grovhugning | 203 |
| Grovkornet Struktur | 193 |
| Grovslibning af naturlige Sten | 203 |
| — - Glas | 343 |
| Grunding | 108—170—352 |
| Grundmasse | 106 |
| Grus | 298 |
| Grønved | 183 |
| Guldgrund | 356 |
| Gulfyr | 174 |
| Gullandske Fliser | 216 |
| Gullandsk Sandsten | 221 |
| Gulvbeklædningsmateriale | 334 |
| Gulvfliser | 258 |
| Gulvmaterialer, fugefri | 337 |
| Gulvpap | 365 |
| Gummi | 116—117 |
| Gummigutt | 169 |
| Gyldenlæder | 362 |


## H.


| | Side |
|---|---|
| Haandblanding af Beton | 306 |
| Haandformning af Mursten | 241 |
| Haandgjort Papir | 361 |
| Haandlistejærn | 87 |
| Haandstrøgne Sten | 241 |
| Haardhed | 28 |
| — af naturlige Sten | 175 |
| — - Ved | 138 |
| Haardhedsprøver | 41 |
| Haardhedsskala | 41 |
| Haardhedstal | 40—41 |
| Haardtbrændte Fliser | 259 |
| Haardtbrændte Sten | 251 |
| Haardtrukken Traad | 97 |
| Haardzink | 105 |
| Haarnæb | 172 |
| Hakkelse | 366 |
| Halmstad Tømmer | 172 |
| Halvbrændte Sten | 251 |
| Halvdobbelt Glas | 344 |
| Halvdækkende Farve | 352 |
| Halvrunde Skruer | 99 |
| Halvrundt Jærn | 81 |
| Halvtømmer | 151 |
| Hammerapparat | 291 |
| Hammerbarhed | 29 |
| Hammergranit | 209 |
| Hampetaver | 360 |

| | Side |
|---|---|
| Handelsjærn | 81 |
| Harpiks | 116—117 |
| Harpiksgang | 117—125 |
| Harpikskit | 357 |
| Hasleflisser | 258 |
| Hasleklinker | 260 |
| Hegnstraad | 97 |
| Heltømmer | 150 |
| Hessian | 335 |
| Hjulfælge | 177 |
| Hollandske Fliser | 260 |
| Hollandsk Opskæring | 152 |
| Hollænder | 361 |
| Holmblads Mørtelprøver | 275 |
| Holzskruer | 98 |
| Hondurasmahogni | 182 |
| Hookes Lov | 32 |
| Hornblende | 207 |
| Hornblendeasbest | 212 |
| Hydraulisk Kalk | 277—315 |
| — Mørtel | 277 |
| — Tilslag | 277—317 |
| Hyfer | 157 |
| Hugning af Granit | 202 |
| Hugningsgraden | 203 |
| Hulrum i Staalblokke | 75 |
| Hurtigstaal | 80 |
| Hurtigstørknende Cement | 282 |
| Hussvamp | 158 |
| Hvidblik | 89 |
| Hvidbøg | 117—177 |
| Hvidel | 180 |
| Hvidtning | 276 |
| — af Lofter | 354 |
| Hvidt Raajærn | 56 |
| Hærdelighed | 47 |
| Hærdning af Cement | 283 |
| Høganäsklinker | 261 |
| Højovn | 48—50 |
| Højovnsproces | 52 |
| Højovnsslagge | 54—317 |
| Hørtaver | 360 |

I.

| | Side |
|---|---|
| Ibenholt | 185 |
| Icopal | 333 |
| I-Jærn | 86 |
| Ildfaste Lervarer | 245 |
| Ildfast Mørtel | 262 |
| Ildfaste Sten | 261 |
| Ildfasthed af Natursten | 200 |
| Ildgryder | 273 |
| Ildsten | 251 |
| Iltende Brænding | 235 |
| Ikassten | 255 |
| Imprægnering af Natursten | 206 |
| Imprægnering af Træ mod Ild | 145 |
| Imprægnering af Træ mod Svamp | 164—166 |
| Inderbark | 122 |
| Indfedtning | 112 |
| Indlægning | 134 |
| Indsats | 71 |
| Indsnøring ved Trækprøver | 33 |
| Indtrykningsprøver | 41 |
| Infusoriejord | 366 |
| Indlaid | 335 |
| Intarsia | 134 |
| International Forening for Materialundersøgelser | 21 |
| Ironbrickformat | 258 |
| Islandsk Mos | 354 |
| Isolationsstoffer | 365 |
| Isolering af Træ | 145 |
| Italiensk Marmor | 217 |
| Isteori | 231 |
| Istid | 231 |
| Istidsler | 231—278 |

J.

