

Bibliothek der
gesamten Technik

Biblioteka Główna i OINT
Politechniki Wrocławskiej



100100369504

83. Band

Die Baustoffe

Von

Dr. phil. C. A. Wagner



L
1968

Dr. Max Jänecke, Verlagsbuchhandlung, Leipzig

L 1968

ke

Die Baustoffe



Bibliothek der gesamten Technik ◦ 83. Band

Die Baustoffe

Bearbeitet von

Professor Dipl.-Ing. Dr. phil. **C. A. Wagner**

Oberlehrer an der Kgl. Preuß. Baugewerkschule
in Königsberg i. Pr.

Zweite Ausgabe

Mit 104 Abbildungen im Text



L 1968 Kc

[1913.]

Leipzig



Dr. Max Jänecke, Verlagsbuchhandlung

1934, 1512



In. 20826.



~~359347 L/1~~

Vorwort.

Das vorliegende Bändchen erhebt nicht den Anspruch, die Baustofflehre erschöpfend zu behandeln, sondern soll nur das Notwendigste dem Lernenden bieten. Es wurde daher Wert auf Knappheit in Form und Ausdruck gelegt, im scheinbaren Gegensatz dazu aber das Bändchen reichlich mit Abbildungen ausgestattet, weil durch diese viele Vorgänge rascher und sicherer klargelegt werden können als durch seitenlangen Text. Die Arbeitsweise vieler Maschinen wurde durch Prinzipskizzen zu erklären gesucht; dabei glaubte der Verfasser auch die Abbildungen bewährter Verarbeitungsmaschinen bringen zu müssen, damit der Leser sich eine Vorstellung davon machen kann und ihre Wirkungsweisen leichter versteht.

Ein kurzgefaßter Leitfaden soll nicht allein die einzelnen Tatsachen der Baustofflehre aufzählen, sondern vor allem dem Leser ein Verständnis für die Eigenschaften der Baustoffe, ihre Verwendung und Erhaltung übermitteln. Daher werden, wenn auch nicht erschöpfende, so doch gründliche Kenntnisse in der Chemie vorausgesetzt. Mögen die chemischen Formeln auch abschreckend auf den Ungeübten wirken, so glaubte der Verfasser sie doch nicht entbehren zu können, da sie das Verstehen der chemischen Vorgänge wesentlich erleichtern. Sie nehmen in der Chemie

etwa dieselbe Stelle ein wie die Buchstabenrechnung in der Mathematik oder die Abbildungen in technischen Werken.

Das Werkchen dürfte sich nach Inhalt und Form besonders als Leitfaden für technische Mittelschulen, als Repetitorium für Studierende und als Nachschlagebuch für die baugewerbliche Praxis eignen. Zu eingehenderem Studium werden die auf Seite 11 und 12 genannten Werke empfohlen.

Für die gute Ausstattung des Werkchens spreche ich der Verlagsbuchhandlung von Dr. Max Jänecke in Hannover meinen verbindlichsten Dank aus, desgleichen den Firmen J. Bernhardt (G. E. Draenert) in Eilenburg, H. Bolze & Co. in Braunschweig, Kleine, Neuschäfer & Co. in Schwelm (Westfalen) und O. Bock in Berlin für die liebenswürdiger Weise überlassenen Druckstöcke.

Königsberg i. Pr., im Februar 1908.

Der Verfasser.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Vorwort	3
Inhaltsverzeichnis	5
I. Abschnitt: Die natürlichen Steine	13
A. Entstehung	13
B. Gesteine bildende Mineralien	15
C. Die Gesteinsarten	18
D. Eigenschaften der Gesteine	19
E. Die einzelnen Gesteine	21
F. Prüfung der Gesteine	34
G. Gewinnung der natürlichen Steine	37
H. Bearbeitung der natürlichen Steine	38
J. Verwitterung und Schutz dagegen	41
K. Verwendung im Hochbau	43
L. Verwendung im Tiefbau	45
II. Abschnitt: Die Mörtel	51
A. Luftmörtel	51
1. Lehmörtel	51
2. Kalksandmörtel	52
3. Gipsmörtel	57
B. Wassermörtel	59
1. Der Wasserkalk	60
2. Der Romanzement	60
3. Hydraulische Zuschläge	61
4. Der Portlandzement	62
a) Rohstoffe	62
b) Herstellung	64
c) Lieferungsbedingungen	67
d) Eigenschaften	69
e) Verarbeitung	72
f) Der Zementkalkmörtel	75
g) Anstriche auf Zement	75
h) Der Beton	76

	Seite
aa) Bestandteile	76
bb) Mischungsverhältnisse	77
cc) Festigkeit	79
dd) Mischen	79
ee) Ausführung des Mauerwerks	85
ff) Terrazzo	87
gg) Eisenbetonbau	87
hh) Prüfung des Betons	89
III. Abschnitt: Die künstlichen Steine	91
A. Herstellung im allgemeinen	92
1. Erhärtung	92
2. Vorbereitung der Rohstoffe	92
3. Formen	94
4. Färben.	100
B. Die einzelnen Kunststeine.	101
1. Lehmziegel.	101
2. Kalksandziegel	102
3. Sandsteinähnliche Kunststeine.	104
a) Kunstsandstein	104
b) Kunstkalkstein	105
c) Kunstkieselkalkstein	105
4. Schwemmsteine	106
5. Kunststeine aus Hochofenschlacke.	106
a) Gegossene.	106
b) Schlackensandziegel	107
6. Künstlicher Granit	108
7. Künstlicher Gipsstein	108
a) Gipswerkstücke	108
b) Stuckmarmor	109
c) Marmorzement	109
d) Gipsdielen	109
8. Zementsteine	110
9. Kunststeine aus Magnesiaement	113
a) Magnesit-Bauplatten.	114
b) Xyolith	114
10. Torgament	115
11. Papyrolith	115
12. Künstliche Asbeststeine.	115
a) Mineralith	115
b) Asbestschiefer.	115
13. Korksteine	116
14. Kunststeine aus Asphalt	117
15. Torfsteine	118
16. Glasbausteine.	118
17. Backsteine	121

a) Rohstoffe	121
b) Vorbereitung der Ziegelerde	122
c) Formen	125
d) Brennen	127
e) Backsteinsorten	136
f) Färbung der Steine	148
g) Erhaltung der Steine	149
C. Prüfung der Kunststeine	150
1. Allgemeine Eigenschaften	150
2. Festigkeit	151
3. Schnelligkeit der Wasseraufnahme	151
4. Frostbeständigkeit	152
5. Feuerbeständigkeit	152
6. Salzgehalt	152
7. Wassereinwirkung	153
IV. Abschnitt: Das Holz	154
A. Die einzelnen Hölzer	154
a) Nadelhölzer	154
1. Die Kiefer	154
2. Die Fichte	155
3. Die Weißtanne	155
4. Die Lärche	156
5. Ceder, Cypressen, Eibe	156
b) Laubhölzer	157
1. Eiche	157
2. Rotbuche	157
3. Weißbuche	158
4. Ulme	158
5. Teakholz	158
6. Erle	158
7. Esche	159
8. Zitterpappel, Bergahorn, Linde, Obst- bäume, Birke	159
B. Gefüge und Formbestandteile	159
C. Wachstum und Stoffbestandteile	161
D. Wichtigste Eigenschaften	162
E. Krankheiten, Fehler und Schutzmittel	164
1. Fäulnis	164
a) Anlaufen	165
b) Weißfäule	165
c) Braunfäule	165
d) Schwarzfäule	165
e) Ringfäule	165

	Seite
2. Der Brand und Krebs	186
3. Drehwuchs	168
4. Waldklüfte.	168
F. Gefahren des Holzes	169
1. Verbrennen	169
2. Insektenfraß	169
3. Der Hausschwamm.	169
G. Verarbeitung des Holzes	172
1. Fällén	172
2. Trocknen	172
3. Zerteilen	173
4. Oberflächenbehandlung	174
H. Holzgrößen	175
V. Abschnitt: Die Metalle	176
A. Eisen	176
1. Rohstoffe	176
2. Die verschiedenen Eisensorten.	177
a) Roheisen	178
aa) Weiß Eisen	182
bb) Graueisen	182
cc) Halbiertes Roheisen	182
b) Schmiedbares Eisen	183
aa) Puddelverfahren	183
bb) Bessemern	184
cc) Siemens-Martinverfahren	186
dd) Tempern	187
ee) Zusammenschmelzen	187
ff) Zementieren	187
gg) Tiegelgußverfahren	188
3. Verarbeitung des Eisens	188
a) Gießerei.	189
b) Schmieden	191
c) Ziehen	191
d) Pressen	192
e) Walzen	192
f) Schweißen	196
4. Prüfung des Eisens.	197
5. Rost und Rostschutz	198
6. Feuerschutz	200
B. Das Zink.	201
C. Das Zinn.	202
D. Das Kupfer	203
E. Das Blei	204
F. Metalllegierungen	205

VI. Abschnitt: Der Asphalt	208
1. Vorkommen des Asphalts	208
2. Verarbeitung und Verwendung	208
3. Prüfung	210
4. Asphaltgoudron	210
VII. Abschnitt: Glas	212
1. Bestandteile	212
2. Rohstoffe	212
3. Herstellung	214
4. Färbung	214
5. Besondere Gläser	215
6. Zeichnen und Malen auf Glas	216
7. Eigenschaften	216
8. Herstellung von Glaswaren	217
a) Bläserei	217
b) Gießerei	217
VIII. Abschnitt: Anstriche	220
A. Farbanstriche	220
1. Die verschiedenen Farben	220
2. Behandlung der Anstriche	222
3. Eigenschaften der Anstriche	224
B. Firnisse	225
IX. Abschnitt: Belagstoffe	227
A. Linoleum	227
B. Tapeten	228
C. Holzzement	229
D. Dachpappen	229
X. Abschnitt: Isolierstoffe	230
1. Kieselgur	230
2. Asbest	230
3. Einige andere Schutzmittel	231
XI. Abschnitt: Sonstige Baustoffe	232
1. Kitte	232
2. Seile	234
3. Rohr	234
4. Stroh	235
Verzeichnis der chemischen Bezeichnungen	236
Alphabetisches Namen- und Sachregister	237

Werke zu eingehenderem Studium.

1. Glinzer, Baustoffkunde, Dresden bei Kühlmann.
2. Issel, Handlexikon der Baustoffe. Leipzig bei Thomas.
3. Förster, Baumaterialienkunde. Leipzig bei Engelmann.
4. Krüger, Baustofflehre. Wien bei Hartleben.
5. Büsing & Schumann, Der Portlandzement. Berlin, deutsche Bauzeitung.
6. Nördlinger, Die gewerblichen Eigenschaften der Hölzer. Stuttgart bei Cotta.
7. Drunert, Die Pflanze. Leipzig bei Göschen.
8. Wedding, Grundriß der Eisenhüttenkunde. Berlin.
9. Otto Bock, Die Ziegelfabrikation. Leipzig.
10. Lichte, Die Darstellung des Roheisens. Bd. 15 der Bibl. der ges. Technik.
11. Dr. A. Moye, Die Gewinnung und Verwendung des Gipses. Bd. 72 der Bibl. der ges. Technik.
12. Friz, Kalkindustrie. Bibl. der ges. Technik. In Vorbereitung.
13. Schmelzer, Anlage und Betrieb von Ziegeleien. Bibl. der ges. Technik. In Vorbereitung.
14. Reichelt, Die Materialprüfungen der Technik. Bibl. der ges. Technik. In Vorbereitung.
15. Dr. Kron, Der Verkehr mit Materialprüfungsämtern. Bibl. der ges. Technik. In Vorbereitung.
16. Seibt, Künstliche Steine. Bibl. der ges. Technik. In Vorbereitung.
17. Lichte, Die Darstellung des schmiedbaren Eisens. Bibl. der ges. Technik. In Vorbereitung.
18. Meyer, Lehrbuch der allgemeinen mechanischen Technologie der Metalle. (Grundriß des Maschinenbaues von Immerschitt. Bd. 11.) Hannover bei Jänecke.

19. Dr. Hildebrand, Lehrbuch der Metallhüttenkunde. (Grundriß des Maschinenbaues von Immerschitt. Bd. 2.)
20. Haase, Hartzerkleinerung. Bd. 66 der Bibl. der ges. Technik.
21. Stolzenwald, Zinkgewinnung. Bd. 41 der Bibl. der ges. Technik.
22. Haase, Die Zementfabrikation. Bibl. der ges. Technik. In Vorbereitung.
23. Gayer, Die Holzarten und ihre Verwendung in der Technik. Bibl. der ges. Technik. In Vorbereitung.
24. Schmidt, Die natürlichen Bausteine. Bibl. der ges. Technik. In Vorbereitung.

Abschnitt I.

Die natürlichen Steine.**A. Entstehung.**

Vor vielen Millionen von Jahren war die Erde ein glühender Nebel; sie kühlte sich aber allmählich ab, wurde zunächst zu einer feurigen Flüssigkeit und überzog sich schließlich mit einer festen Rinde. Diese Erstarrungskruste besteht aus dem, was wir natürliche Steine nennen. Der flüssige Kern kühlte sich weiter ab und zog sich zusammen, sodaß die Kruste zusammenschrumpfte und Falten bildete, welche wir Gebirge nennen. Aber auch die die Erde umgebende Gashülle erkaltete, sodaß sich ein sehr wichtiger Naturkörper, das vorher dampfförmige Wasser, verdichtete und die Mulden der Erdoberfläche ausfüllte.

Wichtig für den weiteren Ausbau der Erdrinde ist von jetzt ab der Kreislauf des Wassers. Über den großen Wasserbecken bringt es die Sonne zum Verdampfen; es steigt auf, bildet Wolken und kommt als Regen, Hagel oder Schnee namentlich an den höchsten Erhebungen der Erdrinde wieder herab, sammelt sich in Bächen und Flüssen, zerstört auf chemischem oder mechanischem Wege den Zusammenhang vieler Gesteinsmassen und führt die Trümmer in die großen Wasserbecken der Ebenen hinab. Die auf dem Transporte zu feinstem Sand und Schlamm zerriebenen Gesteinstrümmer setzen sich unter Wasser

ab und verdichten sich vermöge des über ihnen lagernden Druckes oder unter Einwirkung chemischer Umwandlungen zu mehr oder minder festem geschichtetem Material, wie Kalkstein und Sandstein. Von Zeit zu Zeit brachen aber doch wieder feurig flüssige Gesteinsmassen aus dem Erdinnern hervor, überfluteten weite Gebiete und erstarrten in großen zusammenhängenden Massen entweder dicht zu Granit, Porphyr und ähnlichen Massengesteinen oder porig zu Laven. Allmählich wurden die Ausbrüche seltener und hatten nur noch die Ausdehnung derjenigen, welche jetzt zeitweise erfolgen. Wenn in ausgebrannten Kratern das Gestein rasch erstarrte, der ringsherum aufgeworfene Schuttkegel aber später verwitterte und weggeschwaschen wurde, so blieben die blockartigen Kuppen meist basaltartiger Gesteine übrig, wie sie in der schwäbischen Alp, im Erzgebirge und an vielen anderen Orten zahlreich vorhanden sind.

Nachdem sich die Luft ungefähr bis auf die jetzige Wärme abgekühlt hatte, trat aus bisher un- aufgeklärten Gründen zweimal plötzlich ein Temperatur- rückschlag ein, sodaß vorher mit tropischen Gewächsen besetzte Gebiete vereisten. So reichten Gletscher von den Bergen Skandinaviens bis weit in die norddeutsche Tiefebene hinein und schoben langsam große und kleine Felsstücke nach dem Süden um hier zu schmelzen und die Steine als Findlinge zurückzulassen.

Auch jetzt setzen sich noch Schlammnassen auf der Sohle von Wasserbecken ab und liefern die Vorbedingung für die Bildung von Schichtgesteinen, auch jetzt treten gelegentlich feurig flüssige Gesteine aus feuerspeienden Bergen hervor und lagern sich in Massen um dieselben, aber das Spiel der Naturkräfte hat an Wucht verloren und demzufolge sind auch ihre Wirkungen schwächer geworden.

B. Gesteine bildende Mineralien.

Die natürlichen Steine sind zu einem festen zusammenhängenden Ganzen erstarrte Anhäufungen derselben oder verschiedener Mineralien, welche den wesentlichsten Bestandteil der Erdrinde ausmachen. Die einzelnen Mineralien sind seltener chemische Grundstoffe und meistens chemische Verbindungen; sie treten häufig in bestimmter Gestalt auf und sind dann kristallinisch, oder auch ohne bestimmte Form und heißen dann amorph.

Ihre Härte ist sehr verschieden und wird nach der von Mohs aufgestellten Härteskala gemessen. Hierbei haben die Mineralien:

Talk	die Härte	1
Gips od. Steinsalz	„	2
Kalkspat	„	3
Flußspat	„	4
Apatit	„	5
Kalifeldspat	„	6
Quarz	„	7
Topas	„	8
Korund	„	9
Diamant	„	10

Wenn zum Beispiel ein Mineral sich von Flußspat, dagegen nicht von Kalkspat ritzen läßt, so hat es die Härte 3—4. Ein gutes Stahlmesser mit der Härte 5—6 und der Fingernagel eines erwachsenen Menschen mit der Härte 3 können ebenfalls zur oberflächlichen Härtebestimmung dienen.

Die wichtigsten, gesteinsbildenden Mineralien sind die folgenden:

1. der Quarz, welcher wasserfreie Kieselsäure (SiO_2) ist, unregelmäßige Körner bildet und unvollkommen spaltet. Er tritt wasserhell, farblos, weißlich verglast mit fettglänzender

*Zug mit
Schreib-
vellet.*

Oberfläche und auch grau mit rauher Oberfläche auf.

Der Quarz ist ein wichtiger Bestandteil der meisten Ausbruchgesteine, der kristallinen Schiefer und einiger Sandsteine und verleiht ihnen ihre Widerstandsfähigkeit und Härte;

2. der Kalkspat ($CaCO_3$) spaltet schiefwinklig, ist glasig, weiß oder farbig und braust mit Säuren auf, weil er dabei Kohlensäure abgibt. Er bildet Marmor, Kalkstein und kommt außerdem in den Mergelarten vor;
3. der Dolomit ($CaCO_3, MgCO_3$) ist etwas härter als der Kalkspat, braust weniger mit Säuren auf und ist meistens hell gefärbt;
4. der Gips ist wasserhaltiger, schwefelsaurer Kalk ($CaSO_4, 2H_2O$), kommt blättrig, durchsichtig als Marienglas, kristallinisch als Alabaster und auch amorph und farbig als Gipsstein vor;
5. Magneteisen (FeO, Fe_2O_3) hat die Härte 5—6 und kommt in schwarzen oft metallglänzenden Körnern vor.
6. der Schwefelkies (FeS_2) bildet messingfarbige Würfel und hat die Härte 6. Er oxydiert leicht und bildet dabei Eisenvitriol und andere Eisenverbindungen, welche auf natürlichen Gesteinen Rostflecken erzeugen und sie zum Verwittern bringen;
7. die Feldspate sind Doppelsilikate und kommen in verschiedenen Arten vor, nämlich:
 - a) der Kalifeldspat (Orthoklas) $K_2O, Al_2O_3, 6SiO_2$ ist weiß bis fleischrot und verwittert leicht;
 - b) der Natronfeldspat (Albit, $Na_2O, Al_2O_3, 6SiO_2$) ist wasserhell, weißlich, fleischrot und auch grünlich;

geschwächt

- c) der Kalkfeldspat ($\text{Anorthit } \text{CaO}, \text{Al}_2\text{O}_3, 2\text{OSi}_2$) kommt in Diabasen, Gabbro, Basalten, Schiefen vor;
- d) eine Vermengung der beiden letzten ergibt den meist hellgefärbten kieselsäurereichen Oligoklas und den häufig buntschillernden, kieselsäureärmeren Labradorit.

Die Feldspate sind wesentliche Gemengteile der harten Urgesteine und der kristallinen Schiefer. Sie verwittern zu Kaolin und bilden dann Porzellanerde, oder wenn mit Gesteinsteilchen untermischt Lehm;

Reiner Feldspat wird zur Herstellung von Erzeugnissen der Ton-, Glas- und Porzellanindustrie verwandt;

8. die Glimmer sind wasserhaltige Alkalisilikate mit Magnesium- und Eisengehalt. Sie lassen sich leicht in dünne durchsichtige Blätter spalten und werden dann zum Schließen von Ofenschaulöchern und zur Herstellung von Lampenzylindern verwandt. Starke Beimengungen in Bausteinen sind gefährlich, weil sich leicht Spaltflächen bilden, weil ferner der Stein leicht verwittert und Rostflecken zeigt.
- a) der Biotit enthält Magnesium, ist dunkel gefärbt und schmilzt schwer;
- b) der Muskowit ($\text{K}_2\text{O}, \text{Al}_2\text{O}_3, 2\text{SiO}_2$) ist hellgefärbt und hält sich gut an der Luft. Er findet sich häufig in den kristallinen Schiefen und den verkitteten Trümmergesteinen, während der Biotit in den Massengesteinen vorherrscht;
9. Augit und Hornblende sind ähnlich zusammengesetzte Gemenge verschiedener Silikate vom spezifischen Gewichte 3 und der Härte 5—6. Sie kristallisieren säulenförmig und sind grün-

lich und braun bis schwarz. Ersterer kommt namentlich in Diabas und Basalt, letzterer im Syenit und Porphyrr vor. Der Gabbro enthält den ähnlich zusammengesetzten, grau bis grünen Diallag;

10. der Talk ist ein wasserhaltiges Silikat der Magnesia von weißer Farbe und sehr geringer Härte. Er hat Fettglanz, spaltet leicht und bildet einen wesentlichen Bestandteil des Talkschiefers.
11. Olivin ist ein Gemenge aus kieselaurer Magnesia und kieselaurer Eisenoxydul von der Härte 6 und dem spezifischen Gewichte 3 undist grün.

C. Die Gesteinsarten.

Man unterscheidet:

- I. Massig erstarrte Urgesteine, welche in feurig flüssigem Zustande aus dem Erdinnern hervorbrachen und sich in großen zusammenhängenden Massen entweder in Erdhöhlen eindrängten oder auf der Erdoberfläche ablagerten, wobei die einzelnen Mineralien zu einem Ganzen verwachsen sind. Hierzu zählen der Granit, Syenit, Porphyrr, Diorit, Diabas, Gabbro, Bimsstein, Trachyt, Basalt und Lava.
- II. Kristallinische Schiefer, welche ähnlich zusammengesetzt wie die vorigen aber schichtenweise abgelagert sind und nur in den jüngsten Lagern tierische oder pflanzliche Einschlüsse führen. In diese Klassen gehören der Gneiß, Glimmerschiefer, Talkschiefer.
- III. Einfache Schichtgesteine sind entstanden durch Umkristallisierung von Niederschlägen wässeriger Lösungen oder durch Absetzen von Schlammassen und bestehen hauptsächlich aus

einfachen Mineralien. Es zählen dazu der Quarzit, die verschiedenen Eisenerze, Kalkstein, Dolomit und Gips.

- IV. Die Trümmergesteine verdanken ihren Ursprung einer Verkittung von Gesteinstrümmern mittels verschiedenartiger Bindemittel. Die Trümmerbildung kann auf mechanische Weise oder auch durch Verwitterung geschehen sein; es entstanden dadurch Kies, Sand und Ton. Zu den daraus gebildeten Steinen zählen die Konglomerate, Tonschiefer, Sandsteine und Grauwacken.

Eine scharfe Grenze zwischen den verschiedenen Gesteinsarten kann nicht gezogen werden, da viele Übergangsbildungen vorkommen. Zum Beispiel entstanden zuweilen bei Berührung von kristallinen mit Trümmergesteinen Tuffe und beim Zusammentreffen von Kreide mit feuerflüssigen Urgesteinen Marmorarten.

D. Eigenschaften der Gesteine.

1. Das Gefüge der Gesteine ist körnig, wenn einzelne Körner mit unbewaffnetem Auge erkennbar sind, und dicht, wenn nur mittels Vergrößerungsglases Körner entdeckt werden können.

Schiefrig nennt man ein Gestein, wenn es sich nach parallelen Ebenen leicht zerteilen läßt, und schuppig, wenn es aus zueinander parallel liegenden Blättchen besteht. Das porphyrische Gefüge kennzeichnet eine dichte Grundmasse mit eingesprengten einzelnen Kristallen, und blasig, schwammig und schaumig nennt man Steine mit mehr oder minder großen Hohlräumen.

2. Das spezifische Gewicht schwankt zwischen 2 und 3. Bei gleichem Dichtigkeitsgrade sind die

quarzreichen Steine leichter, die alkali- und eisenhaltigen schwerer.

3. Die Festigkeit ist sehr groß bei Basalten und Graniten und gering bei Tuffsteinen vulkanischen Ursprungs.

Die Scherfestigkeit der Steine ist 12 bis 16 mal so groß als ihre Zugfestigkeit und etwa halb so groß als ihre Druckfestigkeit. Geschichtete Steine sind am festesten, wenn sie senkrecht zu ihren Schichten beansprucht werden. Häufiges Durchfrieren vermindert die Festigkeit. Bergfeucht aus dem Bruche kommende Steine sind etwa $\frac{2}{3}$ so fest als nach mehrmonatlichem Austrocknen und sind daher möglichst früh zu bearbeiten.

4. Die Härte, das heißt der Widerstand des Steines gegen das Eindringen in seine Flächen ist nicht nur von den ihn bildenden Mineralien, sondern auch von dem Bindemittel abhängig. So bestehen Sandsteine aus dem sehr harten Sande, nützen sich jedoch wegen des weichen Bindemittels stark ab.

5. Gut polieren lassen sich aus gleichmäßig harten Gemengteilen gleichartig gefügte Steine wie Marmor, Granit, Syenit, Porphyry und Basalt. Dadurch tritt die Färbung des Gesteins besser hervor, die Poren schließen sich, und der Stein wird wetterbeständiger. Nicht zu polieren sind Sandsteine, tonige Steine, Trachyte und Tuffe.

6. Die Wärme- und Schalleitungsfähigkeit dichter Steine, seien sie kristallinisch oder verkittet, ist größer als die poriger, weil in letzteren ruhende Luft, ein sehr schlechter Leiter, eingeschlossen ist.

7. Die Feuerbeständigkeit wird befördert durch großen Gehalt an Quarz, Ton, Talk und Glimmer und vermindert durch kohlen-saure Salze, Eisen- oder Feldspatgehalt. Daher sind nur tonige

328 33

Quarz
mit Befestigung
eigenlich

und quarzige Sandsteine, Trachyte, Talk- und Glimmerschiefer feuerbeständig.

8. Die Farbe der Steine wird gelb, rot bis braun durch Fe_2O_3 , grün bis grau durch FeO grau bis schwarz durch Kohlenstoff, weiß und rot durch Feldspat, grün, gelb und rot durch Chromgehalt.

E. Die einzelnen Gesteine.

Die für das Baugewerbe wichtigsten Steine sind die folgenden:

I, 1. Der Granit, aus Feldspat, Quarz und Glimmer oder Hornblende bestehend. Seine Farbe wird im wesentlichen durch den Feldspatgehalt bestimmt und ist daher weiß, grau oder rot. Der Glimmer kommt in grauen oder schwarzen Schüppchen vor. Guter Granit ist mittelfeinkörnig und enthält viel Quarz, dagegen weniger Feldspat, der zum Verwittern neigt, und nur fein verteilte Glimmerschüppchen. Sind letztere braun umrändert, so hat die Verwitterung schon begonnen. Das spezifische Gewicht beträgt etwa $2\frac{3}{4}$, die Druckfestigkeit 1500 kg/qcm und mehr, die Zugfestigkeit bis zu 50 kg/qcm und die Härte rund 7. Das Gestein kommt in den meisten deutschen Gebirgen und ferner im südlichen Schweden und am St. Gotthardt vor und wird zu Säulen, Treppenstufen, zu Unterbauten von Standbildern, Bürgersteigplatten und Bordschwellen, ferner zur Herstellung von Pflastersteinen, von Pack- und Schottersteinen und als Steinschlag im Beton verwandt.

Es ist schwer zu bearbeiten und läßt daher nur eine einfache Formgebung zu. Granite mit großen Glimmerkörnern werden löcherig, lassen sich daher schlecht polieren und verlieren an Frostbeständigkeit. Im übrigen ist das Gestein sehr fest, dauerhaft und wetterbeständig.

I, 2. Der Syenit, aus Feldspat und Hornblende oder seltener Augit bestehend, kommt weniger häufig vor als der Granit, hat aber im übrigen ähnliche Eigenschaften und wird zu denselben Zwecken verwandt. Er läßt sich wegen des fehlenden Glimmergehaltes leichter polieren. Der blauschillernde Augitsyenit, auch Labrador genannt, dient häufig zu Schmuckzwecken. Im übrigen ist das Gestein dunkelgrün oder graurot.

I, 3. Porphyry nennt man ein aus einer dichten Grundmasse bestehendes Gestein, in welche deutlich sichtbare Kristalle eingesprengt sind.

- a) Der Quarzporphyry besteht aus einer weißen, grauen oder roten Grundmasse aus Feldspat und Quarz mit ingesprengten, weiß bis roten Feldspatkristallen und rauchgrauen Quarzkörnern; fehlen letztere, so heißt er Felsitporphyry.
- b) Der Granitporphyry ist feinkörniger als der Granit, jedoch gröber als der Quarzporphyry und besteht aus einer granitischen Grundmasse von weißer bis roter Farbe mit ingeschlossenen Quarz- und Feldspatkristallen.
- c) Der Syenitporphyry hat eine fast nur aus Feldspat bestehende Grundmasse, aus welcher Feldspäte und Hornblende hervortreten.

Die beiden letztgenannten sind seltener als der erste. In der Natur kommen die Porphyre in bankartigen Ablagerungen vor, aber auch in Gängen, welche die älteren Urgesteine durchsetzen. Sie werden gefunden in den meisten Gebirgen Süddeutschlands, ferner in Schweden und in Tirol.

Das spezifische Gewicht ist etwas geringer als das des Granits; in ihren Eigenschaften und Verwendungsmöglichkeiten entsprechen sie aber dem Granit.

- d) Die Porphyrite haben statt des Kalifeldspates Kalk- oder Natronfeldspate. Mit Diabas durchsetzter ist grün und heißt Porfido verde antico; der Hornblendekristalle führende Porfido rosso antico. Beide werden in Italien häufig zum inneren Ausschmuck von Gebäuden verwandt.

I, 4. Der Diorit besteht aus hellem Natron oder Kalkfeldspat und dunkelgrüner Hornblende und ist schwarzgrün.

I, 5. Der Diabas enthält dunkelgrünen Augit und weißlichen Natron- oder Kalkfeldspat und ist graugrün.

I, 6. Der Gabbro hat als Bestandteile weißlichen Natron- oder Kalkfeldspat und braunen Diallag, ein dem Augit ähnliches Mineral. Das Gestein ist grün und weiß gesprenkelt.

Das spezifische Gewicht der drei letztgenannten Mineralien ist annähernd 3,0, ihre Härte beinahe 6, und beim Gabbro häufig viel größer. Die Festigkeit und Wetterbeständigkeit entspricht ungefähr der des Granits. Diorit und Diabas dienen besonders als Straßenbaumaterial, Gabbro aber häufig auch zum inneren Ausschmuck. Die Gesteine kommen seltener vor als die zuvor genannten Urgesteine, finden sich aber an vielen Stellen Mitteldeutschlands.

I, 7. Der Trachyt besteht aus einer graugelben, rauhen Grundmasse, aus Feldspaten mit Glimmer-, Hornblende- oder Augitgehalt. Enthält das Gestein große eingesprengte Feldspatkristalle, so neigt es zum Verwittern, während es sonst wetterfest ist.

Das spezifische Gewicht beträgt etwa 2,5, die Druckfestigkeit 700 kg/qcm und die Härte etwa 5.

Das Gestein kommt am Mittelrhein, in der Eifel und den Vogesen vor und wird verwandt zu Werksteinen, weil seine Bearbeitung leicht ist und ferner

als Treppen und Straßenbelag, weil es rauh bleibt. Es läßt sich nicht polieren.

I, 8. Der Basalt ist ein dichtes Gemenge von Augit, Natron- oder Kalkfeldspat, Olivin und Magnet-eisen. Er ist grau bis schwarz, hat ein spezifisches Gewicht von rund 3,0, eine Druckfestigkeit von etwa 2000 kg/qcm und mehr und eine Härte von 6 bis 8. Er hat einen muscheligen Bruch, ist spröde und schwer zu bearbeiten und läßt daher nur eine sehr einfache Formgebung zu; er kann aber gut poliert werden. Die Wärme leitet er sehr gut und saugt Wasser auf, sodaß er Mauern feucht kalt macht. Wegen des hohen Feldspatgehaltes neigt er zum Verwittern und schmilzt in der Hitze.

Er kommt an vielen Stellen Mitteld Deutschlands vor und dient zur Ausführung von Fundamenten, von Zyklopenmauerwerk, zu Treppenstufen und als Verblender bei starkbeanspruchten Mauerwerksteilen im Wasserbau. Trotzdem, daß aus ihm bestehende Pflastersteine rasch glatt werden und Straßenschotter zur Schlamm-bildung neigt, verwendet man Basalt viel im Straßenbau, weil die Straßen rasch trocknen.

Dolerit nennt man einen grobkörnigen Basalt mit geringer Festigkeit, an dem aber gewöhnlicher Mörtel besser haftet.

I, 9. Lava heißt ein jüngeres Gestein, welches von Vulkanen ausgeworfen wurde und entweder langsam zu dichten körnigen Blöcken oder rasch und schaumig erstarrt ist. Der chemischen Zusammensetzung nach gibt es:

- a) Basaltlava vom spezifischen Gewichte 0,8 bis 2,5 und einer Druckfestigkeit von 200 bis 600 kg/qcm, welche, wenn dicht genug, poliert werden kann.
- b) Die hellere und weniger feste Trachytlava. Beide kommen in der Eifel und deren Nachbar-

schaft vor und dienen zur Herstellung von Treppenstufen, Werkstücken mit einfachen Profilen, Auflagersteinen, ferner zum Straßenbelag, weil das Gestein rau bleibt.

II, 1. Der Gneiß besitzt die Eigenschaften und auch die Zusammensetzung des Granits, jedoch hat er ein schiefriges Gefüge. Er ist grau bis rot.

Er findet sich in großen Mengen in Deutschland, den Alpen und in Schweden und bildet den Grundstock der dortigen Gebirge.

Dünnschichtige, glimmer- und eisenreiche Gneise verwittern leicht. Die dickbrockigen eignen sich zu Treppenstufen, Quadern und Pflastersteinen, weil sie rau bleiben.

II, 2. Der Glimmerschiefer besteht aus Quarz und viel Glimmer, hat ein spezifisches Gewicht von etwa 2,7, ist bei hohem Quarzgehalt wetterbeständig und im übrigen sehr feuerbeständig. Daher wird er zu Feuerungsanlagen und als Gestellstein bei Hochöfen, dagegen selten als gewöhnlicher Baustein verwandt.

Das Gestein kommt massenhaft in den Mittelalpen und Mitteldeutschland vor.

II, 3. Der Chloritschiefer besteht aus Quarz wenig Feldspat und Chloritschuppen, hat eine grüne Farbe, eine geringe Härte, ist wetterbeständig und dient seltener als Baustein, dagegen häufiger als Dachschiefer.

II, 4. Der Talkschiefer besteht ebenfalls aus Quarz und Feldspat, jedoch ist er mit Talkschuppen durchsetzt. Er hat Fettglanz, ist wetter- und feuerbeständig und dient besonders als Gestellstein in Hochöfen.

Beide letztgenannten Gesteine kommen in größeren Mengen im Erzgebirge, dem Fichtelgebirge und den Mittelalpen vor.

II, 5. Der Serpentin ist ein wäßriges Magnesia-silikat von feinkörnigem Gefüge und meist grüner Farbe. Er hält sich schlecht im Freien, läßt sich aber leicht bearbeiten und polieren und wird häufig zum Ausschmücken von Innenräumen verwandt. Er kommt zerstreut an verschiedenen Orten Mitteldeutschlands und der Schweiz vor.

III, 1. Der Kalkstein ist im wesentlichen kristallisierter kohlenaurer Kalk, enthält aber häufig noch Eisenverbindungen, Ton, Sand, Kohle oder auch Bitumen, weshalb er nicht immer weiß wie im reinen Zustande, sondern auch gelb, braun, rot, grau und schwarz vorkommt. Die Kalksteine sind sehr verbreitet auf der Erdoberfläche; die dichten Gesteine bilden mächtige Gebirgsmassen, während die körnigen in Gängen und regelmäßigen Lagern gefunden werden. Erstere sind wetterfest, letztere dagegen weniger. Kein Kalkstein ist feuerbeständig, weil er in der Hitze seine Kohlensäure verliert und dann zerfällt. Außerdem werden alle von starken Säuren angegriffen.

Man unterscheidet folgende Arten:

- a) Marmor, ein dichter oder körniger Kalkstein von schöner Farbwirkung, der sich gut polieren läßt. Die Färbung ist entweder gleichmäßig oder geadert, wenn das Gestein aus verschiedenen Teilen besteht, oder gesprenkelt. Das spezifische Gewicht beträgt etwa 2,7, die Härte 3, die Druckfestigkeit 500 bis 2000 kg/qcm. Meistens hält sich der Marmor in unserem Klima, wo er dem Schnee und Frost und der Einwirkung von Flechten und Moosen ausgesetzt ist, sehr schlecht oder wird wenigstens unscheinbar. Er eignet sich daher mehr zum Gebrauch im Innern von Räumen.

Gleichmäßig gefügter, farbenreiner und lichtdurchlässiger Marmor, der sich leicht bearbeiten läßt, dient zur Herstellung von Statuen, während

man den Stein mit kräftigen Farbtönen, der sich leicht polieren läßt, zu Innenschmuck verwendet.

Quarzreicher Marmor ist schwer zu bearbeiten, ton-, eisen- und talkreicher nur schlecht zu polieren.

Marmorblöcke entnimmt man zweckmäßig aus dem Innern der Brüche und läßt sie vor der Bearbeitung austrocknen, weil dann keine wesentliche Beschädigung durch Frost mehr zu befürchten ist.

Wichtige Fundorte sind:

Die Insel Paros im griechischen Inselmeer (weiß grobkörnig), der Bergzug Pentelikon hinter Athen (feinkörnig, milchweiß, bläulich anlaufend), das Kap Matapan, die Südspitze Griechenlands (Rosso antico, rot mit schwarzen Adern), Carrara an der oberitalienischen Westküste (weiß, oft mit bläulichen Adern), Laas in Tirol (milchweiß mit Stich ins gelbliche), Kunzendorf in Schlesien (feinkörnig, weiß bis bläulichgrau), Saalfeld in Thüringen (grün), Villmar an der Lahn (verschiedenfarbig), Granite belge (schwarz mit weißen Versteinerungen), Belgien (blanc clair, weiß mit schwarzen Adern).

Man verwendet die besten Marmorsorten zu Bildwerken, zu Grabsteinen und Innenschmuck, die weniger guten zu Treppenstufen, Waschtischplatten und im inneren Ausbau.

- b) Der dichte, rauhe Kalkstein gehört verschiedenen geologischen Zeitaltern an, ist meistens grau und führt als Beimengung Ton, Sand, Eisensalze, Kohle oder Bitumen. Er wird als Haustein, Pflasterstein, zur Herstellung von

Straßenschotter und von Mörtel verwandt. Gefunden wird das Gestein in den Alpen und in den meisten deutschen Mittelgebirgen.

- c) Der Jurakalk ist hellfarbig und sehr widerstandsfähig und wird als Baustein verwandt. Er findet sich in der Schwäbischen Alp, im Schwarzwald und im Donautal. Der Solnhofener Jurastein ist besonders dicht und feinkörnig und dient daher als Lithographierstein.
- d) Der Rogenstein besteht aus etwa erbsengroßen Kalkkörnern, welche durch ein kalkig-toniges Bindemittel miteinander verkittet sind und ist weiß bis grau und oft durch Eisensalze braun gefärbt. Die dichten Arten dienen zu Bildhauerarbeiten, die übrigen als Bruchsteine, zum Straßenbau und zum Kalkbrennen.
- e) Der Muschelkalk besteht in der Hauptsache aus Muscheltierversteinerungen, ist schwer und hart, hat eine graue Farbe und dient als Baustein, zu Stufen, Platten und zur Straßenebefestigung. Er wird bei Rothenburg, Schweinfurt, Nordhausen und bei Rüdersdorf nahe Berlin gefunden.
- f) Der Grobkalk besteht im wesentlichen aus Schalentrümmern und hat ein sandsteinartiges Aussehen. Er kommt besonders häufig bei Paris und bei Mainz vor, läßt sich leicht bearbeiten, härtet an der Luft nach und ist sehr wetterfest.
- g) Die Kreide ist ein zerreibliches Gestein, welches durch Ablagerung der Kalkpanzer kleinster Lebewesen entstanden ist, geringe Härte besitzt und als Schreibmaterial und ferner zur Glas- und Zementherstellung dient. Durch Nachhärtung ist der graue, tonhaltige, vielfach gestreifte sogenannte Pläuer Kalkstein entstanden,

welcher sich auf Rügen, bei Goßlar und im oberen Donautal findet und als Baustein verwandt wird.

Die geschlämmte Kreide dient zum Putzen der Wände und zum Polieren von Metallen

- h) Kalktuff hat sich durch Absetzen aus kalkhaltigen Wässern um Pflanzenreste gebildet und ist ein leichtes Gestein mit großen Hohlräumen. Man stellt damit leidlich festes, trockenes Mauerwerk her. Gefunden wird der Kalktuff besonders bei Weimar. Bei Berührung von Kalksteinmauerwerk mit Pflanzenerde bildet sich neben anderen Salzen besonders Chlorcalcium, und bei Berührung mit stickstoffhaltigen Stoffen entsteht zerfließlicher, wassergieriger Kalksalpeter; beide erzeugen nasse Stellen im Mauerwerk, Ausblähungen und endlich einen schleimigen Überzug, welcher den kohlen sauren Kalk im Mauerwerk auflöst und letzteres zerfrißt (Mauerfraß). Es ist daher nur mit möglichst trockenem, sandigem oder lehmigem Material ohne organische Beimengungen zu hinterfüllen. Angefressene Schichten sind zu beseitigen und durch einen Zementputz oder Asphaltüberzug zu überdecken. Zerfressenes Mauerwerk ist durch frisches zu ersetzen.

III, 2. Der Dolomit ($MgCO_3$, $CaCO_3$) ein im Aussehen und den Eigenschaften dem Kalkstein und auch dem Marmor ähnliches Gestein, findet sich bei Kunzendorf in Schlesien, in Tirol und im Odenwald und ist ein brauchbarer Baustein. Während der Kalkstein mit Säuren stark aufbraust, tut der Dolomit es nur wenig. Durch Brennen erhält man schwächer bindenden Magerkalk.

III, 3. Der Gips ($CaSO_4 + 2H_2O$) kommt körnig kristallinisch vor als Alabaster, schiefrig durch-

sichtig als Marienglas und körnig aber auch faserig als gewöhnlicher Gipsstein vor. Seine Härte ist 2, das spezifische Gewicht rund 2,7 und die Druckfestigkeit 60 kg/qcm. Das Gestein wird gebrannt und zu Gipsmörtel verarbeitet.

Der Anhydrit, das heißt wasserfreie Gips hat die Härte 3, ist gewöhnlich hellgrau, läßt sich gut bearbeiten und polieren und dient im Innern von Gebäuden zur Ausschmückung.

Der Gips kommt am Südharz und am Thüringerwald in großer Mächtigkeit vor.

III, 3. Der Quarzit besteht vorwiegend aus Quarz, ist weiß bis grau und gelb und kommt körnig, sandsteinähnlich und auch schieferig vor. Er hat die Härte 7 und ist sehr wetterbeständig, sodaß er vielfach zu Treppenstufen, als Pflasterstein und zur Herstellung von Schotter verwandt wird. Er wird von Mörtel kaum gebunden und kann daher als Baustein nicht verwandt werden.

Das Gestein findet sich im Taunus, im Erzgebirge und im Thüringer Wald.

IV. Die wichtigsten Gesteinstrümmer, welche Trümmergesteine bilden, sind folgende:

1. Findlinge, Geröll, Kies.

Größere Blöcke aus Silikatgesteinen, welche in der Eiszeit aus Skandinavien in die norddeutsche Tiefebene gelangten und auf diesem Wege abgerundet wurden, heißen Findlinge und werden zu Grundmauerwerk und zur Herstellung von Pflastersteinen verwandt.

Bedeutend kleinere Gesteinstrümmer, welche in den Schluchten der Gebirge abwittern und von den Flüssen zu Tal geführt werden, heißen Gerölle und dienen als Füllmaterial im Beton.

Noch kleinere Stücke nennt man Kies und Grant. Beide dienen als Bettungsmaterial bei Eisenbahnen und zu Betonarbeiten.

IV, 2. Sand nennt man kleinste Quarztrümmer, welche meistens mit Feldspat oder Glimmer untermischt und durch Eisenoxyd und Ton gelblich gefärbt sind.

Der Quarzsand dient zur Mörtelbereitung und als Straßendeckmaterial; am besten eignet sich dazu scharfkantiger Grubensand, und weniger der Flußsand, während der Meersand wegen seines Salzgehaltes ungeeignet ist. Ferner gebraucht man Sand bei der Glasfabrikation, zum Schleifen und zum Filtrieren von Wasser.

IV, 3. Der Ton ist ein wässeriges Tonerdesilikat, welches durch Verwitterung von Feldspaten entstanden ist. Er ist häufig durch Glimmer, Sand, Kalk und anderes verunreinigt und durch Eisensalze gelb bis rot gefärbt, kommt aber auch grünlich und bläulich vor. Er dient zur Herstellung von Steingut und Terrakotten und auch zum Dichten von Wasserbecken.

Lehm nennt man ein Gemenge aus Ton und Sand, welches häufig auch noch Glimmer und Kalk enthält. Lehm mit mehr als 80⁰/₀ Ton heißt fett, solcher mit mehr als 60⁰/₀ Quarzsand mager. Er dient zur Herstellung gebrannter Steine und brennt gelb oder rot.

Ton und Lehm kommen in mächtigen Lagern vielenorts vor.

IV, 4. Mergel heißt ein inniges Gemenge aus Kalk und Ton, mit geringer Härte und erdigem oder schieferigem Gefüge und schmutzig gelber bis graubrauner Farbe. Nur die Mergel mit großem Kalkgehalt (75⁰/₀) verwendet man zu Bruchsteinmauerwerk, die übrigen aber sind wenig widerstandsfähig und dienen zur Zementfabrikation.

IV, 5. Sandsteine sind aus farblosen Quarzkörnern bestehende und mit einem kieseligen, kalkigen, tonigen oder eisenschüssigen Bindemittel verkittete

Gesteine. Meistens ist eine deutliche Schichtung, oft auch eine senkrechte Klüftung bemerkbar. Das spezifische Gewicht schwankt zwischen 2,0 und 2,7, die Wasseraufnahmefähigkeit beträgt oft bis zu 25⁰/₀.

Er ist ein wichtiger leicht bearbeitbarer, aber nicht polierbarer Baustein, dessen feinste Sorten auch zu Bildhauerarbeiten verwendet werden können. Auch zur Herstellung von Schleifsteinen dienen Sandsteine; zu Straßenpflaster aber nur die harten kieseligen. Da der bergfeuchte Stein geringere Härte besitzt, empfiehlt es sich ihn soweit als möglich im Steinbruch zu bearbeiten. Ein brauchbarer Sandstein soll gleichmäßig in Farbe und Gefüge und feinkörnig, keine Ton-, Eisenstein- oder Schwefelkiesnester enthalten und frei von Ocker sein, da durch denselben Wasser angezogen wird und der Stein abblättert.

Der kieselige Sandstein ist weiß bis grau, sehr wetterbeständig und hart und muß vor dem Verlegen besonders gut ausgetrocknet werden, da er seine Bergfeuchtigkeit nur sehr langsam abgibt. Man verwendet ihn als Pflasterstein und zu Brückenbauten.

Der kalkige Sandstein ist gelblich bis graugrün, wenig hart und nicht feuerfest wegen seines Gehaltes an kohlenurem Kalk. Dieser verträgt auch die säurehaltige Luft von Industriegegenden und den Salzgehalt der Meeresluft nicht.

Tonige Sandsteine erkennt man an dem Tongeruch. Sie sind weiß bis gelb und blaßrot, dabei häufig streifig oder geadert, gewöhnlich feinkörnig, zuweilen aber auch geschiefert. Die Festigkeit und Frostbeständigkeit ist gering, dagegen die Feuerbeständigkeit erheblich. Man verwendet sie daher im Hochofenbau und als Werksteine zu Hochbauten.

Eisenschüssige Sandsteine sind durch Eisensalze und Kieselsäure oder Ton zusammengekittet, haben eine gelbe, rote oder bräunliche Färbung, sind aber auch häufig gefleckt. Das Gestein ist nicht feuer-

beständig, hat geringe Festigkeit und wird zu Monumentalbauten verwandt.

Wichtige Fundorte für Sandsteine sind Cudowa (weiß), Rackwitz und Werthau (graugelb) alles in Schlesien, Pirna (Elbsandstein mit geringerer Festigkeit), Wertheim a. Main (dunkelrot), Höxter (rotweiß), Stadtoldendorf (rotgrau), Porta (braun), Udelfangen bei Trier (grün und bläulich), Stuttgart (blaugrün).

IV, 6. Die Grauwacke besteht aus groben oder auch feineren Quarz- oder Urgesteinstrümmern, welche durch Bindemittel verkittet sind, ist meistens grau, hat ein spezifisches Gewicht von rund 2,7, die Härte 7 und eine Druckfestigkeit von etwa 2000 kg/qcm. Kieselige Grauwacken sind sehr wetterbeständig, tonige ziemlich, kalkige und eisenschüssige sehr dauerhaft. Man verwendet Grauwacken zu Mauersteinen und Deckplatten, ferner zur Herstellung von Straßendeck- und Gleisbettungsmaterial.

Grauwacken kommen vor im rheinisch-westfälischen Schiefergebirge, im Harz und im Erzgebirge.

IV, 7. Konglomerate sind aus abgerundeten größeren Gesteinsstücken mittels eines kieseligen, kalkigen, tonigen oder eisenhaltigen Bindemittels zusammengekittete Gesteine; enthalten sie aber spitzige Gesteinsstücke, so nennt man sie Breccien. Das bekannteste Konglomerat ist der Nagelfluh, das aus eigroßen verschiedenartigen Gesteinsstücken mittels sandsteinartigen, hellen Bindemittels zusammengekittet, wetterbeständig und ziemlich druckfest ist. Er wird als Bruch- und Haustein im Hochbau, aber auch im Straßenbau verwandt und findet sich in der Nordostschweiz, in den bayrischen Voralpen und in Tirol.

IV, 8. Tonschiefer besteht aus dicht erstarrtem Tonschlamm mit feinsten Quarz- und Glimmerteilchen und ist durch Kohle grau und blauschwarz, durch Eisenoxydul grün und durch Eisenoxyd rot und violett gefärbt. Sein spezifisches Gewicht schwankt zwischen

2,8 und 3,5 und die Härte beträgt etwa 3. Da er in dünnen Lagen eben spaltet, verwendet man ihn gern zur Dachdeckung; er muß sich aber dann leicht lochen lassen, wasserundurchlässig und frei von Haarrissen sein. Er soll ferner hell beim Anschlagen klingen und darf keine Stoffe, welche Verwitterung fördern wie Schwefel- oder Kupferkies, Kalk und Eisenoxyd enthalten. Das zum Dachschiefer geeignete Gestein wird am Mittelrhein, an der Mosel, im Lahntal und bei Lehesten in Thüringen gewonnen.

Der gewöhnliche unregelmäßig geschichtete Tonschiefer wird hauptsächlich als Bruchstein und zur Zementfabrikation gebraucht.

Der in dickeren Schichten spaltende Tafelschiefer wird zu dünnen Scheidewänden und Tischplatten verwandt.

IV, 9. Die Tuffe sind aus vulkanischen Auswurfstoffen zusammengekittete, grau bis rötliche Gesteine, welche sich in frischem Zustande leicht bearbeiten lassen, mit der Zeit aber an Härte und Festigkeit zunehmen und sehr wetterbeständig sind. Der graue Basalttuff, der rötliche Porphyrtuff und der gelblichgraue Trachyttuff sind leidlich feste Bausteine. Der wetterbeständige Bimsteintuff mit dem spezifischen Gewicht 1,25 dient zur Verkleidung von Außenmauern und zu Verkleidungsgewölben. Der graugelbe, aus Bimsstein und Trachytrümmern bestehende Traß wird als hydraulischer Zuschlag dem Kalkmörtel zugesetzt.

F. Prüfung der Steine.

Die Prüfung der natürlichen Steine erstreckt sich auf ihre Festigkeit, das spezifische Gewicht, die Porosität und Dichtigkeit, die Wasseraufnahmefähigkeit,

die Härte und Abnutzbarkeit, die Frost- und Wetterbeständigkeit.

1. Die Festigkeit und im besonderen die Druckfestigkeit wird mittels Zerdrückmaschine an aus dem Gestein herausgesägten Würfeln in trockenem und auch in wassersattem Zustande ermittelt. Sie richtet sich nach den Bestandteilen und dem Bindemittel des Gesteins, nach dem Gefüge und der Porosität, ist aber unabhängig vom spezifischen Gewichte.

Die Zugfestigkeit wird an prismatischen Stäben oder Achterkörpern mit Hilfe einer Zerreißmaschine festgestellt. Sie beträgt im Mittel etwa $\frac{1}{30}$ der Druckfestigkeit, ist aber sehr verschieden je nachdem, ob das Material parallel oder senkrecht zu seinen Schichten beansprucht wird. Namentlich durchfeuchtete Steine sind sehr wenig zugfest. Man beanspruche daher natürliche Steine möglichst nicht auf Zug.

Der Biegung sind Deckplatten, Treppenstufen und Konsolsteine unterworfen. Die Biegefestigkeit wird an Stäben von $36 \times 5 \times 5$ cm Abmessungen, welche an ihren Enden frei aufliegen und bis zum Bruche belastet werden, gemessen. Sie beträgt etwa $\frac{1}{8}$ der Druckfestigkeit.

Mit Rücksicht auf die Sicherheit von Bauwerken ist die zulässige Beanspruchung der natürlichen Steine nur etwa zu $\frac{1}{20}$ der Festigkeit anzunehmen, welche sie kurz vor dem Bruche erreicht haben.

2. Die Wasseraufnahmefähigkeit wird durch Wiegen zunächst des durch Wärme getrockneten und dann des wassersatten Steines geprüft. Es wird dadurch hauptsächlich die Größe des Porenraumes festgestellt, was für die Luftdurchlässigkeit des Steines von Wichtigkeit ist. Die Druckfestigkeit wassersatter Steine ist nur bei Kalkreichtum wesentlich geringer als die trockener, weil offenbar Kalkteilchen durch das Wasser chemisch verändert werden.

3. Dauerhaft sind geeignet zusammengesetzte aus dem Berginnern entnommene Steine, welche fern von der Oberfläche, von Rutschflächen und Spaltungen liegen und nicht angewittert sind. Frostbeständig sind weiche, gleichmäßig porige Steine und zugfeste Steine, während spröde, feinporige Steine dem Froste nicht standhalten. Man prüft die Frostbeständigkeit, indem man Gesteinswürfel 25 Frostproben bei -15° und nachherigem Auftauen bei Zimmerwärme aussetzt. Einfacher ist es, eine Steinprobe ein Jahr lang dem Regen und Frost ausgesetzt liegen zu lassen und dann die Abblätterungen und Risse mit dem Vergrößerungsglas festzustellen.

Besonders dauerhaft sind dichte, schwere kiesel-säurereiche, glimmer- und feldspatarme Gesteine. Wenig haltbar sind blättrige, stark schieferige oder faserige Steine mit Gehalt an Schwefelkies, Eisenoxydulsalzen und Mangan. Im Dachschiefer ist auch kohlen-saurer Kalk schädlich; dieser braust mit Säuren (etwa HCl) auf und kann so festgestellt werden. Aus Schwefelkies bildet sich beim Glühen die stechend riechende schweflige Säure (SO_2). Ferner verlieren über gesättigter wässriger Lösung von SO_2 aufgehängt mürbe Schiefer ihren Zusammenhang und bei hohem Eisengehalt entfärbt eine Säure den Schiefer.

4. Die Härte des Gesteins wird mittels Härteskala und die Abnutzbarkeit mit Hilfe einer Abschleifmaschine geprüft.

5. Die Feuerbeständigkeit prüft man an Würfeln, welche 2 Stunden im Gasfeuer geglüht und dann plötzlich abgelöscht werden. Sie sollen hiernach keine Risse zeigen.

G. Die Gewinnung der natürlichen Steine.

Am liebsten baut man die Gesteine oberirdisch ab, weil dies Verfahren billiger ist. Sind jedoch die das Gestein überlagernden Abraummassen sehr mächtig oder schwer zu beseitigen, so ist man zu dem viel teureren, unterirdischen Betrieb gezwungen. Oberirdisch kann man einen Steinbruch in terrassenförmig vorgelagerten einzelnen Bänken oder durch Unterhöhlarbeit abbauen. Bei ersterem Verfahren gewinnt man schon zerklüftetes oder plattenartig geschichtetes Steinmaterial mittels Spitzhacke (Abbildung 1) und Brechstange; bei weicheren wie Sandstein und Marmor legt man die wagerechte Oberfläche frei, gräbt dann mit der Spitzhacke Rinnen bis zur Steinsohle und keilt den ringsum freigelegten Stein von seiner Unterlage ab. Oder aber man setzt bei weicheren Steinen in Rinnen, welche den Kanten des künftigen Werkstückes folgen, oder bei härteren in Einzellöcher Stahlkeile (Abbildung 2) ein, und treibt sie gleichmäßig an, bis der Block abspaltet. Statt der Stahlkeile können auch ausgetrocknete hölzerne verwandt werden, welche angenäßt zu quellen suchen und dadurch das Gestein auseinander treiben.

Die für die Arbeiter nicht ungefährliche Unterhöhlungsarbeit wird bei weicherem und zerklüfteten Material wie Sandstein angewandt. Dazu wird ein größeres Stück der Steinwand unterhöhlt und vorläufig mit Holzstempeln unterstützt, die nacher fortgesprengt werden.

Die Sprengarbeit ist nur dann am Platze, wenn Bruchsteine oder Schotter gewonnen werden sollen. In die mittels Stoßbohrers hergestellten Bohrlöcher kommt zu unterst die Patrone, darauf Bohrmehl und schließlich eingestampfter Lehm. Die Zündung erfolgt am besten auf elektrischem Wege.

Will man großstückigen Bruch erzielen, so ist langsam gasendes Pulver, und wenn Schotter gewünscht wird, Dynamit zu verwenden.

