

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



L. inw.

~~380~~

Druk. U. J. Zam. 356. 10.000.

Von

Professor H. Haberstroh

Mit 36 Abbildungen



Hochbautechnische Bibliothek

aus der Sammlung Göschen

Jeder Band gebunden 1 Mark

Geologie in kurzem Auszug für Schulen und zur Selbstbelehrung zusammengestellt von Prof. Dr. Eberh. Fraas in Stuttgart. Mit 16 Abbildungen und 4 Tafeln mit 51 Figuren. Nr. 13.

Mineralogie von Dr. R. Brauns, Prof. an der Universität Bonn. Mit 132 Abbildungen. Nr. 29.

Petrographie von Dr. W. Bruhns, Professor an der Bergakademie Clausthal. Mit 15 Abbildungen. Nr. 173.

Das Rechnen in der Technik und seine Hilfsmittel (Rechen-schieber, Rechentafeln, Rechenmaschinen usw.) von Ingenieur Joh. Eugen Mayer. Mit 30 Abbildungen. Nr. 405.

Technische Tabellen und Formeln von Dr.-Ing. W. Müller, Privatdozent an der Technischen Hochschule Braunschweig. Mit 106 Figuren. Nr. 579.

Materialprüfungswesen. Einführung in die moderne Technik der Materialprüfung von K. Memmler, Dipl.-Ing., ständiger Mitarbeiter am Kgl. Materialprüfungsamt zu Berlin-Lichterfelde. **I:** Materialeigenschaften. — Festigkeitsversuche. — Hilfsmittel für Festigkeitsversuche. Mit 58 Figuren. Nr. 311.

— **II:** Metallprüfung und Prüfung von Hilfsmaterialien des Maschinenbaues. — Baumaterialprüfung. — Papierprüfung. — Schmiermittelprüfung. — Einiges über Metallographie. Mit 31 Figuren. Nr. 312.

Metallographie. Kurze, gemeinfaßliche Darstellung der Lehre von den Metallen und ihren Legierungen unter besonderer Berücksichtigung der Metallmikroskopie von Prof. E. Heyn und Prof. O. Bauer am Kgl. Materialprüfungsamt (Berlin-Lichterfelde) der Kgl. Techn. Hochschule zu Berlin. **I:** Allgemeiner Teil. Mit 45 Abbildungen im Text und 5 Lichtbildern auf 3 Tafeln. Nr. 432.

— **II:** Spezieller Teil. Mit 49 Abbildungen im Text und 37 Lichtbildern auf 19 Tafeln. Nr. 433.

Statik. I: Die Grundlehren der Statik starrer Körper von Professor W. Hauber, Diplom-Ingenieur in Stuttgart. Mit 82 Figuren. Nr. 178.

— **II:** Angewandte Statik. Mit 61 Figuren. Nr. 179.

Graphische Statik mit besonderer Berücksichtigung der Einflußlinien von Dipl.-Ing. Otto Henkel, Oberlehrer an der Kgl. Tiefbau-schule in Rendsburg. 2 Teile. Mit 207 Figuren. Nr. 603 u. 695.

Festigkeit von Prof. Dr. Eberh. Fraas, Ingenieur in Stutt-gart. Mit 16 Abbildungen und 4 Tafeln mit 51 Figuren. Nr. 13.

Aufgabens von R. Hauber, Ingenieur in Stuttgart. Mit 82 Figuren. Nr. 178.

Hydraulik von Prof. Dr. Eberh. Fraas, Ingenieur in Stutt-gart. Mit 16 Abbildungen und 4 Tafeln mit 51 Figuren. Nr. 13.

Kinematik von Prof. Dr. Eberh. Fraas, Ingenieur in Stutt-gart. Mit 16 Abbildungen und 4 Tafeln mit 51 Figuren. Nr. 13.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000296060

Lösungen

ren. Nr. 491.

Stuttgart. Mit

er Kgl. Techn.

34.

Elastizitätslehre für Ingenieure. I: Grundlagen und Allgemeines über Spannungszustände, Zylinder, Ebene Platten, Torsion, Gekrümmte Träger von Prof. Dr.-Ing. Max Enßlin an der Kgl. Baugewerkschule Stuttgart und Privatdozent an der Techn. Hochschule Stuttgart. Mit 60 Abbildungen. Nr. 519.

Geometrisches Zeichnen von H. Becker, Architekt und Lehrer an der Baugewerkschule in Magdeburg, neubearbeitet von Professor J. Vonderlinn, Direktor der Kgl. Baugewerkschule in Münster. Mit 290 Figuren und 23 Tafeln im Text. Nr. 58.

Schattenkonstruktionen von Professor J. Vonderlinn in Münster. Mit 114 Figuren. Nr. 236.

Parallelperspektive. Rechtwinklige und schiefwinklige Axonometrie von Professor J. Vonderlinn in Münster. Mit 121 Figuren. Nr. 260.

Zentral-Perspektive von Architekt Hans Freyberger, neubearbeitet von Prof. J. Vonderlinn in Münster i. W. Mit 132 Fig. Nr. 57.

Darstellende Geometrie von Dr. Robert Haußner, Professor an der Universität Jena. I. Mit 110 Figuren. Nr. 142.

— — II. Mit 88 Figuren. Nr. 143.

Die Baustoffkunde von Prof. H. Haberstroh, Oberlehrer an der Herzogl. Baugewerkschule Holzwinden. Mit 36 Abbild. Nr. 506.

Industrie der Silikate, der künstlichen Bausteine und des Mörtels von Dr. Gustav Rauter in Charlottenburg. I: Glas- und keramische Industrie. Mit 12 Tafeln. Nr. 233.

— II: Die Industrie der künstlichen Bausteine und des Mörtels. Mit 12 Tafeln. Nr. 234.

Vermessungskunde von Dipl.-Ing. Oberlehrer P. Werkmeister. 2 Bändchen. Mit 255 Abb. Nr. 468, 469.

Maurer- und Steinhauerarbeiten von Prof. Dr. phil. u. Dr.-Ing. Eduard Schmitt in Darmstadt. 3 Bändchen. Mit vielen Abbildungen. Nr. 419—421.

Schlosserarbeiten von Professor E. Viehweger und Professor S. Deutsch in Köln. 2 Bände. Mit zahlreichen Figuren. Nr. 761, 762.

Zimmerarbeiten von Carl Opitz, Oberlehrer an der Kais. Technischen Schule in Straßburg i. E. I: Allgemeines, Balkenlagen, Zwischendecken und Deckenbildungen, hölzerne Fußböden, Fachwerkwände, Hänge- und Sprengwerke. Mit 169 Abbild. Nr. 489.

— — II: Dächer, Wandbekleidungen, Simsschalungen, Block-, Bohlen- und Bretterwände, Zäune, Türen, Tore, Tribünen und Baugerüste. Mit 167 Abb. Nr. 490.

Tischler- (Schreiner-) Arbeiten I: Materialien, Handwerkszeuge, Maschinen, Einzelverbindungen, Fußböden, Fenster, Fensterladen, Treppen, Aborte von Prof. E. Viehweger in Köln. Mit 628 Fig. auf 75 Tafeln. Nr. 502.

— — II: Türen und Tore, Anordnung und Konstruktion, Haustüren, Tore, Balkontüren, Flurtüren. Mit 296 Figuren auf 105 Tafeln. Nr. 503.

— — III: Innere Türen, Pendeltüren, Schiebetüren, Drehtüren, Wandverkleidungen, Decken. Mit 323 Figuren auf 98 Tafeln. Nr. 755.

Eisenkonstruktionen im Hochbau. Kurzgefaßtes Handbuch mit Beispielen von Ingenieur Karl Schindler. Mit 115 Figuren. Nr. 322.

- Der Eisenbetonbau** von Regierungsbaumeister Karl Rößle. Mit 77 Abbildungen. Nr. 349.
- Heizung und Lüftung** von Ingenieur Johannes Körting. **I:** Das Wesen und die Berechnung der Heizungs- und Lüftungsanlagen. Mit 34 Figuren. Nr. 342.
 — — **II:** Ausführung der Heizungs- und Lüftungsanlagen. Mit 191 Figuren. Nr. 343.
- Gas- und Wasserinstallationen mit Einschluß der Abortanlagen** von Prof. Dr. phil. u. Dr.-Ing. Eduard Schmitt in Darmstadt. Mit 119 Abbildungen. Nr. 412.
- Das Veranschlagen im Hochbau.** Kurzgefaßtes Handbuch über das Wesen des Kostenanschlages von Emil Beutinger, Architekt B.D.A., Direktor der Gewerbeschule in Wiesbaden. Mit 16 Figuren. Nr. 385.
- Die Kostenberechnung im Ingenieurbau** von Prof. E. Kuhlmann und Dr.-Ing. H. Nitzsche. Mit 5 Tafeln. Nr. 750.
- Bauführung** von Emil Beutinger, Architekt B.D.A., Direktor der Gewerbeschule in Wiesbaden. Mit 20 Figuren. Nr. 399.
- Öffentliche Bade- und Schwimmanstalten** von Dr. Carl Wolff, Stadt-Oberbaurat in Hannover. Mit 50 Figuren. Nr. 380.
- Gasthäuser und Hotels** von Architekt Max Wöhler in Düsseldorf. **I:** Die Bestandteile und die Einrichtung des Gasthauses. Mit 70 Figuren. Nr. 525.
 — — **II:** Die verschiedenen Arten von Gasthäusern. Mit 82 Fig. Nr. 526.
- Geschäfts- und Warenhäuser** von Hans Schliepmann, Kgl. Baurat in Berlin. **I:** Vom Laden zum „Grand Magasin“. Mit 23 Abbildungen. Nr. 655.
 — — **II:** Die weitere Entwicklung der Kaufhäuser. Mit 39 Abb. Nr. 656.
- Industrielle und gewerbliche Bauten** (Speicher, Lagerhäuser und Fabriken) von Architekt Heinrich Salzmann in Düsseldorf. **I:** Allgemeines über Anlage und Konstruktion der industriellen und gewerblichen Bauten. Nr. 511.
 — — **II:** Speicher und Lagerhäuser. Mit 121 Figuren. Nr. 512.
- Ländliche Bauten** von Baurat Ernst Kühn, Professor an der Technischen Hochschule Dresden. **I:** Kultus- u. Gemeinde-Bauten. Mit 64 Abbildungen. Nr. 758.
 — — **II:** Das landwirtschaftliche Gehöft der Gegenwart. Mit 61 Abbildungen. Nr. 759.
 — — **III:** Landhäuser, Ferienhäuser, Arbeiterwohnungen, Gasthöfe und Wohnhäuser mit gewerblichen Anlagen. Mit 77 Abbild. Nr. 760.
- Märkte und Markthallen für Lebensmittel** von Städt. Baurat Richard Schachner in München. **I:** Zweck und Bedeutung von Märkten u. Markthallen, ihre Anlage u. Ausgestaltung. Nr. 719.
 — — **II:** Markthallenbauten. Mit zahlreichen Abbildungen. Nr. 720.
- Militärische Bauten** von Robert Lang, Regierungsbaumeister in Stuttgart. I. Teil. Mit 59 Abbildungen. Nr. 626.
- Die Baukunst des Schulhauses** von Prof. Dr.-Ing. Ernst Vetterlein in Darmstadt. **I:** Das Schulhaus. Mit 38 Abb. Nr. 443.
 — — **II:** Die Schulräume — Die Nebenanlagen. Mit 31 Abb. Nr. 444.
- Sportanlagen** von Prof. Dr. phil. und Dr.-Ing. Eduard Schmitt. **I.** Mit 78 Abbildungen. Nr. 684.

26
Steinrigg
28/4 18
Sammlung Göschen

Die Baustoffkunde

Von

Professor H. Haberstroh

Oberlehrer an der Herzogl. Baugewerkschule in Holzminden

Mit 36 Abbildungen

Neudruck



Berlin und Leipzig

G. J. Göschen'sche Verlagshandlung G. m. b. H.

1916

A/1008.



~~I 380~~

Alle Rechte, insbesondere das Übersetzungsrecht,
von der Verlagshandlung vorbehalten.



I 30172B

Druck von C. G. Röder G. m. b. H., Leipzig. 842416.

Akc. Nr.

3658/51

Inhalt.

	Seite
Einleitung	7
Hauptbaustoffe.	
I. Natürliche Steine	8
1. Einiges aus der Mineralogie	9
2. Die wichtigsten gesteinbildenden Mineralien	11
3. Entstehung und Einteilung der natürlichen Gesteine	16
4. Massengesteine.	
a) Tiefengesteine	17
b) Ergußgesteine	19
5. Schichtgesteine.	
a) Lose Trümmergesteine	23
b) Verfestigte Trümmergesteine	24
c) Ausscheidungsgesteine	32
6. Kristallinische Schiefer	41
7. Einiges aus der Geologie	43
8. Absonderung und Teilbarkeit der Gesteine	47
9. Gesteinsuntersuchung	47
10. Verhältnisse und Eigenschaften der Gesteine in bezug auf ihre technische Verwendung	47
a) Gewinnung	48
b) Prüfung	49
c) Härte und Widerstand gegen Abnutzung	51
d) Spezifisches Gewicht	51
e) Durchlässigkeit	52
f) Feuerbeständigkeit.	52
g) Politurfähigkeit	52
11. Bearbeitung	52
12. Kennzeichen und Mängel der Hausteine	54
13. Erhaltung und Haltbarmachung der Gesteine	54
II. Mörtelstoffe und künstliche Steine.	56
A. Luftmörtel.	
1. Lehmörtel	57
2. Kalkmörtel	57
3. Gipsmörtel	62
B. Wassermörtel	63
1. Portlandzement	63
Beton	68
Eisenbeton	68
2. Hydraulischer Kalk und Romanzement	69
3. Künstliche hydraulische Kalke oder Puzzolane	70
C. Feuerfester Mörtel	72
D. Gebrannte künstliche Steine.	
1. Der Rohstoff	73
2. Die Aufbereitung der Tonerde	74
3. Das Formen und Trocknen der Ziegelwaren	75

4. Das Brennen der Ziegel	76
5. Die verschiedenen Ziegelsorten	79
6. Eigenschaften und Kennzeichen guter Ziegel.	82
E. Ungebrannte künstliche Steine	82
III. Das Holz.	
1. Bau und Wachstum der Pflanzen	86
2. Bestandteile, Wachstum und Gefüge der Hölzer	89
3. Alter, Krankheiten und Fehler lebender Bäume.	91
4. Kennzeichen der Güte eines lebenden Baumes	93
5. Allgemeine und technisch wichtige Eigenschaften der Hölzer	94
6. Fäulnis	98
7. Hausschwamm und andere Pilze	99
8. Vorkommen und Bedeutung der hausbewohnenden Pilze	103
9. Zustand des vom Hausschwamm befallenen Holzes	104
10. Einwirkung von Hausschwamm auf die Gesundheit	105
11. Ort der Verwendung des Holzes	105
12. Schwinden, Quellen, Werfen, Reißen	106
13. Farbe der Hölzer	109
14. Mittel gegen Schwinden und Quellen.	110
15. Mittel gegen Fäulnis und Wurmfraß	112
16. Schutz gegen Hausschwamm	113
17. Bekämpfung des Hausschwamms	114
18. Schutz gegen Feuer	115
19. Bearbeitung der Hölzer	116
20. Handelssorten des Holzes	117
21. Die wichtigsten Holzarten	118
IV. Metalle.	
A. Eisen.	
1. Darstellung und Eigenschaften der wichtigsten Eisensorten	130
2. Formgebungsarbeiten	136
3. Prüfung des Eisens	139
4. Schutz des Eisens gegen Rost	140
5. Schutz des Eisens gegen Feuer	142
6. Verwendung des Eisens im Bauwesen	142
B. Andere Metalle.	
1. Zink	143
2. Kupfer	144
3. Blei	146
4. Zinn	147
Nebensstoffe.	
V. Glas und Wasserglas.	
1. Die Rohstoffe des Glases und die Herstellung der Glasmasse	149
2. Die Formgebung und andere Bearbeitung	150
3. Eigenschaften des Glases und Glassorten	152
4. Wasserglas	154
VI. Asphalt und Kitte.	
1. Asphalt	155
2. Kitte	157

VII. Farben, Firnisse und Lacke	158
VIII. Dachpappe und Holzzement	160
IX. Linoleum	161
X. Asbest und Kieselgur	162
XI. Hanf, Stricke, Seile, Taue	163
XII. Rohr, Stroh, Moos	164

Literatur.

- Physische und chemische Beschaffenheit der Baumaterialien von Rudolph Gottgetreu. Berlin. Julius Springer.
- Handbuch der Baustofflehre von Richard Krüger. 2 Bände. Wien. A. Hartleben.
- Lehrbuch der Baustoffkunde von Prof. Dr. E. Glinzer. Leipzig. H. A. Ludwig Degener.
- Leitfaden der Baustofflehre von Prof. Dr. Heinrich Seipp. Leipzig. H. A. Ludwig Degener.
- Lehrbilder für Baustoffkunde von Ad. Henselin. Berlin. A. Seydel.
- Breymann, Baukonstruktionslehre. Leipzig. Gebhardt.
- Grundzüge der Gesteinskunde von Prof. Dr. E. Weinschenk. Freiburg i. Br. Herdersche Verlagsbuchhandlung.
- Gesteinskunde von Prof. Dr. F. Rinne. Hannover. Gebr. Jänecke.
- Die natürlichen Bau- und Dekorationsgesteine von Heinrich Schmidt. Leipzig. B. G. Teubner.
- Handbuch der gesamten Tonwarenindustrie von Bruno Kerl. 3. Aufl. Braunschweig. F. Vieweg & Sohn.
- Lehrbuch der technischen Chemie von Dr. H. Ost. Berlin. Robert Oppenheim.
- Der Portlandzement und seine Anwendung im Bauwesen. 3. Aufl. Berlin 1905. Deutsche Bauzeitung.
- Der Eisenbeton von Christophe. Berlin. Verlag der Tonindustriezeitung.
- Die Industrie der Silikate, der künstlichen Bausteine und des Mörtels von Dr. Gustav Rauter. Leipzig. G. J. Göschen.
- Materialprüfungswesen von K. Memmler. 2 Bände. Leipzig. G. J. Göschen.
- Die Wetterbeständigkeit der natürlichen Bausteine von Prof. Dr. Seipp. Jena. Hermann Costenoble.
- Das Holz von Prof. Hermann Wilda. Leipzig. G. J. Göschen.
- Die Holzkonservierung im Hochbau von B. Malenković. Wien und Leipzig. A. Hartleben.
- Der Hausschwamm von Prof. Dr. E. Mez. Dresden 1908. Richard Lincke.
- Das Eisenhüttenwesen von Prof. H. Wedding. Leipzig. B. G. Teubner.
- Deutsches Normalprofilbuch für Walzeisen. 6. Aufl. Aachen 1904. La Ruelle.
- Musterbuch für Eisenkonstruktionen von C. Scharowsky. Leipzig. Otto Spamer.
- Schutz der Eisenkonstruktionen gegen Feuer von H. Hagn. Berlin. Julius Springer.
- „Hütte“. Des Ingenieurs Taschenbuch. Berlin. Wilhelm Ernst & Sohn.
- Systematische forstliche Bestimmungstabellen von G. Westermeier. Berlin. Julius Springer.
-

Einleitung.

Die Baustoffkunde soll uns mit den Eigenschaften der Stoffe bekannt machen, die wir zur Ausführung der verschiedensten Arten von Bauten (Gebäude, Straßen, Eisenbahnen, Brücken usw.) verwenden. Sie lehrt uns die Entstehung, das Vorkommen, die Gewinnung und Bearbeitung sowie die richtige Verwendung dieser Stoffe, die Zerstörungen, welchen sie ausgesetzt sind, und die Schutzmittel, welche wir anzuwenden haben, um ihre Haltbarkeit zu verlängern.

Die Bedeutung der Baustoffkunde für den einzelnen wie für die Allgemeinheit wird heute überall anerkannt. Hängt doch von einer richtigen Wahl und Verwendung der Baustoffe zum großen Teil mit das Behagen und die Gesundheit in Wohn- und anderen Gebäuden, die Sicherheit auf Straßen, Brücken und anderen Verkehrsbauten, der Wohlstand des einzelnen wie eines ganzen Volkes ab.

Die auf „Heimatschutz“ gerichteten Bestrebungen der Neuzeit unterstützen und fördern ebenfalls eine sachgemäße Baustoffkunde, indem sie auf die alten, bewährten Baustoffe und Bauweisen der Heimat hinweisen, von denen man oft nur abgewichen war, weil eine den Eigenschaften der Stoffe entsprechende Behandlung und Verwendung später außer acht gelassen wurde, so daß man dadurch schlechte Ergebnisse erzielt hatte.

Bei dem geringen Umfang des vorliegenden Bändchens mußte die Auswahl des Stoffes oft sehr beschränkt werden. Eingeteilt sind die Baustoffe darin in Haupt- und Nebenstoffe, von denen die ersteren dem eigent-

lichen „Aufbau“, die anderen dem „Ausbau“, der Erhaltung, Verschönerung usw. dienen. — Nach den natürlichen Steinen sind zunächst die Mörtelstoffe behandelt, weil sämtliche Mörtelstoffe auch zur Herstellung fast aller später besprochenen künstlichen Steine dienen.

Die grundlegenden Kenntnisse der Chemie müssen heute bei Besprechung der Baustoffe vorausgesetzt werden. Einiges aus der Mineralogie und Geologie zum Verständnis der Behandlung der natürlichen Steine, sowie einige kurze Abschnitte aus der Pflanzenkunde zum Verständnis der Eigenschaften des Holzes und der Wirkung von Fäulnis und Schwamm haben Aufnahme gefunden.

Hauptbaustoffe.

I. Natürliche Steine.

Zu den Hauptbaustoffen zählen wir die natürlichen Steine, Mörtel, künstlichen Steine, Hölzer und Metalle. Die Steine sind natürliche oder künstliche. Erstere werden uns unmittelbar von der Natur geliefert und bedürfen für die Verwendung nur noch einer Formgebung, während künstliche Steine vorher außerdem noch eine Umwandlung ihres Stoffes erfahren.

Die natürlichen Gesteine bestehen aus Mineralien, d. h. unorganischen Naturkörpern. Mit den Mineralien und Gesteinen befassen sich eine Reihe von Hilfswissenschaften, so die Mineralogie, Petrographie, Geologie und die Versteinerungskunde.

1. Einiges aus der Mineralogie.

Die Mineralien kommen kristallisiert oder gestaltlos (amorph) vor. Kristalle sind von der Natur gebildete, von regelmäßigen Flächen, Kanten und Ecken begrenzte Körper. Sie bilden sich nur beim Übergange eines Minerals aus dem gasförmigen oder geschmolzenen Zustande in den festen oder aus Lösungen durch Verdampfen des Lösungsmittels. Die äußerst zahlreichen Gestalten der Kristalle unterscheiden sich durch Form, Zahl und Stellung der Flächen, sowie durch Zahl und Stellung der Kanten und Ecken.

Die Achsen eines Kristalls sind gedachte, gerade Linien, welche durch seinen Mittelpunkt gehen und zwei gegenüberliegende Ecken, Kanten oder Flächen verbinden (Fig. 1). Nach der Anzahl, Größe und Lage dieser Achsen werden alle Kristallgestalten in sechs Gruppen geteilt: Das reguläre, quadratische, rhombische, sechsgliedrige, monokline und trikline System.

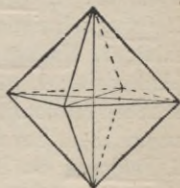


Fig. 1.
Kristallachsen.

In der Regel kristallisiert jeder chemische Stoff nur in einer bestimmten Kristallform. In kristallinen Massen lagern die einzelnen kleinen Kristalle dicht neben-, über- und durcheinander, so daß ihre regelmäßige Ausbildung gehindert ist (Marmor).

Das Gefüge oder die Struktur der Mineralien ist körnig (Marmor), blättrig (Kalkspat), schuppig (Gips); stengelig (Aragonit) oder faserig (Asbest). Bei dichten Mineralien lassen sich die einzelnen Kristalle nur durch das Mikroskop erkennen. Zeigen sie keinen oder geringen Zusammenhang, so heißen sie erdig.

Durch ihren regelmäßigen Bau haben die Kristalle nach gewissen Richtungen geringeren Zusammenhang und lassen sich nach diesen in Stücke mit ebenen Flächen teilen (Spaltbarkeit). Höchst spaltbar sind z. B. Glimmer und Feldspat. Der Bruch nicht spaltbarer Mineralien ist dicht, erdig oder schieferig. Der dichte Bruch ist eben, uneben (Marmor), muschelrig (Quarz), splitterig (Serpentin) oder hakig (Kupfer).

Härte ist der Widerstand, den ein Körper dem Eindringen eines anderen entgegengesetzt. Nach der Mohs'schen Härteskala unterscheidet man die Härtegrade 1 bis 10: 1. Talk, leicht mit dem Fingernagel ritzbar; 2. Gips, schwieriger mit dem Fingernagel ritzbar (Steinsalz); 3. Kalkspat, leicht mit dem Messer zu schaben (Anhydrit); 4. Flußspat, schwieriger mit dem Messer zu schaben (Dolomit); 5. Apatit, kaum noch mit dem Messer zu schaben, am Stahl keine Funken gebend (Magnesit); 6. Feldspat, am Stahl einzelne Funken gebend; 7. Quarz, am Stahl lebhaft Funken gebend; 8. Topas, 9. Korund, 10. Diamant, ritzen Quarz; Diamant ritzt alle Körper.

In bezug auf die Zähigkeit sind die Mineralien spröde, geschmeidig, schneidbar (Blei), hämmerbar (Silber), biegsam, dehnbar (Gold), elastisch (Glimmer, Stahl).

Das spezifische Gewicht ist die Zahl, welche angibt, wievielmals schwerer oder leichter ein Körper ist als eine gleichgroße Wassermenge.

Optische Eigenschaften sind: Glanz, Farbe, Durchsichtigkeit, Strahlenbrechung und Phosphoreszenz. Die Strahlenbrechung ist einfach oder doppelt (isländischer Doppelspat). — Magnetisch sind Mineralien, welche viel Eisen und Nickel enthalten (Eisen, Magnet-eisen). — Die meisten Mineralien sind geruchlos. Ton zeigt, feucht oder angehaucht, Tongeruch. Asphalt,

Steinkohle haben beim Verbrennen einen bituminösen Geruch. — Nur im Wasser lösliche Mineralien besitzen Geschmack. — Das Gefühl ist ein fettes (Talk), mageres (Kreide), rauhes (Bimsstein), kaltes (natürliche Steine), wärmeres (künstliche Steine). — Leicht schmelzbar sind Zinn, Blei, Wismut, Antimon, Zink; ziemlich schwer schmelzbar Silber, Flußspat; schwer schmelzbar Feldspat; unschmelzbar reiner Kaolin und Quarz. — Feuerfest ist Graphit, Asbest, sehr flüchtig Quecksilber, schwer flüchtig die übrigen Metalle.

Die chemische Analyse prüft die Mineralien (oder andere Stoffe) in bezug auf ihre Bestandteile, und zwar stellt die qualitative Analyse die Art, die quantitative Analyse die Menge der einzelnen Bestandteile fest.

2. Die wichtigsten gesteinbildenden Mineralien.

1. Quarz (Kieselsäure = SiO_2). $H = 7$, spez. Gew. = 2,65, in Säuren außer Flußsäure unlöslich, fast unverwitterbar, für sich nur im Knallgasgebläse schmelzbar, kristallisiert in sechsseitigen Säulen und sechsseitigen Pyramiden (Fig. 2), mit muscheligen Bruch, wasserhell oder durchscheinend, trübglassig, weiß, grau auch rot gefärbt, glasglänzend, auf der Bruchfläche fettglänzend. Sehr häufig in Massengesteinen (Granit), kristallinen Schiefen und Schichtgesteinen (Sandstein, Süßwasserquarz).



Fig. 2.
Quarz (Bergkristall).

2. Feldspate, sehr verbreitet in den Massengesteinen, bestehen aus kieselsaurer Tonerde und kieselsaurem Kali, kieselsaurem Natron oder kieselsaurem Kalk oder aus mehreren von diesen in verschiedenen Verhältnissen. $H = 6$; vollkommen spaltbar.

a) Kalifeldspat oder Orthoklas (KAlSi_3O_8), säu-

lenförmige Kristalle (Fig. 3), nach zwei aufeinander senkrechten Richtungen vollkommen spaltbar, glasglänzend, spez. Gew. = 2,56, schwierig schmelzbar, von Säuren kaum angegriffen. Selten frisch und wasserklar (Adular),



Fig. 3.
Orthoklas.

meist trübe, weißlich, rötlich, fleischrot bis braun (gemeiner Kalifeldspat), oder glasartig, grau, rissig, weit leichter verwitternd (Sanidin = Brettstein, im Trachyt und Liparit).

b) Natronkalkfeldspat oder Plagioklas. Mit abnehmendem Na- und zunehmendem Ca-Gehalt:



Fig. 4.
Albit.

Albit ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$) (Fig. 4), Oligoklas, Andesin, Labrador, Bytownit, Anorthit ($\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$). Schiefspaltend. Farbe meist heller. Hauptspaltflächen gestreift. Meist matt und trübe, auch gelblichgrün. Weitverbreitet. Der Labrador ist prächtig blau schillernd, ziemlich leicht verwitternd.

3. Feldspatähnliche Mineralien.

a) Leuzit (KAlSi_2O_6), $H = 5,5-6$, spez. Gew. = 2,5, Kristalle weiß, von achteckigem Querschnitt. Löslich in HCl.

b) Nephelin ($\text{NaAlSi}_4\text{O}_{10}$), $H = 6$, spez. Gew. = 2,6, frisch farblos, sonst meist graue, sechsseitige Kristallsäulchen bildend. Löslich in HCl.

4. Glimmer. Silikate von Tonerde und von Kali, Magnesia, Eisenoxydul, selten von Natron, Kalk und Lithion. $H = 2,5-3$, spez. Gew. = 2,8-3,1. Meist sechsseitige Blättchen, nach der Blättchenebene höchst vollkommen spaltbar, sehr elastisch biegsam, perlmutterglänzend.

a) Kaliglimmer (Muskowit, Marienglas), einzelne Blättchen farblos und durchsichtig, in Masse silberweiß

bis gelblich, metallisch glänzend, im Granit, Gneis und Glimmerschiefer, chemisch schwer angreifbar, verwittert nicht, zerfällt aber wegen der Leichtspaltigkeit durch Frost. Sehr schwer schmelzbar; daher verwandt für Fenster, Ofenschaulöcher, Lampenzylinder.

b) Magnesiaglimmer (Biotit), MgO- und FeO-haltig, dunkelbronzefarbig bis schwarzbraun, metallartig perlmutterglänzend, zerfrierbar, viel leichter verwitterbar und von Säuren leichter angegriffen als Kaliglimmer; mit hohem Magnesiagehalt schwer schmelzbar (wie alle Magnesia-Silikate), mit hohem Eisengehalt leichter schmelzbar.

Glimmer bewirkt die Schieferbildung und Leichtspaltigkeit des Gneises, Schiefers sowie der Sandsteine (z. B. des Sollinger Sandsteines).

5. Chlorit, wasserhaltige Silikate von Al, Mg und Fe. $H = 2,5$ und weniger, spez. Gew. = 2,8. Stets grün (lauchgrün), selten deutlich kristallinisch und dann feinschuppig, sehr vollkommen spaltbar, unelastisch biegsam, feuersicher, nicht säurefest, besonders häufig als grüner Farbstoff veränderter, basischer Eruptivgesteine (Grünsteine und Grünschiefer).

6. Talk ($H_2Mg_3Si_4O_{12}$), feinschuppig bis dicht, $H = 1$, spez. Gew. = 2,7, weiß, grünlichweiß bis gelblich, sehr fettig anzufühlen, unschmelzbar, säurefest. Verwendung: Schneiderkreide, Schmiermittel, Gasbrenner.

7. Serpentin [$H_4(MgFe)_3Si_2O_9$], $H = 3$, spez. Gew. = 2,6, dicht, oft faserig, grün, gelbgrün, schwärzlichgrün, auch rot und braun gefleckt. Bruch feinsplitterig, polierbar, feuersicher, nicht säurefest. Stets Umwandlungsprodukt von Olivin.

8. Augit (Pyroxen). Augite und Hornblenden sind ähnlich zusammengesetzt und enthalten Silikate von Mg, Fe, Al, auch von Ca und Na; $H = 5,5$, spez. Gew. = 3,1 bis 3,5. Säulenförmige Kristalle von achteckigem Querschnitt (Fig. 5). Winkel des Spaltungsprismas = $87\frac{1}{2}^\circ$.

Dunkelfarbig (grün bis schwarz), stark glasglänzend, nicht so deutlich spaltbar wie Hornblende, leichter verwitternd als Orthoklas; von Säuren nicht zersetzt.

9. Hornblende (Amphibol). $H = 5,5$, spez. Gew. = 3—3,4, vollkommen spaltbar. Prismenwinkel = 124° . Prismenquerschnitt sechseckig (Fig. 6). Prismen meist länger als bei Augit. Farbe meist dunkel bis schwarz,



Fig. 5.
Augit.



Fig. 6.
Hornblende.



Fig. 7.
Kalkspat.

glasglänzend, schwerer verwitternd als Orthoklas, äußerst zähe, von Säuren nicht zersetzt.

10. Olivin [$(MgFe)_2SiO_4$]. $H = 6,5-7$, spez. Gew. = 3,5, gelbgrün bis flaschengrün, bildet lebhaft glasglänzende, kurzprismatische bis tafelige Einsprenglinge, durch Oxydation braunrot, in basischen Eruptivgesteinen, verwittert zu Serpentin unter Gewichtsabnahme.

11. Kalkspat (Kalzit = $CaCO_3$) kristallisiert z. B. in Rhomboedern (Fig. 7), nach dessen Flächen vollkommen spaltbar, wasserhell, weiß oder gefärbt, durchsichtig bis undurchsichtig, glasglänzend und perlmutterglänzend. In kalter Salzsäure (HCl), auch schon in Essigsäure unter Aufbrausen (Entweichen von CO_2) löslich. $H = 3$, spez. Gew. = 2,7. Unschmelzbar. Dicht, sehr verbreitet in Absatzgesteinen, besonders in Kalksteinen; kristallinisch im Marmor, weiß, blaugrau, rötlich, aus

dichtem Kalkstein durch Kontaktmetamorphose (Berührung mit feuerflüssigen Gesteinen) entstanden.

12. Magnesit ($MgCO_3$). $H = 4,5-5$, spez. Gew. = 3. Unschmelzbar. Als Pulver in der Wärme in HCl löslich.

13. Dolomit ($CaCO_3 + MgCO_3$) $H = 4$, spez. Gew. = 2,9. In Säuren in der Kälte schwieriger und langsamer löslich als Kalkspat und unter schwächerem Aufbrausen; leicht löslich beim Erwärmen. Unschmelzbar. Farblos, weiß, gelblich, graulich, schwärzlich. Meist feinkristallinisch, durch Eisengehalt oft rostig; löcherig als Rauhwake; sonst ganze Gebirge bildend (Dolomiten in Tirol).

14. Anhydrit ($CaSO_4$). $H = 3$, spez. Gew. = 2,9. In dichtem Zustande dem Kalkstein sehr ähnlich. Mit Säuren nicht aufbrausend, nur als Pulver in starker Schwefelsäure löslich. Kristallisiert rhombisch; leicht spaltbar. Farblos, weiß, grau, rötlich, violett, himmelblau. Anhydrit kommt vor als Schichtgestein und verwandelt sich durch Wasseraufnahme in Gips.