| | |
|---|---|
| Jalousibølgeblik | 91 |
| Jarrah | 186 |
| Jaune rose | 218 |
| Javateak | 185 |
| Jordfarver | 350 |

| | Side |
|---|---|
| Jordfugtig Beton | 307 |
| Jordglasur | 250 |
| Jute | 361 |
| Jydepotter | 238 |
| Jærn | 47 |
| Jærnbaneskinner | 80—89 |
| Jærnbjælker | 86 |
| Jærnforilte i Staal | 66 |
| Jærniltehydrat i Ler | 235 |
| Jærnkarbid | 55 |
| Jærnmalm | 47 |
| Jærnmellemilte | 104—107 |
| Jærnmønje | 109 |
| Jærnportlandcement | 54 |
| Jærnprøvemaskine | 22 |
| Jærns Forhold til Kul | 27 |
| Jærn som Handelsvare | 81 |
| Jærnskruer | 98 |
| Jærnspat | 40 |

**K.**

| | |
|---|---|
| Kalcineret Soda | 106 |
| Kali | 118 |
| Kalibejdse | 170 |
| Kaliber | 78 |
| Kalibervalseværk | 83—84 |
| Kaliblyglas | 339 |
| Kalifeldspat | 229 |
| Kaliumdikromat | 104 |
| Kalivandglas | 355 |
| Kalk som Tilslag | 50 |
| Kalkbrænding | 269 |
| Kalkbænk | 272 |
| Kalk-Cementmørtel | 318 |
| Kalkfarve | 354 |
| Kalk-Jærnsilikat | 235 |
| Kalk-Kaliglas | 339 |
| Kalkkorn i Mursten | 252 |
| Kalkmælk | 354 |
| Kalkmørtel | 269 |
| Kalkmørtels Anvendelse | 276 |
| — Egenskaber | 274 |
| Kalkmørtels Fremstilling | 272 |
| — Hærdning | 273 |
| — Prøvning | 275 |
| — Styrke | 274 |
| Kalknatronglas | 339 |
| Kalkning | 354 |
| — af Træ | 145 |
| Kalkovn | 270 |
| Kalkpuds | 273 |
| Kalksandsten, kunstig | 324 |
| — , naturlig | 221 |
| Kalkslaggesten | 54 |
| Kalksten | 213 |
| Kalkstens Imprægnering | 206 |
| Kalktuf | 215 |
| Kalmartømmer | 172 |
| Kambiumlag | 122 |
| Kammer i Ringovn | 247 |
| Kampesten | 224 |
| Kanneleret Glas | 345 |
| Kantknaster | 130—140 |
| Kaolin | 229 |
| Kaolinsten | 262 |
| Kapsler | 237—249 |
| Kar i Ved | 120 |
| Karbolineum | 165 |
| Karri | 186 |
| Kasein | 355 |
| Kaseinmaling | 355 |
| Kastning af Træ | 117—136 |
| Kat | 62 |
| Katedralglas | 345 |
| Kautschuk | 117 |
| Kemiske Egenskaber hos Materialer | 30 |
| Kemisk Rensning af Jærn | 104 |
| Kemisk Ødelæggelse af Natursten | 197 |
| Kesslerske Fluater | 206 |
| Kildekalk | 215 |
| Kilesten | 254 |
| Kinnekullefliser | 216 |
| Kiselalger | 238—366 |

| | Side |
|---|---|
| Kiselguhr | 366 |
| Kiselguhrformstykker | 367 |
| Kiselguhrkomposition | 367 |
| Kiselsandsten | 220 |
| Kit | 357 |
| Kitning | 353 |
| Klinker | 261 |
| — ved Cementfremstilling | 281 |
| Klinkerkøler | 281 |
| Klister | 364 |
| Klumpet Cement | 285 |
| Klæbersten | 212 |
| Knastdannelse | 129 |
| Kobbervitriol | 166 |
| Koboltilte | 106 |
| Kollergang | 268 |
| Kompositionsfarve | 355 |
| Konsistensmaaler | 285 |
| Kontinuerlige Ovne til Lerbrænding | 247 |
| Konverter | 64 |
| Kopal | 168—356 |
| Kopallak | 111 |
| Kopallakfarve | 111 |
| Koralkalk | 215 |
| Kork | 367 |
| Korkceller | 122 |
| Korkeg | 177 |
| Korkformstykker | 368 |
| Korklinol | 338 |
| Korksmuld | 367 |
| Kornstørrelse hos Farvepulver | 351 |
| Kredsflæk | 131 |
| Kreosotolie | 165 |
| Kridt | 109—145 |
| Kridtsten | 214 |
| Kroget Vækst | 128 |
| Kromfarve | 352 |
| Kromforbindelser | 104—110 |
| Kromstaal | 80 |
| Kryds | 95 |
| Krydsfiner | 137 |
| Krydstømmer | 151 |
| Kryolit | 106 |
| Krystallinske Skifre | 193 |
| — Stenarter | 193 |
| Krystalglas | 339 |
| Kugletrykprøve | 41 |
| Kuglemølle | 263 |
| Kulaske | 317 |
| Kulekalk | 271 |
| Kulilte i Staal | 66—73—74 |
| Kulstof i Raajærn | 55 |
| Kulsur Kalk | 213 |
| — — i Ler | 234 |
| Kultjære | 171—329 |
| Kunstig Asfalt | 330 |
| — Granit | 322 |
| — Marmor | 323 |
| — Sandsten | 322 |
| — Tørring af Murværk | 273 |
| — — - Lervarer | 244 |
| — — - Træ | 168 |
| Kvadrantjærn | 87 |
| Kvalitetstjærn | 81 |
| Kvarts | 106—207 |
| Kvartsporfyr | 210 |
| Kvartssand | 340 |
| Kvartærperiode | 231 |
| Kæbeknusemaskine | 49 |
| Kærne | 127 |
| — til Formning | 59 |
| Kærnedannelse | 126 |
| Kærnekløft | 130 |
| Kærneridser | 130 |
| Køleovn for Glas | 342 |