H. Bearbeitung der natürlichen Steine.

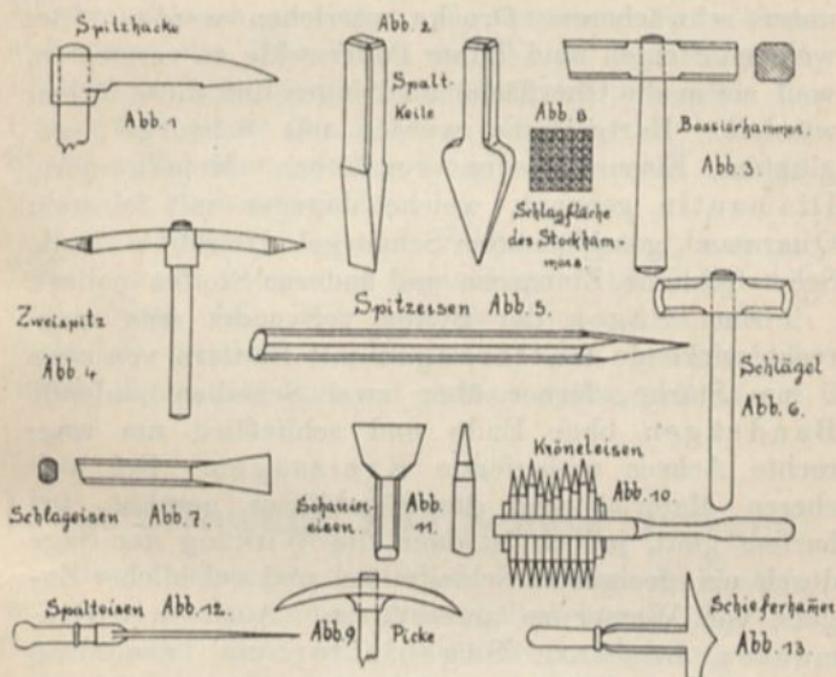
Die Steine können mit der Hand oder auch mit Maschinen bearbeitet werden, jedoch ist letzteres Verfahren noch wenig verbreitet mit Rücksicht auf die hohen Beschaffungs- und Betriebskosten, und auch weil die Steine selbst desselben Materials oft so verschieden in der Härte und im Gefüge sind, daß gleichartige Erfolge in der Bearbeitung kaum zu erwarten sind. Es werden daher bis jetzt nur einige Bearbeitungsarten an zähem, gleichartigem Material maschinell durchgeführt.

Im allgemeinen darf man weiche und spröde Gesteine, um Risse zu vermeiden, nicht mit schweren Werkzeugen aus gutgehärtetem Stahl bearbeiten, sondern nur harte, zähe Steine.

Aus dem Bruche kommende Blöcke werden mit dem Bosierhammer (Abbildung 3) zu einem Rechtecker roh behauen, wobei sie nach jeder der drei Hauptrichtungen um den Arbeitszoll von rund 3 cm größer bleiben als das fertige Werkstück, um ein genaues Nacharbeiten zur gewünschten Größe zu ermöglichen. Eine feinere Bearbeitung, das sogenannte Spitzten, geschieht bei weichem Gestein mit dem Zweispitz (Abbildung 4) und bei härterem mittels Spitzeisens (Abbildung 5) und Schlägels (Abbildung 6). Sodann werden die Seitenflächen mit 2 bis 3 cm breiten, ebenen „Schlägen“ umrändert, sodaß in der Mitte der „Posten“ unbearbeitet bleibt. Der Stein kann nun zu Rustikamauerwerk Verwendung finden oder noch weiter bearbeitet werden. Die Schläge werden mittels Schlageisens (Abbildung 7) geriffelt. Feiner

bearbeitet wird der Posten mittels Spitzeisens und endlich mittels Stockhammers (Abbildung 8), wodurch eine mehr oder minder feine Körnung erzielt wird, wie sie Treppenstufen und Bürgersteigplatten aufweisen.

Posten aus weichem Gestein werden mit dem Zweispitz, sodann mit der Picke (Abbildung 9) und



mit dem Kröneleisen (Abbildung 10) und wenn sie feiner ausfallen sollen mit dem Scharriereisen (Abbildung 11) und Hammer weiter bearbeitet, sodaß sie geriffelt erscheinen.

Geschliffen werden Steine mittels Sand, Bimsstein, Schmirgelmehl, Sandstein oder sogar Gußstahlpulver unter reichlicher Zuführung von Wasser, welches das Schleifmittel gleichmäßig verteilt und abgeschliffene

Steinteilchen wegspült. Man beginnt mit größerem Material und geht, wenn dieses unwirksam wird und kratzt, zu feinerem über. Weiche Steine werden bloß geschliffen, härtere auch poliert, wodurch das Gestein eine spiegelnde Oberfläche erhält und die Schönheit in Farbe und Gefüge deutlich zutage tritt. Man poliert mit sehr feinkörnigen, gleichmäßig scharfen Pulvern, von denen die weicheren mittels belederter Holzscheiben und die härteren mittels Metallscheiben unter schwächerem Drucke verrieben werden. Bei weichen Steinen sind bunte Poliermehle zu vermeiden, weil sie in die Oberfläche eindringen und diese färben würden. Hartgesteine werden mit Schmirgel, geglühtem Eisenrot oder rundlichen Metallkörnern, Diamantin genannt, weiche dagegen mit feinstem Quarzsand, geschlämmtem Schmirgel, Holzkohle, Kalk, Schwefelblume, Zinnasche und anderen Stoffen poliert.

Zum Sägen der Steine verwendet man waggrecht wirkende Gattersägen mit Blättern von etwa 5 mm Stärke, ferner über zwei Scheiben laufende Bandsägen ohne Ende und schließlich um waggrechte Achsen umlaufende Kreissägen. Bei weichen Material sind die Sägeblätter gezahnt, bei hartem glatt, jedoch ist dann die Wirkung der Säge durch ein geeignetes Schleifmittel und reichlicher Zugabe von Wasser zu unterstützen. Auch mit Diamanten besetzte Sägeblätter und neuerding auch Carborundblätter, welche fast ebenso wirksam wie Diamantsägen sind, werden bei hartem Gestein verwandt. Sie werden aus kristallinischem Silicium-Carbid und einem tonigen Bindemittel geformt und bis zur Weißglut gebrannt; sie erreichen eine diamantähnliche Härte.

Ferner lassen sich mittels Fräsmaschinen Profile eindrehen, mittels Drehbänke Säulen drehen und mit Hilfe von Hobelbänken mit festen Stählen beliebige Profile einschneiden. Abschleifmaschinen haben wagg-

recht umlaufende Hartgußscheiben, wobei der abzuschleifende Stein an das Maschinengestell angekettet wird und über der Scheibe liegt, und mittels dazwischen gestreuten Schleifmitteln abgeschliffen wird.

Man ätzt Steine durch ein Sandstrahlgebläse, ferner kohlenensäurehaltige Steine durch verdünnte Schwefelsäure und kieselige durch starke Kieselfluorwasserstoffsäure. In ersterem Falle werden die nicht zu ätzenden Teile der Oberfläche durch Pappe oder Blechschablonen geschützt. In letzterem Falle überzieht man die Oberfläche mit Wachs oder Asphalt, kratzt die gewünschte Zeichnung ein, umgibt das Ganze mit einem 2 cm hohen Rande und läßt die Säure mehr oder minder lange stehen, bis die gewünschte Tiefe erzielt ist.

Steinplatten, besonders Schiefer, spaltet man mit Hilfe langer biegsamer Spalteisen (Abbildung 12) vom Felsen ab. Mit dem Schieferhammer (Abbildung 13) werden die Platten in der gewünschten Größe abgegrenzt und mit dessen Spitze gelocht.

I. Verwitterung und Schutz dagegen.

Je feinkörniger und ärmer an Poren ein Gestein ist, desto weniger neigt es zum Verwittern. Hat das Gestein aber viele in der nämlichen Richtung verlaufende Poren, so verstärken sich die Frostwirkungen. Ebenso sind Haarrisse, welche durch fehlerhafte Bearbeitung oder durch häufige und starke Temperaturschwankungen entstanden sein können, gefährlich, weil Wasser in dieselben eindringt, bei Frost gefriert und Gesteinsteile absprengt.

Außer diesen mechanischen Ursachen wirken verschiedene in der Luft enthaltene Gase chemisch auf die Gesteine ein. Der Sauerstoff und Wasserdampf wandeln Schwefelkies (FeS_2) in lösliches Eisen-

vitriol ($FeSO_4$) um, welches braune Rostflecken zurückläßt. Die Kohlensäure (CO_2) und besonders die schwefliche Säure (SO_2) des Schornsteinrauches zersetzen allmählich die widerstandsfähigen Verbindungen der Kieselsäure und machen sie löslich, und viele kohlen-saure Salze werden durch CO_2 in lösliche doppeltkohlen-saure übergeführt und weggespült, so daß Rinnen und Risse in der Oberfläche der Steine entstehen, welche durch Frostwirkungen allmählich vergrößert werden.

Außerdem können Moose und Flechten namentlich auf der der Sonne abgewandten Seite der Bauwerke das Mauerwerk schädlich beeinflussen, indem einmal ihre feinsten Wurzelfasern die Haarrisse erweitern oder auch, indem sich durch Verwesung von Pflanzenteilen Humus bildet und die entstehende Humussäure Teile des Gesteins zersetzt.

Man verhütet die durch Verwitterung entstehenden Schäden, indem man von den Oberflächen der Steine den Staub und Schmutz naß abbürstet, den Ruß mittels Sandstrahlgebläses beseitigt und faulende, schlammige und jauchige Stoffe sorgfältig fernhält. Ferner empfiehlt es sich, die Steine zu schleifen und zu polieren, wodurch Wasser zurückhaltende Unebenheiten beseitigt und Poren und Haarrisse angefüllt werden. Anstriche mit Ölfarbe oder Teer, Putzen oder Bedecken mit Zinkblech, was namentlich bei Fensterbänken häufig ist, sind zwar wirksame, aber mit Rücksicht auf das Aussehen nicht immer erwünschte Mittel. Paraffintränkungen haben sich leidlich bewährt.

Vorzüglich wirkt Testalin von Hartmann und Hauers in Hannover, welches aus zwei nacheinander aufzutragenden, hellen Flüssigkeiten besteht, deren erste eine alkalische Lösung von Ölseife, und deren zweite essigsäure Tonerde enthält, sodaß sich auf und unter der Steinoberfläche unlösliche Tonerdeseife bildet.

Die Behandlung muß von Zeit zu Zeit wiederholt werden und hat sich bei allen einigermaßen porigen Steinen bewährt.

Zu Anstrichen wurde früher häufig Wasserglas verwandt, eine wäßrige Lösung von kiesel-saurem Natron oder Kali oder auch einer Mischung beider (Doppelwasserglas). Es wird gewonnen durch Zusammenschmelzen von Soda oder Pottasche mit Sand und bildet farblose Kristalle. Die Lösung wird durch die Kohlensäure der Luft unter Abscheidung schleimiger Kieselsäure zersetzt und muß daher gut verschlossen aufbewahrt werden. Wasserglasanstriche haben sich schlecht bewährt, da sie häufig abblättern.

Andere Schutzmittel, welche bei kalkigen Steinen angewandt werden können und diese dabei außerdem härtet, sind die Keßlerschen Fluorsilikate. Sie bilden mit Kalk und Magnesiasalzen unlösliche, sehr dauerhafte Fluate.

Es empfiehlt sich ferner, wagrechte oder muldenförmige Flächen zu vermeiden, da in denselben Niederschlagswasser stehen bleiben und allmählich in die Oberfläche des Steines eindringen könnte. Man schrägt daher solche Flächen zweckmäßig ab.

K. Die Verwendung im Hochbau.

1. Bruchsteine sollen nicht angewittert und nicht bergfeucht, sondern ausgetrocknet vermauert werden. Sie sollen eine einigermaßen gleiche Größe und zwei einander parallele Lagerflächen haben. Je regelmäßiger die Steine, desto geringer ist der Mörtelverbrauch und desto gleichmäßiger setzt sich das Mauerwerk. Dichte Steine entziehen dem Innern der Räume viel Wärme und lassen die Feuchtigkeit nicht hindurch, sodaß sich Schwitzwasser auf der Innenseite der Mauer absetzt. Namentlich für bewohnte

Räume ist daher poröses, die Wärme schlecht leitendes Steinmaterial am Platze. Dagegen eignet sich für Fundamente schweres, dichtes Mauerwerk, welches den Durchgang der Erdfeuchtigkeit erschwert und von dem aufgehenden Mauerwerk fernhält.

Bei der Abnahme von Bruchsteinen ist zu bedenken, daß aufgebaute Haufen lagerfester Steine etwa 30 % und unregelmäßige rund 40 % Hohlräume enthalten.

2. Werksteine dienen zur Verblendung, müssen aber zum Teil binderartig in das übrige Mauerwerk eingreifen. Sie werden an ihren Außenflächen nach der Zeichnung, an den Fugenflächen aber nur 3 cm tief genau bearbeitet. Man arbeitet weichere Werkstücke aus Kalkstein, Sandstein, Trachyt und Tuffen, und härtere aus Granit, Syenit, Diabas, Basaltlava und Porphyr.

Mit Rücksicht auf die im bergfeuchten Zustande geringere Härte bearbeitet man die Steine soweit als möglich im Steinbruch, bringt jedoch feinere Gliederungen erst auf oder nahe der Baustelle an, weil sie beim Transport beschädigt werden könnten.

Versetzt werden die Werksteine entweder in ein Mörtelbett, oder zunächst auf Keile, um später untergossen zu werden. Gipshaltige Steine vertragen Zement- und Traßmörtel nicht, weil sich Glaubersalz bildet, welches auskristallisiert und Abblätterungen hervorruft.

Verrechnet werden die Werkstücke nach dem Inhalt des kleinsten umschlossenen Rechteckers.

Hartgesteine werden auf der Ansichtsfläche gestockt, Weichgesteine fein scharriert oder geschliffen.

3. Dekorationssteine dienen zur Verkleidung von Sockeln, Wänden und Fußböden, zur Herstellung von Säulen, Ballustraden und Treppen. Sie werden geschliffen und poliert. Serpentin, Alabaster und die

Marmorarten des Südens dürfen nur im Innern, die übrigen auch im Freien verwandt werden.

4. Quadratische, rechteckige oder auch achteckige Platten in Größen bis 60 cm aus Marmor, Tonschiefer, Sandstein oder Kalkstein dienen als Fußbodenbelag.

5. Zur Dachdeckung werden 5—6 mm starke deutsche Schiefer in Abmessungen bis zu 30×60 cm und englische in noch größeren Abmessungen und in verschiedenen Formen geliefert.

L. Verwendung im Tiefbau.

1. Das vorher über die Hausteine gesagte gilt bei Tiefbauten in erhöhtem Maße. Nur gut bearbeitete, lagerhafte Steine, von denen der vierte Teil Binder mit etwa 50 cm Länge sein soll, sind zu verwenden; ihre Lagerfugen sollen senkrecht zur Außenfläche stehen und etwa 15 cm tief genau bearbeitet sein. Meist führt man das Mauerwerk in lauter 15—30 cm starken Schichten aus oder gleicht wenigstens nach jedem Meter Höhe ab.

Schwere und wenig wassergierige Steine wie Granit, Syenit, Porphyr, Grauwacke, Quarzit, Gneis und ähnliche sind besonders zur Ausführung von Wehr- oder Ufermauern geeignet. Abgedeckt werden derartige Bauwerke mit mindestens 15 cm starken Granit- oder Basaltlavaplatten.

Uferdeckwerke sind etwa 15—20 cm stark und aus Platten- oder Säulenbasaltstücken von mindestens 0,2 qm Größe herzustellen.

Belastungssteine für Sinkstücke sollen der leichteren Handhabung wegen weniger als 50 kg schwer und spitzig sein, damit sie nicht im Sinkstücke fortrollen.

Pflastersteine werden aus Findlingen oder abgesprengten Felsbrocken hergestellt. Zu Rohpflaster dienende Steine sind annähernd, dagegen zu Reihenspflaster verwandte genau als Rechtecker oder Pyramidenstumpfe mit um $\frac{1}{20}$ geneigten Seitenflächen zu bearbeiten. Die Kopffläche soll der Fußfläche parallel sein und höchstens 12 mm hohe Unebenheiten aufweisen. Je weicher das verwandte Material, desto größer muß der Stein sein. Alle Steine einer Pflasterung müssen einander gleich sein, weil sie alle unter Umständen denselben Raddruck auf die Unterlage verteilen müssen und nicht verschieden tief einsinken sollen. Da die Pferdehufe in den Fugen ihren Halt finden, muß die Breite der Steine klein bleiben und ihre Länge muß dementsprechend größer ausfallen. Die Flächengröße schwankt zwischen $10 \times 22,5$ und 12×25 cm.

Pflastersteine sollen eine Festigkeit von über 1000 kg/qcm haben, rauh und kantig bleiben. Es eignen sich dazu mittelfeiner Granit, Gabbro, Diabas, Basaltlava, Grauwacke.

Man verrechnet die Steine stückweise oder nach Quadratmeter Pflaster.

Zu Kleinpflaster werden Rechtecker von 9 bis 10 cm Seitenlänge und 7—12 cm Höhe verwandt und dicht verlegt.

Steinschlag zu Steinbahnen besteht aus Würfeln von 2—5 cm Seitenkante und wird aus besonders harten Gesteinen, wie sie vorher genannt wurden, hergestellt; sie sollen möglichst keinen Staub und Schlamm bilden.

Die Packlage der Steinbahnen soll Wasser hindurchlassen; die Steine dürfen daher nicht ganz dicht aneinander rücken; sie können aus weicherem, selbst splitterndem Material wie Kalk- und Sandstein und anderem bestehen.

Die Mosaiksteine für den Belag der Bürgersteige sind etwa 3 cm große unregelmäßige Steine aus weicherem Material. Zu Bürgersteigplatten und Bord-

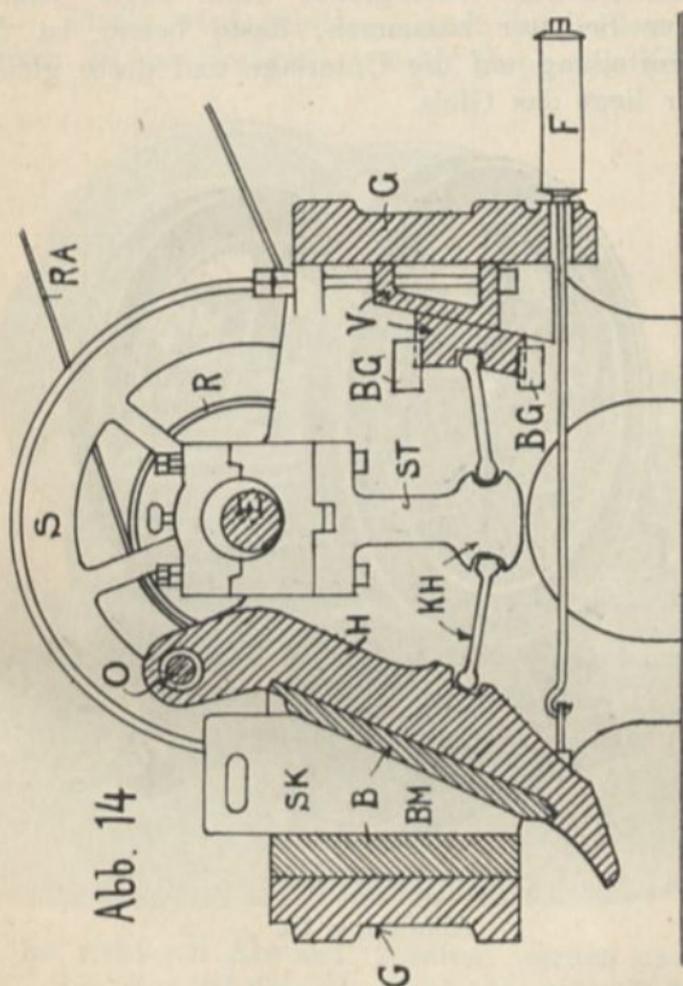


Abbildung 14.

schwollen ist hartes Gestein wie Granit oder Syenit erforderlich. Erstere sind rund 1 qm groß und 10 bis 15 cm stark, oben gestockt und unten unbearbeitet. Letztere haben ungefähr einen Querschnitt $\frac{20}{30}$, sind bis 1,50 m lang und an den Außenflächen gestockt.

Als Bettungsmaterial für Eisenbahnen empfiehlt sich Schotter aus Hartstein ohne Schwefelgehalt, bestehend aus Würfeln mit 4 cm Seitenlänge. Je gleichmäßiger die Stückgröße, desto enger schiebt sich der Schotter zusammen, desto besser ist die Druckverteilung auf die Unterlage und desto gleichmäßiger liegt das Gleis.

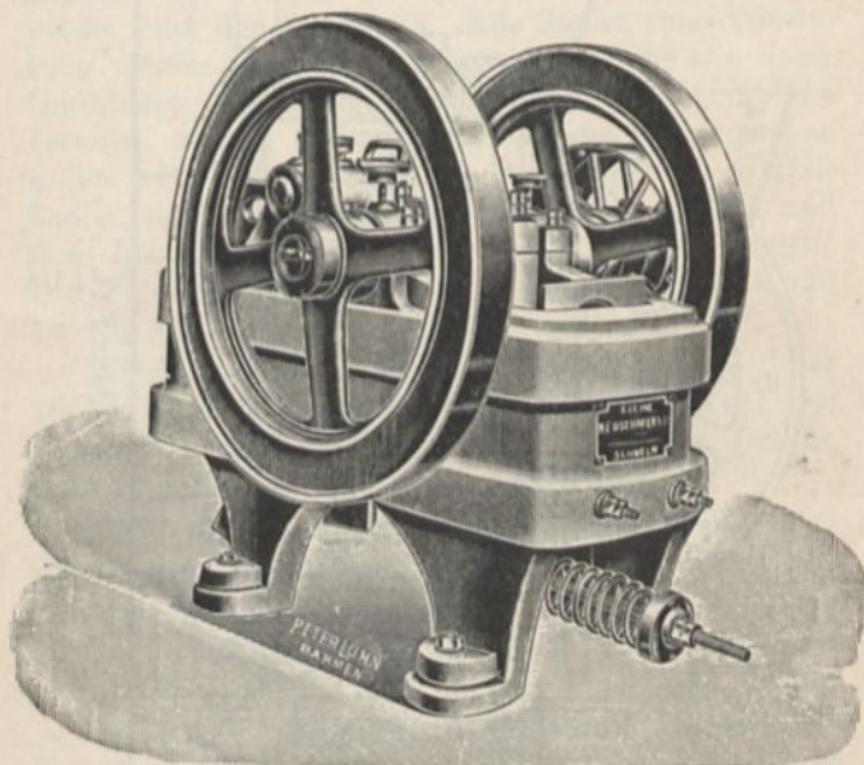


Abbildung 15.

Ferner soll der Schotter frei von tonigen Beimengungen sein, welche Wasser zurückhalten, wodurch die Schwellen leichter faulen. Das Wasser soll er möglichst rasch durchlassen. Diese Bedingungen erfüllt der neuerdings verwandte, künstlich hergestellte Natursteinschotter besser als der früher übliche Kies.

Hergestellt wird der Schotter mit Hilfe des Steinbrechers (Abbildung 14). Derselbe besteht aus dem gußeisernen Gestell *G*, dem Brechmaul *BM*, in das die zu zertrümmernden Steine eingeschüttet werden. Dieses wird gebildet durch die beiden Brechbacken *B* aus Hartguß, welche durch das Keilstück

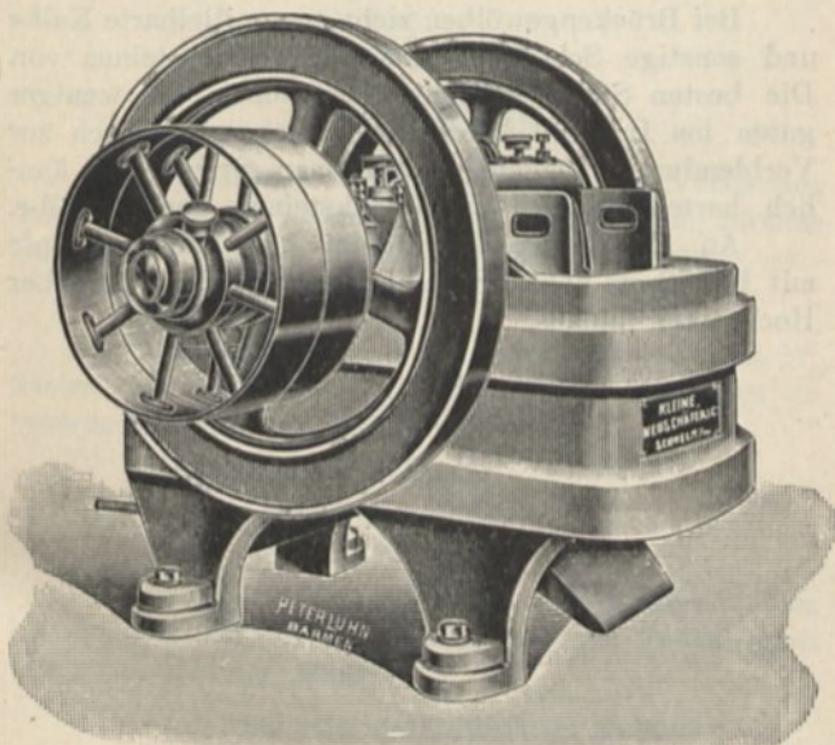


Abbildung 16.

SK im richtigen Abstand gehalten werden und von denen das eine auf dem um *O* schwingenden Hebel *H* sitzt. Angetrieben wird die Maschine durch den auf die Riemenscheibe *R* wirkenden Riemen *RA*; *S* ist das Schwungrad. Exzentrisch sitzt auf der Hauptwelle der Stampfer *ST*, der durch Auf- und Niedergehen mittels der Kniehebel *KH* den Hebel *H* hin- und herbewegt und dadurch abwechselnd eine Ver-

kleinerung und eine Vergrößerung des Maules bewirkt. F ist die Federung, und mittels der Verstellvorrichtung V und den Gleitbacken BG kann das Maul größer oder kleiner gestellt werden. Abbildung 15 ist die Ansicht eines Steinbrechers von der Seite der Federung aus und Abbildung 16 von der Seite des Brechmaules aus.

Bei Brückengewölben zieht man mittelharte Kalke und sonstige Schichtgesteine den Hartgesteinen vor. Die besten Steine kommen nach außen, die weniger guten ins Innere. Werkstücke dienen nur noch zur Verblendung. Dagegen wählt man Granit und ähnlich hartes Material zu Gelenksteinen der Gewölbe.

An Flußpfeilern verkleidet man die Vorköpfe mit bis 60 cm hohen Schichten aus Quadern bis über Hochwasser hinaus.

II. Abschnitt.

Die Mörtel.

Mörtel sollen einzelne Steine zu festen Verbänden zusammenfügen, lassen sich zu künstlichen Steinen formen und dienen häufig als Schutzschichten.

Es gibt:

A. Luftmörtel, welche nur an der Luft erhärten und daher nur zu Bauten im Trockenen zu verwenden sind. Hierzu gehören:

- a) der Lehmörtel,
- b) der Kalksandmörtel,
- c) der Gipsmörtel.

B. Wassermörtel, welche sowohl unter Wasser als auch an der Luft bei hinreichender Feuchtigkeit erhärten. Hierzu zählen:

- a) Mörtel aus hydraulischem Kalk,
- b) Romazementmörtel,
- c) Kalkmörtel mit hydraulischen Zuschlägen,
- d) Portlandzementmörtel.

A. Luftmörtel.

1. Der Lehmörtel.

Der Lehmörtel wird aus Lehm und Wasser zu einem steifen Brei angerührt und erhärtet durch Aus-

trocknen. Er wird durch Nässe aufgeweicht und muß daher gegen Schlagregen durch eine Bretterschalung, durch Dachpappe oder ein weit vorkragendes Dach geschützt werden. Seine Druckfestigkeit ist gering, daher müssen in Lehmörtel aufgeführte Mauern breit sein. Er ist ein sehr schlechter Schall- und Wärmeleiter und wird daher gern zur Ausfüllung von Zwischendecken und zu Innenmauern verwandt. Seiner Feuerbeständigkeit wegen dient er zum Ausmauern von Feuerungsanlagen.

Da der Lehmörtel billig ist, wird er vielfach bei einfachen und weniger wichtigen Gebäuden auf dem Lande und in den Kolonien angewandt. Besonders eignet er sich zu Estrichen. Zu diesem Zwecke wird erdfeuchter Lehm zerschlagen und 15 cm stark festgestampft; darauf wird etwa 10 cm stark mit Rinderblut genäßter Lehm fest gerammt, bis keine Risse mehr zu erkennen sind.

2. Der Kalksandmörtel.

Der Kalksandmörtel besteht aus Löschkalk (CaO_2H_2), Sand (SiO_2) und Wasser (H_2O).

Durch Brennen gibt der Kalkstein ($CaCO_3$) seine Kohlensäure ab und wird zu gebranntem Kalk (CaO); dieser löscht mit Wasser zu Löschkalk (CaO_2H_2), welcher mit Sand zu Mörtel verarbeitet wird.

Das mechanisch beigemengte Wasser des Mörtels verdunstet und versickert, wodurch der Mörtel abbindet, das heißt eine gewisse Härte erlangt und vorläufig am Stein haftet. Allmählich im Laufe von Wochen und Monaten wird das chemisch gebundene Wasser durch die Kohlensäure der Luft verdrängt, wodurch aus dem Löschkalk (CaO_2H_2) wieder $CaCO_3$ entsteht, welcher die Sandkörner zu einem harten Körper verkittet und mit den Steinen zu einem festen Ganzen verbindet.

Häufig bilden noch feldspatähnliche Beimengungen im Sand mit freiem Kalk kieselsauren Kalk, wodurch die Haftfestigkeit des Mörtels wesentlich erhöht wird.

Der in der Natur in den verschiedensten Formen vorkommende Kalkstein soll mindestens 90 % $CaCO_3$ enthalten. Im übrigen ist er durch Eisensalze, Magnesia, Ton, Kohle und auch Bitumen verunreinigt und daher verschiedentlich gefärbt. Er wird bei einer Hitze von etwa 1300° gebrannt und zwar zweckmäßig bruchfeucht, damit die entstehenden Wasserdämpfe ihn auflockern.

Brennt man bei zu niedriger Temperatur, so entsteht ungarer Kalk, der noch viel Kohlensäure enthält und nachgebrannt werden muß. Damit sich bei zu großer Brennhitze nicht totgebrannter Kalk, eine viel Kalksilikat enthaltende und daher nicht löschende Masse bildet, brennt man tonhaltige Kalke lieber bei niedriger Temperatur, aber entsprechend länger.

Der gebrannte Kalk (Ätzkalk) ist gegen Feuchtigkeit zu schützen.

Meistens verwendet man Brennöfen mit ununterbrochenem Betriebe und zwar folgende:

1. Schachtöfen, welche entweder von oben aus abwechselnd mit einer Schicht Kalksteine und einer Schicht Brennstoffe beschickt werden; oder aber es werden oben nur Kalksteine eingeschüttet, während sich die Feuerung neben dem Schachte befindet. Der gar gebrannte Kalk wird unten entnommen.

Nach dem ersten Verfahren wird der Stockwerkofen von Dietz betrieben (Abbild. 17, S. 54). Von der Standbühne *SB* aus wird durch die Öffnung *E* der trichterförmige Schacht *T* mit Kalksteinen beschickt; sie rutschen nach unten und werden durch die nach dem Schornstein *E* ziehenden Abgase der Feuerung vorgewärmt. Bei *A* werden Brennstoffe

zugeführt, mit dem Brenngut untermischt und mittels Schaufeln weiterbewegt, so daß alles in den Schacht *B* gerät, wo es gebrannt wird und an der Öffnung *O* entnommen werden kann.

Nach der zweiten Art arbeiten Kalköfen, wie sie in R ü d e r s d o r f bei Berlin üblich sind (Abbild. 18, S. 55). Die Kalksteine werden bei *E* in den Schacht *S* ein-

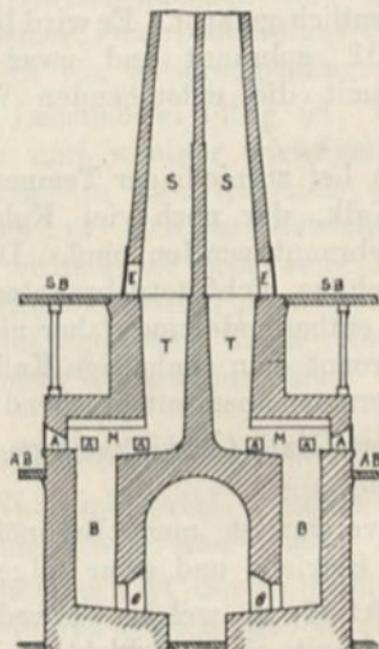


Abbildung 17.

geschüttet. Der Ofen ist sechseckig und hat drei Außenfeuerungen *F* und drei Entnahmestellen *A*. Die Mauern *M* bestehen aus einem inneren Mantel aus feuerfesten und einem äußeren aus gewöhnlichen Steinen. *R* ist der Raum für die Bedienung, *B* der Aschenfall, bei *W* steigt warme Luft auf nach den Trockenräumen *T*. Diese Öfen sind rund 14 m hoch und sollen täglich etwa 14000 kg Stückkalk liefern.

2. Ringöfen nach Hoffmann. Die Kalksteine werden mit der Hand eingesetzt; daher ist der Ofen

nur bei grobstückigem Kalk zu verwenden. Er soll bei der Backsteinbrennerei beschrieben werden.

Man löscht den gebrannten Kalk entweder zu trockenem Staubbkalk oder zu speckigem Kalkbrei. Zu ersterem Zwecke wird der Stückkalk in Körben ein paar Minuten lang unter Wasser getaucht oder ausgebreitet, mit grobem Sand bedeckt und mit der Brause gewässert. Er nimmt dann nur soviel Wasser auf, als zur Bildung von CaO_2H_2 erforder-

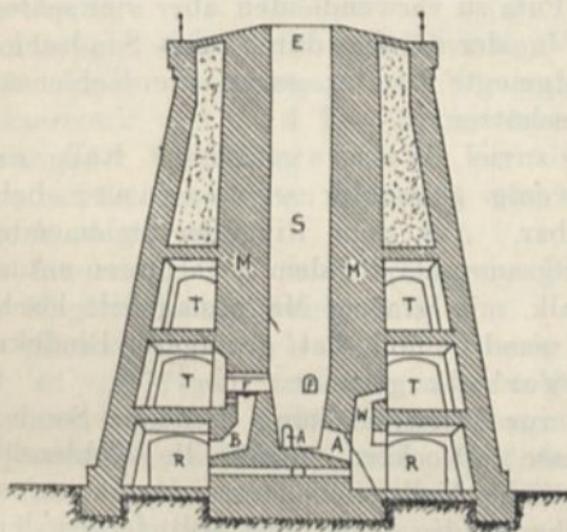


Abbildung 18.

lich ist, das heißt etwa ein Drittel seines Gewichtes und außerdem einige Teile mehr, welche bei der entstehenden Hitze verdampfen. Zur Gewinnung von Kalkbrei bringt man zunächst den Stückkalk in der Löschbank, einem flachen Kasten aus Brettern, zum losen Zerfallen und setzt dann allmählich soviel Wasser hinzu, daß Kalkmilch entsteht, welche in Gruben geleitet wird. Diese haben gemauerte oder Bretterwände, jedoch eine durchlässige Sohle, so daß das überschüssige Wasser nebst den gelösten Alkalien

versickert und verdunstet und allmählich der steife Speckkalk, ein Gemenge aus CaO_2H_2 und Wasser zurückbleibt, welches unmittelbar zur Mörtelbereitung dient. Fingerbreite, durchgehende Risse im Speckkalk verraten, daß er im wesentlichen gelöscht ist. Je länger er in der Grube bleibt, desto gründlicher löschen auch die kleinsten Teilchen, so daß das spätere schädliche Nachlöschen im Mauerwerksverbande vermieden wird. Man entnimmt daher den zum Mörtel dienenden Kalk etwa nach 3 Wochen, den zum Putz zu verwendenden aber viel später. Der Kalk ist in der Grube durch eine Sandschicht oder durch aufgelegte Bretter gegen die Kohlensäure der Luft zu schützen.

Mit zuviel Wasser gelöschter Kalk ersäuft, mit zu wenig gelöschter verbrennt; beide sind unbrauchbar. Aus dem Ringofen stammender Kalk löscht langsamer als der dem Schachtofen entnommene. Auch Kalk mit großem Magnesiagehalt löscht langsam, ist sandig und hat geringere Bindekraft; er wird Magerkalk genannt.

Der zur Mörtelbereitung dienende Sand soll die Mörtelmasse auflockern, damit die Kohlensäure der Luft sämtliche Kalkteilchen erreichen kann, und muß daher scharfkantig sein. Er soll ferner leicht am Kalk haften und muß daher frei von Lehm und organischen Verunreinigungen sein. Weiter soll er den Fettkalk am allzustarken Schwinden hindern und vor dem Erhärten des Kalks dem Mörtel die nötige Festigkeit verleihen. Aber auch aus Sparsamkeitsrücksichten verwendet man reichlich Sand, und zwar zweckmäßig ein Gemenge aus groben und feinen Körnern, von denen die letzteren die Zwischenräume zwischen ersteren schon zum größten Teile ausfüllen, so daß nur noch wenig Kalk als Bindemittel in den übrig bleibenden Hohlräumen erforderlich wird. Am besten ist scharfkantiger Gruben-

sand, während Flußsand wegen seiner organischen Beimengungen und Meersand wegen seines Salzgehaltes weniger brauchbar sind.

Das zum Mörtel und auch zum Löschen des Kalks dienende Wasser muß frei sein von organischen Stoffen und von gelösten Salzen, da diese später Ausblühungen am Mauerwerk hervorrufen würden. Es ist daher Moor-, Sol- und Seewasser, aber auch hartes, das heißt, viel Kalksalze enthaltendes Quellwasser zu vermeiden. Am besten eignet sich Regenwasser.

Man mischt den Kalk und Sand im Verhältnis 1:2 für schwer belastetes, 1:3 für aufgehendes Ziegelmauerwerk und 1:4 für Bruchsteinmauerwerk im Fundament. Putzmörtel ist im Verhältnis 1:2 gemischt, enthält sehr feinen Sand und wird höchstens 3 cm stark aufgetragen.

Mit Rücksicht auf seine geringere Bindekraft verträgt Magerkalk nur wenig Sand.

Die Rohstoffe zum Mörtel sind innig mit der Schaufel zu vermengen, und der angemachte Mörtel ist bald zu verarbeiten. Sein Abbinden beginnt rasch, die vollkommene Erhärtung tritt aber erst nach Jahren ein. Unter -2°C darf höchstens mit warmem Wasser angemachter Mörtel vermauert werden. Gegen Nachfröste ist frisches Mauerwerk durch Matten, Dachpappe oder Ziegellagen zu schützen. Die zu vermauernden Steine sind anzunässen, damit sie dem Mörtel die Feuchtigkeit nicht absaugen. Befrorene Steine dürfen nicht vermauert werden.

3. Gipsmörtel.

Der Gipsstein ($\text{Ca}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$) gibt beim Brennen bis auf etwa $+150^{\circ}$ $1\frac{1}{2}$ Teile seines Wassers ab und wird zu Schwachbrandgips. Steigert man die Hitze bis über 200° , so brennt er tot und

wird unbrauchbar. Bei etwa 400° jedoch gibt er den Rest an Wasser ab und bildet Mauergips.

a) Der Schwachbrandgips bindet, mit Wasser angemacht, innerhalb weniger Minuten ab, erhärtet aber erst nach einer halben Stunde, wobei er Wasser aufnimmt. Mit Leimwasser angemacht erhärtet er langsamer, wird aber fester. Dem Wetter ausgesetzte Gipsornamente tränkt man mit heißem Leinöl oder versieht sie mit einem Ölfarbenanstrich. Der Schwachbrandgips kommt in drei Korngrößen vor:

α) der grobkörnige dient mit einem Kalk- und Sandzusatz zum Putzen, ferner zur Herstellung von Gipsdielen und feuerbeständigen Rabitzwänden. Letztere bestehen aus einem gespannten und verzinkten Eisendrahtgewebe, welches mit der mit Leimwasser angemachten und mit Kalk, Sand und Kuhhaaren versetzten Gipsmasse umhüllt wird.

β) der mittelfeine dient zur Herstellung von Stuckmarmor und zu Stuckarbeiten.

Es gibt Trockenstück, der massenweise in nachgiebigen Leimformen gegossen und fertig mit Gipsmörtel angesetzt wird. Hierzu gehören Deckenrosetten, Vouten und ähnliches im Innern der Gebäude, welche mit Holzschrauben befestigt werden.

Ferner gibt es angetragenen Stuck, welcher im wesentlichen Gipsputz ist, der an der Mauer während des Erhärtens geformt wird. Im Freien verwendet man statt dessen hydraulischen Kalk.

γ) Der feinstkörnige Schwachbrandgips wird zum Abformen von Gegenständen verwandt, besonders weil er beim Erhärten sein Volumen ausdehnt und daher die feinsten Konturen der Form scharf ausfüllt.

b) Der Mauergips dient als Mörtel zu Mauerwerk und zur Herstellung feuersicherer Estriche. Ein Zusatz von Kalk, Sand oder Ziegelmehl verlangsamt das Abbinden und verringert die Festigkeit, verbilligt aber den Mörtel.

Zur Herstellung von Estrichen wird der steife Mörtel in einer Schicht von etwa 5 cm Stärke auf ein feuchtes Sandbett aufgetragen und mittels Richtscheites abgeglichen. Hat er abgebunden, so daß er dem Fingerdruck nicht mehr nachgibt, so wird er mit Holz- oder Eisenklopfern festgeschlagen, bis er Wasser ausschwitzt und schließlich mit biegsamen Stahlkellen nachgeglättet.

Gipsestrich eignet sich als Unterlage für Lino-
leum, ferner als Fußbodenbelag in Badestuben, oder als Dachfußboden. Mauerwerk und Holz, welche das zum Erhärten nötige Wasser aufsaugen, sind als Unterlage unter dem Gipsestrich ungeeignet.

Tränkt man schwachgebrannten Gips mit Alaunlösung, brennt ihn dann bis zur Rotglut und vermahlt ihn, so entsteht der weiße, sogenannte Marmorzement, der zur Nachahmung von Marmor verwendet wird.

Annalith ist ein Beton, bestehend aus Estrichgips, scharfkantigem Sand und Steinschlag, welcher in Formen zu einem wetterfesten Steine erstarrt.

B. Wassermörtel.

Die wesentlichsten Bestandteile der Wassermörtel sind CaO , ferner Al_2O_3 und SiO_2 , von denen die beiden letzteren schon hohen Hitzgraden ausgesetzt gewesen, das heißt, „aufgeschlossen“ sein müssen. Sie gehen dann in der Hitze mit Kalk eine säure-

reiche Silikatverbindung ein; es bildet sich aber auch ein Kalk-Tonerdesilikat und ein Kalk-Eisen-silikat. Unter Einfluß des Wassers zerspaltet sich die Kalksilikatverbindung wieder, wobei Wasser chemisch gebunden wird und CaO auskristallisiert, um die übrigen Bestandteile zu verkitten. Ein Teil des CaO wird später durch die Kohlensäure der Luft gebunden.

1. Der Wasserkalk.

Der Wasserkalk wird aus gelben und grauen Kalkmergeln, das heißt, Kalken mit 15 bis 30⁰/₀ Ton oder freier Kieselsäure durch langdauerndes Brennen bei Rotglut hergestellt. Der Brand soll die Kohlensäure austreiben und den Ton zum Teil aufschließen, darf aber nicht bis zur Sinterung gesteigert werden, weil sich der Kalk sonst nicht mehr mit Wasser verbindet. Im übrigen löscht der Wasserkalk viel langsamer als der gewöhnliche und erhärtet erst spät, aber auch ohne Luftzutritt; allerdings muß er vorher ein paar Tage lang an der Luft die Erhärtung begonnen haben. Nach vier Wochen erlangt er häufig eine Druckfestigkeit von 50 kg/qcm und nach einem Jahre von über 100 kg/qcm.

Man mischt mit Sand im Verhältnis 1 : 2 und verwendet ihn zu starken Fundamentmauern, zu Brückenpfeilern, Tunnelausmauerungen und zum Verputzen von Wänden, die dem Wetterschlag ausgesetzt sind.

Er wird besonders bei Trier, Beckum und Teplitz gewonnen.

2. Der Romazement.

Der Romazement ist ein Wassermörtel mit 30 bis 80⁰/₀ Ton und Kieselsäure. Er ist gelb bis braun, wird ebenfalls unterhalb der Sintergrenze gebrannt und muß dann fein gemahlen werden, weil

er in Stücken nicht löscht. Er bindet sehr rasch ab und muß daher schnell verbraucht werden. Die Druckfestigkeit des Mörtels 1:3 ist etwa 75 kg/qcm, also größer als die des gewöhnlichen Wasserkalks, aber erheblich unter der des Portlandzements; sie steigt im Verlauf eines Jahres ungefähr auf das Doppelte.

Wegen des raschen Abbindens verwendet man ihn häufig im bewegten Wasser, also im Wellenschlag des Meeres oder der Flüsse, ferner zum Verschließen von Wasseradern, zu Fundamentarbeiten und zwar hauptsächlich da, wo er gewonnen wird, also in der Umgegend von Ulm, Minden, Bielefeld

3. Hydraulische Zuschläge.

Die hydraulischen Zuschläge sind tonreiche Mergel vulkanischen Ursprungs und waren daher früher in der Natur hohen Hitzgraden ausgesetzt, so daß die Tonbestandteile aufgeschlossen sind. Sie werden zum Gebrauche mit Kalkbrei vermengt. Sand setzt man nur aus Sparsamkeitsrücksichten hinzu. Mörtel aus diesen hydraulischen Kalken haben wohl oft eine hohe Zugfestigkeit, sind aber weniger druckfest und widerstandsfähig als Portlandzement.

a) Der Traß ist ein graugelbes, tuffiges Gestein, welches man am besten in Stücken bezieht, weil es gemahlen an der Luft an Bindekraft verliert und außerdem von Verfälschungen schwer zu unterscheiden ist. Der mit Kalk angemachte Traßmörtel bleibt auch bei Frost volumenbeständig und wasserdicht und wird daher gern zu Talsperren, Ufermauern, Brückenpfeilern und unter Wasserdruck stehendem Tunnelmauerwerk verwandt. Außerdem macht ein Zusatz von Traß zum Portlandzement diesen widerstandsfähiger gegen Seewasser.

Unter Wasser verwendet man einen Mörtel aus 2 Raumteilen Traß und einem Raumteil Kalk, über

Wasser dagegen 1 Teil Traß, 1 Teil Kalk und 1 Teil scharfen Sand. Die Druckfestigkeit dieses Mörtels ist ungefähr die des Romanzements. Mischungen mit Portlandzement nehmen die Eigenschaften des Trasses zum Teil an, sind aber in den Gegenden seines Vorkommens billiger als Portlandzement allein.

Er wird besonders in den Tälern der Eifel gewonnen.

b) Die **Puzzolanerde** ist ein graues bis braunes tuffiges Gestein, welches bei Neapel gefunden wird und gerade so wie der Traß verarbeitet wird, aber ohne dessen Festigkeit zu erreichen.

c) Die **Santorinerde** stammt von den Inseln des ägäischen Meeres und ist eine graue Tuffart. Bezüglich der Eigenschaften und der Verwendung ähnelt sie der Puzzolanerde, darf aber nur unter Wasser verwandt werden, weil der Mörtel sonst reißt.

d) Auch Kunstprodukte wie Ziegelmehl, Bimssteinmehl, gemahlene, abgeschreckte Hochofenschlacke zählen zu den hydraulischen Zuschlägen, da sie Ton in aufgeschlossener Form enthalten; sie werden mit Kalkbrei oder auch mit Staubkalk zu Mörtel verarbeitet. Der Eisenportlandzement ist eine Mischung des echten Portlandzements mit gemahlener Hochofenschlacke. Alle diese Erzeugnisse werden aber von dem Portlandzement weit übertroffen.

4. Der Portlandzement.¹⁾

a) Rohstoffe.

Portlandzement ist ein künstlicher Wassermörtel, der gewonnen wird durch innige Vermengung toniger und kalkiger Rohstoffe, Brennen derselben bis zur

¹⁾ Vergl. „Haase, Portlandzementfabrikation“. Bibl. der ges. Technik. In Vorbereitung.

Sinterung und nachheriger Vermahlung bis zur Mehlfeinheit.

Als Rohstoffe eignen sich daher:

1. Mergel, welche von vornherein Ton und Kalk im richtigen Verhältnis enthalten,
2. Kalkmergel mit geringem Tongehalt, welche daher Tonzusätze erhalten müssen,
3. Tonmergel mit wenig Kalk, welchen Kalk zugesetzt wird,
4. endlich mischt man auch den Portlandzement aus reinem Kalk und Ton.

Sand wirkt aber nachteilig. Außerdem soll er nicht mehr als 3 % Magnesia enthalten, weil gesinterte Magnesia mit dem Ton keine Verbindung eingeht, sondern unverändert bleibt, sehr spät löscht, sich dabei stark ausdehnt und Zementkörper zum Bersten bringt.

Der gebrauchsfertige Portlandzement besteht aus:

Kalk CaO	58 bis	65 $\frac{1}{2}$	%
Kieselsäure SiO_2	20	" 26 $\frac{1}{2}$	"
Eisenoxyd	2	" 4 $\frac{1}{2}$	"
Tonerde Al_2O_3	4	" 9 $\frac{1}{2}$	"
Magnesia MgO	bis	3	"
Alkalien	"	3	"
Schwefelsäure	"	2	"
unaufgeschlossener Rückstand	"	1,05	"
Glühverlust		Rest	

Je gründlicher der Zement gesintert hat, desto weniger unaufgeschlossener Rückstand, der sich in Salzsäure nicht löst, bleibt zurück und desto größere Bindekraft hat der Zement.

b) Herstellung.

Bei der Herstellung des Zements unterscheide man:

1. Das Verfahren mit Verziegelung, bei welchem aus den Rohstoffen vor dem Brennen Ziegel geformt werden, um sie leichter handhaben zu können. Das Brennen erfolgt im Rüdersdorfer Kalkofen (Abbild. 18) oder dem Stockwerkofen nach Dietz (Abbild. 17) oder auch im Ringofen (Abbild. 47). Dieses Verfahren hat sich besonders auf dem europäischen Kontinent entwickelt.

Je nach dem Zustand, in welchem die Rohstoffe verarbeitet werden, gibt es ein Trockenverfahren und ein Naßverfahren.

Soll Kalk und Ton in steinartiger Form als Rohstoff verwandt werden, so wird jeder der beiden Rohstoffe gesondert fein gemahlen, in bestimmtem, durch die chemische Analyse festgesetztem Verhältnisse innig gemischt, leicht angefeuchtet und dann mit der Stempelpresse zu Ziegeln geformt.

Das Naßverfahren wird angewandt, wenn die Rohstoffe in plastischer und weicher Form gefunden werden, oder wenn sie zwecks Reinigung geschlämmt und daher in die nasse Form übergeführt werden müssen. Sie werden dann mittels Tonschneiders gemischt, mit der Strangpresse verziegelt und an der Luft oder im Kanalofen getrocknet. Schließlich werden sie bei beiden Verfahren bis zur Sinterung gebrannt und bis zur Mehlfeinheit zermahlen.

2. In den Vereinigten Staaten von Nordamerika hat sich das Verfahren ohne Handarbeit herausgebildet und ist auch schon viele Jahre lang in Deutschland in Gebrauch.

Als Brennapparat dient (Abbildung 19) ein Kessel von bis 20 m Länge und etwa 1,5 m Durch-

messer, welcher schwach geneigt liegt, eine feuerfeste Ausfütterung hat und sich langsam um seine Längsachse dreht. Der Antrieb erfolgt auf den Zahnkranz *A* und gelagert ist der Drehrohrofen auf Rollen (siehe Schnitt *a—a*).

Das gemischte Rohmehl bei dem Trockenverfahren oder der Rohschlamm bei dem Naßverfahren rutscht durch den Trichter *RT* in die Brenntrommel *BT*, wird dort in dem oberen Teile vorgewärmt und

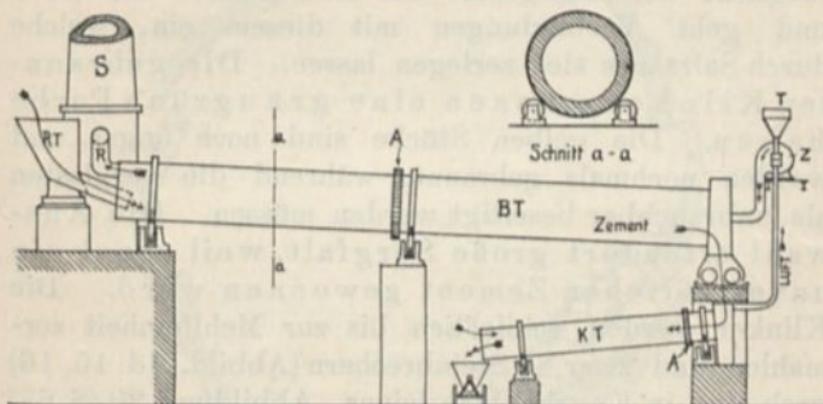


Abbildung 19.

in dem unteren gebrannt, fällt zu Klinkern zusammengesintert in die Kühltrommel *KT* und verläßt diese abgekühlt an ihrem unteren Ende. Ihr entgegen wird ein Gemisch von heißer Luft und Kohlengrus mit der Zentrifugalpumpe *Z* durch die Trommel *BT* geblasen, welches die zum Brennen des Zements erforderliche Hitze erzeugt und durch das Rauchrohr *R* in den Schornstein *S* entweicht. Der Kohlengrus wird durch den Trichter *KT* eingegeben und die Luft strömt in die Kühltrommel *KT* den glühenden Klinkern entgegen, diese abkühlend und sich dabei erwärmend und wird von der Pumpe *Z* angesogen.

Ein Vergleich der beiden Verfahren ergibt, daß zu ersterem mehr Handarbeit, zu letzterem aber mehr
Wagner, Die Baustoffe.

Maschinenkraft und Brennstoffe erforderlich sind. Der Drehrohrofen ist daher dort am Platze, wo die Kohlen billig, die Arbeitslöhne aber hoch sind.

In beiden Fällen muß die Rohmasse bis zur Sinterung, das heißt, bis etwa 1500° gebrannt werden, weil erst dann der Portlandzement seine ihn auszeichnenden Eigenschaften erlangt. Dabei entweichen zunächst die Kohlensäure und das mechanisch und chemisch gebundene Wasser; sodann ermöglicht der Kalkgehalt das Aufschließen des Tons und geht Verbindungen mit diesem ein, welche durch Salzsäure sich zerlegen lassen. Die gebrannten Klinker müssen eine graugrüne Farbe haben. Die gelben Stücke sind noch ungar und werden nochmals gebrannt, während die verglasten als unbrauchbar beseitigt werden müssen. Die Auswahl erfordert große Sorgfalt, weil sonst ein unverlässlicher Zement gewonnen wird. Die Klinker werden schließlich bis zur Mehlfeinheit zermahlen und zwar in Steinbrechern (Abbild. 14, 15, 16) grob und in Kugelmühlen feiner. Abbildung 20 (S. 67) stellt einen Querschnitt letzterer dar. Die Mühle besteht aus einzelnen Mahlplatten, durch deren Zwischenräumen das bei der Umdrehung der Mühle von den Kugeln zermahlene Zementmehl austreten kann.

Da der Zement aber noch einige Hundertteile ungebundenen Ätzkalks (CaO) enthält, welcher ihn zu hitzig abbinden läßt, breitet man ihn zweckmäßig in einer trockenen Halle in niedriger Schicht aus und ermöglicht der Kohlensäure der Luft, den CaO zu binden. Der Zement wird schließlich in Silos aufgespeichert oder auch in mit Papier ausgelegten Fässern verpackt und muß trocken lagern.

Der von zuverlässigen Werken gelieferte Zement zeigt als Mörtel verarbeitet das im folgenden genannte Verhalten.

c) Lieferungsbedingungen.

Für die Lieferung und Prüfung des Portlandzements gelten in Deutschland folgende vom Verein deutscher Portlandzementfabrikanten im Jahre 1887 aufgestellte Normen:

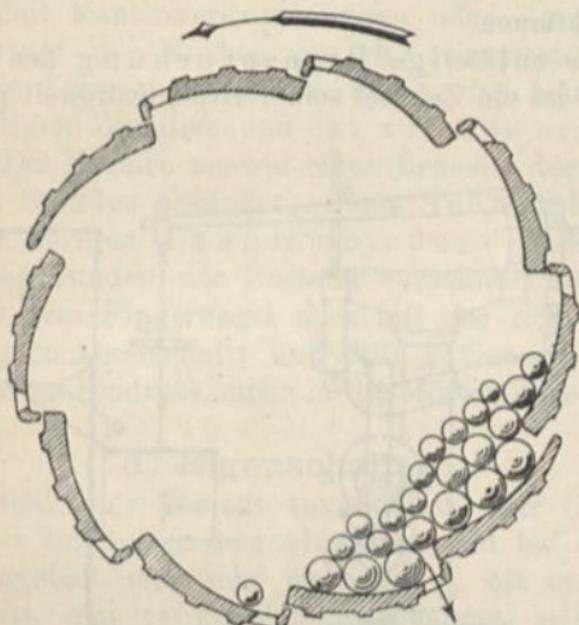


Abbildung 20.

1. Der Zement kommt in Fässern mit 170 kg Inhalt in den Handel. Das Faß selbst wiegt 10 kg. Einen Streuverlust von höchstens 2 0/0 muß sich der Empfänger gefallen lassen.

3. Der Zement soll so zugfest sein, daß auf einem Sieb mit 900 Maschen auf jedes Quadratcentimeter nur 10 0/0 gröbere Rückstände zurückbleiben.

2. Der Zement soll so fein gemahlen sein, daß ein achterförmiger Körper aus Zementmörtel 1:3, welcher einen Tag an der Luft und 27 Tage unter Wasser erhärtet ist und der an der Einschnürung einen Querschnitt von 5 qcm hat, mindestens eine

Bruchfestigkeit von 16 kg/qcm aushält, ohne zu brechen.

Die Druckfestigkeit wird geprüft an einem Würfel mit 50 qcm großen Seitenflächen aus Mörtel 1:3, der wie der vorher genannte Achterkörper erhärtet. Er soll einen Druck von mindestens 160 kg/qcm aushalten können.

Als zulässige Beanspruchung des Zementmörtels ist ein Zehntel seiner Bruchfestigkeit gestattet.

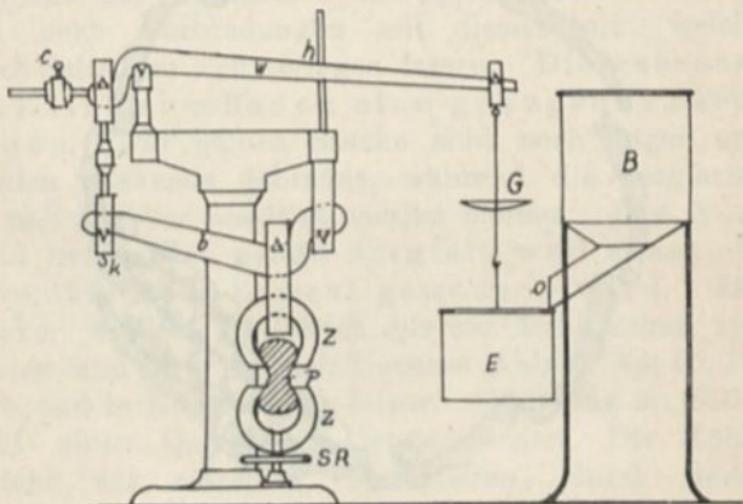


Abbildung 21.