15. Gips ($CaSO_4 + 2H_2O$). $H = 2$, spez. Gew. = 2,3; kristallisiert monoklin, blättrig, faserig, stengelig, leicht spaltbar, durchsichtig bis undurchsichtig, wasserhell, weiß, gelblich, rötlich, glasglänzend und perlmutterglänzend; dicht bis erdig, meist weißlich oder hellgrau; schmelzbar; in Salzsäure leicht löslich, löslich auch in rund 400 Teilen Wasser; gibt in der Hitze Wasser ab; oft schwalbenschwanzförmige Zwillingkristalle bildend (Fig. 8). Kommt vor als Schichtgestein. Schöne kristallinische Abarten heißen Alabaster.

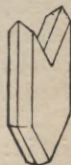


Fig. 8.
Gips.
Schwalbenschwanz-
zwilling.

16. Schwefelkies (FeS_2). $H = 6,5$, spez. Gew. = 5. Kristallisiert regulär (Würfel, Zwölfflächner usw.); auch derb; gelb, lebhaft metallglänzend; nicht spaltbar. In Salpetersäure unter Abscheiden von Schwefel löslich. Strich bräunlich-

schwarz. Sehr leicht verwitternd unter Bildung von Eisenvitriol, Schwefelsäure und Absatz von Brauneisenstein. Sehr verbreitet in allen möglichen umgewandelten Gesteinen. Versteinerungsmaterial.

17. Magnet Eisen (Fe_3O_4). Regulär. $H = 6$, spez. Gew. = 5,2. Oft derb, schwarz, metallglänzend, magnetisch; Bruch muschelrig. Undurchsichtig. Wichtiges Eisenerz.

18. Roteisenstein (Fe_2O_3). Sechsgliedrig, meist tafelig. $H = 6,5$, spez. Gew. = 5,25. Lebhaft metallglänzend, Strich rot, sonst schwarz. In feiner Verteilung der häufigste Farbstoff roter und braunroter Gesteine. Wichtiges Eisenerz. Verwittert zu Brauneisenstein.

19. Brauneisenstein ($\text{Fe}_4\text{H}_6\text{O}_9$), braun, Strich gelb. Sehr verbreitet als Verwitterungsprodukt. Sedimentbildend. Eisenerz.

3: Entstehung und Einteilung der natürlichen Gesteine.

Die Mineralien nennen wir Gesteine, wenn sie in sehr großen Massen vorkommen. Einfache Gesteine bestehen aus kleinen Körnern, Kristallen, Blättchen usw. desselben Minerals (Kalkstein, Quarzit); zusammengesetzte oder gemengte Gesteine sind aus zwei, drei oder mehr verschiedenen Mineralien zusammengesetzt (Granit, Porphyr). Die Bestandteile eines Gesteins sind entweder wesentliche oder zufällige.

Nach der Art ihrer Entstehung teilt man die Gesteine ein in:

1. Massengesteine. Sie bilden die erste Erstarrungskruste des feurigflüssigen Erdkörpers, füllen oft unterirdische Räume aus (Tiefengesteine — Granit, Syenit usw.) oder sie drängen und dringen bisweilen noch jetzt aus der Tiefe empor, wurden aus Vulkanen herausgeschleudert oder überfluteten Teile der festen Erdoberfläche (Oberflächengesteine — Basalt, Trachyt). Sie besitzen keine Schichtung und führen keine Versteinerungen.

2. Schichtgesteine. Sie sind gebildet aus den Verwitterungsprodukten älterer Gesteine, indem deren Trümmer sich aus dem Wasser (zuweilen auch aus der Luft) in ursprünglich annähernd wagerechten Schichten abgesetzt haben (Trümmergesteine, Absatzgesteine — Sand, Ton, Sandstein, Tonschiefer), oder indem Lösungen jener Verwitterungsprodukte sich aus dem Wasser ausgeschieden haben (Ausscheidungsgesteine — Kalkstein, Gips). Die Trümmergesteine sind entweder lose (Sand, Kies) oder durch Druck (Tonschiefer) oder durch ein Bindemittel wieder verfestigt (Sandstein). — Schichtgesteine sind immer geschichtet und enthalten mehr oder weniger Abdrücke und Versteinerungen von Resten jener Tiere und Pflanzen, die zur Zeit ihrer Entstehung auf der Erde vorhanden waren.

3. Kristalline Schiefer. Sie zeigen teils die Merkmale der Massengesteine (Kristallbildung), teils die der Schichtgesteine (Schichtenbildung, Schieferung). Es sind teils Massen-, teils Schichtgesteine verschiedenen Alters, die, vielleicht unter Mitwirkung hohen Gebirgsdrucks, hauptsächlich durch die Einwirkung benachbarter, feuerflüssiger Massengesteine eine Umwandlung erfahren haben (Kontaktmetamorphose).

4. Massengesteine.

a) Tiefengesteine.

Granit. Er bildet ein fein- bis grobkörniges Gemenge aus Feldspat, Quarz und Glimmer (zuweilen auch Hornblende). $H = 6-7$, spez. Gew. = $2,7-2,8$; rot, weiß, grau oder grünlich; ziemlich schwer bearbeitbar; gut zu schleifen und zu polieren. Druckfestigkeit 1000 bis 3000 kg/qcm; zulässige Beanspruchung auf Druck in Auflagersteinen 60, in Pfeilern und Gewölben 45, in sehr

schlanken Pfeilern und Säulen 25 kg/qcm. Sehr wetterfest, namentlich die feinkörnigen, quarzreichen Arten mit wenig oder kleinblättrigem Glimmer. Manche Granite zeigen nach gewissen Richtungen hin eine Art Spaltbarkeit, die Gare, die bei Gewinnung und Bearbeitung ausgenutzt wird. Bei Bränden erhält Granit durch das Löschwasser leicht Sprünge (für freitragende Treppen in Berlin verboten).

Vorkommen: Granit ist von allen Massengesteinen am meisten verbreitet: Zentralalpen (St. Gotthard), Italien, Riesengebirge (Reichstagsgebäude und Dom in Berlin), bei Strehlen und Striegau in Schlesien (grau), im Harz (Brocken, grau, rötlich, grünlich), Sachsen (Bautzen), Fichtelgebirge, Thüringer Wald (Ruhla, schön rot), Odenwald, Schwarzwald, Insel Bornholm, Schweden und Norwegen (Wirbo, rot; Udevalla-Granit von Malmö, graurötlich, grünlich; Rammäs und Ytterby, rot). — Skandinavische Findlinge in der norddeutschen Tiefebene.

Verwendung: Hochbau, Sockelsteine für Denkmäler, Wasser-, Brücken-, Straßenbau; Steinplatten, Pflaster- und Bordsteine; Steinschlag für Straßen und Beton. — Granit bricht in sehr großen Blöcken (Obelisken). — Wegen der schweren Bearbeitung sind Verzierungen möglichst zu vermeiden und einfache Profile zu wählen.

Syenit. Er bildet meist ein mittelkörniges, recht gleichmäßiges Gemenge von Feldspat und Hornblende (oder Biotit oder Augit). Quarz fehlt (quarzfrier Granit). Die Farbe ist meist braunrot, dunkelgrün oder grünlichschwarz, meist schöner und noch besser polierbar als Granit, dem er sonst sehr gleicht. Spez. Gew. = 2,7—2,9. Druckfestigkeit = 1500—2500 kg/qcm. Wetterbeständig; sehr hart. Wegen der Zähigkeit der Hornblende sehr gut für Straßenbau.

Vorkommen: Syenit ist weit seltener als Granit. Fundstätten sind: Plauenscher Grund in Sachsen, Odenwald (Bensheim, Auerbach), Schwarzwald (Todtmoos, St. Blasien),

Schwarzwald, Fichtelgebirge, Erzgebirge; Norwegen (Laurvig, Fredericksvaern = Labradoraugitsyenit, blau farbenschillernd mit großen Labradorkristallen).

Diorit (Hornblendegrünstein), gleichmäßig, körnig-kristallinisches Gemenge aus Kalknatronfeldspat und Hornblende. Gesamtfarbe meist dunkelgrün, auch grün und weiß gesprenkelt. Oft schieferig und dann zu Platten geeignet. Spez. Gew. = 2,8 und mehr, H = 5 bis 6 und mehr; fest (i. M. 2000 kg/qcm), sehr gut polierbar, wetterfest, zähe. Guter Pflaster- und Schotterstein. Schönes Dekorationsgestein. Schwer zu bearbeiten. Verwendung wie Granit.

Vorkommen: Am Kyffhäuser, Sachsen, Harz, Nassau, Fichtelgebirge, Odenwald, Schwarzwald, Thüringen, Schweden (grüner „Warberg-Granit“), England, Belgien.

Gabbro (Urgrünstein, Zobtenfels). Mittel- bis grobkörniges, regellos verwachsenes, kristallinisches Gemenge von: Plagioklas (hell) und Diabas (öl- bis tombakfarben). Farbe dunkelgrün oder ölgrün (auch grau oder bräunlich) und weiß. Spez. Gew. um 3, H = 6 bis 8. Druckfest (i. M. 1900 kg/qcm), prächtig polierbar, wetterbeständig. Verwendung wie Granit; Dekorationsgestein, sehr gutes Straßenpflaster. Tischplatten. Säulen.

Vorkommen: Im Granit, Gneis, Glimmerschiefer sowie in der Grauwacke; im Radautal bei Harzburg, im südlichen Schwarzwald, Odenwald, in Schlesien (Volpersdorf, Zobten bei Breslau), im sächsischen Granulitgebirge, in Italien (Florenz), Südschweden („schwarzer Granit“).

b) Ergußgesteine.

Wenn die Massen der Tiefengesteine an die Oberfläche gelangten und an der Luft erstarrten, so bildeten sie die Ergußgesteine. Es gehört zu jedem Tiefengestein daher ein zugehöriges Ergußgestein. Die Tiefengesteine besitzen ein körnig-kristallinisches, die Ganggesteine ein

körniges oder porphyrisches Gefüge, die Oberflächen-gesteine ein porphyrisches Gefüge mit vollständig ausgebildeten Kristallen in meist dichter oder glasiger Grundmasse.

Tiefengesteine	Entsprechende Ergußgesteine	
	Alt (Ganggesteine)	Jung (Oberflächen-gesteine)
Körnig-kristallisches Gefüge	Körniges oder porphyrisches Gefüge	Porphyrisches Gefüge mit dichter oder glasiger Grundmasse
Granit	Quarzporphyr	Liparit
Syenit	Quarzfreier Porphyr	Trachyt
Diorit	Porphyrit	Andesit
Gabbro	Diabas u. Melaphyr	Feldspatbasalt

1. Liparit und Quarzporphyr. Die Grundmasse besteht aus Orthoklas und Quarz. Eingesprengte Kristalle sind bei Liparit Sanidin, bei Quarzporphyr Orthoklas, bei beiden Quarz. Liparite sind frisch, gewöhnlich sehr leicht, oft ganz weiß, mit rauhem Bruch; Quarzporphyre sind unfrisch, mit meist kräftigen Farben, manchmal porig und rauh (Mühlsteinporphyre), hart, dauerhaft, druckfest, oft schön polierbar. Spez. Gew. = 2,6.

Abarten sind: Pechstein (mit bis 10 v. H. Wasser), Perlstein (mit mittlerem Wassergehalt), Obsidian (wasserfrei). — Von Tuffen ist von Bedeutung der Bimsstein, lichtgrau, porig, infolge Gas- und Dampfentwicklung blasig-schaumig.

Vorkommen von Quarzporphyr: Odenwald, Schwarzwald, Vogesen, Thüringen, Harz, bei Halle, Sachsen (Meißen), Nahe-tal, Tirol (Bozen, Eggetal), Schweden (Elfdalen). — Vorkommen von Bimsstein: Eifel, Bendorf bei Coblenz. Verwendung: Quarzporphyr zu Pflaster, Steinschlag, auch zu

Werk- und Dekorationsstein. — Bimsstein zu leichten Bausteinen, Schwemmsteinen, als Schleif- und Poliermittel.

2. Trachyt und quarzfreier Porphy. Trachyt besteht aus rauher, poröser, grauer Grundmasse von Sanidin mit eingesprengten größeren Sanidinkristallen; gut bearbeitbar, gut mörtelbindend; spez. Gew. = 2,6. ziemlich wetterfest, wenn arm an Sanidinkristallen; nicht polierbar. Hau- und Werkstein, Treppenstufen, Mühlstein. Trachyt mit vielen und großen Sanidinkristallen verwittert sehr leicht (ältester, sehr verwitterter Baustein des Kölner Domes).

Vorkommen: Siebengebirge, Laacher See, Westerwald. — Tuffe von Trachyt sind: Traß im Brohltal der Eifel; Puzzolane bei Neapel; beide verwandt für hydraulische Mörtel. Klingstein (Phonolith) besteht aus Sanidin und Nephelin, grau bis grünlichgrau, muschelrig, splitterig, spez. Gew. = 2,6; oft in Platten abgesondert, die unter dem Hammer klingen. Verwendung zum Dachdecken, zu Fußbodenbelag usw. — Lausitz, Böhmen, Rhön.

3. Andesit und Porphyrit. Bei Andesit besteht die Grundmasse aus Plagioklas, die Einsprenglinge aus Plagioklas und Hornblende. Meist hell, graulich. Spez. Gew. = 2,5—2,85. Santorin (griech. Insel), Siebengebirge, Ungarn. Bei Porphyrit sind die Einsprenglinge Plagioklas; spez. Gew. = 2,5—3. Harz (Ilfeld), Thüringen, Sachsen, Saar-Nahe-Gebiet, Untérelsaß. Oft geeignet zu Werkstein, Pflasterstein und Steinschlag. Porfido rosso antico (rot), Porfido verde antico (grün).

4. Feldspatbasalt, Diabas und Melaphyr. Feldspatbasalt ist meist dunkel, besteht aus schwarzem Augit und grauem Plagioklas, ferner aus schwarzem Magneteisen und oft ölgrünem Olivin. Spez. Gew. = 2,7—3,3. Druckfestigkeit bis 3500 kg/qcm. Schwer

zu bearbeiten, polierbar; zeigt oft säulenförmige Absonderung (Fig. 9) (Mendeburg bei Linz a. Rh.) und wird dann zu Prellsteinen, Böschungsbekleidungen u. dgl. verwandt, sonst zu Pflaster, Grundmauerwerk, Wasser- und Brückenbau.

Vorkommen: Siebengebirge, Eifel, Unkel a. Rh., Westerwald, Hessen, Thüringen, Sachsen, Landskrone bei Görlitz, Böhmen. — Basaltlava ist jüngerer Basalt, sehr fest und hart, dauerhaft, dunkelgrau. Unterirdische Brüche bei Niedermendig. Hau-, Werk-, Pflaster- und Mühlsteine. — Rote Leuzitlava am Laacher See bildet einen beliebten Grottenstein.

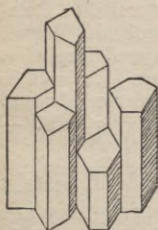


Fig. 9.

Säulenbasalt.

Diabas (z. T. Grünstein) besteht aus durch Chlorit oft grünem Plagioklas und schwarzgrünem Augit. Körnig, dicht, spez. Gew. = 2,8—3; Druckfestigkeit 1800—2600 kg/qcm. Sehr guter Pflasterstein. Mandelstein ist reich an Blasenräumen. Perldiabas enthält kleine graue oder violette Kügelchen. Durch Gebirgsdruck entsteht Diabasschiefer (Grünschiefer).

Vorkommen: Lahntal, Harz, Fichtelgebirge, im sächsischen Vogtland, Norwegen, Südschweden („schwarzer Granit“).

Melaphyr, zusammengesetzt wie Diabas, oft grünlich und grünlichschwarz durch Umwandlung von Augit in Chlorit und von Olivin in Serpentin. Dicht, basaltartig. Spez. Gew. = 2,5—2,8. Druckfestigkeit i. M. 1200 kg/qcm. Nicht sehr wetterfest. Tauglich zu Straßenpflaster, weniger zu Hau- und Werkstein (Grabdenkmäler).

Vorkommen: Saar-Nahe-Gebiet, Ilfeld im Harz, Schlesien, Thüringen, Sachsen, Hunsrück, Böhmen.

5. Schichtgesteine.

a) Lose Trümmergesteine.

1. Findlinge (erratische Blöcke) bestehen aus den größeren Trümmern verwitterter und zerkleinerter Gesteinsmassen, die in die Täler gerollt oder durch Gletscher oder schwimmende Eisberge in ferne Gegenden befördert wurden. Sie bilden in gebirgslosen Gegenden oft die einzigen natürlichen Gesteine (Norddeutsche Tiefebene, Holland). Verwendung zu Hau- und Bruchsteinen, Pflaster und Schotter.

2. Gerölle und Geschiebe, Kies und Grand. Sie sind durch fließendes Wasser und Gletschereis vorwärts geschoben und gerollt und dadurch abgeschliffen, abgerundet und weiter zerteilt. Mit Gerölle und Geschiebe bezeichnet man die größeren Stücke, mit Kies Stücke von Haselnuß- bis Eigröße, mit Grand solche von etwa Erbsengröße, während Sand die feinsten Trümmer bis etwa 7 mm Korngröße umfaßt. Verwendung finden Gerölle und Geschiebe für Bruchsteinmauerwerk, Pflaster und Chaussierung; Kies und Grand für Beton, Filteranlagen, Decklagen beim Wegebau; Kalkgerölle zum Kalkbrennen.

3. Sand (Quarzsand) ist rein farblos, mit Beimischungen verschieden gefärbt. Man unterscheidet: Grubensand (ton- und humushaltig), Flußsand (meist sehr rein), Meeressand (sehr fein, salzhaltig). 1 cbm Sand wiegt trocken etwa 1500 kg. Sand findet Verwendung zur Herstellung von Mörtel, Formen, Glas, Wasserglas, Porzellan, Glasuren, als Schleif- und Poliermittel, für Filteranlagen, Sandstrahlgebläse usw.

4. Dammerde (Ackererde) besteht aus zertrümmerten und verwitterten mineralischen Stoffen, vermischt mit Pflanzen und Tierresten.

5. Kieselgur (Infusorienerde) bildet eine leichte, mehlartige, weiße, blaßgrüne oder bräunliche Masse, bestehend aus winzigen Kieselpanzern von Infusorien und verkieselten Zellwänden von Kieselalgen. Spez. Gew. = 0,25—0,4; schlecht wärmeleitend, sehr wasseraufsaugend feuer- und säurebeständig.

b) Verfestigte Trümmergesteine.

Die Gesteinstrümmer sind entweder durch ein Bindemittel (Kieselsäure, Kalk, Eisenverbindungen u. dgl.) verkittet oder haften durch längeres Lagern und großen Druck mehr oder weniger innig aneinander.

1. Breccie (ital. sprich: brettische) besteht aus größeren, eckigen Bruchstücken und einem Bindemittel. Porphy-, Kalkstein-, Muschel-, Knochenbreccie. Mitunter als Baustein, auch geschliffen und poliert als Schmuck- und Ornamentstein benutzt.

2. Konglomerate bestehen aus verkitteten, abgerundeten, größeren Gesteinstrümmern. Nagelfluhe (Tirol, Vorberge der Alpen) ist meist hart, fest, dauerhaft, guter Baustein (München). Druckfestigkeit 400 kg/qcm, spez. Gew. = 2,2. Mühlsteine, Chaussierungen. Verwandt sind die Tuffe, vulkanisch in Aschenform ausgestoßen und dann erhärtet (Bimssteintuff, Leuzittuff), grau bis hellgelb, feuerfest (Backofenstein), wetterbeständig; spez. Gew. = 0,8—1,5; zu Gewölben, Fachwerken, Schornsteinen (Maria Laach).

Vorkommen: Eifel, Bimssteintuff (gemahlen Trass), Leuzittuff von Weibern; Harttuff, Basalttuff — Habichtswald bei Kassel; Trachyttuff — Siebengebirge.

3. Sandstein, aus Quarzkörnern und einem Bindemittel bestehend. Oft sind Trümmer anderer Mineralien eingelagert. „Tongallen“ beeinträchtigen die Festigkeit,

ein Gehalt von leicht verwitterndem Schwefelkies die Dauerhaftigkeit. Spez. Gew. = 2,1—2,7. Sandstein ist gut porenventilierend. Die Festigkeit beträgt 150 bis 2000 kg/qcm. Er ist meist gut bearbeitbar, schleifbar, aber nicht polierbar; er findet von allen natürlichen Bausteinen die häufigste Anwendung. Das Bindemittel ist kieselig, kalkig, tonig oder eisenschüssig, auch dolomitisch, mergelig, glaukonitisch usw. Da die Sandkörner fast stets aus Quarz bestehen, bestimmt die Art und Menge des Bindemittels hauptsächlich das Aussehen, die Festigkeit und Dauerhaftigkeit, sowie die Gewinnbarkeit und Bearbeitbarkeit des Sandsteins. Beim Behauen und Zersägen werden die Quarzkörnchen nicht durchschnitten, sondern aus ihrem Bindemittel herausgerissen. Ebenso wird bei der Verwitterung das Bindemittel zerstört, da der Quarz fast unverwitterbar ist.

Am festesten und dauerhaftesten sind Sandsteine mit kieseligem Bindemittel, die zuweilen in reine Quarzgesteine (Quarzite) übergehen und sich auch zu Pflaster und Kleinschlag eignen. Ihre Farbe ist wie die der Sandsteine mit kalkigem Bindemittel meist weiß oder graulich. Letztere brausen mit Säuren auf und sind weniger wetterfest. Sie leiden wie die Kalksteine unter dem Einfluß von kohlenensäurehaltigem Wasser, besonders aber von schwefliger Säure (SO_2). Gut und wetterfest sind meist auch die Sandsteine mit eisenschüssigem Bindemittel von schön roter, brauner oder gelblicher Farbe (Buntsandsteine); leichter verwitternd und weicher dagegen die tonigen oder mergeligen, meist gelblichen oder bräunlichen Sandsteine, die beim Anhauchen Tongeruch zeigen. In vielen Sandsteinen besteht das Bindemittel aus mehreren der obengenannten Stoffe.

Sandsteine sind in der Regel sehr deutlich geschichtet

und lassen sich gut gewinnen. Oft spalten sie infolge paralleler Anhäufung von Glimmerblättchen in dünnen Platten und Tafeln (Boden- und Fußwegplatten, Abdeckplatten, Dachbelag und Häuserbehang. Sollinger Platten. Sandsteinschiefer). Andere Sandsteine sind durch Klüfte senkrecht zu den Ablagerungsschichten quader- und säulenartig abgesondert, wie z. B. die Quadersandsteine. Sandsteine finden die vielseitigste Verwendung für alle Zwecke des Hochbaues, oft zu feinen Bildhauerarbeiten, auch für Wasser- und Brückenbau, Straßenbau, zu Mühl- und Schleifsteinen. Sie sind von sehr verschiedenem Alter und in allen geologischen Formationen ungemein häufig verbreitet.

Grauwacke aus eckigen oder rundlichen Trümmern von Quarz, auch von Feldspat, Glimmer, Kiesel- und Tonschiefer mit kieseligem oder tonigkieseligem Bindemittel, meist grau, auch gelb, rot, braun, grün, auch gefleckt, gestreift und gewölkt; sehr fest, hart und dauerhaft, oft feuerfest (für Hochofengestelle und Feuerungsanlagen). Verwendung: Pflaster, Straßenbau, Mühlsteine, Bausteine. Vorkommen: Harz, Fichtelgebirge, Thüringer Wald, Westfalen, Lahngebirge, am Rhein usw.

Kohlensandstein, feinkörnig, Felspatstücke mit tonigem, glimmerhaltigem Bindemittel, meist hellgrau, oft sehr hart und fest, meist mäßig wetterbeständig. Verwendung: Hochbau; feste und harte Sorten zu Pflaster, Wasserbau; Herdecker für chemische Fabriken; Ottweiler zu Feuerungsanlagen; konglomeratartige zu Mühlsteinen. Vorkommen: Ruhrkohlsandstein (Herdecke und Wetter a. d. Ruhr), Provinz Sachsen (Gommern, Pretzin, $H = 8-9$, 2890 kg/qcm), Rheinpfalz, Belgien, Schlesien. — In der Steinkohlenformation meist unter den Steinkohlenflözen.

Dyassandstein (Sandstein des Rotliegenden), aus scharfkantigen Körnern von Quarz, Hornstein, Kieselschiefer u. dgl. Bindemittel meist tonig oder eisenhaltig; meist rot oder rötlichbraun; Härte und Festigkeit verschieden; meist sehr wetterbeständig. Verwendung: Grund- und Straßenbau, Quaderbau (Wartburg); mit kieseligem Bindemittel und kon-

glomeratartig zu Mühl- und Schleifsteinen. — Feuerbeständige Sorten am Kornberg bei Kassel, Kreis Schmalkalden, Vilbel im Großherzogtum Hessen. Vorkommen: Schwarzwald (Heidelberg), Thüringen (Eisenach), Fichtelgebirge, Schlesien.

Buntsandstein (bunter Sandstein, roter Sandstein), meist sehr feinkörnig und gleichmäßig, mit kieseligem, auch tonigem oder eisenschüssigem Bindemittel; rot, weiß, rot und weiß gefleckt oder gestreift, selten grünlich; deutlich geschichtet, zuweilen in Sandsteinschiefer übergehend; bisweilen Tongallen enthaltend. Spez. Gew. = 2,4—2,55; H = 4—5 auch 7—8. Vorkommen: Sehr verbreitet in der Triasformation in Deutschland: Vogesen, Rheinland, Pfalz, Odenwald, Schwarzwald, Spessart (Aschaffener- oder Mainsandstein), Harz, Thüringen, Wesergegend (Solling, Stadtoldendorf), Nebraer Sandstein, weiß und rot: Udelfanger Sandstein (Köln, Trier, Reichstagsgebäude in Berlin). Verwendung: Monumentalbauten (Dome zu Mainz, Worms, Speyer, Münster zu Straßburg, Freiburg im Breisgau und Basel, Schloß zu Heidelberg, Bevern, Paderborn). Härtere Sorten zu Mühl- und Schleifsteinen; plattenförmig geschichtete zu Flur- und Fußwegplatten, Dacheindeckungen und Wandbekleidungen (Sollinger Fliesen und Platten). Zu Fußwegplatten und Pflaster wegen geringer Zähigkeit und ungleichmäßiger Abnutzung wenig geeignet.

Keupersandstein. Meist feinkörnig, mit tonigem oder mergeligem Bindemittel, leicht bearbeitbar, grau, gelblich-weiß, rot, braun, grünlich, oft gestreift, in der Trias- (Keuper-) Formation in dicken Bänken wie in dünnen Platten geschichtet; H = 7—8 auch 8—9, im allgemeinen vorzüglich wetterbeständig, Vorkommen: Franken, Schwaben (Heilbronner, Stuttgarter), Pfalz, Bayerische Alpen, Köterberg. Verwendung: Kieselig zu Pflaster und Kleinschlag, Mühl- und Schleifsteinen; feinkörnig in Bänken zu Ornamenten, Quader- und Bruchsteinen (Dom zu Bamberg, Ulmer Münster, Kölner Dom, Hamburger Rathaus, Bauten in Nürnberg); die weichsten zu Stubensand (Württemberg).

Jurasandstein. Arten: Sandstein des schwarzen Jura, feinkörnig, fest, auch dünnspaltig, weiß, hellgelb oder gelblich-grau, mit eisenschüssig-tonigem Bindemittel, liefert vorzügliche Quader- und Bruchsteine. Seeberg bei Gotha (Dom zu Erfurt, Wartburg zu Eisenach, Bauten in Berlin). — Sand-

stein des braunen Jura, feinkörnig, weich, eisenschüssig, gelb bis braun, mit tonigem oder mergeligem Bindemittel. Nicht immer gute Bausteine, besser sind die grobkörnigen braunen Sandsteine der Porta (Westfalen). — Sandstein des weißen Jura ist als Baustein meist ohne Bedeutung.

Deistersandstein (Wealdenformation, untere Kreide), mittelfeinkörnig, lichtgelb oder grau, sehr fest und dauerhaft, vorzüglich zu Hau- und Bruchstein, Schleifsteinen (Hannover). Vorkommen: Teutoburger Wald, Deistergebirge, Bückeberger Berge, Wesergebirge; Mehler, sehr fein und hart, Nesselberger, Osterwalder (sehr fest), Obernkirchner (bei Rinteln a. d. Weser), einer der besten und dauerhaftesten Sandsteine Deutschlands; Stadthagener (zu Außentreppen). Verwendung: Haus-, Grund-, Straßenbau, Monumental- und Kirchenbauten: Kölner Dom, Ulmer Münster (Turmhelme), Niederwalddenkmal, Siegessäule in Berlin, Rathaus in Hamburg, Bremer Rathaus usw. — $H = 7-8$, spez. Gew. = 2,2—2,4. Druckfestigkeit 300—1300 kg/qcm (Osterwalder 990, Obernkirchner 690 kg/qcm).

Hilssandstein (untere Kreide), weißlich oder gelblich, wenig glaukonithaltig, liefert gute Bausteine und auch feuerbeständige Steine (Ith, Hils, Teutoburger Wald).

Grünsandstein (obere Kreide, unterer Pläner), mit mergeligem, oft grünlich gefärbtem Bindemittel. Oft fest und dauerhaft; verwendet zu Quadern, Gesimsen, Säulen und Ornamenten. München (Residenzschloß, Zentralbahnhof, Pinakotheken), Regensburg (Dom, Brücken), Ingolstadt (Festungsbauten). — Vorkommen: Regensburg, Bayerische Alpen, Gaultgrünstein (zu Pflasterungen), Burgberger Grünstein (unterirdische Brüche bei Sonthofen), hart, gute Bau- und Schleifsteine.

Quadersandstein (obere Kreide), fein bis grobkörnig, mit den verschiedensten Bindemitteln, quaderförmig abgeondert, meist in mächtigen Bänken, weiß, gelb, braun, selten grün, sehr selten rot. — Verwendung: Bildhauerarbeiten, Gesimse, Gliederungen, Monumentalbauten, Hafen- und Brückenbau, Wehr- und Schleusenbau, Wandbekleidungen, Deckplatten, Fußweg- und Fußbodenbelag. — Vorkommen: Sächsische Schweiz (Pirna, Schandau, gegen 400 Steinbrüche), Harz, Rinteln a. d. Weser, Teutoburger Wald (Externsteine), Schlesien (Wünschelberg, Friedersdorf, Cudowa mit $H = 7-8$,

k = 1415 kg/qcm, am Reichstagsgebäude und Dom in Berlin), Wartha, Cotta in Sachsen („Cotter“), Postelwitz (weiß und gelb), Schöna usw. — Plänner-Sandstein (Prag, Dresden).

Andere Sorten sind: Nummulitensandstein, Molassesandstein usw.

4. Ton. Er entsteht durch Verwitterung von Feldspat oder feldspathaltigen Gesteinen (Granit, Porphyr usw.), wobei die Kieselsäureverbindungen von Kali, Natron und Kalk gelöst werden, während die unlösliche kieselsaure Tonerde ($\text{Al}_2\text{O}_3, 2\text{SiO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$) zurückbleibt. Reiner Ton (Kaolin oder Porzellanerde) kommt selten vor; meist enthält er Beimischungen, und zwar Magerungsmittel, wie Sand und andere Gesteinstrümmer, oder Flußmittel, wie Feldspat, Verbindungen von CaO, MgO und FeO mit CO_2 , ferner Eisenoxyd (Fe_2O_3) und Eisenoxydhydrat ($\text{Fe}_4\text{H}_6\text{O}_9$), sowie Alkalien und deren Verbindungen. Ferner sind oft im Ton enthalten organische Stoffe, Bitumen, Schwefelkies (FeS_2), Manganoxyd, Gipskristalle, Versteinerungen von Muscheln u. dgl. Spez. Gew. = 1,3—2,6, gewöhnlich 2,2. Nur reiner Kaolin ist rein weiß, sonst sind die Tone grau, gelblich, bräunlich, rötlich, bläulich, grünlich usw. Ton ist meist erdig, zerreiblich, stark wasseraufsaugend und daher an der Zunge klebend; er gibt beim Anhauchen Tongeruch, vermag eine große Menge Wasser aufzunehmen, ist sehr wasserundurchlässig. In feuchtem Zustande ist er bildsam und behält die ihm erteilte Form beim Trocknen und Brennen bei, wobei er schwindet, und zwar um so mehr, je reiner er ist. Getrockneter Ton wird durch Wasseraufnahme wieder weich und bildsam. Über 300° erhitzt verliert er nicht nur das mechanisch beigemischte, sondern auch das chemisch gebundene Wasser und wird dann steinhart. Er hat dann auch in zerkleinertem (z. B. gemahlenem) Zustande seine Bildsamkeit verloren (Scha-

motte). Nur reiner Ton ist bei unseren gewöhnlichen Ofentemperaturen unerschmelzbar. Die Schmelztemperatur sinkt bei Vorhandensein der oben genannten Flußmittel. Man teilt die Tone ein in kalkfreie und kalkhaltige.

Kalkfreie Tone sind fett (mit wenig SiO_2 , 2—20 v. H. Eisenoxydhydrat. Gemeiner Ton, Töpferton, Eisenton, bituminöser Ton oder Schieferletten) oder mager (mit über 20 v. H. SiO_2 , 7—10 v. H. Eisenoxydhydrat, sowie Gesteinstrümmern — Lehm). — Zu den kalkhaltigen Tonen gehören die Mergelarten (Mischungen von kohlensaurem Kalk oder Dolomit mit Ton oder Lehm, so daß eine Trennung durch Abschlämmen nicht möglich ist). Tonmergel, Kalkmergel, Sandmergel.

Nach dem Verhältnis zwischen Tonerde und Kieselsäure, nach dem Grade der Reinheit des Gemenges und nach der Verwendbarkeit unterscheidet man:

Kaolin oder Porzellanerde, plastischen Ton, Schieferletten, Töpferton, Ziegelton, Löß und Lehm, Walkerde, Schlick usw.

5. Tonschiefer: zusammenhaltendes, schieferiges Gestein aus Glimmer- (auch Chlorit-) schüppchen, feinen Quarzteilchen und Ton. Tonschiefer ist durch C grau oder schwarz, durch FeO (im Chlorit) grünlich, durch Fe_2O_3 rötlich, meist blaugrau gefärbt. Spez. Gew. meist 2,8; Bruch matt; Härte im allgemeinen gering (namentlich bruchfeucht oder wassergesättigt); in verschieden große und verschieden starke Platten spaltbar; um so dauerhafter und härter, je quarzreicher; meist feuerbeständig.

Arten: Gemeiner Tonschiefer, unregelmäßig geschichtet, verschieden gefärbt, fettglänzend, Übergang zu Glimmerschiefer bildend, verwandt zu Bruchsteinen.

Dachschiefer, frei von sandigen Teilen, in großen,

dünnen, glatten Tafeln leicht spaltend, grau, bläulich, violett, grünlich, rötlich, schwärzlich, seidenglänzend auf den Spaltungsflächen. Zu Dacheindeckungen soll er hellklingend, also ohne Risse, hart und fest sein, sich leicht bohren und lochen lassen, möglichst wenig Wasser einsaugen, frei sein von Schwefelkies und Kalk, nicht viel C, Bitumen und Eisenoxydul enthalten und dauerhaft sein. Er darf also Wasser nicht begierig einsaugen (Wiegen in trockenem und wasserdurchtränktem Zustande), darf beim Glühen keinen Geruch nach schwefeliger Säure zeigen, nicht bleichen (Entweichen von CO_2) oder bersten, beim Begießen mit Säuren nicht aufbrausen (CaCO_3 -Gehalt), beim längeren Hängen über Schwefelsäure oder einer Lösung von schwefeliger Säure in Wasser nicht zerfallen (Gehalt an FeS_2).