## L.


| | |
|---|---|
| Laboratoriebordsbejdse | 170 |
| Labrador | 209 |
| Lagring af Træ | 152—162 |
| Lak | 170—355 |
| Lakfarve | 170 |
| Lakfernis | 168 |
| Lamelplader | 83 |

INDUSTRIFORENINGENS BIBLIOTEK


| | Side |
|---|---|
| Langgevind | 95 |
| Langsomtstørknende Cement | 283 |
| Lapsvejst Rør | 96 |
| Larvikit | 209 |
| Lasurfarver | 352 |
| Lathing | 92 |
| Le Chatelierprøve | 288 |
| Ler | 228 |
| Lerarter | 236 |
| Lerets Aflejring | 230 |
| — Brænding | 244 |
| — Forberedning | 238 |
| — Formning | 241 |
| — Grundbestanddel | 233 |
| — Oprindelse | 228 |
| — Tørring | 243 |
| Lerjord-Alkali-Kalkglas | 339 |
| Lermølle | 240 |
| Lermørtel | 267 |
| Lerrør | 260 |
| Lersandsten | 221 |
| Lerskifer | 222 |
| Lervarer | 227 |
| Lervarers Inddeling | 227 |
| Levende Knaster | 130 |
| Leveringsbetingelser for Træ | 189 |
| Ligefligede Vinkeljærn | 84 |
| Lignin | 116 |
| Lim | 357—358 |
| Limfarvemaling | 353 |
| Limning af Papir | 361 |
| Limsten | 214—270 |
| Lincrusta | 364 |
| Lind | 137 |
| Linoleum | 334 |
| Linoleums Lagring | 336 |
| — Paalægning | 336 |
| — Prøvning | 20, 337 |
| Linoleumskit | 336 |
| Linolie | 348 |
| Linoliefernis | 107—168—348 |
| Linotol | 338 |
| Lister | 188 |
| Luftmørtel | 267 |
| Luppe | 62 |
| Lynghakkelse | 366 |
| Lysægthed | 351 |
| Lægter | 150, 188 |
| Lærredsbaand | 367 |
| Læskekasse | 271 |
| Læskning | 271 |
| Løse Stenarter | 224 |
| Løvtræer | 175 |

**M.**

| | |
|---|---|
| Maalelængde | 34 |
| Magnesia | 112—118—283 |
| Magnesiacement | 338 |
| Magnetisk Sortering | 49 |
| Magnetjærnsten | 208 |
| Magniumfluat | 206 |
| Magniumoxyklorid | 338 |
| Magring af Ler | 233 |
| Magringsmidler | 233 |
| Mahogni | 181 |
| Makulatur | 364 |
| Malervarer | 348 |
| Maling af Træ | 170 |
| Malingens Udførelse | 352 |
| Malm | 48 |
| Malmenes Tilberedning | 49 |
| Mangan i Raajærn | 55 |
| Manganstaal | 80 |
| Marieglas | 211—218 |
| Marmor kunstigt | 323 |
| — naturligt | 216—340 |
| Martinovn | 71 |
| Martinproces | 73 |
| Martinstaal | 70—80 |
| Marv | 121 |
| Marvskaarne Bræder | 152 |
| Marvskøre | 130 |
| Marvstraaler | 124 |
| Marvstraaleceller | 121 |
| Maskinblanding af Beton | 306 |
| Maskingods | 60 |