Auf Zug werden die Probestücke *P* mittels des Zugfestigkeitsmessers nach Michaelis geprüft (Abbildung 21), welcher ein Hebelwerk mit fünfzigfacher Übersetzung ist. Der Probekörper *P* wird mit den Zangen *Z* gefaßt, und sobald aus dem Behälter *B* genügend Schrot in den Eimer *E* eingeflossen ist, reißt der Probekörper, der Eimer fällt und gleichzeitig schließt sich der Behälter. Das Gewicht des Eimers mit Schrot multipliziert mit 50 ergibt die Bruchkraft. Das Schalgengewicht *G*, das verschiebbare Gewicht *C* und das Stellrad *SR* sind für die Einstellung der Vorrichtung erforderlich.

Die Druckfestigkeit wird meistens mittels hydraulischer Presse ermittelt.

4. Zur Prüfung der Raumbeständigkeit läßt man Kuchen aus reinem Zement und Wasser auf einer Glasplatte einen Tag lang an feuchter Luft und 27 Tage unter Wasser erhärten. Zeigen sich während dieser Zeit Kantenverkrümmungen oder Kantenrisse, oder springt der Kuchen von der Glasplatte ab, so neigt der Zement zum „Treiben“, das heißt, zum vollständigen Zerfallen und ist zu verwerfen.

5. Die Normen nennen einen Zement, der rascher als in 2 Stunden abbindet, einen Schnellbinder und die übrigen Langsambinder. Dabei wird unter abgebunden der Zustand verstanden, bei dem man mit dem Fingernagel oder mit der Normalnadel von 1 qmm Querschnitt und 300 g Gewicht keinen wesentlichen Eindruck mehr in die Mörtelmasse machen kann.

d) Eigenschaften.

Enthält der Zement zuviel Kalk oder Gips, so erfährt er bald nach dem Abbinden, und bei starkem Magnesiumgehalt erst sehr viel später, oft erst nach Jahresfrist, eine starke Volumenzunahme, zeigt viele Risse auf der Oberfläche, namentlich an den Kanten und zerfällt schließlich. Man nennt diese gefährliche Erscheinung, welche auch auf schwachem Brand und auf ungenügende Feinung zurückgeführt werden kann, „Treiben des Zements“. Man darf aber Trieb- risse nicht mit gewöhnlichen Schwindrissen verwechseln, welche sich beim Trocknen stark genäßten Mörtels in der Sonne oder in sehr trockener Luft bilden.

Im übrigen beschleunigen schwacher Brand und Trockenheit das Abbinden, während hoher Gehalt an Kieselsäure und Gips es verlangsamen.

Das spezifische Gewicht des erhärteten Zements beträgt ungefähr 3,0, das des mehlartigen bis 3,25.

Zusätze von Traß zum Portlandzement erhöhen nach längerer Erhärtung seine Zugfestigkeit etwas, dagegen die Druckfestigkeit kaum.

Die Festigkeit des Zementmörtels gegen Abnutzung ist namentlich bei Fußbödenbelägen wichtig; sie ist besonders groß bei Mischungen 1:1 und 1:2, dagegen geringer sowohl bei reinem Zement als auch bei sandreicheren Mischungen.

Die Volumenbeständigkeit ist bei reinem Zement gering, dagegen bei Mörtel 1:3 am größten.

Gegen gewöhnliches Wasser, auch wenn es etwas Kohlensäure enthält, ist der Zementmörtel sehr widerstandsfähig. Ist aber das Wasser außergewöhnlich rein und enthält daher keine Mineralsalze und wird der Zementmörtel fortwährend von frischem Wasser bestrichen, wie in Wasserbecken, so löst sich der ungebundene Kalk namentlich in Gegenwart von Kohlensäure und wird fortgeführt, und der Zement lockert sich. Meistens bildet sich aber gleichzeitig auf der Oberfläche ein gallertartiger dichter Überzug von Eisenoxyd, Kieselsäure und Tonerde, der den Zement gegen weitere Angriffe schützt; diese Schicht darf aber dann nicht abgebürstet werden. Zweckmäßig wählt man in solchen Fällen sehr dichten Zement und überzieht ihn mit Asphaltlack oder Siderosthen.

Von Mineralwässern greifen nur solche mit schwefelsauren Salzen den Zement an. Alkalien sind ohne Einfluß auf den erhärteten Zement. Kohlensäure Salze vermehren seine Festigkeit und von Chlorsalzen ist nur das Chlormagnesium gefährlich, weil es lösliches Chlorkalzium bildet. Deshalb erlangt auch mit Meerwasser angemachter oder in diesem erhärtender Zementmörtel nicht die im Süßwasser erreichte Festigkeit. Jedoch bilden sich aus der ebenfalls ausgeschiedenen Magnesia und der Kohlensäure des Meerwassers kohlensäure Salze, welche die Poren der Ze-

mentkörper schließen; dadurch wird ebenso wie durch die Dichtigkeit des Mörtels das Seewasser am Eindringen verhindert, so daß hiernach der Zementmörtel an Festigkeit zunimmt, vorausgesetzt, daß er nicht zu mager ist und sachgemäß verarbeitet wurde.

Teer und Mineralöle wie Petroleum greifen den Zement nicht an; dagegen bilden fette Öle Kalkseifen, welche namentlich den mageren Zement erweichen, während schon längere Zeit an der Luft erhärteter Mörtel 1 : 1 kaum angegriffen wird.

Kanalwässer bilden mit ihren fetten und schleimigen Stoffen auf der Innenleitung von Zementröhren die sogenannte Sichelhaut, welche die Zementmasse selbst gegen schwache Säuren schützt.

Eisen wird von Zementmörtel, der mit Süßwasser angemacht wurde, nicht angefressen, sondern im Gegenteil gegen Rostbildung geschützt. Dagegen wird Blei und Zink häufig von großporigem Zement zerstört und muß daher durch einen Anstrich mit Asphaltlack geschützt werden.

Hohen Wärmegraden in heißem Klima ist Portlandzement gewachsen, wenn er nur während des Erhärtens feucht bleibt. Im übrigen verträgt er Hitzen bis 300° gut und hat sich bei Feuersbrünsten vorzüglich bewährt, so daß er als feuersichere Ummantelung des Eisens gilt.

Dem abgebundenen Zementmörtel schadet selbst starker Frost nichts. Bei frischem Mauerwerk verlangsamt der Frost das Abbinden. Man wärme daher Sand und Wasser an und setze sparsam Wasser hinzu, oder man verwende Schnellbinder.

Den übrigen Wassermörteln ist der Portlandzement durch seine große Haltbarkeit und Beständigkeit und seine bedeutende Erhärtungsfähigkeit weit überlegen. Er haftet besser am Stein und wird rasch dicht, so daß er sich besonders zu Wasserbauten

eignet. Besonders aber durch seine Wetterfestigkeit und Frostbeständigkeit übertrifft er sie erheblich.

Farbzusätze, etwa 6 bis 15⁰/₀, welche nur mineralischer Art sein dürfen, vermindern im allgemeinen die Festigkeit des Zementmörtels; nur Ultramarin, welches viel Kieselerde und Tonerde enthält, wirkt häufig sogar entgegengesetzt. Schwarze und dunkelgrüne Töne werden erzeugt durch Zusatz von Kohlenschwärze oder Braunstein, blaue und grüne mittels Ultramarin, gelbe und braune durch Ocker und Rot durch Eisenoxyd, welches aber von Schwefelsäure frei sein muß; sonst entsteht Gips, welcher das Abbinden verlangsamt und womöglich treibt. Helle Färbung, wenn auch nicht weiß, wird durch Marmor-mehl erzeugt. Die widerstandsfähigsten Farben erzielt man durch Beimengung farbigen Steinmehls, wodurch außerdem das Aussehen von natürlichen Steinen täuschend nachgeahmt wird.

e) Verarbeitung.

Der Zementmörtel wird meistens mit Sand und Wasser angemacht und zwar nach verschiedenen Mischungsverhältnissen.

1. Reiner Zement ohne Sandzusatz wird nur unter Wasser verwandt und dient zum Stopfen von Quellen, zur Herstellung von Wasserbehältern und zu rost-sicherem Anstriche des Eisens.

2. Mörtel 1 : 1 und 1 : 2 sind zweckmäßig beim Putzen von Wetterwänden, bei Bodenbelägen, die starker Abnutzung unterliegen, und bei stark belasteten Mauerteilen und Gewölben; ferner zum Dichten von Muffen, zum Vergießen von Geländerpfosten und Eisenankern im Mauerwerk.

3. Mörtel 1 : 3 dient zur Ausführung gewöhnlichen Zementmauerwerks.

4. Mörtel 1 : 4 wird bei Fundamenten und zur Herstellung von Kunststeinen verwandt.

Als Sand dient möglichst reiner, scharfkantiger Quarzsand, der frei ist von tonigen, dem Sande anhaftenden, ferner von schlammigen oder organischen Bestandteilen. Geringe Mengen lose beigemischtem Tones und Sand aus Kalksteintrümmern sind unbedenklich.

Feinen Sand verwendet man zum Dichten und zum Putzen, gröberen dagegen, wo große Festigkeit erzielt werden soll. Um mit möglichst wenig Zement auskommen zu können, wählt man zweckmäßiger Weise einen aus gröberen und feineren Teilchen bestehenden Sand. Besonders große Festigkeit ergibt ein Sand aus gemahlener Gesteinstrümmern.

Das Wasser soll möglichst frei von Schmutz und Salzen sein; daher darf der Mörtel nicht mit Meerwasser angemacht werden, weil sich sonst lösliche Chlorverbindungen des Kalks bilden.

Will man Zementmörtel anmachen, so ist zunächst Sand und Zement trocken so lange zu mischen, bis ein gleichmäßig graues Gemenge entsteht; dieses wird sodann mit Wasser zu einem steifen Brei verarbeitet. Zwecks Ersparung von Arbeitskräften werden neuerdings Mörtelmischmaschinen verwandt.

Sofort nach dem Anmachen beginnt der Zementmörtel abzubinden; daher muß er rasch verarbeitet werden. Während der nunmehr folgenden Erhärtungszeit ist er feucht zu halten und vor Sonnenstrahlen, starkem Luftzug und großen Erschütterungen zu bewahren. Die rascheste Festigkeitszunahme erfolgt in den ersten vier Wochen; von da ab schreitet sie nur langsam fort, so daß sie nach einem Jahr ungefähr um weitere 50 $\frac{0}{100}$ zugenommen hat; nach dieser Zeit sind nur noch geringe Festigkeitszunahmen beobachtet worden.

Auch die Abbindezeit ist von Einfluß auf die Verwendung des Mörtels. Solche, die rascher als innerhalb einer Stunde abbinden, werden zum Stopfen

von Quellen, bei Arbeiten mit Wasserandrang, zum Putzen und als Gießzement verwandt. Mörtel, welche mehr als eine Stunde und weniger als drei Stunden brauchen, sind zweckmäßig für Zementwaren. Die noch langsamer abbindenden Zemente erlangen die größte Festigkeit und werden zu den gewöhnlichen Trockenarbeiten verwandt.

Sollen Mauern im Hochsommer, der das Abbinden des Mörtels beschleunigt, mit Raschbindern geputzt werden, so muß der Zement und das Wasser kühl und der Sand feucht gehalten werden, und die zu verputzende Mauer ist anzunässen!

Gußzement aus Mörtel 1 : $\frac{1}{2}$ bis 1 : 1 wird leicht rissig und erreicht nur geringe Festigkeit. Er dient zur Herstellung von Bildwerken und kann besonders beim Vergießen der etwa 2 cm starken Quaderfugen und beim Untergießen von Auflegeplatten nicht entbehrt werden. Je dickflüssiger der Guß ist, desto fester wird er; je weiter er aber von der Eingußstelle aus laufen muß, desto dünnflüssiger muß er sein; man ordnet daher bei großen Fugen mehrere Eingußstellen an. Die während des Gießens verwandten Sperrkeile dürfen erst frühestens nach zwei Wochen entfernt werden.

Wasserdicht werden fette Zementmörtel, welche man in mindestens 15 mm Stärke aufträgt und genügend lange erhärten läßt, weil sich dabei die Poren immer mehr schließen. Folgende Mischungen haben sich bewährt:

1	Teil	Zement,	1	Teil	Sand,		
1	"	"	2	Teile	"	$\frac{1}{2}$	Teil Kalkbrei
1	"	"	3	"	"	1	" "
1	"	"	5	"	"	$1\frac{1}{2}$	" "
1	"	"	6	"	"	2	" "

Je größere Festigkeit verlangt wird, desto sandärmere von den genannten Mischungen sind zu verwenden.

Wandflächen, die mit Zementmörtel geputzt werden sollen, müssen von Staub befreit werden; alter Fugenmörtel ist auszukratzen. Nasse Mauern sind gegen die Nässe zu isolieren, da sich sonst ein haltbarer Verputz nicht ausführen läßt. Je sandreicher der Putzmörtel ist, desto wetterfester ist er; ein Kalkzusatz macht ihn geschmeidig. Man reibt ihn mit Filzscheiben glatt.

Am zweckmäßigsten verputzt man Außenwände an feuchten Herbst- oder Frühlingstagen.

f) Der Zementkalkmörtel.

Durch einen Zusatz von Kalk zu magerem Zementmörtel erzielt man einen Wassermörtel, der nach wenigen Stunden dem Wasser widersteht und rasch erhärtet, so daß er sogar bei bevorstehendem Frost verwandt werden kann. Er hält größere Zugspannungen aus als der gewöhnliche Kalkmörtel und haftet besser am Stein als magerer Zementmörtel und ist bei gleicher Festigkeit billiger.

Man macht den Mörtel an, indem man den zu Kalkmilch verdünnten Kalkbrei mit dem vorher trocken gemischten Zement und Sand verarbeitet. Oder aber man mischt den zu feinem Pulver gelöschten hydraulischen Kalk trocken mit Sand und Zement und setzt erst dann das nötige Wasser hinzu.

Zweckmäßige Mischungsverhältnisse sind folgende:

1	Teil	Zement,	5	Teile	Sand	und	$\frac{1}{2}$	Teil	Kalk
1	"	"	6—7	"	"	"	1	"	"
1	"	"	8	"	"	"	$1\frac{1}{2}$	"	"
1	"	"	10	"	"	"	2	"	"

g) Anstriche auf Zement.

Zementflächen müssen vollständig erhärtet und trocken sein vor dem Aufstreichen von Ölfarben, damit letztere von dem noch nicht gebundenen Ätzkalk

oder von den auswitternden Alkalien nicht angegriffen werden. Daher läßt man Außenwände längere Zeit ungestrichen stehen und wäscht Innenwände sorgfältig vorher ab. Müssen die Wände rasch gestrichen werden, so wäscht man sie mit verdünnter Schwefelsäure (1:100) ab, wodurch die Alkalien und der Ätzkalk in unwirksame Verbindungen übergeführt werden. Oder man tränkt sie mit Kesslerschen Fluorsilikaten, wodurch unschädliche Fluorverbindungen entstehen.

Besonders wetterfeste Anstriche erzielt man durch stereochromatische Bemalung, muß aber dann die Zementfläche für die Aufnahme dieser Farben geeignet machen. Man versieht sie daher mit einem 3 mm starken Putz aus mit Bimssteinmehl gemischtem Zement, der rauh ist und daher die Farben gut aufsaugt. Sodann glättet man mit einem Filzbrett und läßt ihn vier Wochen liegen, muß ihn aber feucht halten. Schließlich wäscht man mit verdünnter Salzsäure ab, überstreicht mit Wasserglaslösung und kann nunmehr die Farben auftragen, welche später mit Wasserglaslösung fixiert werden.

h) Der Beton.

1. Bestandteile.

Der Beton ist eine innige Vermengung von Zementmörtel mit Wasser und Steinschlag. Letzterer soll sowohl gröbere als auch feinere Stücke enthalten, damit wenig Zwischenräume entstehen und man mit geringen Mengen des verkittenden Mörtels auskommt. Die Korngröße darf um so größer sein, als der Betonkörper umfangreich ist, aber nicht über 50 mm. Um an Mörtel zu sparen, packt man häufig bis 40 % Findlinge in den Betonkörper ein, welche aber gleichmäßig verteilt sein müssen. Als Steinschlag kommen folgende Stoffe in Frage:

- a) Ziegelstücke; sie sind sehr verschieden in ihrer Druckfestigkeit und Wasseraufnahmefähigkeit und dürfen daher nur mit allergrößter Vorsicht und nach vorherigen Versuchen verwendet werden. Das gleiche gilt für Sandstein- und Kalksteinbrocken.
- b) Der Kies verleiht dem Beton eine wesentlich höhere Festigkeit. Grubenkies ist dem Flußkies vorzuziehen, weil er eher verschiedene Korngrößen enthält. Zufällig vorhandene Lehmbeimengungen sind auszuwaschen.
- c) Schotter aus Hartgesteinen wie Granit, Syenit, Porphyr, aber nicht aus Trachyt oder Laven ergibt den festesten Beton. Dem durch Handarbeit erzeugten ist der aus den Brechmaschinen kommende grobkörnige vorzuziehen, weil er viel Grus enthält und dieser für das Füllen der Zwischenräume von Wert ist.
- d) Zerschlagene Hochofenschlacke ist nur mit allergrößter Vorsicht zu verwenden, da sie häufig Treiberscheinungen herbeiführt.

Das Wasser soll schlammfrei und möglichst rein sein; es eignet sich besonders Regen- und Flußwasser.

2. Mischungsverhältnis.

Das Mischungsverhältnis richtet sich nach der verlangten Festigkeit, nach dem Grade der gewünschten Wasserdichtigkeit und nach der Art des Steinschlags. Der Zementanteil soll sämtliche Hohlräume zwischen Steinschlag und Sand ausfüllen und außerdem noch ein paar Hundertteile mehr betragen, um eine feste Berührung mit den Zuschlägen zu ermöglichen. Mehr Zementmörtel ist nicht nötig, jedoch darf weniger angewandt werden, so lange nur der Beton die gewünschte Festigkeit besitzt; der beste ist

aber der, welcher die geringsten Zwischenräume enthält. Zu wenig Sand verringert die Festigkeit. Beton, der magerer ist als die Mischung 1 Teil Zement zu 5 Teilen Zuschlägen läßt sich ohne Kalkzusatz schwer verarbeiten und ist nicht dicht genug, um dem Meerwasser zu widerstehen.

Zu einem satten Kiesbeton verwendet man doppelt so viel Kies als Sand. Da aber Schotter größere Zwischenräume bildet, so darf man bei Schotterbeton nur das Anderthalbfache des Sandes an Schotter zusetzen. Daher sind folgende Mischungen nach Raumteilen üblich geworden:

1	Zement,	1	Sand	und	2	Kies	oder	1,5	Schotter
1	"	2	"	"	4	"	"	3	"
1	"	3	"	"	6	"	"	4,5	"
1	"	4	"	"	8	"	"	6	"

Jedoch werden diese Zahlen nicht streng innegehalten, sondern viele Fabrikanten wenden ihre eigenen, erprobten Mischungsverhältnisse an.

Um die Festigkeit des Stampfbetons zu erreichen, muß unter Wasser geschütteter Beton fetter gemacht werden als ersterer.

Wasserdicht wird Beton erst nach längerer Zeit, wenn er aus grobem und feinem Sande besteht, nicht zu mager ist und gründlich ohne allzu reichlichen Wasserzusatz festgestampft worden ist. Große Wasserdichtigkeit erreicht man durch einen Putz aus Zement mit feinem Sand und etwas hydraulischem Kalk. Er besteht im wesentlichen aus 1 Raumteil Zement und 1 bis 2 Teilen Sand und ist 1 bis 1,5 cm stark; er wird in zwei Lagen auf die gereinigte und aufgerauhte Fläche aufgetragen und mit hölzernem Reibebrett geglättet; darüber kommt ein dünner Überzug mit reinem Zement.

Die Mörtelmenge im Beton ist ungefähr gerade so groß wie bei Bruchsteinmauerwerk, nämlich bis höchstens 50 % und nur wenig größer als im Ziegelmauerwerk. Trotzdem übertrifft seine Festigkeit die der anderen, ja häufig sogar der Sandsteine oder Kalksteine, weil er sorgfältiger verarbeitet wird und ein gleichartigeres Gefüge hat.

3. Festigkeit.

Die Bruchfestigkeit des Betons beläuft sich bei vorzüglicher Mischung zuweilen bis auf 300 kg/qcm und vereinzelt sogar auf mehr. Dagegen darf man in Bauten Beton, so lange er auf gutem Baugrunde steht, nur mit 5 bis 10 kg/qcm auf Druck beanspruchen. Stampfbeton in Brücken, welcher besonders sorgfältig hergestellt wird, kann 20 bis 35 kg/qcm sicher aufnehmen, soll dagegen nur Zugkräfte von 1 kg/qcm übertragen.

Man unterscheidet erdfeuchten Beton, der so viel Feuchtigkeit enthält, daß er sich gerade noch in der Hand ballen läßt, und weichen mit so viel Wasser, daß er sich gerade noch stampfen läßt und dabei weich wird. Wenn nicht gestampft wird, ist die weiche Mischung zu wählen, weil sie sich dichter lagert. Durch sachgemäßes Stampfen erlangt aber erdfeuchter Beton im allgemeinen eine höhere Festigkeit als der weichverarbeitete. Bei Mangel an geübten Arbeitern ist der letztere aber vorzuziehen; man muß ihn aber dann fetter machen, um die gleiche Festigkeit zu erreichen.

4. Mischen.

Man mischt den Beton mit der Handschaufel oder mit Mischmaschinen. Ersteres Verfahren paßt sich besser den wechselnden Bedürfnissen an, und selbst im engen Raum kann die Mischstelle möglichst dicht

an die Verbrauchsstelle gerückt werden. Außerdem läßt sich die Handmischung besser beaufsichtigen. Mit Maschinen erhält man in kurzer Zeit eine große Menge gleichmäßigen Mischgutes und daher einen festeren Beton; aber die Maschine kann nicht so leicht der jedesmaligen Verbrauchsstelle folgen, denn sie bedarf nebst ihrem Motor viel Platz. Welche Mischart am zweckmäßigsten ist, muß von Fall zu Fall entschieden werden.

Angetrieben werden die Mischmaschinen entweder durch Menschenkraft oder durch einen Motor, von denen der elektrische auf der Baustelle der zweckmäßigste ist, da er sich am besten dem jederzeitigen Bedarf anpaßt. Voraussetzung ist aber dabei, daß eine Stromquelle in der Nähe ist.

Vor dem Mischen muß der Sand und der Kies etwas durch einen Wasserstrahl oder maschinell gewaschen werden. Bei dem Handmischverfahren wird auf einer Brettlage zunächst Sand und Zement trocken gemischt, sodann angehäßt und mit nassem Kies oder Schotter so lange untermischt, bis letztere die gleichmäßig graue Farbe des Zements angenommen haben.

Die Mischmaschinen können dauernd wirkende sein, wie sie namentlich früher häufig im Gebrauch waren, oder auch mit Unterbrechung arbeiten. Erstere liefern dauernd fertig gemischten Beton, der aber nicht immer sehr gleichmäßig ausfällt. Letztere mischen eine bestimmte Menge Beton gründlich durch und geben ihn dann ab. Einen dauernd wirkenden Mischer stellt Abbildung 22 (Seite 81) dar. Derselbe ist einem Tonschneider nachgebildet und besteht aus einem oben offenen Troge *T*, einer wagerechten Welle *W* und daran sitzenden Schraubenflügeln *F*, welche die links oben eingeworfenen Rohstoffe mischen und schließlich unten rechts hinausschieben bei *A*.

Im Prinzip ähnlich ist die durch Abbildung 23 dargestellte Maschine. Durch den Trichter *E* werden die Rohstoffe in die geneigt liegende Mischtrommel eingeschüttet, durch eine Rührvorrichtung durch-

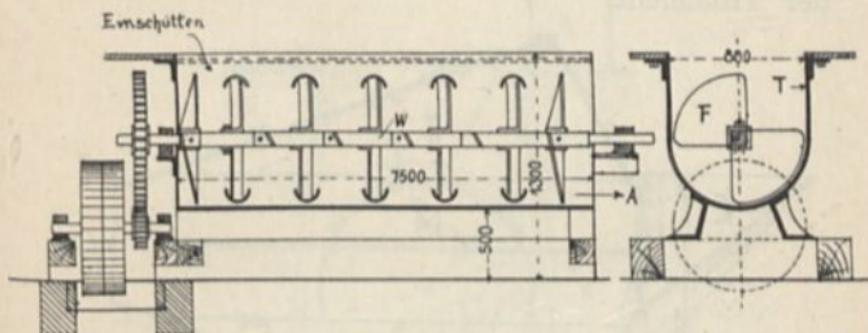


Abbildung 22.

geknetet und treten am unteren Ende bei *A* wieder aus. Durch das Brauserohr *B* wird das Mischgut genäßt.

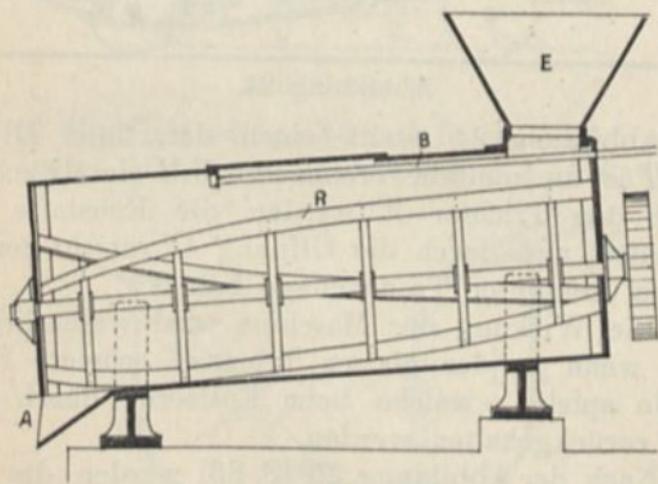


Abbildung 23.

Mit Unterbrechung arbeitende Maschinen können in verschiedener Weise ausgebildet sein, nämlich als:

a) Trommelmaschine, welche wenig Kraftaufwand verlangt. Beim Drehen überstürzen sich die

Rohstoffe. Längsrippen, sogenannte Mitnehmer, vergrößern die Sturzhöhe, und zuweilen vorhandene schräge, an der Innenseite des Mantels sitzende Schaufeln befördern die Mischung in der Achsrichtung der Trommeln.

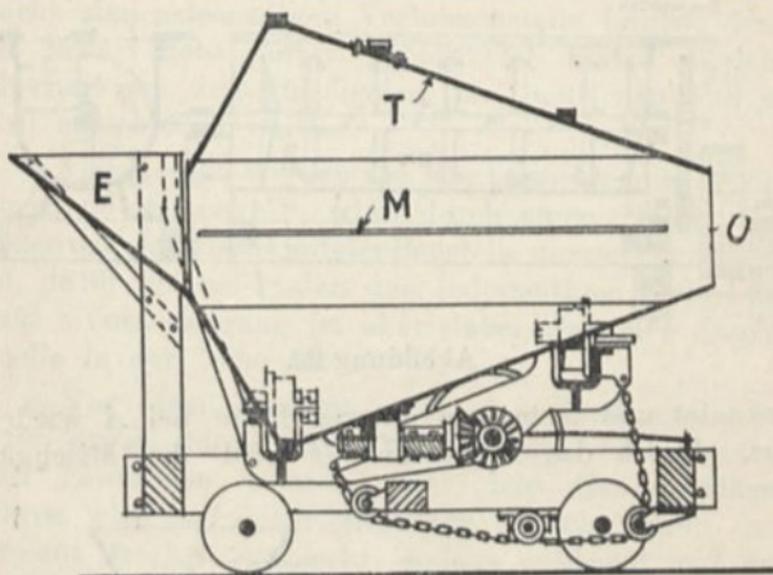


Abbildung 24.

Abbildung 24 stellt einen derartigen Mischer dar. *T* ist die konische Trommel und *M* ein Mitnehmer. Durch den Trichter *E* werden die Rohstoffe eingeschüttet und durch die Öffnung *O* rutscht der Beton bei gekippter Trommellage heraus.

Die Wirkung der Maschine wird wesentlich erhöht, wenn in der glatten Trommel schwere Eisenkugeln spielen, welche beim Entleeren durch einen Rost zurückgehalten werden.

Nach der Abbildung 25 (S. 83) werden die Rohstoffe durch den Trichter *E* in die Trommel *T* eingeschüttet und von dem Behälter *B* aus durch eine in der Trommelachse eintretende Wasserleitung genäßt. *R* ist die Riemenscheibe zur Kraftübertragung nebst Riemen. Entleerung und Füllung der Trommel

geschieht durch eine Öffnung auf dem Zylindermantel, welche durch ein die Eisenkugeln zurückhaltendes Gitter verschlossen werden kann.

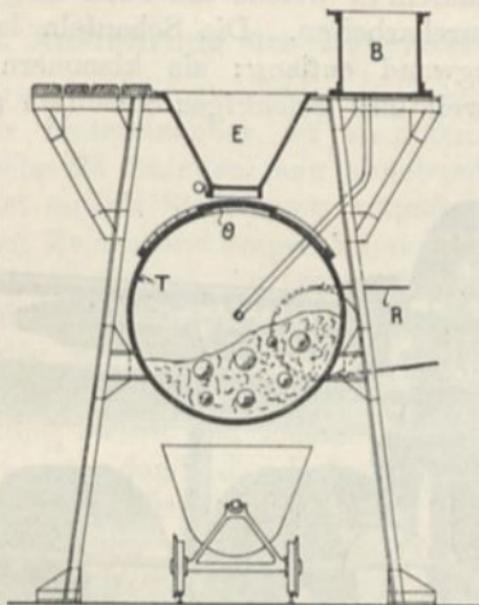


Abbildung 25.

b) Feste Mischgefäße mit Knetschaufeln, welche sehr innige Mischungen liefern, aber viel Kraft ver-

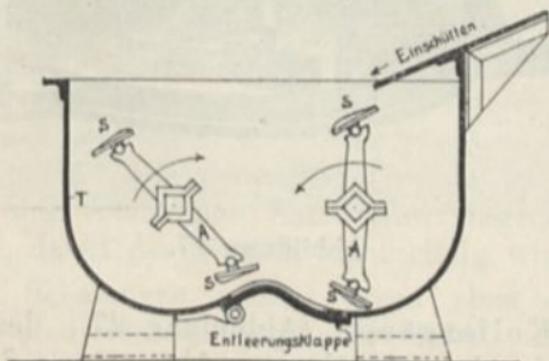


Abbildung 26.

brauchen. Ein Beispiel dafür ist die durch Abbildung 26 dargestellte. Sie besteht aus eisernem

Trog T , in welchem zwei Rührwerke sich gegeneinander bewegen; die Arme derselben haben gelenkige Schaufeln S , welche die oben eingeschütteten Rohstoffe durcharbeiten. Die Schaufeln laufen dicht an der Trogwand entlang; sie klammern sich aber nicht fest, weil ihre gelenkigen Schaufeln ausweichen können.

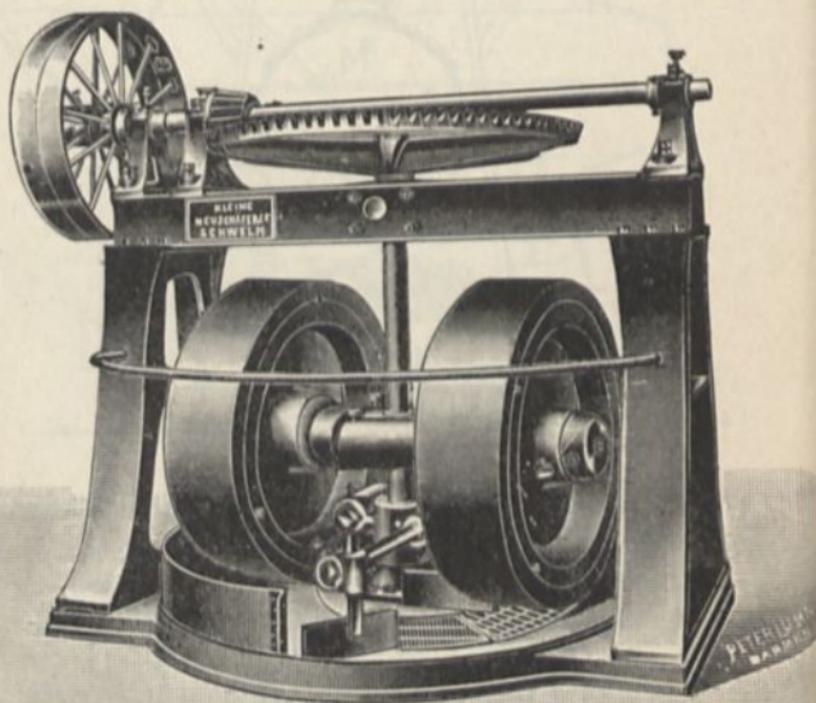


Abbildung 27.

c) Kollergänge (Abbildung 27), deren beide Walzen in einem bestimmten Abstand von dem Teller laufen, damit kein Zerdrücken stattfindet. Sie liefern ein gutes Gemisch.

Nicht jede Maschine verarbeitet jeden Beton gleichmäßig gut, sondern es muß auf

Grund gesammelter Erfahrungen von Fall zu Fall entschieden werden, was für eine Maschine die besten und zweckmäßigsten Ergebnisse liefert.

5. Ausführung des Mauerwerks.

Mauerwerk ist in einzelnen niedrigen Schichten unmittelbar hintereinander zu stampfen. Hat eine Schicht schon 24 Stunden lang abgebunden, so muß sie zunächst mittels Stahlbesens aufgeraut und dann mit dünnem Zementbrei eingeschlämmt werden, bevor weitere Betonschichten aufgestampft werden. Lose Steine sind abzufegen. Besonders sorgfältig muß der Beton in den Ecken der Schalung eingestampft werden. Die einzelnen Schichten sollen senkrecht zur Druckrichtung stehen und müssen daher auch so gestampft werden, damit der Betonkörper gleichmäßig zusammengepreßt wird.

Bei Frostwetter darf nur betoniert werden, wenn geeignete Maßnahmen zur Verhütung der schädlichen Wirkungen des Frostes getroffen sind. Hat der Beton erst abgebunden, so schadet ihm kein Frost mehr. Ebenso ist er der bei Schadenfeuern auftretenden Hitze gewachsen.

Bei größeren zusammenhängenden Betonkörpern werden Bewegungsfugen an einigen Stellen offen gelassen, damit sich nicht bei dem unvermeidlichen ungleichmäßigen Setzen Trennungsrisse da bilden, wo sie stören. Aus demselben Grunde ist zwischen Estrich und Wölbkappe Sand oder Magerbeton anzuordnen, damit der Estrich nicht rissig wird.

Die Schalungen müssen innen eben und glatt sein und sind möglichst steif auszubilden. Die Schalbretter müssen kräftig sein und häufig unterstützt werden, damit sie sich möglichst wenig bewegen. Das Ankleben des Betons verhindert Schmierseife, Mineralöle oder grobes Papier, ferner dünnes Eisen-

oder Kupferblech. Wo der Beton durch Natursteine verblendet wird, ist eine Schalung nicht erforderlich.

Während des Abbindens ist der Beton vor Erschütterungen zu schützen. Während der Erhärtungszeit muß er feucht gehalten und vor Sonnenbestrahlung, starkem Wind oder Regen durch Bretter oder leere Zementsäcke geschützt werden.

Der Beton wird entweder eingestampft, eingeschüttet oder in Blöcken geformt und verlegt.

a) Der Betonstampfbau wird, wenn nur irgend möglich, den anderen Verfahren vorgezogen, weil damit die größten Festigkeiten erlangt und keine großen Vorrichtungen nötig werden. Zu diesem Zwecke wird der Beton in niedrigen Schichten solange gestampft, bis Nässe an der Oberfläche ausschwitzt. Liegt die Bausohle unter Wasser, so ist die Baugrube durch Spundwände oder Fangedämme dicht zu umschließen; wenn nötig, wird der Grundwasserspiegel gesenkt, dadurch, daß Saugröhren bis unter die Fundamentsohle eingetrieben werden und durch dieselben das Wasser abgesaugt wird. Der erhärtende Beton ist gegen die Wirkungen der Sonne und des Windes zu schützen.

b) Läßt sich die Baugrube nicht trocken legen, so wird der Beton in Säcken, Kisten mit offenbarem Boden oder in Trichterröhren sorgfältig auf die Fundamentsohle hinabgelassen. Ist die Stärke des Betonkörpers größer als 1 m, so werden mehrere Schichten übereinander geschüttet. Der Schüttbeton wird nur durch sein Eigengewicht und das Gewicht der darüber liegenden Wassermasse zusammengedrückt, wird daher nicht so fest als Stampfbeton und muß daher fetter und mörtelreicher sein. Häufig wird man besonders bei einer großen Baugrube die unterste Betonlage schütten, dann die Baugrube auspumpen und die obere Lage stampfen. Es muß aber dann die untere Lage genügend Zeit zum Erhärten

haben, ehe ausgepumpt wird, besonders wenn sie wasserdicht sein soll.

Schüttbeton muß während der Erhärtung gegen Ausspülung durch Wasser geschützt werden; daher ist die Baugrube möglichst dicht zu umschließen.

c) Der Betonblockbau wird angewandt, wenn es nicht zugänglich ist, den Betonkörper im Zusammenhang durch Stampfen oder Schütten herzustellen. Zu diesem Zwecke werden Blöcke bis zu 100 t Gewicht und zuweilen noch größere in Formen gestampft, erhärten längere Zeit im Trocknen und können in großen Mengen gesammelt werden, so daß der eigentliche Bau, wenn er erst einmal begonnen hat, schnell voranschreitet.

Namentlich zur Herstellung von Wellenbrechern in tiefem Wasser verwendet man Betonblöcke, deren Größe sich nach der Stärke des Wellenschlages richtet. Entweder stürzt man die Blöcke herab, so daß sie ihre natürliche Ruhelage von selbst einnehmen, oder man versetzt sie mit Hilfe von Kranen regelrecht im Verband.

6. Terrazzo.

Terrazzo ist ein namentlich zur Herstellung von Fußbodenbelägen häufig verwandter Beton. Er besteht aus einer dickeren Unterschicht aus gröberen Bestandteilen und einer aus 1 bis 2 cm dicken oberen Lage, die als Steinschlag farbige, weichere Steinchen enthält. Nach dem Erhärten wird der Belag abgeschliffen und poliert und zeigt dann ein bunt gesprenkeltes Aussehen.

7. Eisenbetonbau.

Da der Beton eine große Druckfestigkeit, aber nur eine sehr geringe Zugfestigkeit besitzt, so

eignet er sich nur zu Bauteilen ohne Zugbeanspruchungen. Bettet man jedoch in den Beton Eisenteile in geeigneter Weise, so wirkt er zwar nach wie vor wie ein zusammenhängendes Ganzes, wird aber außerdem noch befähigt, ähnlich wie Eisen und Holz zu Balken und Säulen, in denen Biegungsspannungen auftreten, verwandt zu werden.

Eisenteile im Beton zu verwenden ist unbedenklich, da der Beton sehr fest am Eisen haftet, dieses vor Rost schützt und sich bei Wärmeänderungen ebenso stark ausdehnt wie jenes, so daß ein Ablösen nicht befürchtet zu werden braucht.

Wenig tragende Bauteile erhalten ein gewöhnliches Drahtnetz, stärker belastete ein regelrechtes System von Rund-, Quadrat- oder Bandeseisen als Einlage, welche nahe der Außenfläche den Konstruktionsteil da verstärken, wo die Zugspannungen auftreten.

Schließlich verlangt das System Melan die Einbettung eines regelrechten Trägers in den Beton, wodurch eine hohe Tragfähigkeit erzielt wird und bei Balkenbrücken häufig eine Rüstung erspart werden kann.

Es ist ein innig gemischter, fetter, gut genäster, weicher Beton mit feinkörnigem, lehmfreiem Sande zu verwenden, welcher besonders sorgfältig durch geschulte Arbeiter gerammt werden muß, damit keine Luftblasen zurückbleiben und die Eisenteile fest umschlossen werden. Man erzielt dann sehr tragfähige und dabei leichte Bauteile, welche feuersicher sind, wenig Raum erfordern und oft sich auch mit geringeren Kosten beschaffen lassen, als wenn sie aus unverstärktem Beton beständen.

Abbildung 28 (Seite 89) stellt die Bauweise Monier dar, bei welcher die Rundeisen an der Kreuzungsstelle miteinander verdrahtet sind. Das System Hyatt, bestehend aus rechteckigen Trag-

stäben und durchgesteckten Rundeisen als Verteilungsstäben, ist aus Abbildung 29 zu ersehen.

8. Prüfung des Betons.

Zur Prüfung des Betons werden Würfel von 30 cm Seitenlänge aus zwei Schichten in eiserne Formen gestampft. Sie bleiben vor Regen, Kälte und Sonnenstrahlen geschützt einen Tag lang in der Form, behalten sodann noch weitere 24 Stunden ihre Formplatte und werden dann bis zur Ausführung der Probe in feuchten Sand verpackt. Eine Prüfung nach 7 Tagen gibt unverlässliche Ergebnisse, jedoch

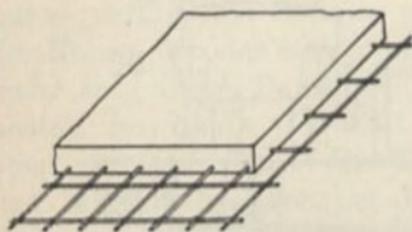


Abbildung 28.

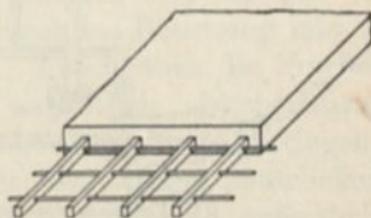


Abbildung 29.

nach 14 Tagen, besser aber nach 28 Tagen werden brauchbare Zahlen ermittelt. Die wahre Festigkeit des Betons in Bauwerken ist etwa um 10 bis 20% geringer. Daher gewinnt man auch zuverlässige Prüfungsergebnisse, wenn man Würfel aus den schon fertigen Betonkörpern herausägt.

Zur Druckprüfung verwendet man die fahrbare Presse nach Martens mit rund 300 t Leistungsfähigkeit und Handpumpe (Abbildung 30, S. 90). Der Probewürfel *P* wird zwischen Preßstempel *S* und Gestellhaupt *C* eingespannt. Durch den Pumpenkolben *PK* wird Wasser in den Kolben *K* gepumpt und dadurch der Druck auf den Würfel erzeugt.

Eisenbetondecken werden in fertigem Zustande durch aufgelegte Belastungen oder durch Wasserdrukpressen, welche sich gegen die nächst höhere Decke stützen, bis zum Bruche geprüft. Will man aber nur die Überzeugung erlangen, daß eine Decke eine bestimmte Last mit Sicherheit tragen kann, so

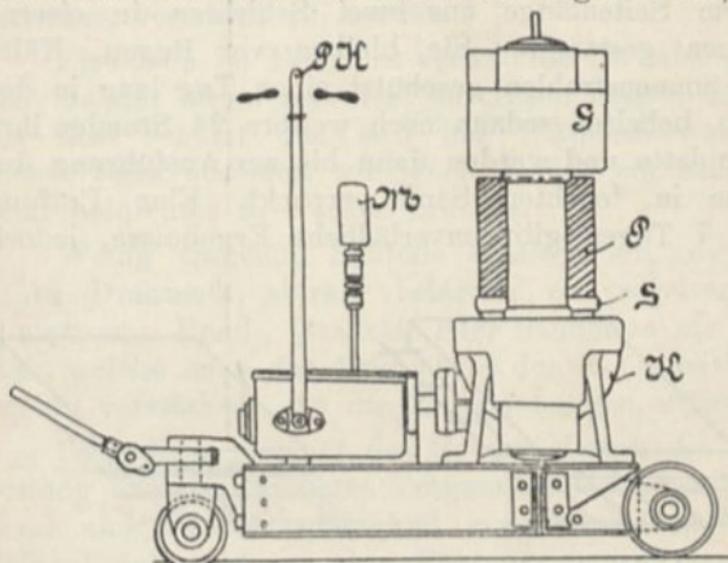


Abbildung 30.

richtet man sich nach den „vorläufigen Leitsätzen für die Prüfung von Eisenbahnbetonbauten“.

Betonröhren werden mit einer in einem rechteckigen eisernen Rahmen verstellbar sitzenden Presse gepreßt, deren Druckstück mit einer scharfen Kante auf den Scheitel des Rohrstücks bis zum Bruche desselben preßt.

III. Abschnitt.

Künstliche Steine.¹⁾

Während im Berglande meistens noch ein für die dortigen Bedürfnisse genügender Vorrat an brauchbaren natürlichen Steinen vorhanden ist, fehlt es in der Ebene bei der stets zunehmenden Bebauung immer mehr an billigen Bausteinen. Zwar haben die Frachtkosten im Laufe der Zeit wesentlich abgenommen, aber gleichzeitig sind die Löhne erheblich gestiegen, und Maschinen haben bei der Bearbeitung natürlicher Steine noch wenig Verwendung gefunden; außerdem sind viele der bequem zu Tage liegenden Steinbrüche mit gutem Material erschöpft. Aus diesen Gründen ist eine zunehmende Verteuerung der natürlichen Bausteine eingetreten.

Schon im Altertum war man imstande, mehrere künstliche Steine wie Kalksandziegel, Backsteine und andere herzustellen. Gestützt auf die gewaltigen Errungenschaften der Technik, die es verstanden hat, aus früher wertlos erscheinenden Stoffen wie Sand und selbst aus Abfallstoffen mittels zweckmäßiger Verfahren brauchbare Kunststeine zu erzeugen, steigert sich die Brauchbarkeit dieser Steine von Jahr zu Jahr, und einige Fabrikate haben in ihren Eigen-

¹⁾ Näheres über „Künstliche Steine“ findet sich in „Seibt, Künstliche Steine“. Bibl. der ges. Techn. In Vorbereitung.

schaften die besten Natursteine schon erreicht oder sogar übertroffen. Mit zunehmender Bautätigkeit vermehrt sich die Absatzmöglichkeit der Steinfabrikate; es lohnt sich daher oft, teure Öfen und Maschinen zu beschaffen, wodurch dann wieder das Fabrikat verbessert und verbilligt werden kann.

Für die Zukunft ist zu erwarten, daß immer mehr vorher steinartige Stoffe zu Kunststeinen verarbeitet, in ihrer Güte verbessert und zu billigem Preise abgegeben werden können, und daß daher der Kunststein immer mehr den Naturstein verdrängen wird, besonders da wir imstande sind, durch geeignete Verfahren die Nachteile der Natursteine zu vermeiden.

Bei der großen Bedeutung, welche die künstlichen Steine für das Baugewerbe gewonnen haben, soll ihre Herstellung und besonders ihre Prüfung ausführlich besprochen werden.

A. Herstellung im allgemeinen.

1. Erhärtung.

Von den künstlichen Steinen erhärten einige durch Austrocknen; andere bedürfen eines Bindemittels, welches die einzelnen Körner zu einem Steine verkittet, wieder andere werden durch Umschmelzen steinhart und schließlich verdankt eine große Gruppe von Kunststeinen ihre Erhärtung einem Brennverfahren, also einer chemischen Umwandlung.

2. Vorbereitung der Rohstoffe.

Die meistens erforderliche Zerkleinerung trockener Rohstoffe geschieht durch Steinbrecher (Abbild. 14, 15, 16), Kollermühlen (Abbild. 27) oder Kugelmühlen (Abbild. 20); nasse Rohstoffe werden geschlämmt oder

in einem Tonschneider durchknetet (Abbildung 31), dessen hauptsächlichster Teil die in einem Hohl-

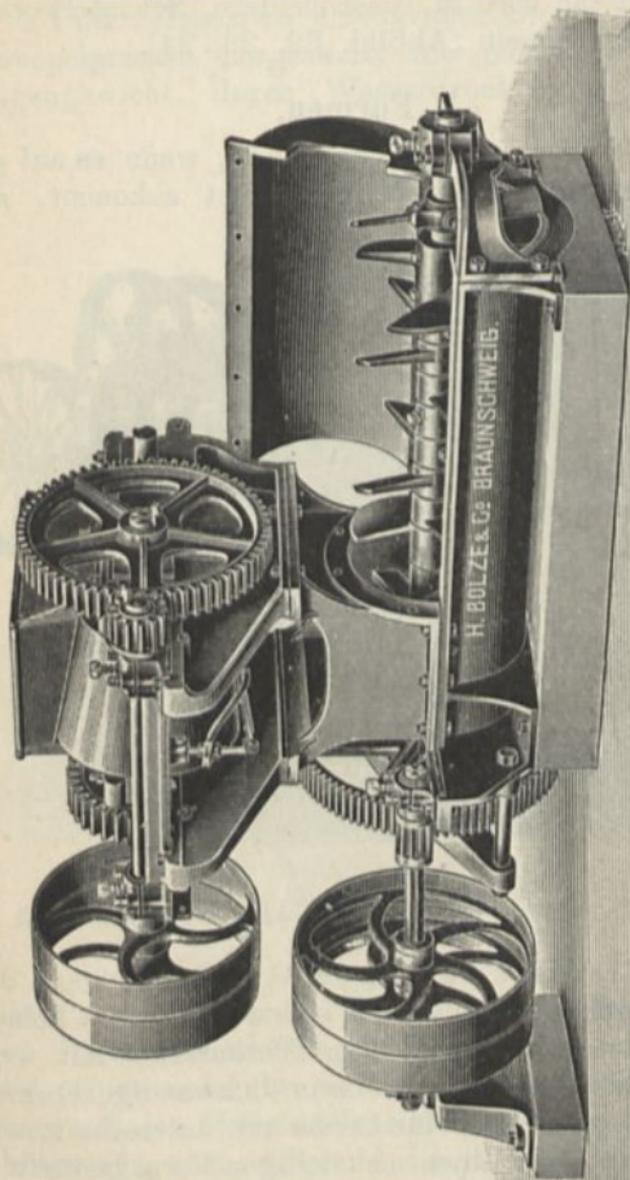


Abbildung 31.

zylinder liegende, mit Schraubenflügeln besetzte Achse ist. Die verschiedenen Korngrößen werden durch

Rüttelsiebe oder mittels sich drehender Siebtrommeln gesichtet.

Gemischt wird in Tonschneidern, Schaufelwerken und Mischtrommeln (Abbild. 22, 23, 24).

3. Formen.

Die Formen sind von Holz, wenn es auf genaue Gestalt der Kunststeine nicht ankommt, aus

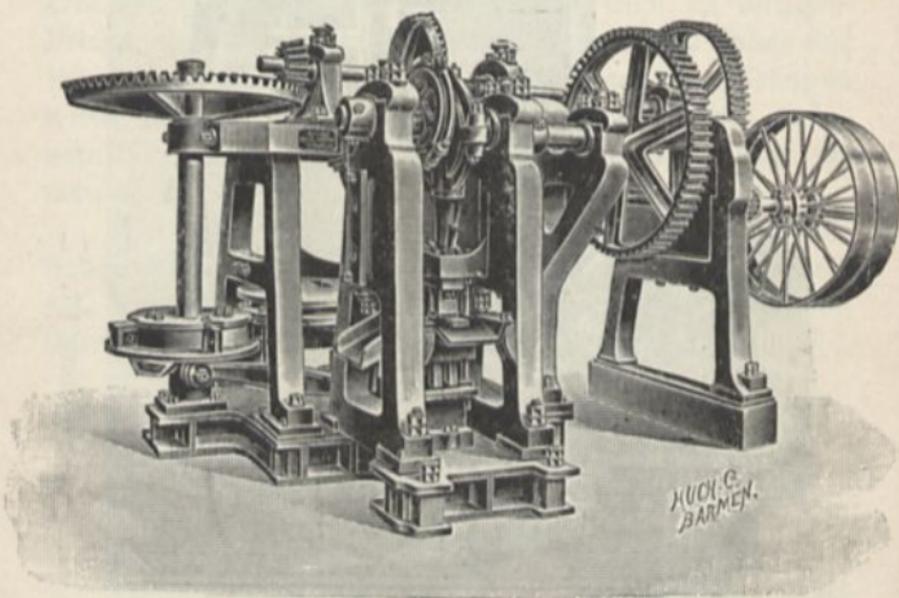


Abbildung 32.

Blech oder dickwandigem Gußeisen, wenn die Steine scharfe Kanten haben sollen und unter hohem Druck erzeugt werden. Für Werkstücke mit verwickelter Gestalt verwendet man dickwandige Formen aus Stuckgips und für Steine mit unterschrittenen Profilen, die sonst einer mehrteiligen Form bedürften, solche aus nachgiebigem Leim. Dazu kocht man diesen mit etwas Glyzerin, umgießt damit das Modell und härtet ihn mit einer 3 bis 6⁰/₀igen Lösung von

doppeltchromsaurem Kali, wodurch er unlöslich wird. Die Innenseite der Form muß geölt werden.

Unter Druck zu erzeugender Steine werden mit Stempelpressen hergestellt, die entweder durch ihr Eigengewicht, durch Wasserdruck oder durch ein

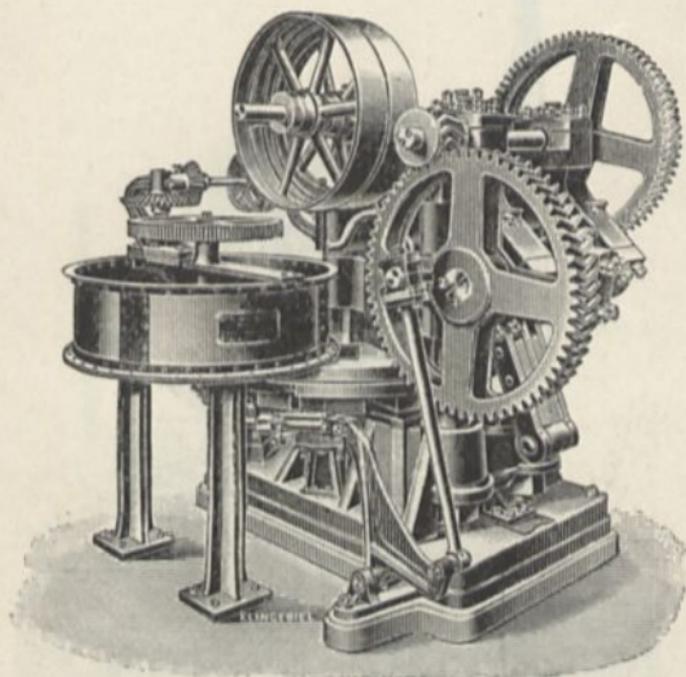


Abbildung 32 a.

Dampfmaschine der Firma Dr. Bernhardt Sohn (G. E. Draenert) in Eilenburg.

Hebelwerk wirken. Abbildung 32 Seite 94 stellt eine von Kleine, Neuschäfer & Co. in Schwelm gebaute Stempelpresse dar, bei welcher der Druckstempel durch einen auf der Hauptwelle sitzenden Exzenter auf und ab bewegt wird, während die durch Abbildung 32a veranschaulichte Dampfmaschine von der Firma Dr. Bernhardt Sohn (G. E. Draenert) in Eilenburg geliefert wird.

Abbildung 33 und 33a stellt von derselben Maschinenfabrik gebaute Kniehebel-Stempelpressen dar, welche mit der Hand bedient werden und in kleineren Betrieben, besonders aber auch bei

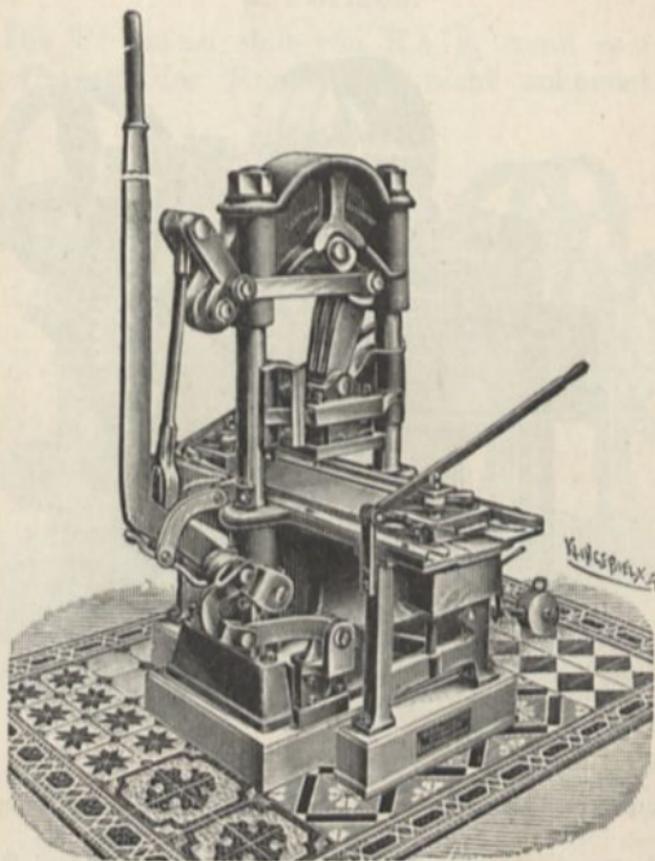


Abbildung 33.

Handpresse der Firma Dr. Bernhardt Sohn (G. E. Draenert)
in Eilenburg.

der Fliesenerzeugung häufig sind. Erstere ist mit Schiebetisch ausgestattet, so daß, während ein Mann preßt, ein anderer einen neuen Formling vorbereiten kann. Bei letzterer dreht sich der Formtisch, so daß drei Leute gleichzeitig an der Presse tätig sein

können; man nennt sie deshalb Revolverpresse. Während der eine das Rohgut in die Hohlform einfüllt, preßt ein anderer durch Strecken des Kniehebels über dem Formtisch den Stein und ein dritter

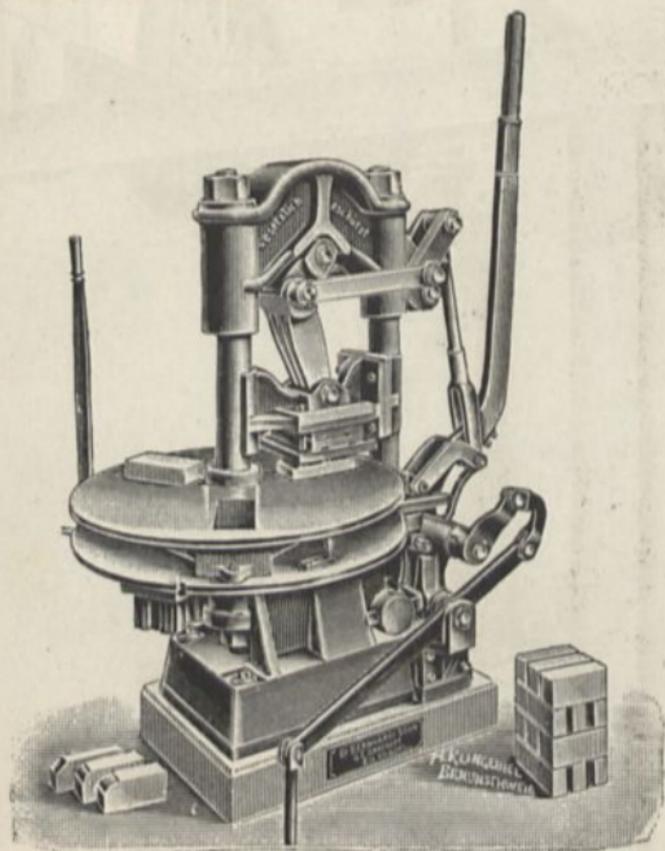


Abbildung 33 a.

Handpresse der Firma Dr. Bernhardt Sohn (G. E. Draenert) in Eilenburg.

nimmt einen vorher geformten ab. Mit Stempelpressen werden hauptsächlich erdnasse oder angefeuchtete, trockene Rohstoffe verarbeitet.