Englische und französische Schiefer sind in der Regel in sehr dünnen (3—4 mm) und großen Tafeln (bis 61×36 cm) spaltbar, während die deutschen in kleineren Tafeln (Schuppen, Achtecke, Sechsecke usw.) von 5—6 mm Dicke, bei größeren Tafeln von 8 mm Dicke verwandt werden. Im übrigen sind gute deutsche Schiefer ebenso haltbar und dauerhaft wie französische oder englische.

Vorkommen: Thüringen (Lehesten bei Meiningen, Gräfen-thal); Rhein (Caub, Oberwesel, Andernach); Mosel (Mayen, Clotten); Westfalen (Nuttlar); Lahn; Harz (bei Goslar, nicht besonders haltbar); Hunsrück; Fichtelgebirge; Elsaß. Frankreich (Angers, Fumay); England (Portmadoc in Wales, rot und blau); Belgien; Luxemburg.

Tafelschiefer, in dünnen und dicken Tafeln spaltend, eben, meist reich an Kalk, schwarz, zu Schultafeln, Tischplatten, Scheidewänden, Fußbodenbelag.

Andere Arten sind: Griffelschiefer, Wetzschiefer, Zeichenschiefer, Alaunschiefer.

c) Ausscheidungsgesteine.

1. Kalkstein. Er besteht aus kohlensaurem Kalk (CaCO_3) in Gestalt von Kalkspat- oder Kalkteilchen, ist selten ganz rein und dann weiß, meist gefärbt durch verschiedene Beimischungen, z. B. kohlensaure Magnesia (MgCO_3), kohlensaures Eisenoxydul (FeCO_3), Eisenoxyd (Fe_2O_3), Ton ($\text{Al}_2\text{O}_3, 2\text{SiO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$), Quarzsand (SiO_2), Kohle (C), bituminöse Stoffe (Asphalt). $H = 3$ und mehr, je nach Gehalt an Kieselsäure, kohlenaurer Magnesia usw. Spez. Gew. = bis 2,7. Druckfestigkeit sehr verschieden, 100—1900 kg/qcm. Reiner Kalkstein ist in kalter Salzsäure (HCl) unter heftigem Aufbrausen bei Entweichen von Kohlensäure vollkommen löslich. Beimengungen von C und SiO_2 bleiben ganz, solche von Ton z. T. ungelöst.

Kalksteine dürfen nicht verwandt werden zu Feuerungsanlagen, da sie in der Hitze CO_2 verlieren und zu wasserlöslichem CaO umgewandelt werden. Ferner müssen Kalksteine der Einwirkung von Säuren möglichst entzogen werden.

Körniger Kalkstein (eigentlicher oder echter Marmor), grob- oder feinkörnig-kristallinisch, die einzelnen Kristalle mit bloßem Auge erkennbar, weiß, oft kantendurchscheinend, glänzend, auch verschieden gefärbt (grau, bläulich, schwärzlich), oft fleckig, streifig, geadert, geflammt oder wolkig, sehr gut bearbeitbar, vorzüglich polierbar. Verwendung: Bildsäulen (Statuenmarmor, Statuario, Carrara-Marmor), Bauwerke, Säulen, Treppen, Wandbekleidungen, Fußböden, Tischplatten, Estrich.

Dichter Kalkstein, dicht und sehr feinkörnig, die einzelnen Kristalle nur unter dem Mikroskop wahrnehmbar, mit mattem, flachmuscheligen Bruch, undurchsichtig, deutlich geschichtet, unreinweiß und verschieden

gefärbt bis schwarz, auch gestreift, gefleckt, geadert, geflammt. Die polierbaren Sorten werden ebenfalls Marmor genannt, die anderen Sorten dienen als Bausteine und zum Kalkbrennen. Nach dem Gefüge unterscheidet man: Oolithischen Kalkstein, rogenartig, aus kugeligen Anhäufungen und einem Bindemittel bestehend (Erbsenstein von Karlsbad, Rogenstein von Vienenburg usw.). Durch Auflösen der Kügelchen entstehen Schaumkalke. Travertin, Kalktuff, Tuffstein sind stark löcherige Kalksteine, die sich oft um Pflanzenteile ausgeschieden haben (Tivoli bei Rom, Cannstein in Württemberg, Rosdorf bei Göttingen).

Nach dem geologischen Alter unterscheidet man: Grauwackenkalkstein, Kohlenkalkstein, Muschelkalkstein, Liaskalkstein (Jura) usw.

Bekanntere Marmorarten.

Antike Marmorsorten (im Altertum gebräuchlich), Marmo rosso antico, rot, dicht; marmo nero antico, schwarz, dicht; marmo giallo antico, rötlichgelb; marmo Africano, schwarz, bunt gefleckt; Portasanta-Marmor, buntfarbig; marmo d'Egitto, schwarz und weiß.

Körniger Marmor, Griechenland: Pentelischer Marmor, weiß (Bauten des alten und neuen Athen); Parischer Marmor, weiß, grobzuckerkörnig, sehr kantendurchscheinend, herrlichstes Bildhauermaterial des Altertums; Hymettischer Marmor, körnig, bläulich, graulich. Cipollin (cipolla, ital. = Zwiebel) von der Insel Euböa, hellgrau mit grünen Glimmerstreifen.

Italien: Karrara-Marmor (über 1000 Brüche von Massa-Carrara), feinzuckerkörnig, blendend weiß oder mit vereinzelt bläulichen Adern, stark kantendurchscheinend, edelstes und wichtigstes Bildhauermaterial.

Bildwerke des alten Rom, von Michelangelo, Thorwaldsen, Rauch, Begas usw. Gandoglia (Mergazzo), weiß bis rötlich.

Tirol: Laaser Marmor (Laas, Schlanders usw.), weiß, stark kantendurchscheinend, etwas gröber und härter als Karrara, sehr wetterbeständig, zwei Qualitäten. Sterzinger Marmor: 1. weiß, sehr grobkörnig; 2. bläulich, grobkörnig. Marmor von Predazzo, weiß bis grau, mittelfein.

Preußisch - Schlesien: Marmor von Kunzendorf, dunkelblaugrau; Giersdorf, weiß bis bläulich; Seitenberg, weiß bis grau; Spielberg, bläulichweiß, rötlich, gewölkt; Kauffungen, weiß (Treppenstufen, Säulen, Sarkophage im Berliner Dom und Potsdamer Mausoleum).

Hessen: Marmor von Auerbach a. d. Bergstraße, hellbläulich.

Sachsen: Marmor von Hermsdorf bei Altenberg, weiß, mittelfein; Marmor von Crottendorf im sächsischen Erzgebirge, weiß, mittelfein.

Schweiz: Marmor von Saillon, glimmerführender, elfenbeinartiger Cipollin.

Frankreich: Blanc de St. Beat, weißes Bildwerkgestein (Pariser Oper).

Norwegen: Marmor von Saltenfjord, weiß, rosa, dunkelgraublau, gelblichweiß.

Deutsch - China: Tsingtau-Marmor, weiß, grün gefladert, grobkörnig.

Onyxmarmor: (faseriger, weißer, gelblicher, grünlicher, gebänderter, durchscheinender Kalksinter, Absatz aus heißen Quellen), Ägypten, Algier, Sizilien, Brasilien, Mexiko, Kalifornien, Laas in Tirol (Wiener Votivkirche).

Dichter Marmor: Lichter Marmor (weiß, gelblich, hellrötlich, hellgrau): Trientiner Marmor, rot oder rötlichweiß (Säulen). — Untersberger Marmor (bei Salzburg), hellrötlich

oder gelblich mit roten Tupfen und weißen Flecken (Ruhmes-halle in München). — Marmor aus Adnet (Hallein bei Salz-burg), hellgelb. — Solnhofener Marmor, weiß, grau bis gelb (Fußbodenplatten, Schindeln, Lithographiesteine, sog. Kehl-heimer Platten). — Echaillon- und Hauteville-Marmor (Frank-reich), weiß bis gelblich, auch rosa (Säulen, Treppen; Paris, Straßburg, Berlin usw.).

Gelber Marmor (nur für Innenschmuck): Giallo di Verona, gelb; Giallo di Siena, rötlichgelb (Italien). — Jaune fleuri (Frankreich).

Brauner Marmor: Brauner Motzau-Marmor (Adnet in Salzburg). — Marmor „Vieille brun“ (Frankreich). — Meck-linghausen-Marmor (Westfalen).

Grauer Marmor: Marmor von Villmar (Nassau), Rübe-land (Harz), Allagen, Alme und Brilon (Westfalen). Marmor von Raeren bei Aachen (Granitmarmor). — Bayerischer Granitmarmor aus Neubeuern (Rosenheim in Bayern). — Belgischer Granitmarmor aus Poulseur (Granit belge, Petit granite), schwarzgrau mit zahlreichen helleren Punkten (Möbel-platten, Sockelverkleidungen). — Napoléon gris und cendré (Frankreich).

Blauer Marmor: Zillertaler Marmor (Mairhofen in Tirol), blau, weiß geadert. — Bleu belge (Belgien), dunkelschwarz-grau, fein blauweiß geadert (Möbelplatten). — Bleu Saint-Remy (Belgien), blau, rotgefleckt und weiß geadert.

Roter Marmor: Meist nur für Innenschmuck; im Freien verblassen die Farben, verschwindet die Politur und bröckeln die eisenschüssigen Adern aus. — Waidhofen (Niederöster-reich), Adnet bei Salzburg. — Trientiner Marmor. — Saal-burger Marmor (Saalburg in Reuß), violett und königsrot (9 m lange Säulen im Berliner Dom). — Villmar und Balduin-stein a. d. Lahn. — Lindenhöhe bei Berchtesgaden. — Marx-grün (Frankenwald). — Rouge royal und Rouge imperial (Belgien). — Joinville; Napoleon, Rouge antique de Cannes (Frankreich).

Grüner Marmor: Adnet; Saalburg (Reuß); Deutmecke (Westfalen). — Verde dei Greci (Italien). — Vert Moulins; Vieille vert (Frankreich). — Vert moderne (Saillon, Schweiz). — Vert de mer (Norköping, Schweden).

Schwarzer Marmor (für Innenschmuck, im Freien bald grau werdend): Schwarzenbach (Frankenwald, Bayern), fein

weiß geadert; Wilfels (Sachsen), weiß geadert, für Säulen; Milstenau, Wennemen, Brilon (Westfalen), einfarbig oder heller gewölkt; Saalburg, manchmal weiß gesprenkelt. — Portor von Portovenere (bei Spezia), tiefschwarz mit goldgelben Adern, herrliches Gestein zu Wandplatten und Säulen. — Noir belge (Noir fin), einfarbig, überall verwandt für Schriftplatten, Fußbodenplatten, Vertäfelungen (Belgien). — Grande antique (Frankreich), tiefschwarz mit zackigen, schneeweißen Adern und Flecken. Herrlicher Schmuckstein für Verkleidungen und Säulen (Invalidendom zu Paris; Portikus von San Marco in Venedig). — Purbeck-Marmor (England). — Noir Brevig (Norwegen).

Breccien, Brokatellen und Lumachellen: Kramasch-Breccie (Tirol). — Lumachello von Tierno bei Morri. — Famosa von Villmar, Seebach (Nassau). — Grindelwald-Marmor (Schweiz). — Breccia San Vitale; Brocatello di Verona (Italien). — Jaune du Var; Brèche oriental; Lumachelle von Narbonne (Frankreich). — Brèche rosé (Norwegen) usw.

Nach den Beimengungen unterscheidet man: Tonigen Kalkstein (mergeligen Kalkstein), für Wassermörtel, Portlandzement; dolomitischen Kalkstein (mit kohlenaurer Magnesia); kieseligen Kalkstein, von Kieselsäure durchtränkt, öfter mit Kieselknollen, Hornstein); sandigen Kalkstein; glaukonitischen Kalkstein (grün); bituminösen Kalkstein (Stinkkalk), oft grau bis schwärzlich (Anthrakonit); Eisenkalkstein, stark eisen-schüssig, rot, braun oder gelb.

Nach dem Gefüge sind außer den weiter oben genannten Sorten noch zu erwähnen:

Grobkalk (Süßwasserkalk), benutzt zu allerlei Bauarten und zur Mörtelbereitung. Bekannt ist der Pariser Grobkalk (Calcaire grossier), ein hellfarbiger Sandkalkstein, frisch sehr leicht bearbeitbar, läßt sich sägen, drehen, hobeln, später erhärtend (Notre Dame in Paris).

Vorkommen: Pariser Becken (unterirdische Steinbrüche), Lothringen, Savonnières.

Kreide (erdiger Kalkstein), aus winzigen Kalkscheibchen und Kalkschalen von Foraminiferen bestehend, sehr weich ($H = 1$), in reinem Zustande weiß, abfärbend. Verwendung: als Schlämme Kreide zum Polieren und Putzen von Metallen, zum Kalkbrennen, zur Portlandzementfabrikation, zum Schreiben (Champagnerkreide). In den tieferen Schichten bildet die Kreide den harten, feinerdigen, tonhaltigen, sandsteinartigen Plännerkalk, der einen guten Baustein bildet (Regensburger Dom; Dom zu Münster).

Vorkommen der Kreide: Küsten und Inseln der Ostsee (Rügen), untere Elbe, England, Frankreich, Oberbayern, Westfalen.

Wichtige Vorkommen von Kalksteinen mit dichtem, porösem und oolithischem Gefüge.

Deutschland: Rüdersdorf bei Berlin, Muschelkalk, Baustein und zur Mörtelbereitung. Kehlheim, Saal an der Donau, Offenstetten, Kapfelberg, weiße Jurakalksteine; Solenhofen, gelblicher oder blaugrauer Jurakalk (Hauptbaustein von München, Regensburg usw.). Marktbreit, Sommershausen, weißgrauer, mittelfeiner bis grober Muschelkalk; Werkstein von München, Ingolstadt, Leipzig. Jaumont, feiner, wetterfester, gelber Oolith; Hauptbaustein von Straßburg, Metz, Frankfurt a. M.; auch zu Bildhauerarbeiten.

Frankreich: Pariser Grobkalk, teils sehr hart und wetterfest, teils weicher, weißlich, graugelb usw., Treppen, Pflaster, Baustein, Fassaden, Bildwerke. — Euville, Reffroy, weiße bis grauweiße, mittelharte, wetterfeste Jurakalke; Bausteine für Paris, Amsterdam, Brüssel, Frankfurt a. M. — Courson, weicher, weißer Jurakalkstein für Fassaden und Bildwerke; in Paris wie auch in Deutschland vielfach verwandt. — Savonnières (franz. Lothringen), weißer, gelblicher oder graulicher Oolithkalk, feinkörnig, wetterfest, frostbeständig, leicht be-

arbeitbar, für Bildwerke und als Quader; Paris, Amsterdam, Brüssel, Berlin, Wien. — Morley, ähnlich dem vorigen, in Holland und Belgien viel verwandt. — Caën, gelblichweißer Jurakalkstein, sehr feinkörnig, weich; Baustein von Caën und Cherbourg, angewandt am Dom zu Köln, Parlamentshaus in London usw.

Schweiz: Neuenburg, gelber, dichter Oolith, viel angewandter Baustein der Westschweiz. — Val de Travers bei Neufchâtel, bituminöser Kalkstein; Rohmaterial für Stampfasphalt.

Schweden: Oeland, rot oder grau. — Borghamn am Wettersee, braun, Baustein von Stockholm. Gotland, weißer, dichter Silurkalk.

England: Portlandstone, weißer bis cremefarbiger Oolithkalk (Jura) mit vielen Muscheln, hart und kompakt; Werkstein von London, Dublin usw.

Österreich: Tertiärkalksteine in Niederösterreich: Nulliporenkalke: hart, sehr kompakt, äußerst druckfest, fein bis mittelfein, sehr wetterfest; Kaisersteinbruch, weiß mit gelblichem bis grünlichem Stich, hauptsächlichstes Gestein für Sockel und Treppen in Wien. — Mittelharte Korallenkalke für Quader, Säulen, Treppen, Fassaden. — St. Margareta, braun oder weiß, Hauptbaustein von Wien. — Kreidekalke, frostbeständig, dicht bis halbkristallinisch: Marzano (Istrien) (am Reichstagsgebäude und Neuen Dom in Berlin angewandt); Lesina (Dalmatien) (am Berliner Reichstagsgebäude). — Aflenz (Steiermark), Kalksandstein, weiß, Fassaden- und Bildhauerstein, Gesimse der Hofburg zu Wien usw.

2. Dolomit, ein Doppelsalz aus kohlen-saurem Kalk und kohlen-saurer Magnesia ($\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$), meist deutlich kristallinisch, dicht, fein- oder grobkörnig (Hall in Tirol), zuckerkönig (Dolomitmarmor), auch zellig (Rauh- oder Rauchwacke). $H = 3-4$; spez. Gew. = 2,9; beide größer als bei Kalkstein; von kalter Salzsäure kaum merkbar angegriffen, erst erwärmt oder gepulvert löslich. Farben lichtgrau, gelblich bis bräunlich, selten kräftig (dunkelgrau oder schwarz). Festigkeit meist größer als bei Kalkstein (bis über 1200 kg/qcm), ebenso die Wetter-

beständigkeit; von CO_2 -haltigem Wasser weniger leicht angegriffen. Dolomitgebirge zeichnen sich durch steile, zerrissene Fels- und großartige Höhlenbildungen aus (Korallenriffe — Dolomiten in Tirol). Verwendung: Festere Arten zu Hoch-, Wasser- und Brückenbauten (Münchener Bahnhof, als Birnenfutter beim Thomasverfahren); weichere, tonhaltige zum Brennen von Romanzement und Wasserkalk; tonfreie zu magerem Luftkalk.

Vorkommen: Rothenzechau und Kunzendorf in Schlesien, Holzen bei Eschershausen (Braunschweig), Westfalen (Lippstadt), Lahngegend, Fränkische Schweiz (Streitberg, Muggendorf), Dolomiten in Tirol.

3. Anhydrit (CaSO_4 = schwefelsaures Calcium, wasserfreier Gips), gehört wie Gips und Steinsalz zu den chemischen Absatzgesteinen oder Sedimenten, verwandelt sich durch Wasseraufnahme in Gips ($\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$), wobei sein Rauminhalt um ein Fünftel vermehrt wird. Gipsvorkommnisse bilden daher meist nur eine Schale um Anhydrit. Letzterer ist fast stets ziemlich dicht, unter dem Mikroskop kristallinischkörnig, durch eingeschwemmte Tonteilchen weißgrau, auch durch C oder bituminöse Stoffe dunkler bis bräunlichgrau, durch fein verteilten FeS_2 auch dunkelgrau, durch Eisenoxyd rot; auch himmelblaue Färbung kommt vor; meist etwas Steinsalz enthaltend. Spez. Gew. = 2,9—3; H = 3; oft schön polierbar und dann ähnlich wie Marmor, für Innenräume zu verwenden. Im Freien ist Anhydrit wie Gips wegen ihrer Löslichkeit im Wasser nicht verwendbar. In Säuren ist Anhydrit nur wenig löslich.

Vorkommen: Osterode, Ilfeld a. H., Stadtoldendorf (Braunschweig), Staßfurt, Sulz a. Neckar, Segeberg (Holstein), Hall in Tirol.

4. Gips ($\text{CaSO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$), $H = 1,5-2$; in 460 Teilen Wasser löslich; spez. Gew. = $2,2-2,3$; meist dicht und weiß, grau oder rötlich gefärbt, auch faserig (Fasergips). Beim Austreiben des Wassers durch Brennen verschwinden die Farben meist mehr oder weniger. Schwer löslich in Salzsäure, fühlt sich wärmer an als Kalkstein. Durch Erhitzen auf $120-130^\circ$ verliert Gips sein Kristallwasser (gebrannter Gips). Marienglas ist großkristallinischer, wasserheller Gips, der oft „Schwalbenschwanzkristalle“ bildet (bis 1 m groß). Alabaster ist meist rein weißer oder hellfarbiger, kristallinisch-körniger, polierbarer, durchscheinender Gips. Verwendung: Alabaster zu kunstgewerblichen Gegenständen; Marienglas (Frauenglas, Gipsspat) (leicht spaltbar) zu Hütchen für Lampenzylinder, Verzierungen; gewöhnlichen dichten Gips zum Gipsbrennen, entweder scharfgebrannt zu Estrich, Mörtel, Beton oder Quader, oder schwachgebrannt zu Stuck, Putz, Gipsdielen, Gipsabgüssen, Gipsformen usw., sowie als Düngemittel.

Vorkommen: Alabaster: Volterra und Castellina (Toskana), Ifeld und Goslar am Harz usw. — Dichter Gips: Osterode, Ellrich, Walkenried am Südharz, Lüneburg und Segeberg (mit Anhydrit), Friedrichsroda (Marienglashöhle) in Thüringen, Stadtoldendorf in Braunschweig, Langgries, Partenkirchen, Reichenhall in Bayern, Montmartre bei Paris usw.

5. Kieselgesteine (Quarzfels, Quarzit), aus Quarz, Chalzedon, Opal (einzeln oder zusammen), Härte = 7, spez. Gew. = $2,5-2,8$. Wetterbeständigkeit außerordentlich groß, Druckfestigkeit i. M. 1200 kg/qcm , sehr schwer bearbeitbar, feuerbeständig; Farbe weiß oder grau, seltener graulich oder gelblich, auch rot durch Eisenoxyd. Gefüge dicht oder feinkörnig-kristallinisch, oft grobsplitterig, häufig deutlich geschichtet, sandstein- oder konglomeratähnlich.

Kieselgesteine sind sowohl mechanische Sedimente (Quarzite, Kieselsandsteine) und chemische Sedimente (Kieselsinter, Gangquarze), als auch organogene Sedimente, die durch mikroskopische Organismen in Form von amorpher Kieselsäure ausgeschieden sind (Hornstein, Feuerstein). Kieselgur (Infusorienerde) bildet die erhaltenen Reste oder Panzer von Infusorien, Diatomeen usw. Polierschiefer bildet eine schieferige Abart des vorigen. Im Tripel ist ursprünglich amorphe Kieselsäure halb umkristallisiert und dabei etwas verhärtet. Völlig umkristallisiert ist sie in den löcherigen Süßwasserquarziten (Mühlsteinquarzite). Verkieseltes Holz.

Verwendung finden Kieselgesteine zu Pflaster, Schotter, Treppenstufen, seltener zu Hausteinen, weil äußerst schwer bearbeitbar, und weil der Mörtel an den dichten glatten Flächen schwer haftet, ferner zu Schleif- und Mühlsteinen. (Französischer Mühlsteinquarz.) — Kieselschiefer verwendet man zu Schleifsteinen für harten Stahl und zu Probersteinen für Gold- und Silberlegierungen. Quarzschiefer (sehr haltbar bei Temperaturwechsel) verwendet man zum Auskleiden von Kupol-, Puddel-, Kalköfen u. dgl., Kieselgesteine außerdem zur Herstellung von Glas, Porzellan und feuerfesten Steinen.

Vorkommen: Krummendorf in Schlesien (Quarzschiefer zum Ofenbau); Feuerstein auf Rügen, in Dänemark und England; La Ferté sous Jouarre, Montmirail, Frankreich (Süßwasserquarz für Mühlsteine, sog. „Franzosen“); Mels in der Schweiz (Quarzkonglomerat für Werk- und Mühlsteine; Geiser in Island (Kieselsinter).

6. Kristallinische Schiefer.

1. Gneis. Man unterscheidet dichten Gneis und Lagen- oder Bändergneis. Bestandteile sind: Feldspat (Orthoklas), Quarz und Glimmer. Meist sind sie schieferig durch parallele Lagerung der Glimmerblättchen, auch faserig, stengelig, körnig. Spez. Gew. = 2,4 bis 2,9; Härte wie Granit; Druckfestigkeit i. M.

= 1700 kg/qcm; Farbe verschieden, meist grauweiß, schwärzlich- oder rötlichgrau, auch blau, violett und weiß gesprenkelt. Wetterbeständigkeit wie bei Granit beim quarzreichen und dickbankigen, geringer beim glimmerreichen.

Vorkommen: weit verbreitet wie Granit. Vogesen, Schwarzwald, Odenwald, Spessart, Fichtelgebirge, Erzgebirge, Bayerischer Wald, Thüringen, Kyffhäuser, Riesengebirge, St. Gotthard (Gneisgranit), Warburg in Schweden (Pyroxengneis, sog. grüner schwedischer Granit). — Verwendung: dickbankig, quarzreich und glimmerarm als Baustein wie Granit, zu Abdeckplatten, Pflaster, Schotter (nicht so glatt wie Granit); dünnstieferig auch zu Dacheindeckungen; glimmerreich zu Gestellsteinen.

2. Granulit (Weißstein), bestehend aus Feldspat, Quarz und hellroten Granaten, ohne oder mit sehr wenig Glimmer (Granulitgebirge, Roßwein); weißlich, gelblich, rötlich. Verwendung: Meist zu Steinschlag, auch zu Platten.

Vorkommen: Sachsen, Böhmen (Polletitz bei Krumau, zu Platten), Schwarzwald, Finnland.

3. Glimmerschiefer, bestehend aus Quarz und Glimmer (Muskowit oder Biotit), körnig und ausgezeichnet schieferig und dünnspaltig. Spez. Gew. i. M. 2,7; Farbe je nach dem Glimmer silberweiß bis braunschwarz. Quarzreiche Glimmerschiefer verwendet man als Bruchstein; glimmerreiche verwittern sehr leicht, geben aber vorzügliche Gestellsteine für Hochöfen; Fuß- und Dachplatten (Fennerplatten vom Brenner in Tirol). Verbreitung sehr groß (wie Gneis).

4. Phyllit (Urtonschiefer, Glanzschiefer, Tonglimmerschiefer) meist sehr vollkommen schieferig, mit fettartigem, glimmerigem Glanz auf den Schichtflächen, grünlich, blaugrau, schwärzlich oder rot, aus sehr feinen

kristallinen Teilchen von Glimmer, Quarz, Chlorit, Feldspat usw. bestehend. Härte gering; spez. Gew. = 2,7—3,5. Die wetterbeständigen Arten bilden ein beliebtes Dachdeckmaterial; stärkere Platten zu Tisch- und Fußbodenplatten, Billardtafeln, Kamineinfassungen usw.

Vorkommen: Taunus, Rimogne (Frankreich), Erzgebirge, Fichtelgebirge usw.

5. Serpentin, wasser- und eisenhaltiges Magnesia-silikat (durch Umwandlung aus Gabbro entstanden), lauch- bis schwärzlichgrün mit helleren Flecken und schlangenhautähnlichen Zeichnungen (Schlangenstein), etwas fettig sich anführend, frisch sehr weich und leicht bearbeitbar, vorzüglich polierbar, farbenprächtig, zu Dekorationen, Wandverkleidungen; härtere Sorten auch im Freien wetterbeständig (Grabsteine, Brückengeländerdocken in Frankfurt a. M.); Reibschalen; wegen seiner Feuerbeständigkeit zu Schmelztiegeln, Wärmsteinen, Kaminen. Härte nach Austrocknung bis 4.

Vorkommen: Zobtenberg bei Breslau (Topfstein), Zöblitz, Ansprung und Waldheim (Sachsen), schwarz oder dunkelgrün; großartige Serpentin-Industrie (Säulen, Balustraden und Wandverkleidungen des Hoftheaters zu Dresden); Wirsberg in Bayern (schwarz); Schwarzwald; Vogesen, Predazzo in Tirol (gelbgrün, dunkler geadert; Prato bei Florenz (verde di Prato), (Schmuckstein im Dom zu Florenz).

6. Ophit, edler, hellgrüner (antiker) Serpentin. Ophicalcite sind serpentinadrige Kalksteine: Verde antico (Säulen der Markuskirche in Venedig); Verde di Genova; Vert des alpes; Maurin (Frankreich), grün; Pfons bei Matrei (Tirol), violettrot, weiß geadert; Insel Tino (Griechenland): Verde antico, schwarzgrün mit hellgrünen und weißen Adern (8 m lange Monolithsäulen der katholischen Kirche zu Athen).

7. Einiges aus der Geologie.

Die Erde war (nach Kant und Laplace) ursprünglich ein glühend-gasförmiger, dann ein feurigflüssiger Ball, dessen

Oberfläche sich allmählich abkühlte und zu einer immer stärker werdenden festen Rinde verdichtete. Durch die weitere Abkühlung zog sich der Erdkern und die Erdkruste ungleichmäßig zusammen. Von innen drückten gewaltig die eingeschlossenen Gase. Dadurch entstanden Erhebungen und Senkungen („Faltungen“) der Oberflächenschicht, welche stellenweise zerriß und Teile der flüssigen Masse des Erdinnern hervordringen ließ. — Nach genügender Abkühlung des Erdballs hatte das sich flüssig niederschlagende Wasser diesen zunächst überall gleichmäßig bedeckt. Durch die entstehenden Faltungen schied sich das Wasser von dem festen Lande und begann zugleich eine allmähliche aber tief eingreifende Umgestaltung der ursprünglichen Gesteinsmassen (Massengesteine). Die abgelösten Gesteinstrümmer wurden fortgeführt, immer mehr zerkleinert, verändert, gelöst, zersetzt, bis sich endlich die Zerstörungsprodukte an den Ufern der Wasserläufe, auf den Überschwemmungsgebieten und besonders in den Meeren über den älteren Gesteinen wieder absetzten und nach und nach zu wagerecht aufeinander geschichteten, festen Gesteinsmassen erhärteten, welche sowohl untereinander als von ihrem Ursprungsgestein sich wesentlich unterscheiden (Schichtgesteine oder Sedimentgesteine).

Versteinerungen. Die geschichteten Gesteine umschließen sehr häufig Versteinerungen von Tieren oder Pflanzen (Fossilien), welche zu der Zeit, in welcher die Gesteine sich bildeten, im Wasser lebten oder in dieses hineingespült wurden.

Geologische Formationen. Mit Hilfe der Versteinerungen ist es gelungen, die Altersfolge der Schichtgesteine festzustellen. Die Tier- und Pflanzenwelt der Erde hat sich im Laufe der Erdgeschichte beständig geändert, so daß nacheinander immer andere Arten und Gattungen von Lebewesen die Erde, besonders auch die Meere, bevölkerten. Daher sind die bezüglich ihrer Bildungszeit voneinander abweichenden Schichtgesteine durch ebenfalls voneinander abweichende Versteinerungen gekennzeichnet, und man kann auf Grund der Funde

Geologische Formationen.

Zeitalter oder Perioden	Gruppen	Formationen
4. Neuzeit (Känozoische Periode)	Quartär	Alluvium Diluvium
	Tertiär	Pliozän Miozän Oligozän Eozän
3. Mittelalter (Mesozoische Periode)	Obere Kreide	Senon Turon Cenoman Gault
	Untere Kreide	Hils (Neokom) Deister
	Jura	Malm (weißer Jura) Dogger (brauner Jura) Lias (schwarzer Jura)
2. Altertum (Paläozoische Periode)	Trias	Keuper Muschelkalk Buntsandstein
	Dyas oder Perm	Zechstein Rotliegendes
	Karbon oder Steinkohlengruppe	Produktives oder oberes Karbon Kulm od. unteres Karbon
	Devon	Ober-Devon Mittel-Devon Unter-Devon
	Silur	Ober-Silur Unter-Silur
	Kambrium	Ober-Kambrium Mittel-Kambrium Unter-Kambrium
	Präkambrium oder Algonkium	
1. Urzeit (Archäische Periode)	Ur-Schiefer oder Kristallinische Schiefer	Phyllit od. Urtonschiefer Glimmerschiefer
	Ur-Gneis	Gneis

von solchen die Ablagerungszeit der betreffenden Schichtgesteine erkennen (Leitfossilien). Zur leichteren Übersicht stellt man die Gesteine nach ihrer Bildung und ihrem gegenseitigen Alter in Perioden, Gruppen und Formationen zusammen.

In der Tabelle (S. 45) sind die aufeinanderfolgenden Formationen zusammengestellt. Wegen der beständigen Veränderung, die die Erdoberfläche erfuhr, wechselten Meere und Festland vielfach ihre Plätze. Da-

her trat auch die Bildung der sich meist im Wasser vollziehenden Schichtgesteine nie an allen Stellen der Erdoberfläche zugleich auf, und an keiner Stelle werden daher die in der Tabelle aufgeführten Formationen sämtlich lückenlos angetroffen.



Fig. 10.
Verwerfung.

Lagerungsstörungen. Faltungen. Durch beständige Zusammenziehung der Erde hat sich die ursprüngliche wagerechte Lage-

rung der Schichtgesteine vielfach verändert, so daß dieselben heute in allen möglichen Lagen angetroffen werden.

Verwerfungen. Bei den Verwerfungen sind die aufeinander folgenden Schichten an einer Stelle zerrissen und haben ihre gegenseitige Lage geändert (Fig. 10).

Streichen und Fallen. Die Stellung einer Schicht, einer Verwerfungskluft, eines Ganges usw. wird durch Angabe des Streichens und Fallens bezeichnet. Das Streichen, d. h. der Schnitt einer Schichtfläche mit der horizontalen Erdoberfläche, wird durch Angabe der Himmelsrichtung dieses Schnittes bezeichnet, während

das Fallen einer Ebene durch ihren Neigungswinkel gegen die Horizontalebene und durch die Himmelsrichtung ihrer Neigung bezeichnet wird.

8. Absonderung und Teilbarkeit der Gesteine.

Absonderungen sind natürliche Gliederungen einer Gesteinsmasse, welche dadurch in Teilstücke zerlegt ist. Teilbarkeit liegt vor, wenn eine solche Trennung zwar nicht vorhanden ist, aber künstlich leicht bewerkstelligt werden kann (Schiefer).

Phonolith, Basalt, Granit usw. zeigen zuweilen eine plattige oder bankige, Basalte oft eine säulige, Basalte und Diabase zuweilen eine kugelige Absonderung. Hierher gehört auch die oben erwähnte „Gare“ der Granite. — Sedimentgesteine zeigen meist eine natürliche Gliederung in Schichten, wodurch die Gewinnung erleichtert und die Benutzung vielfach bestimmt wird. Durch senkrechte Zerklüftungen entsteht hier oft eine quaderförmige Gliederung (Quadersandstein).

9. Gesteinsuntersuchung.

Häufig genügt zur Bestimmung eines Gesteins die Betrachtung mit bloßem Auge oder mit der Lupe. Wird die Größe der Gemengteile zu gering, so werden die Untersuchungen mit dem Mikroskop an „Gesteinsdünnschliffen“ vorgenommen. Untersuchungen im polarisierten Licht. Mikrochemische Untersuchungen. Durch „Trennungsfüssigkeiten“ trennt man die Bestandteile der Gesteine nach Überführung in pulverförmigen Zustand; auch durch den Magneten oder durch chemische Einwirkungen.