| | Side |
|---|---|
| Maskinmørtel | 272 |
| Maskinpressede Sten | 242 |
| Maskinstrøgne — | 241 |
| Masret Vækst | 129 |
| Massefarvet Papir | 361 |
| Massut | 338 |
| Materialprøvning | 19 |
| Materialprøveanstalter | 21 |
| Mat Glas | 345 |
| Mekanisk Rensning af Jærn | 104 |
| Mekaniske Sedimenter | 219 |
| Melkalk | 271 |
| Melklister | 364 |
| Mergel | 234 |
| Merulius lacrymans | 158 |
| Metalliske Overtræk | 105 |
| Middelfin Hugning | 203 |
| Middelkornet Struktur | 194 |
| Mineralfarver | 350 |
| Mineralolie i Fernis | 108 |
| Mineralslib | 230—234 |
| Misfarvning af naturl. Sten | 198 |
| Modeller | 58 |
| Modtagelse af Støbejærnsleverance | 60 |
| Mohs Haardhedsskala | 41—195 |
| Moirétapeter | 363 |
| Moler | 238—317 |
| Molersten | 255 |
| Monnierglas | 345 |
| Monnierrør | 320 |
| Monnierspejlglas | 346 |
| Morænedannelser | 232 |
| Moræneler | 231—238 |
| Mos | 198 |
| Mosaikfliser | 259 |
| Moseeg | 147—176 |
| Moulmeynteak | 185 |
| Muffe | 94 |
| Mufferør | 100 |
| Munkesten | 254 |
| Murgibs | 269 |
| Mursalpeter | 236 |
| Mursten | 251 |
| Murstensformat | 254 |
| Murstensmaskine | 241 |
| Murstensskærver | 299 |
| Murstens Styrke | 253 |
| Mus | 153 |
| Muskovit | 211 |
| Musselinglas | 345 |
| Mycelium | 157 |
| Myrter | 185 |
| Mælkeglas | 346 |
| Møbelfjedre | 97 |
| Mønje | 108—310 |
| Mønjekit | 357 |
| Mønstret Linoleum | 335 |
| Mørtelprøver | 275 |
| Mørtler | 267 |
| Mørteludbytte ved Cementmørtel | 301 |


## N.


| | Side |
|---|---|
| Naalestribet Glas | 345 |
| Naaletræ | 171 |
| Natronlud | 116 |
| Natronvandglas | 355 |
| Naturfarvet Linoleum | 335 |
| Naturlige Bygningssten | 193 |
| Naturlige Bygningsstens Beskyttelse | 206 |
| — — Brydning | 200 |
| — — Bygning | 193 |
| — — Drejning | 205 |
| — — Farve | 199 |
| — — Haardhed | 195 |
| — — Hugning | 202 |
| — — Ildfasthed | 200 |
| — — Porøsitet | 195 |
| — — Struktur | 193 |
| — — Styrke | 194 |
| — — Varmeledningsevne | 196 |
| — — Vejrbestandighed | 177 |

Side

Naturlige Bygningsstens Vægtfylde ... 200
Naturtræstapeter ... 364
Neksøsandsten ... 220
Nikkelkromstaal ... 74—80
Nikkelstaal ... 74—80
Nippel ... 95
Nordsvensk Fyr ... 173
Noir belge ... 217
Normalapparat, Vicats ... 285
Normalmurstensformat ... 254
Normalprofiler ... 83
Normalsand ... 290
Normalvarer ... 319
Normalvædske til Mørtelprøver 276
Normprøver for Cement ... 289
Norrlandsk Fyr ... 173
Norsk Marmor ... 211
Nøddesten ... 298
Nøddetræ ... 179
Nøddetræsbejdse ... 169

O.

Obelisker ... 197
Okker ... 354
Old vein ... 224
Oliefarve ... 170—348
— strygefærdig ... 353
Oliefyring ... 70
Oliekit ... 170—353—357
Oliemaling ... 108—170—348
Oplægning af Tagsten ... 257
Opløselige Salte i Mursten ... 253
Oprindelse af Ler ... 228
Opskæring af Træ ... 149—150
Orm i Træ ... 153
Ormemel ... 153
Ornamentglas ... 345
Ortoceratit ... 215
Ortoceratitkalk ... 216—315
Ostindisk Mahogni ... 183
— Teak ... 184
Overflademycelium ... 159

Side

Ovne til Lerbrænding ... 246
Ovnlakering ... 111

P.

Paalægning af Linoleum ... 336
Paavirkningsformer ved Materialprøvning ... 26
Pakker ... 73
Palisander ... 183
Pandeplade ... 91
Paonazzo ... 217
Pap ... 364
Papir ... 360
Papirfabrikation ... 116—360
Papyrolith ... 338
Papyrusplante ... 360
Passivitet af Jærn ... 103
Perforeret Plade ... 90
Periodiske Ovne til Lerbrænding ... 246
Petit granite ... 217
Pibe til Glasblæsning ... 342
Pigjærn ... 54
Pigment ... 348
Pikkert ... 204
Pimpsten ... 168
Pitch-pine ... 174
Pladelære ... 82
Plader ... 89
Planker ... 151—173—188
Plasticitet ... 228
Plastisk Beton ... 307
Plastisk Ler ... 238—278
Plathoveder ... 156
Pløjede Planker og Bræder ... 188
Pokkenholt ... 184
Polering af Natursten ... 199—203
— - blæst Glas ... 342
— - støbt — ... 343
— - Træ ... 168
Polerrødt ... 203—343
Politur ... 168—170—332—356