Nasses Gut wird mit der Strangpresse verziegelt. Diese besteht im wesentlichen aus einem Tonschneider mit einem der Form des gewünschten

Ziegels entsprechenden Mundstück, aus dem ein Formstrang hervortritt und auf Rollen ausläuft. Die Abschneidevorrichtung besteht aus einem herunterklapp-

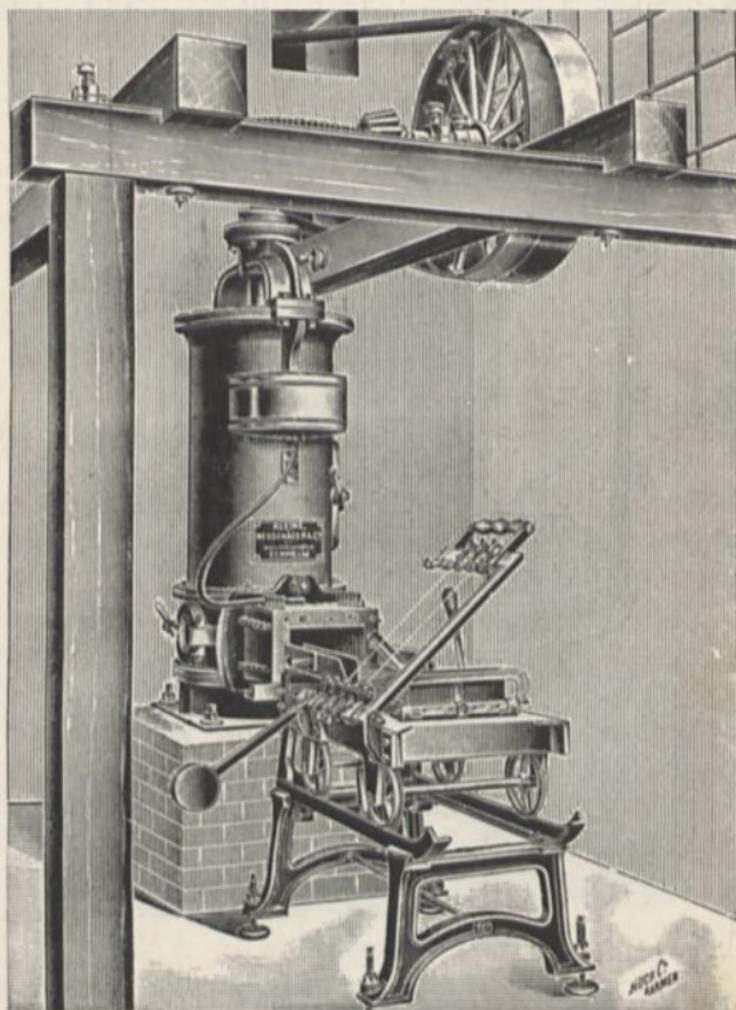


Abbildung 34.

baren Bügel mit dazwischen parallel gespannten Drähten. Damit aber der gleichmäßig sich fortbewegende Ziegelstrang nicht schräg abgeschnitten wird, befindet sich die Schneidevorrichtung auf einem kleinen Wagen, welchen der Ziegelstrang vorwärts schiebt. Abbild. 34

stellt eine Strangpresse mit senkrechtem, Abbildung 35 eine solche mit wagrecht liegendem Tonschneider dar,

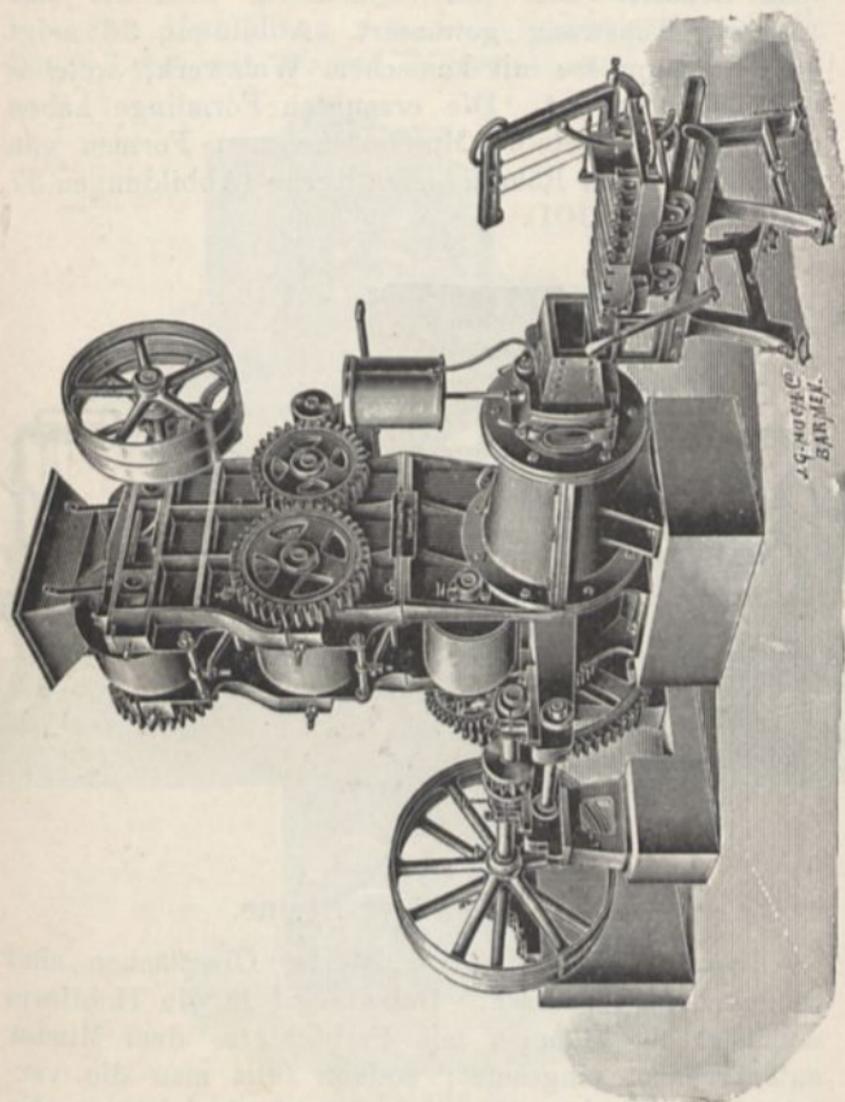


Abbildung 35.

beide von Kleine, Neuschäfer & Co. gebaut. Auf letztere sind oben zwei Walzenpaare aufgestellt, um Knollen und weichere Steine des Rohguts fein zu zermahlen

und unschädlich zu machen. Die unterste Walze, die Speisewalze, soll Verstopfungen ausschließen. Aus dem Behälter über dem Mundstück wird der austretende Tonstrang gewässert. Abbildung 36 zeigt eine Strangpresse mit konischem Walzwerk, welches viele Vorzüge hat. Die erzeugten Formlinge haben prismatische Gestalt. Mundstücke zum Formen von Hohlsteinen oder Röhren haben Kerne (Abbildungen 37 und 38, Seite 101).

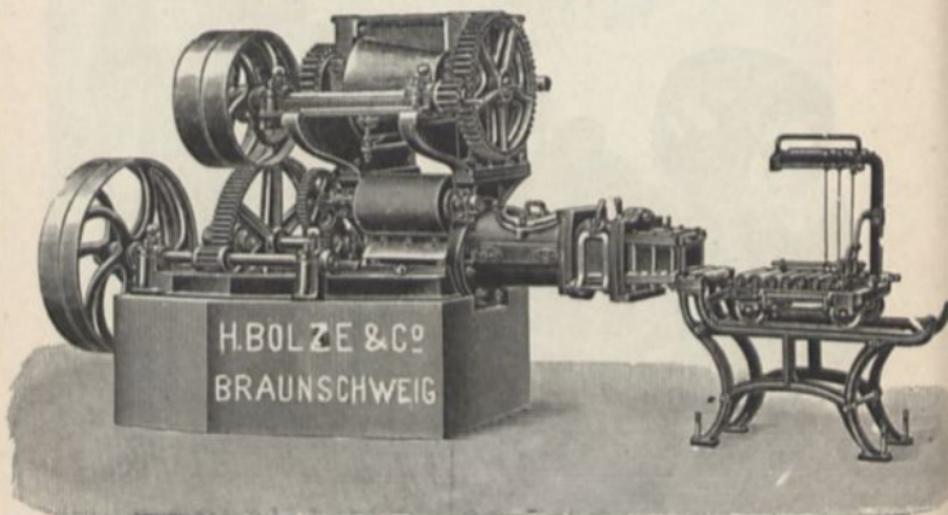


Abbildung 36.

4. Färben der Steine.

Steine mit farbig gemusterten Oberflächen sind umgekehrt zu pressen. Dabei wird in die Hohlform zunächst ein Rahmen mit Farbfeldern, dem Muster entsprechend, eingesetzt; sodann füllt man die verschiedenen Farbmassen ein, drückt sie leicht in die Felder des Rahmens und entfernt darauf den letzteren. Schließlich ist die Grundmasse des Steines einzufüllen, und erst jetzt wirkt der Preßstempel mit voller Kraft.

B. Die einzelnen Kunststeine.

1. Lehmziegel.¹⁾

Zur Herstellung von Lehmziegeln wird mittelfetter Lehm mit Wasser angemacht und in hölzerne

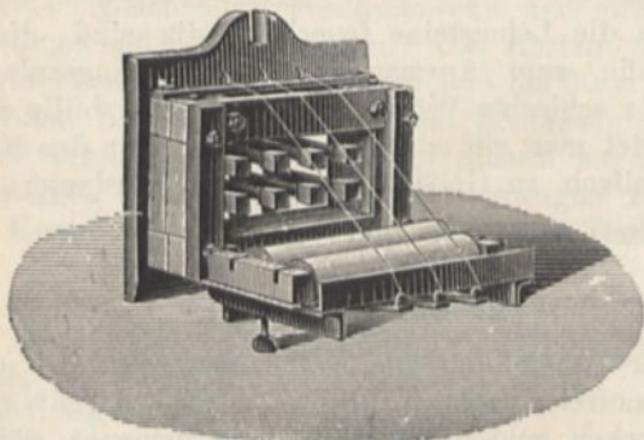


Abbildung 37.

Formen geschlagen. Die Steine sind meistens etwas größer als das normale Ziegelformat und erhärten durch Austrocknen.

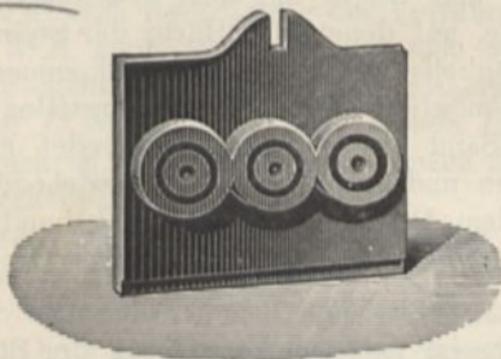


Abbildung 38.

Sie sind wenig druckfest; daher müssen schwer belastete Mauern dick gemacht werden. Da sie durch

¹⁾ Vergl. „Schmelzer, Bau und Betrieb von Ziegeleien“. Bibl. der ges. Technik. In Vorbereitung.

Schlagregen aufgeweicht werden würden, müssen sie durch eine Bretterschalung, Dachpappe oder ein weit vorliegendes Dach geschützt werden. Lehmziegelwände mit anderen Steinen zu verblenden ist unzweckmäßig mit Rücksicht auf verschiedenes Setzen.

Da die Lehmsteine feuerbeständig sind, dienen sie häufig zum Ausmauern von Feuerungsanlagen. Weil sie schlechte Wärmeleiter und dabei billig sind, verwendet man sie auf dem Lande und in den Kolonien vielfach zu Gebäuden von untergeordneter Bedeutung.

2. Kalksandziegel.

Zur Herstellung von Kalksandziegeln wird möglichst tonfreier, scharfkantiger Quarzsand mit etwa 7⁰/₀ trocken gelöschtem Kalk innig gemengt, sodann mittels einer Stempelpresse unter hohem Drucke zu Formlingen gepreßt und diese bei etwa 8 Atmosphären Dampfdruck 10 bis 12 Stunden lang gehärtet. Dabei wird ein Teil der Kieselsäure des Sandes aufgeschlossen und bildet mit dem Löschkalk Calciumhydrosilikate, auf denen die Härte der Steine beruht. Um mit möglichst wenig Kalk auszukommen, gleichzeitig aber möglichst viele Berührungsstellen zwischen Kalk und Sand zu erlangen, verwendet man einen aus gröberen und feinen Körnern bestehenden Sand. Der nach dem Dämpfen noch nicht gebundene Kalk nimmt im Laufe der nächsten Wochen Kohlensäure aus der Luft auf.

Wichtig ist bei der Herstellung der Steine, daß die Formlinge hinreichend stark gepreßt und aus magnesiafreiem, gutgelöschtem Kalk hergestellt werden.

Die Kalksandziegel sind schlechtere Wärmeschutzmittel und halten Mörtelwasser mehr zurück als gewöhnliche Ziegel.

Der pulverisierte Ätzkalk wird häufig in einer Trommel mit schwach geneigter Achse etwa mit 50 % Wasser untermischt und löscht zu einem beinahe trockenen Pulver.

Man mischt Kalk und Sand in einer dem Tonschneider gleichenden Mischschnecke und preßt die Formlinge mit Stempelpressen. Das Härten geht vor sich in einem etwa 2,0 m hohen und bis 20 m langen liegenden Kessel, in welchen ein Schienengleis *SO* hineinführt (Abbildung 39). Auf diesem werden mit Formlingen *ST* vollgepackte Plattenwagen *PW* in den Kessel gerollt. Bei *DE* tritt der Dampf ein

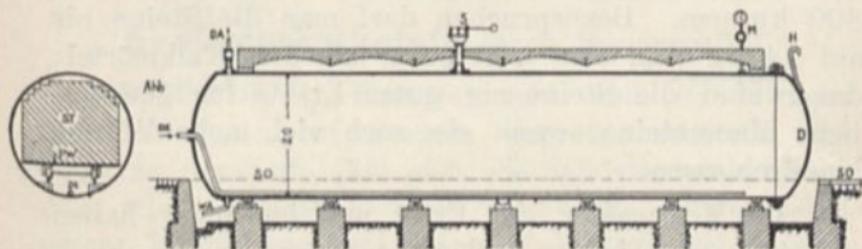


Abbildung 39.

und bei *DA* nach Beendigung des Verfahrens wieder aus. Bei *WA* kann Wasser abgelassen werden; *M* ist ein Druckanzeiger und *S* ein Sicherheitsauslaß. Der Deckel *D* hängt mit seinem Haken *H* an einem kleinen Drehkran und wird beim Schließen des Kessels mittels Schraubenbolzen befestigt.

In einem solchen Härtekessel werden die Formlinge entweder einem Dampfdruck von 7 bis 9 kg/qcm 10 Stunden lang oder einem Druck von etwa 1 kg/qcm 72 Stunden lang ausgesetzt und sind dann gebrauchsfertig; das letztere Verfahren liefert geringere Erzeugnisse.

Gefärbt werden die Kalksandziegel entweder durch Untermengen des ganzen Rohguts mit einem Farbstoffe oder durch Aufstreichen oder auch Ein-

pressen eines Farbstoffes, der kalkbeständig und am besten kieselsäurereich sein muß. Man verwendet Kohle für Schwarz, Smalte für Blau, Eisenoxyd für Rot und Ocker für Gelb. Wird die Farbe im Härtekessel eingepreßt, so sind die Steine vorher zu trocknen, damit die Farben satter werden.

Das spezifische Gewicht der Steine beträgt rund 2,5, wobei der Stein 25 % Hohlräume enthält. 1 cbm Kalksandziegelmauerwerk wiegt rund 1900 kg,

Die Steine sind hellgrau, im Gefüge mittelfein und brechen uneben. Die Bruchfestigkeit soll mindestens 140 kg/qcm betragen, erreicht aber zuweilen 300 kg/qcm. Beanspruchen darf man die Steine bis auf 14 kg/qcm, also weit höher als den Kalkmörtel; daher sind die Steine ein guter Ersatz für gewöhnliche Mauersteine, wenn sie auch viel mehr Wärme hindurchlassen.

Im Meerwasser, im Frost und im Feuer haben sie sich gut gehalten und zwar besonders die durch hochgespannten Dampf gehärteten.

Die Wasseraufnahmefähigkeit beträgt im Durchschnitt 12 %. Wenn Mauerwerk gut isoliert wird, sind feuchte Wände nicht zu befürchten.

Kalksandziegel kommen im Normalformat in den Handel und haben häufig muldenförmige Eintiefungen auf der Lagerfläche, um an Gewicht zu sparen und den Mörtel besser haften zu lassen. Es werden neuerdings aber auch Formsteine und Dachziegel aus der Kalksandmasse hergestellt.

3. Sandsteinähnliche Kunststeine.

a) Kunstsandstein.

Aus reinem Quarzsande, oft unter Zusatz von Steinmehl und mineralischen Farben und aus trocken

gelöschtem Kalk bestehende innige Mischungen werden in Formen schichtenweise eingestampft und erlangen in wenigen Tagen eine mäßige Härte, sodaß sie ausgeschalt werden können. Sie lassen sich bequem steinmetzmäßig bearbeiten und werden hiernach in gemauerten Räumen einer Nachhärtung durch überhitzten Wasserdampf oder durch Kohlensäure oder auch beides unterworfen, wodurch sie Steinhärte erlangen. Äußerlich sind sie natürlichen Sandsteinen gleich, übertreffen sie aber an Gleichmäßigkeit, an Wetter- und Frostbeständigkeit und an Festigkeit. Der Stein bleibt rauh.

b) **Kunstkalkstein** (nach Hauenschild).

80 bis 90 % Kalksteinmehl und im übrigen Staubkalk wird in Formen gepreßt, erhärtet vier Tage an der Luft, läßt sich wie Sandstein bearbeiten und wird schließlich vier Tage lang abwechselnd einem Dampfbade und einem Kohlensäurestrom ausgesetzt. Der Stein läßt sich bei starker Pressung polieren und ähnelt dem Marmor. Seine Druckfestigkeit steigt bis auf 300 kg/qcm, während der natürliche Kalkstein eine Festigkeit bis zu 1000 kg/qcm erreicht.

c) **Kunstkieselkalksteine**

werden durch innige Mischung von Kalksteinmehl, wässrigem Wasserglas (oder auch trockenem, das nach der Mischung anzufeuchten ist) und Sand oder gemahlenem, gebranntem Tone, häufig unter Zusatz von Mineralfarben hergestellt. Sie erhärten rasch durch Bildung von kieselsaurem Kalk zu einem widerstandsfähigen, feinkörnigen Stein. Ausgeschwitztes kohlen-saures Natron kann durch Auslaugen beseitigt werden.

4. Schwemmsteine.

Bei Neuwied am Rhein, wenig unterhalb Koblenz, findet sich der Bimssand, ein blasig erstarrtes Trümmergestein. Dieses wird oberflächlich gereinigt, mit Kalkmilch gründlich untermengt, in feuchtem Zustande in Formen gestampft und auf Brettergerüsten getrocknet. Der Stein erhärtet dadurch, daß sein Kalkgehalt Kohlensäure aufnimmt; nach 14 Tagen kann er aufgestapelt und in vier Monaten vermauert werden.

Die Steine sind 6,5, 7,5 oder 9,5 cm stark, haben im übrigen die Abmessungen der üblichen Ziegel und sind etwa halb so schwer wie diese. Sie sind feuersicher, lassen die Luft gut hindurch, sodaß das Mauerwerk rasch austrocknet, und sind schlechte Schall- und Wärmeleiter. Die Druckfestigkeit beträgt etwa 20 kg/qcm.

Man verwendet sie daher zu wenig belastetem Mauerwerk, falls dieses gut gegen Feuchtigkeit geschützt ist, zum Ausmauern von Fachwerk, zu wenig tragenden Gewölben und zu Zwischenwänden.

5. Kunststeine aus Hochofenschlacke.

Kunststeine werden entweder aus der feurigflüssigen Schlacke gegossen oder aus der abgeschreckten mittels eines Bindemittels geformt.

a) Gegossene Schlackensteine.

Entweder wird die aus dem Hochofen ausfließende Eisenschlacke unmittelbar oder schon abgekühlte und nochmals umgeschmolzene Schlacke in Formen gegossen, welche aus einem vielfeldrigen, auf eine gestampfte Sandunterlage verlegten eisernen Rahmen bestehen. Sodann streut man Quarzsand auf, um eine raue Oberfläche zu erzielen, walzt die Steine fest bis zur dunklen Rotglut und läßt sie

unter einer 20 cm hohen Schicht Sand oder Asche langsam abkühlen; dadurch werden sie gleichmäßig im Gefüge und verlieren ihre Sprödigkeit.

Auch die Kupferschlacken der Mansfelder Gewerkschaft ergeben sehr brauchbare Steine. Die aus dem Ofen ausfließende Schlacke läuft in eine vorgewärmte Form mit 36 Zellen und kühlt dann unter einer starken Sandschicht drei Tage langsam ab.

Blasige Steine springen unter starken Hammer schlägen leicht, gute, dichte Steine dagegen nicht.

Schlackensteine werden im Wasserbau, ferner zu Bordschwellen, vor allem aber als Pflastersteine verwandt, bleiben dabei rauh und nützen sich wenig ab.

b) Schlackenziegel.

In die aus dem Ofen ausfließende Schlacke läßt man reichlich kaltes Wasser einfließen, wodurch sie in einen weiß bis grauen, scharfkantigen Sand zersprengt wird. Es kann nur solche Schlacke verwandt werden, die nach dem Abschrecken freie, lösliche Kieselsäure enthält, welche nachher mit dem angewandten Bindemittel, wie Löschkalk oder Portlandzement, eine feste Verbindung eingeht. Etwa 7 % Löschkalk werden mit der abgeschreckten Schlacke innigst gemischt und zu Steinen gepreßt, binden dann in etwa 7 Tagen an trockener Luft ab, bedürfen aber zur vollständigen Erhärtung noch etwa ein halbes Jahr; es nimmt dabei der durch Kieselsäure nicht gebundene Kalk aus der Luft Kohlen säure auf.

Der Schlackenziegel wiegt 3 bis $3\frac{1}{2}$ kg, hat eine Festigkeit von rund 120 kg/qcm und kann daher mit 12 kg/qcm beansprucht werden. Er ist feuerbeständig, frostsicher und kann wie gewöhnliche Backsteine verwandt werden. Zwar ist er durchlässiger als letzterer, aber er saugt viel langsamer Wasser auf und gibt es rascher wieder ab.

6. Künstlicher Granit.

Abfälle granitähnlicher Steine werden mit tonigem Sande, Kieselgur und etwas Flußspat vermengt, fein gemahlen und bei etwa 2000° geschmolzen. Sodann ist mit Sand gemischte Hochofenschlacke zuzusetzen, welche sich nur oberflächlich mit der übrigen Masse vermischt, sodaß Streifen, Sprenkelungen und Adern entstehen. Besonders ähnlich wird dieser Kunststein den natürlichen, wenn die verwandten Natursteinabfälle nur teilweise schmelzen und im übrigen als feine Körner in der Masse noch zu erkennen sind.

7. Künstliche Gipssteine.

Zur Herstellung von Kunststeinen dient sowohl der aus dem natürlichen Gipsstein durch Brennen bis auf etwa 130° gewonnene Stückgips als auch der bei einer Hitze von 400 bis 500° entstehende Estrichgips. Beide erhärten durch Wasseraufnahme, und zwar der erstere in einer halben Stunde zu einem wenig harten und nicht wetterfesten Stein; der letztere wirkt ähnlich wie ein Wassermörtel, erhärtet langsam zu einem festen Stein und zeigt sich widerstandsfähig gegen Nässe. Schwachbrandgips kann daher nur im Innern von Gebäuden, Estrichgips aber auch zu Außenarbeiten verwandt werden. Die wichtigsten künstlichen Gipssteine sind folgende:

- a) Gipswerkstücke werden aus Estrichgips hergestellt und erreichen eine große Härte, und wenn mit Leinöl bestrichen, auch eine größere Wetterbeständigkeit als viele sonstige Kunststeine und viele Natursteine. Vielfach werden der Gipsmasse Ätzkalk, Sand, Hochofenschlacke, Ziegelmehl und ähnliche Stoffe zugesetzt, wodurch die verschiedenartigsten Steine entstehen, von denen viele patentiert sind.

- b) Stuckmarmor wird aus gebranntem und gemahlenem Gips, Leimwasser und einer gipshaltigen Brühe aus Erdfarben hergestellt. Im gewünschten Grundton des Stuckmarmors wird ein Teich geknetet, mit der Farbe der Aderungen besprengt und gründlich durchgearbeitet. Aus dem entstandenen Ballen werden Platten geschnitten, auf ein Mörtelbett fest angedrückt, nach dem Erhärten abgeschliffen und poliert. Vielfach werden die Platten gebrochen, so daß lange Risse entstehen, welche mit der Farbbrühe der Adern ausgegossen werden.

Gießt man die Stuckmasse in Gußrahmen, bestehend aus einer geölten Glasplatte und abnehmbaren Holzrand, so braucht die erstarrte Stuckmarmorplatte nicht geschliffen oder poliert, sondern nur nachgearbeitet zu werden.

- c) Marmorzementmasse entsteht durch Brennen von Gips bei niedriger Temperatur. Tränkt man ihn mit Alaunlösung und setzt das Brennen bis zur Rotglut fort, so entsteht ein weißer Körper, der pulverisiert und mit Alaunwasser angemacht große Härte und Festigkeit erreicht. Gegen Schlagregen schützt man ihn durch einen Firnisanstrich. Er wird zu denselben Zwecken verwandt wie der Stuckmarmor.
- d) Gipsdielen bestehen aus Gips, der mit Asche, Korkstückchen oder ähnlichen porösen Stoffen aufgelockert ist und in den Rohr oder Kokosfasern eingelegt werden, um die Biegefestigkeit zu erhöhen. Zu sehr tragfähigen Dielen der Außenwände verwendet man Estrichgips, sonst Stuckgips. Gegen Feuchtigkeit schützt eine einseitige oder beiderseitige Lage Asphaltpappe. Die Dielen sind 3 bis 10 cm stark, bis 0,5 m breit und bis 2,5 m lang und greifen mittels Nut und Feder ineinander.

Sie lassen sich wie Holz bearbeiten, sind feuersicher und leiten den Schall und die Wärme schlecht, namentlich, wenn sie große Hohlräume enthalten. Man verwendet sie zu Zwischendecken, zum Isolieren leichter Dächer und zur Verkleidung von Fachwerk- und Wellblechbaracken. Die aufgerauhte Fläche der Dielen erhält einen Kalkputz und darüber einen Zementputz, wenn sie wetterbeständig sein soll oder in feuchten Räumen sich befindet; sonst wird sie mit Gips mit oder ohne Kalkzusatz verputzt. Die glatte Fläche kann mit Leinöl oder Ölfarben gestrichen werden.

8. Zementsteine.

Zementsteine werden aus Sand, Kies oder gemahlten Steinen jeder Art und Portlandzement 1 : 3 in Gips-, Holz- oder Eisenformen hergestellt. Da aus flüssigem Mörtel gegossene Steine häufig blassig erstarren und dadurch den nachteiligen Wirkungen des Frostes ausgesetzt sind, müssen ihre Rohstoffe eingerüttelt werden. Die größte Festigkeit erlangen aus erdfechter Masse gestampfte Steine, an deren Außenwandungen jedoch möglichst feinkörniges Material zu verwenden ist, damit die Außenhaut möglichst glatt wird. Man befreit die Steine bald von ihren Formen um ihre Erhärtung zu beschleunigen und oft auch um sie steinmetzmäßig bearbeiten zu können, so lange sie nur mäßig fest sind; zur Erhärtung brauchen sie aber noch lange Zeit, während welcher sie feucht gehalten werden müssen. Eine rauhe Oberfläche erzielt man dadurch, daß man in die angefeuchtete Form feinen Quarzsand vorsichtig einstäubt, Glanzflächen aber durch Einlegen von Glasplatten in die Form oder durch Emaillieren der letzteren. Man färbt die Zementsteine am besten durch Zusatz farbiger pulverisierter Natursteine. Die Beimengung zementfester Erdfarben

ist zulässig, jedoch meistens mit einer Verringerung der Festigkeit verbunden.

Nachträglich härten lassen sich die Zementkunststeine dadurch, daß man sie etwa halb in Wasserglaslösung eintaucht, wodurch letztere allmählich in dem Steine aufsteigt, die Luft aus den Poren austreibt und den im Zement noch vorhandenen ungebundenen Kalk in ein Silikat umwandelt. Das ausgeblühte kohlensaure Natron ist abzureiben. Aber auch durch drei Anstriche mit Kesslerschen Fluosilikaten nach je 24stündigen Pausen auf die gereinigte Steinoberfläche wird größere Härte und Wetterbeständigkeit erzielt.

Die wichtigsten Zementsteinerzeugnisse sind die im folgenden genannten:

- a) Treppenstufen bestehen aus einer härteren Außenschicht aus Zement und Steinmehl 1:1 und einer größeren Hinterschicht von Kiesbeton etwa 1:5. Sie sind feuersicher, sehr widerstandsfähig und haben namentlich, wenn sie mit Eiseneinlagen versehen sind, eine erheblich größere Tragfähigkeit als Naturstufen und kosten fast nur die Hälfte. Sie lassen sich steinmetzgemäß bearbeiten und erlangen dadurch das Aussehen der Natursteine.
- b) Zementquader werden in den verschiedensten Größen als Hohl- oder Vollsteine hergestellt. Viele sind patentiert und haben bestimmte Vorsprünge oder Eintiefungen, so daß ihre Lage im Mauerwerk von vornherein festgelegt ist und man rasch mit ihnen bauen kann. Vermöge ihrer Gestalt sind sie auch gegen seitliches Verschieben gesichert.

Zementquader ersetzen namentlich Sockelplatten und Fassadensteine aus Naturstein und haben diesen gegenüber den Vorzug, daß ihre Härte durch Aufnahme von Luftfeuchtigkeit

zunimmt, während Natursteine, sobald sie gebrochen sind, zu verwittern beginnen.

- c) Zementdachsteine von 10 bis 14 mm Stärke werden hauptsächlich als Falzziegel unter hohem Druck gepreßt, sind erheblich leichter und billiger und schließen besser als Tonziegel, weil sie kaum schwinden. Die Wasseraufnahme beträgt etwa 9 %; sie kann aber durch Teerung, ferner durch Aufpressen von Zementfarben oder auch durch Imprägnieren mit einer Lösung von grüner Seife, welche in den Poren unlösliche Kalkseife bildet, herabgemindert werden.
- d) Zementfliesen werden in stählernen Formen aus Zement, 10 mm Granitbrocken und Steinmehl unter hohem Druck gepreßt, haben ein spezifisches Gewicht von 2,5 und sind 3 bis 13 cm stark; die dünneren eignen sich auf 8 cm starker Magerbetonunterlage zu Fußwegen, die stärkeren zum Belegen von Tor-einfahrten, Überwegen und ähnlichem. Gewöhnlich bestehen die Fliesen aus einer stärkeren und grobkörnigeren unteren Schicht aus Kiesbeton 1 : 4 und einer dünneren, aber feinkörnigen im Verhältnis 1 : 2 gemischten Oberschicht. Die letztere bleibt bei einem Zusatz von dunklem Basaltstaub oder hellem Glaspulver gleichmäßig rau und kann auch geriffelt werden. Terrazzo-ähnliche Oberflächen erzielt man durch Beimengung von farbigen Steinstückchen zur Oberschicht; nach dem Erhärten wird die Oberfläche geschliffen und häufig auch poliert.

Die bei Fabrikationsfehlern auftretenden Ausblühungen sind entweder kohlen-saure oder schwefelsaure Alkalien. Die ersteren werden durch verdünnte Salzsäure, die letzteren durch Auslaugen beseitigt.

- e) Zementdielen sind 5 bis 15 cm stark und können 2 m weit freitragen. Sie bestehen aus Bims Kiesbeton 1 : 5 oder aus Zement und Quarzsand 1 : 5. Besonders die ersteren lassen sich wie Holz bearbeiten und haben bei hoher Tragfähigkeit ein geringes Gewicht. Die Dielen kommen massiv oder hohl, mit ebener oder gewölbter Unterfläche, mit oder ohne Eiseneinlage vor. Sie dienen zur Herstellung von Decken und Wänden, zur Unterstützung der Dachdeckung und zum Isolieren.
- f) Zementrohre werden aus Zement, scharfem Sand und Kies oder feinem Natursteinschotter in Längen von 1 m und von 7,5 cm Lichtweite an gepreßt. Sie eignen sich zu Drainröhren und ihres geringen Gewichts wegen zu Dunstschloten.
- g) Stampfbetonröhren werden aus erdfeuchtem, möglichst dichtem Beton, am besten in geschlossenen Räumen in eisernen Formen gestampft und erlangen eine größere Tragkraft als Steinzeugröhren. Die größte Lichtweite beträgt bei runden Röhren 1,0 und bei eiförmigen 1,5 m. Größere Profile werden zweckmäßig an Ort und Stelle hergestellt. Innen und außen erhalten die Röhren einen Glattputz aus fettem Zementmörtel. Größere Tragkraft erzielt man durch Einlage eines Drahtnetzes oder eines Systems parallel zur Achse und ringförmig verlaufender Rundeisen (Monierrohre).

9. Kunststeine aus Magnesiacement.

Wird der Magnesit ($Mg CO_3$) gebrannt und in Chlormagnesiumlösung gelöscht, so entsteht Magnesiaoxychlorid, eine Verbindung, welche rasch große Festigkeit erlangt und im Handel Magnesiacement heißt. Dieser vermag Füllstoffe in Staubform, wie Holz-

schliff, Glassand, Quarzmehl und andere in Mengen bis 80 % zu einem harten, steinartigen Körper zu vereinigen.

a) Magnesit-Bauplatten werden aus Magnesia-zement, ferner Füllstoffen wie Korkmehl, Sägemehl oder Kieselgur und beliebigen aber säurefesten Farben zu Platten von 10 bis 20 mm Stärke und bis zu 1 qm Flächengröße gepreßt, welche in einer Woche gebrauchsfähig sind. Ein Zusatz von Asbest macht die Platten biegsamer, wodurch sich weniger leicht Risse bilden. Die Platten sind feuersicher, wetterbeständig, halten Feuchtigkeit fern und lassen Wärme und Schall schwer hindurch. Sie werden daher verwandt zu Dachdeckungen, Wandbekleidungen und zu Fußbodenbelägen. Sie lassen sich sägen und nageln, greifen an den Fugen mit Halbfalz übereinander und werden hier durch einen Mörtel aus Wasserglas und Schlämmkreide gedichtet. Die Außenseiten sind glatt, nehmen Ölfarbe an und können mit Tapeten beklebt werden; sie brauchen daher nicht verputzt zu werden.

b) Xylolith (Steinholz). Steinholz wird aus Magnesia-zement und der etwa fünffachen Menge Sägespäne oder Holzschliff unter Zusatz von Farbstoffen innig gemengt und zu Platten von mindestens 1 cm Stärke gepreßt. Bis zur vollständigen Erhärtung nach etwa 2 Tagen müssen die Platten unter Druck bleiben, werden dann durch Auslaugen von dem überschüssigen Chlormagnesium befreit und langsam getrocknet.

Das Xylolith ist wetterbeständig, feuersicher, leitet Wärme und Schall schlecht und ist der Schwamm-bildung und Fäulnis nicht ausgesetzt. Vermöge seiner Zähigkeit kann es wie hartes Holz gedrechselt, geschnitzt, gesägt und gebohrt werden. Weder Staub noch Ansteckungsstoffe noch Ungeziefer können sich festsetzen. Daher eignet es sich zum Belegen von Fußböden und Bekleiden der Wände in bewohnten

Räumen. Zum Dichten der Fugen und zum Ausgleich von Unebenheiten unter den Platten verwendet man Kitt aus Wasserglas und Schlämmkreide im Feuchten oder aus Magnesiaement in trockenen Räumen.

10. Torgament.

Torgament besteht aus Sägespänen, Asbest und einer geheimgehaltenen Mineralmasse und dient zur Herstellung fugenloser Fußböden, welche undurchlässig, feuersicher sind und nicht faulen.

11. Papyrolith.

Papyrolith wird ähnlich wie das Steinholz hergestellt und dient denselben Zwecken. Es wird in Platten von gelber, roter oder granitähnlicher Farbe vertrieben.

Will man einen Fußbodenbelag damit herstellen, so wird es in 2 cm Stärke auf die rauhe, aber trockene Unterlage aufgetragen und erhärtet nach etwa einer Woche zu einer festen, wetterbeständigen Masse.

12. Künstliche Asbeststeine.

a) Mineralith besteht aus Asbest und einem zementartigen Bindemittel und wird als Fußbodenbelag in Stärken von 10 bis 12 cm aufgetragen. Die Masse läßt sich beliebig färben, ist sehr haltbar, feuersicher, wasserundurchlässig und leitet Schall und Wärme schlecht.

b) Asbestschiefer wird aus Asbest und einem geheimgehaltenen Bindemittel in Platten von mindestens 1,5 mm Stärke und bis zu 1 qm Flächengröße hergestellt, besitzt fast die Härte des Tonschiefers und wird wie dieser auf Latten oder auf einer Schalung verlegt. Er läßt sich bohren und schneiden, ist ein

guter Wärme- und Schallschutz, und hat ein geringes Gewicht. Da er nur selten bricht, sind die Unterhaltungskosten eines Asbestschieferdaches geringer als die eines gewöhnlichen.

13. Korksteine.

Korksteine werden aus der Rinde der Korkeiche, welche in Spanien und Algier gedeiht, hergestellt. Der Baum muß etwa 20 Jahre alt geworden sein und liefert dann etwa zwanzigmal alle fünf Jahre brauchbare Korkmasse, welche viel Hohlräume enthält, geschmeidig und unverwesbar ist und nicht verbrennt. Chemisch ist die Korkmasse dem Zellstoff ähnlich. Während früher die größten Mengen zur Herstellung von Flaschenkorken verwandt wurden, gewinnt neuerdings die Korkindustrie immer mehr an Boden.

Die Steine bestehen aus Korkstückchen und einem Bindemittel, wie Ton und Kalk oder Ton und Pech, von denen das erstere in der Hitze und das andere in der Nässe dem Stein den nötigen Halt gewährt. Die Rohstoffe werden heiß gemischt, um vorhandene kleine Lebewesen abzutöten und ferner die Korkteilchen aufquellen zu lassen und dadurch späteres Quellen zu verhüten, und dann zu Steinen gepreßt. Ein Überzug mit Pech oder Asphalt macht sie wasserdicht.

Die Korksteine sind äußerst leicht, raumbeständig, bei mäßigem Preise dauerhaft und lassen sich wie Holz bearbeiten. Die Druckfestigkeit beträgt etwa 15 kg/qcm und die Biegezugfestigkeit rund 5 kg/qcm. Beansprucht werden dürfen sie mit 3 bzw. 1 kg/qcm.

Sie sind aber elastisch genug, um bis zu 30 kg/qcm auszuhalten, falls sie als Unterlage unter Eisenbahnschienen zwecks Stoß- und Schallminderung verwandt werden sollen. Dem Feuer ausgesetzt bedeckt sich der Korkstein mit einer dicht aufliegenden

Rußmasse und glimmt dann nicht mehr weiter. Er saugt Wasser begierig auf, ohne dabei sein Volumen zu ändern und gibt es im Trocknen leicht wieder ab. Zweckmäßig überzieht man die Steine mit einem Gipsputze, der gut haftet und die Feuersicherheit und Isolationsfähigkeit wesentlich erhöht.

Das spezifische Gewicht beträgt etwa 0,25, das Raumgewicht 0,5.

In den Handel kommen die Steine als Platten von 25×100 cm Flächengröße und 3 bis 8 cm Stärke, außerdem in der üblichen Ziegelgröße und als Halbschalen.

Man verwendet sie zur Herstellung leichter Zwischenwände, zum Isolieren von Außenwänden, als Fußbodenbelag besonders unter Linoleum, zum Isolieren von Kühlräumen und zum Ummanteln von Röhren.

14. Kunststeine aus Asphalt.

Asphaltsteine werden aus dem in der Natur vorkommenden Asphaltkalk und steinartigen Körpern wie Beton vielfach unter Zugabe von reinem Asphalt hergestellt. Sie sind entweder durchweg ein steinhart gewordenes Gemenge dieser Stoffe oder aber sie werden gewonnen durch Aufpressen einer dünneren Lage erwärmten Naturasphaltpulvers auf eine dickere Schicht erdfeuchten Betons. Sie werden hauptsächlich zu Straßenpflaster verwandt und haben daher die Abmessungen gewöhnlicher Pflastersteine. Außerdem preßt man Platten von 20×20 cm Flächengröße und 2 bis 5 cm Stärke aus erhitztem, mit einem geeigneten Bindemittel versetztem Asphaltsteinpulver.

Asphaltpflastersteine nutzen sich nur wenig ab, sind frostbeständig, lassen kein Wasser hindurch und eignen sich daher besser als viele Natursteine zu Straßenpflaster.

Die dünnen Asphaltplatten dienen zum Belegen von Bürgersteigen und Bahnsteigen auf 8 cm starker Betonunterlage. Zu Fahrdämmen jedoch verwendet man die 5 cm starken, welche dicht nebeneinander jedoch auf 20 cm starkem Beton liegen. Ihrer rauhen Oberfläche wegen dürfen sie sogar in Neigungen von 1 : 50 liegen. Sie schließen sich gut an Straßenbahngleise an, sind haltbarer als Stampfasphalt und lassen sich leicht auswechseln, wenn sie schadhaft geworden sind.

15. Torfsteine.

Torfsteine werden hergestellt aus den im Winter gestochenen, hellen Haartorfschichten der Hochmoore. Nach dem Trocknen werden die Torfstücke zerkleinert, wodurch man großstückige Torfstreu erhält, welche zum Einstreuen in Viehställe dient oder feinkörnigere Torfmull, die lose oder auch zu Steinen geformt verwandt wird.

Die Steine kommen als Platten, Ziegelsteine oder auch als Zylinderschalen in den Handel und werden ihres niedrigen Preises, geringen Gewichtes und ihres bedeutenden Schall- und Wärmeschutzvermögens wegen als Isoliermittel in Eiskellern, Wellblechbauten und in Zwischenwänden und Fachwerk verwandt. Mengt man Asphalt oder Teer bei oder preßt man sie, so verbrennen oder faulen sie nicht mehr so leicht und saugen nicht mehr so viel Wasser auf.

16. Glasbausteine.

Es gibt hohle Glassteine, durchscheinende Vollsteine und entglaste Vollsteine, von denen die ersteren wie Flaschen in Formen geblasen, dagegen die beiden letzteren Arten gegossen werden. Es gibt:

- a) Dachziegel und zwar sowohl Bieberschwänze wie auch Falzziegel in allen Größen und Pfannen;

sie können zusammen mit den tönernen verwandt werden und ermöglichen die Herstellung einer Lichtöffnung, welche genügend viel zerstreutes Licht hindurchläßt, dicht schließt und einen billigen Ersatz für Glasfenster darstellt.

- b) Glasfliesen werden als Belag für Fußböden und Wände in elektrischen Zentralen, Räumen für Akkumulatoren und chemischen Anstalten verwandt, da sie gute Schutzmittel gegen elektrische Entladungen sind, starke Säuren vertragen und sich leicht reinigen lassen. Die Platten werden dicht aneinander gelegt, und die sehr engen Fugen mit Wasserglas verstrichen. Damit der Mörtel besser hafte, ist die untere Seite aufgerauht oder erhält Rippen, während die Oberfläche gemustert ist oder Entwässerungsrinnen hat.

Es kommen quadratische Platten von 16×16 bis 20×20 cm Flächengröße und 2 bis 3 cm Stärke, aber auch Halb- und Viertelplatten in den Handel.

- c) Die Hohlsteine nach Falconier sind etwa 20 cm hoch, 14 cm breit und in ihrer Mitte 11,5 cm stark; sie sind meistens sechskantig und in der Mitte beiderseits ausgebaucht, lassen das Licht gut hindurch ohne durchsichtig zu sein und bilden infolge der eingeschlossenen ruhenden Luftschicht einen trefflichen Schutz gegen Wärme, Kälte und Geräusche. Sie werden mit verlängertem Zementmörtel vermauert und bienenzellenartig zu Wänden von geringeren Abmessungen zusammengesetzt. An der Mörtelfläche wird der Stein vor dem Vermauern mit Leim überzogen, welcher nachher von dem Mörtel vernichtet wird; innerhalb des dadurch entstandenen Spielraumes kann sich

der Stein ausdehnen, wenn Wärmeänderungen es bedingen.

Man verwendet die Hohlsteine zu Oberlichtern, zu Zwischenwänden und Außenmauern und, wenn sie Drahteinlage haben, auch zu Brandmauern; ferner zu Kühlräumen, Gewächshäusern und zum Ausmauern von Fensteröffnungen (Abbildung 40 und 41).

- d) Entgaste Vollsteine (Keramosteine).
In großer Hitze durchsetzt sich kalk- oder

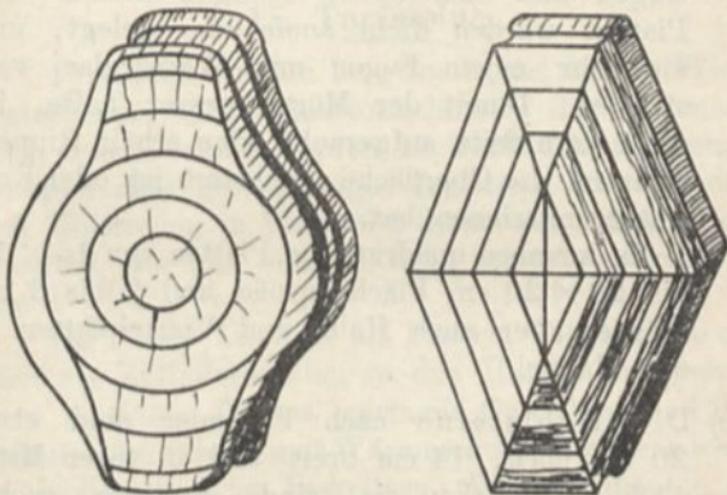


Abbildung 40 und 41.

tonerdereiches Glas mit nadelförmigen Kristallen, verdichtet sich und nimmt dadurch an Zähigkeit und Härte zu, wird aber gleichzeitig undurchsichtig.

Die pulverisierten Rohstoffe werden mit Hilfe von Wasserglaslösung zu einem formbaren Brei angerührt, sodann in einer Form entgast und schließlich langsam abgekühlt. Färben lassen sich die Steine durch Zusatz von Metalloxyden zum Glasflusse. Sie werden als Platten zum

Belag von Fußböden und Bürgersteigen und als Quader zum Verblenden von Gebäuden mit und ohne Steinmetzschlag geliefert und in Portlandzement verlegt. Die Druckfestigkeit der Platten beträgt annähernd 2000 kg/qcm und als Biegezugfestigkeit ist rund 200 kg/qcm ermittelt worden.

17. Backsteine.

Backsteine werden aus Lehm, einem Gemenge von Ton und Sand, welches im Laufe von Jahrtausenden durch Verwitterung feldspathaltiger Gesteine entstanden ist, geformt und erlangen durch Brennen Steinhärte.

a) Rohstoffe.

Der Ton saugt große Mengen Wassers auf und läßt sich dann beliebig formen, eine Eigenschaft, welche durch einen mäßigen Gehalt an Sand nicht verloren geht. Magere, das heißt sandreiche Tone, sind weniger bildsam als die fetten, wenig Magerungstoffe enthaltenden und brennen bröckelig, während die zu fetten stark schwinden und rissig brennen.

Der feuchte Ton enthält sowohl mechanisch beigemengtes Wasser, welches beim Trocknen verdunstet, als auch chemisch gebundenes, welches erst beim Brennen ausgetrieben wird. Ersteres kann jederzeit wieder ersetzt werden, wodurch der Ton wieder bildsam wird; war er aber schon gebrannt, so wird er durch Beimengung von Wasser nicht mehr bildsam. Bei seiner Wasserabgabe schwindet der Ton um $\frac{1}{12}$ bis $\frac{1}{8}$ seiner Abmessungen.

Da der Ton sich bis jetzt als unschmelzbar erwiesen hat, so eignet er sich zur Herstellung feuerfester Steine, solange er nicht zu viel Kalk, Eisen oder Alkalien enthält.

Die graue, bläuliche und grünliche Farbe des ungebrannten Tons ist auf einen Gehalt an Kohle oder Eisenoxydul FeO , die bräunliche auf Eisenoxyd Fe_2O_3 zurückzuführen. Ebenso rührt die rote Farbe des gebrannten Tons von Fe_2O_3 her.

Die für die Herstellung von Backsteinen schädlichen Beimengungen des Lehms sind folgende:

1. Kalk, $CaCO_3$, ist zwar in Mengen bis zu 15 $\%$, wenn fein verteilt, unschädlich, macht aber, wenn er in Knollen vorkommt, den gebrannten Stein rissig, weil er beim Brennen zu CaO wird, beim Nässen der Steine zu CaO_2H_2 löscht und dabei seinen Rauminhalt vergrößert.
2. Alkalien und Schwefelkies, weil sie zur Bildung der die Steine verunzierenden Ausblühungen Veranlassung geben, denn der Schwefelkies FeS_2 oxydiert zu $FeSO_4$, welches mit Natronsalzen Glaubersalz Na_2SO_4 bildet; dieses kristallisiert beim Verdunsten des Lösungswassers aus.
3. Quarzstücke, welche beim Brennen sich ausdehnen und die Backsteine sprengen, weil der Ton schwindet.
4. Holzstücke, Kohle, Wurzeln machen die Steine porig, weil sie hauptsächlich zu Gasen verbrennen, welche schwer entweichen können.

b) Vorbereitung der Ziegelerde.

Vor dem Formen ist die Ziegelerde zunächst von den störenden Bestandteilen in folgender Weise zu befreien:

1. Sie wird in niedrigen Haufen lose aufgeschichtet, mehrmals umgeschaufelt und dem Frost und Regen überlassen, sodaß sie zersprengt und ausgelaugt wird. (Auswintern und Aus-sommern.) Die hervortretenden Lösstoffe, haupt-

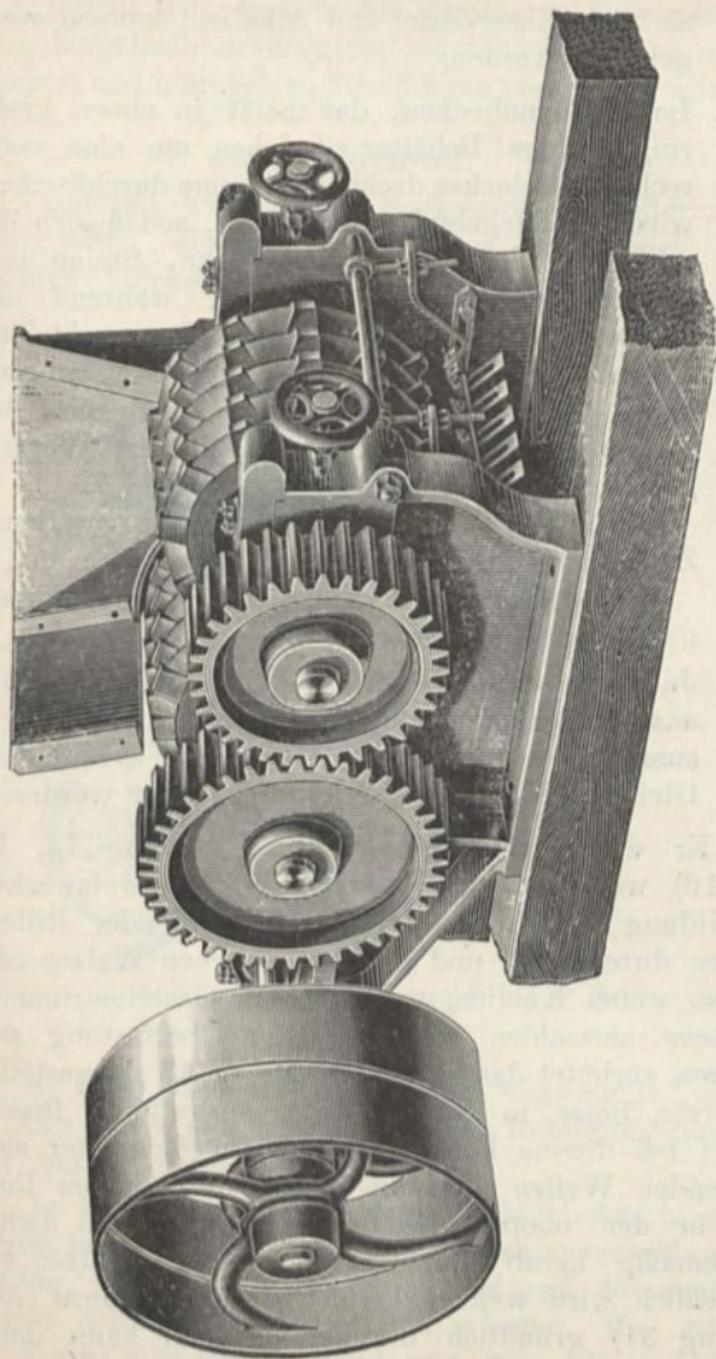


Abbildung 42.

sächlich Eisenvitriol und Alkalien, können weggekratzt werden.

2. Im Schlämmecken, das heißt in einem kreisringförmigen Behälter, welchen um eine senkrechte Mittelachse drehbare Kämme durchfurchen, wird die Ziegelerde aufgewühlt, sodaß sich die schweren Teile, wie Kalkstücke, Steine und überschüssiger Sand absetzen, während der leichtere Ton in den oberen Wasserschichten schwebt und in eine Grube abgelassen werden kann. Hier verdunstet oder versickert das Wasser, sodaß ein Ton mit mäßigem Wassergehalt zurückbleibt.

Zu fetter Ton erhält einen Zusatz von Sand, Ziegelmehl oder Kieselgur.

Holzstücke und Wurzelreste schwimmen oben und können abgefangen werden.

3. Je nach seiner Beschaffenheit kann der Lehm aus der Schlammgrube oder vom Auswinterungsumpf, ja sogar unmittelbar aus der Grube dem Gleichmachungsverfahren unterworfen werden.

Er wird in Steinbrechern (Abbildung 14, 15 und 16), wenn nötig, zerbrochen, in Brechwalzwerken (Abbildung 42) mittels ineinander greifender Rillenzwalzen durchfurcht und endlich zwischen Walzen zerrieben, wobei Knollen und weichere Gesteinstrümmel meistens zermahlen werden. Eine Überlastung der Walzen verhütet das in der Abbildung 43 dargestellte und von Bolze in Braunschweig ausgeführte Brechwerk; bei diesem holen auf zwei gegeneinander sich drehenden Wellen sitzende Messer durch einen Rost den in den oberen Behälter eingeschütteten Lehm gleichmäßig herab und führen ihn den Walzen zu. Schließlich wird weicher Lehm in Tonschneidern (Abbildung 31) gründlich durchknetet und kann dann geformt werden.

Harter Ton muß in Steinbrechern, Kollergängen oder Kugelmühlen mehlfein zermahlen, sodann angefeuchtet und hiernach zu Formlingen verarbeitet werden.

c) Formen.

Geformt werden die Backsteine entweder nach dem schon älteren Naßverfahren oder nach dem neueren Trockenverfahren.

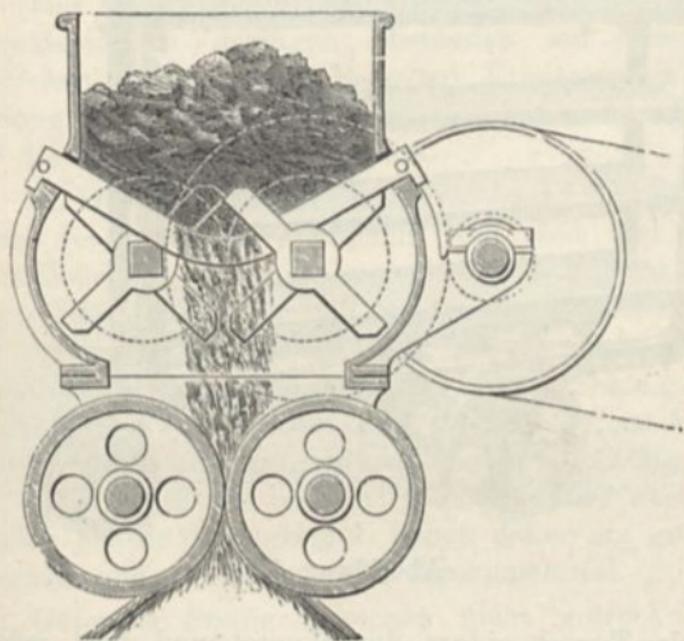


Abbildung 43.

1. Das Naßverfahren wird angewandt, wenn die Ziegelerde naß ist oder zwecks Reinigung durchnäßt werden muß.

In kleinen Betrieben streicht man Lehm in gußeiserner oder in hölzerner mit Zinkblech ausgeschlagene Formen, welche um das Schwindmaß das spätere Format des Steines übertreffen müssen. Man streut die Form mit feinem Sand aus, um das Anhaften

des Formlings zu verhüten. Eine Rotte von drei Arbeitern formt während eines zehnstündigen Tageswerks bis zu 3000 Steinen.

Größere Betriebe verwenden Strangpressen (Abbildungen 34, 35 und 36), welche täglich etwa 12000 Formlinge liefern und meistens von einem 12 pferdigen Motor getrieben werden. In diesen Pressen wird der Lehm zunächst durchwalzt, sodann

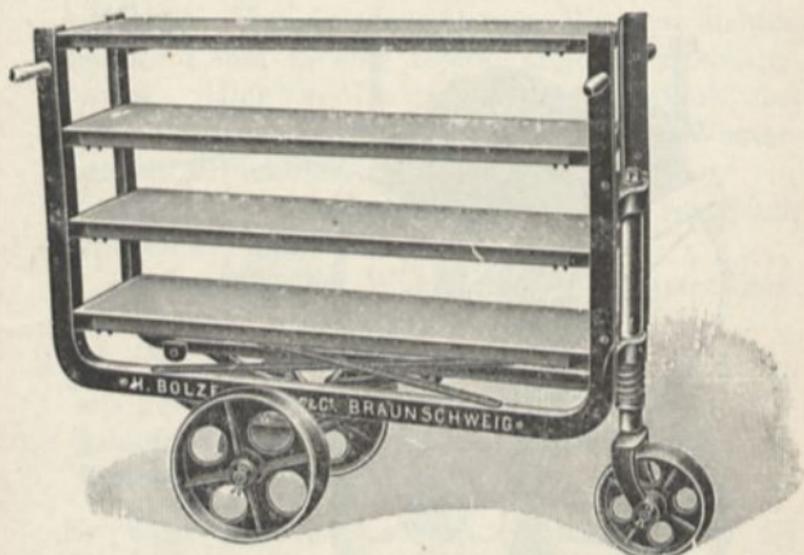


Abbildung 44.

mittels Tonschneiders durchknetet und tritt schließlich als zusammenhängender Strang aus dem verjüngten Mundstück hervor.