10. Verhältnisse und Eigenschaften der Gesteine in bezug auf ihre technische Verwendung.

Ort und Art des Vorkommens eines Gesteins bedingt seine Gewinnbarkeit (Transportweite, Abraum, Tagebau,

Tiefbau, Schichtenlage, Absonderung und Teilbarkeit). Die Gewinnbarkeit und ebenso die Abnutzung sind von der Härte des Gesteins abhängig. Im allgemeinen lassen sich die Gesteine im bruchfeuchten Zustande leichter bearbeiten. Sie sollen dagegen nur in völlig ausgetrocknetem Zustande im Bau zur Verwendung kommen. Der Grad der Abnutzbarkeit spielt bei Fußbodenbelägen, Treppen, Pflaster, Mühl- und Schleifsteinen eine große Rolle (Prüfung durch Schmirgelscheiben). Die Festigkeit, namentlich die Druckfestigkeit, ist maßgebend bei der Verwendung als Baustein, Pflasterstein oder Kleinschlag. Sie wird durch Prüfungsmaschinen an Würfeln von 4—7 cm Kantenlänge ermittelt. Die Zugfestigkeit beträgt etwa $\frac{1}{30}$ der Druckfestigkeit. Ebenso beträgt die Biegezugfestigkeit etwa $\frac{1}{7}$ — $\frac{1}{9}$ und die Scherfestigkeit etwa $\frac{1}{14}$ — $\frac{1}{16}$ der Druckfestigkeit. Das spez. Gew. beträgt i. M. etwa 2,7. Auf Frostbeständigkeit prüft man die Gesteine durch Frostproben. Ferner zu beachtende Eigenschaften sind die Löslichkeit oder Unlöslichkeit im Wasser, die Angreifbarkeit durch Kohlensäure, schwefelige Säure und Schwefelsäure, die Zerstörbarkeit durch Pilze, Moose und Flechten, die Wärmeleitfähigkeit, Luftdurchlässigkeit und Feuerfestigkeit, die Farbe und Politurfähigkeit (Marmor, Granit), die chemische Zusammensetzung.

a) Gewinnung.

Man gewinnt die natürlichen Bausteine in der Regel „im Tagebau“, d. h. in offenen Steinbrüchen, sehr selten durch unterirdischen Abbau oder „Grubenbau“. Letzteren wählt man nur, wenn das nutzbare Gestein sich in sehr großer Tiefe befindet, wenn die Beseitigung des Abbaus größere Kosten verursacht, oder wenn das nutz-

bare Gestein nur in dünnen Bänken oder in einzelnen Adern vorkommt. Beim Tagebau wählt man an steilen Bergrändern, um mehr Angriffsfläche zu gewinnen, den Abbau in Pfeilern und bei großer Höhe in Terrassen, d. h. 5—10 m hohen übereinanderliegenden Absätzen.

b) Prüfung der natürlichen Gesteine.

Von den notwendigen Eigenschaften kommen besonders die Festigkeit und Dauerhaftigkeit in Frage. Erstere ist abhängig von der mineralogischen Zusammensetzung, von dem Gefüge und der Gleichartigkeit der Gesteinsmasse, von dem Bindemittel und der Porigkeit, dagegen nicht immer abhängig von dem spez. Gewicht. Nach der Festigkeit lassen sich die Steine etwa wie folgt ordnen: Kieselgesteine, Basalt, Porphyr, Syenit, Granit, Kalkstein, Marmor, Dolomit, Muschelkalk, Sandsteine. Die Konstruktionen sollen so eingerichtet sein, daß hauptsächlich eine Beanspruchung auf Druckfestigkeit eintritt. Schichtgesteine besitzen die größte Druckfestigkeit in der Richtung senkrecht zu ihren natürlichen Lagerungsflächen. Sie sollen daher stets so verwandt werden, daß diese Flächen auch im Bauwerk wieder Lagerflächen werden. Mittlere Druckfestigkeiten sind: für Massengesteine (Granit, Syenit usw.) 1600—800 kg/qcm, für Kalksteine (Marmor, Dolomit) 1000—500, für Sandsteine 800—200, für Konglomerate und Tuffe 400 bis 150 kg/qcm. Die zulässige Beanspruchung soll betragen: bei dauernden Konstruktionen unter günstigen Umständen etwa $\frac{1}{10}$; bei Konstruktionen, die Erschütterungen ausgesetzt sind, etwa $\frac{1}{20}$; bei starken Erschütterungen, dünnen Pfeilern und Säulen $\frac{1}{30}$ von den durch Versuche festgestellten Mittelwerten.

Die Dauerhaftigkeit der Gesteine ist hauptsächlich
Haberstroh, Baustoffkunde.

lich abhängig von der Einwirkung des Frostes, des Wassers, des Sauerstoffes, der Kohlensäure, schwefligen Säure und Schwefelsäure, sowie der aus Pflanzenstoffen (Flechten, Moosen) sich ausscheidenden Säuren (Humussäure).

Der Sauerstoff bewirkt hauptsächlich höhere Oxydierung der Metalle (FeO in Fe_2O_3). Die hierdurch hervorgerufenen Farbenveränderungen zeigen in der Regel den Beginn der Verwitterung an. Durch Gehalt an C dunkel gefärbte Gesteine werden gebleicht, indem C sich mit O verbindet, und CO_2 entweicht. Schweflige Säure greift besonders Kalkstein und kalkhaltige Gesteine an, indem sich leichtlösliches schwefelsaures Calcium bildet. Steine, die in größeren Mengen Eisenoxyd, Magneteisenstein (Fe_3O_4), Schwefelkies (FeS_2) u. dgl. enthalten, sind besonders leicht durch Sauerstoff und Wasser verwitterbar. — Ausblühungen entstehen leicht von Gips, Bittersalz und Alaun. — Gips, Anhydrit und Steinsalz (NaCl) sind in reinem Wasser löslich. — Kohlensäurehaltiges Wasser löst Kalkstein und Dolomit auf und wandelt die Alkali- und Kalkverbindungen der Feldspate in lösliche Verbindungen um, so daß nur Ton (Kaolin) zurückbleibt. Die Humussäure löst Bestandteile der Gesteine z. B. kohlen-sauren Kalk auf. Die Wurzeln von Flechten usw. dringen in die feinsten Ritzen und wirken wie Keile, so daß Wasser und Frost in den entstehenden Spalten weiter zerstörend wirken können.

Im allgemeinen sind Gesteine mit gleichmäßig feinkörnigem oder dichtem Gefüge widerstandsfähiger als solche mit grobkörnigem und porenreichem.

Die Frostbeständigkeit, die für die Dauerhaftigkeit aller im Freien verwandten Steine sehr wesentlich ist, wird durch Überwintern oder 25 maliges Gefrierenlassen und Wiederauftauen, Ermittlung des Gewichtsverlustes sowie durch Festigkeitsproben vor und nach den Frostbeständigkeitsproben festgestellt.

Die Wetterbeständigkeit ist sehr groß bei allen Gesteinen, deren Hauptbestandteil Kieselsäure ist (Quarz,

quarzreichem Granit, Gneis, Sandstein mit spärlichem, kieseligem Bindemittel, Säulenbasalt, Kalifeldspat, Hornblende usw.), gering bei Gesteinen mit kohlensaurem Eisenoxydul, mit viel Schwefelkies, eisenhaltigem Glimmer, Gips und Anhydrit unter Wasser, Alabaster im Freien usw.

Wetterbeständigkeitsproben. Über die Dauerhaftigkeit von Bausteinen erhält man am besten ein klares Bild durch „natürliche Wetterbeständigkeitsproben“, indem man Probeplatten ($9 \times 9 \times 0,5$ cm) längere Zeit hindurch im Freien allen atmosphärischen Einflüssen aussetzt und die hervorgebrachten Veränderungen beobachtet. Zu solchen Proben sind aber in der Regel mehrere Jahre erforderlich, ein Zeitraum, der in den meisten Fällen nicht zur Verfügung steht. Es sind daher „künstliche oder abgekürzte Wetterbeständigkeitsproben“ eingeführt und von Prof. Dr. Seipp zuerst (für Dachschiefer und Sandsteine) ausgebildet worden, wobei die erforderliche Zeit nur 5 bis 6 Wochen umfaßt.

Natürliche Verwitterungsproben werden zurzeit in Berlin (hauptsächlich mit Marmor in natürlichem, poliertem Zustande sowie mit verschiedenen Schutzmitteln versehen), sowie in der mechanisch-technischen Versuchsanstalt in Groß-Lichterfelde-West (mit zahlreichen verschiedenen Bausteinen) angestellt.

c) Härte und Widerstand gegen Abnutzung.

Diese sind gewöhnlich mit Festigkeit verbunden. Man verlangt sie gewöhnlich für Treppenstufen, Säulen, Sockel, Prellsteine, Fußwegplatten, Pflaster usw. Feldspatgesteine besitzen die Härte 6, Basalt und Diabas 5,5, Dolomit und Marmor 3,5, Serpentin (bruchfeucht) 2,5, Tonschiefer 1,5 bis sehr hart. Für Straßenpflaster verlangt man harte und zähe Gesteine, die nicht zu glatt werden.

d) Spezifisches Gewicht.

Das spezifische Gewicht spielt bei der Verwendung eine Rolle. Schwere Steine (Granit, Dolomit u. dgl.)

verwendet man zu Grundmauern, leichte (Bimsstein, Tuffstein, Lava) zu Gewölben, Erkermauern, Zwischenwänden auf Trägern usw.

e) Durchlässigkeit.

Luftdurchlässigkeit der Steine ist besonders für Wohnungen und Ställe erwünscht (Natürliche Ventilation). Dichte, undurchlässige Steine sind gute Wärmeleiter und beschlagen daher leicht. Künstliche Steine (besonders Ziegel) sind für diese Zwecke besser. Von den natürlichen Steinen sind nur die porigen hierfür zweckmäßig (Kalksteine, Sandsteine), die zugleich schlechte Wärmeleiter sind.

f) Feuerbeständigkeit.

Sie wird für alle Feuerungsanlagen verlangt. Feuerbeständig sind Serpentin, Glimmerschiefer, Talkschiefer, Tonschiefer, Sandstein mit kieseligem Bindemittel, Bimsstein- und Trachyttuff (Backofenstein). Nicht feuerbeständig sind Basalt, Dolerit (schmelzen), Granit (zerspringt), Kalksteine, Dolomite und Mergelarten (verlieren CO_2), Sandsteine mit kalkigem und mergeligem Bindemittel, Bimsstein (bläht sich auf).

g) Politurfähigkeit.

Sie ist am größten bei dichten, porenlosen, sehr feinkörnigen Gesteinen mit Gemengteilen von gleicher oder nahezu gleicher Härte (Marmor, dichter Kalkstein, Porphyr, Granit usw.). Durch die Politur wird das Gefüge und die Färbung des Gesteins zur Geltung gebracht und die Dauerhaftigkeit meist beträchtlich erhöht.

II. Bearbeitung.

Die Steine werden schon im Bruch in der gewünschten Größe abgesprengt oder zerlegt und annähernd in die

gewünschte Form gebracht (mit einem Übermaß von 2,5 cm nach allen Richtungen; Werk- oder Arbeitszoll). Steine mit einfachen Formen (Schwellen, Pflastersteine) werden meist im Bruch fertig hergestellt, während verwickeltere Formen auf dem Werkplatz hergestellt werden. Man teilt die Bausteine ein in: 1. gewöhnliche Bruchsteine (von sehr vortretenden Teilen mit dem Hammer befreit); 2. lagerrecht bearbeitete Bruchsteine (mit bearbeiteter Fuß- und Kopffläche; 3. Schichtgesteine (am Haupt und an den vorderen

Fugenflächen bearbeitet); 4. Werksteine (Quader, Haussteine) mit lauter zugeschnittenen, gespitzten usw. Flächen. Das rohe Behauen (Bossieren) erfolgt bei hartem Gestein mit dem Spitz Eisen, bei weicherem mit dem Zweispitz. Zur rechtwinkligen Bearbeitung z. B. eines Sand-

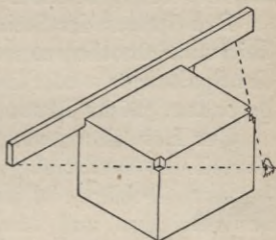


Fig. 11. Bearbeitung.

steins wird zunächst eine „Fläche“ an dem aufgebänkten Gestein mittels eines auf den „Schlag“ aufgesetzten Richtscheits „ersehen“ (Fig. 11). Der Schlag wird mit dem „Zahneisen“ vorgehauen und mit dem „Schlageisen“ geglättet. Mit „Hundezahn“ und „Spitz Eisen“ wird der in der Mitte stehengebliebene Bossen beseitigt; dann wird mit dem „Krönel“ vorgeebnet und mit dem „Scharrier Eisen“ in zwei Richtungen scharriert. Das Schleifen geschieht mit einem Sandstein und auftropfendem Wasser. Granit wird, nachdem der Schlag hergestellt ist, mit dem „Flächhammer“ geflächt und mit dem „Stockhammer“ gestockt. Geschliffen wird Granit mittels der „Schur scheibe“ durch Sand oder Stahlsand und Wasser.

Schleif- und Poliermittel sind ferner Schmirgel, Quarzsand, Sandstein, Bimsstein — Eisenoxyd, Zinnasche, Kreide, Polierschiefer u. dgl. Granit und Marmor wird gespitzt, geflächt, gestockt, geschliffen und poliert.

Das gerade Blatt der Handsäge ist nur für sehr weiche Gesteine mit Zähnen versehen, sonst ist das eiserne oder kupferne Blatt glatt. In den Schnitt wird Wasser und Sand, Stahlkugeln, Karborundum usw. getan, durch die der Stein durchschliffen wird. Sägemaschinen. Diamantsägen. Schälmaschinen.

Das Spalten der Steine geschieht mittels des Schrotkeils und Schrothammers. Schieferblöcke werden mit Hilfe des Spaltmeißels oder des Haumessers in dünne Tafeln gespalten. Dicke Platten erhält man durch Kreissägen.

Zur Herstellung von Verzierungen u. dgl. wird mit Vorteil das Sandstrahlgebläse benutzt (Tilghmannsches Sandstrahlgebläse). Dasselbe findet auch zweckmäßig zum Reinigen und Abschleifen von Hausteinfassaden Verwendung. Besonders gut geeignet ist es für gleichmäßig harte und spröde Gesteine.

12. Kennzeichen und Mängel der Hausteine.

Ein guter Haustein muß fest, wetterbeständig, ohne verwitterte Stellen, gleichmäßig im Gefüge, von feinem Korn, ohne Risse, Nester, Tongallen, Tonadern, Eisenadzern und Schwefelkies sein und darf keine Kittstellen aufweisen. Letztere sowie Haarrisse erkennt man beim Annässen des Steins, wobei sie eine andere Färbung als die gesunden Steinflächen zeigen.

13. Erhaltung und Haltbarmachung der Gesteine.

Zur möglichst langen Erhaltung der Gesteine trägt man schon durch eine richtige Auswahl, sodann durch

eine richtige Konstruktion bei. Man hat z. B. dafür zu sorgen, daß bei Außenflächen das Niederschlagswasser schnell abläuft, daß vorragende Teile gehörig abgeschrägt, durch Deckplatten mit Wassernasen (Fig. 12) überdeckt oder durch eine Asphaltierung, Zementierung usw. geschützt werden. Die Fugen müssen überall dicht sein. Das Aufsteigen des Grundwassers ist durch zweckmäßig angeordnete und hergestellte Isolierschichten zu verhindern. Dacheindeckungen, Regenrinnen und Abfallrohre sind stets in gutem Zustande zu erhalten und sich zeigende Mängel möglichst bald auszubessern. Kalksteinmauerwerk und Kalkmörtel ist von verwesenden, stickstoffhaltigen Stoffen (Humus, Jauche, Dünger) fern zu halten, um die Bildung von Mauerfraß zu verhindern. Auch zeitweises Reinigen der Steine von Schmutz und Staub, von Flechten, Moosen usw. schützt sie gut gegen Verwitterung.

Da die Steine der Verwitterung um so mehr widerstehen, je dichter und glatter ihre Oberfläche ist, bildet das Schleifen und Polieren einen guten Schutz.

Die eigentlichen Schutzmittel gegen Verwitterung bezwecken entweder eine dichte Umhüllung der Steine oder eine Verdichtung und Härtung der Oberfläche, mit der dann meist auch eine chemische Umwandlung des Stoffes verbunden zu sein pflegt. Mittel der ersten Art sind: Tränken der Steine mit Paraffin (geschmolzen oder in Petroläther gelöst), Wachs, Anstriche mit Leinöl, Terpentinöl, Ölfarbe, Siderosthen, Teer, sowie ein Überzug mit Putz, während zu der zweiten Art Wasserglas, schwefelsaure Tonerde u. dgl. gehören. Vorzüglich haben sich die Keßlerschen Fluats bewährt, namentlich bei weichem Gestein (Kalkstein, Marmor, Dolomit, Sand-

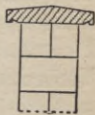


Fig. 12.
Deckplatte
mit Wassernasen.

stein mit kalkigem Bindemittel, ferner Gips, Tuffstein, Zement, Terrakotta). Es sind dies Lösungen von Fluor-
metallen (Mg, Al, Zn, Pb) in Kieselfluorwasserstoffsäure,
die als weiße Salze oder fertige Lösungen erhältlich sind
(im chemischen Laboratorium für Tonindustrie von Prof.
Dr. Seger und Cramer in Berlin — früher Prof. H. Hauen-
schild) und die den kohleisuren Kalk und den ge-
löschten Kalk, das MgO usw. in steinartige, unangreif-
bare Verbindungen: CaFl_2 , MgFl_2 usw. unter Aus-
scheidung von Kieselsäure verwandeln. Die Steine wer-
den dichter, frostbeständiger, fester und widerstands-
fähiger gegen Abnutzung. Das Ansetzen von Moos und
Flechten wird durch die Fluatete verhindert, während eine
Veränderung der Farbe und des Gefüges nicht bewirkt
wird.

Sandsteine u. dgl. werden auch vorteilhaft mit
Testalin (Hartmann und Hauers in Hannover) behandelt.
Es bildet sich dabei durch gegenseitige Einwirkung von
ölsaurem Natron und essigsaurer Tonerde eine unlös-
liche Tonerdeseife.

II. Mörtelstoffe und künstliche Steine.

Die Mörtel dienen als Bindemittel zwischen den ein-
zelnen Steinen, als glättende und schützende Überzüge
(Putz) für Wand- und Deckenflächen, als Stoff zur Her-
stellung von Estrichen, künstlichen Steinen, einzelnen
Baugliedern, sowie ganzen Bauwerken, wobei die Mörtel
sowohl allein als mit den verschiedensten Füllstoffen
verwandt werden (Schwemmsteine, Kalksandziegel,
Zementsteine, Betonbauten usw.).

Man unterscheidet Luftmörtel und Wassermörtel,
außerdem feuersichere Mörtel. Die ersteren erhärten
nur an der Luft, die zweiten sowohl an der Luft wie unter

Wasser. Feuersichere Mörtel sollen höhere Temperaturen vertragen können (z. B. bei Feuerungsanlagen).

A. Luftmörtel.

1. Lehmörtel.

Der zu verwendende Lehm darf weder zu fett noch zu mager sein. Er wird mit weichem Wasser zu einem gleichmäßigen Brei verarbeitet und zur besseren Verhinderung von Rißbildungen beim Trocknen oft mit Häcksel, Heu, Moos, Haaren u. dgl. vermengt. Seine nur geringe Festigkeit erlangt er nur durch Austrocknen. Er erweicht im Wasser, ist daher vor Feuchtigkeit zu schützen. Er ist wenig fest und dauerhaft, aber warmhaltend. Man verwendet ihn fast nur im Innern untergeordneter oder ländlicher Bauwerke. Als Strohlehm findet er zu Stakerarbeiten, Windelboden, Ausfüllung von Fachwerkwänden usw. Anwendung. Ferner braucht man ihn zu Lehmstampfbauten und zu Estrichen. Für letzteren Zweck wird er oft mit Hammerschlag, Teergalle u. dgl. gemischt, für Tennen 30—35 cm hoch, sonst 16—18 cm hoch aufgestampft, auch wohl mit Ochsenblut getränkt (Kegelbahnen). Sonst findet Lehm als Mörtel Verwendung für Feuerungsanlagen, zum Modellieren, Formen, Dichten, für Fangedämme, Deiche u. dgl.

2. Kalkmörtel.

Der gebräuchlichste Luftmörtel ist der Kalksandmörtel (Mauerspeise), der aus gelöschtem Kalk, Sand und Wasser hergestellt wird.

Den gelöschten Kalk (CaH_2O_2) erhält man aus gebranntem Kalk (CaO) und diesen wiederum durch Brennen des Kalksteins (CaCO_3). Letzterer soll möglichst rein, namentlich frei von Ton (höchstens bis 10 v. H.) und Sand sein. Reiner Kalkstein liefert den Weiß- oder

Fettkalk, während solcher mit höherem Tongehalt mageren Kalk oder hydraulischen Kalk und Romanzement liefert. Den Tongehalt kann man durch Auflösen des Kalksteins in Salzsäure ermitteln, wobei der unlösliche Ton zurückbleibt.

Beim Brennen verliert der Kalkstein die Kohlensäure ($\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$), wobei trockener und reiner Kalkstein 44 v. H. an Gewicht und 12—21 v. H. an Rauminhalt verliert. Kalköfen sollen einen guten Zug haben, da das Entweichen der CO_2 beim Vorbeistreichen anderer Gase leichter vor sich geht. Die Brenntemperatur beträgt etwa 1050—1300° C.

Magerer (tonhaltiger) Kalk wird bei zu hoher Temperatur leicht „totgebrannt“, wobei sich die Kalkstücke mit einer Glasur von kieselsaurem Kalk überziehen und im Innern nicht gar brennen. Zu schwach gebrannter Kalk enthält noch Kohlensäure, so daß diese Teile ebenfalls nicht ablöschen. Stark schwefelkieshaltige Kohle darf zum Brennen nicht verwandt werden, da sich bei Vorhandensein von Alkalien schwefelsaure Alkalisalze bilden, die später zu Ausblühungen und Auswitterungen Veranlassung geben.

Die Kalköfen sind solche mit kurzer oder mit langer Flamme. Erstere arbeiten mit schichtweise übereinander gelagerten Kalksteinen und Brennstoffen (magere Steinkohle oder Koks). Hier wird der Kalk durch Asche verunreinigt. Bei den Öfen mit langer Flamme geschieht die Feuerung von Rosten, Düsen usw. aus. Hier können die meisten Brennstoffe verwandt werden. Die Brennkosten sind zwar höher, doch ist die erbrannte Ware eine reinere und bessere. Man unterscheidet ferner Öfen mit unterbrochenem und solche mit beständigem Betriebe. Von letzteren seien erwähnt der Rüdersdorfer Kalkofen, Öfen mit Generatorgasfeuerung, der Hoffmannsche Ringofen sowie der Dietzsche Etagenofen.

Gebrannter Kalk ist durchaus trocken und vor der Luft geschützt aufzubewahren, da er begierig Feuchtigkeit und Kohlensäure aufnimmt und sich in Kalkhydrat und kohlensauren Kalk verwandelt. Am besten ist es, ihn möglichst bald zu löschen, weil er in abgelöschtem Zustande, vor Luft geschützt, jahrelang aufbewahrt werden kann.

Der gebrannte Kalk wird entweder „naß“ durch Übergießen mit Wasser (weich, frei von löslichen Salzen und Kohlensäure) in hölzernen Löschkästen oder eisernen Pfannen gelöscht oder „trocken“, indem der Kalk in Drahtkörben in Wasser getaucht und dann in Fässer geschüttet wird, oder indem kegelförmige Kalkhaufen mit einer 25—30 cm starken, naß zu haltenden Sandschicht bedeckt werden. Fettkalk vermehrt das Volumen beim Löschen um das Zwei- bis Dreifache, Magerkalk um das Ein- bis Zweifache. Beim Trockenlöschen zerfällt der Kalk zu Staubkalk, beim nassen Löschen erhält man Kalkbrei, der in nicht fest ausgemauerten Gruben aufbewahrt wird, bis sich fingerbreite Risse zeigen. Reiner Kalk gibt einen fetten, schlüpfrigen Brei, solcher mit Beimengungen einen weniger ergiebigen, kurzen, mageren. Beim Löschen bindet der gebrannte Kalk unter großer Wärmeentwicklung (150°) etwa 32 v. H. Wasser ($\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{CaH}_2\text{O}_2$). Zum richtigen Ablöschen ist aber mehr Wasser erforderlich, weil ein Teil davon in den Poren dampfförmig werden muß, damit die Kalkteilchen durch diese Dampfentwicklung auseinandergetrieben werden. Dies Auseinandertreiben wird durch zu wenig oder zu viel Wasser verhindert. Im ersteren Falle „verbrennt“ der Kalk, weil kein Wasser in den Poren dampfförmig werden kann. Im zweiten Falle „ersäuft“ er, weil das zu reichliche Wasser den sich bildenden Dampf flüssig macht.

Beim Naßlöschchen werden in der Löschbank Steine und gröbere nicht gelöschte Teile durch ein Sieb zurückgehalten, während in der Grube noch ungelöschte Teilchen der milchigen Masse nachlöschchen und das überschüssige Wasser mit den etwa vorhandenen gelösten Salzen einsickern kann. Es entsteht schließlich steifer Kalkbrei mit etwa zwei Drittel Wassergehalt. Derselbe muß durch aufgelegte Bretter oder aufgestreuten Sand vor Regen und vor der Kohlensäure der Luft geschützt werden. Gelöschter Kalk ist in etwa 760 Teilen Wasser löslich. Kalk zu Mauermörtel soll wenigstens 14 Tage, solcher zu Putz wenigstens 4 Wochen lang eingesumpft gewesen sein.

Bei der Mörtelbereitung werden Kalkbrei, Sand und Wasser in richtigem Verhältnis in einer Mörtelbank von Hand mit Mörtelhaken oder besser mittels Mörtelmaschinen gleichmäßig und innig gemischt. Der Sand (am geeignetsten Quarzsand) soll rein, möglichst scharfkantig und am besten von gemischtem Korn sein. Ungeeigneter Sand wird vorher gewaschen oder geschlämmt, auch gesiebt und gemischt. Das Wasser soll weich, rein, frei von Salzen sein. Ungeeignet ist Moor- oder Meerwasser. Durch den Kalk sollen die Zwischenräume zwischen den Sandkörnern gerade ausgefüllt werden. Sonst rechnet man zu Ziegelmauerwerk über der Erde nach Gewichtsteilen 1 T. Kalk zu 3 T. Sand, für solches unter der Erde 1 T. Kalk zu 4 T. Sand, für feineren Putz (Deckenputz) 1 T. Kalk zu 2 T. Sand. Für Bruchstein- und Klinkermauerwerk wird möglichst steifer Mörtel empfohlen. Im übrigen soll der Wasserzusatz derart sein, daß der Mörtel gut bildsam ist. Er soll von der Kelle als ganzer Klumpen ablaufen. Der Sandzusatz ist nötig für die Erhärtung; ferner macht er den Mörtel fester, weniger schwindend und billiger.

Der Mörtel erstarrt zunächst etwas durch Verdunstung und teilweises Absaugen des mechanisch beigemengten

Wassers, er „bindet ab“ oder „zieht an“. Um ein zu schnelles, die Erhärtung störendes Austrocknen zu verhindern, müssen in heißer, trockener Witterung die Mauersteine (Ziegel) tüchtig angeätzt werden. Die eigentliche Erhärtung geschieht durch chemische Bindung der Kohlensäure der Luft unter gleichzeitiger Ausscheidung des chemisch gebundenen Wassers als Schwitzwasser ($\text{CaH}_2\text{O}_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$). Der Sand wirkt hierbei nur mechanisch, indem er die Mörtelmasse nach Verdunstung des mechanisch beigemengten Wassers porös macht. Im Innern dicker Mauern geht die Umwandlung nur sehr langsam vor sich, namentlich bei fettem Mörtel und großen, dichten Steinen mit engen Fugen. Für letztere soll man daher besser Kalkmörtel mit Zementzusatz (verlängerten Zementmörtel) wählen. Man sucht die Erhärtung des Kalkmörtels durch Aufstellung von Kokskörben zu beschleunigen. Hierbei ist Vorsicht geboten, da zu schnell und ohne Aufnahme von Kohlensäure ausgetrockneter Mörtel zerfällt.

Bei Frostwetter darf nicht mit Kalkmörtel gemauert werden (in Berlin nicht unter -2°C). Kalkmörtel ist ferner stets frisch zu verwenden. Er darf mit Humus, Dünger, Urin u. dgl. nicht in Berührung kommen, da sich sonst der leicht zerfließliche Kalksalpeter oder, bei Vorhandensein von Chlornatrium, ebenfalls zerfließliches Chlorcalcium bildet und der Mörtel zerstört wird (Mauerfraß). Wo Mauerfraß sich zeigt, sind die Putzflächen abzuschlagen, die Fugen u. dgl. tief auszukratzen, mit Teer zu streichen und dann der Putz zu erneuern. Außerdem sind natürlich die Ursachen der Entstehung durch Beseitigung obiger Stoffe aus dem Bereich des Mauerwerks, durch Herstellung guter Isolierung usw. zu beseitigen.

• 3. Gipsmörtel. •

Gips wird durch Brennen von natürlichem Gipsstein* ($\text{CaSO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$) und durch Mahlen vor oder nach dem Brennen erhalten, und zwar als Stuckgips (bei 130°) oder als Estrichgips (bei 1000°). Stuckgips erhärtet,* mit Wasser angerührt, in weniger als einer halben Stunde,* indem er das beim Brennen ausgetriebene Kristallwasser wieder chemisch bindet; er erwärmt merklich beim Erhärten, erfährt dabei eine Raumvermehrung von 1 v. H.* und ist nicht witterungsbeständig. Teils allein, teils mit Weißkalk und Sand findet er Verwendung zu Putz,* Stuck u. dgl. Die Porigkeit wird durch Anmachen mit Leimwasser vermindert. Weitere Verwendung findet er für Rabitzwände, Gipsdielen, Spreutafeln, Platten und Steine. Für Gipsdielen werden oft Tierhaare und Pflanzenfasern eingemischt, auch Einlagen von Rohr, Kokosfasern u. dgl. gemacht. Gipsdielen sind leicht* (R.-G. = 0,7—0,8), gut bearbeitbar, schlechte Leiter für Schall und Wärme, trocken. Beim Rabitzbau wird ein verzinktes Eisendrahtgewebe mit einem beiderseitigen Verputz von Gips mit etwas Kalk, Sand, Haaren und Leimwasser versehen. Die so umhüllten Drahtgewebe dienen als leichte Zwischenwände sowie zum Schutz gegen Feuer bei Holz- und Eisenkonstruktionen. Stuckgips ist in 400 Teilen Wasser löslich. Er wird dagegen am besten durch einen Ölfarbenanstrich geschützt.

Der scharf gebrannte Estrichgips zeigt sich nach dem Erhärten mit Wasser widerstandsfähiger gegen Feuchtigkeit und Witterungseinflüsse. Die Abbindezeit ist bedeutend länger als bei Stuckgips, und die Härte ist größer. Er wird mit weniger Wasser angerührt (mörtelartig), zeigt fast keine Wärmeentwicklung, erhärtet sehr langsam und muß während des Erhärtens feucht er-

- halten werden. Gut gebrannt, zeigt er einen Stich ins
- Gelbliche oder Rötliche und ist völlig raumbeständig.
- Er ist viel dichter als Stuckgips und daher witterungs-
- beständiger und gibt einen vorzüglichen Mörtel, der
- fester haftet und schneller erhärtet als Kalkmörtel und
- daher während des Baues größere Sicherheit gegen Ein-
- sturz bietet. Gipsestrich zeichnet sich durch Billigkeit,
- Dauerhaftigkeit, Feuersicherheit, schlechte Wärmeleitung,
- Freiheit von Fugen, Schutz gegen Mäuse und Ungeziefer
- aus und bildet eine gute Unterlage für Linoleum. •

B. Wassermörtel.

Die Wassermörtel sind natürliche oder künstliche Stoffe, deren Hauptbestandteile kohlenaurer Kalk in Verbindung mit kieselsaurer Tonerde bilden. Man unterscheidet: 1. Puzzolane, die kalkarm sind und zur Mörtelbereitung des Zusatzes von Kalk bedürfen, wie (Puzzolane, Santorinerde), Traß, Ziegelmehl, Hochofenschlacke. 2. Hydraulische Kalke und Romanzement, die kalkreich und unter Sinterungsgrenze gebrannt sind, und von denen die ersteren unter Erwärmung noch löslich sind, während der letztere nicht löslich, aber gepulvert mit Wasser bei schwacher Erwärmung einen Wassermörtel gibt. 3. Portlandzement, der bis zur Sinterung gebrannt ist und den Kalk fast völlig in Verbindungen enthält.

1. Portlandzement.

Bei weitem der wichtigste dieser Stoffe ist der Portlandzement. Derselbe ist nach den „Normen für die einheitliche Lieferung und Prüfung von Portlandzement“ ein hydraulisches Bindemittel mit nicht weniger als 1,7 G.-T. Kalk (CaO) auf 1 G.-T. lösliche Kieselsäure (SiO_2) + Tonerde (Al_2O_3) + Eisenoxyd (Fe_2O_3), hergestellt durch feine Zerkleinerung und innige

Mischung der Rohstoffe, Brennen bis mindestens zur Sinterung und Feinmahlen. Dem Portlandzement dürfen nicht mehr als 3 v. H. Zusätze zu besonderen Zwecken zugegeben sein. Der Magnesiumgehalt darf höchstens 5 v. H., der Gehalt an Schwefelsäureanhydrid nicht mehr als $2\frac{1}{2}$ v. H. im geblühten Portlandzement betragen. Um ihn langsam bindend zu machen, ist es üblich, ihm beim Mahlen rohen Gips zuzusetzen. Portlandzement wird in der Regel in Säcken oder Fässern verpackt. Die Verpackung soll außer dem Bruttogewicht und der Bezeichnung „Portlandzement“ die Firma oder Marke des Werkes in deutlicher Schrift tragen. Der Erhärtungsbeginn von normal bindendem Portlandzement soll nicht früher als eine Stunde nach dem Anmachen eintreten. Er soll raumbeständig und so fein gemahlen sein, daß er auf einem Siebe von 900 Maschen/qcm höchstens 5 v. H. Rückstand hinterläßt. Langsam bindender Portlandzement soll mit 3 G.-T. Normensand auf 1 G.-T. Portlandzement nach 7 Tagen Erhärtung (1 Tag in feuchter Luft und 6 Tage unter Wasser) mindestens 120 kg/qcm Druckfestigkeit erreichen; nach weiterer Erhärtung von 21 Tagen in Luft von Zimmertemperatur soll die Druckfestigkeit mindestens 250 kg/qcm betragen. Portlandzement, der für Wasserbauten bestimmt ist, soll nach 28 Tagen Erhärtung (1 Tag in feuchter Luft, 27 Tage unter Wasser) mindestens 200 kg/qcm Druckfestigkeit zeigen. Zur Erleichterung der Überwachung auf der Baustelle kann eine Prüfung auf Zugfestigkeit dienen. Der Zement soll in einer Mischung von 1 Teil Zement : 3 Teilen Normensand nach 7 Tagen Erhärtung (1 Tag in der Luft, 6 Tage unter Wasser) mindestens 12 kg/qcm Zugfestigkeit aufweisen (Fig. 13). Seine Farbe ist grünlichgrau, sein spezifisches Gewicht 3,12—3,25.