| | Side |
|---|---|
| Pommersk Fyr | 173 |
| Poppel | 181 |
| Porcellæn | 262 |
| Porfyr | 210 |
| Porfyrisk Struktur | 194 |
| Portlandcement | 278 |
| — til Rustbeskyttelse | 112 |
| Portlandcements Anvendelse | 296 |
| — Definition | 285 |
| — Egenskaber | 281 |
| — Finhed | 288 |
| — Fremstilling | 278 |
| — Hærdning | 283 |
| — Indhold af Magnesia | 283 |
| — — - svovlsure Salte | 284 |
| — Pakning | 281 |
| — Prøvning for Tryk | 291 |
| — — - Træk | 292 |
| — — - Udbuldning | 287 |
| — Styrke mod Tryk | 289 |
| — — — Træk | 289 |
| — Størkning | 282—285 |
| — Størkningstid | 285 |
| Port Madocskifer | 224 |
| Porøse Mursten | 254 |
| Porøsitet hos Mursten | 253 |
| — - Natursten | 195 |
| Porøs Struktur | 194 |
| Potaske | 340 |
| Presning af Linolie | 348 |
| Prismeglas | 345 |
| Profilbøger | 84 |
| Profiljærn | 83 |
| Prop | 96 |
| Proportionalitetsgrænse | 28—32 |
| — for Ved | 144 |
| Protoplasma | 119 |
| Prøveattest | 44 |
| Prøvemaskine | 22 |
| Prøvestængers Form | 35 |
| Prøveudtagning | 42 |
| Prøvning af Linoleum | 20—337 |
| — - Mursten | 251 |
| — - Mørtel | 275 |
| — - Natursten | 194 |
| — - Portlandcement | 285—287—289 |
| — - Tagskifer | 223 |
| — - Tagsten | 256 |
| Pyramidemahogni | 182 |
| Puissant frères | 217 |
| Pukkelplader | 91 |
| Pælekrebs | 154 |
| Pæleorm | 155 |
| Pæretræ | 181 |


## R.


| | Side |
|---|---|
| Raadsvamp | 157 |
| Raaglas | 345 |
| Raajærn | 48 |
| Raajærns Aftapning | 54 |
| Raajærnsblander | 54—64 |
| Raajærnssorter | 56 |
| Raamasse til Porcellæn | 263 |
| Raamel | 279 |
| Raaskinner | 62 |
| Radialsten | 254 |
| Rafter | 150 |
| Ral | 298 |
| Rasten | 50 |
| Rav | 168—356 |
| Reducerende Brænding | 235 |
| Regenerator | 53 |
| Relieftapeter | 364 |
| Rensning for Rust | 104 |
| Reservenæring | 116—117—121 |
| Revner i Ved | 136 |
| Ribbepapir | 361 |
| Ridebræder | 140 |
| Riffelhammer | 240 |
| Riflede Plader | 93 |
| Riflet Glas | 345 |
| Ringovn | 247—271 |

| | Side |
|---|---|
| Ringskaller | 131 |
| Ringskøre | 131 |
| Rispapir | 360 |
| Risskaller | 366 |
| Ristning | 49 |
| Rodved | 115 |
| Romancement | 216—277—314 |
| Roterovn | 279 |
| Rotte | 153 |
| Ruberoid | 334 |
| Rudeglas | 344 |
| Rullegang | 78 |
| Rumfangskonstans af Cement | 287 |
| Rumfangssvind hos Ved | 135 |
| Rundjærn | 81 |
| Russisk Fyr | 173 |
| Rust | 100 |
| Rust af smedeligt Jærn | 100 |
| Rust af Støbejærn | 60 |
| Rustbeskyttelsesmidler | 103 |
| Rustika | 203 |
| Rustkit | 358 |
| Rüpings Metode | 167 |
| Rødbøg | 177 |
| Rødel | 180 |
| Rødgran | 174 |
| Rød skotsk Sandsten | 221 |
| Røgning af Egetræ | 169 |
| Rønnegranit | 209 |
| Rønnekaolin | 236 |
| Rønnekaolinsten | 262 |
| Rør | 93 |
| Rørehage | 272 |
| Rørhage | 96 |
| Rørmølle | 279 |

S.