Je nach dem verwandten Mundstück lassen sich prismatische Steine jeder Art, selbst Hohlsteine und Röhren, mittels der Strangpressen erzeugen. Zur Herstellung der letzten beiden Steinsorten sind besondere Mundstücke mit Kernen im engeren Teile zu verwenden, welche weiter rückwärts im erweiterten Teile des Mundstücks durch radial stehende Metallrippen in ihrer Lage festgehalten werden.

Die Formlinge werden zwei bis sechs Wochen lang auf Gerüsten getrocknet, wo sie gegen Sonnenschein, Nässe und starken Zug geschützt sein müssen und erreichen schließlich Lufttrockenheit. Sie können ferner auf Gerüsten, mit welchem die Brennöfen umbaut sind, durch die vom Ofen ausgestrahlte Hitze getrocknet werden, dürfen aber wegen der damit verbundenen Einsturzgefahr nicht auf die Ofengewölbe aufgesetzt werden.

Die Formlinge werden zunächst mit der langen Schmalseite in geringen Abständen auf besondere Brettchen gesetzt, und diese auf Etagenwagen (Abbildung 44) nach den Trockenschuppen gefahren und auf die Trockengestelle gesetzt.

2. Das Trockenverfahren wird angewandt, wenn die Rohstoffe genügend rein sind und daher in erdfeuchtem Zustande verarbeitet werden können, oder wenn gemahlener und angefeuchteter Tonschiefer zur Verwendung kommt. Die hierzu erforderlichen Stempelpressen (Abb. 32 u. 32 a) brauchen eine größere Triebkraft als die Strangpressen und liefern Steine, welche nur sehr wenig schwinden und daher gleichmäßig in der Form bleiben; sie sind aber auch viel dichter als die Strangziegel, haben daher ein größeres Gewicht und erfordern mehr Brennmaterial.

Gepreßte Steine brauchen nicht getrocknet zu werden. Man spart daher die Anlage der Trockenschuppen und das Grundstück dafür und außerdem den Transport nach den Schuppen und zurück. — Trotz seiner großen Vorzüge kann das Trockenverfahren aber nur dann angewandt werden, wenn die Rohstoffe sich dazu eignen.

d) Brennen.

Gebrannt werden die Formlinge bei einer Hitze von etwa 900° bis 1200° entweder in Meileröfen,

in Öfen mit unterbrochenem Betriebe oder in Dauerbrandöfen.

1. Die Meileröfen, auch Feldbrandöfen genannt, werden aus den zu brennenden Formlingen selbst aufgebaut und haben rechteckige Gestalt, die sich aber nach oben verjüngt. Die Formlinge ruhen auf der langen Schmalseite auf und haben kleine Zwischen-

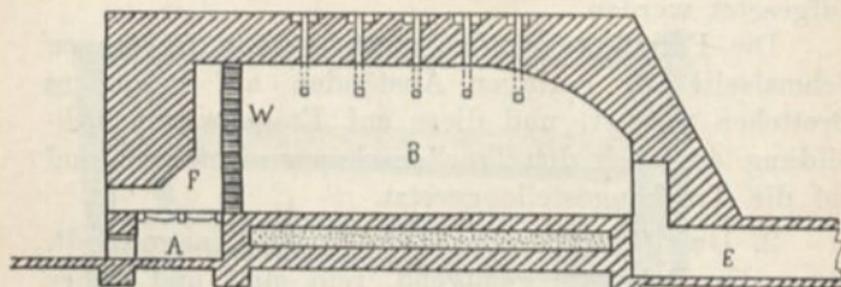


Abbildung 45.

räume zwischen sich; außerdem werden breitere Schürgassen für den als Brennstoff dienenden Kohlengrus offen gelassen. Den Austritt der Heizgase oben und an den Seiten verhindern Lehmschichten. Die Steine brennen drei Wochen lang, bleiben aber häufig an den Außenseiten ungar und versintern dicht an den Heizgasen, sodaß große Verluste eintreten. Trotzdem ist der Feldbrand billiger, namentlich wenn die nächste Ziegelei weitab liegt und die Steine daher durch hohe Frachtkosten wesentlich verteuert werden würden.

2. Der bekannteste Brennofen mit unterbrochenem Betriebe ist der Kasseler Flammofen (Abbildung 45). Er besteht aus einem vorne an der Feuerung breiten sich nach hinten zu verengenden Brennräume B, welchen die Rauchgase auf ihrem Wege zur Esse E durchziehen. Die Feuerung F ist durch eine dünne, durchbrochene Querwand W aus feuerfesten Steinen von dem Brennräume getrennt, wodurch die Rauch-

gase gleichmäßig verteilt und die Flugasche von dem Einsatze ferngehalten wird.

Nach dem Brand muß der Ofen erkalten, damit die gebrannten Steine heraus und frische Formlinge hineingekarrt werden können, womit große Wärmeverluste verbunden sind. Man findet daher diese Öfen selten. Zweckmäßig ist es, zwei derartige Flammöfen mit gemeinschaftlichem Schornstein nebeneinander zu bauen. Man kann dann, sobald der eine Ofen zu brennen aufhört, den anderen anheizen, solange der Schornstein noch warm ist. Außerdem kann man aus dem einen Ofen aus- und einkarren, während der andere brennt und so die Arbeitskräfte besser ausnutzen.

3. Einen ununterbrochenen Betrieb gestattet der Ringofen nach Hoffmann, welcher früher einen kreisringförmigen Grundriß hatte, jetzt aber einen langgestreckt rechteckigen, wobei die beiden Schmalseiten durch je einen Halbkreis ersetzt sind. Abbildung 46 stellt einen Grundriß und 47 einen senkrechten Schnitt desselben dar. Der Ringofen besteht aus dem Brenngewölbe ohne Ende, welches durch viele Gurtbögen in einzelne Kammern 1 bis 14 eingeteilt ist. Aus jeder führt eine niedrige Türöffnung *E* ins Freie und eine durch einen Schieber verschließbare *A* in den Rauchkanal *R*, der nach dem Schornstein *S* führt. Ferner ist ein Schmauchkanal *s* vorgesehen, welcher parallel zu dem Brenngewölbe verläuft und an jeder Kammer mit dem Brenngewölbe verbunden werden kann. Bei *T* trocknen Formlinge. Ist der Ofen im Betrieb, so ist in einem Gurtbogen ein Papierschieber *P* eingesetzt, welcher keinen Durchgang gestattet. Auf der einen Seite ist mindestens eine Außenöffnung und auf der anderen Seite ein Abzug nach dem Rauchgang geöffnet. Es tritt daher jetzt atmosphärische Luft durch die Außenöffnung ein,

streicht, wie die Pfeile zeigen, durch die ersten Kammern, wo schon gebrannte und abgekühlte Steine aus- und frische, zu brennende eingekarrt werden. Sodann trifft die kalte Luft auf grade gebrannte Steine, kühlt diese ab und wärmt sich dabei an und liefert schließlich den erforderlichen Sauerstoff dem Feuer, welches durch Einstreuen von Kohlegrus durch Öffnungen *O* in der Decke unterhalten wird. Schließlich streichen die Rauchgase über noch zu brennende Steine, wärmen

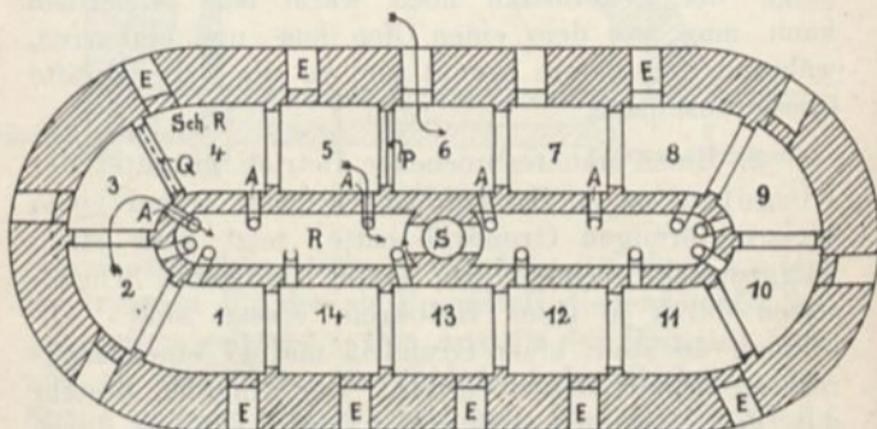


Abbildung 46.

sie vor und trocknen sie sogar zum Teil, und dicht vor dem Papierschieber entweichen sie durch den Rauchgang in den Schornstein.

Sind nun die Steine an der augenblicklichen Feuerstelle gar, so rückt man die Brennzone in der Richtung des Luftzuges im Ofen vorwärts in folgender Weise. Die Heizstoffe werden nicht mehr an der augenblicklichen Feuerstelle, sondern in die folgende Kammer eingestreut, wo sie sich infolge der herrschenden Hitze rasch entzünden.

Auf der gegenüberliegenden Seite des Ofens öffnet man eine weitere Kammer nach außen und beginnt auszukarren, während die vorher neu beschickte Kammer durch einen Papierschieber abgetrennt, ihre Außenöffnung vermauert und ihr Rauchgangschieber geöffnet wird. Endlich schließt man den bis dahin offenen Rauchgangschieber, so daß sich die heißen

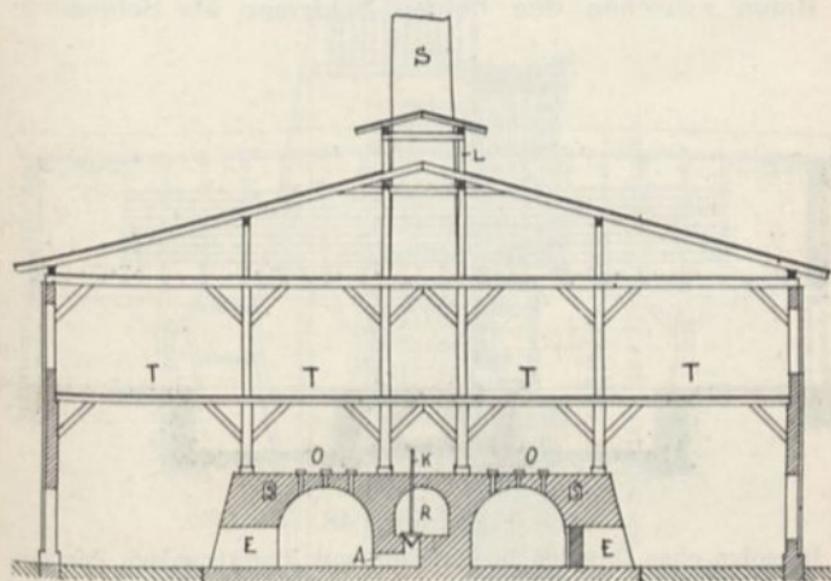


Abbildung 47.

Rauchgase einen Durchgang durch den erstgenannten Papierschieber *P* erzwingen. Der ganze Betrieb ist dadurch um eine Kammer in der Richtung des Luftzuges im Ofen vorgerückt und durchläuft in derselben Weise ohne Unterbrechung das ganze Gewölbe.

Der Ringofenbetrieb ermöglicht eine gründliche Ausnutzung der erzeugten Wärme und liefert gleichmäßig scharf gebrannte Steine. Man heizt mit Heiz-

gasen, aber auch mit niedrigwertigen Stoffen, wie Torf oder Kohlegrus, hat aber im letzteren Falle den Nachteil, daß Flugasche die Oberflächen der Steine verunreinigt. Abhilfe dagegen erzielt man durch Heizen des Ofens mittels Gase oder durch Vorschmauchen der Steine. Zu diesem Zwecke wird ein weiterer Papierschirm *Q* in den Ringofen eingesetzt. Während im übrigen Teile des Ofens der Feuerungsbetrieb stattfindet, wie oben geschildert, dient der kleine Raum zwischen den beiden Schirmen als Schmauch-

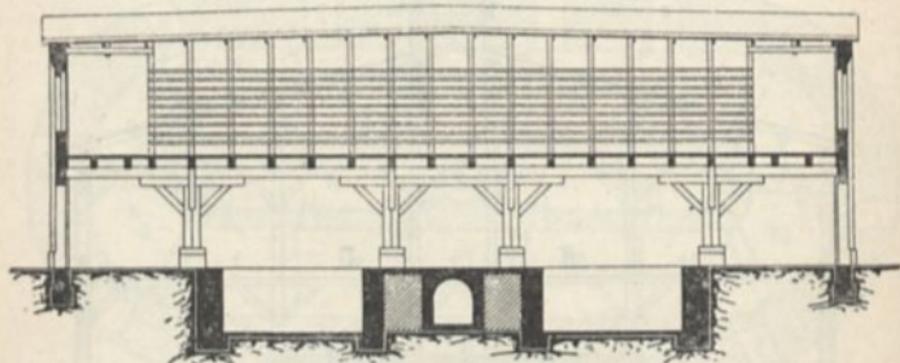


Abbildung 48.

Ringofen ohne Gewölbe in der Erde mit Trockenanlage darüber.

oder Trockenraum, in welchen Luft, die nur durch einige Kammern gestrichen ist und sich an den kühlenden Steinen angewärmt hat, durch den Schmauchkanal geleitet wird; sie geht dann von hier aus unmittelbar in den Schornstein *S*. Namentlich Verblender müssen vorgeschmaucht werden.

Statt eines ringförmigen Gewölbes kann auch eine etwa 1,5 m tief in die Erde eingebaute Rinne mit gleichem Grundriß als Brennofen dienen, wobei die Beschickung von oben erfolgt, also die Arbeiter

stets in frischer Luft arbeiten. Das viele Ausbesserungen und daher große Unterhaltungskosten benötigende

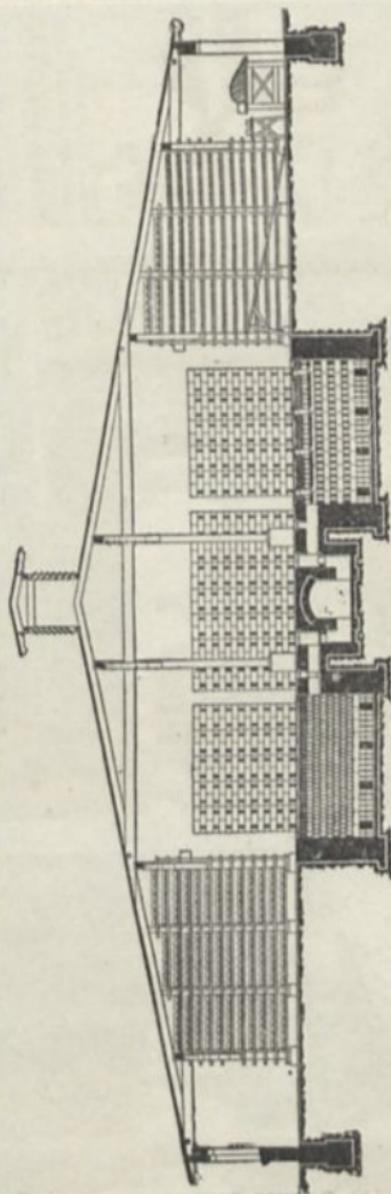


Abbildung 49.

Querschnitt einer Handstrichziegelei.

Gewölbe wird gespart und durch eine auf die eingesetzten Formlinge aufgelegte Flachschiicht aus Ziegeln



Abbildung 50.

Ausbringen und Verladen der gebrannten Ziegel.

und Sand ersetzt, welche allerdings mehr Hitze hindurch läßt als ein Gewölbe. Der Ofen kann nur bei sehr niedrigem Grundwasserstand angewandt werden, weil er sonst große Wärmeverluste aufzuweisen hätte. Im übrigen ist der Brennbetrieb ebenso wie im gewölbten Ringofen.

Die Abbildung 48 stellt einen von Otto Bock in Berlin konstruierten derartigen Ringofen dar, und

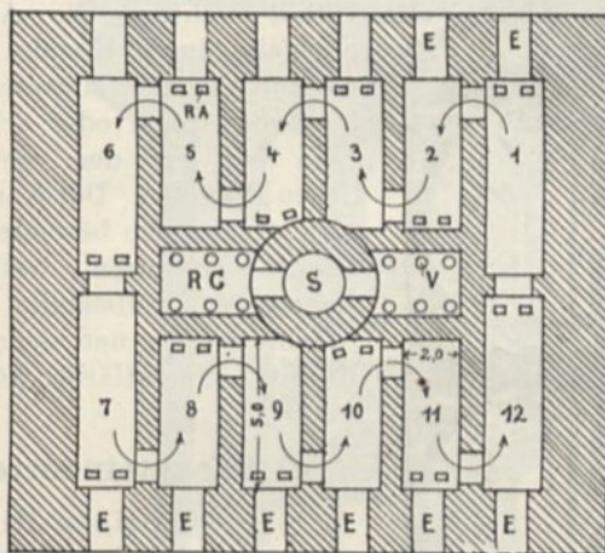


Abbildung 51.

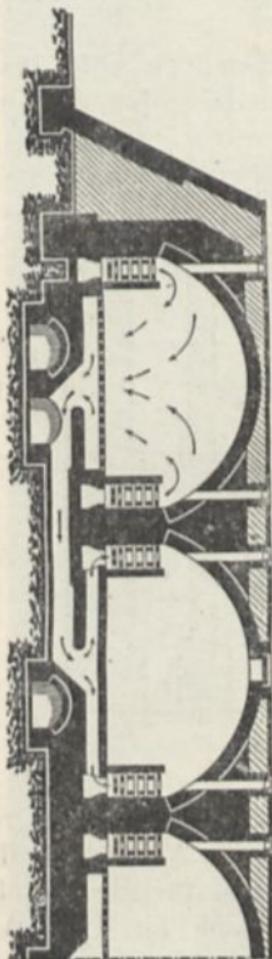
aus der Abbildung 49, welche einen Querschnitt durch eine Handstrichziegelei zeigt, ist die Abführung der Heizgase und die Einschüttöffnungen für Brennstoffe zu ersehen. Der Betrieb spielt sich ab, wie Abbildung 50 erkennen läßt.

Der Zickzackofen (Abbildung 51) ist im Prinzip ein Ringofen. Die Zugrichtung der Heizgase wird durch die Pfeile angedeutet. *E* sind die Einsatzöffnungen, *RG* der Rauchgang, *RA* die Rauchabzüge aus den einzelnen Kammern und *V* die Rauchauslässe.

Der Kammerringofen von Otto Bock ist in einzelne Kammern getrennt und zwar durch feste Mauern, an denen sich von oben zu beschickende Feuerungen befinden (Abbildung 52).

Aus der jedesmal vorhergehenden, in Glut stehenden Kammer strömt heiße Luft der Feuerung der folgenden Kammer zu und steigert deren Hitze, während die Abgase ebenfalls durch Kanäle in die nächste Kammer eintreten und hier vorwärmen oder schmauchen wie bei dem gewöhnlichen Ringofen. Der Kammerofen eignet sich besonders für feinere Tonwaren, weil die Rauchgase vollständig verbrannt werden und daher den Einsatz nicht entfarben können.

Abbildung 52.



e) Backsteinsorten.

1. Gewöhnliche Hintermauerungssteine haben die Abmessungen $65 \times 120 \times 250$ mm. Bei Annahme einer Lagerfuge von 12 mm Stärke gehen 13 Schichten auf eine Höhe von 1,0 m. Die Druckfestigkeit beläuft sich auf bis zu 300 kg/qcm. Man verwendet die Steine für das Innere unverputzter und für ganze verputzte Wände. Die Steine lassen Luft besser hindurch als natürliche Steine und sind schlechte Wärmeleiter.

Quer oder längs gelegte Hohlsteine haben ganz besonders die genannten Eigenschaften, ferner auch

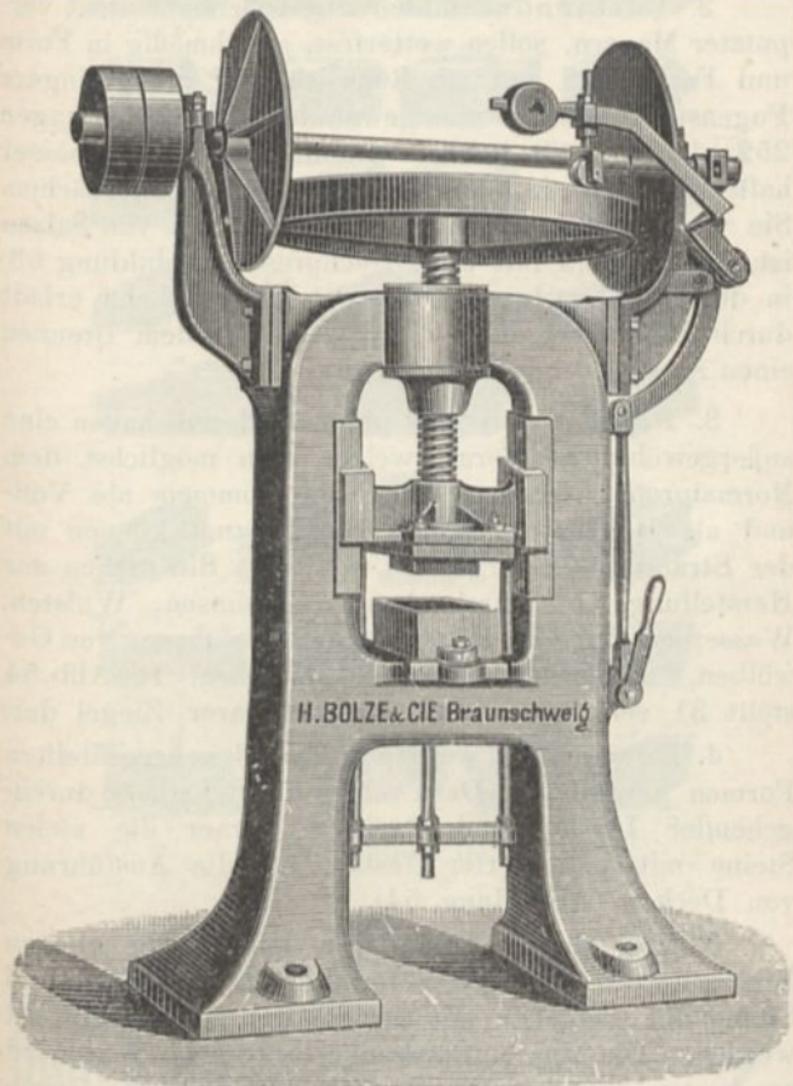


Abbildung 53.

die durch Beimengung leicht verbrennender Stoffe wie Sägemehl oder Kohlestaub, entstandenen Poren-

steine; jedoch sind sie weniger druckfest als die Vollsteine.

2. Verblender bilden die Außenhaut nicht verputzter Mauern, sollen wetterfest, gleichmäßig in Form und Farbe sein und mit Rücksicht auf die geringere Fugenstärke von 10 mm gewöhnlich die Abmessungen $252 \times 122 \times 69$ haben. Damit der Mörtel besser haften, erhalten sie häufig Rillen auf den Lagerflächen. Sie werden sorgfältig aus Lehm, der frei von Salzen ist, geformt und mit einer Nachpresse (Abbildung 53) in der Form verbessert. Ungleichartiger Lehm erhält durch Eintauchen oder Übergießen vor dem Brennen einen Anlaß besseren Tones.

3. Profilsteine sind prismatisch und haben eine außergewöhnliche Form, welche sich möglichst dem Normalprofil anpassen soll. Sie kommen als Voll- und als Hohlsteine in den Handel und können mit der Strangpresse hergestellt werden. Sie dienen zur Herstellung von durchgehenden Gesimsen, Wulsten, Wassernasen und als Keilsteine zur Ausführung von Gewölben, Fabrikschornsteinen und ähnlichem. Die Abb. 54 stellt 31 verschiedene Muster gangbarer Ziegel dar.

4. Formsteine werden in besonders hergestellten Formen gewonnen. Dazu zählen die Eckstücke durchgehender Leisten und Gesimse, ferner die vielen Steine mit patentierter Gestalt für die Ausführung von Decken (Abbildung 54).

5. Von den Dachsteinen können die ebenen Biberschwänze und die S-förmigen Dachpfannen und Steine mit Längsfalz mit der Strangpresse hergestellt werden. Die zum Aufhängen erforderliche Nase wird am besten zunächst als gänzlich durchgehende Leiste mit dem Mundstück geformt und dann durch einen besonderen nicht durch den ganzen Ziegel durchgehenden Schneidedraht, so weit nötig, abgeschoben. Abbildung 55 stellt einen Biberschwanz nebst Längs-

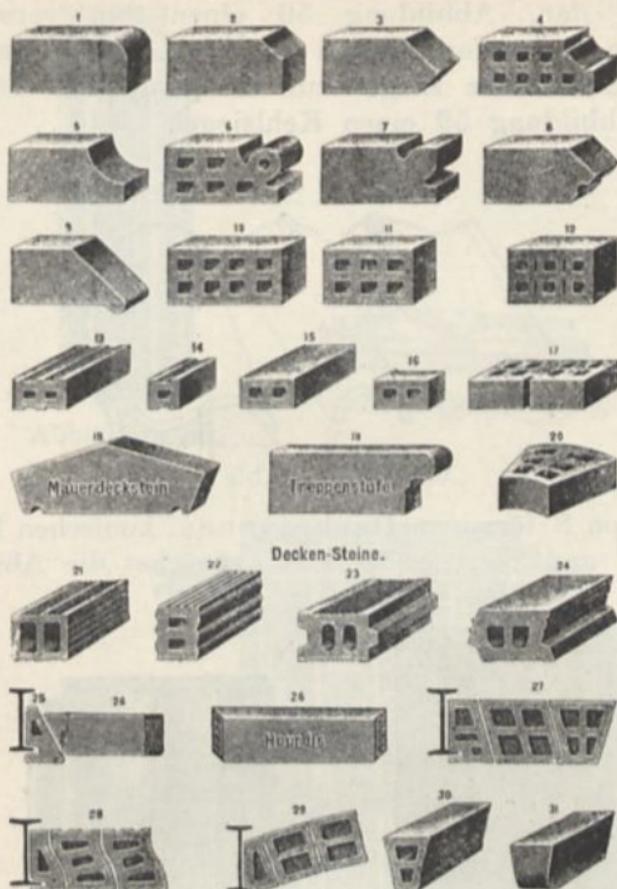


Abbildung 54.

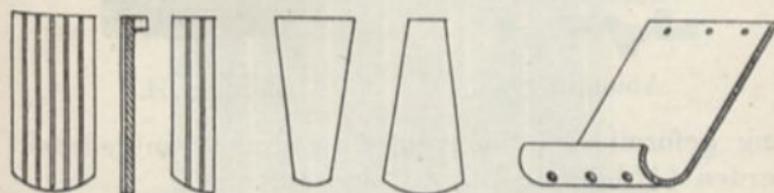


Abbildung 55 bis 59.

schnitt dar, Abbildung 56 einen bei versetzter Deckungsart erforderlichen Hälbling, Abbildung 57 und 58 konische Ziegel zur Deckung von Türmen und Abbildung 59 einen Kehlziegel.

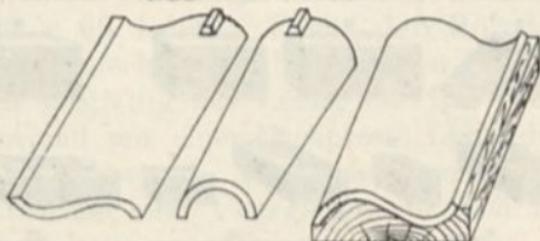


Abbildung 60 bis 62.

Von S-förmigen Dachpfannen, konischen Kehlziegeln und Firstziegeln kann zunächst die Abwick-

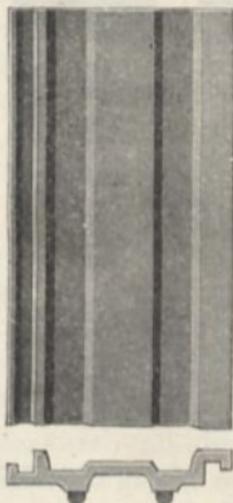


Abbildung 63.

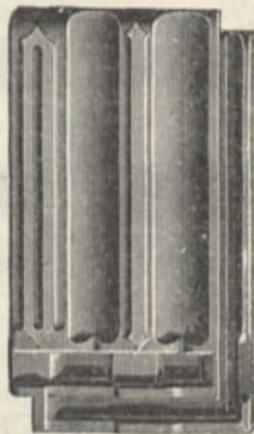


Abbildung 64.

lung geformt und dann auf ein Formholz aufgedrückt werden (Abbildung 60, 61 und 62).

Der Strangfalzziegel (Abbildung 63) wird mit der Strangpresse erzeugt. Falzziegel mit seit-

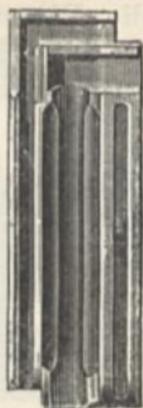


Abbildung 65.



Abbildung 66.

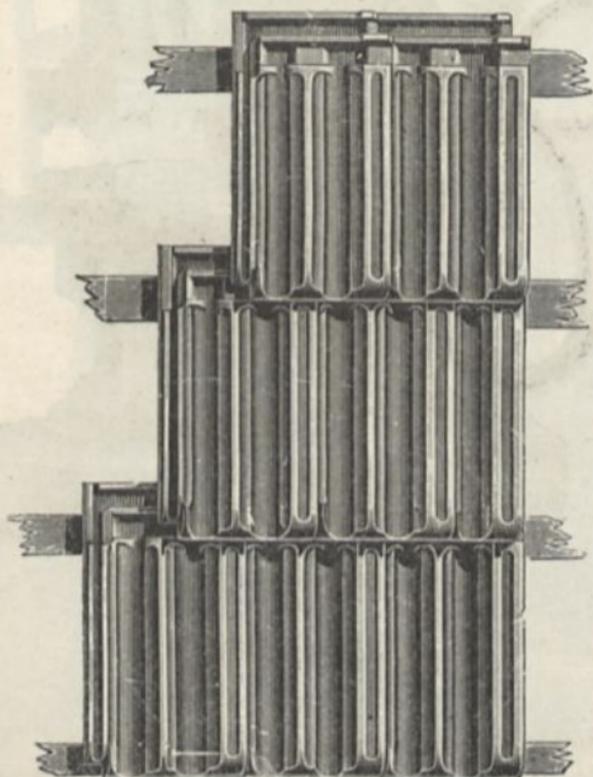


Abbildung 67.

lichem und oberem Falz, z. B. die Patentfalzziegel von H. Bolze in Braunschweig (Abbildung 64, 65, 66 und 67) müssen entweder mit der Hand in Formen

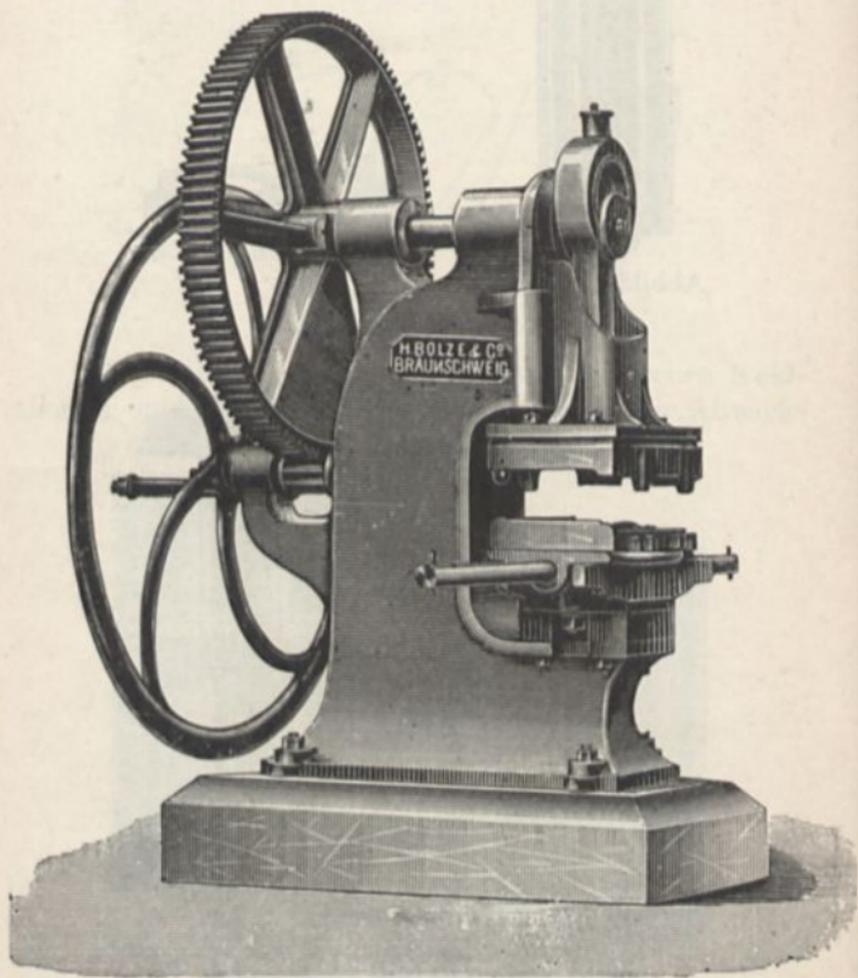


Abbildung 68.

gestrichen oder mittels Handfalzziegelpresse (Abb. 68) oder Revolverfalzziegelpresse (Abbildung 69) geformt werden. Letztere ermöglicht einen beschleunigten

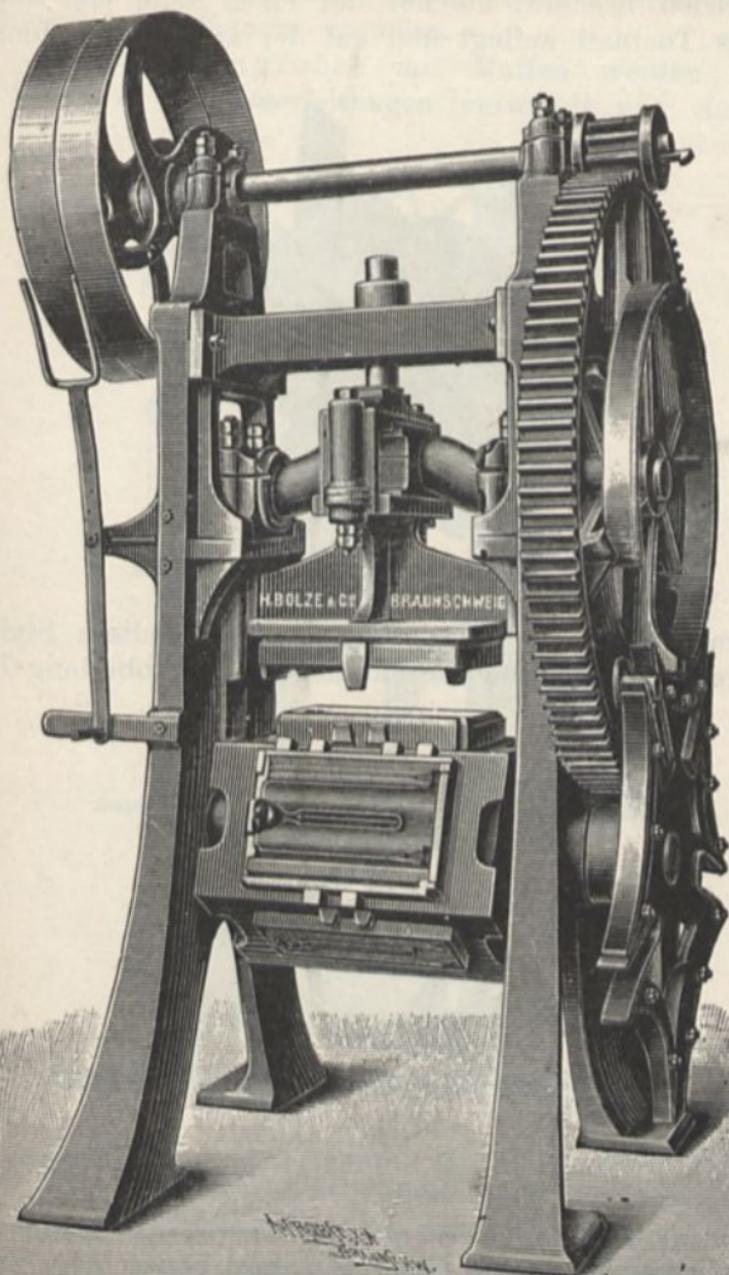


Abbildung 69.

Betrieb insofern, als auf der einen Seite ein Mann das Tonblatt auflegt und auf der anderen ein Junge

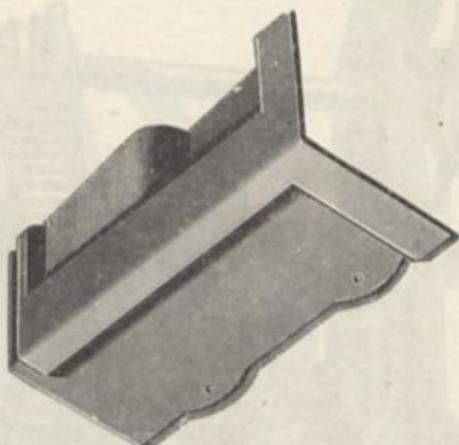


Abbildung 70.

den fertigen Ziegel abnimmt. Verwickeltere Steine wie Bordziegel für das Falzziegeldach (Abbildung 70)



Abbildung 71.

oder Firstziegel mit Bekrönung (Abbildung 71), müssen besonders geformt werden.

6. Drainröhren werden in kurzen Stücken von ungefähr $\frac{1}{3}$ Meter mit der Strangpresse hergestellt, in deren Mundstück ein entsprechender Kern einge-

setzt ist (Abbildung 38). Beim Verlegen werden sie stumpf gegeneinander gestoßen.

7. Steinzeugrohre mit Muffen werden besonders zu Abwasserleitungen [verwandt und durch

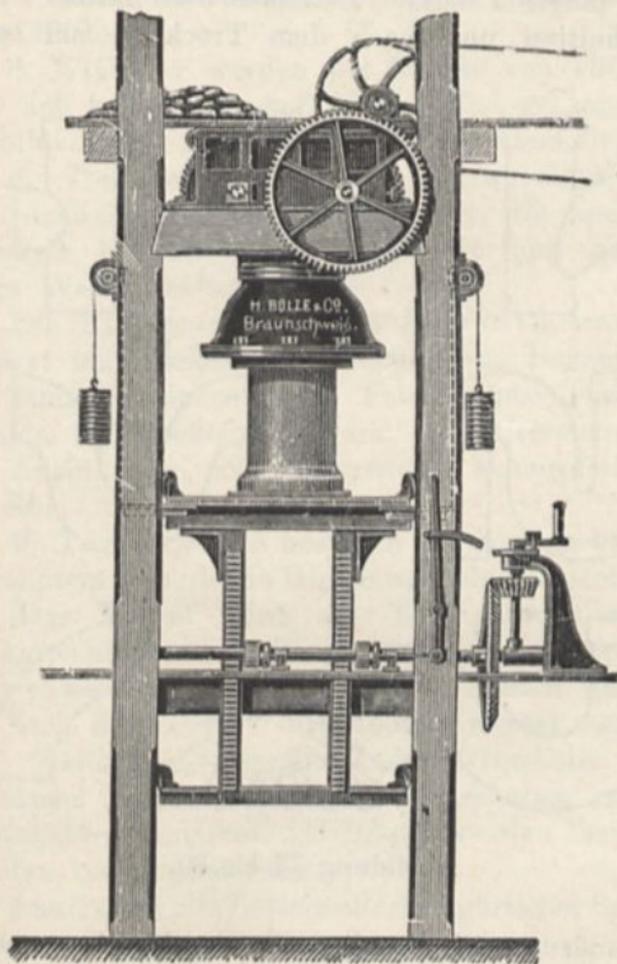


Abbildung 72.

eine Salzglasur gedichtet. Man stellt sie mit der Rohrpresse her (Abbildung 72), vor deren Mündung ein erweiterter Vorhof von der Größe der Muffe sich befindet, in welchen mit der Muffenstärke als Spiel-

raum ein Muffenklotz paßt. Dieser sitzt auf einer die ganze Muffe quer unterlagernden Platte, welche die Muffe während ihrer Entstehung unter Druck hält, sich später aber während der Bildung des Rohres langsam senkt. Letzteres wird mittels Drahtes abgeschnitten und nach dem Trocknen am spitzen

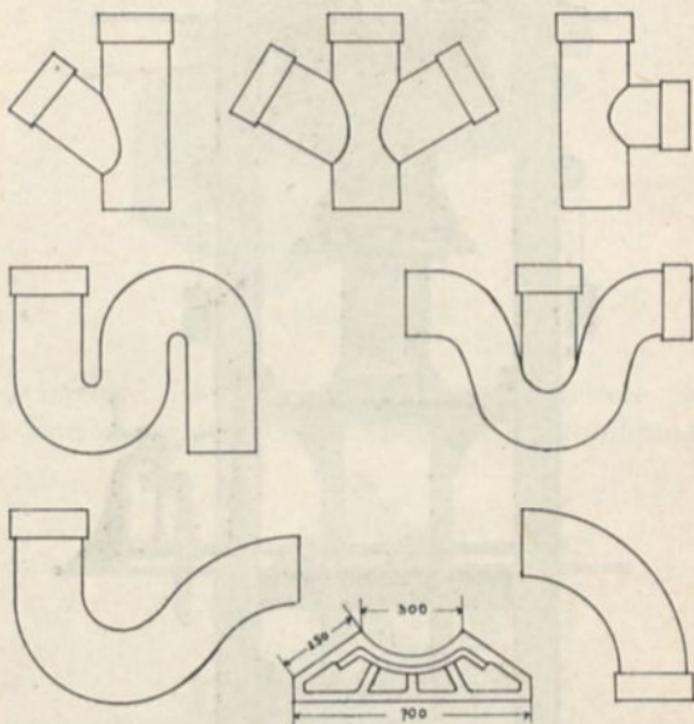


Abbildung 73 bis 80.

Ende außen gerillt, damit später das Dichtungsmaterial besser haften.

Gekrümmte Rohre werden hergestellt, indem man während der Bildung des Schaftes die Druckplatte entsprechend schwenkt und schräg hält. Abzweigungen werden freihändig angesetzt. Weitere Erzeugnisse aus Steinzeug sind Aborttrichter, Wasser-

verschlüsse für Ausgußbecken, Sohlenstücke für gemauerte Kanäle, Steintröge, Fliesen und anderes (Abbildungen 73 bis 80). Der Rohstoff ist eisenhaltiger Ton, dem feiner Sand oder Scherbenmehl beigemischt wird. Durch das Brennen erlangt er eine besonders große Härte.

8. Klinker werden bei Hitzen von 1300° und mehr aus kalk- und sandhaltigem Ton gebrannt. Dabei bilden sich glasige Silikate besonders des Kalks und der Tonerde, wodurch der Ton zu einer dichten, helltönenden Masse zusammen sintert, die eine Druckfestigkeit bis 800 kg/qcm erreicht und nur ganz wenig Wasser aufsaugt.

Die Klinker werden mit Zementmörtel vermauert und dienen zum Belegen von Bürgersteigen, Fahrdämmen, Bahnsteigen, Fabrikräumen, zum Verblenden von Sockelmauerwerk, von Ufermauern und zur Ausführung schwertragender Mauerpfeiler und Gewölbe.

9. Terrakotten bestehen aus ausgesucht reinem, gebranntem Ton, der in Gipsformen eingeknetet worden ist. Das Modell wird aus Ton geformt und mit Stückgips umgossen. Die Form besteht aus einzelnen dicht passenden Keilstücken, deren Anzahl und Größe sich nach der Gestalt des Modells richtet, und einer diese Keilstücke umschließenden Gipshülle. Beim Ausformen wird diese zunächst abgehoben und dann die Keilstücke entfernt. Gebrannt werden Terrakotten im Ofen bei Gasfeuerung.

Aus Terrakotta besteht allerlei figürlicher Schmuck: Friese, Füllungen, Statuetten und anderes.

10. Gesinterte Fliesen werden aus trockenem Tonpulver bei einem Druck von etwa 200 kg/qcm gepreßt, sodaß die frisch gepreßten Formlinge nicht zerfallen. Sie brauchen nicht zu trocknen, ändern daher ihre Abmessungen durch Schwinden kaum und lassen sich genau verlegen.

Die Preßform besteht aus einer mehrere Zentimeter starken Eisenplatte, auf der ein ringsumschließender starker Eisenrand lose aufsitzt.

Gebrannt werden die Fliesen zu mehreren in oben offenen feuerfesten Kapseln hochkant stehend und zwar bis zur Weißglut. Dabei kann die Flamme die einzelnen Fliesen nicht unmittelbar treffen. Am bekanntesten sind die Mettlacher Platten, die in verschiedenen Gestalten, glatt oder geriffelt, verschiedenfarbig und glasiert vorkommen und sehr hart sind.

11. Ofenkacheln werden entweder mittels Maschinen unmittelbar gepreßt oder mit der Hand geformt und zwar aus dem ebenen Kachelblatt, auf welches der vorher geformte und lederhart getrocknete Rand mittels Tonwüsten angeklebt wird. Nach dem Brennen werden die Kacheln geschliffen und glasiert.

12. Schamottsteine werden aus Ton, der wenig Kalk und Eisen enthält und daher feuerfest ist und der durch gemahlene feuerfeste Scherben gemagert wurde, gebrannt. Das Magern ist nötig, damit der Formling rasch sein Wasser abgibt und im Feuer nicht rissig wird, jedoch eignet sich Sand zum Magern nur sehr selten, weil er gewöhnlich aus unreinem und daher schmelzbarem Quarz besteht. Ein sehr brauchbares Magerungsmittel sind gemahlene Brennkapseln.

Schamottsteine sind beständiger im Feuer als die meisten natürlichen Steine und eignen sich daher zur Ausführung von Feuerungsanlagen, zur Ausfütterung von Hochöfen und zu ähnlichen Zwecken. Sie sind mit Schamottmörtel zu vermauern.

f) Färbung der Steine.

1. Grau gedämpfte Ziegel werden gewonnen durch Verbrennen von Teerprodukten oder grünen Reißern im Brennofen bei Luftabschluß, wobei die

Eisensalze der Steine zu dunklem FeO reduziert werden und sich C in den Poren absetzt. In heißem Teer eingetauchte Steine werden zwar tiefschwarz, aber durch Schlagregen streifig.

2. Glasuren sind Gläser aus Metalloxyden, welche dünn auf den Stein im Schwachbrand, wo die Poren weiter offen sind, aufgetragen und mit diesem nochmals gebrannt werden.

Die Glasur muß dicht sein und sich ebenso stark wie der ganze Stein ausdehnen, damit sie nicht rissig wird und schließlich abblättert.

Die dauerhaftesten Glasuren sind die Erdglasuren; sie bestehen aus Kalk, Kaolin, Quarz und anderen, die weniger haltbaren, aber leichter schmelzenden aus Metallsilikaten, namentlich aus Bleisilikaten. Emaillglasuren enthalten außer Blei auch Eisensalze, schmelzen leicht zu einer weißen hochglänzenden Masse und dienen als Überzug der Ofenkacheln. Alkaliglasuren werden erzielt durch Einstreuen von Kochsalz in den glühenden Ofen; das Salz verdampft und setzt sich als Glasmasse auf den Scherben ab.

Farbige Glasuren erreicht man durch Zusatz entsprechender Farbstoffe zum Glasflusse.

Glasuren sollen die Steine wetterbeständig machen und ihnen ein schönes Aussehen verleihen.

g) Erhaltung der Backsteine.

Wetterbeständig macht man die Steine durch Testalin- oder Fluatanstriche. Damit sich Ausblühungen nicht bilden, sollen sie möglichst hart gebrannt und wenig porig sein, ferner nicht mit schwefelhaltigen Brennstoffen gebrannt werden. Der zum Mörtel verwandte Sand muß frei von Humuserde und das Wasser kein Seewasser sein, damit sich nicht aus dem Salzgehalt desselben $CaCl_2$ oder $MgCl_2$ bilden.

Stickstoffhaltige Stoffe, wie Humuserde oder Dünger, erzeugen Mauersalpeter, wodurch die Steine zerfallen.

C. Prüfung der Kunststeine¹⁾.

1. Allgemeine Eigenschaften.

Von Eigenschaften der Kunststeine ist festzustellen:

- a) Durch Besichtigung und Messung, ob die Kanten nicht windschief und die Größenverhältnisse die richtigen sind.
- b) Durch Besichtigung, ob der Bruch bröckelig oder scharfkantig, ob das Gefüge dicht oder porig und gleichmäßig ist, und ob die Farbe des Steines ihn zur Verwendung für Außenwände geeignet macht.
- c) Der Rauminhalt J , dadurch, daß man den wassersatten Stein zuerst an der Luft und dann unter Wasser wiegt. Der Unterschied beider ist das Gewicht der von dem Stein verdrängten Wassermasse in Kilogramm oder der Rauminhalt derselben und danach auch des Steines in Kubikzentimetern.
- d) Die Wasseraufnahme W durch Wiegen in ausgetrocknetem (Ga) und nachher in wassersattem Zustande (Gw). Die Differenz beider gibt die Menge des aufgenommenen Wassers an.

$$W = Gw - Ga.$$

- e) Das Raumgewicht R , das heißt das Gewicht einschließlich der Hohlräume auf die Raumeinheit bezogen durch Division des Rauminhalts in das Gesamtgewicht

$$R = \frac{G}{J}.$$

¹⁾ Vergl. „Reichelt, Die Materialprüfungen der Technik“ und „Dr. Kron, Der Verkehr mit Materialprüfungsämtern.“ Bibl. der ges. Technik. In Vorbereitung.

- f) Der Porenraum in Teilen des Ganzen ist gleich dem Rauminhalt dividiert durch die Menge des eingesogenen Wassers in ccm, also

$$P = \frac{J^{ccm}}{(Gw - G)^{ccm}}$$

- g) Der Dichtigkeitsgrad ist

$$D = 1 - P.$$

- h) Das spezifische Gewicht ist demnach

$$S = \frac{R}{D}.$$

2. Die Festigkeit.

a) Gegen Stoß werden namentlich Platten, welche dem Begehen ausgesetzt sind, geprüft und zwar durch Ermittlung der Zahl der Stöße, welche ein birnenförmiges Fallgewicht auf die Platte ausüben muß, bis sie zerbricht.

b) Zur Prüfung der Druckfestigkeit werden Würfel herausgearbeitet oder geformt, zur Zugprobe achterförmige Körper mit einer Einschnürung und zur Biegeprobe Platten. Jedes Quadratcentimeter unterliegt dann in den beiden ersten Fällen einer Beanspruchung von $k_d = \frac{P}{F}$ und $k_z = \frac{P}{F}$ und im letzteren von

$k_b = \frac{Pl}{4} \cdot \frac{6}{bh^2}$. Die Versuche sind an je zehn Probestücken sowohl in trockenem, wassersattem als auch in durchfrorenem Zustande anzustellen. Dabei ist P die Belastung, $F = b \cdot h$ der Querschnitt und l die Biegunesspannweite.

c) Die Abnutzbarkeit wird mittels Schleifmaschine geprüft.

3. Die Schnelligkeit der Wasseraufnahme.

Die Schnelligkeit der Wasseraufnahme wird geprüft dadurch, daß man Glasröhren stehend und dicht

schließend auf die wagerechte Oberfläche des Steines aufsetzt und mit Wasser füllt. Ist nach 72 Stunden der Flüssigkeitsspiegel nicht gesunken, so gilt der Stein als wasserundurchlässig.

Legt man eine Steinplatte als Abschluß auf ein Druckgefäß und überdeckt sie mit einer geschlitzten Eisenplatte, so läßt sich feststellen, bei welchem Drucke Wasser hindurchtritt.

4. Frostbeständigkeit.

Die Frostbeständigkeit wird an dem wassersatten Stein geprüft, den man 25 mal durchfrieren und dann in stubenwarmem Wasser wieder auftauen läßt. Man wiegt dann die getrockneten abgesplitterten Teilchen und bestimmt außerdem die Abnahme an Druckfestigkeit.

5. Feuerbeständigkeit.

Die Feuerbeständigkeit der Steine wird auf zweierlei Art geprüft. Entweder baut man die Versuchssteine in ein kleines Gebäude, bestehend aus Brennraum und Beobachtungsraum, ein und stellt nach einer Brenndauer von mindestens einer Stunde fest, wie sich das Material während der Brandprobe und auch beim Ablöschen verhält. Oder aber man legt zehn der zu prüfenden Steine auf Roststäben über ein Holzfeuer und kühlt davon fünf langsam ab, während man die übrigen in kaltem Wasser abschreckt. Die erstere Probe entspricht mehr einem Schadenfeuer, während bei der letzteren Art die Steine von mehreren Seiten mit Rauchgasen umspült werden und daher viel mehr auszuhalten haben als bei einem Schadenfeuer.

6. Salzgehalt.

Die Prüfung auf den Gehalt an leicht löslichen Salzen dient zum Nachweis, ob Steine, namentlich

Backsteine, voraussichtlich ausblühen werden. Es wird zu diesem Zwecke eine künstliche Auswitterungsprobe in der Weise vorgenommen, daß man aus einem oben geschlossenen Zylinder langsam Wasser in den Stein eindringen läßt, bis er wassersatt ist. Trocknet man ihn nunmehr an der Luft, so zeigen sich die leicht löslichen Salze bald an der Oberfläche.

7. Wassereinwirkung.

Auf die Einwirkung von Wasser, schwachen Basen und Säuren werden Stoffe geprüft, welche zum Belegen von Fußböden dienen und daher häufig derartigen Stoffen ausgesetzt werden. Man stellt zu diesem Zwecke Probestücke von 20 cm Seitenlänge zur Hälfte in die betreffende Flüssigkeit und beobachtet während mehrerer Wochen die benetzte und die unbenetzte Fläche. Hauptsächlich kommen von Flüssigkeiten in Frage $2\frac{1}{2}\%$ Soda, Ammoniak, Seifenlösung, Petroleum, ferner Essigsäure, Karbolsäure, Schwefelsäure, Salzsäure.

IV. Abschnitt.

Das Holz.

Als Bauholz wird der von Bast und Rinde eingeschlossene feste Teil des Stammes, der Wurzel und der Äste der Bäume verwandt. Zu Bauzwecken dient in Deutschland das Holz hauptsächlich folgender Bäume:

A. Die einzelnen Hölzer.

a) Nadelhölzer.

Die Nadelhölzer wachsen auf sandigem Boden, haben einen gerade gewachsenen, hohen, astfreien Stamm und weiches biegsames Holz mit großem Harzgehalt, welches sich leicht bearbeiten läßt. Sie werden daher mehr als die Laubhölzer zu Tragwerken verwandt.

1. Die Kiefer.

1. Die Kiefer (Föhre) kommt in verschiedenen Arten vor. Die gemeine Kiefer hat 5 cm lange Nadeln, die zu je zweien an beliebiger Stelle am Ast sitzen; sie hat ferner eine rotbraune, schuppige Rinde und wird etwa 30 m hoch und 300 Jahre alt. Das Holz ist porig, hellfarbig im Splint und dunkler im Kern und läßt die Jahresringe deutlich erkennen.

Wegen seines hohen Harzgehaltes hält sich das Holz überall, ist jedoch dem Insektenfraß und der Fäulnis ausgesetzt und läßt sich schlecht polieren.

Man verwendet das Kiefernholz zur Herstellung von Masten, Schiffsplanken, Rostpfählen, zu Pfosten, Eisenbahnschwellen und zu Holzpflaster.

Von ausländischen Kiefernarten ist die Besenkiefer (pitch pine) zu nennen, welche in Nordamerika in sumpfigen Gegenden wächst, 3 cm lange, zu je dreien in einer Scheide sitzende Nadeln hat und deren Holz äußerst dauerhaft, dicht, hart und zäh ist. Gegen das Licht gehalten schimmert das Kernholz rot durch. Das Besenkieferholz wird namentlich im inneren Ausbau, ferner zu starkbeanspruchten Teilen im Schiff- und Wasserbau verwandt.

Die amerikanische Gelbkiefer, yellow pine genannt, hat hellgelbes, nicht durchscheinendes Holz, das sich schön polieren läßt. Es wird fast nur im Innern von Gebäuden verwandt.

2. Die Fichte.

Die Fichte, auch Rottanne genannt, kommt ebenfalls in vielen Arten vor, wächst in fetterem Boden, hat etwa 2 cm lange, steife, stachelspitzige Nadeln, welche beliebig am Aste stehen, einen grade gewachsenen Stamm mit zahlreichen Aststellen und graubrauner Rinde und erreicht eine Höhe von 40 m und ein Alter von 400 Jahren. Ihr Holz hält sich im Trocknen und ganz unter Wasser, aber nicht im Wasserstandswechsel. Es wird zu langen Balken und Pfosten und im inneren Ausbau verarbeitet und zu Tischlerarbeiten verwandt.

3. Die Weißtanne.

Die Weißtanne hat viele Abarten. Der Stamm ist schnurgrade und hat eine glatte, graue Rinde. Die Nadeln sind flach, an der Spitze abgerundet.

etwa 3 cm lang, oben dunkel und unten heller und stehen wie die Zacken eines Doppelkammes am Zweige. Der Baum wird 50 m hoch und 500 Jahre alt und wächst auf sandigem mit Dammerde untermischtem Boden.

Wegen seines geringen Harzgehaltes hält sich das Holz nur im Trockenem oder ganz unter Wasser. Es ist hellfarbig, läßt sich leicht spalten und bearbeiten und wird zu langen Balken, Brettern und zu fast allen Tischlerarbeiten verwandt. Es kommt viel vor im Schwarzwald, in den Vogesen und in Tirol.

4. Die Lärche.

Die Lärche kommt in etwa 8 Arten vor. Die Nadeln sind hellgrün und weich, 3 cm lang und erneuern sich in jedem Frühjahr, während andere Nadelbäume sie dauernd behalten. Die Lärchennadeln stehen in starken Büscheln an beliebiger Stelle am Zweige. Der Baum wird etwa 40 m hoch und 400 Jahre alt.

Das Holz hat einen rötlichen Kern und einen hellen Splint, hält sich selbst im Wasserstandswechsel, ist dem Insektenfraß nicht ausgesetzt und wird unter Wasser steinhart. Im übrigen läßt es sich leicht bearbeiten, wirft sich wenig und ist das Wertvollste der einheimischen Nadelhölzer.

Es wird zu Balken und Bohlen, im inneren Ausbau und in der Möbeltischlerei verwandt.

5. Die Ceder und die Cypresse.

Die Ceder und die Cypresse kommen in unserem Klima nur vereinzelt vor und finden fast nur in der Möbeltischlerei und zu Drechslerarbeiten Verwendung. Ähnliches gilt vom Holze der Eibe, welches das festeste europäische Nadelholz ist.

b) Laubhölzer.

Die Laubhölzer finden sich in zahlreichen Gattungen und Arten in den europäischen Wäldern und gedeihen nur auf gutem Boden. Ihr Holz eignet sich nicht so gut zur Zimmerei als das der Nadelhölzer, weil ihr Stamm nur selten grade gewachsen und meistens astreich ist.

1. Die Eiche.

Die Eiche kommt in vielen Arten vor, deren wichtigste die Stiel- und Steineiche sind; diese unterscheiden sich dadurch, daß bei ersterer die Eicheln gestielt, bei letzterer jedoch das Holz härter ist und das Laub später fällt, weshalb sie auch Wintereiche genannt wird. Das Holz ist im Kern braun und im Splint heller, hart starkglänzende Markstrahlen und ein sehr dichtes Gefüge. Es hält sich wegen seines Gehaltes an Gerbsäure überall, muß aber vor der Verwendung besonders sorgfältig ausgetrocknet werden. Eichbäume werden 1000 Jahre und älter. Im Wasser nimmt das Holz im Laufe von Jahrhunderten an Gewicht zu und wird allmählich schwarz.