Er fühlt sich scharf an. „Abgebunden“ hat Portlandzement, wenn die Oberfläche eines mit Wasser angerührten Kuchens einem leichten Druck mit dem Fingernagel widersteht*). Er erhärtet an der Luft wie unter Wasser. Die höchste Festigkeit erlangt er erst nach Jahren. Ursache der Erhärtung bildet die chemische

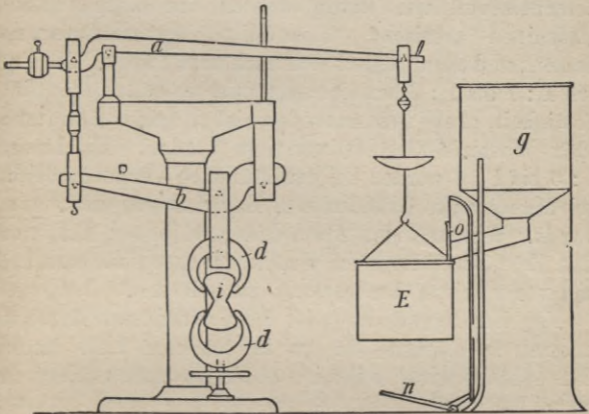


Fig. 13. Prüfungsmaschine für Portlandzement auf Zugfestigkeit.

Bindung des Wassers der sich vereinigen den Hauptbestandteile CaO , Al_2O_3 und SiO_2 , daher muß er während der Erhärtung vor Austrocknung durch Wärme, Wind usw. geschützt sein. Portlandzement wird durch längere Lagerung langsam bindend und raumbeständiger. „Schnellbinder“ verwendet man nur bei großem Wasserandrang und reinen Zement nur ausnahmsweise, wenn er dauernd unter Wasser oder in feuchter Erde zu liegen

*) Genauer wird der „Beginn des Abbindens“ und die „Bindezeit“ durch die Normalnadel (Vicatsche Nadel) von 1 qmm Querschnitt und 300 g Gewicht festgestellt.

kommt. Der zugesetzte Sand soll rein und scharfkörnig sein, am besten von gemischtem Korn. Zement und Sand werden zunächst trocken gemischt, und dann wird möglichst wenig reines Wasser zugesetzt und kräftig durchgearbeitet. Schon abgebundener Zementmörtel darf nicht wieder angerührt und verwandt werden. Sowohl Zementmörtel wie Beton werden am besten mittels Maschinen gemischt. Das Mischungsverhältnis von Zement und Sand richtet sich nach dem Zweck. Mischungen 1 : 1 bis 1 : 2 braucht man nur, wo außerordentliche Festigkeit, große Widerstandsfähigkeit gegen Abnutzung oder Wasserdichtigkeit verlangt werden. Mischungen 1 : 3 bis 1 : 4 werden bei gewöhnlichen Verputzarbeiten, bei Mauerwerk, Gründungen, Kunststeinen usw. angewandt. Während des Abbindens und ersten Erhärtens sind Zementarbeiten vor Erschütterungen zu bewahren und vor raschem Austrocknen zu schützen.

Vor der Verwendung ist Portlandzement durchaus trocken zu lagern, da er in feuchter Luft knollig und stückig wird, teilweise abbindet und zuletzt unbrauchbar wird.

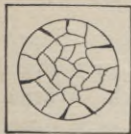


Fig. 14.
Treibrisse.

Von der Raumbeständigkeit des Portlandzements überzeugt man sich durch Anfertigung eines Probekuchens. Dieser zeigt, nach einem Tage un er Wasser gelegt, bei treibendem Zement nach wenigen Tagen Verkrümmungen und netzartig über den Kuchen gehende Treibrisse (Fig. 14) mit Kantenrissen,

die nach dem Mittelpunkt des Kuchens hingehen und am Rande am weitesten klaffen. Treibender Zement dehnt sich stark aus, wodurch der bereits gewonnene Zusammenhang zerstört und oft das gänzliche Zerfallen

herbeigeführt wird. Ursache des Treibens ist fehlerhafte Herstellung des Zements in der Fabrik.

Mit Treibrissen sind Schwind- und Haarrisse nicht zu verwechseln. Erstere entstehen durch zu rasches Austrocknen in Zugluft oder in Sonnenhitze ohne genügendes Feuchthalten, namentlich bei reinem Zement schon während des Abbindens und stellen (beim Kuchen) unregelmäßige, in sich verlaufende Linien dar (Fig. 15). — Haarrisse zeigen sich bei alten Zementarbeiten im Freien als Folge des beständigen Wechsels zwischen trockenem und nassem Zustande. — Durch Zusatz von Sand und sachgemäße Behandlung der Zementarbeiten lassen sich Haarrisse und Schwindrisse sicher vermeiden.



Fig. 15.
Schwindrisse.

Vollkommene Wetterbeständigkeit erlangt Zement an der Luft erst durch Sandzusatz (mindestens 1 : 1). Erhärteter Zement zeigt bedeutende Sicherheit und Festigkeit im Feuer; erst bei andauernder Rotglut wird er schließlich mürbe. Er ist ferner unempfindlich gegen Frost, der nur während des Abbindens gefährlich ist.

Viel gebraucht werden Zementkalkmörtel (verlängerte Zementmörtel), die sich durch Billigkeit, rasche Erhärtung, starke hydraulische Eigenschaften, große Festigkeit, Wetterbeständigkeit und gute Bearbeitbarkeit auszeichnen.

Bewährt haben sich folgende Mischungen: 1 T. Portlandzement, 5 T. Sand, $\frac{1}{2}$ T. Kalkteig oder hydraulischer Kalk; oder 1 : 6—7 : 1; 1 : 8 : $1\frac{1}{2}$; 1 : 10 : 2. Zement und Sand werden trocken gemischt und in die Kalkmilch eingeschüttet und durchgearbeitet.

Die Wasserdichtigkeit von Zementmörtel ist um so größer, je fetter er ist, und um so länger er erhärtet; auch je feiner der Sand ist. Für 15—20 mm starken Putz, der alsbald wasserdicht sein soll, werden folgende Mischungen empfohlen: 1 T. Zement : $1\frac{1}{2}$ T. Sand; oder

1 T. Zement : $2\frac{1}{2}$ T. Sand : $\frac{1}{2}$ T. hydraulischen Kalk; oder 1 : 3 : 1; 1 : 5 : $1\frac{1}{2}$; 1 : 6 : 2. Aus obigen Mischungen erhält man auch wasserdichten Beton. Aus Sparsamkeitsrücksichten versieht man aber im Bedarfsfalle meist einen an sich durchlässigen Beton nur mit einem wasserdichten Verputz.

Beton.

Beton besteht aus einer Mischung von Kies oder Stein-
schlag mit Zementmörtel, so daß die Hohlräume der Füllstoffe mit Mörtel ausgefüllt werden. Letzteres und ein dichter Mörtel sind erforderlich, wenn der Beton dicht sein soll. Sonst richtet sich das Mischungsverhältnis nach der verlangten Festigkeit, z. B. 1 Zement : 2—3 Sand : 4—6 Kies oder Stein-
schlag. Die Steine sollen rein sein, meist 2—6 cm groß und eine dem Zementmörtel entsprechende Festigkeit besitzen. Portlandzement und Sand werden trocken innig gemischt, angefeuchtet und dann mit dem angetzten Steinmaterial gehörig durchgearbeitet. Der mit wenig Wasserzusatz angemachte Stampfbeton wird in Schichten von 15 bis 25 cm aufgetragen und so lange festgestampft, bis sich an der Oberfläche etwas Wasser zeigt. Er wird fester als der sogenannte mehr Zement und Wasserzusatz erfordernde Schüttbeton, der z. B. bei Gründungen unter Wasser benutzt wird, und den man durch Trichter, Kasten usw. versenkt. Zementbeton findet vorteilhafteste Anwendung bei Hoch- und Tiefbauten, namentlich bei Fundierungen aller Art, für Straßenbefestigungen, Decken, Mauerwerk, Gewölbe, Kanäle, für die verschiedensten Zementwaren usw.

Eisenbeton.

Von ganz besonderer Bedeutung ist die Vereinigung

von Zement mit Eisen beim Eisenbetonbau, der heute bereits auf allen Gebieten des Bauwesens Anwendung findet. In dieser Bauweise gelangen die genannten beiden Stoffe zu gemeinsamer, statischer Wirkung gegen äußere Beanspruchung. Hierbei nimmt der Beton die Druckkräfte, das Eisen die Zug- und Scherspannungen auf. Die daraus hergestellten Bauwerke verbinden die Vorzüge des Massivbaues, wie z. B. die Feuersicherheit, mit der leichten Formgebung und Erscheinung der Eisenkonstruktionen. Die Vorzüge dieser neuen Bauweise sind folgende: Der Beton schützt das von ihm umhüllte Eisen vollkommen gegen Rostbildung und gegen die Angriffe des Feuers. Die Haftfestigkeit des Portlandzements am Eisen ist eine sehr bedeutende, und die Ausdehnung von Eisen und Beton ist nahezu die gleiche. Der Portlandzementbeton ist ferner als Umhüllung von Eiseneinlagen imstande bei Zugbeanspruchungen solche Dehnungen auszuführen, wie es die volle Ausnützung der Zugfestigkeit des eingelegten Eisens verlangt.

Die Eisenbetonbauweise eignet sich am besten für weitgespannte und schwerbelastete Decken. Ebenso hat sie für Brücken, Behälter, Silos, Klärbassins, für Gründungen (auch in Form von Pfahlrost), für Stützmauern und Böschungsbekleidungen, für Treppen und Dachstühle, ja für ganze Gebäude eine weite Verbreitung gefunden.

2. Hydraulischer Kalk und Romanzement.

Die hydraulischen Kalke enthalten etwa 70 v. H. kohlen sauren Kalk, die besseren 18 bis 25 v. H. Ton. Sie sind um so besser, je weniger freie Kieselsäure vorhanden ist. Das Brennen muß vorsichtig geschehen. Die Kohlensäure wird ausgetrieben, und der Kalk bildet

zum Teil schon beim Brennen, zum Teil beim Anmachen mit Wasser mit dem Kieselsäuregehalt des Tons kiesel-sauren Kalk. Sie kommen oft zu Staubkalk gemahlen zur Verwendung. Hydraulischer Kalk wird in der Regel trocken gelöscht. Er bildet einen billigen Baustoff, der sich zu Hoch- und Tiefbauten und zur Betonbereitung eignet. In Deutschland wird er jedoch meist durch verlängerten Zementmörtel ersetzt.

Romanzement enthält 50—70 v. H. kohlen-sauren Kalk. In gebranntem Zustande besitzt er noch freien Ätzkalk. Beim Brennen darf keine Sinterung eintreten. Nach dem Brennen erfolgt Zerkleinerung bis zur Mehl-feinheit. Die Farbe des gemahlene Zementes ist hell-gelb bis rötlichbraun, das spezifische Gewicht durch-schnittlich 2,7. Romanzement bindet sehr schnell (in höchstens 15 Minuten) ab und muß daher schnell ver-wandt werden. Er besitzt etwa nur halb so große Festig-keit wie der Portlandzement, ist dafür aber auch billiger. Fundorte sind z. B. Bielefeld, Porta bei Minden, Perlmoos bei Kufstein, Ulm.

3. Künstliche hydraulische Kalke oder Puzzolane.

Man teilt die hierher gehörigen Stoffe ein in Kalk mit natürlichen Zuschlägen: Puzzolane, Santorinerde, Traß, und in Kalk mit künstlichen Zuschlägen: ge-brannter Ton, Ziegelmehl, Kohlenasche, gepulvertes Glas, Schlackensand, Schlackenzement.

Die natürlichen Zuschläge bilden lockere vul-kanische Tuffe. In Deutschland bekannt und gebräuch-lich ist der Duck- oder Tuffstein der Eifel aus dem Nette-auch (früher) aus dem Brohltal, der gemahlen den Namen Traß führt und von Andernach a. Rh. (Jakob Meurin) und Neuwied aus verschifft wird. Gelöschter Kalk wird

als Pulver oder in Teigform dem gemahleneu Traß zugesetzt. Mischungsverhältnis z. B.: 2 R. T. Traß, 1 R. T. Fettkalkteig mit und ohne Sand. Guter Traß ist bläulich, grau bis schmutziggelb; minderwertiger, aus Tuffasche bestehender, wilder oder Bergtraß ist gelblich. Guter Traß bildet scharfkantige Stücke und ein sich scharf anführendes Pulver. 1 hl guter Traß wiegt rund 90 kg/hl, 1 hl Bergtraß nur 77 kg.

Für größere Bauten bezieht man den Traß am besten in Stücken und mahlt ihn an Ort und Stelle. Traßmörtel eignet sich vorzüglich zu Wasserbauten; er ist wasserdicht (Talsperren), billiger als Zementmörtel. Sein Abbinden wird durch den Frost nicht gestört, sondern nur unterbrochen. Er kann längere Zeit lagern ohne zu verderben. Traß-Portlandzementmörtel hat größere Festigkeit als reiner Portlandzementmörtel und größere Widerstandsfähigkeit gegen Seewasser, Säuren und Witterungseinflüsse. Empfohlen wird ein Mörtel aus $\frac{2}{3}$ G.-T. Portlandzement, $\frac{1}{3}$ G.-T. Traß und 3 G.-T. Sand.

Künstliche hydraulische Zuschläge oder Puzzolane.

Künstliche Zuschläge können ebenso wie die natürlichen gewöhnlichem Kalkmörtel hydraulische Eigenschaften erteilen, d. h. die Fähigkeit unter Wasser zu erhärten, wenn sie durch Glühen aufgeschlossene, d. h. in den löslichen Zustand übergeführte Kieselsäure enthalten. Hierzu gehören:

Gebrennte und gemahlene Tonerde (z. B. von hartgebrannten Ziegeln). Empfohlene Mischungen sind: 1 G.-T. Ziegelmehl, 1 G.-T. Fettkalk, 2 G.-T. Sand; oder 2 G.-T. Ziegelmehl, 3 G.-T. Fettkalk, 3 G.-T. Sand.

Ausgebrannte Aschen von Steinkohlen, Braunkohlen oder Torf. Mischung z. B.: 1 G.-T. zu Pulver gelöschter Kalk, 1—2 G.-T. gesiebte Asche.

Hochofenschlacken, die basisch sind und aufge-

schlossene Kieselsäure enthalten, bilden ebenfalls wertvolle hydraulische Zuschläge. Guten Wassermörtel erhält man besonders aus granuliertem, d. h. durch Wasser oder Dampf abgeschrecktem und dadurch „gekörntem“ und gemahlenem Schlackensand und Kalkbrei. Langsam erhärtet pulverisierter Schlackensand auch für sich allein.

Schlackenzement (Puzzolanzement) erhält man durch Mischen von gepulvertem, granuliertem Schlackensand mit gelöschtem Kalkpulver (etwa 2:1 in Raumteilen).

Eisenportlandzement ist ein hydraulisches Bindemittel, das aus mindestens 70 v. H. Portlandzement und höchstens 30 v. H. gekörnter Hochofenschlacke besteht. Der Portlandzement wird gemäß der Begriffserklärung der Normen des Vereins Deutscher Portlandzementfabrikanten hergestellt. Die Hochofenschlacken sind Kalk-Tonerde-Silikate, die beim Eisenhochofenbetriebe gewonnen werden. Sie sollen auf 1 G.-T. lösliche Kieselsäure (SiO_2) + Tonerde (Al_2O_3) mindestens 1 G.-T. Kalk und Magnesia enthalten. Der Portlandzement und die Hochofenschlacke müssen fein vermahlen, im Fabrikbetriebe regelrecht und innig miteinander vermischt werden. Zusätze zu besonderen Zwecken, namentlich zur Regelung der Bindezeit, sind nicht zu entbehren, jedoch in Höhe von 3 v. H. der Gesamtmasse begrenzt, um die Möglichkeit von Zusätzen lediglich zur Gewichtszunahme auszuschließen. Die weiteren Bedingungen entsprechen den „Normen für die einheitliche Lieferung und Prüfung von Portlandzement“ (Runderlaß vom 16. März 1910).

· C. Feuerfester Mörtel. ·

Zur Herstellung gewöhnlicher Feuerungsanlagen verwendet man Lehmörtel. Der Lehm wird vorher ge-

- schlämmt. Lehm ist sandhaltiger Ton. Letzterer ist um so widerstandsfähiger gegen Feuer, je reiner er ist. Für hohe Ofentemperaturen verwendet man möglichst feuerfesten Ton meist in Form von Schamottemörtel, welcher aus feuerfestem, gebranntem und gemahlenem Ton (Schamotte) besteht, dem anderer feuerfester Ton zugemischt wird. Hierdurch wird das Schwinden des Mörtels bei hoher Temperatur möglichst verringert. •

D. Gebrannte künstliche Steine.

1. Der Rohstoff.

Als Rohstoff zur Herstellung gebrannter Steine oder Ziegel dienen tonhaltige Erdarten (Ton, Ziegelerde, Lehm), die hauptsächlich aus Tonerde, Sand und Mineralstaub (Schluff) bestehen. Die Zusammensetzung ist eine sehr verschiedene, wonach sich die Bearbeitung der Tonmasse vor dem Formen richtet.

Reiner Ton vermag bis 70 v. H. Wasser aufzunehmen und ist in hohem Maße plastisch, d. h. bildsam. Ton von großer Bildsamkeit nennt man fett. Beim Trocknen an der Luft und beim Brennen verliert der Ton zunächst das mechanisch beigemengte Wasser, wobei er schwindet. Über 300° erhitzt, verliert er auch das chemisch gebundene Wasser (Al_2O_3 , $2\text{SiO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$), wobei die Masse porös, leicht zerreiblich und an der Zunge klebend wird. Bei höherer Temperatur wird der Ton fest, und endlich tritt eine völlige Verglasung ein (Verklüngerung). Dies Zusammensintern wird befördert durch sog. „Flußmittel“ (Alkalien, Kalk, Magnesia, Eisenverbindungen, Kieselsäure usw.). Als „Magerungsmittel“ wirkt besonders Sand.

Die Ziegelerde muß frei sein von Kieseln und anderen Steinresten, da diese beim Trocknen nicht wie der Ton schwinden und beim Brennen sich ausdehnen, während sich der Ton weiter zusammenzieht, wodurch Risse und schädliche Spannungen entstehen. Ferner

muß die Masse frei von größeren Kalkstückchen sein, da diese mit gebrannt werden, nachher beim Naßwerden ablöschen, sich ausdehnen und den Stein zersprengen. Schwefelkies und im Wasser lösliche Salze dürfen nicht vorhanden sein, da sie zu Mißfärbungen, Auswitterungen und Abblätterungen Veranlassung geben. Ferner muß der Ton frei sein von organischen Stoffen, wie Holz, Wurzelresten und Kohle, da diese verbrennen und Hohlräume erzeugen, wodurch die Festigkeit der Ziegel verringert wird.

Eisenverbindungen (Eisenoxyd) färben je nach ihrer Menge die gebrannten Ziegel gelb, braun oder rot; auch wird der Schmelzpunkt herabgesetzt. Kalk gibt helle, gelbliche oder weiße Färbung auch im Verein mit Eisengehalt. — Vanadinsäure Salze geben oft zu grünen Ausblühungen Veranlassung.

2. Die Aufbereitung der Tonerde.

Die Rohstoffe haben vielfach nicht die natürliche Zusammensetzung und Beschaffenheit, um aus ihnen unmittelbar feste, dauerhafte Ziegel herzustellen; sie müssen dann für diesen Zweck besonders vorbereitet werden. Jede Struktur und Schichtung muß durch diese Vorbereitungsarbeiten zerstört werden, so daß die Masse durchaus gleichmäßig wird. Es gehören hierher: das Fördern auf die Halde, das Auswintern und Aussommern, das Sortieren, Mischen und Magern des Tones, das Einsumpfen, Treten und Bearbeiten mittels maschineller Vorrichtungen, das Schlämmen. Letzteres wird mehr bei feineren oder dünnwandigen Erzeugnissen angewandt. Durch diese Aufbereitung sollen Verunreinigungen (wie Tonklumpen, Mergelknollen, Steine usw.) beseitigt oder fein verteilt werden. Salze sollen auswittern und vom Regenwasser aufgelöst und weggeführt werden usw.

3. Das Formen und Trocknen der Ziegelwaren.

Das Formen der Ziegel geschieht von Hand oder mittels Maschinen. Bei der Handarbeit wird die plastische Tonmasse in oben und unten offene Formen (Fig. 16) gedrückt und gestrichen, welche um das Schwindmaß ($\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{7}$) größer sein müssen als der fertige Ziegel. Ein Anhaften wird durch Benetzen mit Wasser (auch Öl) oder durch Aussanden verhindert (Wasserstrich, Sandstrich).

Bei der Maschinenformerei wendet man Naß- oder Trockenformerei an. Bei der ersteren erzeugen sog. Strangpressen einen fortlaufenden Tonstrang, der nachher in einzelne Ziegel zerschnitten wird. Bei der letzteren wird pulverförmiger Ton auf trockenem Wege und mit entsprechend hohem Druck zu Ziegeln gepreßt. Für verwickeltere Formen und zum Nachpressen halbtrockener Fabrikate verwendet man auch Kniehebelpressen, Revolverpressen u. dgl.

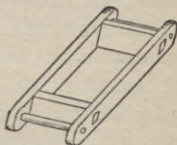


Fig. 16. Handform für Ziegel.

Bei Handformerei stellt ein Arbeiter täglich etwa 2500 bis 3000 Steine her, während durch eine Strangpresse in einem Tage 10 000 Stück und mehr gefertigt werden. Bei der letzteren erhält der Ziegel seine Gestalt durch die Form des Mundstückes (gewöhnliche Ziegel, Formsteine, Hohlziegel, Rohre). Dieses ist innen mit einer Schuppenbewässerung versehen. Hohl- oder Lochsteine werden mittels eingesetzter Dorne geformt. Die Tonmasse wird durch dieses Mundstück durch Schrauben (Tonschneider), Walzen oder Kolben gepreßt.

Sehr glatte Oberflächen erhält man in geölten glatten Formen aus Eisen oder Bronze, sowie durch nachträgliches Beschneiden der lederharten Steine. Engobierte Steine werden durch Überziehen der nach-

WIAZEM STROPIW ARCHIT
PRZY AKADEMII GÓRNI
W KRAKOWIE

gepreßten und beschnittenen Oberflächen der Steine mit einem dickflüssigen, edleren Tonschlamm hergestellt. Sie sind wetterfester als andere Steine und lassen Staub und Schmutz nicht so leicht anhaften. Verblendsteine werden aus besonders gleichmäßig durchgearbeitetem besserem Ton meist als Lochsteine hergestellt. Verzierte Profilsteine, Ecksteine und Terrakotten formt man in Gipsformen. Klinker werden aus schwer schmelzbarer, gleichmäßiger Tonmasse geformt und bis zur Sinterung (1200°) gebrannt, so daß die Poren gut ausgefüllt werden. Mosaikplatten (z. B. Mettlacher) stellt man auf ihrer Oberfläche aus einer dünnen Schicht sich farbig brennender oder gefärbter Tonmasse her, welche auf einer weniger wertvollen Tonunterlage unter hohem Druck aufgepreßt wird.

Ehe naßgeformte Steine in den Ofen gelangen, müssen sie gehörig vorgetrocknet werden. Das Trocknen muß nach und nach und von allen Seiten gleichmäßig erfolgen, damit der Stein nach allen Richtungen gleichmäßig schwindet und seine Form behält. Zum Trocknen wird vielfach die Abhitze der Brennöfen ausgenutzt. Für den Winterbetrieb und für bessere Waren sind auch besondere Trockenanlagen in Gebrauch.

4. Das Brennen der Ziegel.

Das Brennen der Ziegel geschieht in Öfen mit unterbrochenem oder beständigem Betriebe. Der Form nach sind die Öfen stehende oder liegende. Nach der Richtung der Heizgase unterscheidet man Öfen mit aufwärts, waagrecht oder abwärts gerichteter Flammenführung. Im letzteren Falle schlagen die Heizgase hinter einer Wand gegen die gewölbte Ofendecke und werden durch Öffnungen in der Sohle des Brennraums nach dem Fuchs

abgeführt, so daß die heißesten Gase mit den oberen nicht belasteten Steinen zusammenkommen, wodurch eine Formveränderung derselben verhindert wird. Die Brenntemperatur ist je nach Beschaffenheit der Tonmasse und je nach den an die hergestellten Ziegel zu stellenden Anforderungen verschieden und schwankt zwischen 800 und 1200° C. Öfen für unterbrochenen Betrieb sind die Feldbrand- und Meileröfen, die stehenden, oben offenen oder überwölbten deutschen Öfen, die Kasseler Öfen. Die Feldbrandöfen erfordern kein Anlagekapital, da sie aus den zu brennenden Steinen errichtet werden, ergeben aber viel zu schwach oder zu scharf gebrannte Steine u. dgl. Öfen für beständigen Betrieb sind der Hoffmannsche Ringofen, der Ringofen mit oberem Rauchabzug, der Kammerringofen, der Gaskammerofen von Mendheim, der Bocksche Kanalofen.

Die Erfindung des Ringofens stellt einen gewaltigen Fortschritt in der Ziegelindustrie dar. Der überwölbte Brennraum bildet hier einen in sich zurücklaufenden, geschlossenen, aus 12 bis 24 Kammern bestehenden Kanal, der heute in langgestreckter Form um den Fuchs und Schornstein angeordnet ist (Fig. 17). Jede Kammer ist mit einer Einkarrtür, mit Heizöffnungen in der Decke sowie mit einem durch ein Glockenventil zu schließenden Seitenfuchs versehen. Es wird immer nur eine Kammer durch Einwurf von Kohlenklein in die Heizöffnungen geheizt. Große Brennstoffersparnis wird dadurch erzielt, daß die zur Unterhaltung des Feuers nötige Luft gezwungen wird, durch eine größere Anzahl von Kammern mit fertig gebrannten Steinen zu gehen, welche sie abkühlt, während sie die in ihnen aufgespeicherte Wärme der im Brande befindlichen Kammer wieder zuführt. Auf der anderen Seite werden die Verbrennungsgase gezwungen, durch den Rest der Kammern zu gehen, die mit noch nicht fertig gebrannten Steinen besetzt sind, um diese vorzuglühen und vorzuwärmen, ehe sie ziemlich abgekühlt durch den Fuchs nach dem Schornstein entweichen können, denn erst in dieser letzten Kammer finden sie das Glockenventil geöffnet.

Alle anderen Glockenventile sind geschlossen, ebenso wie alle Türen der im Betriebe befindlichen Kammern vorübergehend vermauert sind. Die letzte Kammer ist mit einem vorgeklebten Vorhang aus grobem Papier verschlossen, um den Zutritt der kalten Luft von der andern Seite zu verhindern, welche den Zug beeinträchtigen würde. Nur zwei Kammern sind aus dem Betriebe ausgeschaltet, von denen die eine neu mit frischen Steinen besetzt wird, während aus der anderen die genügend abgekühlten, fertigen Steine ausgekarrt werden.

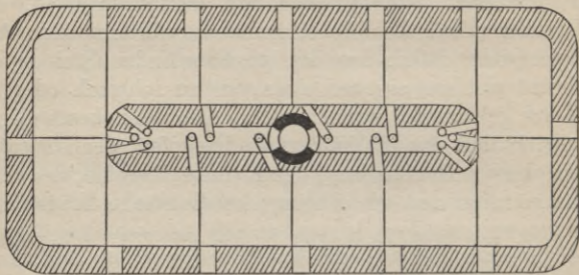


Fig. 17. Hoffmannscher Ringofen. Grundriß.

Oft, z. B. beim Brennen von Verblendern, sind die Öfen mit einem besonderen „Schmauchkanal“ versehen, durch welchen einer Kammer mit frischen Steinen zunächst von einer Kammer mit heißen, fertig gebrannten Steinen her heiße, trockene Luft zugeführt wird, um die letzte Feuchtigkeit auszutreiben.

Durch das Brennen wird die bisher in Wasser noch aufweiche Masse in einen unauflösbaren Zustand überführt und den Ziegeln diejenige Festigkeit verliehen, die sie zu Baustoffen geeignet macht. Gewöhnliche Ziegel werden nur gar gebrannt, sie bleiben porös, für Wasser und Luft durchlässig. Besten Nachweis für die Höhe der Ofentemperaturen bilden die Segerkegel, aus Kaolin und anderen Silikaten gemischte Körper mit nach

Nummern geordneten Schmelztemperaturen von etwa 590° bis 1890° C (Chemisches Laboratorium für Tonindustrie, Berlin).

Den Abschluß des Brennprozesses bildet das Kühlen. Bevor es beginnt, werden die Waren als Übergang der Nachglut unterworfen, durch welche eine gleichmäßige Farbe und bei Klinkern Zähigkeit erzielt wird.

5. Die verschiedenen Ziegelsorten.

Die gewöhnlichen Ziegel heißen Hintermauerungssteine. Das Normalformat ist $25 : 12 : 6,5$ cm. Für monumentale Gebäude verwendet man Steine im sog. Klosterformat: $28,5 : 13,5 : 8,5$ cm. Die zulässige Inanspruchnahme auf Druck soll bei gewöhnlichen Ziegeln 7 kg/qcm betragen.

Porige, leichte Steine erhält man durch Beimischung brennbarer Stoffe zu dem Ziegelgut.

Sie werden vielfach für Decken- und Gewölbekonstruktionen, Scheidewände und isolierende und feuersichere Verkleidungen, z. B. von Eisenkonstruktionen benutzt. Ihre zulässige Inanspruchnahme ist eine geringere (bis 3 — 6 kg/qcm).

Hohlsteine oder Lochsteine sind von rechteckigen, kreisförmigen und anderen Hohlräumen durchsetzt, so daß nur $1,5$ — $2,5$ cm starke Wandungen übrig bleiben.

Man verwendet sie für Wände auf Trägern, für unbelastete Gewölbe, Schornsteine und Decken, für letzteren Zweck in den verschiedenartigsten gestalteten Formen.

Klinker werden aus kalk- und sandhaltigem, schwer-schmelzendem Ton bei hoher Temperatur (1200°) bis zur völligen Verglasung gebrannt. Sie sind sehr fest und wasserundurchlässig. Die zulässige Beanspruchung beträgt 20 — 30 kg/qcm.

Man vermauert sie mit Zementmörtel (1 : 3) mit etwas Kalkmilchzusatz. Verwendung finden sie zu Pflaster, Ufermauerverblendung, Flüssigkeitsbehälter und für schwer belastetes Mauerwerk. Pflasterklinker müssen möglichst zähe sein.

Verblendsteine sind besonders sorgfältig aus ausgewähltem Material hergestellte Steine für die Ansichtsflächen von gleichmäßiger Farbe und Größe (Normalformat 252 : 122 : 69 mm). Sie werden meist als Lochsteine ausgebildet und als $\frac{4}{4}$ -, $\frac{3}{4}$ -, $\frac{1}{2}$ -, $\frac{1}{4}$ -, $\frac{3}{8}$ - und $\frac{1}{8}$ -Steine angefertigt. Die Durchlochung läuft parallel zu den Lagerflächen; nur an den Ecksteinen laufen die Durchlochungen senkrecht.

Kleinere Verblendsteine sind an den Innenflächen mit Rillen versehen, teils zur Schonung der Kanten, teils zur besseren Haftung des Mörtels. — Für einfachere Formen hat eine Reihe sachverständiger Vereine eine größere Anzahl von Normalprofilsteinen festgesetzt, die von jeder größeren Ziegelei vorrätig gehalten oder schnell angefertigt werden.

Engobierte Steine wurden bereits weiter oben erwähnt.

Glasuren werden auf Tonwaren aufgebracht, um das Aussehen zu verbessern, um Wasserundurchlässigkeit zu erhalten und besonders, um die Waren widerstandsfähiger gegen Witterungseinflüsse zu machen.

Die Glasuren sind entweder Metall-, namentlich leichtflüssige Bleiglasuren (z. B. für gewöhnliche Töpferwaren; — mit nennenswertem Bleigehalt für Koch- und Eßgeschirre verboten, weil gesundheitsschädlich), oder Erdglasuren (aus Kaolin, Kalk, Quarz und Alkalien), z. B. bei Porzellan und feiner Fayence. — Die einfachste Glasur erzielt man durch Einstreuen von Kochsalz in den glühenden Ofen (z. B. für Tonröhren). Sämtliche Öffnungen des Ofens werden dann zur Erzielung einer langsamen Abkühlung geschlossen. — Alle Glasuren müssen durchaus rissefrei sein, der Unterlage fest anhaften und denselben Ausdehnungskoeffizienten haben, wie die Grundmasse.

Zu den Formsteinen zählen außer den bereits erwähnten Normalprofilsteinen Keilsteine für Bögen, Brunnen, Schornsteine, Drainrohre, Ofenkacheln, die verschiedenen Ziegel zum Eindecken der Dächer (Bieberschwänze, Strangfalzziegel, Falzziegel, Firstziegel, Dachpfannen, Mönche und Nonnen usw.), sowie zahlreiche Arten von Ziegeln für ebene, massive Decken (z. B. von Förster, Eggert, Westphal usw.), auch die sog. „Drahtziegel“ von Stauß und Ruff in Kottbus (mit kreuzförmigen Ziegelstücken verkleidetes Drahtgewebe zur Aufnahme von Putz für feuersichere Verkleidungen).

Terrakotten sind künstlerisch ausgebildete Tonwaren aus gutem Material mit schönen Farben, die als Bauornamente die weiteste Anwendung finden (Ernst March Söhne, Charlottenburg; Ullersdorf; Siegersdorf usw.).

Schamottesteine werden aus feuerfestem Ton und Schamotte mit der Hand geformt und nach langsamem, vorsichtigem Trocknen bei heller Weißglut gebrannt.

Schamotte ist bereits gebrannter und dann gemahlener feuerfester Ton. Sie wird zur Verminderung des Schwindens und Reißens zugesetzt. Statt Schamotte werden auch gemahlene Porzellankapselscherben verwandt. Man verwendet Schamottesteine zur Ausmauerung von Öfen, Herden, Hochöfen, Ringöfen, Glasschmelzöfen usw.

Eine andere Art feuerfester Steine sind die Dinassteine, die aus etwa 98 v. H. Quarz und 1—2 v. H. Kalk bestehen. Sie sind hart und scharfkantig, widerstandsfähig gegen saure Schlacken, vertragen die höchsten Temperaturen, aber keinen Temperaturwechsel und keine Nässe. Sie finden für Stahlschmelzöfen, Schweißöfen, Porzellanöfen u. dgl. Verwendung.

6. Eigenschaften und Kennzeichen guter Ziegel.

Gute Ziegel sollen beim Anschlagen einen hellen Klang geben. Die Masse soll porös sein, körnig, gleichmäßig, ohne Steine, Kalkstücke oder Hohlräume, fest. Sie sollen nicht mehr als $\frac{1}{15}$ ihres Gewichts an Wasser aufsaugen. Sie dürfen keine Risse oder Sprünge besitzen und solche auch nicht erhalten, wenn man sie glüht und in Wasser taucht. Durch Frost oder starken Witterungswechsel dürfen sie nicht abblättern oder zerbröckeln, auch im Feuer nicht bersten. Zu schwach gebrannte Ziegel haben einen dumpfen Klang, keine Festigkeit und saugen begierig Wasser ein. Zu stark gebrannte Steine sind verglast, lassen sich schlecht behauen und werden leicht krumm. Für die Witterungsbeständigkeit gibt ein Überwintern im Freien einen guten Anhalt. Auf Frostbeständigkeit prüft man sie auch wie die natürlichen Steine, durch Sättigen mit Wasser, und wiederholtes Gefrierenlassen und Wiederauftauen. Auf Gehalt an löslichen Salzen prüft man die Ziegel durch wiederholtes Eintauchen in Wasser und Wiedertrocknenlassen. Solche Salze bilden später Ausblühungen und Auswitterungen, wodurch das Aussehen beeinträchtigt und das Mauerwerk zerstört werden kann. Die Salze können auch aus dem Mörtel oder dem Anmachewasser stammen.