| | Side |
|---|---|
| Saft i Ved | 116 |
| Sainte Anne | 217 |
| Salpeter | 236 |
| Salpetersyre | 169 |
| Saltglaserede Rør | 260 |
| Saltglasur | 250 |
| Saltholmskalk | 269 |
| Sammenkittede Stenarter | 193 |
| Sammenkitningsstyrke | 195 |
| Sand | 233—272—297 |
| Sandblæst | 104, 343 |
| Sandsten, kunstig | 323 |
| — naturlig | 219 |
| Sandstens Imprægnering | 206 |
| Saponlak | 356 |
| Satinnøddetræ | 180 |
| Savning af Natursten | 203 |
| Savonièresten | 218 |
| Savtraad | 201 |
| Savværk | 150 |
| Schellak | 168—356 |
| Schellakspiritus | 110 |
| Sediment | 173 |
| Sedimentbjergarter | 213 |
| Sejghed | 29 |
| Sekskantet Jærn | 81 |
| Serpentin | 211 |
| Serpentinasbest | 213 |
| Siderosthen-Lubrose | 314 |
| Siebels Bly-Asfaltisolering | 332 |
| Siemens Regenerativfyring | 70 |
| Sigteprøve | 288 |
| Sikkativ | 349 |
| Sildebensjærn | 92 |
| Silica-Grafitfarve | 353 |
| Silicium i Raajærn | 55 |
| Silurtid | 215 |
| Singel | 298 |
| Sintrede Fliser | 259 |
| Sintring | 245 |
| Skaar i Lervarer | 227 |
| Skakten | 50 |
| Skaktovn | 271 |
| Skalmuringssten | 255 |
| Skedevandsbejdse | 169 |
| Skeprøver | 73 |
| Skifret Struktur | 194 |
| Skillerumssten | 254 |

| | Side |
|---|---|
| Skovfyr | 172 |
| Skrivekridt | 270—272 |
| Skrivepapir | 361 |
| Skrombergafliser | 258 |
| Skrombergasten | 262 |
| Skruer | 98 |
| Skurering | 205 |
| Skurerjærn | 204 |
| Skælpanserfarve | 353 |
| Skærebrætter | 138 |
| Skæruld | 363 |
| Skærver | 299 |
| Skørhed | 29 |
| Slag | 202 |
| Slagge | 48 |
| Slaggehul | 50 |
| Slaggeuld | 54—368 |
| Slagjærn | 204 |
| Slaguld | 368 |
| Slibning af Glas | 343 |
| — - Natursten | 203 |
| Slidbrætter | 138 |
| Slidprøvemaskine | 20—195 |
| Slidprøver | 20 |
| — med Linoleum | 337 |
| — — Natursten | 195 |
| Slip | 58 |
| Slutmuffe | 94 |
| Slæmning | 239—279 |
| Smalfligede T-Jærn | 85 |
| Smedede Søm | 98 |
| Smedejærnsrør | 93 |
| Smedeligt Jærn | 48 |
| — Jærns Fremstilling | 61 |
| Smeltelighed | 30 |
| Smergel | 203 |
| Smøgekanal | 249 |
| Smøgning | 245 |
| Smørdritler | 177 |
| Snoet Vækst | 128 |
| Snyltesvamp | 157 |
| Soda | 340 |
| Solsprængning | 198—228 |

| | Side |
|---|---|
| Sorels Cement | 338 |
| Sortering af Træ | 152 |
| Sort Valnød | 180 |
| Spaltelighed hos Ved | 138 |
| Spanske Fliser | 260 |
| Spansk Mahogni | 182 |
| Spartling | 160—353 |
| Specialgods | 60 |
| Specialstaal | 64 |
| Spejl | 124 |
| Spejlglas | 339 |
| Spejljærn | 57—66—69—75 |
| Spidsjærn | 204 |
| Spiger | 98 |
| Spiretraad | 158 |
| Spirituslakfarve | 110 |
| Splint | 127 |
| Sporer | 157 |
| Sporvejsskinner | 89 |
| Spotted vein | 224 |
| Spredningsevne | 352 |
| Sprossejærn | 89 |
| Sprængning af Sten | 201 |
| — - — med Træ | 157 |
| Spunse | 138 |
| Spænding | 31 |
| Staal | 61—62 |
| Staalblokke | 76 |
| Staalstøbegods | 63—78 |
| Staalstøbning | 74 |
| Staaltraad | 79 |
| Staaltraadskradsbørste | 59 |
| Staaltraadstov | 97 |
| Stablepind | 152 |
| Staffede Planker og Bræder | 188 |
| Stage | 150 |
| Stok | 153 |
| Stamme | 115 |
| Stampeasfalt | 327 |
| Stangjærn | 81 |
| Statsprøveanstalten | 21—44 |
| Statuario | 217 |
| Stellet | 50 |