Man verwendet Eichenholz im Mühlen-, Schiff-, inneren Ausbau und zu Möbeln, doch nur selten zu Balken oder Unterzügen.

2. Die Rotbuche.

Die Rotbuche gedeiht auf lehmigem Boden, hat eirunde am Rande flachbuchtige Blätter, wird 30 m hoch und 300 Jahre alt. Das Holz ist in jungen Jahren hell, später rötlich, dicht und feinfaserig. Unter Wasser und im Trockenem besitzt es eine große Haltbarkeit, jedoch leidet es unter dem Insektenfraß. Es wird im Wasserbau verarbeitet, ferner zu gebogenen Möbeln und zu Stellmacherarbeiten verwandt.

3. Die Weißbuche.

Die Weißbuche, auch Hornbaum genannt, hat zugespitzte, eiförmige, am Rande gesägte Blätter an zottigen, kurzen Stielen. Das hellfarbige, dichte, schwerspaltende Holz wird nach dem Austrocknen äußerst hart. Es wird seiner geringen Abmessungen wegen fast nur zu Maschinenteilen und zu Geräten verwandt.

4. Die Ulme.

Die Ulme wächst in feuchten Niederungen allein. Sie hat eiförmige, zugespitzte, am Rande gesägte Blätter, eine tief gefurchte Rinde und wird 30 m hoch und 300 Jahre alt. Das im Kern rötliche, sonst aber hellere Holz ist dichtfaserig, hart und schwer spaltbar. Es hält sich im Trocknen, im Nassen und da, wo Nässe und Trockenheit miteinander abwechseln. Es wird im Wasserbau, Schiffbau, im Wagenbau und zu Tischlerarbeiten verwandt.

5. Das Teakholz.

Das Teakholz, von der ostindischen Eiche herstammend, hat rötlich bis braunes, dichtes Holz mit undeutlichen Jahresringen. Es ähnelt dem Eichenholz, ist aber noch dauerhafter und dem Insektenfraß kaum ausgesetzt. Man verwendet es im Schiffbau.

6. Die Erle.

Die Erle wächst in feuchtem Boden, hat verkehrt eiförmige, oben glänzende Blätter und grobfaseriges, weiches Holz, das aber im Wasser härter wird. Das Holz hält sich unter Wasser sehr gut, ist aber im Trocknen dem Insektenfraß stark ausgesetzt. Man verwendet es im Wasserbau und zu Tischlerarbeiten.

7. Die Esche.

Die Esche wächst in feuchten Niederungen und hat Blätter, die aus etwa 10 lanzettförmigen Blättchen zusammengesetzt sind. Das Holz ist bräunlich, schwer, zäh und seidenartig glänzend. Es hält sich nur im Trocknen und findet beim Tischler und dem Stellmacher viel Verwendung.

8. Zitterpappel, Bergahorn, Linde, Obstbäume, Birke.

Das zähe und dabei weiche Holz der Zitterpappel wird zu Vertäfelungen und Parkettfußböden, das weiche Bergahornholz fast nur zu Schnitzereien verwandt. Ähnliches gilt vom Holze der Linde und der Obstbäume, welche sich nur im Trocknen halten. Auch das Birkenholz verkommt im Freien und wird, wenn es in großen Mengen zu haben ist, zuweilen zur Anfertigung von Sparren verwandt.

B. Gefüge und Formbestandteile.

Aufschluß über den inneren Bau des Holzes geben drei Schnitte, welche man durch den Stamm führen kann, nämlich

1. senkrecht zur Längsachse, der Quer- oder Hirnschnitt,
2. durch die Längsachse, der Längs- oder Spiegelschnitt und
3. parallel dazu durch eine Querschnittssehne, der Sehnen- oder Tangentialschnitt.

Der Hirnschnitt ist annähernd kreisförmig. In der Mitte befindet sich das Mark, darauf folgt nach außen hin eine große Zahl verschieden breiter, abwechselnd dunkler und heller Ringe, welche in Wirk-

lichkeit langgestreckte hohlkegelförmige Körper bilden und im Laufe der Zeit entstanden sind; in jedem Frühjahr bildet sich nahe der Außenseite des Stammes ein heller und in jedem Spätsommer ein dunkler Ring; beide zusammen nennt man einen Jahresring. Im Längsschnitt erscheinen die Jahresringe als grade Streifen, im Sehnenschnitt als unregelmäßige Kegelschnitte. Die Gesamtheit der am meisten nach innen gelegenen, härteren und dunkler gefärbten Jahresringe nennt man Kern, die äußeren dagegen Splint. Um letzteren legt sich die Kambium genannte, lebensfähige Schicht. Darüber lagert eine Fasermasse, der Bast, und das Ganze umschließt die Rinde.

Von dem Mark aus laufen strahlenförmig schwach glänzende Streifen, die Markstrahlen aus, welche im Längsschnitt als glänzende Flocken, sogenannte Spiegel, erscheinen.

Die gesamte Masse des Holzes besteht aus Zellen oder leitet wenigstens ihren Ursprung von solchen her. Die einzelne Zelle ist ein kleines, mit unbewaffnetem Auge nicht erkennbares Bläschen, welches im lebenden Zustande vorwiegend eine lebensfähige, schleimige Masse, das Protoplasma, das heißt Urgebilde, in sich birgt, im abgestorbenen, verholzten Zustande dagegen hauptsächlich nur noch den Zellsaft.

Durch Zusammenwachsen und durch Vereinigung von Zellen bilden sich Gefäße, die verschiedenen Zwecken, nämlich teils der Wasserleitung, der Luftleitung, der Beseitigung von verbrauchten Stoffen, teils aber auch der Ernährung der Pflanze dienen. Der größere Teil des Holzes besteht aus Röhrengefäßen (Prosenchymgefäße), welche der Saftleitung dienen. Dagegen besteht das Mark, die Markstrahlen und ein großer Teil des Kambiums aus

rundlichen Gefäßen (Parenchymgefäße), in welchen sich Nährstoffe aufspeichern.

C. Wachstum und Stoffbestandteile.

Zur Ernährung braucht die Pflanze im wesentlich Kohlenstoff *C*, Sauerstoff *O*, Wasserstoff *H* und Stickstoff *N*, da sie hauptsächlich aus diesen vier Grundstoffen besteht; außerdem enthält sie noch geringe Mengen von Phosphor, Kalium, Calcium, Schwefel und Eisen. Kohlenstoff wird in Form von Kohlensäure CO_2 durch die Blätter aus der Luft aufgesogen, und der überschüssige Sauerstoff wird ebendahin wieder abgegeben. Wasserstoff und Sauerstoff werden als Wasser H_2O von den Wurzeln aus dem Boden eingesogen, wobei gleichzeitig Verbindungen der sonst erforderlichen Grundstoffe gelöst aufgenommen werden.

Innerhalb des pflanzlichen Körpers geht eine Umwandlung der zugeführten Stoffe vor sich, und es entsteht das für den Aufbau wichtige Stärkemehl und andere Stoffe wie der Zellstoff $C_5H_{10}O_5$, aus dem die Wände der einzelnen Zellen bestehen. Die Nährstoffe werden entweder in Parenchymgefäßen aufgespeichert oder dienen zur Ernährung lebens-tätiger Zellen in den Blättern oder im Kambium. Hier geht das Dickenwachstum des Stammes vor sich, denn in jedem Jahre bildet sich außen unter dem Bast ein neuer Jahresring, während die von diesem umschlossenen Kambiumschichten durch Aufnahme von Farbstoffen und anderem zu dem werden, was man Holz nennt; die lebens-tätige Kambiumlage schiebt sich also allmählich weiter hinaus.

Die verholzten Zellen enthalten nur noch den Zellsaft, der bei der Weißbuche etwa 20% und bei der Lärche beinahe 50% des Fällgewichtes aus-

macht, und welcher stickstoff- und schwefelhaltige Eiweißstoffe, sauerstoffreiche Gerbsäure und von Kohlehydraten Stärkemehl, Zucker, Dextrin soweit als möglich gelöst enthalten. Ausscheidungsstoffe beim Lebensvorgang sind Harze und Öle, die sich häufig in besonderen Gängen bewegen.

D. Die wichtigsten Eigenschaften.

1. Das spezifische Gewicht ist bei den einzelnen Holzsorten je nach ihrem Gehalt an Holzstoff, Wasser und Luft sehr verschieden. Trockenendes Holz derselben Art ist leichter als nasses, ferner altes leichter als junges. Im allgemeinen sind Hölzer, die in südlichen Ländern oder auf trockenem Boden gewachsen sind, dichter und daher auch schwerer als die anderen.

Im einzelnen schwankt das spezifische Gewicht der Kiefer, Fichte, Tanne und Erle zwischen 0,4 und 0,65, das der Lärche, Eiche, Rotbuche, Weißbuche, des Teakbaumes, der Ulme und Esche zwischen 0,6 und 1,0. Buchholz, ferner Ebenholz und Pockholz sind schwerer als 1,0. Eichenholz, das Jahrhunderte lang unter Wasser gelegen hat, ist nicht nur schwarz, sondern auch schwerer geworden, sodaß es nicht mehr schwimmt.

2. Dichtes, schweres Holz ist im allgemeinen auch hart und schwer spaltbar. Besonders hart ist Eichen- und Buchenholz, während Fichte und Tanne weich sind.

3. Die Biagsamkeit und Zähigkeit des Holzes nimmt ab mit wachsender Trockenheit. Mit Wasserdampf behandelt wird das Holz besonders gefügig und nimmt dauernd jede gewünschte Form an.

Umgekehrt ist die Zug- und Druckfestigkeit bei trockenem Holze größer als bei frischem. Sie ist am größten bei dichtem, schwerem Holze mit

langen, graden Fasern, welches langsam gewachsen ist, z. B. bei der Eiche oder bei der Rotbuche. Kernholz ist widerstandsfähiger als Splintholz. Im allgemeinen hält Holz mehr Zug als Druck aus und leistet in der Faserrichtung viel mehr als in der Querrichtung.

4. Dauerhaft ist dichtes, wasserarmes Holz; daher hält sich der Kern länger als der Splint. Besonders dauerhaft ist Eichenholz und Lärchenkernholz, wenig haltbar aber Buchenholz. In gleichmäßig feuchtem Boden wie etwa Tonboden, ebenso dauernd unter Wasser hält sich Holz gut, namentlich das der Eiche, welches an Härte zunimmt. Das Umgekehrte ist der Fall in kalkreichem Boden, wo der Feuchtigkeitsgrad wechselt. Wind und Wetter ausgesetzt oder teilweise eingegraben, ebenso wie im Wasserstandswechsel hält sich Holz am schlechtesten, vollständig im Trocknen aber meistens recht gut.

5. Beim Austrocknen zieht sich das Holz räumlich zusammen, es schwindet. Verliert es nur einseitig seine Feuchtigkeit, so zieht es sich nur hier zusammen und wölbt sich, das heißt es wirft sich, wird häufig windschief und reißt.

Umgekehrt dehnt sich das Holz bei nachträglicher Wiederaufnahme von Wasser aus. Diese Quellen genannte Formänderung führt dieselben Erscheinungen herbei wie das Schwinden. Beide treten in der Querrichtung und besonders parallel zu den Jahresringen sehr stark auf, während sie in der Faserrichtung kaum zu merken sind.

Mittel gegen die Formänderungen sind:

1. Gründliches Austrocknen des Holzes, sei es an der Luft oder durch etwa 50⁰ warme Luft in Darren oder mittels überhitzten Dampfes.
2. Auslaugen des Holzes durch Flößen oder durch Lagern in fließendem Wasser, oder ferner durch überhitzten Dampf, bis das Holz dunkler geworden

ist und das Abwasser klar abläuft. Durch dieses Verfahren wird dem Holz der Saft nebst den darin gelösten, wassergierigen Alkalien entzogen.

3. Trockenhaltung des trockenen Holzes durch Anstriche mit Ölfarbe, Firniß, Asphalt und anderes, sodaß kein Wasser mehr angesogen werden kann; ferner Trockenlegung des Holzes mittels Dachpappe oder Asphalt.
4. Ferner kann man Konstruktionen so anordnen, daß das Holz schwinden oder quellen kann, ohne dabei die ganze Konstruktion zu gefährden. So setzt man größere Holztafeln aus vielen schmäleren Brettchen mit schmalen Schwindfugen zusammen, zum Beispiel bei Schuppen- oder Kellertüren, bei größeren Bretterwänden und bei Fußböden. Oder man ordnet Rahmen mit darin beweglichen Füllungen an. Schließlich kann man auch zwei oder mehr Lagen mit verschiedenen Faserrichtungen aufeinander leimen, wie es bei Möbeln und Tischplatten geschieht. Die Schalbretter auf Lehrgerüsten dürfen nicht dicht aneinander gelegt werden. Ferner darf man nur trockene Füllstoffe bei Holzdecken einbringen und muß darauf achten, daß sie nicht später genüßt werden. Wenn diese und ähnliche Maßnahmen beachtet werden, so wird das Holz in seinem „Arbeiten“ nicht behindert und außerdem leiden die Holzkonstruktionen nicht.

E. Krankheiten und Fehler.

1. Fäulnis.

Unter Fäulnis faßt man eine Reihe von Holzkrankheiten zusammen, welche auf die Tätigkeit

kleinster, mit unbewaffnetem Auge nicht erkennbarer Lebewesen zurückzuführen sind; die Krankheiten äußern sich als eine chemische Umwandlung der Holzstoffe und führen eine vollkommene Zerstörung herbei. Man unterscheidet:

a) **Anlaufen**, *bei zu langer Lagerung im Holzraum*

das heißt Verfärben des Splintes; Eichenholz wird dunkelbraun und Nadelhölzer werden blau. Die Krankheit zeigt sich bei Holz, das nach dem Fällen lange in der Rinde gelegen hat, ist aber noch ungefährlich und kann durch rasches Austrocknen aufgehoben werden, wobei aber die Holzverfärbung bleibt.

b) **Weißfäule**.

Die Weißfäule, eine Vermoderung oder langsame Oxydation des Holzes, welche bei Feuchtigkeit gedeiht, namentlich die jüngeren Holzschichten befällt und das Holz rasch in eine bröckelige, trockene, hellfarbige Masse verwandelt.

c) **Braunfäule**.

Die Braunfäule ergreift ältere Holzschichten, welche bald trocken, bald naß sind oder in Berührung mit feuchter Erde stehen, verläuft langsam und verwandelt das Holz in eine dunkle, morsche Masse.

d) **Schwarzfäule**.

Die Schwarzfäule befällt besonders das Kernholz und bildet aus demselben im Laufe der Zeit lockere Humuserde. Diese Umwandlung wird durch starke Basen, wie sie sich im Kalk- und im Zementmörtel finden, begünstigt.

e) **Ringfäule**.

Die Ringfäule ergreift einen oder mehrere Jahresringe des Eichen- oder auch des Kiefernholzes und macht sie morsch, sodaß das Holz unbrauchbar wird.

Holz, das sich dauernd gänzlich unter Wasser befindet, ist der Fäulnis nicht unterworfen.

Von den im Holze enthaltenen Stoffen fördern nur die stickstoffhaltigen in Mengen von 4 bis 6 % im Zellsaft vorkommenden Eiweißstoffe die Fäulnis, weil sie in Gegenwart von Luft den Nährboden für die Keime der Fäulniserreger bilden. Letzterer entgegen wirken im Holzsaft die Gerbsäure, weil sie die Eiweißstoffe in unbrauchbare Verbindungen umwandelt, und ferner Harze und Öle, weil sie den Eintritt des Wassers erschweren.

Man schützt Holz gegen Fäulnis:

- a) auf einige Jahre durch Ankohlen; das Verfahren ist üblich bei in die Erde einzugrabenden Pfählen.
- b) durch Auslaugen mittels fließenden Wassers oder auch mittels überhitzten Dampfes in geschlossenen Behältern; auf diese Weise werden mit den übrigen Saftstoffen die Eiweißstoffe beseitigt und den Fäulniserregern der Nährboden entzogen.
- c) durch Anstriche mit Leinöl, aber nur auf trockenes Holz, wodurch das Eindringen von Wasser erschwert wird.
- d) durch Anstriche mit Teer, welche sich aber nicht bewährt haben, da derselbe zu dickflüssig ist und daher nicht weit genug in das Holz eindringt.
- e) Vortrefflich bewährt haben sich Anstriche mit Ayenarius Carbolineum, welches aus den beim Abdampfen des Steinkohlenteers verbleibenden Rückständen gewonnen wird. Es ist viel billiger als Ölfarbe, ferner dünnflüssig, so daß es tief in das Holz eindringt, ohne die Poren zu verstopfen und verleiht frischem Holze einen gleichmäßigen kastanienbraunen Ton. Es

ist weder giftig, noch erhöht es die Feuersgefahr und zerfrißt auch nicht das Holz. Seine Wirkung beruht darauf, daß es den Eintritt des Wassers erschwert und Fäulniserreger abtötet und ihnen ihren Nährboden entzieht.

Es wird reichlich aufgetragen, was durch Ungetübte geschehen kann. Nach einer Woche ist der Anstrich zu wiederholen.

- f) durch Imprägnieren mit verschiedenen Lösungen, welche die Holzsaft zum Teil verdrängen, zum Teil so umwandeln, daß sie keinen Nährboden mehr abgeben für kleinste Lebewesen und schließlich letztere abtöten. Dahin gehören:

α) Sublimat ($HgCl_2$), welches äußerst giftig ist und daher in bewohnten Räumen nicht verwandt werden darf. Man läßt die Hölzer eine Woche lang darin schwimmen. Das Verfahren hat sich wenig bewährt.

β) blaue Kupfervitriollösung, welche mit schwachem Drucke sich in den nicht ent-rindeten Stamm einpreßt und die Holzsaft vor sich hertreibt, sodaß sie am entlegenen Ende ausrieseln. Das Verfahren kann von dem kleinen Meister durchgeführt werden, ist aber für den Großbetrieb zu teuer.

γ) Zinkchloridlösung und dickflüssiges Kreosotöl. Letzteres wird aus den bei dem Abdampfen des Buchenholzteers verbleibenden schweren Teerölen gewonnen. Die zu durch-tränkenden Hölzer werden in einen langen Kessel gefahren, welcher dem bei der Kunststeinherstellung üblichen Härtekessel gleicht (Abbildung 39). Sodann wird die Luft aus dem Kessel ausgepumpt, sodaß die Holzsaft aussickern und abgelassen werden können.

*Handvoll
Lösungen*

Schließlich läßt man eine der beiden Imprägnierungsstoffe oder eine Mischung beider in den Kessel ein und läßt einen hohen Druck auf sie einwirken, sodaß sie das Holz vollkommen durchtränken. Das Verfahren wird namentlich bei Eisenbahnschwellen angewandt und hat sich vortrefflich bewährt. Metallsalze greifen häufig die Holzfaser an, Kreosotöl dagegen nicht; im Gegenteil, es scheint die Festigkeit des Holzes zu erhöhen. Es färbt das Holz dunkel, riecht stark und ist teuer.

2. Der Brand und Krebs.

Der sogenannte Brand ist wahrscheinlich auf die Tätigkeit von kleinsten Pilzen zurückzuführen, welche durch Verletzungen der Rinde eingedrungen sind. Das gleiche gilt vom Krebs. Befördert werden die Krankheiten durch zu feuchten Boden, zu große Saftfülle oder zu rauhes Klima. Beim Brand stirbt das Holz allmählich ab; beim Krebs bilden sich, namentlich am Anfange der Äste Knollen, welche mit zerrissener Rinde überzogen sind und in denen sich die Säfte zersetzen und faulen.

3. Drehwuchs.

Holz mit schraubenförmig verlaufenden Fasern, sogenanntes drehwüchsiges Holz, läßt sich schlecht bearbeiten und wirft sich leicht.

4. Waldklüfte.

Bilden sich Waldklüfte, das heißt Risse, welche vielfach mit den Markstrahlen zusammenfallen, dann hat das Holz eine geringere Festigkeit. Davon

zu unterscheiden sind die harmloseren Frostrisse und die Trockenrisse.

F. Gefahren des Holzes.

1. Verbrennen.

1. Das Holz verbrennt in der Hitze und läßt nur wenig Asche zurück. Es vollständig gegen Verbrennen zu schützen, ist nicht möglich; wohl aber kann man es schwer entzündlich und nur verkohlbar machen. Dazu eignen sich

- a) mehrfach aufgestrichene Wasserglaslösung, welche nach dem Erstarren eine dichte Hülle auf dem Holze bildet, den Sauerstoff der Luft nicht hindurchläßt und daher das Holz am Verbrennen hindert; es kann daher nur verkohlen.
- b) Verschiedene Ammoniaksalze, mit denen das Holz durchtränkt wird.
- c) Ferner kann durch geeignete Bauweise ein guter Schutz gegen Feuer erzielt werden. Holzbalken oder Bretterwände, die mit Hartgipssteinen oder mit Hohlsteinen aus Bimssteingips oder mit Rabitzputz auf Drahtziegelgewebe bekleidet waren, haben sich trefflich bewährt. Beiderseits mit Eisenblech belegte Holztüren hielten sich meistens gut.

Ungeschütztes Holz, namentlich das der Eiche, bildet beim Brennen auf seiner Oberfläche Kohle, die es einigermaßen gegen Hitze schützt. Es empfiehlt sich ferner, Holzteile möglichst glatt zu hobeln, da sie dann weniger leicht Feuer fangen.

2. Insektenfraß.

Mehrere Insekten, von denen die wichtigsten der $\frac{1}{2}$ cm lange, braune Bohrkäfer, die ein bis mehrere

Zentimeter langen Bockkäfer, ferner die rötliche Raupe des Weidenbohrers und die Larve der Holzwespe sind, bohren Gänge in das Splintholz und machen es häufig wertlos.

Die Tiere setzen sich im Freien in den Bäumen fest, werden ins Haus mit dem Bauholze verschleppt und siedeln sich in Fußbodendielen, in Balken und auch in Möbeln an.

Einträufeln von Benzin, Salzsäure oder Seifenlauge in die Bohrlöcher hilft nur bei kleineren Holzstücken und wenn die Löcher zugänglich sind. Dagegen hat sich Avenarius Carbolineum als Schutzmittel bewährt. Am besten ist es, Hölzer, die dem Insektenfraß ausgesetzt zu sein scheinen, von vornherein zu imprägnieren.

3. Der Hausschwamm.

Der Hausschwamm — *Merulius lacrimans*, weil er Tröpfchen ausschwitzt — ist ein pilzartiges Gewächs, welches auf dem Holze in Bauwerken, aber auch im Walde schmarotzt, dem Holze viele Bestandteile entzieht und es in eine zerreibliche Masse umwandelt.

Er pflanzt sich fort durch unzählige, äußerst kleine und leicht bewegliche Sporen, welche von dem Winde nach allen Richtungen verbreitet werden; aber nur sehr wenige beginnen zu keimen, da sie nur selten die Lebensbedingungen des Hausschwammes erfüllt vorfinden, nämlich feuchte, abgeschlossene Luft und Mangel an Licht.

Ferner wird der Hausschwamm übertragen durch keimehaltigen Bauschutt, durch schon befallenes Holz, ja selbst durch Menschen.

Besonders häufig findet man ihn auf Grundschwollen, Fußbodenlagerhölzern und Dielen, am Holzwerk von Kellern und Deckenholzwerk, wenn es

durch menschliche Abfallstoffe, namentlich während des Baues, verunreinigt worden ist.

Die Keime bilden zunächst Fäden, welche in das Holz eindringen, und eine schleimige Haut auf dem Holze. Zuweilen entstehen aber auch auf dem Holze strauchartige Gewächse, welche längere Trockenzeiten durchmachen können, ohne abzusterben, während die weicheren Teile des Pilzes durch Trockenheit zugrunde gehen. Ja selbst in Mauerwerk und in Beton dringt der Hausschwamm ein.

Wenn er nicht unmittelbar sichtbar ist, so entdeckt man ihn an dem moderigen Geruche, an dem dumpfen Klange, welchen das Holz beim Anklopfen von sich gibt, oder auch an den andersfarbigen Flecken oder den Blasen, die sich auf einem Ölfarbenanstrich zeigen.

Hat sich nur wenig Schwamm gebildet, so kann man ihn häufig durch Lüftung oder durch Anstriche mit *Avenarius Carbolineum* unschädlich machen. Wenn aber das Holzwerk gänzlich ergriffen ist, so muß es nebst dem in der unmittelbaren Nachbarschaft verlegten, scheinbar gesunden beseitigt und verbrannt werden; der dabei lagernde Deckenfüllstoff ist zu vergraben. Das neu einzuführende Holzwerk ist sofort zu streichen; die Mauerfugen sind auszukratzen und die ganzen Mauern ebenfalls zu streichen; außerdem sind neue unschädliche Füllstoffe einzubringen.

Am besten ist es aber, nicht erst den Hausschwamm sich bilden zu lassen, sondern mit allen möglichen Mitteln, soweit sie mit Rücksicht auf den Kostenpunkt und auf die gesundheitlichen Verhältnisse möglich sind, seine Entstehung zu hindern. Vor allem darf nur schwammfreies, trockenes Holz und als Deckenfüllstoff ausgeglühter Sand oder Kieselgur, aber nicht Schlacke und Koks, welche begierig Wasser ansaugen, und keinesfalls alter Bauschutt verwandt werden. Balkenköpfe sind nicht fest einzumauern,

sondern sollen luftig liegen und werden ebenso wie die Lagerhölzer gegen die aufsteigende Feuchtigkeit durch untergelegte Dachpappe oder Asphaltfilz geschützt. Besteht Schwammgefahr, so sind die Hölzer mit Avenarius Carbolineum oder mit einer Lösung des gelblichen Antinonnins in Wasser zu streichen.

G. Verarbeitung des Holzes.

1. Fällen.

Gefällt wird der Baum am besten im Herbst oder Winter, weil er dann saftarm ist und den im Saft entstehenden Krankheiten nicht so leicht zum Opfer fällt. Man bringt den Baum entweder durch Axthiebe von zwei Seiten zum Stürzen oder aber man kerbt ihn mit der Axt an der Fallseite um ein Viertel seiner Dicke schräg an und sägt ihn von der anderen Seite etwas höher mit einer Bügelsäge, bis er stürzt. Der Stamm wird sodann „gezopft“, das heißt entästet, und möglichst bald aus dem Walde fortgeschafft, damit nicht Insekten oder Schwammkeime sich festsetzen.

Vor dem Fällen abgestorbene Bäume sind als Bauholz unbrauchbar. Nadelhölzer dürfen nicht zu rasch entrindet werden, weil sonst das holzerhaltende Harz rasch austritt.

2. Trocknen.

Im Wasserbau und Straßenbau zu verwendende Hölzer werden etwa ein Jahr lang getrocknet, während die übrigen lufttrocken werden müssen, bevor man sie weiter verarbeitet, und zu diesem Zwecke 1 bis 4 Jahre vor Sonne und Nässe geschützt zu lagern sind. Sie enthalten dann aber immer noch rund 15 % Feuchtigkeit.

Zum Trocknen lagert man die Hölzer in überdachten, von der Luft durchstrichenen Schuppen, und

zwar so, daß eine unmittelbare Berührung mit der Erde ausgeschlossen ist, also am besten auf Lagerklötze; dabei soll das Wurzelende einige Zentimeter niedriger liegen als das obere, das „Zopfende“, damit die Säfte leichter ausfließen. Bohlen und Bretter werden kreuzweise und vor allem eben übereinander gelagert, da sie sonst nicht eben trocknen würden.

Es empfiehlt sich, die Hölzer schon vor dem Trocknen auf die gewünschten Längen zu zerschneiden, um den Luftzutritt zu erleichtern und zu beschleunigen. Andererseits sucht man auch zu rasches Austrocknen zu verhüten, wenn das Holz ungleichmäßig austrocknet. So verklebt man das rasch sein Wasser abgebende Hirnholz mit Papier oder entrindet den Stamm abwechselnd ringweise.

Das künstliche Austrocknen des Holzes in Trockenkammern mit verstellbarem Luftzutritt erfordert weniger Zeit, muß aber gleichmäßig und mit größter Vorsicht vorgenommen werden.

Hinreichend getrocknetes Holz hat sehr feine Trockenrisse und liefert trockene Bohrspäne. Beim Anschlagen darf es nicht dumpf klingen und soll im übrigen keine feuchten Flecke zeigen.

3. Zerteilen.

Der Holzhandel unterscheidet:

- a) Brennholz, zum Feuern,
- b) Werkholz zu Geräten,
- c) Bauholz zu Balken, Trägern, Stielen. Völlig unbeschlagene Stämme heißen Rundholz, roh behauen nennt man sie waldkantig oder auch wahnkantig. Sind sie aber mit der Axt soweit bearbeitet, daß sie scharfe Kanten haben, so heißen sie Kanthölzer.

Holz, das mit der Axt zerteilt wurde, nennt man Spaltholz. Es ist widerstandsfähiger als gesägtes, weil die Holzfasern nicht zerschnitten sind, kann je-

doch nur in kleinen Abmessungen geliefert werden und findet beim Ausstaken der Zwichendecken Verwendung.

Die übrigen bei einem Baue erforderlichen Hölzer werden entweder mit Handsägen oder maschinell in den Sägemühlen zerschnitten. Leichtes Holz zerteilt man mit der kleinern Handsäge auf Sägeböcken. Schweres Holz wälzt man über die Sägegrube und zerschneidet es mit der Brettsäge, welche von zwei Leuten, einem oben und einem in der Grube, fast senkrecht geführt wird. Damit das Brett nicht windschief geschnitten wird, erhält der zu zersägende Stamm oben und unten einen Schnurschlag. Ein Keil an dem schon gesägten Ende verhindert das Festklemmen des Sägeblattes.

In Sägemühlen gibt es auf und niedergehende Gatter, darunter einfache, nur aus einer Säge bestehende für hartes Holz und Vollgatter mit allen für eine Schnittrichtung erforderlichen Sägen für weichere Hölzer. Die auf einem Wagengestell ruhenden Hölzer werden mittels geriffelter Walze an die Säge herangewalzt. In ähnlicher Weise wirken wagrechte Gatter. Bandsägen sind sehr dünne endlose Sägeblätter, welche dauernd in einer Richtung arbeiten und wie beim Riemtrieb über zwei Riemenscheiben laufen. Die Kreissäge, ein Sägeblatt von 0,2 bis 1,2 m Durchmesser, wirkt ebenfalls dauernd und dient zum Zersägen kurzer Holzblöcke.

4. Oberflächenbehandlung.

Geglättet werden die Holzflächen durch Hobeln und, wenn nötig, noch mit einem ~~Stahlblech~~, welches Ziehklinge heißt, gestrichen und endlich mit Glaspapier oder Bimsstein geschliffen.

Glanz erhalten die Flächen durch Wachs- oder Schellackpolitur. Erstere besteht aus Wachs und etwas Terpentin, wird mit schweren Bürsten auf-

gerieben und erzeugt einen matten Glanz. Letztere erhält man durch Auflösen von Schellack in Spiritus; man reibt sie mit einem Leinwandballen auf und erzielt einen lebhaften Glanz

Man färbt Holz mit Leim- oder mit Ölfarben, nachdem vorher grundiert worden ist, und zwar mit Bernsteinfirnis, Mennige oder anderem. Es ist dreimal mit dazwischenliegender Trockenpause zu streichen.

5. Holzgrößen.

Durch einen Längssägenschnitt erhält man aus einem Kantholz zwei Halbhölzer und durch einen weiteren senkrecht zum ersten vier Kreuzhölzer. Waldkantiges Holz ist billiger als Kantholz, weil es aus einem kleineren Stammquerschnitt geschnitten werden kann, und wird da verwandt, wo man es später nicht sieht, also zu Deckenbalken.

Je nach ihren Abmessungen unterscheidet man:

- a) Besonders starkes Bauholz,
16 m lang, 36 cm Zopfstärke;
- b) Gewöhnliches starkes Bauholz,
14 m lang, 32 cm Zopfstärke;
- c) Mittelbauholz,
12 m lang, 24 cm Zopfstärke;
- d) Kleines Bauholz,
11 m lang, 18 cm Zopfstärke;
- e) Bohlstämmen,
10 m lang, 10 cm Zopfstärke.

Ein 5 bis 10 cm starkes Schnittholz heißt Bohle, ein schwächeres Brett. Latten sind höchstens 3×7 cm groß und bis 4,5 m lang.

V. Abschnitt.

Die Metalle.

A. Das Eisen¹⁾.

1. Rohstoffe.

In der Natur kommt das Eisen vorwiegend in großen Erzlagern vor, die durch Ablagerungen von Eisensalze führenden Gewässern im Laufe von Jahrtausenden entstanden sind. Sie bilden entweder flache Schichtungen, die mit geringen Kosten häufig sogar oberirdisch abgebaut werden können; oder aber sie füllen diese Erdspalten aus und müssen aus diesen mühsam bergmännisch gefördert werden.

Erze nennt man Mineralien, welche außer steinartigen oder erdigen Körpern soviel Eisensalze enthalten, daß ihre Ausbeute sich lohnt. Die wichtigsten derselben sind die folgenden:

- a) Magneteisenstein Fe_3O_4 , färbt schwarz ab, ist eisenreich und kommt besonders in Nordschweden vor.
- b) Roteisenstein Fe_2O_3 , färbt rot ab und findet sich in fast allen Ländern.

¹⁾ Vergl. „Lichte, Die Darstellung, des Roh Eisens“ Bd. 15 d. Bibl. der ges. Technik und „Lichte, Die Darstellung des schmiedbaren Eisens“, Bibl. der ges. Technik. In Vorbereitung.

- c) Brauneisenstein $H_6Fe_4O_9$, färbt braun ab, wird in Lothringen und Luxemburg gefunden, wo er Minette heißt, und in der norddeutschen Tiefebene und in Holland, wo er Rasenerz genannt wird.
- d) Der Spateisenstein $FeCO_3$, meistens gelb, kommt in Westfalen, Thüringen und im Siegtale vor.

Abarten desselben sind der starktonhaltige, in Ostengland sich vorfindende Toneisenstein und der außerdem noch Kohle enthaltende Blackband in Schottland.

- c) der Schwefelkies FeS_2 , der besonders in Spanien vorkommt, aber sich auch als Gemengteil anderer Erze findet.

Trotz der Verschiedenartigkeit der Erze gibt es nur ein Verhüttungsverfahren und zwar aus folgenden Gründen. Der Spateisenstein verliert entweder schon beim Vorwärmen im Hochofen oder bei einem vorher stattgehabten Röstverfahren seine Kohlensäure. Aus dem Schwefelkies wird aber zunächst Schwefelsäure hergestellt, sodaß nur Eisenoxyd zurückbleibt. Geringe Gemengteile von Schwefelkies in anderen Erzen beseitigt man durch Auswittern, wobei Eisenvitriol entsteht und vom Regen weggewaschen wird. Es bleiben also nur Sauerstoffverbindungen übrig, die mittels Kohle im Hochofen zu Eisen reduziert werden.

2. Die verschiedenen Eisensorten.

Ein Teil des zum Reduzieren dienenden Kohlenstoffs löst sich in dem Eisen und gibt ihm je nach seiner Menge ganz verschiedene Eigenschaften. Man unterscheidet daher:

- a) chemisch reines Eisen; es hat einen sehr hohen Schmelzpunkt, nämlich etwa 2000° und ist sehr weich, sodaß es in der Technik nicht verwandt wird.

- b) Schmiedbares Eisen mit 0,04 bis 1,6⁰/₀ C. Es läßt sich schmieden und in der Weißglut auch zusammenschweißen. Da der Schmelzpunkt sehr hoch liegt, kann es nur bei Anwendung besonderer Sorgfalt verflüssigt werden; sonst verbrennt es.

Davon hat:

1. Das Schmiedeeisen 0,04 bis 0,6⁰/₀ C, ein spezifisches Gewicht von 7,8, eine Zugfestigkeit von rund 4000 kg/qcm und eine Druckfestigkeit von rund 3000 kg/qcm;
 2. der Stahl 0,6 bis 1,6⁰/₀ C und läßt sich, wenn er weißglühend und plötzlich in kaltes Wasser eingetaucht wird, härten. Erhitzt man ihn dann wieder allmählich, so zeigen sich an seiner Oberfläche zwischen 220⁰ und 320⁰ verschiedene Farben von gelb bis stahlblau, die sogen. Anlauffarben, Sauerstoffverbindungen, die abgeschliffen werden können; sie zeigen an, daß er mehr oder minder von seiner Glashärte verloren hat. Er schmilzt bei 1400 bis 1600⁰ und erreicht Festigkeiten von 5000 bis 10000 kg/qcm.
- c) Eisen mit mehr als 1,6⁰/₀ und weniger als 2,3⁰/₀ C wird in der Technik nicht verwandt.
- d) Roheisen mit 2,3 bis 5,0⁰/₀ Kohlenstoff schmilzt bei 1100⁰ bis 1200⁰, läßt sich gießen und härten, aber nicht schweißen und schmieden. Das spezifische Gewicht schwankt zwischen 7,0 und 7,7 und die Zerstörung tritt ein bei einer Zugbeanspruchung von rund 1500 kg/qcm oder einer Druckbeanspruchung von 7500 kg/qcm.

a) Das Roheisen.

Das Roheisen wird unmittelbar aus den Erzen durch Reduktion im etwa 20 m hohen Hochofen ge-

wonnen. Dieser ist ein auf Säulen stehender, unten zylindrischer und sich nach oben schwach verjüngender

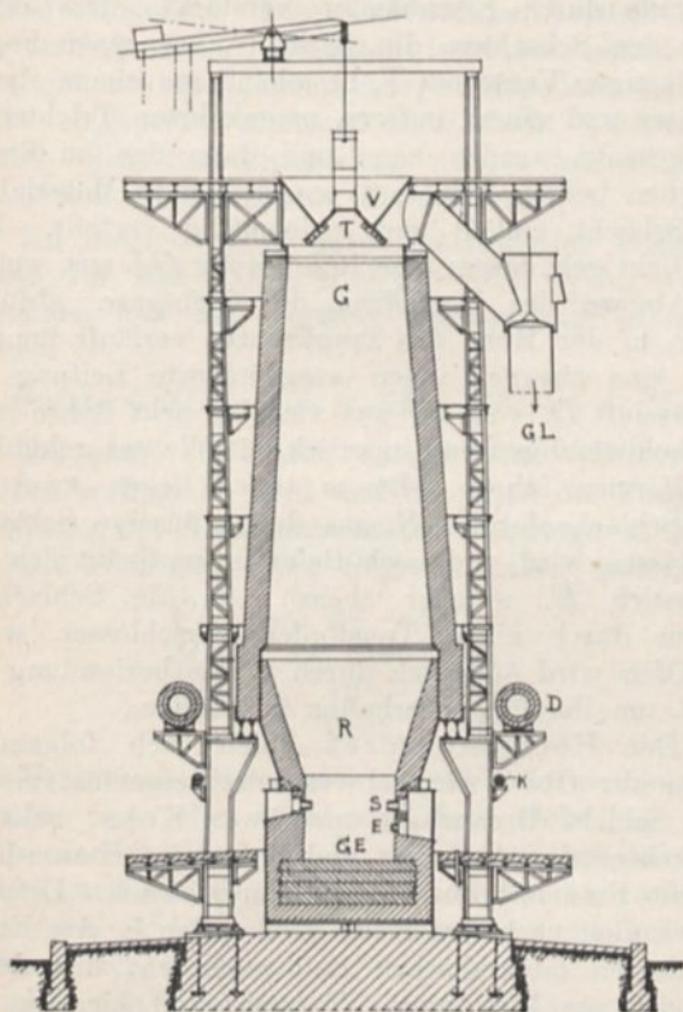


Abbildung 81.

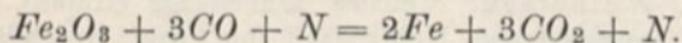
Schacht aus feuerfestem Mauerwerk, welcher durch ringförmig verlaufende Eisenbänder verstärkt und von einem Gestelle aus Eisenfachwerk gestützt wird

(Abbildung 81). Innen ist die sich nach unten verjüngende Rast R und darunter das zylindrische Gestell GE aus feuerfestem Mauerwerk eingebaut und ebenfalls durch Eisenbänder verstärkt. Das obere Ende des Schachtes, die Gicht G , hat einen kegelventilartigen Verschuß V , bestehend aus einem oberen Trichter und einem unteren umgekehrten Trichter T , der gesenkt werden kann und dann das im Rande zwischen beiden Trichtern angesammelte Material in den Schacht einläßt und gleichmäßig verteilt. Von der Gicht geht ferner eine Rohrleitung GL aus, welche die Abgase des Hochofens, die Gichtgase, abführt. Unten in der Höhe des Tragkranzes verläuft um den Ofen eine eiserne, innen ausgemauerte Leitung für Gebläseluft D , von der aus vier bis acht Rohre nach den hohlwandigen und innerlich mit Wasser gekühlten Windformen führen. Etwas tiefer liegen zwei bis drei Schlackenformen S , aus denen flüssige Schlacke abgelassen wird und noch tiefer unten findet sich der Eisenstich E , welcher ebenso wie die Schlackenformen durch einen Tonstopfen verschlossen wird. Der Ofen wird äußerlich durch Wasserberieselung gekühlt, um ihn länger erhalten zu können.

Der Hochofenprozeß spielt sich folgendermaßen ab: Oben wird abwechselnd eine fast meterhohe Schicht Brennstoffe und zwar Koks, seltener Holzkohle oder Anthrazit und dann eine ebenso hohe Schicht Erze mit Zuschlägen eingeschüttet. Letztere richten sich nach den Bestandteilen der in den Erzen enthaltenen mineralischen Beimengungen, aus denen sich die aus kieselsaurer Tonerde und kieselsäurem Kalk bestehende Hochofenschlacke bilden soll; es muß daher das, was fehlt, zugeschlagen werden, nämlich entweder Kalk oder Kieselsäure. Von unten wird durch die Windformen hindurch atmosphärische Luft eingeblasen, welche in den Vorwärmern auf etwa 700° angewärmt wurde. Diese sind Türme

von Hochofenhöhe mit einer Außenhaut aus Kesselblechen und inwendig mit feuerfesten prismatischen Lochsteinen ausgemauert, sodaß viele durchgehende Röhren entstehen. Diese Vorwärmer werden durch die verbrennenden Gichtgase innerlich erhitzt und erwärmen die nach dem Absaugen derselben an ihrer Stelle eingepreßte atmosphärische Luft. Damit der Betrieb nicht unterbrochen zu werden braucht, gibt man jedem Hochofen vier Vorwärmer.

Im Betriebe geht unten im Hochofen folgender Prozeß vor sich: $C + O + N = CO + N$, welche aufsteigen und die folgende Umwandlung einleiten, nämlich



Da aber nicht aller entstehender CO zur Reduktion verbraucht wird und da ferner der Feuchtigkeitsgehalt der Einschüttmassen sich zerlegt, so setzen sich die Gichtgase etwa folgendermaßen zusammen:

CO	etwa	24 — 28	0/0
H	„	3 — 4	0/0
CO_2	„	12 — 14	0/0
N	„	Rest.	

Da hiervon etwa noch ein Drittel brennbar ist, so kann man die Gichtgase nach Befreiung vom Staube zu Kesselfeuerungen, zum Vorwärmen der Gebläseluft und zum Antrieb von Gasmotoren verwenden, welche die Aufzüge und Gebläsemaschinen auf den Hüttenwerken treiben.

Von Zeit zu Zeit läßt man die auf dem flüssigen Eisen schwimmende Schlacke ab und verarbeitet sie zu Schlackensteinen, Schlackensandziegeln und Schlackenzement. Der größte Teil derselben wird aber auf hohen Halden zusammengefahren.

Etwa zweimal am Tage wird das flüssige Roh-eisen abgestochen; man läßt es entweder unmittelbar

am Hochofen in Sandrinnen einlaufen und erstarren und erhält dann armlange Blöcke, welche Masseln heißen. Oder aber man läßt es in große Pfannen laufen und führt es zu den Apparaten für schmiedbares Eisen, um es noch heiß weiter zu verarbeiten.

Das gewonnene Roheisen enthält außer Kohlenstoff größere Mengen von Mangan und Silizium, welche kaum stören, ferner Schwefel, der es brüchig bei Rotglut macht, und Phosphor, der es gußfähiger, aber auch kaltbrüchig macht.

Man unterscheidet verschiedene Roheisenarten, nämlich

1. Weiß Eisen, welches keinen als Graphit ausgeschiedenen Kohlenstoff auf der Bruchfläche zeigt, wenig Silizium, aber viel Mangan enthält. Es wird zu schmiedbarem Eisen verarbeitet.
2. Graueisen, welches Graphit zeigt und darum dunkelgrau ist. Es dient zur Herstellung von Gußwaren.
3. Halbirtes Roheisen steht in der Mitte zwischen beiden und kann zu beiden Zwecken benutzt werden.

Das Weiß Eisen kann je nach seinem Kohlenstoff- und Mangengehalt entweder

- α) Weißstrahleisen sein, wenn es wenig Mangan und unter 4 % Kohle enthält; der Bruch zeigt dann Strahlen senkrecht zum Erkaltungsspiegel, oder
- β) Spiegeleisen mit 6 bis 20 % Mangan und 4 bis 5 % Kohle; es hat dann Spiegel auf der Bruchfläche, oder endlich
- γ) Ferromangan mit 30 bis 85 % Mangan und 5 bis 7,5 % Kohle; es ist dann spröde und zeigt Anlauffarben auf seiner dichten Bruchfläche.

b) Schmiedbares Eisen.

Stahl und Schmiedeeisen werden aus Roheisen hergestellt, dem aber durch Oxydieren ein Teil des Kohlenstoffs, aber auch der anderen Bestandteile entzogen werden muß, weil schmiedbares Eisen sich desto leichter schmieden und schweißen läßt, je reiner es ist. Man nennt das Oxydationsverfahren Luftfrischen, wenn der Sauerstoff aus der Luft, und Erzfrischen, wenn er aus beigemengten Erzen entnommen wird. Zu ersterem zählt das Puddelver-

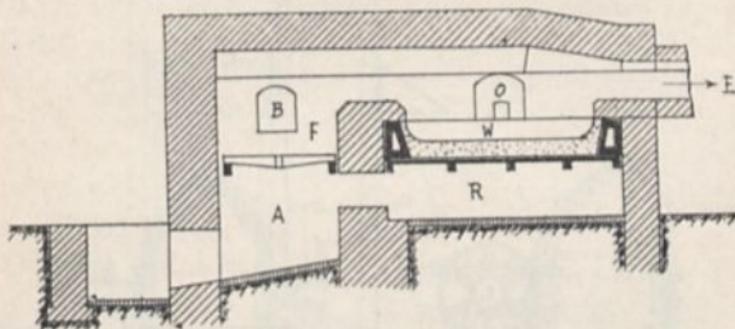


Abbildung 82.

fahren und das Bessemern, zu letzterem das Siemens Martin-Verfahren und das Tempern.

aa) Das Puddelverfahren.

Gepuddelt wird in einem Flammofen (Abbildung 82), dessen Flamme F über eine Wanne W schlägt, die durch Luft von unten und Wasser von der Seite gekühlt und mit Eisenschlacke ausgefütert ist. Durch die Seitenöffnung O wird die Wanne mit zerschlagenen Roheisenmasseln beschickt. Ein vor derselben stehender Arbeiter durchfurcht mit einem langen Haken das allmählich verflüssigte Eisen und erleichtert dadurch dem Sauerstoff der eingeblasenen Luft das Eindringen. Dieser oxydiert daher die vorhandenen

Stoffe wie Silicium, Mangan und Phosphor, welche dann die zu beseitigende Schlacke bilden. Der Schwefel wird jedoch in SO_2 und der Kohlenstoff in CO_2 verwandelt, welche durch die Esse *E* entweichen; durch den Verlust an Kohle wird das Eisen teichartig, kann dann zu Lupen geballt werden und kommt unter den Dampfhammer, wo die Schlacke, soweit noch vorhanden, ausgepreßt wird. Man walzt das gewonnene Schweißisen nunmehr zu Stäben aus, verschnürt und verschweißt sie miteinander und sucht

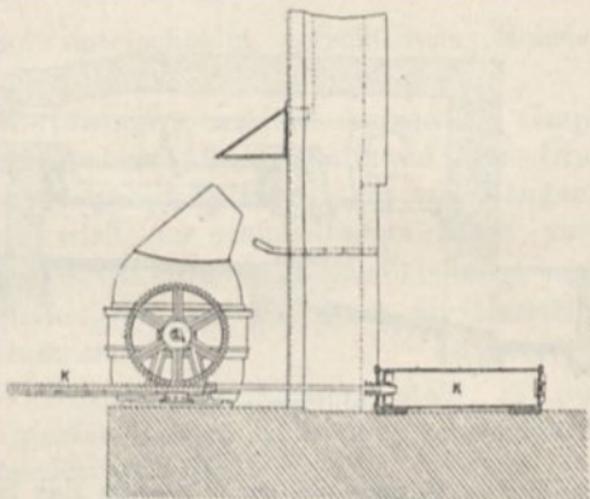


Abbildung 83.

unter dem Dampfhammer noch den Rest der Schlacke auszuquetschen. Dennoch bleiben feine Schlackenfasern zurück, an denen das Schweißisen von dem gleichmäßigen Flußeisen unterschieden werden kann.

Das Puddeln liefert in einigen Stunden jedesmal eine Ausbeute von rund 250 kg.

Will man Schweißstahl herstellen, so muß man das Verfahren unterbrechen, sobald die Entkohlung weit genug vorangeschritten ist.

Aus Schweißisen werden kleinere Bleche, Rund- und Vierkanteisen, Hängeeisen für eiserne Dachstühle, Niet- und Schraubenbolzen hergestellt.

bb) Das Bessemern.

Das Bessemern geht in einem birnenförmigen, aus Eisenblechen bestehenden und mit kieselreichen Steinen (saurer Futter) ausgefütterten Kessel vor sich; dieser kann so gedreht werden, daß einerseits flüssiges Roheisen von oben zufließen und andererseits sein Inhalt in vorgestellte Pfannen ausgegossen werden kann (Abbildung 83, 84 und 85). Durch die Drehachse Z_1 ist eine Luftleitung C nach dem unteren

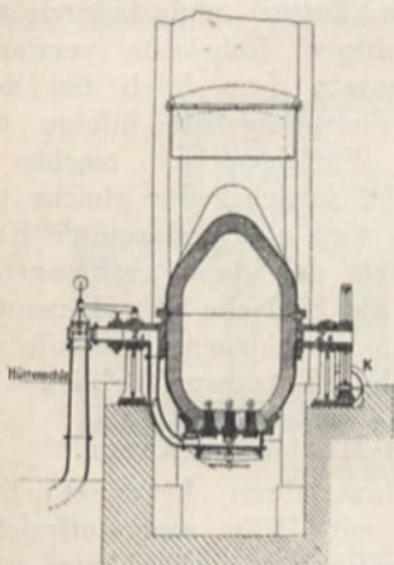


Abbildung 84.

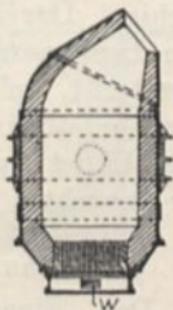


Abbildung 85.

Ende W der Birne geführt, durch welche während des Betriebes in jeder Stellung Luft von unten durch das flüssige Eisen geblasen werden kann. Dabei verbrennen Silicium, Kohle und Mangan und selbst ein Teil des Eisens sehr rasch und steigern die Hitze so erheblich, daß auch das entstandene kohlefreie Eisen trotz seines hohen Schmelzpunktes und ohne eine Feuerung flüssig bleibt. Schließlich ist das entstandene Eisenoxyd zu reduzieren und mehr

oder minder viel Kohlenstoff zuzuführen, je nachdem ob man Schmiedeeisen oder Stahl erzeugen will. Als Zusatzstoffe eignen sich Spiegeleisen oder Ferromangan. Das Verfahren nimmt ungefähr eine halbe Stunde für sich in Anspruch und liefert je nach der Größe der Birne 5000 bis 10000 kg Flußeisen oder Flußstahl.

Eine Abart des vorigen ist das Thomasverfahren, bei welchem die Birne mit Steinen aus gemahlenem Dolomit ($MgCO_3$, $CaCO_3$) und Asphalt ausgefüttert wird (basisches Futter) und dadurch zur Verarbeitung phosphorhaltigen Roheisens verwandt werden kann. Im Gegensatz dazu blieb bei dem Bessemerverfahren der Phosphorgehalt infolge der sauren Ausfütterung im Flußeisen und machte es brüchig. Der Vorgang ist zunächst der gleiche wie beim Bessemern; sodann wird aber gebrannter Kalk eingestreut, mit dem sich der dann verbrennende Phosphor verbindet und als Schlacke phosphorsauren Kalk bildet, der in fein gemahlenem Zustande ein sehr gesuchtes künstliches Düngemittel ist.

cc) Das Siemens-Martinverfahren.

Das Siemens-Martinverfahren bezweckt Entkohlung des Roheisens mit Hilfe sauerstoffreicher Erze. Die dazu erforderliche sehr hohe Hitze wird in dem Siemensofen erzeugt (Abbildung 86), dessen wesentliche Bestandteile eine Wanne mit saurer oder basischer Ausfütterung und vier darunter liegende, oder voneinander vollkommen getrennte Vorwärmer sind, in denen feuerfeste Ziegel mit großen Lücken aufgesetzt sind. Beim Betriebe des Ofens treten aus den Wärmespeichern S der einen Seite Heizgase und Luft ein, mischen sich und verbrennen über der Wanne und streichen als CO_2 in den anderen Vorwärmer S , diesen erhitzend. Nach einiger Zeit wird umgesteuert, sodaß die Gasrichtung die umgekehrte ist.

Das nach dem Bessemer- oder dem Siemens-Martinverfahren gewonnene Flußeisen oder Flußstahl wird in eine vorgelegte Pfanne eingelassen und von dieser aus zu Blöcken für das Walzverfahren gegossen.

dd) Das Tempern.

Bei dem Temperverfahren werden gußeiserne Gegenstände in Eisenoxyd verpackt und einige Tage auf heller Rotglut erhalten, wodurch kohlenstoffärmeres Eisen von größerer Festigkeit erzielt wird. Anwendung bei der Werkzeugfabrikation.

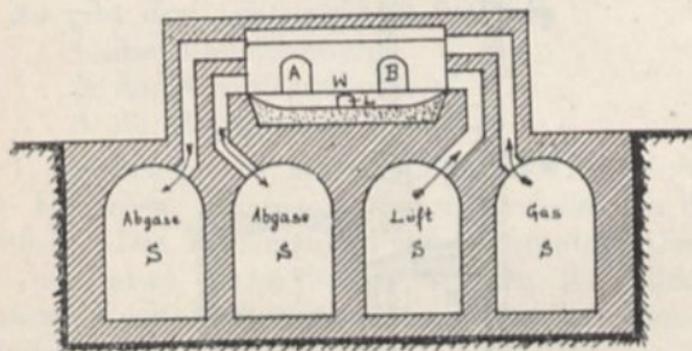


Abbildung 86.

ee) Das Zusammenschmelzen.

Außer nach den genannten Verfahren läßt sich Stahl auch noch durch Zusammenschmelzen von kohlenstoffreichem Roheisen mit kohlenstoffarmem, d. h. gewöhnlich mit Alteisenabfällen im Siemensofen erzeugen. So werden Eisenbahnwagenachsen hergestellt.

ff) Das Zementieren.

Das Zementieren bezweckt die Umwandlung von Schmiedeeisen in Stahl bei dünnen Stäben, welche in Kohlenpulver verpackt einige Tage geglüht werden, bis die Kohle in das Eisen gewandert ist.

gg) Das Tiegelgußverfahren.

Das Tiegelgußverfahren geht in Tiegeln aus graphithaltigem, feuerfestem Ton im Siemensofen vor sich und ermöglicht die Erzeugung eines schmelzbaren Eisens von bestimmter Zusammensetzung, da

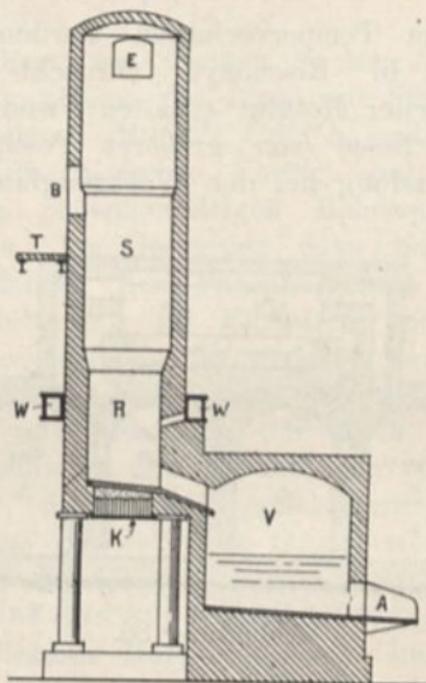


Abbildung 87.

der Fluß weder von Luft noch von Feuergasen getroffen wird.

3. Verarbeitung des Eisens¹⁾.

Eisenwaren werden aus Roheisen durch Gießen, aus Schmiedeeisen durch Schmieden, Hämmern und

¹⁾ Vergl. „Meyer, Lehrbuch der allgemeinen mechanischen Technologie der Metalle (Grundriß des Maschinenbaues, herausgegeben von Immerschitt. Bd. 11). Verlag von Dr. M. Jänecke, Hannover.

Walzen und aus Stahl nach irgend einem der genannten Verfahren hergestellt.

a) Die Gießerei.

Graueisen wird mit Koks vermischt, von oben bei *B* in einen Kupolofen eingestürzt und umgeschmolzen. Dieser (Abbildung 87) besteht aus einem Schacht *S*, einem Schmelzraum *R* mit Windleitung *W*. Durch eine Klappe *K* kann er entleert und gereinigt werden. In dem Vorherd *V* sammelt sich das flüssige Eisen und kann aus demselben in die Formen bei *A* eingelassen werden.

Es gibt drei Gießverfahren, nämlich

1. die Modellformerei,
2. die Schablonenformerei,
3. der Hartguß.

1. Die Modellformerei verlangt die Anfertigung eines hölzernen, seltener eisernen Modells von dem Gußstück. Das Formmaterial ist feinkörniger Quarzsand mit etwa 10⁰/₀ Tongehalt, um ihn bildsam zu machen, und 10⁰/₀ Graphit, um das Ankleben zu verhindern.

Die Modelle zu einfachen Gegenständen wie Roststäben, Ofenplatten und andere bettet man in eine geebnete Lage Formsand ein. Das Gußstück ist dann auf der einen Seite nur durch den Flüssigkeitsspiegel des Metalls begrenzt (offener Herdguß). Gegenstände, welche auf allen Seiten eine bestimmte Gestalt haben sollen, werden in dem zweiteiligen Kasten gegossen, wobei das Modell auch zweiteilig sein muß; seine Schnittfläche fällt mit dem größten Querschnitt des Gußstücks zusammen. Jede der beiden Formhälften wird in der Weise hergestellt, daß die eine Kastenhälfte auf den Formtisch gesetzt, die entsprechende Modellhälfte mit der Schnittfläche nach unten eingelegt und der Formsand eingestampft wird.