Als gute Eigenschaften namentlich für Wohngebäude und Ställe ist die Luftdurchlässigkeit und die geringe Wärmeleitfähigkeit gebrannter Ziegel hervorzuheben. Die Rauigkeit der Flächen und das Vermögen Wasser einzusaugen, lassen den Mörtel vorzüglich haften. Eine gute Isolierung gegen Grundfeuchtigkeit ist notwendig.

E. Ungebrannte künstliche Steine.

Zur Herstellung künstlicher ungebrannter Steine

finden sämtliche unter den Mörtelbildnern aufgeführten Stoffe Verwendung, entweder für sich allein oder als Bindemittel zwischen den verschiedenartigsten Füllstoffen, wie Sand, Kies, Steingruß, Schlacke, Bimsstein, Korkabfällen, Asbest, Sägespänen usw. Hauptsächlich sollen sie entweder natürliche Steine oder gebrannte Ziegelsteine ersetzen.

Lehmsteine werden aus nassem Lehm mittels Handstrichs geformt und getrocknet. Sie finden namentlich für Innenwände, Fachwerkwände u. dgl. meist auf dem Lande Verwendung. Sie sind gegen Feuchtigkeit gut zu schützen und besitzen nur geringe Festigkeit, geben aber trockene und warme Räume.

Lehmpatzen haben in der Regel ein größeres Format. Der Lehm wird hier mit Strohabfällen, Häcksel, Flachs- und Hanfscheben u. dgl. gemischt.

Rheinische Schwemmsteine bestehen aus 9 R.-T. Bimssand und 1 R.-T. Kalk in Form von Kalkmilch. Die in verschiedenen Größen geformten Steine müssen 4—6 Monate trocknen und erhärten. Die zulässige Druckbeanspruchung beträgt 3 kg/qcm. Sie sind sehr leicht, trocken, feuer- und schwammsicher und witterungsbeständig. Man verwendet sie zu leichten Decken und Wänden sowie zu Fachwerkbauten.

Kalksandziegel werden auf zwei Weisen hergestellt. Die einen erhärten an der Luft, die anderen, auch Hartziegel genannt, unter Einwirkung von Dampf mit oder ohne Druck. Die ersteren werden aus grobem Sande oder aus Kies und Sand und 15—20 v. H. Kalk gefertigt und 3—4 Wochen an der Luft getrocknet, wobei der Kalk zu kohlensaurem Kalk erhärtet. Sie sind nicht sehr widerstandsfähig gegen Schlag und Stoß. Meist werden heute Hartziegel hergestellt mit 10 v. H. Kalk, wobei

man Wasserdampf auf die Mischung der Rohstoffe oder auf die gepreßten Ziegel (10—12 Stunden) wirken läßt. Die Steine erhärten hier schon in 3—4 Tagen unter Bildung von kieselurem Kalk. Sie sind frostbeständig, wenig Wasser aufsaugend, feuersicher, aber besser wärmeleitend als gebrannte Ziegel.

Die Farbe ist grauweiß. Ein Normalstein wiegt 3,5—3,7 kg. Die Steine haben sich für Uferbauten, auch für Wasserbauten am Meere gut bewährt und sind für Staatsbauten zugelassen. Kalksandsteinmauerwerk in Kalkmörtel kann mit bis 7, solches in Kalkzementmörtel (1 Zement, 2 Kalk, 6—8 Sand) mit 12—15 kg/qcm auf Druck beansprucht werden.

Schlackensteine werden erhalten, indem man die flüssige Hochofenschlacke in gußeiserne Formen laufen, hier erstarren und dann in Öfen glühen und langsam abkühlen läßt (Steine für Grundbauten, Pflastersteine — braun bis schwarz), oder indem man granulierten Schlackensand 4 : 1 mit Kalk mischt und Steine daraus formt. Die erhaltenen Steine sind fest, sehr porös, dauerhaft und tragfähig und auch unter Wasser verwendbar.

Auch hier ist die Farbe weißgrau. Als Mörtel verwendet man Kalk mit Schlackensand. Aus solchen Steinen hergestellte Wohnungen können gleich bezogen werden.

Zementsteine von vorzüglicher Festigkeit und Dauerhaftigkeit erhält man aus Sand oder Kies und langsam bindendem Zement als Bindemittel. Sie werden in Formen gestampft oder gegossen. Mauersteine, Treppenstufen, Rohre, Durchlässe, Dachsteine, Fußboden- und Fußwegplatten usw. und ebenso große Blöcke für Wasserbauten werden auf diese Weise hergestellt.

Kunststeine (Kunstsandstein, Kunstkalkstein usw.) der verschiedensten Art werden aus zerkleinerten bzw. gemahlenden Abfällen natürlicher Gesteine mit verschiedenen Bindemitteln hergestellt und bilden oft einen guten

Ersatz der natürlichen Steine, werden auch wie diese bearbeitet bzw. geschliffen und poliert (Treppenstufen, Fensterbänke, Wandbekleidungsplatten, Bauornamente usw.). Sie sind den natürlichen Steinen oft täuschend ähnlich, fest und dauerhaft und haben sich bisher sehr gut bewährt.

Asbestzementsteine (Asbestzementschiefer, Eternit — Deutsche Eternitges. Hamburg) sind Zementsteine, denen Asbest in Form von Pulver und Fasern beigemischt ist, und die unter sehr hohem Druck hergestellt sind. Sie sind fest, elastisch, leicht, frost- und wetterbeständig, wasserundurchlässig, schlecht wärmeleitend und feuersicher.

Man fertigt sie als Dachschiefer $3\frac{1}{2}$ mm stark, als größere Tafeln von 4—20 mm Stärke für Wand- und Deckenverkleidungen sowie mit Holzurnieren versehen als Eternitholz für Türen, Vertäfelungen usw.

Andere künstliche Steine sind künstlicher Marmor, Marmorzementstein, Stucco lustro, Gipsbetonsteine, Gipsdielen mit und ohne Schilf- oder Rohreinlagen, schlecht wärmeleitend, feuersicher, sägbar und nagelbar.

Magnesiazementstein erhält man aus 2 T. gebrannter Magnesia und 1 T. 80prozentiger Chlormagnesiumlösung. Die Masse erhärtet rasch zu einem weißen, sehr harten und dichten Stein.

Xylolith oder Steinholz (von Otto Senning & Co., Potschappel bei Dresden) wird aus Sägespänen oder Sägemehl und einem Bindemittel hergestellt und unter hohem Druck geformt. Es vereinigt die Vorzüge von Stein und Holz, ist leicht bearbeitbar, feuer-, schwamm- und fäulnissicher und eignet sich gut zu Fußboden- und Treppenstufenbelag sowie für Wandbekleidungen. Die Unterlage muß vollkommen trocken sein.

Korksteine werden aus zerkleinerten Korkabfällen hergestellt. Weiße Korksteine erhalten ein tonigkalkiges Bindemittel. Sie haben ein spezifisches Gewicht von 0,3, geringe Tragfähigkeit, sind sehr schlechte Wärmeleiter, lassen sich leicht zerteilen und befestigen. Schwarze Korksteine haben Steinkohlenpech u. dgl. als Bindemittel, sind schwerer (spez. Gew. = 0,56), fester und etwa 40 v. H. teurer als weiße, und werden mit Zement oder Asphaltmörtel auch an feuchten Orten vermauert, während die weißen nur an trockenen Orten und bei mäßigen Temperaturen verwandt werden und mit Gips als Mörtel vermauert werden.

Korksteine werden als Ziegel, Platten, Schalen usw. geformt und finden zu isolierenden und feuerschützenden Umantelungen hauptsächlichste Verwendung.

III. Das Holz.

1. Bau und Wachstum der Pflanzen.

Alle Pflanzen bestehen aus Organen (Wurzel, Stengel bzw. Stamm, Blätter, Blüte, Frucht). Jeder Pflanzenteil besteht aus lauter rundlichen oder länglichen, etwa 0,01—0,1 mm großen Zellen (Fig. 18), welche wachsen, Nahrung aufnehmen und sich vermehren, d. h. leben. Eine Zelle besteht aus Zellsaft und Bildungsstoff (Protoplasma), meist außerdem aus Zellhaut und Zellkern.

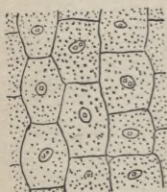


Fig. 18.
Pflanzenzellen.

Der farblose, schleimige, eiweißähnliche, stickstoffhaltige Bildungsstoff füllt jüngere Zellen vollständig aus und zieht sich in älteren an die Wandungen zurück. Nur Zellen mit Bildungsstoff sind lebende; ohne denselben sind sie tot (Holz). Die Zellhaut ist ein dünnes, elastisches, von Flüssigkeiten und

Gasen durchdringbares Häutchen. Nach und nach lagert der Bildungsstoff neuen Zellstoff auf die Zellhaut ab und verdickt dieselbe. Die junge Zellhaut besteht aus reiner Zellulose ($C_6H_{10}O_5$) und wird später oft zu Holz, Kork u. dgl. umgewandelt. Der Zellsaft dient vorwiegend als Lösungs- und Transportmittel der Aufbaustoffe (Zucker, Gerbsäure u. dgl.).

Wachstum und Vermehrung der Pflanzen geschieht durch Neubildung und Vermehrung der Zellen, und zwar meist durch Zellteilung, wobei Zellgewebe entstehen, die man in Füllgewebe und Fasergewebe unterscheidet.

Nach der Bedeutung für die Pflanze gibt es: 1. Teilungs- oder Bildungsgewebe aus dünnwandigen, saft- und bildungsstoffreichen Zellen, die sich vielfach teilen. Von ihm geht alles Wachstum aus. Es findet sich z. B. zwischen Holz und Bast der Bäume (Kambiumschicht). 2. Das Dauergewebe aus dickwandigen Zellen, deren Bildungsstoff verbraucht ist, und die sich deshalb nicht weiter teilen (tote Zellen). Es dient zum Schutze und zur Stütze anderer Pflanzenteile.

Die Gewebearten vereinigen sich zu Gewebesystemen.

Das Hautgewebe enthält Spaltöffnungen, die durch Schließzellen gebildet werden. Sind diese reichlich mit Flüssigkeit gefüllt, so öffnen sie den Zugang zu der darunterliegenden Atemhöhle.

Das Stranggewebe ist am verbreitetsten in den Gefäßbündeln. Jedes Gefäßbündel besteht aus einem Holzteil und einem Bastteil, oft noch aus der dazwischenliegenden Kambiumschicht. Fehlt das Kambium, so heißt das Gefäßbündel geschlossen (bei den einkeimblättrigen Pflanzen, z. B. den Palmen), ist es vorhanden, offen (bei den zweikeimblättrigen Pflanzen, z. B. den Nadel- und Laubböhlzern).

Die Gefäße entstehen aus aneinander gereihten Zellen durch Auflösung der Zwischenwände. Der Holz-

teil besteht aus dickwandigen Holzzellen und Holzgefäßen und aus dünnwandigen Füllgewebezellen, der Bastteil aus langgestreckten, sehr dickwandigen, zähen und geschmeidigen Bastzellen, Bastgefäßen oder Siebröhren und Bastfüllgewebezellen. Der Holzteil ist vornehmlich zum Wassertransport bestimmt, der Bast führt die eiweißhaltigen Stoffe in die einzelnen Organe. Die Zellen des Kambiums sind saftreich und während des ganzen Sommers in beständiger Teilung begriffen. Sie bilden nach innen immer neues Holz (Splintholz), nach außen neuen Bast. Die Folge hiervon ist ein beständiges Dickenwachstum der Pflanzen mit offenen Gefäßbündeln.



Fig. 19. Palme.
Querschnitt.

Bei den einkeimblättrigen Pflanzen liegen die Gefäßbündel zerstreut im Grundgewebe (Fig. 19), während sie bei den zweikeim-

blättrigen Pflanzen (Laub- und Nadelhöl-

zern) zu einem Kreise geordnet sind (Fig. 20). Das Kambium der letz-

teren schließt sich zu einem Zylinder zusammen. Da die Teilung des Kambiums im Frühjahr lebhafter ist als im Herbst und im Winter ganz ruht, so entstehen Zylinder bald von weicherem, großzelligem, vielfach auch hellerem (Frühjahr), bald von dichterem, kleinzelligem, oft auch dunklerem Holze (Sommer, Herbst), die im Querschnitte als Jahresringe hervortreten. Der Holzteil der Gefäßbündel verdrängt bei den Holzbäumen das Grundgewebe mehr und mehr. Es findet sich später nur noch als Mark, als Rinde und



Fig. 20. Laub- und Nadelholz. Querschnitt.
M = Mark, G = Gefäßbündel, K = Kambium, S = Markstrahlen, R = Rinde.

zwischen den Gefäßbündeln als Markstrahlen, die zuerst mit dem Mark in Verbindung stehen.

Die Markstrahlen bilden im Halbmesserschnitt die sog. Spiegel aus dickwandigen, rechteckigen, quer zu den Gefäßbündeln aneinandergereihten Zellen. Sie sind oft heller, härter und glänzend und treten beim Eichenholz besonders, sowie beim Buchenholz sehr deutlich hervor. Sehr fein sind sie immer beim Nadelholz.

2. Bestandteile, Wachstum und Gefüge der Hölzer.

Das Holz besteht hauptsächlich aus C, H und O. Sehr geringe Mengen von Eiweißkörpern sind im Holz enthalten, ferner die Kohlenhydrate: Stärke, Dextrin, Zucker, sowie Gerbstoffe, Harze und Öle usw. Die Saftstoffe, besonders die Eiweißstoffe, zersetzen sich am leichtesten, während Gerbstoffe (Eiche, Fichte), Harze (Kiefer) und Öle erhaltend wirken.

Die Asche des Holzes besteht aus den mineralischen Bestandteilen desselben und beträgt 0,1—0,5 v. H. vom lufttrockenen Gewicht. — Lufttrockenes Holz hat 25—60 v. H. seines Wassergehaltes verloren. Dieser beträgt im lufttrockenen Zustande immer noch 10—20 v. H. des Gesamtgewichts.

Das Holz der Nadelbäume wird fast ausschließlich aus langgestreckten sog. Tüpfelzellen zusammengesetzt (Fig. 21). Die verdickte Zellwand wird hier in den Tüpfeln nur aus einer feinen Zellhaut gebildet, durch welche der Austausch der Flüssigkeiten und der darin gelösten Stoffe stattfindet. Gefäße fehlen dem Nadelholze, sind dagegen dem Laubholze eigentümlich und bei Eiche und Esche mit bloßem Auge deutlich zu erkennen. Sie vermitteln den Luftaustausch.

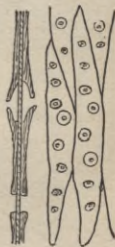


Fig. 21. Tüpfelzellen. Ansicht und Schnitt.

Die Bäume entnehmen ihre Nahrung durch die Wurzeln der Erde und durch die Blätter der Luft. Durch die Wurzeln werden Wasser und darin aufgelöste organische und mineralische Stoffe aufgenommen. Durch die Blätter wird der gesamte Kohlenstoff in der Form von Kohlensäure aufgenommen, während der Sauerstoff wieder ausgeatmet wird.

Jahresringe. In demselben Stamme wechselt die Breite der Jahresringe meist nach Alter und veränderten Wachstumsbedingungen; auch derselbe Jahresring ist an verschiedenen Stellen oft verschieden breit. Nach der Breite der Jahresringe unterscheidet man grob- (Esche) und feinjähriges Holz (Kiefer). Das ältere Holz ist in der Regel mehr verdichtet, trockener und oft dunkler gefärbt. Man nennt es Kernholz, während das äußere, jüngere saftreicher und meist heller ist und Splintholz heißt. Die Grenze zwischen Kernholz und Splintholz ist bald scharf und deutlich (Ulme, Eiche, Kiefer), bald undeutlich und kaum bemerkbar (Ahorn, Hainbuche).

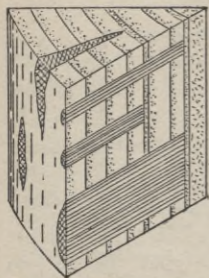


Fig. 22. Eiche. Querschnitt u. Radialschnitt.

Ein Querschnitt durch den Stamm zeigt das **Hirnholz** (Fig. 22). In der Mitte befindet sich das **Mark**, welches immer mehr eintrocknet und zusammenschrumpft (**Markröhre**). Es folgen dann die **Markstrahlen**, die **Jahresringe**, das **Kambium**, der **Bast** und die **Rinde**. Vom Mark laufen in Richtung des Halbmessers die **Markstrahlen**. Nach dem Stande der Poren unterscheidet man „ringporige“ Hölzer (Eiche, Esche, Ulme) und „zerstreutporige“ (Buche, Birke).

„ringporige“ (Eiche, Esche, Ulme) und „zerstreutporige“ (Buche, Birke).

Der Halbmesserschnitt zeigt das durchschnittene Frühjahrs- und Herbstholz als parallele, fast gerade verschiedenfarbige Streifen. Die Markstrahlen erscheinen hier als unregelmäßige, glänzende Flecke, Spiegel genannt (Buche, Eiche). Bei den Nadelhölzern sind sie nicht zu erkennen.

Der Sehnenschnitt, parallel zur Achse, zeigt den Durchschnitt der Jahresringe, namentlich in der Nähe der Mittellinie, als mannigfaltig verlaufende Linien (Fig. 23), während nach beiden Seiten hin die Linien mehr parallel verlaufen. Bei den letztgenannten beiden Schnitten erscheinen die Flächen als „Langholz“ (Seitenflächen der Balken, Bretter, Furniere).

Feines Holz läßt auf dem Schnitt die Einzelheiten des Baues des Holzes gar nicht oder nur unvollkommen unterscheiden. Im anderen Falle heißt es grob. Hölzer mit vielen, feinen Markstrahlen haben in der Regel gerade und parallele Fasern und lassen sich leicht spalten (Nadelhölzer), ebenso Hölzer mit großen, kräftigen Markstrahlen. Hölzer mit breiten, kurzen, bauchigen Markstrahlen sind dagegen schwer zu spalten und zu bearbeiten. Hölzer mit wellenartig oder in Verschlingungen verlaufenden Fasern (Masern) liefern kein Bauholz, dagegen wertvolle Furniere u. dgl. (Nußbaum, Birke, Ulme, Ahorn, Mahagoni). — Man unterscheidet ferner langfaseriges Holz, welches beim Zerbrechen lange Splitter gibt, und kurzfaseriges (Rot- und Weißbuche). — Feinfaserig sind Ahorn, Birke, Erle, Weide; grobfaserig Eiche und Ulme.



Fig. 23.
Sehnenschnitt.
Fichte.

3. Alter, Krankheiten und Fehler der lebenden Bäume.

Alter. Eichen werden 1000—1500 und mehr Jahre alt, Linden über 1000 Jahre, ebenso alt zuweilen Fichten und Tannen, Buchen 400 Jahre usw. In den meisten

Fällen gehen die Bäume früher ein, da sie von vielen Krankheiten heimgesucht werden.

Fäulnis zeigt sich sowohl bei den lebenden Bäumen wie bei dem daraus gewonnenen Holze. Sie wird durch Wucherung mikroskopischer Spaltpilze (Bakterien) eingeleitet, welche das Holz zerstören, indem sie sich von den Bestandteilen desselben, namentlich des Saftes, ernähren. Zur Entwicklung der Spaltpilze ist Feuchtigkeit und eine Temperatur von $+10-40^{\circ}$ erforderlich.

Man unterscheidet: Stock-, Kern-, Splint-, Ring- und Astfäule; ferner Rot- und Weißfäule. — Andere Krankheiten sind der Brand, der Grind, der Krebs, die Zopfkrankheit, die Baumdarre und die Brüchigkeit.

Beim Drehwuchs verlaufen die Fasern schraubenförmig. Solche Bäume zeigen gewundene Längsrisse auf der Rinde. Das Holz wirft sich stark und reißt leicht. Hiermit verbunden ist namentlich bei Tannen und Fichten oft eine Verwerfung der Jahresringe, wobei diese auf der einen Seite sehr breit, auf der anderen sehr schmal sind. Kernrisse (Spiegelklüfte) und Strahlenrisse verlaufen in Richtung des Halbmessers, erstere vom Kern nach dem Splint, letztere umgekehrt mit abnehmender Breite. Sie entstehen durch Zusammenschrumpfen des Holzes. Bäume an der Waldesgrenze zeigen häufig Waldrisse. Windklüfte entstehen bei starken Bewegungen des Baumes durch Stürme während des Wachstums und bilden eine konzentrische Trennung der Jahresringe. Solches Holz stockt und fault leicht. Frostrisse und Eisklüfte bilden quer durch den Stamm, aber nicht in Richtung der Markstrahlen gehende Spalten. Beim Überwachsen derselben zeigt die Rinde längliche Wulste. Astknoten entstehen an Ästen, die

allmählich in den Baumstamm eingewachsen sind (Buchen, Eichen, Fichten, Tannen).

Wurm- und Raupenfraß ist beim lebenden Baum stets ein Zeichen eines krankhaften Zustandes. Insekten und deren Larven bohren sich entweder nur bis in die Kambiumschicht oder bis in das Splintholz, auch in das Kernholz, wobei sie dem Saft folgen und das Holz in Holzmehl verwandeln. Harzreiches oder von ätherischen Ölen durchzogenes Holz wird meist verschont. Durch Raupenfraß wird meist nur die Belaubung zerstört.

4. Kennzeichen der Güte eines lebenden Baumes.

Junge, gesunde Bäume haben eine feine, glatte, gleichmäßig gefärbte Rinde, welche bei älteren gleichmäßig mit Rissen und Runzeln versehen und ohne Flechten- und Moosansatz ist, bei Kiefern an den erhabenen Stellen grau, in den Vertiefungen lebhaft rötlich mit Grau vermischt, bei Buchen glatt und aschgrau. Kranke Bäume zeigen eine runzelige, zusammengetrocknete und mit Querrissen versehene Rinde, die sich oft leicht von den Wurzeln ablösen läßt oder mit Wulsten, Narben, Flecken, Schwämmen, Flechten, Moosen oder mit Harztropfen versehen ist. Gesunde Nadelhölzer sind schlank und gerade, gesunde Laubhölzer nur wenig gekrümmt und nach oben allmählich verjüngt. Gesunde Bäume haben einen hohen, frisch und dicht belaubten Wipfel, lebhaft grün gefärbtes, frisches Laub, das erst spät im Herbst abfällt, gleiche Blattausbildung, frische starke Triebe mit glänzender Schale, biegsame Zweige und Äste, frische, saftige Wurzeln ohne Knollen. Sie geben beim Anschlagen mit einem Holzhammer auf eine entrindete Stelle an der Südseite einen hellen Ton. Von

der inneren Beschaffenheit eines Stammes verschafft man sich auch dadurch Kenntnis, daß man ihn anbohrt und die Bohrspäne untersucht. Das Bohrloch wird dann wieder mit einem Holzkeil geschlossen.

5. Allgemeine und technisch wichtige Eigenschaften der Hölzer.

Die Eigenschaften sind abhängig vom Gefüge, Wachstum, Standort, Alter, von Krankheiten, Fehlern u. dgl. Für die Verwendbarkeit ist auch die äußere Gestalt und die Zahl der Äste von Bedeutung. Nadelhölzer haben meist einen geraden, fast zylindrischen und ziemlich astfreien Stamm.

Spezifisches Gewicht der Hölzer*).

Sehr schwere Hölzer: Sp. Lufttrockengewicht 1,35—1,00	Schwere und mittel- schwere Hölzer: Sp. Lufttrockengewicht 0,98—0,62	Leichte und sehr leichte Hölzer: Sp. Lufttrockengewicht 0,53—0,40
Pockholz Ebenholz Buchsbaumholz	Teakholz, Eiche, Buche, Weißbuche, Esche, Ulme, Birke, Lärche	Erle, Kiefer, Tanne, Fichte, Linde, Pappel

Spezifisches Gewicht. Dasselbe ist meist sehr groß bei tropischen Hölzern. Es ist größer bei Bäumen aus dem Norden, von der Nordseite des Reviers, von rauhen Höhen (mit schmalen Jahresringen), bei ringporigen Laubhölzern mit breiten Jahresringen, bei Bäumen von trockenem Standort und bei langsam gewachsenen Bäumen als bei solchen von der Südseite, von nassem Standort, bei solchen mit üppigem Wachstum. Ferner ist es bei Kernholz größer als bei Splintholz und

*) Bestimmungen über die bei Hochbauten anzunehmenden Belastungen und die Beanspruchungen der Baustoffe und Berechnungsgrundlagen für die statische Untersuchung von Holzbauten. Vom 31. Januar 1910. Berlin. Wilhelm Ernst & Sohn.

bei im Winter geschlagenem Holz 8—10 v. H. größer als bei im Sommer geschlagenem. Man unterscheidet das Grüngewicht des frischgefällten Holzes mit 45 v. H. Wasser, das Lufttrockengewicht mit 10—15 v. H. Wasser und das Darrgewicht des bei 110° getrockneten Holzes. 3)

Härte der Hölzer.

Steinhart sind	Sehr hart bis hart	Weich bis sehr weich
Pockholz Ebenholz <i>Heban</i> Buchsbaumholz <i>Buchsbaum</i>	Weißbuche, Esche, <i>Jasie</i> Ulme, Rotbuche, Eiche (Harthölzer) <i>3/4</i>	<i>oliva</i> Erle, Kiefer, Fichte, <i>sona</i> Tanne, Linde, Pappel (Weichhölzer) <i>sona</i>

Die Härte ist sehr wichtig für die Verarbeitung und für die Verwendung.

Sie ist groß bei Tropenhölzern, bei langfaserigem Holz, bei wellig verlaufenden Fasern, bei Kernholz (namentlich bei dunkler gefärbtem), bei dichtem und schwerem Holz, ebenso bei trockenem Holz; geringer bei Holz aus gemäßigttem Klima, bei kurzfasrigem, bei Splintholz, bei lockerem und leichtem, ebenso bei nassem Holz.

Spaltbarkeit. Der Widerstand gegen das Spalten ist um so größer, je schwerer und härter das Holz ist. Im Halbmesserschnitt ist die leichteste Spaltbarkeit vorhanden.

Sehr schwer spaltbare Hölzer	Schwer spaltbare Hölzer	Leicht spaltbare Hölzer	Sehr leicht spaltbare Hölzer
Pockholz, Ebenholz, Buchsbaum	Birke, Weißbuche, Akazie, Ulme, Esche	Erle, Espe, Weide, Linde, Rotbuche, Tanne, Fichte, auch Lärche, <i>Waldes</i> Kiefer, Eiche	Pappel

Harte Hölzer finden vorzugsweise für den inneren Ausbau, sowie Teile, die äußeren Angriffen besonders stark ausgesetzt sind, wie Schwellen u. dgl. Verwendung.

Balkenlagen, Dachstühle usw. werden in der Regel aus weichen Hölzern (Nadelhölzern) hergestellt.

Die Elastizität ist bei den verschiedenen Holzarten verschieden, sie hängt auch vom Bau, vom Klima, vom Standort (Bodenbeschaffenheit) und vom Wassergehalt des Holzes ab. Die Elastizitätszahl ist z. B. bei Kiefernholz $E = 100\,000$.

Sehr elastische Hölzer	Elastische Hölzer	Ziemlich elastische Hölzer	Schwach elastische Hölzer
Ebenholz, Teakholz, Gem. Akazie, Silberahorn	Birke, Espe, Linde, Nußbaum	Gem. ^{Klein} Ahorn, Esche, Buche, Eiche, Fichte	Erle, Hainbuche, Lärche, Tanne, Kiefer, Pappel

Biagsamkeit, Zähigkeit, Sprödigkeit. Frischgefälltes Holz ist biegsamer als lufttrockenes, letzteres biegsamer als gedörrtes. Die Biagsamkeit läßt sich durch Erwärmen, warmes Wasser oder Wasserdampf bedeutend erhöhen, wodurch auch die dauernde Formänderung befördert wird (Wiener gebogene Möbel, Faßreifen). Erhöht wird die Biagsamkeit auch dadurch, daß man die Oberfläche des zu krümmenden Holzes mit Wasser begießt, die Unterfläche durch ein Kohlenfeuer erwärmt. Zähigkeit nennt man die weitgehende Biagsamkeit; Sprödigkeit ist geringe Zähigkeit.

Buchen- und junges Eichenholz ist biegsamer als Tannen- und Fichtenholz. Zu den zähesten Hölzern gehören junge Stämme und Schößlinge von Weiden (Flechtweiden), Haselnuß, Birken, sowie Fichtenäste und Kiefernwurzeln. Spröde sind alte Eichen, Erlen, Rotbuchen usw.

Die Zugfestigkeit der Hölzer ist im allgemeinen größer als die Druckfestigkeit. Die Schubfestigkeit parallel zur Faserrichtung ist sehr gering, nämlich nur etwa 6 bis 8 kg/qcm bei Nadelhölzern. Die Festigkeit des Holzes ist um so geringer, je nasser das Holz ist; besonders ver-

größert sich die Druckfestigkeit mit dem Austrocknen.

Die Wärmeausdehnung des völlig trockenen Holzes ist äußerst gering, nämlich für 1 m Länge und für eine Erwärmung um 1° C nur 0,000 0035.

Festigkeit.

Holzart	Elastizitätszahl	Festigkeit für			Zuläss. Beanspruchung für		
		Zug kg/qcm	Druck kg/qcm	Biegung kg/qcm	Zug kg/qcm	Druck kg/qcm	Schub*) kg/qcm
Kiefer	100 000	920	400	600	100—120	60—80	10—15
Fichte	100 000	775	350	510	80	50	6—8
Tanne	100 000	950	450	550	60	50	6—8
Lärche	100 000	1000	520	675	90	80	10
Buche	180 000	1200	350	700	100	80	20
Eiche	100 000	950	480	650	100—120	80—100	15—20

Dauerhaftigkeit.

Die Dauerhaftigkeit des Holzes hängt ab vom Gefüge und Saftgehalt, vom Standort des Baumes, vom spezifischen Gewicht, von der Fällzeit in Verbindung mit der nachfolgenden Behandlung, vom Ort der Verwendung und von der Temperatur. Am haltbarsten ist dichtes, schweres Holz, besonders festes Kernholz mit engen Jahresringen, Holz mit kräftig entwickeltem Herbstholz, dichtes Nadelholz mit genügendem Harzgehalt, Holz mit fetten und flüchtigen Ölen (Terpentin), Holz mittelstarker (nicht überständiger) Bäume, Holz von freiem und trockenem Standort. Leichter zerstört wird poriges, schwammiges Holz, Splintholz, Holz junger Bäume, saftreiches Holz (Erle, Weide, Birke, Buche, Eichensplintholz), Holz aus geschlossenem Revier, von nassem oder sehr fruchtbarem Boden, leichtes Holz.

Saftreiches Holz (Splintholz) ist besonders leicht dem Wurmfraß, der Fäulnis und dem Schwamm ausgesetzt; es

*) Schub parallel zur Faserrichtung.

wirft sich, schwindet und reißt stark und läßt durch die Risse leicht Nässe, Pilzsporen usw. in sein Inneres eindringen.

6. Fäulnis.

Die Zerstörungsursachen des Holzes im allgemeinen bestehen in den Wirkungen des Wassers, des Sauerstoffes der Luft sowie der Atmosphärien überhaupt, in der Wirkung chemischer Stoffe (Säuren, Basen), sowie hauptsächlich in der Ansteckung (Infektion) des Holzes durch Pflanzen oder Tiere.

Das Wasser löst nach und nach die Stoffe des Holzextraktes auf. Es bleibt Holzsubstanz zurück, bestehend in Zellulose (löslich in konzentrierter Schwefelsäure) und in Ligninstoff (löslich in Kali- oder Natronlauge). Der Sauerstoff der Luft wirkt oxydierend. Wasser, Luft wirken zusammen mit den Temperaturschwankungen, dem Gefrieren und Auftauen, wobei durch Volumenänderungen die Elastizität des Holzes beansprucht wird. Die Zerstörung des Holzes äußert sich hier besonders in Rissen und Sprüngen. Von chemischen zerstörenden Stoffen können Säuren z. B. in Gebäuden auftreten, in denen mit solchen gearbeitet wird; sodann bei Holz, welches imprägniert wurde. Hauptsächlich wird das Holz jedoch zerstört durch Bakterien, Schimmelpilze und eigentliche oder echte holzzerstörende Pilze.

Die Fäulnis des Holzes wird durch Bakterien oder Spaltpilze bewirkt, wobei die Holzextraktstoffe eine chemische Zersetzung erfahren. Namentlich die Eiweißstoffe (nur 3—6 v. H.) sind hierbei leicht zersetzlich, während Harze und Gerbstoffe erhaltend wirken. Bakterien wie Pilze wirken bei der Zerstörung des Holzes meist nacheinander oder abwechselnd. Sie können nur auftreten und gedeihen, wenn sie dem Holze in irgendeiner Form als Keime, Sporen oder Pilzgewebe (Mycel) zugeführt werden, und wenn eine bestimmte Temperatur,

sowie ein bestimmter Wassergehalt des Holzes vorhanden ist; daher schließt Trockenheit Fäulnis aus. Namentlich verlangen Bakterien geradezu nasses Holz.

Das Anlaufen tritt besonders bei in warmer Witterung gefälltem und mit der Rinde am Boden liegendem Holz auf, bei dem die Ausdünstung verhindert ist. Es äußert sich in einer Verfärbung namentlich des Splintes. Schnell ausgetrocknet läßt sich solch Holz für Bauzwecke meist noch verwenden. Die eigentliche Fäulnis ist Weißfäule (Trocken-, Splintfäule) oder Rotfäule (Naßfäule), die unter der Erde oft in Schwarzfäule übergeht. Die einzelnen Ausdrücke bezeichnen nur einen Zerstörungszustand, wie er durch verschiedene Ursachen hervorgerufen wird. Trockenfaules Holz fault natürlich nicht, sondern nur feuchtes. Trockenfaules Holz ist nach der Zerstörung ausgetrocknet. Ähnliche Bezeichnungen sind: Staubige Verwesung, Rotstreifigkeit, Vermucken, Vergrauen, Bräunung, Blauwerden, Grünfäule. Holz unter Wasser hält sich meist sehr gut, Eichenholz fast unbegrenzt; es wird durch Einwirkung von Eisengehalt des Wassers auf die Gerbsäure schwarz.

7. Hausschwamm und andere Pilze*).

Zu unterscheiden sind Schimmelpilze und echte Holzzerstörer. Schimmelpilze sind niedrig organisierte Pilze, meist ohne deutliche Fruchträger. Sie erfordern sehr feuchtes Holz, zerstören allein für sich hauptsächlich nur den Holzextrakt und nur wenig die Holzsubstanz (Zellulose, Lignin), wachsen bei gesundem Holz nur an der Oberfläche und zeigen wenig sichtbares Pilzgewebe (Luftmyzel). Echte Holzzerstörer sind höher organisierte Pilze mit meist deutlichen Fruchträgern. Sie erfordern mäßig feuchtes Holz, zerstören nicht nur den

*) Dr. Carl Mez. Der Hausschwamm.

Holzextrakt, sondern spalten die Holzsubstanz und verzehren Anteile derselben, wachsen bei gesundem Holz auch in die Tiefe und besitzen mitunter viel Luftmyzel.

Schimmelpilze können von der Fällung an bis zum Verschwinden des letzten Restes an Holz gedeihen. Sie zerstören zwar meist nur den Holzextrakt, vermögen aber weiter zu gedeihen, wenn die Holzsubstanz z. B. durch höher organisierte Pilze eine Spaltung erfährt.

Die echten Holzzerstörer verzehren zwar auch einzelne Bestandteile des Holzextraktes (z. B. Zucker und Stärke), besitzen aber außerdem die Eigenschaft, die Verbindungen der Holzsubstanz (Zellulose, Ligninstoffe) zu spalten und einen Teil dieser Spaltungsprodukte zu Nahrungszwecken zu benutzen.