| | Side |
|---|---|
| Stenbrud | 200 |
| Stenfri Istidsaflejringer | 232 |
| — Istidsler | 237 |
| Stengrus | 298 |
| Stenhuggere | 202 |
| Stenhuggerværktøj | 204 |
| Stenkit | 357 |
| Stenkulsbeg | 330 |
| Stenkulstjære | 111—329 |
| Stenløben Cement | 285 |
| Stentagpap | 333 |
| Stentøjsfliser | 260 |
| Stenudskilningsapparater | 239 |
| Stifter | 98 |
| Stigende Støbning | 76 |
| Stilkeg | 175 |
| Stivelse | 116—117—119 |
| Stokhammer | 204 |
| Strandsand | 297 |
| Strenge | 159 |
| Strengpresning | 241 |
| Struktur | 193 |
| Strygning | 352 |
| — af Træ | 170 |
| Strygefærdig Oliefarve | 353 |
| Strækkelighed | 29 |
| Strækkurver | 31 |
| Strækmetal | 92 |
| Strøer | 152 |
| Stukgibs | 257 |
| Stuksvejste Rør | 93 |
| Styrke | 26 |
| — af Cement | 289 |
| — - Cementmørtel | 302 |
| — - Mursten | 253 |
| — - Natursten | 194 |
| — - Træ | 139 |
| Styrkeprøver med Træ | 140 |
| Støbeasfalt | 328 |
| Støbeforme for Beton | 309 |
| — - Jærn | 58 |
| Støbegods, alm | 60 |
| Støbegrad | 59 |
| Støbegrube | 76 |
| Støbejærn | 57 |
| Støbejærns Anvendelse | 60 |
| Støbejærnsrør | 99 |
| Støbelighed | 30 |
| Støbemodeller | 58—137 |
| Støbeskal | 59 |
| Stødpaavirkning | 27 |
| Sugetragt | 75 |
| Sukker | 116 |
| Sumpning | 239 |
| Svampeangreb | 156 |
| Svejselighed | 29 |
| Svejsejærn | 61 |
| Svejsestaal | 61—62 |
| Svejste Rør | 93 |
| Svensk Granit | 209 |
| — Kalksten | 215 |
| — Kompositionsfarve | 355 |
| Svind af støbt Staal | 75 |
| — - Træ | 117 |
| Svindfuger i Beton | 309 |
| Svindrevner | 136—139 |
| Svinefedt | 112 |
| Svovlkis | 208—235 |
| Svovlkit | 358 |
| Svovlsure Salte | 235—284 |
| Svovlsyrlig Kalk | 116 |
| Svovlzink | 109 |
| Sydsvensk Fyr | 172 |
| Syenit | 209 |
| Sølvglød | 340 |
| Søm | 98 |
| Sømfast Cementmørtel | 321 |


## T.


| | |
|---|---|
| Tabasco | 183 |
| Tagbeklædningsplader | 91 |
| Tagpap | 332 |
| Tagpixtjære | 334 |
| Tagskifer | 243 |
| Tagspaan | 188 |

| | Side |
|---|---|
| Tagsten | 256 |
| Talg | 112 |
| Talk | 41—212 |
| Talkskifer | 212 |
| Talkum | 212 |
| Tapeter | 362 |
| Tapetruller | 362 |
| Tapettrykning | 363 |
| Taver til Papir | 360 |
| Tavleskifre | 223 |
| Taylors Metode | 335 |
| Teak | 184 |
| Teglstensmel | 317 |
| Tegnepapir | 361 |
| Teknisk Porcellæn | 262 |
| Tektolin | 332 |
| Temperaturens Indflydelse paa Styrken | 26 |
| Terpentin | 117 |
| Terpentinolie | 108—349 |
| Terra de Siena | 145 |
| Terra nova | 323 |
| Tertiærperiode | 261 |
| Testalin | 206 |
| Thomasproces | 67 |
| Thomasslagge | 69 |
| Thomasstaal | 66—80 |
| Thonetts Metode | 144 |
| Tildannelse af Natursten | 200 |
| Tilhugning af Træ | 149 |
| Tilslag | 48—50 |
| Tinforede Rør | 94 |
| Tinsyre | 106 |
| Tjærebeton | 331 |
| Tjæreolie | 330 |
| Tjæring af Jærn | 111 |
| — - Træ | 170 |
| T-Jærn | 85 |
| Toplægter | 150—188 |
| Traad | 96 |
| Traadglas | 345 |
| Traadlære | 97 |
| Traadprøvemaskine | 40 |
| Traadspejlglas | 346 |
| Traadstifter | 98 |
| Traadtrækning | 97 |
| Trakeider | 120 |
| Tranfarve | 335 |
| Trass | 317 |
| Tredobbelt Glas | 344 |
| Trinidadasfalt | 328 |
| Trinidadepuré | 328 |
| Trukne Rør | 93 |
| Trussit | 93 |
| Trykflader | 37 |
| Trykpapir | 362 |
| Trykprøver | 37 |
| — med Cement | 289 |
| — — Mursten | 253 |
| — — Træ | 140 |
| Træ | 115 |
| Træaske | 343 |
| Træbrolægning | 138 |
| Træets Anvendelsesmaade | 147 |
| — Fjender | 153 |
| — Fældning | 149 |
| — Fældningstid | 147 |
| — Lagring | 152 |
| — Sortering | 152 |
| — Tilhugning | 149 |
| — Varighed | 146 |
| Træet som Handelsvare | 186 |
| Trækhul | 97 |
| Trækprøveapparat for Cement | 295 |
| Trækprøver | 30 |
| — med Cement | 289 |
| — — Træ | 140 |
| Trækul | 49 |
| Træpap | 365 |
| Træsko | 177 |
| Træskruebolte | 99 |
| Træskruer | 98 |
| Træstof | 116 |
| Trætjære | 111—171 |
| T-Stykke | 95 |
| Tykslam | 279 |