Der untere Kastenteil behält seine Lage, der obere muß an den seitlich angebrachten Zapfen *Z* gefaßt, umgedreht und auf den unteren aufgesetzt werden. Die Abbildung 88 stellt den liegenden Guß einer Säule dar. Bei *E* wird das flüssige Eisen eingegossen, bei *W* entweicht die Luft aus der Form, und *K* ist der Kern, welcher um einen Eisenstab mittels Strohsen und Lehm geformt wird, und der bei großer Länge durch Kernstützen im richtigen Abstand gehalten werden muß, damit die Wandstärke der Säule gleichmäßig bleibt. Das Gußmetall tritt zuerst in

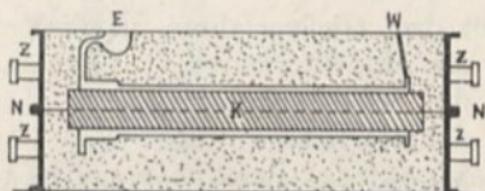


Abbildung 88.

einen kugeligen Vorraum, von dem aus beim Erstarren Gußmetall nachfließt. Dieser wird verlorener Kopf genannt und nach dem Erkalten abgeschlagen. In entsprechender Weise werden Dampfzylinder, Achsen, Säulenfüße, Auflagerplatten und anderes gegossen.

2. Die Schablonenformerei ist besonders bei regelmäßigen Säulenfüßen, Glocken, Druckrohren und anderen Drehkörpern üblich, wobei die Form unmittelbar ohne Modell mittels Holzschablone, welche sich um einen Rundstab dreht, aus Lehm geformt wird (Abbildung 89). Um den gezeichneten Säulenfuß zu gießen, stellt man in der Gußgrube eine Drehsäule *D* auf, mauert den Kern *K*, formt mit der um *D* drehbaren Schablone *S* das Lehmmodell *M* und umhüllt es mit dem Mantel *N*. Sodann nimmt man den Mantel ab, beseitigt das Modell, setzt den

Mantel wieder auf und füllt die Gußgrube mit Sand aus. Nunmehr ist die Form zum Gusse fertig.

3. Beim Hartgußverfahren besteht die ganze Form oder wenigstens Teile derselben aus Gußeisenschalen, die häufig durch Wasserberieselung gekühlt werden. An den Berührungsstellen mit den kalten Formwandungen kühlt sich das eingegossene Metall plötzlich ab, zieht sich stark zusammen und wird dadurch sehr hart. Man gießt so Walzen für die Backen von Steinbrechern, Herzstücke für den Oberbau von Eisenbahnen, Walzen für die Papier- und Linoleumbearbeitung und für Eisenwalzwerke.

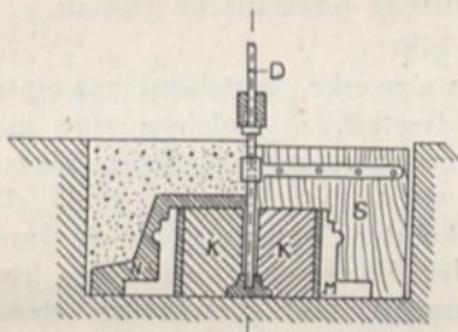


Abbildung 89.

b) Schmieden.

Geschmiedet wird glühendes, schmiedbares Eisen mit langen Handhämmern auf dem Ambos oder mit dem Dampfhammer. Die Gestalt des Schmiedestücks richtet sich nach der Schlagfläche des Hammers oder nach der Unterfläche des Unterhalters.

c) Ziehen.

Durch Ziehen sucht man Rundeisen kalt oder heiß auf eine größere Länge und dabei natürlich geringeren Querschnitt zu bringen. Der zu ziehende

Rundstab wird unten zugespitzt, durch einen gelochten Stahlblock gesteckt und mit der Zange langsam durchgezogen. Das Verfahren ist üblich, um Drähte dünner als 5 mm zu machen.

d) Pressen.

Gepreßt wird schmiedbares Blech mittels hydraulisch getriebenem Stempel in eine Hohlform von gewünschter Gestalt.

e) Das Walzen.

Durch Walzen erlangen schmiedbare Eisenteile eine langgestreckt prismatische Gestalt.

Es gibt:

1. Duowalzwerke, bestehend aus einem schweren gußeisernen Gestell, in welchem eine untere Walze fest und eine obere mittels Schraubenspindel ihrer Höhe nach verstellbar gelagert sind. Die Walzen haben umgekehrten Drehsinn, fassen durch Reibung den glühenden Block und ziehen ihn hindurch, ihn zusammenpressend und gleichzeitig streckend. Bis aus dem Block das fertige Profileisen wird, muß er mehrfach durch das Walzwerk gezogen werden. Damit er aber in denselben bis zu Ende bearbeitet werden kann, sind in die Walze Kaliber eingeschnitten, so daß die Walzenfurchen an einzelnen Stellen der Walzen verschieden groß ist. Nach jedem Durchgang läßt man den Block eine kleinere jedesmal dem endgültigen Profil ähnlichere Furchen durchlaufen. Damit aber der Block nicht zu rasch kühlt, soll er einen möglichst kurzen Weg zurücklegen; man richtet daher das Walzwerk zum Umstellen ein, sodaß er zuerst hin und dann wieder zurück durch dieselben Walzen läuft (Abbildung 90 und 91).

Kleine Eisenteile werden durch Arbeiter mittels Zangen vor die Walzen geführt; größere schwere

jedoch bewegen sich auf umstellbaren Rollgängen (Abbildung 91).

Triowalzwerke ermöglichen den Durchgang in zwei Richtungen, ohne jedesmal umgestellt werden zu müssen. Sie bestehen aus drei Walzen, von denen die oberste und unterste gleichen und die mittlere entgegengesetzten Umlaufsinn hat (Abbildung 92). Zwischen den beiden unteren Walzen erlangt daher der Block eine andere Durchlaufrichtung als zwischen den beiden oberen. Die mittlere Walze preßt sich

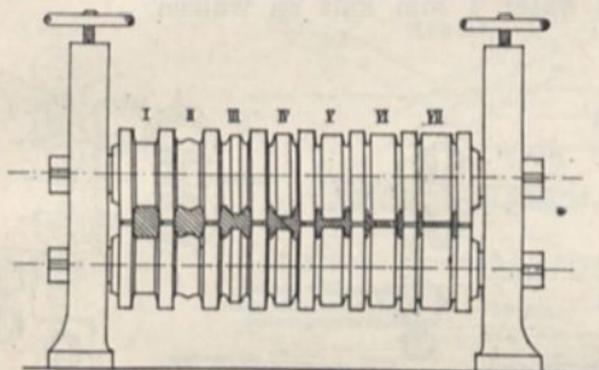


Abbildung 90.

bei jedem Durchgang gegen die jedesmal nicht arbeitende Walze, wird daher weniger durchgebogen und kann schwächer gehalten werden. Der Rollgang muß aber durch eine geeignete Vorrichtung angehoben werden können (Abbildung 92).

Statt des Triowalzwerks kann auch ein doppeltes Duowalzwerk, bestehend aus zwei Walzenpaaren, verwandt werden (Abbildung 93). Mit Hilfe dieser Walzwerke werden die verschiedenen Profileisen, Rund- und Stabeisen erzeugt.

Quadrat- und Rechteckeisen müssen nach jedem Walzendurchgang um 90° gedreht werden, oder man zieht sie durch ein Universalwalzwerk,

bestehend aus einem senkrechten und einem wagerechten Walzenpaare.

Bleche müssen bis dreißigmal zwischen glatten Walzen hindurchlaufen, die nach jedem Gange um ein bestimmtes Maß enger gestellt werden. Ist das Blech schon so dünn geworden, daß es zwischen den Walzen zerreißen würde, so legt man etwa zehn Tafeln aufeinander, darf sie aber dann nur bei Rotglut, und nicht bei Weißglut weiter walzen, damit sie nicht zusammenschweißen. Mit Rücksicht auf den sonst eintretenden Glühverlust sind Feinbleche mit Stärken unter 1 mm kalt zu walzen.

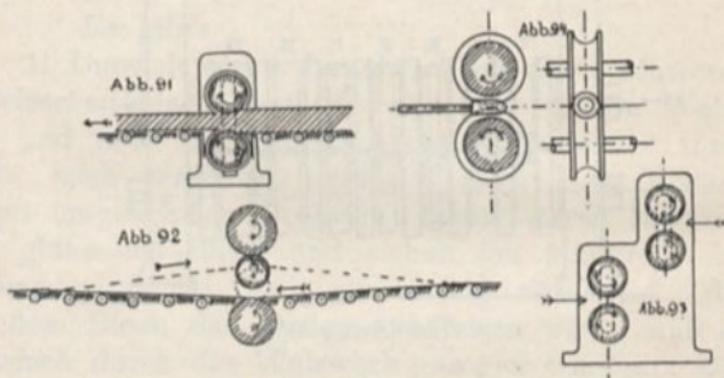


Abbildung 91—94.

Wellblech wird aus 0,6 bis 6 mm starken Blechen zwischen geriffelten Walzen erzeugt und nachher verzinkt.

Draht wird auf vielen einkalibrigen Walzen, von denen die folgende immer rascher umläuft als die vorhergehende, ausgewalzt und gestreckt und schließlich auf der Drahtleier verfeinert, wo er durch enge Löcher eines Stahlblocks hindurchgezogen wird.

Röhren werden entweder mit Längsnaht aus Blechen geschweißt, indem sie durch ein Walzenpaar mit Halbkreisrillen und dazwischen stehendem Dorn

gezogen werden (Abbildung 94). Nahtlose Rohre werden nach dem Schrägwalzverfahren von Mannesmann in folgender Weise hergestellt (Abbildung 95). Zwischen zwei Arbeitswalzen *A* liegt ein Rundblock *R*, wird durch Leitwalzen *L* in seiner Lage gehalten und erhält eine Drehbewegung, wie die Pfeile es andeuten. Stehen die Walzen *A* schräg zum Blocke (Abbildung 96 und 97), so wird ihm außerdem noch eine Längsbewegung erteilt. Er wird aber gebremst dadurch, daß er vor den Walzen zu

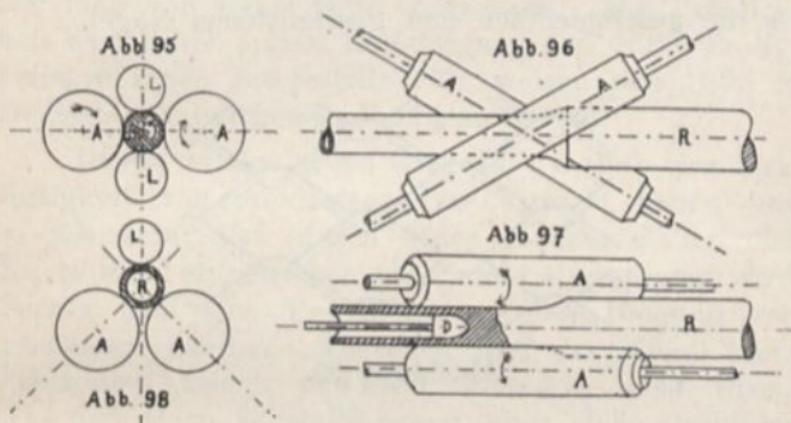


Abbildung 95—98.

dick für den Zwischenraum ist und durch den Dorn *D*. Daher kann nur der Mantel die fortschreitende und drehende Bewegung einschlagen, während der Kern zurückgehalten wird. Gewöhnlich liegen die Arbeitswalzen wie Abbildung 98 es angibt; man kommt dann mit einer Leitwalze aus. Das Verfahren verlangt sehr große Maschinenkräfte, liefert aber ein äußerst festes Erzeugnis von geringem Gewicht.

Eisenbahnschienen werden aus Flußstahl mit 0,6 bis 1,5⁰/₀ Kohlenstoffgehalt nach dem Bessemer-, Thomas- oder Martin-Siemensverfahren erzeugt, bei Weißgluthitze gewalzt und mit der Richtpresse be-

gradigt. Der Schienenstahl soll gleichmäßig sein, ein dichtes, blasenfreies Gefüge und eine Zerreißfestigkeit von 6000 kg/qcm haben.

Seine Güte wird durch Zerrei-, Zerdrck- und eine Schlagprobe bestimmt.

Nägel werden entweder aus Vierkant- oder Rundeisen geschmiedet oder quer aus schmalen Blechstreifen herausgeschnitten. Drahtstifte werden in Längen von 0,5 bis 25 cm aus hartgezogenem Drahte mit Maschinen geformt, darauf verzinkt oder auf Eisenplatten blau geglht. Sie sind bedeutend billiger als die geschmiedeten und geschnittenen Nägel.

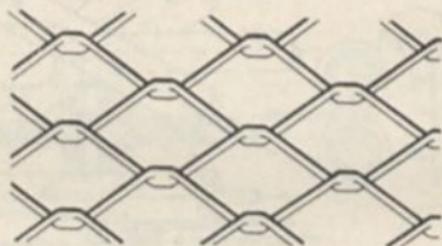


Abbildung 99.

Streckmetall wird aus Schwarzblech mit Schnitten, die nach Art des Blockverbandes versetzt sind, geschnitten und auseinandergezogen (Abb. 99).

Man ummantelt damit Säulen und Träger, um sie nachher zu verputzen oder verwendet es als Einlage im Eisenbeton.

f) Schweißen.

Die zu verschweißenden Eisenteile werden in einem angeblasenen Kohlenfeuer auf rund 1400⁰ erhitzt und durch Aufstreuen von tonigem Sand gegen Verbrennen geschützt. Die Glhstellen werden sodann aufeinander gelegt und durch Hämmern oder Pressen verbunden, sodaß ein einziges nahtloses Stück

entsteht. Man kann sowohl Schmiedeeisenteile miteinander als auch Schmiedeeisen mit Stahl verschweißen.

4. Prüfung des Eisens¹⁾.

Da Eisen häufig ungleich in seiner Festigkeit ist und oft äußerlich schwer erkennbare innere Fehler hat, welche den Zusammenbruch von Eisenbauten verursachen könnten, so muß man sich vor der Verwendung von seiner Güte überzeugen. Die Tauglichkeit wird durch äußere Besichtigung und durch Festigkeitsprüfungen festgestellt, für welche seit 1893 in Deutschland bestimmte Normen gelten.

Diesem zufolge sollen Gußeisenwaren eine Zugfestigkeit von mindestens 1200 kg/qcm haben und so zäh sein, daß durch einen Hammerschlag eine Kante wohl eingetrieben aber nicht abgesprengt wird. Ferner muß eine Probelastung auf Biegung vorgenommen werden. Äußerlich darf das Metall keine Fehlstellen zeigen und soll außerdem nicht blasig sein und einen krystallinischen, aber nicht strahligen Bruch haben; denn das wäre ein Zeichen großer Sprödigkeit.

Mit schmiedbarem Eisen sind Zerreißversuche anzustellen, wobei zu beachten ist, daß die Bruchfestigkeit bei Zugbeanspruchungen parallel der Walzrichtung und senkrecht dazu verschieden groß ist. Schweißeseisen soll dicht und möglichst schlackenfrei sein, sich leicht stauchen und schweißen lassen, ohne offene Schweißnähte zu zeigen. Kalt gebogene Schweißeseisenstäbe sollen sich mit dem Hammer zusammen schlagen lassen, ohne an der Biegungsstelle

¹⁾ Vergl. „Reichelt, Die Materialprüfungen“, Bibl. der ges. Technik. In Vorbereitung.

rissig zu werden. Weiter soll sich ein kurzes Stück Nieteisen rotglühend auf ein Drittel seiner Länge stauchen lassen, ohne am Rande Risse zu bilden. Ähnliche Bedingungen gelten auch für Flußeisen, jedoch wird das Metall hellrotglühend gebogen und dann abgeschreckt. Im übrigen soll Flußeisen eine glatte Oberfläche ohne Kantenrisse und ein feinkörniges, aber nicht schieferiges, noch blasiges Gefüge haben.

5. Rost und Rostschutz.

In feuchter Luft bildet sich auf ungeschützten Eisenflächen Eisenoxydhydrat, das heißt Rost, welcher nicht wie bei anderen Metallen eine Schutzschicht bildet, sondern im Gegenteil unter einer entstandenen Rostschicht weiterfrißt und schließlich die Zerstörung des Materials herbeiführt. Das Eisen ist daher gegen Rosten durch geeignete Mittel zu schützen, wenn es nicht vollständig eingemauert ist. Im allgemeinen rostet schmiedbares Eisen leichter als Gußeisen, namentlich, wenn seine Oberfläche un bearbeitet bleibt.

Vor dem Auftragen jeder Schutzmasse ist die Oberfläche des Eisens durch Bearbeitung mit Drahtbürsten oder mittels verdünnter Säuren gründlich von Rost zu reinigen. Die Schutzschichten müssen dicht und dauerhaft sein und dürfen weder Luft noch Feuchtigkeit hindurchlassen. Gebräuchlich sind folgende Überzüge:

1. Anstriche mit dünnflüssigen Ölfarben, von denen sich Bleimennige gut, Eisenmennige weniger bewährt hat. Sie sind dreimal aufzutragen und spätestens nach fünf Jahren zu erneuern, bilden aber daher nur an stets zugänglichen Stellen einen verlässlichen Schutz für Eisenteile. Gewöhnlich dient Mennige als

Grundierungsanstrich und kann schon im Eisenwerk aufgebracht werden, während der endgültige Farbenanstrich erst nach der Aufrüstung auf die sichtbaren Eisenteile aufgetragen wird.

2. Ein Überzug aus fetter Zementschlemme wird angewandt bei Eisenteilen, welche eingemauert oder in die Erde verlegt werden. Jedoch von Kalk und Gipsmörtel wird Eisen angegriffen.
3. Metallüberzüge sind wirksamer, aber auch teurer als Anstriche und eignen sich nur für kleinere Gegenstände, weil diese in die flüssiges Metall enthaltende Pfanne eingelegt werden müssen. Heiß verzinkt werden nur Weißbleche und Drahtstifte, während andere Gegenstände heiß verzinkt werden. Diese Überzüge halten sich weder in der Erde noch in mit Säuredämpfen geschwängelter Luft, wenn sie nicht nachträglich verbleit werden.

Die Verzinkung auf galvanischem Wege ist vorläufig noch zu umständlich und daher bei großen Stücken teuer. Sogenanntes galvanisiertes Eisen ist aber heißverzinkt.

4. Gußeisenteile werden häufig durch einen Überzug von kochender Asphaltmasse oder heißem, eingedicktem Steinkohlenteer geschützt.
5. Das Brännieren genannte Verfahren hat bis jetzt nur bei kleineren Gegenständen, namentlich Waffen, Anwendung gefunden. Man setzt zu diesem Zwecke Eisenteile der Einwirkung überhitzter Wasserdämpfe aus; dadurch bildet sich auf ihrer Oberfläche eine Schicht von Eisenoxyduloxyd, welche vermöge ihrer Dichtigkeit das Rosten verhindert.

6. Feuerschutz.

Das Eisen ist zwar nicht brennbar, aber keineswegs feuersicher, denn in der Brennhitze büßt es seine Tragfähigkeit zum größten Teil ein und kann daher Tragwerke zum Einsturz bringen.

In brennenden Wohngebäuden kommen über 600 Hitzgrade kaum vor. Da bei dieser Temperatur die Eisenteile noch etwa ein Drittel ihrer Tragfähigkeit besitzen, so brauchen sie nicht geschützt zu werden, so lange sie sich ungehindert um 1 cm für jedes laufende Meter ausdehnen können.

Dagegen treten in Warenhäusern, Speichern und ähnlichen Gebäuden, welche große Mengen brennbarer Gegenstände bergen, viel höhere Temperaturen auf, sodaß Träger sich rasch ausdehnen und die Außenwände hinausdrücken können; oder aber sie biegen sich bei sehr hohen Hitzegraden vollständig durch und reißen die Außenmauern mit ein, falls sie mit diesen verankert sind. Säulen knicken ein, und zwar schmiedeeiserne viel rascher als gußeiserne. Letztere springen aber leichter, wenn sie glühend von einem kalten Wasserstrahle getroffen werden. Um solche Nachteile zu vermeiden, müssen tragende Eisenteile mit Stoffen umkleidet werden, welche die Wärme schlecht leiten und feuerfest sind, das heißt, welche, nachdem sie eine Stunde lang einer Hitze von 1000⁰ ausgesetzt und durch einen Druckwasserstrahl von 3 kg/qcm Druck getroffen waren, höchstens unwesentliche Beschädigungen erlitten haben.

Als Ummantelung haben sich mit Zementmörtel beworfene Drahtgeflechte, welche eine etwa 3 cm starke, die Wärme schlecht leitende, ruhende Luftschicht zwischen sich und den Eisenteilen frei halten,

weniger gut bewährt. Dagegen sind dünnwandige, hartgebrannte Hohlsteine und Terrakotten, Schwemmsteine und Korksteine in Zementmörtel verlegt und mit 1 bis 2 cm starken Zementputz versehen sehr geeignete Ummantelungsstoffe. Weiter hat sich Stampfbeton zwischen Eisenteilen und einem äußeren einige Zentimeter entfernten Eisengerippe gut bewährt. Auch Ausführungen mit Gips sind zweckmäßig, solange sie die Eisenteile nicht berühren können und außen eine Zementhaut erhalten.

B. Das Zink¹⁾.

Den Alten war das Zink nicht bekannt, sondern nur das Messing, welches sie aus kupferhaltigen Zinkerzen herstellten. Um 1750 begann man in Europa Zink zu gewinnen.

Es kommt in Erzen vor, und wird aus Galmei ($ZnCO_3$) oder aus Zinkblende ZnS in folgender Weise hergestellt.

1. $ZnCO_3$ gebrannt = $ZnO + CO_2$, welches entweicht.

$ZnO + C$ geglüht = $Zn + CO$, das entweicht.

2. ZnS geröstet + $3O = ZnO + SO_2$, das entweicht.

$ZnO + C$ geglüht = $Zn + CO$.

Das Zink ist ein wenig glänzendes, bläulich weises Metall mit krystallinischem Bruche, welches bei $+430^0$ schmilzt und sich gießen läßt. In kaltem

¹⁾ Vergl. „Stolzenwald, Zinkgewinnung“, Bd. 41 der Bibl. der ges. Technik. Ausführlicher in „Dr. Hildebrandt, Metallhüttenkunde“ (Grundriß des Maschinenbaues. Herausgegeben von Immerschitt. Band 2. Verlag von Dr. Max Jänecke, Hannover.)

Zustande ist es sehr spröde, läßt sich aber bei einer Wärme von 100^0 bis 150^0 walzen, hämmern und ziehen. Da es sich bei Wärmeänderungen sehr stark ausdehnt, so sind Zinkverblechungen mit Falzen zu versehen und nicht an beiden Enden festzunageln.

Es wird von Säuren, also auch von Rauchgasen, ferner von Kalk-, Gips- und Zementmörtel angegriffen, besonders bei Berührung mit anderen Metallen, weil dann schwache galvanische Ströme entstehen, welche die Zersetzung beschleunigen. Das Zink darf daher nur mit verzinkten Nägeln befestigt werden.

An der Luft überzieht es sich mit einer dichten Schicht basisch kohlen sauren Zinks, welche es vor weiterer Zersetzung bewahrt. Künstlich schützt man es durch einen Ölfarbenanstrich.

Das Zink dient zum Heißverzinken von Eisen, ferner gegossen zu Säulenköpfen und vielen Zierstücken, getrieben zu denselben Zwecken, zu galvanischen Elementen, zur Herstellung von Legierungen und vor allem in Form von Blechen mit Tafelgrößen bis zu $1,0 \times 2,5$ m zur Abdeckung von Gesimsen und Sohlbänken, zu Rinnen und Abfallrohren, zu Dacheindeckungen und Badewannen. Es kommt in 26 verschiedenen Stärken von 0,1 bis 2,68 mm vor. Die bei Bauten üblichen sind die Nummern 10 bis 15 mit Stärken von 0,5 bis 0,95 mm.

C. Das Zinn ¹⁾.

Das Zinn kommt in der Natur hauptsächlich als Zinnstein SnO_2 vor und wird aus diesem durch Reduktion mit Kohle gewonnen. Die wichtigsten Fundorte sind die englische Halbinsel Cornwallis und das sächsische Erzgebirge.

¹⁾ Vgl. Hildebrandt, Metallhüttenkunde.

Es ist ein weißes, starkglänzendes Metall vom spezifischen Gewichte 7,3, schmilzt bei + 230°, läßt sich leicht gießen und außerdem hämmern und zu Staniol auswalzen.

Es wird nur zur Herstellung von Legierungen und zum Heißverzinnen von Eisen verwandt, um letzteres vor den Witterungseinflüssen zu schützen.

D. Das Kupfer ¹⁾.

Das Kupfer kommt gediegen seltener und meistens in Erzen wie Rotkupfererz Cu_2O , Kupferglanz Cu_2S und Kupferkies $CuFeS_2$ vor. Die Verhüttungsverfahren sind denen des Zinks ähnlich, aber im übrigen sehr verwickelt. Die wichtigsten Kupferländer sind die Union, Spanien und Japan, während in Deutschland nur wenig gefunden wird.

Es ist ein rotes Metall vom spezifischen Gewichte 8,9, läßt sich kalt hämmern und ziehen und ist ein guter Leiter für Elektrizität und Wärme. Es schmilzt bei fast 1100°, läßt sich aber nicht gießen, da es blasig erstarrt. An trockener Luft überzieht es sich mit braunschwarzem CuO , an feuchter mit grünem kohlen-saurem Kupfer, und durch Rauchgase bildet sich auf der Oberfläche CuS .

Man schützt Kupfer gegen die Einflüsse der Atmosphäre durch Polieren oder durch Firnisse wie Zaponlack.

Mit Rücksicht auf seine gute Wärmeleitungs-fähigkeit dient es zu Kesseln für Wäsche und zum Kochen von Speisen, aber nicht Essig- oder salzhaltigen, da es von diesen angegriffen wird.

¹⁾ Vergl. Hildebrandt, Metallhüttenkunde.

Im übrigen wird es vielfach in der elektrischen Industrie und zwar zu Leitungsdrähten und Platten in den Motoren und Generatoren und schließlich in Form von Drahtseilen zu Blitzableitern verwandt. Ferner dient es in Gestalt von 0,5 mm starken Bleches zu Dacheindeckungen, zur Ofenbekleidung und zu ähnlichen Zwecken.

E. Das Blei¹⁾.

Das Blei war schon den Alten bekannt und wurde zu vielen Zwecken gebraucht. Es kommt in der Natur nur in Erzen vor, von denen die wichtigsten das Weißbleierz $PbCO_3$ und der Bleiglanz PbS sind; aus diesen wird es ebenso wie das Zink aus seinen Erzen gewonnen.

Das meiste Blei wird in der Union, in Spanien, ferner im Lahntal, im Harz und in Oberschlesien gefunden.

Das Blei ist ein graues, weiches Metall vom spezifischen Gewichte 11,4, welches bei $+330^0$ schmilzt und sich gut gießen und leicht walzen läßt. Es löst sich in reinem Wasser, nicht aber im Quellwasser, welches Chlor und Schwefelsäureverbindungen enthält, da diese Salze sofort eine unlösbare Schutzschicht auf dem Metalle absetzen. Daher können Bleirohre zu Wasserleitungen verwandt werden, denn nach kurzem Gebrauch ist die Bildung von giftigen Bleiverbindungen nicht mehr zu befürchten.

Gegen die Einflüsse der Witterung schützt es sich selbst durch Bildung einer dichtschießenden Bleirostschiicht. Da es von Kalk und Zement an-

¹⁾ Vergl. Hildebrandt, Metallhüttenkunde.

gegriffen wird, muß man es durch eine Gips- oder Lehmlage dagegen schützen.

Verwandt wird das Blei zum Eindecken von Dachkehlen, zum Isolieren von Mauerwerk gegen aufsteigende Nässe, als Zwischenlage zwischen Säulenkopf und Träger oder zwischen Säule und Stein, zum Vergießen von Geländerpfosten und Steinschrauben in Steinen, zum Fassen von Glasscheiben, zu Röhren und zur Herstellung leichtflüssiger Legierungen. Da es sich gegen Säuren durch Bildung einer dichten festhaftenden Salzsicht schützt, dient es auch zum Verbleien von Eisenkonstruktionen in chemischen Fabriken und zum Auskleiden von Schwefelsäurekammern.

Durch Zusatz von Antimon gewinnt es wesentlich an Härte.

F. Metallegierungen.

Legierungen sind weder chemische Verbindungen noch Mischungen, sondern sie entsprechen den Lösungen bei den Flüssigkeiten und werden daher auch feste Lösungen genannt. Durch Legieren werden die Eigenschaften von Metallen oft wesentlich gebessert und ihr Schmelzpunkt niedriger gerückt.

Wichtige Legierungen sind die folgenden:

1. Nickelstahl ist ein Stahl mit 3⁰/₁₀ Nickelzusatz und dient zur Herstellung von Panzerplatten.
2. Wolframstahl hat 3 bis 9⁰/₁₀ Wolframgehalt, ist sehr hart und wird zu guten Werkzeugen verarbeitet.
3. Messing besteht aus Kupfer und Zink, ist hellgelb bis rot, ferner härter als Kupfer und schmilzt leichter als dieses. Beim Erstarren bildet es keine Blasen und kann daher gegossen

werden. Je größer der Kupfergehalt, desto weicher und je größer der Zinkgehalt, desto spröder und schmelzbarer ist es.

Man unterscheidet Rotguß mit etwa 85⁰/₀, Gelbguß mit 60⁰/₀ und Weißmessing mit 50⁰/₀ und weniger Kupfergehalt.

An feuchter Luft bildet sich auf seiner Oberfläche Grünspan, aber nicht so leicht wie auf Kupfer. Künstlich schützt man es durch Polieren oder einen Anstrich mit Zaponlack.

Aus Messing gießt man Wasserhähne und Beschläge und walzt Bleche und Drähte.

4. Neusilber aus 60 Teilen Kupfer, 15 Teilen Nickel und 25 Teilen Zink leitet den galvanischen Strom sehr schlecht und wird daher zu stromregelnden Widerständen in Gestalt langer Drahtspulen verwandt.
5. Bronze besteht aus Kupfer und Zinn. Je größer der Kupfergehalt, desto fester, dehnbarer und schöner gefärbt ist sie.

Durch plötzliches Abkühlen der glühenden Bronze in kaltem Wasser wird sie weich und hämmerbar. Durch allmähliches Erhitzen gewinnt sie an Härte. An feuchter, aber von Rauchgasen freier Luft überzieht sie sich mit einem wie Grünspan zusammengesetzten Edelrost (Patina), der sie gegen weitere Einflüsse der Atmosphäre schützt und eine grün bis braune Farbe annimmt.

Man verwendet Bronze zu Beschlägen, Glocken, Statuen und Medaillen. Münzbronze enthält 96⁰/₀, Geschützbronze 90⁰/₀ und Glockenbronze 80⁰/₀ Kupfer.

6. Phosphorbronze enthält viel Kupfer und etwas Phosphor, welcher die Gießbarkeit erhöht

- und beim Gießen herausbrennt. Sie besitzt eine große Zähigkeit und läßt sich gut auswalzen.
7. Aluminiumbronze sieht wie Gold aus und enthält außer Kupfer 10 % Aluminium. Sie ist sehr hart und raumbeständig und dient daher zur Anfertigung genauer Meßvorrichtungen, zu Maschinenteilen und Kunstschmiedearbeiten.
-

VI. Abschnitt.

Der Asphalt.

1. Vorkommen.

Der Asphalt, auch Bitumen oder Erdpech genannt, ist ein braunschwarzes Harz, welches wahrscheinlich durch Umgruppierung der Atome in erdölartigen Kohlenwasserstoffen entstanden ist. Er war schon den alten Babyloniern bekannt und wurde von ihnen zu vielen Zwecken benutzt. Sein Name stammt aus dem Griechischen, während die Römer ihn „bitumen“ nannten.

Er kommt meistens zusammen mit Kalkstein oder Mergeln vor, diese in Mengen von 7 bis 15% durchtränkend, sodaß also keine chemische Verbindung vorliegt. Die wichtigsten Fundorte sind Limmer bei Hannover, Vorwohle an der Bahn Kreiensen-Holzminden gelegen, Lobsann im Elsaß, Seyssel an der Rhone unterhalb des Genfer Sees, Val de Travers im schweizerischen Kanton Neufchatel, Ragusa auf Sizilien und San Valentino in den Abruzzen. Gediegen, aber stark verunreinigt kommt er in dem vollständig damit ausgefüllten sogenannten Pechsee der Insel Trinidad vor, wird abgegraben, oberflächlich gereinigt und kommt als Trinidad épuré in den Handel.

2. Verarbeitung und Verwendung.

Wichtig für das Baugewerbe ist der asphalt-haltige Kalkstein, der sogenannte Asphaltstein.

Er wird zermahlen und auf über 120^0 erhitzt, wodurch der eingeschlossene Asphalt seine Kohäsion verliert und das Gestein in ein loses Pulver zerfällt. Bearbeitet man das noch heiße Pulver mit heißen Stampfern und Walzen, so verdichtet es sich wieder zu einem festen Gestein. Diese Eigenschaft benutzt man zur Herstellung wasserdichter, fester Straßenfahrbahnen, indem hier auf einer Betonunterlage heißes Asphaltsteinpulver 6 cm hoch aufgetragen und auf 4 bis 5 cm Stärke zusammengepreßt wird, wodurch die oberen Schichten wohl genügend gedichtet sind, während eine weitere Dichtung durch den sofort über die Asphaltdecke zu lassenden, schweren Lastenverkehr erzielt wird. Zur Herstellung von Stampfasphaltdecken eignet sich nur ein weicherer Asphaltstein, der sich mit dem Messer schneiden läßt, dessen Bitumengehalt ihn wetterbeständig macht und dessen Kalkgehalt nicht zu hart ist, damit er sich leicht zusammenpressen läßt.

Der Asphaltmastix wird hergestellt durch Zusammenschmelzen von Asphaltsteinpulver mit vorher gewonnenem natürlichen Bitumen und kommt in Broten von 50 kg Gewicht in den Handel. Auf der Baustelle werden die zerschlagenen Brote mit 50 $\frac{0}{0}$ feinem Kies gemagert, in Kesseln umgeschmolzen und in 2 cm starken Lagen auf eine Beton- oder Ziegelflachsicht als Unterlage aufgestrichen und mit feinem Sand bestreut, der sich später in die Oberfläche eindrückt. In dieser Weise werden die Beläge von Bürgersteigen, Keller- und Hofräumen hergestellt; sie dürfen aber erst nach zwei Tagen begangen werden.

Ferner wird der Gussasphalt in einer Stärke von 1 cm zum Abdecken von Brückengewölben und zu Isolierschichten innerhalb des Mauerwerks oder auch außen verwandt. Schließlich dient er als Unterlage

zu Stab- und Parkettfußböden und zum Vergießen der Fugen bei Holzpflaster nach englischer Art.

Ähnlichen Zwecken dienen Asphaltfilzplatten von Büsscher & Hoffmann, bestehend aus in heißem Asphalt getränkten und mit grobem Sande beworfenen Filzplatten von 1 m Länge; ferner die sehr biegsamen Bleiasphaltplatten nach Siebel, welche aus zwei Asphaltpappen- oder Asphaltfilzlagen und einer dazwischen liegenden dünnen Bleilage bestehen. Gußasphalt mit grobem Kies oder Steinschlag vermengt heißt Asphaltbeton und dient zur Ausführung von Fundamenten, namentlich für Maschinen, weil er durch das Rütteln nicht rissig wird.

Asphaltfliesen und Steine sind zusammen mit den künstlichen Steinen behandelt.

Die vielen Versuche, ein dem Asphalt gleiches, aber billigeres Material künstlich herzustellen, haben bis jetzt zu keinem brauchbaren Ergebnis geführt.

3. Prüfung.

Da das echte Bitumen sich in Benzin, Schwefelkohlenstoff und Chloroform leicht, in Alkohol aber kaum löst, kann man Verfälschungen durch folgende Prüfung erkennen: Man pulverisiert die Probe, versetzt sie mit der doppelten Menge Benzin, die sich bald braun färbt. Sodann sind etwa 10 Tropfen der Flüssigkeit abzugießen, mit der zehnfachen Menge Benzin zu verdünnen und schließlich mit ebensoviel Alkohol zu verschütteln. Beim Absetzenlassen sammelt sich das Benzin oben und der Alkohol unten. Färbt er sich braun, so war die untersuchte Asphaltprobe verfälscht.

4. Asphalt-Goudron.

Asphalt-Goudron heißt das mit Öl ausgekochte und mit den beim Erdölabdampfungsverfahren zurück-

gebliebenen Resten versetzte Bitumen. Der weniger gute, aber doch recht brauchbare deutsche Goudron wird aus verschiedenen Rückständen des Teer- und des Erdölabdampfungsverfahrens hergestellt, verliert aber im Sonnenlicht durch Vergasung einige Bestandteile und wird dann brüchig. Da aber der Goudron hauptsächlich zum Anstrich von Mauerwerk, welches vor Feuchtigkeit geschützt werden soll, dient und daher unter der Erde verbraucht wird, so steht der Verwendung deutschen Goudrons nichts im Wege. Ein dicker Goudronanstrich dehnt sich wie Gummi und bildet daher einen besseren wasserdichten Überzug als eine Zementschicht, welche bei ungleichmäßigem Setzen des Mauerwerks rissig wird.

VII. Abschnitt.

Glas.

1. Bestandteile

Das Glas ist eine in der Gluthitze rasch erstarrte feste Lösung mindestens zweier Silikate, welche meistens durchsichtig ist, sich in halbweichem Zustande leicht formen läßt und sehr widerstandsfähig gegen chemische und mechanische Einflüsse wird.

Allgemein hat das Glas die chemische Zusammensetzung R_2O , RO , $6 SiO$, wobei R_2 Kali oder Natron und R Kalk oder Blei sein kann. Man unterscheidet demnach:

1. Kalknatrongläser,
2. Kalkkaligläser,
3. Kalibleigläser und
4. Natronbleigläser.

Andere Bestandteile, z. B. Tonerde oder Eisensalze sind Verunreinigungen, dienen zum Färben der Glasmasse oder sollen ihr ein höheres Lichtbrechungsvermögen verleihen.

Gläser, welche gleichzeitig Kali und Natron enthalten, sind weniger widerstandsfähig, aber leichter schmelzbar. Solche mit Kalk und Blei sind wohl stark lichtbrechend, aber nicht so teuer.

2. Rohstoffe.

Als Rohstoffe dienen reiner Quarzsand oder abgeschrecktes Quarzgestein; zur Herstellung geringerer

Glassorten läßt sich auch Hochofenschlacke oder vulkanisches Gestein verwenden, wodurch die Glasmasse einen mehr oder minder hohen Tonerdegehalt aufweist, was aber unschädlich ist. Von Natronsalzen ist die reinere Soda zweckmäßiger als Glaubersalz; dagegen ist Kochsalz unbrauchbar, da es mit der Kieselsäure keine Verbindung eingeht. Von Kalisalzen setzt man Pottasche hinzu. Kalisalpeter oder

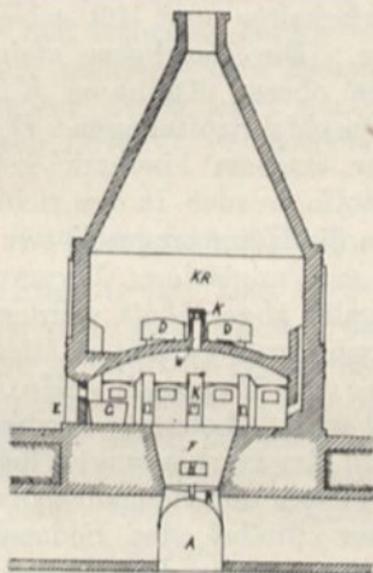


Abbildung 100.

Chilialpeter dürfen nur dann beigemischt werden, wenn eine Reduktion im Glasflusse stattfinden soll, aber nicht bei sauerstoffarmen färbenden Metalloxyden. Kalk wird dem Glase in Form von möglichst reinem krystallisiertem Kalkspat, von Bleisalzen Mennige, und als Flußmittel Borax, Borsäure oder Flußspat zugesetzt. Es empfiehlt sich, lieber Salze als Oxyde zu verschmelzen, weil erstere in der Hitze mehr Gase absondern, welche den Glasfluß auflockern und das Blasenbilden verhüten.

3. Herstellung.

Die Abbildung 100 stellt einen senkrechten Mittelschnitt durch einen gewöhnlichen, kreisförmigen Glasofen mit unmittelbarer Feuerung dar. In dem unteren zylindrischen Teil stehen die elliptischen Glashäfen *G* aus feuerfestem Material und können erforderlichen Falles durch die vermauerte Einsatzöffnung *E* herausgenommen werden. Das Feuer brennt bei *F* auf dem Roste *R*, wird durch die Öffnung *H* unterhalten und läßt seine Asche in den Raum *A* fallen. Die Rauchgase steigen durch Kamine *K* in den oberen Kühlraum *KR*, in welchen durch die Durchfahrtsöffnungen *D* abzukühlende Glaswaren sehr langsam hindurch gefahren werden.

Die Rohstoffe werden in den richtigen Gewichtsverhältnissen in die Häfen eingeschüttet und schmelzen, nachdem die aus unglasigen Verunreinigungen bestehende Glasgalle abgeschöpft worden ist, zu einem durch Eisenoxydul grün gefärbtem Glasflusse, welcher durch Zugabe von Braunstein MnO_2 mehr oder minder entfärbt wird. Letzterer oxydiert Eisenoxydulverbindungen zu Oxydverbindungen, deren gelbe Farbe sich mit der violetten der Manganverbindungen optisch aufhebt. Unter Einfluß des Sonnenlichtes werden aber solche Gläser später doch violett.

Die dunkelgrünen, nicht entfärbten Gläser werden zur Herstellung von Flaschen, die halbweißen zu Medizinflaschen und zu Fensterverglasungen und das farblose Glas zur Herstellung von Spiegelscheiben verwandt.

4. Färbung.

Farbige Gläser können entweder durchsichtig oder in der Masse getrübt (opak) sein. Sie werden gefärbt durch Zusatz von Metalloxyden, welche im Glasfluß farbige Silikate bilden, deren Farbe aber

durch Kali oder Natron häufig verschieden beeinflusst wird.

Braun wird die Glasmasse durch Eisenoxydverbindungen oder durch im Glase aus Glaubersalz (Na_2SO_4) und reduzierender Kohle erzeugten Schwefel. Gelb wird durch Silberverbindungen, rot durch Kupfer- oder Selenverbindungen und blau durch Kobalt und einige Kupfersalze hervorgerufen. Die grüne Farbe entsteht durch Chromoxyd (Cr_2O_3), Kupferoxyd oder Eisenoxydul und die violette durch Mangan oder Nickel. Grüne und schwarze Gläser entstehen durch Zusatz mehr oder minder großer Mengen sich optisch aufhebender Farben. Auch kann man schwarzes Glas durch Zusatz von Laven oder Hochofenschlacke herstellen.

5. Besondere Gläser.

Undurchsichtige Gläser sind entweder mit Glasfarben überladen oder sind dadurch entstanden, daß sich nicht färbende Stoffe in großen Mengen aus dem Glasflusse ausgeschieden haben. Von diesen wird das sogenannte Milchglas durch Zugabe von Verbindungen der Phosphorsäure (Knochenasche) oder des Fluors (Kryolith) oder auch, wenn auch seltener, der teureren Zinnasche (SnO_2) gewonnen.

Wenig getrübt Gläser heißen Opalgläser und werden durch Pottasche getrübt.

Entglastes Glas ist keine gleichmäßig durchsichtige Masse, sondern eine Anhäufung kleinster Kristalle und wird gewonnen durch Erhitzen zerkleinerter Glasabfälle bei Rotglut, sodaß diese nicht schmelzen, wohl aber verschiedene Silikate bilden, die unabhängig voneinander auskristallisieren. Man preßt dieses Glas in Formen und stellt dadurch Fliesen und ähnliches von steinähnlichem Aussehen her.

Opaleszenzglas ist ein Glas, bei dem mehrere verschieden gefärbte Glasschichten übereinander liegen

und zum Teil unregelmäßig ineinander verlaufen, und dadurch sehr farbenprächtige Wirkungen erzielen. Sie dienen in Blei gefaßt zum Verglasen von Treppenhäusern, Haustüren und Balkonen, wenn man den Durchblick unmöglich machen will.

6. Zeichnen und Malen auf Glas.

Um das Glas zu ätzen, erhält es zunächst einen Überzug aus Wachs oder Asphalt, in dem die Zeichnung eingeritzt wird, und ist dann der Einwirkung der Flußsäure (HF) auszusetzen.

Die Glasmalerei besteht in dem Bemalen von Gläsern oder Porzellan mit leicht schmelzendem, farbenbildendem Glasmehl. Dieses wird mit Terpentinöl angerührt und wie gewöhnliche Farben aufgetragen und schließlich in Muffeln festgeschmolzen, und zwar nur bei Rotglut, damit nicht der zu bemalende Gegenstand schmilzt.

7. Eigenschaften.

Das gewöhnliche Glas hat ein spezifisches Gewicht von etwa 2,6 und die Härte 5. Es leitet Wärme und Elektrizität schlecht. Durch plötzliche Abkühlung wird es spröde und muß daher sehr langsam erstarren. Es läßt sich leicht schleifen und polieren, widersteht allen Gasen und Säuren, außer der Flußsäure, auf kurze Zeit. Bei sehr langdauernder Einwirkung wird es jedoch matt, was bei den Verglasungen der Treibhäuser und an den Fenstern von Viehställen beobachtet werden kann. Bei 1200° ist es dünnflüssig und gießbar, bei 700 bis 900° teichartig und kann zum Blasen von Glaswaren verwandt werden.

8. Herstellung von Glaswaren.

1. Die Bläserei ist das ältere Verfahren. Der Glasbläser taucht das eiserne Blasrohr in den Glashafen, sodaß ein größerer Glastropfen daran hängen bleibt. Durch Blasen, Drehen, Schwenken und oft durch Benutzung von Hohlformen gibt er der Glasmasse die gewünschte Gestalt und ist im Stande, Gläser, Flaschen, hohle Zierstücke und Bausteine herzustellen.

Zur Erzeugung von Butzenscheiben, welche früher, als die Kunst der Fenstergläser noch wenig entwickelt war, häufig vorkamen und auch jetzt noch zu Zierzwecken gefertigt werden, wird ein kugeliges Glastropfen geblasen, unten aufgeschnitten und durch Drehen und Ausschleudern zu einer runden Scheibe erweitert, die in ihrer Mitte an der Pfeife sitzt und nach dem Absprengen hier eine verdickte Stelle hat.

Zur Herstellung von rheinischem Tafelglas wird ein Zylinder geblasen, in einer Seitenlinie aufgeschnitten und auf einer glatten oder geriffelten, heißen Tonplatte gestreckt und ausgewalzt. Die Tafelglasplatten können nur so groß ausgeführt werden, daß ein Mann den dazu gehörigen geblasenen Zylinder noch gerade handhaben kann. Das so gewonnene Fensterglas ist 2, 3 oder 4 mm stark und kommt in vier Wahlen vor, von denen die letzte zu Keller- und Stallfenstern, die andern in Wohnräumen verwandt werden.

Zwecks Zerteilung wird es mit dem Diamant geritzt und dann gebrochen.

Das Biegen der Scheiben besorgt der Handwerker.

Gegossen werden Vollsteine, Dachziegel und größere Scheiben zu Spiegeln und Schaufensterverglasungen. Zur Herstellung der letzteren gießt man die Glasmasse auf eine Gußeisenplatte mit er-

höhtem Rande, auf dem die Abgleichwalze läuft. Die Platte wird langsam im Kühllofen gekühlt, mittels feinen Sandes und Wassers mit Maschinen geschliffen und endlich mittels Schmirgel und Polierrot poliert.

a) Das so gewonnene Rohglas ist 5 bis 20 mm stark und kommt glatt, geriffelt und durch Sandstrahlwirkung mattiert oder verschieden gemustert in den Handel. Flächenteile, die nicht matt werden sollen, werden durch Pappe oder dünnes Blech geschützt.

b) Spiegel- und Schaufensterglas ist schwach bleihaltig und wird wie Rohglas hergestellt.

c) Drahtglas entsteht dadurch, daß in das schon einmal gewalzte Rohglas mittels kalibrierter Walze ein rostfreies Drahtnetz eingedrückt wird, worauf die Glastafel wieder durch eine dritte Walze glatt zu pressen ist. Es hat eine große Biegefestigkeit und springt höchstens im Feuer. Es muß von vornherein in der gewünschten Größe gegossen werden, da es nicht zerschnitten werden kann. Es dient zum Verglasen von Lichtschächten, Oberlichtern, Fußböden und Speichern.

d) Kathedralglas ist ein 2 bis 4 mm starkes Rohglas, welches stark gewalzt wird und seiner geringen Stärke wegen wellig erstarrt. Man verwendet es in Kirchen und Treppenhäusern.

e) Überfanggläser sind leichter schmelzende, buntfarbige, aber teure Glassorten. Man taucht den geblasenen oder gegossenen Gegenstand in die Überfangmasse ein und erzielt bei geringem Materialverbrauch eine brauchbare Färbung. Das Überfangverfahren wird auch angewandt, um durch stellenweises Wegätzen der Farbschicht mehrfarbige Gläser zu erzeugen.

f) Luxferprismen sind auf der Rückseite prismenartig gerippte, 10×10 cm große Tafeln aus Bleiglas, welche die Lichtstrahlen stark brechen und die Er-

hellung von Räumen ermöglichen, die vom Tageslichte nicht unmittelbar getroffen werden (Abbildung 101). Sie werden in Rahmen von 1 mm starken Kupferstreifen gefaßt, deren Schlußflantsche auf elektrolytischem

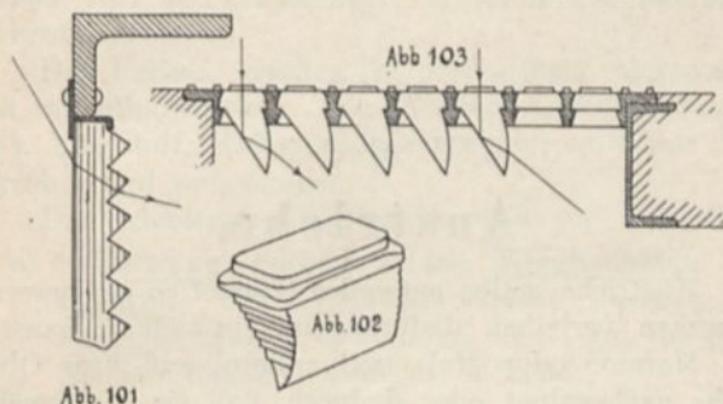


Abbildung 101 bis 103.

Wege gebildet werden und daher dicht schließen, und in Fenster eingesetzt. Denselben Zweck erfüllen Luxfer-Multiprismen¹ (Abbildung 102) und Luxfer-glasfliesen, welche beide in Gußeisenrahmen eingesetzt werden und dann begangen oder sogar befahren werden können (Abbildung 103).

VIII. Abschnitt.

Anstriche.

Anstriche sollen entweder Baustoffen ein besseres Aussehen verleihen dadurch, daß ein anderer Baustoff wie Marmor oder Holz und andere, auf ihrer Oberfläche nachgeahmt oder dadurch, daß sie gleichmäßig überdeckt werden. Oder aber sie sollen einen Baustoff gegen die ~~Einflüsse~~ der Atmosphäre schützen. Hierher zählen Firniß- und Wasserglasanstriche.

A. Die Farbenstriche.

Man unterscheidet echte Farben, welche den Einflüssen der Atmosphäre vollkommen gewachsen sind, und unechte. Ferner scheidet man zwischen dicken Deckfarben, welche das Gefüge des bestrichenen Körpers verdecken, wäßrigen Lasurfarben, welche es durchscheinen lassen und dünnflüssigen Beizen, welche in die Oberfläche eindringen.

1. Die verschiedenen Farben.

Die Farben entstammen entweder dem Tier- oder Pflanzenreich, wie Safran, Indigo, Sepia, Cochenille, sind aber dann teuer und wenig dauerhaft. Oder aber sie werden aus Bestandteilen des Steinkohlen-

teers gewonnen, wie die Anilinfarben, und sind wohl billig, aber decken schlecht und halten sich schlecht. Die für das Baugewerbe wichtigsten sind die Mineralfarben, die fast alle gut decken und haltbar sind und als einfache chemische Verbindungen vorkommen.

Die Farben werden in Pulverform angewandt und mit Bindemitteln, wie Wasser, Leinöl, Wasserglas, Käsestoff, Kalkmilch, Leimwasser, zu einem Brei verrührt und aufgetragen.

Die wichtigsten Farbstoffe sind die folgenden:

- a) Schwarze Farben bilden Knochenkohle und Kienruß, durch unvollkommene Verbrennung harzigen Holzes entstanden, beide gut deckend, Asphalt dagegen schlecht deckend.
- b) Weißer Farben sind der künstliche Schwerspat ($BaSO_4$), gut deckend und sehr haltbar; Bleiweiß ($2PbCO_3, PbO_2H_2$), gut deckend, aber in Speisekammer- und Klosettluft durch H_2S bräunend, außerdem sehr giftig; er eignet sich zu Öl- und Wasserfarben; Zinkweiß (ZnO), gut deckend und beständig, und Kalkweiß aus Schlammkreide, sehr billig.
- c) Zu roten Farben eignen sich Polierrot Fe_2O_3 , eine Wasser- und Ölfarbe, Zinnober HgS , prächtig deckend und sehr beständig, und Roter Bolus, ein eisenschüssiger, gebrannter Ton.
- d) Als braune Farben dienen Kasseler Braun aus Braunkohle und Umbra, ein eisenschüssiger Ton, sehr dauerhafte Öl- und Wasserfarbe.
- e) Blaue Farben sind Berliner Blau, ein äußerst giftiges Eisensalz, welches aber sehr gut deckt und recht haltbar ist, ferner Smalte, ein durch Kobaltsalze blaugefärbtes Glas, und Ultramarin, ein Tonerdesilikat, welches schwach deckt und durch Säuren zerstört wird.

- f) Als grün wird verwandt Chromgrün Cr_2O_3 , Berggrün ($CuCO_3, CuO_2H_2$) welches schlecht deckt, und das sehr giftige, aber prächtige Schweinfurter Grün, welches von Kalk und Schwefelwasserstoff angegriffen wird und seines Arsenikgehaltes wegen in bewohnten Räumen nicht verwandt werden darf.
- g) Gelbe Farben sind Chromgelb ($PbCrO_4$), welches gut deckt, sehr giftig und nicht säurebeständig ist. Beständig sind die gelben, aus tonhaltigen Eisenoxydverbindungen bestehenden Ockerarten; schmutziggelb ist die Bleiglätte (PbO).
- h) Bronzen bestehen aus pulverisierten Metallen, Metalloxyden oder Schwefelmetallen oder auch aus Blattmetallen. Erstere werden mit einem Bindemittel, wie Zaponlack oder Leinöl angemacht und mittels eines Pinsels wie ein Ölfarbenanstrich aufgetragen. Die Blattbronzen sind ganz fein gehämmerte Blätter, welche mittels flachen Pinsels auf einen frischen Ölfarbenanstrich aufgelegt und angedrückt werden. Um sie von Fälschungen unterscheiden zu können, hält man sie gegen das Licht; dabei schimmert echtes Blattgold grün und echtes Blattsilber blau durch.

2. Behandlung der Anstriche.

Anstriche sind nur auf trockene, schmutzfreie Flächen aufzustreichen, damit sie sich nicht verfärben oder abfallen. Sie sind ein bis zweimal mit jedesmal anders gerichtetem Pinselstrich zu wiederholen, aber erst nachdem der vorhergehende Anstrich vollkommen getrocknet ist; sonst würde er nicht mehr weiter austrocknen können und der ganze Anstrich daher weich bleiben. Die Farbanstriche er-

härten bei Wasser- und Leimfarben durch Austrocknen, im übrigen aber durch chemische Umwandlungen.

Im einzelnen ist folgendermaßen zu verfahren:

- a) Metalle müssen vorher aufgeraut, sodann durch Säuren von Rost befreit und durch Kalkwasser neutralisiert werden. Sie erhalten hierauf einen Grundierungsanstrich mit Mennige und schließlich den Farbanstrich.
- b) Bei Holzflächen sind zunächst die Risse zu verkitten, die Astknoten mit Schellack zu überziehen und abzuschleifen. Dem Farbanstrich geht das Grundieren mit Leinöl, Leinölfirniß und der ersten Farbe voraus.

Soll die Naturfarbe des Holzes bestehen bleiben, so tränkt man es mit heißem Leinöl und überstreicht es zweimal mit Bernsteinlack.

Die Holzmaserung wird mit der Hand oder mit Hilfe von Kämmen nachgeahmt.

- c) Frischgeputzte Wände im Gebäudeinnern werden mit Rücksicht auf die ätzende Wirkung des Kalkes zunächst mit Seifenlauge nebst Alaun- oder Borsäurezusatz überstrichen.

Im Freien läßt man den Putz ein bis zwei Jahre erhärten und wählt zum Anstreichen staub- und nässefreies Sommerwetter. Man tränkt den Putz zunächst mit Leinölfirniß und Terpentinöl, läßt zwei Anstriche mit Bleiweiß, Schlämmkreide und Leinölfirniß und dann erst die Farbanstriche folgen. Der Anstrich ist alle sechs Jahre zu erneuern.

- d) Auf frischem Zementputz haften Ölfarbanstriche innerhalb der ersten zwei Jahre nicht, weil durch den noch vorhandenen ungebundenen Kalk die Farben verseifen und vom Regen wegwaschen werden. Man muß daher, wenn sofort gestrichen werden soll, Käsefarben an-

wenden oder mit Wasserglas oder Keßlerschem Magnesiafluat vorstreichen oder den Kalk mittels Schwefelsäure neutralisieren.

3. Eigenschaften der Anstriche.

Die einzelnen Farbanstriche haben folgende Eigenschaften:

- a) Wasserfarben können nur in geschlossenen Räumen Anwendung finden.
- b) Kalkfarben sind billig, färben aber ab und sind daher wenig haltbar. Man streicht mit Kalkmilch vor und läßt zwei Farbanstriche und bei rauhem Putz drei folgen. Sie dienen zum Weißen von Decken und können durch Alaunzusatz haltbarer gemacht werden.
- c) Leimfarben sind billig und trocknen rasch. Der unterste Anstrich enthält viel, der oberste weniger Leim. Sie dürfen nicht abfärben. Steinwände müssen vorher mit Seifenwasser getränkt und dann gründlich getrocknet werden, weil Leimfarben auf nassen Wänden nicht halten. Da sie Bakterien enthalten, dürfen sie in Kranken- und Schlachthäusern nicht verwandt werden.
- d) Ölfarben sind teuer, aber sehr haltbar und abwaschbar. Sie werden mit Leinöl angemacht und erhärten durch Sauerstoffaufnahme des letzteren. Ein Zusatz von Terpentinöl verzögert, ein solcher von Sikkativ, das ist eingekochtes Leinöl mit Bleiglätte, beschleunigt die Erhärtung.
Alte Ölfarbenanstriche werden durch einprozentige Sodalösung beseitigt.
- e) Wasserglasfarben, z. B. die Keimschen Mineralfarben, bilden unlöslichen kieselsauren Kalk und sind daher wetterfest.

- f) Käsefarbanstriche bestehen aus dem aus der geronnenen Milch gewonnenen Quark, etwas Kalk und Mineralfarben. Sie können innen und außen verwandt werden und sind abwaschbar.

B. Firnisse.

Man schützt Holz und Farbanstriche gegen die Witterungseinflüsse durch Firnisse. Es gibt:

- a) Ölfirnisse, welche mit Leinöl angemacht werden, langsam erhärten, aber elastisch bleiben. Die schützende Haut bildet sich entweder durch Verharzung, d. h. Sauerstoffaufnahme des Leinöls oder sie besteht außerdem aus feinst verteilten Harzen, wie Bernstein, Kopal und anderen, wenn sie im Leinöl gelöst waren.