Meist wird ein ganz bestimmter mäßiger Wassergehalt verlangt. Das Luftbedürfnis ist meist ein sehr geringes. Luftmyzel wird durch Luftzug rasch getötet, während die Fruchträger gegen Luftzug weniger empfindlich sind. Unmittelbares Sonnenlicht wirkt ungünstig auf das Luftmyzel, dagegen scheint mittelbares Licht oder Halbdunkel für das Myzelwachstum besser zu sein als völlige Dunkelheit. Die Fruchträgerbildung scheint vom Licht begünstigt zu werden. Die beste Temperatur des Gedeihens (Optimum) ist z. B. bei *Merulius lacrimans* + 17 bis 19° C. Eine Temperatur von 10° über dem Maximum tötet schon in Minuten. Frosttemperatur tötet Hausschwamm-Myzel, bei anderen Pilzen ist dies nicht der Fall. Die Sporen keimen nur unter bestimmten Bedingungen und geben nur unter diesen Anlaß zur Bildung eines Pilzgewebes, des Myzels. Licht scheint zur Keimung nicht nötig zu sein; dagegen ist Sauerstoff hierzu nötig. Sporen vom Hausschwamm keimten noch nach 3 Jahren, nicht mehr nach 5 Jahren.

Bei jedem Pilze unterscheidet man zwei Hauptbestandteile: das Myzel (Pilzgewebe) und die Fruchträger. Das Myzel unterscheidet man in Holzmyzel und Luftmyzel. Das Holzmyzel besteht aus äußerst feinen Fäden (Hyphen), die in das Holz einzeln ein-

dringen und die Stelle der Wurzeln der höheren Pflanzen einnehmen.

Der echte Hausschwamm hat seine Bezeichnung, *Merulius lacrimans*, d. i. „weinend“, daher, daß seine Fruchträger eine Flüssigkeit (Tropfen, Tränen) absondern. Es ist ein ausgesprochener Holzpilz, der neben Holz auch auf Mauerwerk wuchert. Der Hausschwamm greift auch viele Stoffe an, auf denen er nicht dauernd gedeihen kann (Tapeten, Papier, Ölgemälde, Teppiche). Im Walde kommt er überhaupt nur selten vor.

Die Bildung der Fruchtkörper erfolgt nach zwei etwas verschiedenen Arten. Im ersten Falle werden sie am Ende von Myzelsträngen gebildet und sind dann fast stets von derber, oft dickfleischiger Beschaffenheit. Im zweiten Falle gehen hautartige Myzelbeläge in fruchtbaren Zustand über, wobei die Fruchtkörper die hautartige Beschaffenheit behalten. Beide Erscheinungsformen sind nur davon abhängig, auf welche Myzelform der Reiz zur Fruchtkörperbildung wirkt.

Die am Ende von Myzelsträngen entstehenden Fruchtkörper erscheinen als schneeweiße, kleine Flöckchen oder als schneeweiße, schimmelartige, aber beim Angreifen feuchte Gebilde aus Mauerritzen, Dielenspalten hervorkommend und sich später polsterartig ausbreitend. Jede Berührung bringt einen sich rasch schmutzig weinrot, später braun färbenden Eindruck hervor. An horizontalen Flächen breiten sich die Fruchträger pfannkuchenförmig, an vertikalen Flächen huf- oder hutförmig aus. Die jungen Fruchtkörper verlieren darauf ihr schimmel- oder flaumartiges Aussehen und werden deutlich fester und fleischig. Wo der Myzelstrang in die Tiefe führt, bilden sich bald (oft schon nach 24 Stunden) weiße, dann rötlich, endlich gelbbraun werdende Flächen, die sich rasch mit unregelmäßig hin und her gekrümmten Leisten bedecken. Der Rand des Pilzes wächst dabei immer weiter fort und bleibt weiß; er wird aus strahligem Myzel gebildet. Mit der Bildung der Sporen, welche tief gelbbraun gefärbt sind, wird das ganze Hymenium gesättigt gelbbraun; nur der Rand bleibt weiß. Die Sporen werden in sehr großer Menge

hervorgebracht. Beim Aufblasen erhebt sich der Sporenstaub wie eine Staubwolke, doch findet das Ausstreuen der Sporen auch bei ruhiger Luft meterweit statt.

Nur an der äußeren Luft kann der Schwamm zur Fruchtbildung gelangen. Dagegen ist Licht nicht notwendig. Zur Fruchtkörperbildung werden die Hauspilze durch die Austrocknung des Holzes veranlaßt.

Geht dem Pilz die Nahrung aus, so findet in den Fäden des Myzels sog. Gemmenbildung (Fig. 24) statt, wobei ihr Inhalt sich von Strecke zu Strecke zu-



Fig. 24.
Gemmen-
bildung
beim
Haus-
schwamm.

sammenzieht, so daß 10—15 μ lange*), mit Protoplasma gefüllte Abschnitte entstehen, welche durch leere Fadenschläuche voneinander getrennt sind. Bei jeder Berührung zerbrechen die Fäden, und die Gemmen lösen sich voneinander. Sie können jederzeit wie die Sporen wieder neue Myzelien hervorbringen. Die Bedeutung der Gemmenbildung für die Lebenshaltung des Hausschwammes ist eine sehr große; ihre Bildung dürfte erklären, daß Hausschwamm-Myzel in jahrelang trocken liegendem Holz nicht abstirbt.

Das Luftmyzel zeigt sich zunächst als schneeweißer Rasen. Es tritt in feuchten und vor Zug sehr geschützten Kellern manchmal als dicke, aber äußerst leicht verletzbare, allermeist schneeweiße, seltener mit einem rötlichen oder gelben Schein überlaufene Wucherung auf.

Beim Ernährungsmyzel dringen die feinen Fäden meist durch die Tüpfel in die Zellen und greifen die Wandsubstanz des Holzes überall gleichmäßig an

Auf der Oberfläche des Holzes wächst das Myzel außer in

*) 1 μ = 0,001 mm.

der oben beschriebenen locker-watteartigen, auch in einer dem Nährholz angedrückten, stark flächenartig oder hautartig ausgebildeten Form, die an luftabgeschlossenen Stellen, hauptsächlich in breit gelagerten weißen, rosa, gelblich oder grau gefärbten, häufig seidenartig schillernden Auflagen der Dielenunterseiten, auf eingebauten Balken usw. sich befindet (oft mehrere Meter Länge und Breite). Diese Myzelform wächst äußerst rasch.

Myzelstränge entstehen durch örtliche Zusammenziehung ausgebreiteter Hausschwammlager. Mit diesen Strängen durchwächst der Pilz für seine Ernährung ungeeignete Stoffstrecken, um irgendwo auf neues, noch nicht angegriffenes Holz zu gelangen, oder um Fruchtkörper zu treiben. Sie durchwachsen auch das Mauerwerk, die Zwischenbodenfüllungen und den Erdboden überall dort, wo Hausschwamm an Holz lebt.

Ernährungsbedingungen. Gegen übermäßige Feuchtigkeit ist Holzschwamm empfindlicher als gegen das Austrocknen des von ihm befallenen Holzes. In sehr großer Nässe wird man niemals Holzschwamm finden.

Günstig für die Vegetation ist eine zeitweise, mäßige Befuchtung der befallenen Hölzer. Luftzutritt an sich ist der Hausschwammentwicklung günstig, während Luftzug dem Myzel das Wasser entzieht, wodurch die zarten Fäden vertrocknen.

Frische Sporen, trocken aufbewahrt, keimten noch nach 17 Monaten. Myzelfäden, ebenfalls trocken und in zerstreutem Tageslicht aufbewahrt, zeigten nach 5 Jahren noch ebensolches Wachstum, als ob sie eben frisch eingesammelt wären. — Lebendes, gesundes Holz wird vom Hausschwamm nicht befallen.

8. Vorkommen und Bedeutung der hausbewohnenden Pilze.

Der Hausschwamm stellt eine echte Hausinfektionskrankheit dar. Nur in Häusern findet er derartige Lebensbedingungen, daß er wirklichen Schaden anrichtet. Die

Hausschwammsporen werden von den Fruchtkörpern in ungeheurer Menge erzeugt und weithin durch Luftströmungen verbreitet. Zum Glück ist ihre Keimfähigkeit sehr beschränkt und von dem Zusammentreffen mehrerer Temperatur- und Nährbodenbedingungen abhängig, so daß eine Ansteckung im Gebäude durch keimende Sporen als sehr große Seltenheit anzusehen ist. In ältere Gebäude wird der Schwamm fast nur bei Reparaturen durch Einbringung schwammkranken Holzes übertragen.

Häufig werden Zimmerplätze durch schwammkrankes Holz infiziert. Für Neubauten besteht die Hauptgefahr in der Verwendung von Bauschutt zu Zwischenbodenfüllungen, da in diesem oft Myzelstränge vorhanden sind.

Am häufigsten kommt in unsern Häusern der Hausschwamm in Keller- und Erdgeschoßräumlichkeiten vor, in denen er für seine erste Entwicklung die mit Wasser annähernd gesättigte Luft vorfindet. Die Fruchtkörper dagegen erhalten die Bildungsanregung durch Austrocknung des Nährbodens; sie finden sich allermeist an der Luft. Ist Schwamm einmal vorhanden, so teilt er seine Ausatmungsfeuchtigkeit auch trockenem Holz mit und ist so imstande dieses auch ohne Wasserzufuhr von außen zu zerstören.

Die Wachstumsgeschwindigkeit des Hausschwamms ist für die Entscheidung der Frage von Wichtigkeit, wie lange er mindestens schon an einem gegebenen Standort vorhanden sein muß. Das Myzel wächst bei 22° pro Tag durchschnittlich 6 mm unter günstigsten Bedingungen.

9. Zustand des vom Hausschwamm befallenen Holzes.

Auf unangestrichenem Holz zeigen sich kleine schwarze, hier und da zerstreute Punkte mit schimmelartigem Anflug. Mit Leimfarbe gestrichenes Holz zeigt

pelzartig vorstehende, etwas gelbliche Farbteilchen; mit Ölfarbe, Firnis oder Teer gestrichenes einzelne Erhebungen oder beim Aufdrücken oder Betreten kurze Einbiegungen. Bevor das Holz seine Festigkeit verliert, färbt es sich zunächst heller. Es wird dann vollständig zerstört, wobei die Farbe in braun oder dunkelbraun übergeht und die Tragfähigkeit gänzlich verloren geht. Das Holz verliert an Gewicht und wird rissig (Längs- und Querrisse) und mürbe, so daß es zwischen den Fingern leicht zerrieben werden kann.

10. Einwirkung von Hausschwamm auf die Gesundheit.

Hausschwamm selber wirkt nicht gesundheitsschädlich auf den Menschen. Schädlich kann er dadurch wirken, daß er die Feuchtigkeit aufrechterhält und vermehrt und somit deren nachteilige Folgen.

Abgestorbenes Myzel, besonders aber Fruchträger sind der Verschimmelung und Fäulnis unterworfen. Durch diese Fäulnis kann die Luft verpestet werden, und die wirksamen Bakterien und Schimmelpilze können unmittelbar gesundheitsschädlich wirken.

11. Ort der Verwendung des Holzes.

Holz hält sich sehr lange in nassem oder gleichmäßig feuchtem Sand-, Lehm- oder Tonboden, kürzere Zeit in trockenem Sandboden, sehr schlecht im Kalkboden, dessen Feuchtigkeitsgrad wechselt, und im abwechselnd feuchten und trockenen Sandboden. Unter Wasser oder in immerwährender Feuchtigkeit ist die Dauer meist eine sehr hohe, besonders bei Weißbuche, Eiche, Ulme, Erle, Kiefer und Lärche. Sehr leicht zerstörbar im Wasser sind Ahorn, Birke, Esche und Linde. Im Meereswasser werden Hölzer oft leicht vom Wurmfraß (vom Bohr-

wurm) heimgesucht, im sumpfigen Wasser von Fäulnis. In immerwährender Trockenheit ist die Haltbarkeit der Hölzer eine fast unbegrenzte; jedoch tritt nach langer Zeit meist auch beim Kernholz Wurmfraß ein. Am schnellsten geht Holz zugrunde, daß abwechselnd naß und trocken wird, oder das in feuchten, dumpfen Räumen nicht austrocknen kann.

Im allgemeinen gehören zu den dauerhaftesten Hölzern: Eiche, Ulme, Lärche, Kiefer; zu den weniger dauerhaften: Buche, Erle und Esche, und zu den unhaltbaren: Birke, Pappel und Weide.

12. Schwinden, Quellen, Werfen, Reißen.

Holz kann Feuchtigkeit abgeben und solche wieder aufnehmen. Im ersteren Falle schwindet es, im letzteren quillt es, wobei sich der Rauminhalt vermindert bzw. vermehrt, und das Holz unter Umständen reißt oder sich verzieht oder wirft. Schwinden und Quellen nennt man das „Arbeiten“ des Holzes. Junges Holz schwindet mehr als altes, Splintholz mehr als Kernholz, schnell ausgetrocknetes Holz mehr als langsam ausgetrocknetes. Am stärksten schwindet das Holz in der Richtung der Jahresringe oder in der Sehnenrichtung, nämlich durchschnittlich 5—10%; in der Richtung des Halbmessers beträgt die Größe des Schwindens 3%; am geringsten ist das Schwinden in der Längsrichtung des Stammes, nämlich nur 0,1%.

Das Werfen oder Verziehen ist eine Folge des ungleichmäßigen Schwindens. Bei einem freistehenden Baum liegt z. B. die Markröhre und damit der Kern in der Regel mehr nach der Nordseite. Beim Austrocknen schwinden die auf der Südseite in größerer Stärke vorhandenen lockeren Holzschichten auch in der Längsrichtung des Stammes mehr als die dichteren, festeren

der Nordseite, wodurch ein Werfen des ganzen Stammes herbeigeführt wird. Wird ein Stamm in Bretter zerlegt, so wirft sich nur das mittelste nicht; es wird nur durch Zusammentrocknen an den Rändern etwas dünner als in der Mitte. Alle anderen Bretter werfen sich so, daß die dem Kern zugekehrte Seite („rechte“ oder Buntseite) erhaben, die dem Splint zugekehrte („linke“ oder Unbuntseite) hohl wird (Fig. 25). Da die einzelnen Holzfasern nicht senkrecht in die Höhe gehen, sondern oft flach schraubenförmig gewunden sind, so tritt oft bei Brettern, Bohlen und Balken durch ungleichmäßiges Schwinden und ungleichmäßiges Krümmen ein Werfen nach der Länge ein, so daß die Holzkörper windschief werden. Bohlen, Fußbodenbretter, Balken legt man mit der Kernseite gegen die Last, mit der Splintseite nach dem feuchteren Raum hin.

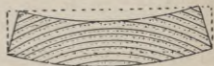


Fig. 25. Werfen der Bretter.

Da die Splintholzschichten zuerst austrocknen und sich mehr zusammenziehen als das innere Kernholz, so reißen sie der Länge des Stammes nach auf. Das Reißen beginnt beim gefällten, nicht entrindeten Stamm an den Hirnflächen (Fig. 26). Man überklebt diese daher oft mit Papier oder überstreicht sie mit Lehm, Ölfarbe oder Teer.



Fig. 26. Reißen an der Hirnfläche.

Um das Austrocknen zu beschleunigen und ein Anlaufen des Holzes zu verhindern, werden die Stämme bald nach dem Fällen entrindet. Um eine Reißbildung durch zu schnelles Austrocknen zu verhindern, entfernt man die Rinde auch nur an einzelnen Stellen oder in schraubenförmigen Streifen (Birke, Rotbuche, Ahorn). Zuweilen entrindet man auch die noch lebenden Bäume teilweise, um den Feuchtigkeitsgehalt zu verringern. Im Laub geschlagenes Holz läßt man liegen,

bis das Laub verwelkt ist, und im Frühjahr geschlagenes so lange, bis es ausgeschlagen ist und dadurch einen Teil seiner Saftstoffe verloren hat. Alles Holz soll bald seiner späteren Verwendung entsprechend zugeschnitten werden, da die Rissebildung dann eine geringere ist. Durchbohrte Stämme (für Pumpenrohre, Wasserleitungen usw.) bleiben meist ganz rissefrei. Viertelhölzer krümmen sich leicht nach der Länge. — Bohlen und Bretter, namentlich Mittelbretter, werfen sich auch oft „nach dem Saum“, wodurch eine „Kernspaltung“ eintritt.

Das Quellen des Holzes tritt ein, wenn es in trockenem Zustande von feuchter Luft oder von Wasser umgeben wird. Das Ausdehnen beim Quellen wie das Zusammenziehen beim Schwinden



Fig. 27. Türfüllung.

geschieht mit großer Gewalt (Holzkeile zum Sprengen von Felsen; Reißen von Holzplatten, z. B. Türfüllungen, die an den Rändern festgehalten werden). Bei Holzkonstruktionen ist auf das Arbeiten des Holzes Rücksicht zu nehmen. Türfüllungen (Fig. 27) dürfen an den Rändern nicht festgeleimt sein. Fenster und Türen müssen

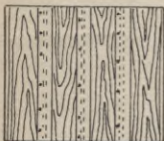


Fig. 28.
Deckleisten.

in Richtung ihrer Flächenausdehnung etwas Spielraum haben. Ihre Dichtungsflächen können daher nur parallel zu ihnen angeordnet sein. In mehrgeschossigen, namentlich schwer belasteten Gebäuden setzt man hölzerne Säulen unmittelbar aufeinander und nicht auf die Balken und Unterzüge,

weil das Holz in der Längsrichtung nur sehr wenig schwindet und durch die Last in dieser Richtung auch viel weniger zusammengepreßt wird als senkrecht zur Faserrichtung. Deckleisten auf Brettwänden (Fig. 28) dürfen nur immer an einem der beiden zusammen-

stoßenden Bretter befestigt werden. Spundbohlen dürfen nicht trocken eingerammt werden. Gewölbeschalungen sind mit Fugen zu verlegen. Breite Schalbretter werden vor der Verwendung aufgesaltet. Zu Fußböden verwendet man zweckmäßig schmale Bretter (Riemen).

Altes Holz quillt weniger als junges, ausgelaugtes und dann getrocknetes weniger als lufttrockenes, langsam und gut getrocknetes weniger als schnell und unvollkommen getrocknetes. Für feuchte Räume wird das Arbeiten des Holzes auf das geringste Maß beschränkt, wenn man es nur so weit austrocknet, daß sein Feuchtigkeitsgehalt dem der Luft entspricht, welcher es ausgesetzt werden soll.

13. Farbe der Hölzer.

Die Farbe der Hölzer ist eine sehr verschiedene und ändert sich bei den einzelnen Holzarten durch Alter, Wassergehalt, Austrocknung, Auslaugung, Einwirkung von Luft und Sonnenlicht.

Fleischrotes Erlenholz wird nach kurzer Zeit an der Luft tief gelbrot, bräunlichgelbes Eschenholz violett. Viele Hölzer dunkeln mit der Zeit nach. Feuerrotes Mahagoniholz wird schwarzbraun. Fußboden und Schindeln aus Tannenholz werden grau. Nadelhölzer werden an der Außenseite von Gebäuden rotbraun. Bei derselben Holzart ist das Holz älterer Stämme gewöhnlich dunkler als das jüngerer. Ein fetter Boden liefert meist dunkles, ein magerer helles Holz. Ebenso ist das Holz der Bäume aus geschlossenem Revier meist dunkler als das der im freien Stande gewachsenen. Bäume der heißen Zone zeigen meist schöne, lebhaftere Farben; Bäume der gemäßigten Zone matte und unbestimmte. Bei Kernholzbäumen ist der Kern meist dunkler gefärbt als der Splint.

Frische, lebhaftere und gleichmäßige Farben deuten in der Regel gutes Holz an. Ein Zeichen der Zersetzung bildet eine kupfergrüne, dunkle Farbe in der Nähe des

Marks (z. B. beim Ahorn) oder am Kernumfang (z. B. bei der Ulme). Rote bis braune Farbe deutet oft Rotfäule an, weißliche Farbe Weißfäule. Fahle Farben sind ein Zeichen eines abgestorbenen Baumes.

14. Mittel gegen Schwinden und Quellen.

Gegen Schwinden und Quellen schützt man das Holz oder beschränkt doch wenigstens das „Arbeiten“ desselben durch Trocknen vor der Verwendung, gegebenenfalls nach vorhergehendem Auslaugen der Saftstoffe, durch Trockenhalten, durch porenschließende und wasserabhaltende Anstriche nach dem Trocknen, sowie durch zweckmäßige Verwendung und Konstruktion.

Das Trocknen darf nicht zu ungleichmäßig und schnell geschehen, damit sich keine Risse bilden, aber auch nicht zu langsam, damit kein Ersticken und Anlaufen stattfindet. Nadelholz darf zur Vermeidung des Harzausflusses erst später entrindet werden. Beim Trocknen bringt man die zerteilten Stämme am besten in luftigen, vor Regen und Sonne geschützten Schuppen unter, isoliert sie durch Unterlagen gegen die Erdfeuchtigkeit und ordnet zwischen ihnen Zwischenlager (Stapelhölzer) an, damit die Luft überall hindurchstreichen kann. Zur Erlangung völliger Lufttrockenheit (mit 10—20% Wassergehalt) brauchen Nadelhölzer viele Monate, Laubhölzer mehrere Jahre. Man trocknet die Hölzer zur Abkürzung dieser Zeit oft in besonderen Trockenkammern oder Darrräumen, und zwar Laubhölzer bei 30—40°, dünne Nadelhölzer bei 80—95°, dicke Nadelhölzer bei 50°. Auch durch überhitzten Dampf werden Hölzer getrocknet. Kleinere Stücke kann man in Sand packen, der bis etwa 65° erwärmt wird.

Durch das Trocknen und Dörren werden die eingedickten und nun festen Saftbestandteile nicht entfernt. Diese können später, wenn Feuchtigkeit und Bakterien oder Schimmelpilze hinzugelangen, in Zersetzung ge-

raten. Es ist daher am besten, diese Saftbestandteile gänzlich zu beseitigen, was durch Auslaugung mittels kalten oder warmen Wassers oder mittels Dampfes (Dämpfung) geschieht. Beim Auslaugen, welches 1 bis 2 Jahre dauert, liegen die Stämme in fließendem Wasser mit dem Stammende gegen die Strömung. Ähnlich wirkt das Flößen. Kleinere Holzstücke werden in 6—12 Stunden ausgekocht. Am schnellsten und gründlichsten werden die Saftstoffe durch Dampf beseitigt. Oft wird hochgespannter Dampf in geschlossenen, eisernen Gefäßen verwandt. Gedämpftes Holz läßt sich leicht biegen und behält dann nach dem Trocknen die gebogene Form bei.

Auch an der Verwendungsstelle muß alles Holzwerk nach Möglichkeit trocken erhalten werden. Durch Isolierungen ist es gegen aufsteigende Bodenfeuchtigkeit zu schützen. Balkenköpfe sind vor der Berührung mit feuchtem Mauerwerk, besonders auch vor frischem Kalkmörtel, zu schützen. Für Zwischendeckenfüllungen sind nur trockene Stoffe zu verwenden und Fußboden und Deckenverkleidungen erst nach völligem Austrocknen einer feuchten Decke aufzubringen usw.

Das trockene Holz wird möglichst bald mit einem die Feuchtigkeit nicht durchlassenden Anstrich versehen, durch den auch die äußeren Poren geschlossen werden. War das mit Anstrich versehene Holz jedoch nicht völlig trocken, so wird es stockig, oder es wird bald durch Fäulnis oder Pilze zerstört, deren Keime und Sporen stets in wenn auch noch so kleine Rißen eindringen können. Als Anstriche verwendet man Leinölfirnis, Ölfarbe, Harzlösung, Wachs, Paraffin in Benzin, Teer, Asphalt, Karbolinum, erwärmten Talg, heißes Paraffin, Zinkvitriol und Seifenlösung usw.

15. Mittel gegen Fäulnis und Wurmfraß.

Wurmfraß wird verhindert durch Tränken der Oberfläche mit fettigen und harzigen Stoffen (Petroleum, Holzteer u. dgl.). Vom Wurm ergriffenes Holz versieht man mit mehrmaligem Anstrich von Seifensiederlauge (26 R.-T.) und Kochsalz (3 R.-T.), sowie mit Karbolsäure.

Gegen Fäulnis schützt man Holz durch mehrmaligen Anstrich, durch längere Eintauchung oder besser Durchtränkung mittels verschiedener Flüssigkeiten, hauptsächlich Metallsalzlösungen oder ölicher, aus Teer gewonnener, phenolhaltiger Stoffe, welche am zweckmäßigsten unter hohem Druck in das Holz in geschlossenen Kesseln eingepreßt werden, nachdem mitunter die Saftstoffe durch Luftdruckverminderung möglichst entfernt worden sind. Die Verwendung dieser Mittel richtet sich nach dem Ort der Verwendung des Holzes (im Freien, in Wohnungen und Ställen usw.), nach den Kosten u. dgl.

Das einfachste Mittel gegen Fäulnis besteht in der Verwendung nur trockenen Holzes und in der Trockenhaltung desselben. Die Sicherheit gegen Fäulnis wird erhöht, wenn man dem Holz vor der Verwendung die eiweißhaltigen Saftstoffe möglichst entzieht.

Zu den Schutzmitteln sind zu zählen die Anstriche, die man zur Verhütung oder wenigstens Verringern des Schwindens und Quellens anwendet, sowie das Wachsen und Bohnern (mit einer Mischung von Wachs und Terpentin). Fernere Schutzanstriche sind das billige Karbolineum (Avenarius-Stuttgart) (stark riechend), das nicht riechende Antinonnin-Karbolineum, sowie das Antigermin (Friedrich Bayer & Co. in Elberfeld), sowie Petroleum (feuergesährlich). Das Ankohlen z. B. von

Pfahlenden bietet durch die etwas kreosothaltige Kohlen-schicht nur geringen Schutz. Alle Anstriche sind niemals durchaus sicher schützend, da durch geringe Risse sowohl Feuchtigkeit wie Sporen später in das Innere der Hölzer dringen können. Nicht geeignet sind Anstriche mit Steinkohlenteer.

Besser als Anstriche wirkt eine längere Lagerung des Holzes in den flüssigen Schutzmitteln, am besten eine vollständige Durchtränkung (Imprägnierung) mit denselben. Gebräuchlich sind Lösungen von Zinkchlorid, Kupfervitriol, auch von Quecksilberchlorid, Steinkohlenteeröl (Kreosotöl), Fluorverbindungen u. dgl. (Verfahren von Burnett, Boucherie, Kyan, Payne, Hasselmann, Bethell, Rütgers, Wolmann).

16. Schutz gegen Hausschwamm.

„Es ist schwieriger, ein befallenes Gebäude vom Hausschwamm zu befreien, als durch trockenes Bauen, gesundes und trockenes Holz, gute Steine und Mörtel, spätes Verputzen und Anstreichen das Übel zu verhindern.“

Vorbeugungsmaßregeln: Der Baugrund ist zu entwässern, gegen aufsteigende Erdfeuchtigkeit sind Isolierschichten anzubringen. Für Gründungs- und Kellermauern sind poröse Steine zu vermeiden. Für Fundamente und die unteren Teile des aufgehenden Mauerwerks ist Zementmörtel zu verwenden. Es darf nur völlig lufttrockenes Holz eingebracht werden; alles Holzwerk ist gegen Berührung mit dem nassen Mörtel zu schützen. Vor völliger Austrocknung des Rohbaues darf nicht verputzt werden. Decken, Fehlböden, Dielungen und Holzvertäfelungen dürfen nicht vor dem Austrocknen angebracht werden. Fußbodenlager müssen

hohl oder in trockenes Füllmaterial gelegt werden. Als Füllstoffe eignen sich von organischen Stoffen freier Flußschotter, Steinschlag, Flußsand mit über 2 mm Korngröße. Ungeeignet sind Erde (Humus), alter Bau-schutt, Lehm, Koks, Ziegel, Kohle, Asche, feiner Sand, weil er, wenn Wasser zu ihm eindringt, dies zu lange festhält, sowie Schlacke und andere stark wasserauf-saugende Stoffe. An die Entlüftungsschächte oder an die Schornsteine angeschlossene Luftzüge unter der Dielung bieten eine große Sicherheit. Die Dielung soll dem Mauerwerk nicht fest anliegen. Bevor völlige Aus-trocknung erfolgt ist, darf kein Ölfarbenanstrich u. dgl. an das Holz kommen. Unter zu früh gelegtem Linoleum finden sich die stärksten Holzerstörungen.

Die Fällzeit des Holzes ist ohne Einfluß auf die Entwick-lung des Hausschwammes. Nur durch zweckentsprechende Behandlung des Holzes nach dem Fällen kann letztere ver-hindert werden. An gefährdeten Stellen, oder wo der Haus-schwamm häufig auftritt, wird man das Holz von vornherein durch Anstriche oder Durchtränkungen schützen. In jeden Bau soll möglichst wenig Wasser eingebracht werden. Vor dem Abputzen soll der Rohbau mindestens ein halbes Jahr austrocknen. Arbeiter, die irgendwo eine Schwammreparatur vornehmen, sollen nach derselben eine gründliche Reinigung ihrer Geräte, Sachen und Stiefel vornehmen, damit eine Ver-schleppung von Sporen oder Myzel nach einem Neubau mög-lichst verhindert wird. Daß ein Neubau von Auswurfstoffen und Harn der Arbeiter frei zu halten ist, erfordert die Gesund-heitslehre, wenn diese Stoffe auch keinen besonders geeig-neten Nährboden für Schwamm bilden.

17. Bekämpfung des Hausschwamms.

Ist in einem Gebäude Hausschwamm festgestellt, so sind zunächst alle erreichbaren Pilze zu verbrennen. Weit um den Pilzherd herum ist alles Mauerwerk und Holzwerk aufzureißen. Der Mauerverputz ist abzu-

schlagen, die Fugen sind auszukratzen bis 60 cm über dem Fußboden.

Sind Isolierungen gegen Grundfeuchtigkeit usw. nicht vorhanden, so sind sie nachträglich anzubringen, etwa als mindestens 5 mm dicke Asphalt-schicht. Dachpappe und ähnlich getränkte Gewebe aus vergärbarer Zellulose widerstehen den Angriffen des Hausschwamms nicht. Das Mauerwerk und die Fugen sind mit Kreosotöl, verdünnter Salzsäure u. dgl. zu waschen. Auf feuchten Mauern ist eine 1 cm dicke Asphalt-schicht aufzubringen. Neues trockenes Füllmaterial ist einzubringen. Altes darf nur wieder verwandt werden, wenn es bei der Aufhebung des Fußbodens vollständig trocken war. Altes Holz, dessen Festigkeit durch den Schwamm bereits gelitten hat, ist zu verbrennen; das noch feste und tragfähige kann nach Durchtränkung mit Antinonin u. dgl. wieder verwandt werden. Alles neu eingebrachte Holz ist ebenfalls nur in durchtränktem Zustande zu verwenden. Mit Farben- und Lackanstrichen versehene Hölzer sind mit den pilz- und fäulniswidrigen Stoffen erst nach vorheriger gründlicher Entfernung jener Anstriche zu durchtränken.

18. Schutz gegen Feuer.

Mit den meisten Mitteln kann das Holz nicht unverbrennlich gemacht werden, sondern nur unentflammbar, so daß es also nicht mit Flamme brennt, sondern nur glimmend schließlich doch verkohlt. Entweder werden Salzlösungen eingeführt, die wie Ammoniumsulfat sich leicht zersetzen und dabei Gase entwickeln (Ammoniak, Wasserdampf, schweflige Säure), die der Entwicklung des Feuers entgegenwirken, oder die wie Borax, Borsäure und kieselflußsaure Salze (Kieselfluornatrium)

leicht schmelzen und das Holz mit einer Salzsäure überziehen, welche die weitere Entwicklung der Flamme verhindert.

Weitere Mittel sind: 5—6 maliger Anstrich mit einer 10—15 prozentigen Wasserglaslösung, die mit feinem Ton oder Schlammkreide versetzt ist (auch für Pappe und Leinwand geeignet); Chlorkaliumlösung, in der man gebrannten Kalk gelöst hat; Tränken mit schwefel- und phosphorsaurem Ammoniak unter Druck (englische Kriegsschiffe); mit wolframsaurem Natron usw.

Sonstige Schutzmittel sind: Einlage von oder Umhüllung mit Asbestpappe, Ummantelung mit Rabitzputz, Gipsdielen, Putz auf Drahtziegeln usw., Beschlagen von Holztüren mit Eisenblechtafeln, Glatthobeln der Hölzer und Vermeidung scharfer Kanten.

19. Bearbeitung der Hölzer.

Das Fällen der Bäume geschieht durch Einkerbungen mit der Axt, durch Sägen, durch Ausroden der Wurzeln, durch Durchschneiden mittels elektrisch glühend gemachter Platindrähte. Die Stämme werden dann „gezopft“, d. h. von dem dünnen Zopfende und von allen Ästen befreit. Allgemein gilt der Dezember und die erste Hälfte des Januar als die beste Fällzeit. Zwar ist das Holz zu dieser Zeit mit allen wichtigen Nährstoffen reicher gefüllt, doch können Bakterien, Schimmel- und andere Pilze wegen der niedrigen Temperatur nicht oder nicht so leicht Schaden anrichten. Oft ist auch der Transport des Holzes im Winter bequemer oder allein möglich. Holz kann jedoch auch zu jeder anderen Jahreszeit gefällt werden; es müssen dann nur die Saftstoffe bald unschädlich gemacht werden. Alle faulen und ungesunden Stellen müssen vor dem Austrocknen beseitigt

werden. Holz für Grundbauten braucht nicht ausgetrocknet werden.

20. Handelssorten des Holzes.

Man unterscheidet: Bauholz, Werk- oder Nutzholz, Brennholz und Faschinenholz. Bauholz ist Rundholz, Kantholz, Schnittholz oder Spaltholz. Rohbehauenes Holz ist „waldkantig“ (Fig. 29). Das regelrecht bearbeitete Holz ist Ganzholz (Verhältnis von Breite zu Höhe wie $1 : \sqrt{2}$ oder wie 5 : 7), Halbholz ($b : h = 5 : 7$ bis $5 : 10$) oder Kreuzholz, wenn aus dem Stamm vier Stücke geschnitten werden.



Fig. 29. Waldkantiges Holz.

Normalprofile für Bauhölzer
(1899 vom Innungsverbande deutscher Baugewerke-
meister angenommen).

8/8	8/10	10/12	10/14	12/16	14/18	14/20	16/22	18/24	20/26	22/28	24/30
	10/10	12/12	12/14	14/16	16/18	16/20	18/22	20/24	24/26	26/28	28/30
			14/14	16/16	18/18	18/20	20/22	24/24	26/26	28/28	
						20/20					

Schnittholz wird eingeteilt in Bohlen (5—10 cm stark), Bretter oder Dielen (4,5—1,5 cm), halbe Spundbretter (4 cm), Falzbretter oder Dielen (3 cm), Schalbretter (2 cm) und Kistenbretter (1,5 cm). Riemen sind etwa 15 cm breit. Gute Bretter sind überall gleichdick, ohne Absätze, ohne Risse, nicht windschief, astfrei, ohne schlechte Stellen und parallel mit den Fasern geschnitten. Furniere sind 1,5—15 mm dick und dienen zur Verkleidung des Blindbodens. Latten sind die kleinsten Schnitthölzer (Dachlatten sind 2—3 cm stark, 5—7 cm breit, Doppellatten 3,5 cm dick und 6—10 cm breit).