INDUSTRIFORENINGEN BIBLIOTEK


Side

Tysk Pladelære . . . . . 82
Tæt Struktur . . . . . 194
Tømmergrav . . . . . 152
Tømmerrende . . . . . 150
Tøndestaver . . . . . 136—138
Tør Beton . . . . . 308
Tørmaling . . . . . 278
Tørpressede Sten . . . . . 242
Tørpresning . . . . . 241
Tørreevne hos Fernis . . . . . 348
Tørrelade . . . . . 243
Tørring af Lervarer . . . . . 243
— - Træ . . . . . 168
Tørringssvind . . . . . 283
Tørvesmuld . . . . . 366

U.

Udbuldning . . . . . 136
Udglø et Traad . . . . . 97
Udglødning af Staalstøbegods. 79
Udludning . . . . . 167
Udstøbning af Beton . . . . . 308
— - Staalblokke . . 76
— - Støbejærn . . . . . 58
U-Jærn . . . . . 86
Uligefligede Vinkeljærn . . . 84—85
Ultramarin . . . . . 145
Understrygning af Tagsten 257—317
Understrygningsmørtler . . . . . 257
Undersænkede Skruer . . . . . 98
Universaljærn . . . . . 82—83
Universalvalseværk . . . 83—84—87
Uægte Forgyldning . . . . . 356

V.

Vaad Beton . . . . . 307
Vaadmaling . . . . . 279
Vacuoler . . . . . 119
Vagabonderende Strømme . . . 103
Valbirk . . . . . 181
Valnøddetræ . . . . . 179

Side

Valnød, sort . . . . . 180
Valseknusemaskine . . . . . 49
Valsetraad . . . . . 97
Valseværk . . . . . 240
Valsning . . . . . 78
Vandgennemtrængelighedsprøve . . . . . 256
Vandglas . . . . . 145—206
Vandglaskit . . . . . 358
Vandglasmaling . . . . . 355
Vandindhold i Ved . . . . . 116—135
Vandmærker . . . . . 361
Vandrørsceller . . . . . 121
Vankant . . . . . 149
Varighed af Mursten . . . . . 251
— - Natursten . . 197—205
— - Ved . . . . . 146
Varighedsprøver . . . . . 27
Varmeledningsevne hos Natursten . . . . . 196
Varmeudligningsgrube . . . . . 78
Vaseline . . . . . 112
Vedceller . . . . . 120
Veddets Brændbarhed . . . . . 144
— Bygning 115—121—139—146
— Bøjelighed . . . . . 144
— Cellevæv . . . . . 118
— Elasticitet . . . . . 143
— Farve . . . . . 134
— Fugtighed . . . . . 139
— Haardhed . . . . . 138
— kemiske Sammensætning . . . . . 115
— Ledningsevne . . . . . 134
— Spaltelighed . . . . . 138
— Styrke . . . . . 139
— Svind . . . . . 135
— Udtørring . . . . . 135
— Vandindhold . . . . 116—135
— Varighed . . . . . 146—154
— Vægtfylde . . . . . 132—139
— Vækstfejl . . . . . 127—140
Vedparenkymceller . . . . . 127

Side

Vejrbestandighed ..... 196
Vejrsmuldring ..... 228
Velinpapir ..... 361
Velouterede Tapeter ..... 363
Verde antico ..... 218
Vicats Normalapparat ..... 285
Vind esglas ..... 339
Vinkel ..... 94
Vinkeljærn ..... 84
Vintereg ..... 175
Vintergravning ..... 239
Vintring ..... 239
Vragsten ..... 251
Vreden Vækst ..... 128
Vridningsprøve ..... 97
Vægfliser ..... 259
Vægtfylde af Natursten ..... 200
— - Træ ..... 132—139
Værktøjsstaal ..... 79
Vækstfejl ..... 127—140

W.

Wachwitzmetal ..... 90
Waltons Metode ..... 334
Weymouthfyr ..... 173
Whitewood ..... 183
Wienerstole ..... 144
Wijkanders Forsøg ..... 142
Wolframstaal ..... 80

X.

Xylolith ..... 338

Side

Yarrah ..... 186
Yellow-pine ..... 174
Yoldialer ..... 237
Ypern ..... 178

Zinkhvidt ..... 109—145
Zinkkromat ..... 104—110
Z-Jærn ..... 86
Zweispids ..... 204

Æ.

Ædelgran ..... 175
Æggehvidestoffer ..... 116—117
Ægte Forgyldning ..... 356
Ælm ..... 178
Æltning ..... 240
Æteriske Olier ..... 116—118
Ætsegrund ..... 343
Ætsning af Glas ..... 343

Ø.

Ødelæggelse af Natursten ..... 197
Ølandssten ..... 215
Øvedsandsten ..... 221