Die Erstarrung wird beschleunigt durch einen Zusatz von Sikkativ, d. h. mit Bleiglätte oder Braunstein eingekochtem Leinöl.

- b) Lackfirnisse bestehen aus Weingeist oder Terpentinöl mit darin gelösten Harzen, wie Kopal, Asphalt und anderen. Sie erstarren rasch, nehmen hohen Glanz an, sind aber wenig elastisch und werden rissig.

Wichtige Firnisse sind die folgenden:

- α) Der gewöhnliche Harzfirniß besteht aus Colophonium und Terpentinöl und dient zum Schutze von Holzflächen.
- β) Der Asphaltlack besteht aus Bitumen und Terpentinöl und schützt Metall gegen die Einwirkung von Säuren.
- γ) Die Tischlerpolitur enthält Schellack und Weingeist. Nachdem die Holzfläche zuvor glattgeschliffen worden ist, wird die Politur

mit einem Leinenballen aufgerieben. Eine Mattpolitur erzielt man durch Wachsen.

- d) Der Zaponlack aus Celluloid, Weingeist und Äther gibt polierten Metallen, wie Kupfer und Messing, einen gegen die Einflüsse der Atmosphäre schützenden Überzug.

IX. Abschnitt.

Belagstoffe.

A. Linoleum.

Linoleum heißt der von Fr. Walton erfundene Fußbodenbelag, welcher durch Aufwalzen einer aus Korkmehl, verharztem Leinöl und Farbstoffen bestehende Mischmasse auf imprägniertes Jutegewebe hergestellt wird. Es kommt einfarbig und zwar besonders braun und dunkelgrün, aber auch nach Art eines Holzfußbodens, eines Terrazzobelags oder eines Teppichgewebes gemustert in den Handel. Damit es sich nicht abtritt, soll das Muster durch die ganze Masse hindurchgehen, was am Rande festgestellt werden kann.

Das Linoleum ist ein vortreffliches Wärme- und Schallschutzmittel. Es nutzt sich nur wenig ab, stäubt nicht und läßt sich leicht selbst mit verdünnten Säuren abwaschen. Flecken werden durch Abscheuern beseitigt.

Auf einen Holzfußboden wird es festgenagelt oder mit Terpentinkleister angeklebt, auf einem Gips- oder Zementestrich, auf einem Steinfußboden und auf Torgament wird es mit Linoleumkitt befestigt.

Die bedeutendsten Fabriken stehen in Delmenhorst im Oldenburgischen und in Rixdorf bei Berlin.

B. Tapeten.

Von den zum Wandbelag verwandten Tapeten sind die häufigsten und billigsten die bedruckten papiernen, welche in Rollen von 45 bis 70 cm Blattbreite in den Handel kommen und mittels Mehl- oder Stärkekleisters, dem fäulnishindernde Kalkmilch zugesetzt wurde, aufgeklebt werden. Bessere Sorten sind mit Zeitungspapier zu unterlegen. Die Wand wird vorher mit Bimsstein abgeschliffen oder fein nachgeputzt, damit sich keine gröberen Erhebungen durch die Tapeten durchdrücken können. Setzrisse der Mauern und Holzwände müssen mit Rücksicht auf eintretende Bewegungen mit billigen Nesselstoff überspannt und dann erst überklebt werden. Feuchtigkeit anziehende Wände sind zunächst mit Patent-Falztafeln oder einem anderen geeigneten Mittel zu belegen.

Velourtapeten fühlen sich samtartig an. Sie erhalten in der Fabrik einen Baumwollstaubbewurf, in welchem das Muster eingepreßt wird. Sie müssen durch geschulte Arbeiter aufgeklebt werden.

Seiden- und Stofftapeten sind kostspielig und bedürfen als Unterlage eines Jutegewebes, welches auf die Wand aufgeklebt oder gespannt wird. Hierzu zählen auch die Gobelins.

Echte Ledertapeten sind ebenfalls sehr teuer und daher selten. Sie bestehen aus Stücken von Tierhäuten und werden auf Leinwand gespannt.

Auch sehr dünne Aluminiumbleche mit erhabenen Mustern und dünne Holzfourniere dienen zuweilen als Tapeten.

Linkrustatapeten bestehen aus Papier und haben erhabene Muster aus einer aufgepreßten, dem Linoleum ähnlichen Masse, welche aber statt Korkmehl feinstes Sägemehl enthält.

C. Holzzement.

Holzzement dient zur Herstellung feuerbeständiger, flach geneigter Dächer. Seine Bestandteile werden geheim gehalten, doch dürfte er aus wasserfreiem Steinkohlenteer, Asphalt und Schwefel bestehen. Auf der abgeglichenen Holzschalung werden 3 bis 4 Lagen starken Papiers aufgelegt und zwischen dieselben je ein Anstrich der Holzzementmasse in heißem Zustande aufgetragen. Die oberste Papierlage wird mit Asphalt bestrichen, sodann mit 15mm feinem und endlich mit 10 cm größerem, lehmigen Kies überdeckt. Holzzementdächer sind schwer und teuer in der Anlage. Wenn sie aber gut gelegt sind, erfordern sie nur äußerst geringe Unterhaltungskosten.

D. Dachpappe.

Dachpappe entsteht durch Tränken von Pappe in heißem Steinkohlenteer. Pappetafeln werden eingetaucht, die 15 m langen Papperollen aber langsam hindurchgezogen und mit Sand bestreut. Alle 2 Jahre ist die Pappe mit einem Gemenge von 8 Teilen Teer, 12 Teilen Kreide und 1 Teil Asphalt gründlich zu streichen.

Einfache Pappdächer werden mit Rollenpappe gedeckt, wobei die Fugen parallel zur Traufe verlaufen und die einzelnen Lagen 5 cm weit sich überdecken. Das Dach ist leicht, billig und entzündet sich schwer.

Asphaltpappe ist der Dachpappe weit überlegen, aber auch teurer.

Ruberoid ist eine mit Petroleumpech getränkte, asphalt- und teerfreie, kaum brennende Pappe, welche neuerdings viel verwandt wird.

X. Abschnitt.

Isolierstoffe¹⁾.

1. Kieselgur.

Kieselgur besteht aus den fast nur Kieselsäure enthaltenden Panzern kleinster Lebewesen und findet sich als eine lockere, grauweiße Masse an vielen Stellen in meterdicken Schichten, z. B. in der Lüneburger Heide und im Untergrunde von Berlin.

Es wird von Säuren nicht angegriffen, ist feuerbeständig und ein vorzügliches Schall- und Wärmeschutzmittel und dient daher zum Ausfüllen von Zwischendecken, zum Umhüllen von Dampfleitungsrohren, um sie vor allzu starker Abkühlung, und von Wasserrohren, um sie vor dem Einfrieren zu bewahren.

Wird es mit Nitroglyzerin getränkt, so entsteht das als starker Sprengstoff bekannte Dynamit.

2. Asbest.

Asbest ist durch Verwitterung von Hornblende entstanden, besteht im wesentlichen aus kieselsaurer Magnesia und ist ein seidenartig glänzendes, faseriges Gestein. Er wird besonders in Kanada, Italien und in der Kapkolonie gefunden. Seines hohen Preises

¹⁾ Vergl. „Michel, Kälte- und Wärmeschutz.“ Bd. 22 der Bibl. der ges. Technik.

wegen wird er fast immer mit anderen Stoffen zusammen verarbeitet, wodurch er an Gebrauchswert verliert.

Asbestabfälle werden ohne Bindemittel in Hüllen um zu isolierende Dampfleitungen herumgepackt.

Asbestpappe wird aus gebleichten Asbestfasern und Talk hergestellt und mit Wasserglas geleimt. Sie kommt in Tafeln von 1 qm und Stärken von 1 bis 10 mm in den Handel, widersteht dem Feuer und wird zu Theatervorhängen und zu Kulissen (mit Metallnetz in der Mitte) verwandt.

Asbestschiefer sind feuer- und wetterfest und leicht, kommen in Platten von 1 qm und 2 mm und größerer Stärke vor und dienen zur Dachdeckung.

3. Einige andere Schutzmittel.

Weitere Wärmeschutzmittel sind Korkabfälle, Sägespäne, Schilfrohr, Torf und andere. Sie sind im Gegensatz zu den vorigen nicht feuerfest, aber billiger. Sie dienen namentlich als Füllstoffe für Hohlwände und Zwischendecken und zur Umhüllung von Eishäusern.

Zum Isolieren gegen Nässe dient ferner Asphalt, Glas und Blei.

XI. Abschnitt

Sonstige Baustoffe.

1. Kitte¹⁾.

Kitte sollen aus vorher nicht zusammenhängenden Teilen, wie Glas, Porzellan, Steinen, Metallen ein festes, widerstandsfähiges Ganzes herstellen. Sie bestehen gewöhnlich aus einem festen, in Pulverform angewandten Stoffe und einem flüssigen Bindemittel und sind daher dickflüssig oder breiartig. Sie erhärten durch Austrocknen oder durch chemische Umwandlungen.

Der Kitt ist gleichmäßig und nicht zu dick aufzutragen, nachdem vorher die zu verbindenden Flächen sorgfältig gereinigt und, wenn der Kitt in heißem Zustande aufgebracht werden muß, angewärmt worden sind. Während der Kitt erhärtet, müssen die zu verbindenden Körper fest gegeneinander gepreßt werden.

Die wichtigsten Kitte sind die folgenden:

- a) Der Glaserkitt besteht aus Schlämmkreide und Leinöl oder auch Leinölfirnis. Er muß durch Bestreichen mit Leinöl nachgiebig gemacht werden, damit er den Bewegungen des

¹⁾ Vergl. „Breuer, Kitte und Klebstoffe“. Bd. 33 der ges. Technik.

Glases und des Holzes bezw. des Eisens folgen kann. Alter Kitt wird durch Sodalösung aufgeweicht.

- b) Der Ölkitt besteht aus Mennige (PbO , Pb_2O_3) und Leinöl und dient zum Verkitten von Glas und Metall und zusammen mit Hanffasern zum Dichten von größeren Rohrleitungen. Der Kitt erhärtet durch Sauerstoffnahme des Leinöls. Statt Leinöl kann auch Glyzerin gewählt werden.
- c) Wasserglaskitt, aus Wasserglas allein bestehend, eignet sich zum Kitten von Glas und Stein, ist aber nicht wasserfest. Setzt man dem Wasserglas Portlandzement zu, so entsteht ein hydraulischer Kitt, der sich auch im Wasser hält.
- d) Harzkitten bestehen aus Harzen, welche entweder geschmolzen oder in Terpentin oder auch Weingeist gelöst werden müssen. Holz kann man mittels in Weingeist gelöstem Schellack kitten. Zum Füllen von Holzrissen verwendet man mit Sägespänen verschmolzenes Fichtenharz.
- e) Leimartige Kitten sind der Tischlerleim, welcher aus tierischen Knorpeln und Sehnen hergestellt und besonders im Holzbearbeitungsgewerbe häufig ist und in Tafeln vertrieben wird. Vor dem Gebrauche wird er aufgeweicht, mit Wasser gekocht und heiß aufgetragen. Die Leimstelle verträgt keine Feuchtigkeit. Durch Zusatz von chromsaurem Kali entsteht bei Lichtwirkung der sogenannte Chromleim, der nicht mehr aufweicht. Zum Dichten von Holzrissen eignet sich eine innige Mischung von Leim, Schlämmkreide und Sägespänen.
- f) Gitterstäbe, Türangeln und andere Eisenteile werden am zweckmäßigsten mit Portland-

zement und allenfalls mit Blei, aber nicht mit Schwefel und keinesfalls mit Gips vergossen, weil sonst Schwefeleisen oder Eisenrost und grünes, schwefelsaures Eisenoxydul entstehen und die Eisenteile daher an ihrer Einspannungsstelle wesentlich geschwächt werden.

2. Seile.

Seile dienen zum Hochwinden und Herablassen von Lasten bei Flaschenzügen, Kranen und Handrammen und ferner zum Zusammenschnüren von Gerüststäben. Sie bestehen aus einzelnen Litzen, welche aus Hanffasern gedreht sind und die ihrerseits sich schraubenförmig zu 3 bis 4 um eine Hanfseele winden. Durch die Drehung verlieren sie etwa $\frac{1}{6}$ an Länge und an Festigkeit gegenüber einem Bündelseil, aber sie werden gleichmäßiger beansprucht. Nasse und auch geteerte Seile sind weniger tragfähig als trockene, weil die einzelnen Fasern durch Wasseraufnahme gequollen und dadurch verkürzt sind und schon eine Anfangsspannung haben. Jedoch macht die Teerung Seile haltbarer.

3. Rohr.

Rohr wird im Winter über dem Eise geschnitten, wenn es schon gelb ist, und muß dann zwei Jahre lang trocknen. Die kürzeren etwa 1 m langen Stücke werden in rund 5 cm dicken Lagen als Dachdeckungs-material verwandt und sind haltbarer als Strohecken. Die längeren Halme werden geschält und mit Rohrnägeln an Decke oder Wand befestigt. Der Putz haftet sehr gut daran und wird durch die Bewegung der Holzdeckenschalung nicht rissig. Besser als einzelne Rohrhalme sind zusammengedrahtete Rohrgewebe.

4. Stroh.

Das langhalmige, zähe Roggenstroh wird in Schichten von 5 cm zum Dachdecken und das kurzhalmige Weizenstroh zu Windelböden verwandt. Trotz ihrer großen Feuersgefahr sind Strohdächer auf dem Lande immer noch häufig, weil sie leicht sind, gut gegen Kälte schützen und vom Landmann selbst gedeckt werden können.

Verzeichnis

der vorkommenden chemischen Bezeichnungen.

Al = Aluminium.

As = Arsen.

B = Bor.

Ba = Baryum.

C = Kohlenstoff.

Ca = Calcium.

Cl = Chlor.

Cr = Chrom.

Cu = Kupfer.

H = Wasserstoff.

Hg = Quecksilber.

Mg = Magnesium.

Mn = Mangan.

N = Stickstoff.

Na = Natrium.

Ni = Nickel.

O = Sauerstoff.

P = Phosphor.

Pb = Blei.

R = ein beliebiges Radikal
(Element oder ein zusammengesetztes Körper,
der sich wie ein Element verhält).

S = Schwefel.

Si = Silicium.

Sn = Zinn.

Zn = Zink.

Alphabetisches Namen- u. Sachregister.

A.

- Abschleifmaschine 40.
Abschneidevorrichtung der Strangpressen 98.
Achterkörper 35.
Ätzen der Steine 41.
Ätzkalk 53.
Alabaster 16, 29.
Albit 16.
Alkalisilikat 17.
Aluminiumbronze 207.
Analith 59.
Anilinfarben 220.
Anhydrit 30.
Anlaufen des Holzes 165.
Anlauffarben 178.
Anorthit 17.
Anstriche 220.
Anstriche auf frischen Putz 223.
Anstriche auf Holz 223.
Anstriche auf Metall 199, 223.
Anstriche auf Portlandzement 75, 223.
Anstriche auf Steine 42, 43.
Anstriche. Behandlung der 222.
Antinonin 172.
Apatit 15.
Arbeiten des Holzes 163, 164.
Arbeitswalzen 195.
Arbeitszoll d. Werkstücke 38.
Asbest 230.
Asbestpappe 231.
Asbestschiefer 115, 116, 231.
Asbeststeine, künstliche 115, 116.
Asphalt 208.
Asphalt, Verarbeitung d. 208.
Asphaltbeton 210.
Asphaltfilzplatten 210.
Asphaltfliesen 210.
Asphaltgoudron 210.
Asphaltkunststeine 117, 118.
Asphaltlack 225.
Asphaltmastix 209.
Asphaltpappe 229.
Asphaltplatten 118.
Asphaltpflaster 209.
Asphaltpflastersteine 117.
Asphaltprüfung 210.
Asphaltsteine 117, 118, 208.
Asphaltstraßen 209.
Auflagersteine 25.
Augit 17, 22, 23, 24.
Augitsyenit 22.
Ausblusungen 29, 57.
Auslaugen 163, 166.
Aussommern der Ziegelerde 122.
Austrocknen des Holzes 163, 173.
Auswintern der Ziegelerde 122.

Auswitterungsprobe 239.
Avenarius-Carbolineum 166,
170, 171, 172.

B.

Backsteine 121 ff.
Backsteine, Brennen der 127.
Backsteine, Erhaltung der
149.
Backsteine, Färbung der 148.
Backsteine, Formen der 125,
126.
Backsteine, grau gedämpfte
148.
Backsteine, Rohstoffe zu den
121, 122.
Backsteine, Schlämmen der
Rohstoffe zu den 124.
Backsteine, Schwindmaß der
125.
Backsteine, Vorbereitung der
Rohstoffe zu den 122.
Backsteine, Verunreinigung
der Rohstoffe zu den 122.
Backsteine, Wetterbestän-
digkeit der 149.
Backsteinsorten 136.
Basalt 24.
Basaltlava 24.
Basalttuff 34.
Bast 160.
Bauholz 154 ff.
Bausteine 13 ff.
Befrorene Steine 57.
Beizen 220.
Belastungssteine 45.
Bergahorn 159.
Bergfeuchte Steine 20, 32.
Berggrün 222.
Berliner Blau 221.
Bernhardipressen 96 ff.
Besenkiefer 155.
Bessemern 184.
Beton 76 ff.
Beton, Ausführung d. Mauer-
werks 85.

Beton, Bestandteile 76.
Beton, Bewegungsfugen im
85.
Betonblockbau 87.
Beton erdfeuchter 79.
Betonestrich 85.
Beton, Festigkeit des 79.
Beton, Frostbeständigkeit
des 85.
Beton, Mischen des 77, 79.
" -Mischmaschinen 80 ff.
" plastischer 79.
" prüfung 89, 90.
" röhren 90, 113.
" Schalungen für 85.
" Schüttung 86, 87.
" stampfbau 86.
" Steinschlag für 77.
" wasserdichter 78.
" weicher 79.
Bettungsmaterial 30, 33, 48.
Bewegungsfugen im Beton
85.
Biberschwanddachziegel 138
Biigsamkeit, siehe die ein-
zelnen Baustoffe.
Biegungsfestigkeit, desgl.
Bimssand 106.
Bimsstein 18.
Bimssteinmehl 62.
Bimssteintuff 34.
Bindemittel zu Farben 221.
Biotit 17.
Birke 159.
Birne, Bessemer- 184.
Bitumen 26, 27, 208.
Blackband 177.
Bläserei des Glases 217.
Blattbronzen 222.
Blaue Farben 221.
Bleche aus Eisen 194.
Blei 204.
Bleiasphaltpplatten 210.
Bleigläser 212.
Bleirohre 204.
Bleirost 205.

Bleiweiß 221.
 Blöcke aus Beton 87.
 Bockkäfer 170.
 Bockscher Ringofen 132 bis 135.
 Bockscher Kammerringofen 136.
 Bohlen 175.
 Bohlstämmе 175.
 Bohrkäfer 169.
 Bolus, roter 221.
 Bolzesche Ziegelpressen 100, 142, 143.
 Bolzesche Patentfalzziegel 141, 142.
 Bolzesches Brechwalzwerk 123, 124.
 Bordschwellen 21, 47.
 Bordziegel 144.
 Bosierhammer 38.
 Brand des Holzes 168.
 Braune Farben 221.
 Brauneisenstein 177.
 Braunfäule 165.
 Breccien 33.
 Brechstange 37.
 Brechwalzwerk 123, 124.
 Brennöfen 53, 54, 55, 65, 128ff.
 Bretter 175.
 Bronzen 206, 222.
 Bruch der Kunststeine 150.
 Bruchsteine 28, 31, 43, 44.
 Brückengewölbe, Steine dazu 50.
 Brünieren 199.
 Buchsholz 162.
 Bürgersteigplatten 21, 47.
 Butzenscheiben 217.

C.

Calciumsilikat siehe Kalksilikate.
 Carrara, Marmor 27.
 Carborund 40.
 Carbolineum, Avenarius-166, 170, 171, 172.

Casseler Braun 221.
 Casseler Flammofen 128.
 Cedernholz 156.
 Chlorcalcium 29.
 Chloritschiefer 25.
 Chlormagnesium 113.
 Chromgelb 222.
 Chromgrün 222.
 Cochenille 220.
 Cudowa-Sandstein 33.
 Cypressenholz 156.

D.

Dachpappe 229.
 Dachpfannen 138.
 Dachsteine aus Glas 118, 119.
 Dachsteine aus Portlandzement 112.
 Dachsteine aus Tonschiefer 36, 45.
 Dachsteine, gebrannte 138 bis 144.
 Dachsteine, Prüfung der 36.
 Dampfpresen für Kunststeine 94, 95.
 Dauerhaftigkeit, siehe die einzelnen Baustoffe.
 Deckenrosetten 58.
 Deckfarben 220.
 Dekorationssteine 44.
 Diabas 17, 18, 23.
 Diallay 18, 23.
 Diamant 15.
 Diamantin 40.
 Diamantsägen 40.
 Dichtigkeit, siehe unter den einzelnen Baustoffen.
 Dichtigkeitsgrad, Feststellung des 151.
 Dickenwachstum des Holzes 161.
 Dielen, siehe bei Holz, Gips und Portlandzement,
 Dietzschers Ofen 53.
 Diorit 18, 23.
 Dolerit 24.

Dolomit 16, 19, 29.
 Doppeldes Duowalzwerk 193.
 Doppelwasserglas 43.
 Draht 194.
 Drahtglas 218.
 Drahtleier 194.
 Drahtstifte 196.
 Drainröhren 144, 145.
 Drehbänke zur Steinbearbeitung 40.
 Drehrohrofen 65.
 Drehwuchs des Holzes 168.
 Druckfestigkeit siehe bei den einzelnen Baustoffen.
 Duowalzwerk 192.
 Dynamit 230.

E.

Eibe 156.
 Eiche 157.
 Eisen 176.
 Eisen, Anstriche auf 198, 199.
 „ Bessemern des 184.
 „ Bleche aus 194.
 „ Brännieren des 199.
 „ chemisch reines 177.
 „ Draht aus 194.
 „ Erze des 19, 176.
 „ Feuerschutz des 200.
 „ galvanisiertes 199.
 „ Gießen des 189.
 „ halbiertes 182.
 „ Kohlenstoffgehalt des 178.
 „ Metallüberzüge auf 199.
 „ Nägel aus 196.
 „ Pressen des 192.
 „ Prüfung des 197.
 „ Puddeln des 183.
 „ Röhren aus 194, 195.
 „ Rohstoffe des 176.
 „ Rost des 198.
 „ Salze des 16, 18, 26, 27, 28, 31, 32, 33, 42.
 „ Schlacken des 106.

Eisen, Schmiedbares 178 ff., 183.
 „ Schmieden des 191.
 „ Schweißen des 196.
 „ Siemens-Martin- 186.
 „ Sorten des 177.
 „ Tempern des 187.
 „ Tiegelguß beim 188.
 „ Ummanteln des 200.
 „ Verarbeitung des 188.
 „ Verbindungen des 16, 18, 26, 27, 28, 31, 32, 33, 42.
 „ Walzen des 192.
 „ Zementieren des 187.
 „ Ziehen des 191.
 „ Zusammenschmelzen des 187.

Eisenbahnschienen 195.
 Eisenbahnschwellen 155, 168.
 Eisenbeton 87, 88.
 Eisenportlandzement 62.
 Eisensteinnester 32.
 Eisenstich 180.
 Eiweißstoffe im Holze 162, 166.
 Entglastes Glas 215.
 Erdrinde 14, 15.
 Erdpech 208.
 Erle 158.
 Erstarrungskruste der Erde 13.
 Erze, siehe bei den einzelnen Metallen.
 Erze des Eisens 176.
 Erzfrischen 183.
 Esche 158.
 Estrichgips 108.

F.

Fällen des Holzes 172.
 Fäulnis 164, 166.
 Fäulnismittel 166, 167.
 Falconier - Glassteine 119, 120.
 Farbanstriche 220.

- Farben, die einzelnen 221,
 222.
 Farben, Bindemittel zu den
 221.
 Farben der Steine 21.
 Farbrahmen für Fliesen 100.
 Farbige Glasuren 149.
 Färben der Backsteine 148.
 „ „ Kunststeine 100.
 „ des Glases 214.
 Fehler, siehe b. d. einzelnen
 Baustoffen.
 Feldbrandofen 128.
 Feldspat 16, 17, 21, 22, 23,
 25, 31.
 Felsitporphyr 22.
 Fenstergläser 217.
 Fensterverglasung 214.
 Ferromangan 182.
 Festigkeit, siehe die ein-
 zelnen Stoffe.
 Fettkalk 56.
 Feuerungsanlagen 25, 52.
 Feuerbeständigkeit, siehe die
 einzelnen Baustoffe.
 Fichte 155.
 Findlinge 14, 30.
 Firnisse 225.
 Firstziegel 144.
 Flammofen, Kasseler 128,
 129.
 Flammofen, zum Puddeln
 183.
 Flaschenglas 214.
 Flechten 26, 42.
 Fliesen aus Glas 119.
 „ „ Portlandzement
 112.
 „ gesinterte 147.
 Fliesenerzeugung 96.
 Flugasche 129, 132.
 Fluorsilikate, Keflersche 43,
 76.
 Flußeisen 186.
 Flußmittel 213.
 Flußpfeiler, Steinmaterial 50.
 Flußsand 31, 57.
 Flußspat 15.
 Flußstahl 186.
 Föhre 154.
 Formlinge 126, 172.
 Formsand 189.
 Formsteine 138.
 Formtisch der Pressen 97.
 Fräsmaschinen zur Stein-
 bearbeitung 40.
 Frostbeständigkeit, siehe bei
 den einzelnen Baustoffen.
 Frostrisse des Holzes 169.
 Fundamentsteine 24.

G.

- Gabbro 23.
 Galvanisiertes Eisen 199.
 Gattersägen 40.
 Gebirge, Entstehung der 13.
 Gefäße des Holzes 160.
 Gefüge, siehe bei den ein-
 zelnen Baustoffen.
 Gelbguß 206.
 Gelbkiefer 155.
 Gelenksteine der Gewölbe 50.
 Geröll 30.
 Geschützbronze 206.
 Gesinterte Fliesen 147.
 Gesteine, s. unter „Natur-
 steine“ und „Kunststeine“.
 Gesteinstrümmen 19, 30.
 Gestellsteine 25.
 Gewicht, spezifisches, siehe
 bei den einz. Baustoffen.
 Gichtgase 181.
 Gips 16, 29, 30, 57.
 „ Brennen des 58.
 Gipsdielen 58, 109.
 Gipsestrich 59.
 Gipsmörtel 57.
 Gipsornamente 58.
 Gipsputz 58.
 Gipssteine, künstliche 108.
 Gipsvouten 58.
 Gipswerkstücke 108.

- Glas 212.
 Glas, Bausteine aus 118.
 „ besondere Arten des 215.
 „ Bestandteile des 212.
 „ Blasen des 217.
 „ Dachsteine aus 118, 119.
 „ Eigenschaften des 216.
 „ entglastes 120, 215.
 „ Färbung des 214.
 „ Fliesen aus 119.
 Glaserkitt 232.
 Glasfluß 213, 214.
 Glasgalle 214.
 Glas, Gießen des 217, 218.
 Glas, Herstellung des 214.
 Glas, Hohlsteine aus 119.
 Glasmalerei 216.
 Glasofen 213, 214.
 Glas, opakes 214, 215.
 „ Opaleszent- 215.
 „ rheinisches 217.
 „ Rohstoffe zum 212.
 „ undurchsichtiges 215.
 Glasuren 149.
 Glassteine, entglaste 120.
 Glaswaren 217.
 Glas, Zeichnungen auf 216.
 Glaubersalz 44.
 Gleisbettungsmaterial 30, 33, 48.
 Gletscher, Entstehung der 14.
 Glimmer 17.
 Glimmerschiefer 25.
 Glockenbronze 206.
 Gneiß 25.
 Gobelins 228.
 Goudron 210, 211.
 Granit 21.
 Granite belge 27.
 Granit, künstlicher 108.
 Granitporphyr 22.
 Grant 30.
 Graueisen 182.
 Grauedämpfte Ziegel 148.
 Grauwacke 33.
 Grobkalk 28.
 Grubensand 31, 57.
 Grundmauerwerk 30.
 Gußasphalt 209.
 Gußeisen, siehe Graueisen.
 Gußzement 74.

H.
 Halbholz 175.
 Halbiertes Eisen 182.
 Handziegelpresse 142.
 Handpressen für Kunststeine 96, 97.
 Handstrichziegelei 133, 135.
 Hartgesteine, Bearbeitung der 44.
 Hartguß 189, 191.
 Hartmann & Hauers Testalin 42.
 Hartsteinschotter 48.
 Harze im Holz 162, 166.
 Harzfirnis 225.
 Harzkitt 233.
 Hauenschildscher Kunstkalkstein 105.
 Hausschwamm 170.
 Hausteine 27, 28.
 Hängeeisen 184.
 Härte, siehe bei den einzelnen Baustoffen.
 Härtebestimmung 15.
 Härteskala 15.
 Härtekessel 103.
 Heißverzinken 202.
 Heißverzinnen 203.
 Herdguß, offener 189.
 Hintermauerungssteine 136.
 Hirnschnitt des Holzes 159.
 Hochofen 179.
 Hochofenprozeß 180.
 Hochofenschlacke 180, 181.
 „ zum Beton 77.
 „ im Glase 213.

- Hochofenschlacke zu Kunststeinen 106, 107, 108.
 Hochofensteine 25, 32.
 Hohlform 97.
 Hohlsteine 136.
 „ Formen der 100.
 „ aus Glas 119, 120.
 Hoffmannscher Ringofen 54, 129, 130, 131.
 Holz 154 ff.
 Holz, Anlaufen des 165.
 „ Anstriche auf 175, 223.
 „ Arbeiten des 163, 164.
 „ Auslaugen des 163, 166.
 „ Austrocknen des 166.
 „ Bast des 160.
 „ Biegen des 162.
 „ Brand des 168.
 „ Braunfäule 165.
 „ Cambium des 160.
 „ Dämpfen des 163.
 „ Dauerhaftigkeit d. 163.
 „ Dickenwachstum des 161.
 „ Drehwuchs des 168.
 „ einzelne Arten 154.
 „ Eigenschaften 162.
 „ Ernährung 161.
 „ Fäulen des 172.
 „ Fehler des 164.
 „ Festigkeit des 162.
 „ Frostrisse des 169.
 „ Gefahren des 169.
 „ Gefäße des 160.
 „ Gefüge des 159.
 „ Härte des 162.
 „ Hausschwamm am 170.
 „ Hirnschnitt des 159.
 „ Jahresringe des 160.
 „ Imprägnieren des 167.
 „ innerer Bau des 159.
 „ Insektenfraß am 169.
 „ Kern des 160.
 Holzkohle zum Polieren 40.
 Holz, Krankheiten des 164.
 „ Krebs am 168.
 Holz, Mark des 159.
 „ Markstrahlen des 160.
 „ Mittel gegen Fäulnis 166, 167.
 Holzpfaster 210.
 Holz, Polieren des 174.
 „ Quellen des 163, 164.
 „ Rinde des 160.
 „ Ringfäule am 165.
 „ Sägen des 174.
 „ Scheiben, belederte, aus 40.
 „ Schnittgrößen des 175.
 „ Schwarzfäule des 165.
 „ Schwinden des 163, 164.
 „ Spaltbarkeit 162.
 „ Spiegel im 160.
 „ Spiegelschnitt des 159.
 „ Stoffbestandteile 161.
 „ Tangentialschnitt des 159.
 „ Trocknen des 172.
 „ Trockenrisse im 169, 173.
 „ Verarbeiten des 172.
 „ Verbrennen des 169.
 „ Wachstum des 161.
 „ Wahnkantiges 173.
 „ Waldkantiges 173.
 „ Waldklüfte im 168.
 „ Weißfäule am 165.
 Holzwespe 170.
 Holz, Zähigkeit des 162.
 „ Zellen des 160.
 „ Zerteilen des 173.
 Holzzement 229.

I.

- Jahresringe des Holzes 160.
 Imprägnieren des Holzes 167.
 Indigo 220.
 Insektenfraß im Holz 169.
 Isolierstoffe 230.
 Jurakalk 28.
 Jurastein, Solnhofer 28.

K.

- Kacheln zu Öfen 148.
 Käsefarben 225.
 Kaliber der Eisenwalzen 192.
 Kalibleigläser 212.
 Kalifeldspat 15, 16.
 Kalk 26, 52.
 Kalkbrei 55.
 Kalk, Brennen des 28, 53.
 Kalkfarben 224.
 Kalkfeldspat 17, 23.
 Kalk, gebrannter 52, 53.
 Kalk, gelöschter 55.
 Kalkkaligläser 212.
 Kalk, kieselsaurer 53, 60.
 Kalk, Löschen des 55.
 Kalk, Magnesiumgehalt im 56.
 Kalkmergel 60.
 Kalkmilch 55.
 Kalkmörtel 52.
 Kalk, Nachlöschen des 56.
 Kalknatrongläser 212.
 Kalkpanzer von Lebewesen 28.
 Kalksalpeter 29.
 Kalksandmörtel 52.
 Kalksandsteine 102.
 Kalksandziegel 102.
 Kalk, schwefelsaurer, siehe unter Gips.
 Kalksilikat 53, 60.
 Kalkspat 16.
 Kalkstein 16, 26, 27, 28, 29, 52.
 Kalk, totgebrannter 53.
 Kalktuff 29.
 Kalkweiß 221.
 Kambium 159, 160, 161.
 Kammerringofen nach Bock 136.
 Kantholz 173.
 Kaolin 17.
 Kasseler Braun 221.
 Kasseler Flammofen 128.
 Kastenguß 190.
 Kathedralglas 218.
 Kehlziegel 140.
 Keramosteine 120.
 Keßlers Fluorsilikate 43, 76.
 Kiefer 154.
 Kies 19, 30.
 Kies im Beton 77.
 Kieselgur 114, 171, 230.
 Kieselsaurer Kalk 53, 60.
 Kieselsaures Kali 43.
 Kieselsaures Natron 43.
 Kitte 232.
 Kleine, Neuschäfer & Co.-Pressen 94, 95, 98, 99.
 Kleinpflaster, Material dazu 46.
 Klinker 147.
 Klinker des Zements 65.
 Kniehebel - Stempelpressen 96, 97.
 Kohlensaurer Kalk 26, 27, 28, 29, 52.
 Kollergang 84.
 Konglomerate 19, 33.
 Korksteine 116, 117.
 Korund 15.
 Krankheiten des Holzes 164.
 Krebs des Holzes 168.
 Kreide 19, 28, 29.
 Kreissägen 40.
 Kreosotöl 167.
 Kreuzholz 175.
 Kristallinische Schiefer 17, 18.
 Kröneleisen 39.
 Kühllofen 218.
 Kühltrömmel 65.
 Künstlicher Granit 108.
 Künstliche Steine, siehe bei „Kunststeine“.
 Kunstkalksteine 105.
 Kunstkieselkalksteine 105.
 Kunstprodukte zum Mörtel 65.
 Kunstsandsteine 104.
 Kunststeine 91.
 Kunststeine aus Asbest 115.
 Kunststeine aus Asphalt 117.

Kunststeine aus Gips 108.
 „ „ Glas 118.
 Kunststeine aus Hochofenschlacke 106.
 Kunststeine aus Kupferschlacke 107.
 Kunststeine aus Magnesia-zement 113.
 Kunststeine aus Portlandzement 110.
 Kunststeine, Auswitterungsprobe mit 153.
 Kunststeine, Bruch der 150.
 Kunststeine, die einzelnen 101.
 Kunststeine, Dichtigkeitsgrad der 151.
 Kunststeine, Erhärtung der 92.
 Kunststeine, Feuerbeständigkeit der 152.
 Kunststeine, Formen für 94.
 Kunststeine, Frostbeständigkeit 152.
 Kunststeine, granitähnliche 108.
 Kunststeine, Herstellung der 92.
 Kunststeine, Salzgehalt der 152.
 Kunststeine, sandsteinähnliche 104.
 Kunststeine, Vorbereitung der Rohstoffe 92.
 Kunststeine, Wasseraufnahme 151.
 Kunststeine, Wassereinwirkung 153.
 Kupfer 203.
 Kupfererze 203.
 Kupferglanz 203.
 Kupferkies 203.
 Kupfervitriol zum Imprägnieren 167.
 Kupolofen 188, 189.

L.

Labradorit 17.
 Lackfirnisse 255.
 Lärche 156.
 Langsambinder 69.
 Lasurfarben 220.
 Laubhölzer 157 ff.
 Lava 18, 24.
 Ledertapeten 228.
 Legierungen von Metallen 205.
 Lehm 17, 31.
 Lehmörtel 51.
 Lehmziegel 101, 202.
 Leim 233.
 Leimfarben 224.
 Leimformen 94.
 Leimwasser 58.
 Leitwalzen 195.
 Lindenholz 159.
 Linkrustatapeten 228.
 Linoleum 227.
 Linoleumkitt 227.
 Lithographierstein 28.
 Lochsteine zum Hochofen 118.
 Löschbank 55.
 Löschkalk 52.
 Löschen des Kalks 55.
 Luftfrischen 183.
 Luftmörtel 51.
 Lupen 184.
 Luxfermultiprismen 218.
 Luxferprismen 218.

M.

Magerkalk 29, 56, 57.
 Magnesia im Kalk 56.
 Magnesia, kieselsaure 18, 26.
 Magnesiaoxydchlorid 113.
 Magnesiasilikat 18, 26.
 Magnesia-zement 113, 114, 115.
 Magneteisen 16, 24, 176.
 Magnesit-Bauplatten 114.
 Mannesmannverfahren 195.

Marienglas 16, 30.
 Mark des Holzes 159.
 Marmor 16, 19, 20, 26, 27, 29.
 Marmorarten 19.
 Marmorzement 59, 109.
 Martens Betonprüfer 89, 90.
 Masseln 182.
 Massengesteine 14.
 Mauernstriche 223.
 Mauerfraß 29.
 Mauergips 58, 59.
 Mauersalpeter 149.
 Meersand 31, 57.
 Meersand im Kalk 57.
 Meerwasser und Zement 70.
 Mehlfeinheit des Zements 67.
 Meilerofen 128.
 Melans Eisenbeton 88.
 Mergel 16, 31, 61.
 Messing 205.
 Metalle 176.
 Metallanstriche 223.
 Metalllegierungen 205.
 Metallüberzüge auf Eisen 199.
 Mettlacher Platten 148.
 Michaelisscher Zugfestigkeitsprüfer 68.
 Milchglas 215.
 Mineralien, einfache 19.
 Mineralien, gesteinsbildende 15.
 Mineralfarben 220.
 Mischmaschinen 50.
 Mischschnecke 103.
 Modellformerei 189.
 Mohs Härteskala 15.
 Mörtel 51.
 Mörtel aus Gips 57.
 Mörtel aus hydraulischem Kalk 60.
 Mörtel aus Kalk 52.
 Mörtel aus Kalk mit hydraulischen Zuschlägen 61.
 Mörtel aus Lehm 51.
 Mörtel aus Romazement 60.

Mörtel aus Portlandzement 62.
 Mörtel, Luft- 51.
 Mörtel, Wasser- 59.
 Moniers Eisenbeton 88.
 Moorwasser im Kalkmörtel 57.
 Moose 26, 42.
 Münzbronze 206.
 Muffen der Steinzeugröhren 145, 146.
 Multiprismen, Luxfer- 218.
 Mundstücke der Strangpressen 100, 101.
 Muschelkalk 28.
 Muscheltierversteinerungen 28.
 Muskowit 17.

N.

Nachlöschen des Kalks 56.
 Nadelhölzer 154 ff.
 Nägel 196.
 Nagelfluh 33.
 Natronbleigläser 212.
 Natronfeldspat 16, 23, 24.
 Natursteine 13 ff.
 Natursteine, Abnutzbarkeit der 36.
 Natursteine, Anstriche der 42, 43.
 Natursteine, Ätzen der 41.
 Natursteine, befrorene 57.
 Natursteine, Bearbeitung der 38.
 Natursteine, Bearbeitungswerkzeuge zu den 38.
 Natursteine, Dauerhaftigkeit der 36.
 Natursteine, Festigkeit 35.
 Natursteine, Feuerbeständigkeit 36.
 Natursteine, Frostbeständigkeit 36, 41.
 Natursteine, Gewinnung der 37.

- Natursteine, Härte der 36.
 „ Platten aus 45.
 „ Polieren der 40.
 „ Scharrierender 38.
 „ Schläge der 38.
 „ Schleifen der 39, 40.
 „ Schotter aus 48.
 Natursteine, Schutz gegen Verwitterung 41.
 Natursteine, Spalten der 41.
 „ Spitzen der 38.
 „ Verrechnender 44.
 „ Verwendung der 43, 45.
 „ Verwitterung der 41.
 „ Wasseraufnahme der 35.
 Naßverfahren, siehe bei „Herstellung der Ziegel u. des Portlandzements“.
 Neusilber 206.
 Nickelstahl 205.
 Nietbolzen 184.
 Normen für Portlandzement 67.

O.

- Obstbaumhölzer 159.
 Ocker 32, 222.
 Ölfarben 224.
 Ölfarben auf Steinen 42.
 Ölfirnisse 225.
 Ölkitt 233.
 Ölseife 42.
 Ofenkacheln 148.
 Offener Herdguß 189.
 Oligoklas 17.
 Olivin 18, 24.
 Opakgläser 214, 215.
 Opaleszentgläser 215.
 Organische Beimengungen, s. bei d. einzeln. Baustoffen.
 Orthoklas 16.

P.

- Packsteine 21, 46.
 Papierschieber 130, 131.
 Papyrolith 115.
 Paraffintränkung d. Steine
 Parenchymgefäße 161. [42.
 Patentfalzziegel nach Bolze 141, 142.
 Patina 206.
 Pflanzenerde 29.
 Pflanzenreste im Gestein 29.
 Pflastersteine 21, 24, 25, 27, 30, 32, 46.
 Phosphorbronze 206.
 Picke 39.
 Pitch Pine 155.
 Pläuer Kalkstein 28.
 Platten 28.
 Pockholz 162.
 Polieren, siehe bei den einzelnen Baustoffen.
 Porenraum, Feststellung des 151.
 Porensteine 138.
 Porfido rosso antico 23.
 Porfido verde antico 23.
 Porphy 18, 20, 22.
 Porphyrit 22.
 Porphyrtuff 34.
 Portlandzementbeton, siehe „Beton“.
 Portlandzementmörtel 62 ff.
 Portlandzementmörtel, Abbinden des 69, 73.
 Portlandzementmörtel, Anstriche auf 75.
 Portlandzementmörtel, Bestandteile des 63.
 Portlandzementmörtel, Brennöfen zu 64, 65.
 Portlandzementmörtel, Dachsteine aus 112.
 Portlandzementmörtel, Eigenschaften des 69.
 Portlandzementmörtel, Farbzusätze im 72,

- Portlandzementmörtel,
 Festigkeit des 67.
 Portlandzementmörtel,
 Fliesen aus 112.
 Portlandzementmörtel,
 Frostbeständigkeit des 71.
 Portlandzementmörtel, Her-
 stellung des 64.
 Portlandzementmörtel,
 Kunststeine aus 110.
 Portlandzementmörtel,
 Langsambindender 69.
 Portlandzementmörtel,
 Magnesiagehalt im 63.
 Portlandzementmörtel,
 Mischungsverhältnisse 72.
 Portlandzementmörtel,
 Mehlfeinheit 67.
 Portlandzementmörtel,
 Normen f. die Lieferung 67.
 Portlandzementmörtel,
 Probekörper für 68, 69.
 Portlandzement, Quader aus
 111.
 Portlandzementmörtel,
 Raumbeständigk. des 69, 70.
 Portlandzementmörtel, Roh-
 stoffe dazu 62, 63.
 Portlandzementmörtel, Sand
 dazu 73.
 Portlandzementmörtel,
 Schnellbindender 69.
 Portlandzementmörtel,
 spezifisch. Gewicht des 70.
 Portlandzementmörtel,
 stereochromatische Be-
 malung des 76.
 Portlandzementmörtel,
 Treiben des 69.
 Portlandzementmörtel,
 Treppenstufen aus 111.
 Portlandzementmörtel, un-
 aufgeschlossene Rück-
 stände im 63.
 Portlandzementmörtel und
 Blei 71.
- Portlandzementmörtel und
 Eisen 71.
 Portlandzementmörtel und
 Zink 71.
 Portlandzementmörtel, Ver-
 arbeitung des 72.
 Portlandzementmörtel, Ver-
 halten im Meerwasser 70.
 Portlandzementmörtel,
 Wasser dazu 73.
 Portlandzementmörtel,
 Wasserdichtigkeit des 74.
 Portlandzementmörtel,
 Widerstandsfähigk. gegen
 chemische Einflüsse 70.
 Portlandzementmörtel, zu-
 lässige Beanspruchung. 68.
 Posten b. Werkstücken 38, 39.
 Porzellanerde 17.
 Pressen für Kunststeine 94,
 95, 96, 97.
 Preßform für Fliesen 148.
 Prismen, Luxfer- 218.
 Profilsteine 138, 139.
 Prosenchymgefäße 160.
 Protoplasma 160.
 Prüfung, siehe bei den ein-
 zeln Baustoffen.
 Puddelverfahren 183.
 Pulverbronzen 222.
 Putzmörtel 57.
 Puzzolanerde 62.
- Q.**
- Quader aus Naturstein 25.
 Quader aus Portlandzement
 111.
 Quadrateisen 193.
 Quarz 15, 20, 21, 22, 25, 27,
 30, 31.
 Quarzit 19, 30.
 Quarzporphyr 22.
 Quarzsand 31.
 Quellen des Holzes 163, 164.
 Quellwasser im Kalksand-
 mörtel 57.

R.

Rasenerz 177.
 Rauchgang beim Ringofen
 129, 130, 131.
 Raumgewicht, Feststellung
 des 150.
 Rauminhalt, Feststellung
 des 150.
 Rechteckeisen 193.
 Rechtecker, umschlossener
 44.
 Regenwasser im Kalkmörtel
 57.
 Revolverfalzziegelpresse n.
 Bolze 143.
 Revolverpresse 97.
 Rheinisches Tafelglas 217.
 Richtpresse 196.
 Rinde des Holzes 160.
 Rinderblut 52.
 Ringofen nach Hoffmann
 129, 130, 131.
 Ringofen, offener, nach Bock
 132, 133, 134, 135.
 Ringfäule des Holzes 165.
 Röhren aus Portlandzement
 113.
 Röhren aus Stampfbeton 113.
 Rogenstein 28.
 Roggenstroh 235.
 Roheisen 178.
 Rohglas 218.
 Rohmehl des P.-Zements 65.
 Rohr 234.
 Rohrpresse nach Bolze 145.
 Rohschlamm d. P.-Zements
 65.
 Rollgang 193, 194.
 Romazement 60.
 Rosso antico 27.
 Rost 198.
 Rostschutz 198.
 Rotbuche 157.
 Roteisenstein 176.
 Rote Farben 221.
 Roter Bolus 221.

Rotguß 206.
 Rotkupfererz 203.
 Rottanne 155.
 Ruberoid 229.
 Rüdersdorfer Ofen 54, 55.
 Rundeisen 184.
 Rustikamauerwerk 38.

S.

Sägen des Holzes 174.
 Sägen der Steine 40.
 Säulenbasalt 45.
 Safran 220.
 Salzgehalt, siehe bei den
 einzelnen Baustoffen.
 Salzglasur 145.
 Sand 19, 26, 27, 31, 56.
 Sandsteine 19, 20, 21, 31, 32.
 Santorinerde 62.
 Schablonenformerei 189, 190,
 191.
 Schachtofen 53.
 Schalleitungsfähigkeit, siehe
 bei den einz. Baustoffen.
 Schalungen für Beton 85,
 86, 87.
 Schamottsteine 148.
 Scharriereisen 39.
 Schaufensterverglasungen
 217.
 Schellackpolitur 174, 175.
 Scherfestigkeit, siehe bei den
 einzelnen Baustoffen.
 Schichtgesteine 14, 18.
 Schiefer, kristallinische 17,
 18.
 Schieferhammer 39, 41.
 Schienenstahl 196.
 Schilfrohr 231.
 Schlackenfäden 184.
 Schlackensteine 106, 107, 108,
 181.
 Schlackenziegel 107.
 Schlackenzement 181.
 Schläge der Steine 38.
 Schlägel 38, 39.

- Schlegeisen 38, 39.
 Schmauchkanal 129, 132.
 Schmiedeeisen 178.
 Schmieden des Eisens 191.
 Schmiedbares Eisen 178, 183, 197.
 Schnellbinder 69.
 Schnittholz 175.
 Schotter, Herstellung des 49.
 Schotter im Beton 77.
 Schottersteine 21, 30, 48.
 Schrägwalzverfahren 195.
 Schraubenbolzen 184.
 Schüttbodyeton 86, 87.
 Schwachbrandgips 57.
 Schwarzblech 196.
 Schwarze Farben 221.
 Schwarzfäule 165.
 Schwefelkies 16, 32, 33, 36, 41, 177.
 Schwefelsaurer Kalk 16.
 Schweinfurter Grün 222.
 Schweißisen 184, 197.
 Schweißen des Eisens 196.
 Schweißnähte 197.
 Schweißstahl 184.
 Schwemmsteine 106.
 Schwinden d. Holzes 163, 164.
 Schwindmaß der Backsteine 125.
 Seewasser im Kalk 57.
 Seewasser i. Portlandzement 70.
 Seidetapeten 228.
 Seile 234.
 Sepia 220.
 Serpentin 26.
 Sielhaut 71.
 Siemens - Martinverfahren 186.
 Siemensofen 186, 187.
 Sikkativ 225.
 Sinkstücke, Steinmaterial zu 45.
 Sinterung 66.
 Smalte 221.
 Solnhofer Jurastein 28.
 Solwasser im Kalk 57.
 Spaltbarkeit des Holzes 162.
 Spalteisen 39, 41.
 Spalten der Steine 41.
 Spaltholz 173.
 Spateisenstein 177.
 Speckkalk 56.
 Spezifisches Gewicht, siehe bei den einz. Baustoffen.
 Spezifisches Gewicht, Feststellung des 151.
 Spiegeleisen 182.
 Spiegelglas 218.
 Spiegelscheiben 214, 217.
 Spiegelschnitt des Holzes 159.
 Spitzeisen 38, 39.
 Spitzhacke 37, 39.
 Spitzen der Steine 38.
 Sprengarbeit beim Steinebrechen 37.
 Stärkemehl im Holz 161.
 Stahl 178.
 Stahlkeile beim Steinebrechen 37.
 Stampfasphalt 209.
 Stampfbeton 86, 113.
 Staubkalk 55.
 Steine, siehe „Kunststeine“ und „Natursteine“.
 Steinbrecher 47, 48, 49, 50.
 Steinbruch 37.
 Steinholz 114.
 Steine, künstliche, siehe bei „Kunststeine“.
 Steine, natürliche, siehe bei „Natursteine“.
 Steinschlag 21, 46.
 Steinzeugrohre 145, 146.
 Steinzeugwaren 145, 146, 147.
 Stempelpressen 94, 95, 96, 97.
 Stereochromatische Bemalung 76.
 Stockhammer 37, 39.
 Stockwerkofen n. Dietz 53.

Stoffbestandteile, siehe bei den einzelnen Baustoffen.
 Stofftapeten 228.
 Strangfalzziegel 140.
 Strangpresse 97, 98, 99, 100.
 Straßenschotter 23, 24, 25, 28, 31.
 Streckmetall 196.
 Stroh 235.
 Stuckgips 58, 108.
 Stuckmarmor 109.
 Stückkalk 55.
 Sublimat zur Holzimprägnierung 167.
 Syenit 18, 19, 22.
 Syenitporphyr 22.

T.

Tafelglas, rheinisches 217.
 Tafelschiefer 33.
 Talk 15, 18, 20, 25.
 Talkschiefer 18, 21, 25.
 Talsperren, Mörtel dazu 61.
 Tangentialschnitt d. Holzes 159.
 Tapeten 228.
 Teakholz 158.
 Teer auf Stein 42.
 Terrakotta 31, 147.
 Terrazzo 87.
 Testalin 42.
 Thomasverfahren 186.
 Thomasmehl 186.
 Tiegelgußverfahren 188.
 Tischlerpolitur 225.
 Ton 31, 32, 59, 60, 121.
 Ton, Aufschließen des 59, 60.
 Toneisenstein 177.
 Tonerdesseife 42.
 Tonerdesilikat 31.
 Tonvester 32.
 Tonschiefer 19, 33.
 Tonschneider 80, 81, 93, 97.
 Tonziegel, siehe Backsteine 121 ff.
 Topas 15.

Torf 231.
 Torfsteine 118.
 Torgament 115.
 Trachyt 18, 21, 23.
 Trachytlava 24.
 Trachyttuff 33.
 Traß 33, 61.
 Traßmörtel 61.
 Treppen, Material dazu 21, 24, 25, 27, 28, 30.
 Treppenstufen aus Zement 111.
 Triowalzwerk 193.
 Trockenstück 58.
 Trocknen, siehe die einzelnen Baustoffe.
 Trockenrisse des Holzes 169, 173.
 Trockenverfahren 64, 127.
 Trommelmaschine für Beton 81, 82.
 Trümmerbildung 19.
 Trümmergesteine 19, 30.
 Tuffe 19, 33.
 Tunnelausmauerung 60, 61.

U.

Überfanggläser 218.
 Übergangsbildung der Gesteine 19.
 Uferdeckwerke 45.
 Ulme 158.
 Ultramarin 221.
 Ummantelung d. Eisens 200.
 Undurchsichtige Gläser 215.
 Universalwalzwerk 193.
 Unterhöhlungsarbeit beim Steinbrechen 37.
 Urgesteine 17, 18, 22.

V.

Velourtapeten 228.
 Verarbeitung siehe bei den einzelnen Baustoffen.
 Verbleien des Eisens 205.
 Verblender 138.

Verbrennen des Holzes 169.
 Verkittung der Gesteins-
 trümmer 19.
 Verkohlen des Holzes 169.
 Versenken des Betons 86, 87.
 Verrechnen der Werkstücke
 44.
 Verrechnen der Pflaster-
 steine 46.
 Verwendung, siehe die ein-
 zelnen Baustoffe.
 Verwittern der Steine 41.
 Vierkanteisen 184.
 Vorköpfe, Material dazu 50.
 Vorwärmer zum Hochofen
 180.
 Vulkane 24.

W.

Wachspolitur 174.
 Wärmeleitungsfähigkeit, s.
 die einzelnen Baustoffe.
 Wärmeschutzmittel 231.
 Wärmespeicher d. Siemens-
 öfen 187.
 Wahnkantiges Holz 173.
 Waldkantiges Holz 173.
 Waldklüfte 168.
 Walzen des Eisens 192.
 Walzenfurchen 192, 193, 194,
 195.
 Walzwerke 192, 193, 194, 195.
 Waschtischplatten 27.
 Wasseradern, Verschließen
 der 61.
 Wasseraufnahme, siehe die
 einzelnen Baustoffe.
 Wasserdichtigkeit, siehe die
 einzelnen Baustoffe.
 Wassereinwirkung, siehe die
 einzelnen Baustoffe.
 Wasserfarben 224.
 Wasserglas 43, 76, 169.
 Wasserglasfarben 224.
 Wasserglaskitt 233.
 Wasserkalk 60.

Wassermörtel 51, 59.
 Weidenbohrer 170.
 Weißblech 199.
 Weißbleierz 204.
 Weißbuche 158.
 Weißeisen 182.
 Weiße Farben 231.
 Weißfäule 165.
 Weißmessing 206.
 Weißstrahleisen 182.
 Weißtanne 158.
 Weizenstroh 235.
 Wellblech 194.
 Werkholz 173.
 Werksteine 23, 25, 32, 44.
 Wetterwände, Verputzen der
 60.
 Wetterbeständigkeit, siehe
 die einzelnen Baustoffe.
 Windformen des Hochofens
 180.
 Wolframstahl 205.

X.

Xylolith 114.

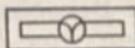
Y.

Yellowpine 155.

Z.

Zaponlack 226.
 Zellen des Holzes 160.
 Zellsaft 160, 161.
 Zellstoff 160, 161.
 Zement, s. „Portlandzement“
 und „Romanzement“.
 Zementieren 187.
 Zerdrückmaschine 35.
 Zerreißmaschine 35.
 Zickzackofen 135, 136.
 Ziegelerde 121, 122.
 Ziegelerde, Formen der 125.
 Ziegelformlinge 126, 127.
 Ziegelmehl zum Mörtel 62.
 Ziegelsteine, s. Backsteine.

- Ziegelsteinschlag 77.
Ziegelstrangpresse 97, 98,
99, 100.
Ziegelwagen 126.
Ziehklänge 174.
Zink 201.
Zinkblech 42, 201.
Zinkblende 201.
Zinkchlorid 167.
Zinkweiß 221.
Zinn 202.
Zinnasche 40.
Zinnober 221.
Zinnstein 202.
- Zitterpappel 159.
Zopfende des Stammes 173.
Zopfen des Holzes 172.
Zündung beim Steinbrechen
37.
Zugfestigkeit, siehe die
einzelnen Baustoffe.
Zugfestigkeitsprüfer nach
Michaelis 68.
Zuschläge, hydraulische 61.
Zusätze zum Flußeisen 186.
Zusammenschmelzver-
fahren 187.
Zweispitz 38, 39.



Dr. Max Jänecke, Verlagsbuchhandlung, Hannover

Bibliothek der gesamten Technik, 15. Band:

Das Roheisen

und seine Darstellung durch den Hochofenbetrieb

Von

Ingenieur **Herm. Lichte**

Mit 76 Abbildungen und 4 Tafeln

Preis brosch. M. 4,60, geb. M. 5,—.

Berg- und hüttenmännische Rundschau: Das Buch findet durchaus meinen Beifall, und ich bin der Überzeugung, daß alle seine Vorzüge vereint mit dem billigen Preise ihm eine weite Verbreitung bringen werden.

(Generaldirektor Grau.)

Technische Rundschau: Das Buch berücksichtigt sämtliche Neuerungen auf diesem Gebiete und kann sowohl für die Praxis von Betrieben, die sich mit der Herstellung und Verwendung von Roheisen befassen, wie auch für das Selbststudium bestens empfohlen werden.

Bibliothek der gesamten Technik, 41. Band:

Zinkgewinnung

Von

Hütteningenieur **G. Stolzenwald**

Mit 19 Abbildungen. Preis brosch. M. 1,40, geb. M. 1,80.

Deutsche Techniker-Zeitung: In dem vorliegenden Bande wird eine kurze, aber anschauliche Darstellung der Zinkverhüttung gegeben. Zu dem Verständnis der Abhandlung sind besondere Vorkenntnisse nicht nötig, da der Verfasser theoretische Erörterungen streng vermeidet. Alle Interessenten werden sich deshalb an der Hand dieses Werkchens ein gutes Bild von der Zinkverhüttung machen können.

Uhlands Wochenschrift für Industrie und Technik, Leipzig: Die theoretischen Grundlagen der Zinkgewinnung werden kurz erörtert und die praktischen Verfahren gewissenhaft, z. T. unter Hinzuziehen von Skizzen, beschrieben und sachgemäß erläutert. Besitzer, Techniker und in gewissen Fällen selbständig disponierende Arbeiter können sich aus dem Buch leicht und rasch Rat holen.



BIBLIOTEKA GŁÓWNA

359347 L/1