Spaltholz wird von Sägeklötzen abgespalten (Schindeln, Dachspliesse, Stakhölzer).

Werk- oder Nutzholz (meist hartes Holz) wird von Tischlern, Stellmachern usw. verwendet.

Brennholz ist Kloben-, Knüppel-, Wurzelholz oder Reisig.

Bau- und Nutzholz wird nach Festmetern (fm) berechnet, Brennholz nach Raummetern (rm). 1 rm Scheitholz enthält etwa 0,7, 1 rm Knüppelholz 0,6 und 1 rm Reisig 0,5 fm reine Holzmasse. Ein Teil des Brennholzes wird in Meilern oder Retorten zu Holzkohle verkohlt.

Strauch- oder Faschinenholz gebraucht man zum Wasser-, Schanzen-, Bahnbau usw. Es besteht aus möglichst geradem, zähem, nicht zu kurzem Reisig von Weiden, Birken, Erlen, Kiefern, Fichten, Tannen usw.

21. Die wichtigsten Holzarten.

Unsere wichtigsten Bauhölzer sind: Kiefer, Fichte und Tanne von den Nadelhölzern und von den Laubhölzern die Eiche. Die Nadelhölzer sind bei uns am meisten verbreitet, zeigen einen schlanken Wuchs, besitzen große Dauer, trocknen leichter aus als die Laubhölzer, sind aber meist nicht so hart wie letztere. Die schlanke Form macht die Nadelhölzer besonders für Balken und Pfähle geeignet. Bei vielen Laubhölzern treibt jeder im Frühjahr oder Herbst abgeschnittene und in die Erde gesteckte Zweig (Steckling) wieder Wurzeln und Blätter (Weiden beim Strombau usw.).

Europäische Nadelhölzer.

1. Die Kiefer (Föhre, *Pinus silvestris*) macht 40 bis 50 v. H. des deutschen Waldes aus, zeigt erst in der Höhe eine schirmartige, knorrigverwachsene Astbildung.

Die Bäume werden haubar mit 80—100 Jahren, erreichen eine Höhe von 25—40 m und eine Stärke bis 1 m. Alte Stämme besitzen eine außen graubraune, innen rotbraune, sehr dicke, stark aufgerissene Borke. Die Nadeln sind 4—5 cm stark, steif und spitz, oben dunkelgrün, unten bläulich oder graugrün und stehen zu je zwei in einer Scheide spiralig um den Zweig (Fig. 30). Die Früchte bilden 3—6 cm lange, pyramidenförmige, hängende, holzige Zapfen. Die Kiefer gedeiht auf fast allen Bodenarten, namentlich gut auch auf dem leichtesten Sandboden (Brandenburg, Ost- und Westpreußen, Posen, Russisch-Polen, Galizien). Das Holz hat stark ausgeprägte, sehr harzige Jahresringe, deren Herbstholz dunkler ist als das Frühjahrholz. Es ist in der Jugend hellgelb mit hellem Splint; später wird das Kernholz mehr rötlich, das Splintholz hellgelblich. Es besitzt wie das der Tanne und Fichte zahlreiche feine Markstrahlen, ist leichtspaltig und dauerhaft. Der Harzgehalt ist größer als bei Fichte und Tanne. Das Holz ist gut geeignet als Bauholz für Rostpfähle, Eisenbahnschwellen, Verbandholz, ebenso als Tischler- und Böttcherholz, vorzüglich für große Schiffsmasten. Es hält sich gut im Wasser, im Trockenem sowie im Wechsel von Nässe und Trockenheit und wird nur von Eichenholz übertroffen. Für längere freitragende Konstruktionen wird das elastischere Fichten- und Tannenholz vorgezogen. Der Harzsaft der Kiefer heißt Terpentin (Terpentinöl und Kolophoniumharz).

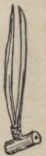


Fig. 30.
Nadeln
der
Kiefer.

Die Weimutskiefer oder Strobe (*Pinus strobus*), bei uns allmählich heimisch werdend, hat eine harte, längsrisssige, rauhe Borke. Die feinen, biegsamen, hell-

grünen Nadeln stehen zu je fünf in einer Scheide. Die Weimutskiefer gedeiht auf fast allen Bodenarten, nur nicht auf reinem Sandboden oder strengem Tonboden. Sie gibt bei schnellstem Wuchs kolossale Massenerträge. Das Holz hat sehr breite Jahresringe, rötlich-gelben Kern, wird später fest, ist elastisch und dauerhaft; vorzügliches Schnitzholz, gutes Werkholz, zu Tischlerarbeiten (Türfüllungen, Jalousien usw.), schwindet wenig.

2. Die Fichte oder Rottanne (*Pinus Abies* oder *Pinus excelsa*), in Mitteleuropa am meisten verbreiteter Nadelholzbaum, nimmt $\frac{1}{5}$ des deutschen Waldbodens ein. Der Stamm ist gerade, walzenförmig, die Krone pyramidenförmig. Die Rinde ist anfangs rötlichbraun, später graubraun und grau, rissig und abblätternd. Die fast vierkantigen, spitzen, bis 1,7 cm langen, steifen Nadeln sind anfangs hellgrün, später dunkelgrün und stehen spiralig rings um den Zweig (Fig. 31). Die Früchte bilden 10—16 cm lange, 2—2,5 cm dicke, etwas herabhängende, hellrote bis braune, zugespitzte Zapfen.



Fig. 31.

Nadel
der
Fichte.

Das Holz ist weiß bis rötlichweiß, ohne sichtbaren Kern (Reifholzbaum), mit deutlich sichtbaren Jahresringen, etwas glänzend, harzreich, etwas nach Harz riechend, mit wagerechten und senkrechten Harzgängen, weich, leicht spaltbar, sehr elastisch, mit zahlreichen, das Holz senkrecht zur Stammrichtung durchsetzenden Aststellen. Die Äste fallen aus Brettern leicht heraus. Das Holz ist gut haltbar unter Wasser (Pfahlrost) und ebenso im Trocknen; dagegen wenig dauerhaft bei abwechselnder Nässe und Trockenheit. Man verwendet es zu Balken, Fachwerk, Türen, Treppen, Fußböden, Möbeln, Resonanzboden, Mastbäumen, ferner zur Herstellung von Zellulose für die Papierfabrikation, sowie als Brennstoff.

Aus dem Harz gewinnt man das gemeine, gelbe Pech, aus Holz und Nadeln Holzwole zum Polstern und Verpacken, aus der Kambiumschicht das Vanillin (Haarmann & Reimer, Holzminden). Die Rinde verwendet man als Gerbstoff.

3. Edel- oder Weißtanne (*Abies pectinata*, *Pinus picea*) besitzt einen pyramidalen Wuchs, einen geraden, vollholzigen Stamm, im Alter mit unregelmäßiger (storchnestartiger), abgeplatteter Krone, quirlartig angeordnete, wagerechte Äste. Die Nadeln sind 1—2 cm lang, 2—3 mm breit, kammförmig auf beiden Seiten der Zweige abstehend, biegsam, sehr kurzgestielt, flach, oben glänzendgrün, unten heller mit zwei bläulichweißen Längsstreifen (Fig. 32). Die Früchte bilden 14—20 cm große,

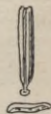


Fig. 32.
Nadel
der
Tanne.

aufrechtstehende, walzenförmige, hellgrün-braune Zapfen mit lederartigen Schuppen. Der Bestand der Edeltanne macht nur 2,7 v. H. des deutschen Waldes aus (Bayern, Elsaß-Lothringen, Schwarzwald, Thüringen usw.). Das Holz ist ziemlich weiß, ohne Kern (Reifholzbaum), harzarm, weich, leicht spaltbar, fein- und langfaserig, elastisch, leicht, ohne besonders ausgeprägtes Herbstholz; es ist im Wechsel von Trockenheit und Nässe wenig haltbar. Verwendung findet es hauptsächlich für Balken, Dielen und zum inneren Ausbau.

4. Die Lärche (*Pinus larix*) besitzt einen hohen, geraden, bei uns jedoch oft gekrümmten Stamm mit tief herabreichender, pyramidaler Krone, zuerst glatter, gelber Rinde, später mit brauner, rissiger, inwendig roter, dicker Borke. Die Nadeln stehen in Büscheln bis zu 60 in einer Scheide, sind 1—3 cm lang, hellgrün und fallen im Herbst ab. Die Früchte bilden kleine 2—2,5 cm

lange, zugespitzte, hellbraune Zapfen mit stumpfen Schuppen. Das Holz besitzt einen gelblichen, verschiedenen breiten Splint, stets großen, roten Kern, sehr deutliche, fein wellenförmige Jahresringe. Es ist grobfaserig, ähnlich dem Kiefernholz, härter und harzreicher als dieses, wurmsicher, sehr dauerhaft auch im Wechsel von Nässe und Trockenheit und mit Eichenholz gleichwertig, zäh, elastisch, reißt nicht leicht. Die Lärche liefert ein vorzügliches Bauholz, besonders auch für Wasser- und Schiffbau. Sie ist seit etwa 50 Jahren in Deutschland eingeführt und bildet nur 0,1 v. H. des deutschen Nadelwaldes.

Europäische Laubhölzer.

5. Die Eiche bildet 4,2 v. H. des deutschen Waldes und 12,9 v. H. des deutschen Laubwaldes. Sie liefert das beste, härteste, gegen Abnutzung widerstandsfähigste Holz, welches sowohl unter Wasser und im Trocknen wie auch bei abwechselnder Nässe und Trockenheit die größte Dauer zeigt. Von den mehreren hundert Arten kommen in Deutschland hauptsächlich die Stiel- oder Sommereiche und die Trauben- oder Wintereiche (auch Steineiche genannt) vor.

a) Die Stiel- oder Sommereiche (*Quercus pedunculata*). Der Stamm löst sich gewöhnlich schon mehrere Meter über dem Boden in einige starke hin- und hergehende Äste auf, die sich weiter zerteilen und zusammen eine runde, schön abgewölbte Krone bilden. Die Blätter sind kurzgestielt. Die Frucht bildet eine längliche Nuß mit lederartiger Haut in schuppenartigem Becher an langem Stiel (gewöhnlich zwei bis drei beisammen). Die Rinde ist zuerst glänzend, glatt, silbergrau, später mit tiefrissiger, graubrauner Borke. Das Holz hat einen

rötlichen bis dunkelbraunen Kern, hellgelbes Splintholz, große Poren im Frühjahrsholz, glänzende breite Markstrahlen. Die Rinde namentlich ist reich an Gerbsäure. Die Stieleiche gedeiht hauptsächlich in Flußniederungen und im Hügellande.

b) Die Trauben-, Winter- oder Steineiche (*Quercus robur*, *Quercus sessiflora*) wird höher, aber nicht so dick wie die Sommereiche. Der kräftige Stamm ist bis zur Spitze gerade durchgeführt, so daß die Zweige stets dem Hauptstamm untergeordnet erscheinen. Die Rinde ist zuerst hellgrün, später gräulich, rotbraun und schließlich mit starker, tiefrissiger Borke bedeckt. Die Blätter sitzen an über 1 cm langen Stielen. Die Früchte bilden kurze, mehr runde als längliche Eicheln, die zu mehreren (bis zwölf) traubenförmig an sehr kurzen Stielen sitzen. Das Holz ist rotgelb, Kernholz und Splintholz weniger deutlich, brüchiger, weniger spaltbar und nicht so zähe, aber härter als das der Sommereiche. Die Wintereiche ist weniger im Tiefland und nicht so weit im Norden verbreitet, bewohnt mehr die Bergländer und steigt hier zu größeren Höhen empor.

Eichenholz gilt als das beste Bauholz. Man benutzt es hauptsächlich für Schwellen, Streben, Ständer, für Fenster, Türen, Treppenstufen, Parkettfußböden, Erd- und Wasserbau (z. B. Schleusentore) usw. Die Rinde verwendet man zum Gerben, die der Korkeiche zu Flaschenstöpseln, Korksteinen, Linoleum usw. Für Balkenlagen ist Eichenholz wegen seines hohen spezifischen Gewichts weniger geeignet. Stärkere Eichenhölzer sind wenig elastisch und selten gradwüchsig und nur schwierig in größeren, geraden und fehlerfreien Längen zu erhalten. Zu Wasserleitungs- und Brunnenrohren ist Eichenholz nicht geeignet, da es dem Wasser einen

eigentümlichen Beigeschmack verleiht. Eng mit Eichenholz verbundenes Eisen soll leicht rosten und dann das benachbarte Holz leicht mürbe machen.

6. Die Rotbuche (*Fagus silvatica*) gedeiht am besten in feuchter Luft, nicht allzuweit vom Meere. Sie macht 13 v. H. des deutschen Waldes und 40 v. H. des deutschen Laubwaldes aus (Hessen-Nassau, Braunschweig, Lippe, Waldeck). Sie wird bis 30 m hoch, bis 1 m dick, hat einen säulenartigen Stamm, mit leichter, unregelmäßiger, abgewölbter Krone. Die Rinde ist zuerst glänzend, glatt, grün bis graubraun, später silbergrau, endlich mit Längsrissen ohne Borke. Die Blätter sind glatt, glänzend, grün, weich, am Rande flachbuchtig und zottig bewimpert, fast eirund, wechselständig. Die Früchte bilden zwei dreikantige, braune Nüsse in einem stacheligen, vierklappigen Becher (Bucheckern). Rotbuchenholz besitzt zuweilen einen rötlichen bis rotbraunen Kern; meist ist es rötlichweiß, ohne Kern mit welliger Jahresringgrenze und breiten und schmalen, glänzenden Markstrahlen. Es ist ziemlich schwer, hart, fest, dicht- und feinfaserig, sehr leichtspaltig, spröde, wenig elastisch, tragfest. Im Trocknen und unter Wasser besitzt es eine große Dauer, aber nur geringe Haltbarkeit im Wechsel von Trockenheit und Nässe. Es schwindet stark, ist dem Wurmfraß unterworfen. Es wird wenig verwandt im Hochbau, eignet sich aber gut zu Grund- und Wasserbau, zu Brückenbelägen usw. und, besonders sorgfältig behandelt, zu Fußböden und Parkett (Deutscher Fußboden von Hetzer in Weimar). Solche Fußböden haben sich bei hoher Beanspruchung besser bewährt als eichene. Gedämpft findet es für Tischlerarbeiten, gebogene Möbel u. dgl. Verwendung, ebenso für Stellmacherarbeiten, Maschinenteile,

Holzschuhe usw. Rotbuchenholz bildet das beste Brennholz.

7. Die Weißbuche (Hainbuche, *Carpinus betulus*) ist niedrig, selten über 50 cm stark. Das Holz ist gelblichweiß, ohne Kern, mit welligen Jahresringen, breiten und auch feinen weißen Markstrahlen, gleichmäßig und fein, schwer, schlecht spaltbar, zehr zähe und sehr hart, schwindet und reißt leicht, ist im Trocknen haltbar, aber nicht bei Feuchtigkeitswechsel; ausgetrocknet mit Säge und Axt kaum bearbeitbar. Als Bauholz ist es schon wegen seines schlechten Wuchses kaum zu verwenden, bildet aber vorzügliches Maschinen- und Stellmacherholz (Schrauben, Pochstempel, Zapfenlager, Stiele für Hämmer u. dgl.). Sehr gutes Brennholz.

8. Die Erle (Schwarzerle, Roterle, Eller, Else) wächst häufig am Wasser, auf nassen Wiesen und in Sümpfen. Das Holz ist ohne Kern, rot, mit breiten und sehr feinen Markstrahlen und Markfleckchen, braunen Spiegeln, dicht- und grobfaserig, ziemlich weich, leicht zu bearbeiten, wird im Wasser und im feuchten Boden steinhart und hält sich hier ausgezeichnet; im Wechsel von Nässe und Trockenheit ist es nicht haltbar. Man verwendet es zu Grund- und Wasserbauten, Brunnen- und Wasserleitungsröhren, Fußböden in Viehställen, zu Tischler- und Drechslerholz. Oft ist es schön gemasert und liefert wertvolle Furniere. Es läßt sich gut beizen (rotbraun, schwarz) und polieren. Auch Holzschuhe und Zigarrenkisten werden daraus hergestellt.

9. Die Esche wird bis 30 m hoch, bis 1,5 m dick, hat unpaarig gefiederte Blätter mit sieben bis elf länglichen, lanzettförmigen, gesägten, sitzenden Blättchen, zuerst grüne, glatte, später dunkelgraue, fein- aber tiefrissige Borke. Das Holz hat schmalen gelben Splint und braunen oder bräunlichgelben Kern, breite Jahresringe, ist schwer, hart, schwerspaltig, zähe, elastisch, seidenartig glänzend, fest, etwas grobfaserig, in der Jugend gelblichweiß auch grauweiß. Es ist gut bearbeitbar, nur im Trocknen gut haltbar, dient als Tischler-, Stellmacher- und Drechslerholz (Wagen, Turngeräte, Leitern, Ruder usw.). Als Bauholz findet es kaum Verwendung.

10. Die Ulme oder Rüster hat Holz mit gelblichem Splint, rötlichem, hartem Kern und schmalen, aber deutlichen Markstrahlen und zahlreichen und großen Gefäßen im Früh-

jahrsring. Es ist schwerspaltig, hart, elastisch, zähe, sehr dauerhaft auch im Wasser sowie in abwechselnder Nässe und Trockenheit. Verwendung im Mühlen-, Wasser- und Schiffbau, zu Tischlerarbeiten; vorzügliches Stellmacherholz.

11. Die Birke (gemeine Birke, Weißbirke) wird bis 24 m hoch, bis 60 cm dick, wächst besonders in Nord- und Osteuropa selbst auf dem magersten Sandboden. Die Rinde ist erst braun, dann weiß, glatt und abblättern, später mit dicker, rissiger, schwärzlicher Borke. Das Holz ist ohne Kern (Splintholzbaum); jung: weich, leicht, fein und weiß, später gelblich oder rötlichgrau, glänzend, ziemlich hart, sehr zähe, elastisch, schwer spaltbar, ziemlich schwer; mit vielen sehr feinen Markstrahlen. Es ist nur im Trocknen haltbar, fault leicht im Freien, bildet vorzügliches Stellmacherholz und gutes Tischler- und Drechslerholz. Wo es häufiger vorkommt, wird es auch zu Sparren u. dgl. benutzt (ausgelaugt; im Sommer geschlagen: ausgeräuchert, auch getränkt).

Bei der Haarbirke bleibt die Rinde auch im Alter weiß und geschlossen, auch rotbraun, weiß punktiert. Sie hat etwas schwereres und gröberes Holz und liebt moorigen feuchten Boden.

12. Die Pappel. Das Holz der Zitterpappel (Aspe, Espe) ist ohne Kern, fein, weiß, sehr weich, glatt, leicht, sehr leicht- und geradspaltig, zähe, schwach elastisch, mit gleichmäßigem Gefüge und dicken Jahresringen. Sehr gutes Schnitzholz (Löffel, Mulden), Tischler- und Drechslerholz, zu Parkettboden, Blindboden und Vertäfelungen (schwindet stark aber reißt wenig). Das Holz ist nur im Trocknen haltbar.

13. Die Linde. Die kleinblättrige Winterlinde hat weiches, leichtes, gleichförmiges, dichtes, etwas grobfaseriges, mäßig festes Holz, das leicht bearbeitbar, sehr geschmeidig, rötlichgelb oder grauweiß ist und gutes Tischler- und Drechslerholz bildet (Tisch- und Zeichenbretter). Die großblättrige Sommerlinde hat hellrötlich-weißes Holz, das nicht so fest und wertvoll wie das vorige ist, ohne Kern. Lindenholz ist haltbar im Trocknen, verwest aber leicht im Wasser oder im Freien.

14. Der Walnußbaum liefert ein oft schön geflammtes und gemasertes, im Splint grauweißes, weiches, im Kern rötlichgelbes, olivengrünes, grau- oder schwarzbraunes, festes, zähes, feines, dicht- und kurzfasriges, hartes und mittelschweres, gut spaltbares Holz. Gutes Tischler- und Drechsler-

holz, für feine Furnierarbeiten, Wand- und Deckentäfelungen, Möbel, Parkettböden. — Holz vom schwarzen Walnußbaum findet in Amerika als Bauholz Verwendung.

15. Der Ahorn. Der weiße oder gemeine Ahorn besitzt schön weißes, oft schön geflammt oder geadertes, seidenartig glänzendes, sehr hartes, festes, zähes, ziemlich schweres Holz, das im Trocknen gut haltbar, im Witterungswechsel jedoch nicht dauerhaft ist. Es läßt sich glatt hobeln und gut polieren und beizen und bildet ein begehrtes Holz für Tischler-, Drechsler- und Holzbildhauerarbeiten (Treppenstufen, Parkett, Möbel, Furniere, Maschinenteile, Zeichengeräte). Der Feldahorn hat rötlichweißes, im Kern dunkleres, hartes, etwas glänzendes, sehr schwer spaltbares, zähes Holz, das besonders zu Drechslerarbeiten benutzt wird. Das Holz des Spitzahorns ist gelblichweiß, grobfaserig, dicht, hart, zähe, schwer, gut spaltbar aber leicht faulend und erstickend. Es ist nicht ganz so wertvoll wie das des gemeinen Ahorns.

16. Die Kastanie. Das Holz der Edelkastanie ist dem Eichenholz ähnlich, mit sehr wenig Splint und sehr feinen Markstrahlen, leichter als jenes, wird verwandt als Bau- und Tischlerholz, zu Faßdauben, Faßreifen, Weinpfählen, zum Schiffbau, ist auch unter Wasser haltbar. — Das Holz der Roßkastanie ist ohne Kern, gelblichweiß, weich, nur für untergeordnete Tischler- und Schnitzarbeiten verwendbar.

17. Die Akazie (falsche Akazie oder Robinie) hat vorzüglich dauerhaftes, hartes, zähes, elastisches, schwer spaltbares Holz mit glänzendem, rötlichgelbem Kern und grünlichweißem Splint, sowie auffallend großen Poren im Frühjahrsholz. Es bildet vorzügliches Stellmacher- und Drechslerholz und findet auch zu Tischlerarbeiten, Maschinen- und Schiffsteilen, Holznägeln usw. Verwendung.

18. Die Weiden geben das beste Strauchholz zu Wasserbauten (Faschinen, Flechtwerk, Senkstücke). Ferner werden sie verwandt zur Korbflechterei, für Kisten- und Wagenbretter usw. Arten: Die Sahlweide hat Holz mit rötlichem Kern, weich, leicht, gut spaltbar, wenig dauerhaft (Siebränder, Weinpfähle). Gutes Faschinenholz. — Das Holz der Weiß- oder Silberweide ist weich, weiß, zähe und fein, dient zu Schnitzer-, Tischler- und Böttcherarbeiten, ist wenig dauerhaft, weicht im Wasser auf und ist sehr dem Wurmfraß unterworfen. (Faßreifen, Faschinen, Flecht- und Bindeweiden.)

Die Korb- oder Flechtweide ist vorzüglich geeignet zu Packwerksbauten, Faschinen usw. — Die Bach- oder Rosenweide gedeiht selbst noch auf Flugsand, wird hauptsächlich zu Flechtwerk benutzt. — Die rote Bandweide braucht man vorteilhaft zu Sprentlagen, Rauhwehren usw. — Die Werftweide findet dieselbe Verwendung, wie die Sahlweide. Andere Arten sind: die gelbe Bandweide, die Lorbeerweide und die Mandelweide.

Außereuropäische Hölzer.

1. Pitch - pine (Pech- oder Besenkiefer) aus Nordamerika besitzt schweres, hartes, zähes, dichtes, grobfaseriges und sehr harzreiches, schön gelbliches oder gelbrotes, rötlich durchscheinendes Kernholz und gelblichweißes, schweres Splintholz. Es gilt in Amerika als bestes Bauholz, besitzt große Tragkraft und Dauerhaftigkeit, ist sehr elastisch, widersteht der Fäulnis sehr gut und wirft sich wenig. Man benutzt es zu Fußböden, Treppen, Türen, Fenster, Wand- und Deckentäfelungen, für Wasser- und Brückenbau, Hof- und Stallpflaster, zum Schiffbau usw. Da es stark schwindet, ist es vor der Verwendung gut auszutrocknen. Je nach Standort und Bodenbeschaffenheit ist das Holz mehr gelb (Yellow-pine) oder rot (Red-pine).

2. Whitewood und Cottonwood sind amerikanische, bei uns viel eingeführte Pappelhölzer, welche namentlich als Furniere und Blindholz verwandt werden.

3. Satin -Walnuß (Amerika), gelb, wird viel als Möbelholz verwandt, z. B. für Schlafstudenmöbel.

4. Tallowood oder Talgholz (Eukalyptusart) und Moaholz sind australische Harthölzer, die sich trefflich als Fußbodenhölzer, Pflasterklötze, Schieneneinfassungen und Schienenunterlagen, zu Brückenbelag und zu Wasserbauten eignen.

5. Das Jarrahholz (Australien) eignet sich gut zu

Wasserbauten, da es vom Bohrwurm nicht angegriffen wird. Ebenso gibt es ein gutes Holzpflaster.

6. Mahagoni (aus Mittel- und Südamerika, z. B. Brasilien, und Westafrika, frisch gelbrot, später dunkler, ungemein fest und hart, äußerst dauerhaft, nie vom Wurm heimgesucht, schwindet nicht, wirft sich wenig und nimmt eine vorzügliche, spiegelglatte Politur an. Verwendung: zu Möbeln, Furnieren, Maschinenlagern und Maschinenteilen sowie zu Schiffsbauten.

7. Teakholz (Indische Eiche) aus Vorder- und Hinterindien, hellbraun, an der Luft dunkler werdend, eichenähnlich, spezifisches Gewicht 0,9, besser als Eichenholz, durch ölige Bestandteile gegen Fäulnis und Wurmfraß geschützt; bestes Schiffsbauholz, beste Fensterkreuze. Das Holz kann frisch verarbeitet werden.

8. Pockholz (Guajakholz, westindische Inseln und Südamerika), Kernholz grünlichbraun mit gelblich-schwarzen Streifen, Splintholz hellgelblich, sehr hart, fest, schwer zu bearbeiten, beim Reiben und Verbrennen von würzigem Geruch, um ein Drittel schwerer als Wasser. Verwendung: Achsenlager, Walzen, Rollen, Flaschenzüge, Hämmer, Kegelkugeln, Türgriffe usw.

9. Hickory (amerikanische Walnuß), im Splint weiß, im Kern rötlichbraun, sehr zähe, schwer, leichtspaltig, dauerhaft, stark schwindend, sich leicht wendend, bestes Werkzeugholz, auch zu Möbeln, in der Stellmacherei usw. benutzt.

10. Palisander (Jakaranda) aus Rio di Janeiro, dunkelbraun, schwärzlich, dunkel gestreift und geadert, poliert: rot oder braun, zu Furnieren, Möbeln, musikalischen Instrumenten.

11. Ebenholz (echt aus Bombay, Ceylon, Siam), sehr fein, äußerst hart, tiefschwarz, schwerer als Wasser,

mit kaum sichtbaren Jahresringen, vorzüglich polierbar, beim Verbrennen wohlriechend, kostbarstes Möbelholz, Drechslerholz, für Mosaik- und Einlegearbeiten, Furniere, Handgriffe u. dgl.

IV. Metalle.

A. Eisen.

1. Darstellung und Eigenschaften der wichtigsten Eisensorten.

Reines Eisen kommt in der Natur nur selten vor, z. B. als Einschluß in Basalten sowie in Meteoreisen (nickelhaltig). Es ist weich und dehnbar, spez. Gew. = 7,8, weiß bis stahlgrau stark metallglänzend, wird vom Magneten angezogen, nicht angegriffen von trockener Luft und sauerstofffreiem Wasser, verbindet sich aber leicht mit Sauerstoff in feuchter Luft und sauerstoffhaltigem Wasser.

Das technisch verwandte Eisen ist nie chemisch rein, sondern stets noch mit Kohlenstoff, oft noch mit Silizium, Mangan usw. legiert.

Man gewinnt das Eisen als Roheisen in Hochöfen aus den Eisenerzen (Roteisenstein = Fe_2O_3 , Brauneisenstein = $\text{Fe}_4\text{H}_6\text{O}_9$, Magneteisenstein = Fe_3O_4 , Spateisenstein = FeCO_3) sowie aus eisenreichen Abfallstoffen (eisenreichen Schlacken, Walzensinter, Hammerschlag und Kiesabbränden). Die Erze werden mit Zuschlägen zu Möller gemischt. Die Zuschläge (meist Kalkstein oder Dolomit) werden beigemennt, um mit der Gangart, d. h. mit den begleitenden erdigen oder steinigen, meist kieselsäurereichen Bestandteilen der Erze eine leichtflüssige Schlacke zu bilden. Als Brennstoff dient meist Koks, seltener und in waldreichen Gegenden auch Holz-

kohle. Die Verbrennungsluft (Wind) wird durch mehrere hundert Pferdestärken kräftige Maschinen (Gebläse) eingeblasen, nachdem sie in den Winderhitzern auf Glühhitze (800°) erwärmt ist. Die letzteren werden mit den dem Hochofen oben entströmenden Gichtgasen geheizt.

Der Hochofen (Fig. 33) besteht: 1. Aus dem 2—4 m weiten und hohen Gestell, in dessen unterem Teil sich das flüssige Eisen sammelt (Untergestell oder Eisenkasten). 1,5 m über dem Boden in der Formebene (F) münden die Windzuleitungsrohre. Darüber verbrennt der Koks und schmilzt das Eisen (Obergestell); 2. einem abgestumpften, sich bis zu 6—8 m erweiternden Kegel, der Rast; 3. einem zweiten abgestumpften Kegel in umgekehrter Stellung (dem Schacht), oben $\frac{2}{3}$ bis $\frac{5}{8}$ so breit wie unten und mit einer Höhe gleich etwa $\frac{6}{10}$ der ganzen Ofenhöhe. Die Stelle des weitesten Querschnitts heißt der Kohlensack, die obere Mündung die Gicht. Hier befindet sich der Gasfang zum Auffangen der Gichtgase. Die Wände bestehen aus besten Schamottesteinen, oben 0,6—0,8 m, unten 0,8—1,0 m stark. Die von oben erfolgende Beschickung besteht abwechselnd aus einer Erzgicht (6000—10 000 kg Möller) und einer Koksgicht (2000 bis 4000 kg Koks).

Der unten eintretende Wind trifft auf weißglühenden Koks und bildet mit demselben Kohlenoxydgas. Ein Teil des CO nimmt von den Erzen O auf und verbrennt zu CO_2 , die aber wieder in Berührung mit glühendem Koks in CO zurückverwandelt wird. In der obersten Zone, der Vorwärmzone, werden Erze, Kalkstein und Koks vorgewärmt und verlieren ihren Wassergehalt. In der folgenden Reduktionszone werden die Erze durch C und CO reduziert, indem sie an letztere ihren O ab-

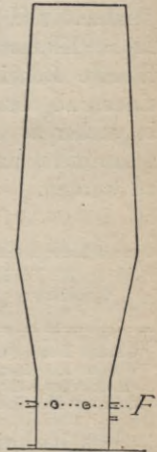


Fig. 33. Hochofen.
 F = Formebene.

geben. Gleichzeitig wird aus den Karbonaten (Kalkstein usw.) die CO_2 ausgetrieben. In der Kohlunzone nimmt das Eisen C auf und wird so in Roheisen mit niedrigem Schmelzpunkt verwandelt. In der Schmelzzone (der unteren Hälfte der Rast und dem oberen Teil des Gestells) schmilzt das Eisen und tropft herab, während Gangart und Zuschläge zu einer Schlacke zusammenschmelzen, die sich über dem flüssigen Eisen ansammelt und beständig durch den Schlackenstich abfließt (Klotzschlacke, granulierter Schlackensand). Das flüssige Roheisen wird durch den Eisenstich in Sandrinnen abgelassen, in denen es zu Masseln erstarrt, oder in vorher angeheizten, ausgemauerten großen Pfannen gesammelt, um noch flüssig dem Stahlwerk zugeführt zu werden.

Eisensorten.

Roheisen	Schmiedbares Eisen.			
	Schweißeisen		Flußeisen	
Graues Roheisen, Weißes Roheisen, Halbiertes oder meliertes Roheisen	Schweiß- schmiede- eisen	Schweiß- stahl	Fluß- schmiede- eisen	Flußstahl

Das Roheisen enthält über 2,3 v. H. C, außerdem Silizium, Mangan usw., ist spröde, nicht schmiedbar und nicht schweißbar, aber schmelzbar. Das graue Roheisen enthält den C zum größten Teil als Graphit ausgeschieden, ist daher dunkelgrau, siliziumhaltig (1—3 v. H.), schmilzt bei 1100—1300°, ist gießbar, dünnflüssig, bearbeitbar (feilbar usw.). In der Gießerei verwandt heißt es Gußeisen (Bauguß). Spez. Gew. 7,25. Das weiße Roheisen enthält den C meist legiert, ist weiß, manganhaltig, glänzend (Spiegeleisen), wird bei 1050—1200° zähflüssig,

ist hart und spröde, nicht bearbeitbar und dient zur Herstellung des schmiedbaren Eisens. Halbirtes Roheisen enthält den C teils legiert, teils als Graphit ausgeschieden, ist lichtgrau, gesprenkelt und dient zur Herstellung von Hartguß unter Benutzung eiserner Formen (Walzen, Brechbacken für Zerkleinerungsmaschinen usw.).

Das schmiedbare Eisen hat unter 1,6 v. H. C, erweicht vor dem Schmelzen, ist daher schmied- und schweißbar. Man erhält es aus weißem Roheisen durch Entkohlung, d. h. Verbrennung eines Teils des C. In teigigem Zustande erhalten heißt es Schweiß Eisen. Dieses ist schlackenhaltig. Spez. Gew. = 7,8. Wird das schmiedbare Eisen dagegen in flüssigem Zustande gewonnen, so heißt es Flußeisen, ist schlackenfrei und hat ein spez. Gew. von 7,85.

Die kohlenstoffreicheren Sorten (C = 1,6—0,5 v. H.) heißen Stahl (Schweißstahl, Flußstahl), sind härter und deutlich härtbar, schmelzen bei 1400—1600°, sind feinkörnig, grau, mattglänzend, ritzen gehärtet Glas, haben eine Zug- und Druckfestigkeit von 4500—10 000 kg/qcm. $E = 2\ 200\ 000$.

Die kohlenstoffärmeren Sorten (C = 0,5—0,05 v. H.) heißen Schmiedeeisen (Schweißschmiedeeisen, Flußschmiedeeisen), schmelzen bei 1600—1900°, sind heller grau und glänzender als Stahl und besser schmied- und schweißbar als dieser. Schweiß Eisen hat ein sehniges, Flußeisen ein kristallinisch-körniges Gefüge. Flußeisen ist auch etwas fester als Schweiß Eisen, nämlich: Zugfestigkeit 3400—4400; Schubfestigkeit 2500—300 kg/qcm; $E = 2\ 150\ 000$. Schmiedeeisen wird durch Glas geritzt.

Das Härten des Stahles geschieht durch plötzliches Abkühlen des glühenden Stahles in Wasser, Öl usw. Der glasharte und zugleich sehr spröde Stahl wird durch

„Anlassen“, d. h. Erwärmen auf $220\text{--}316^\circ$ weniger hart und weniger spröde. Jeder „Anlaßfarbe“ entspricht eine bestimmte Anlaßtemperatur und Härte (220° blaßgelb, 232° strohgelb, 243° goldgelb, 250° purpur, 266° violett, 278° dunkelpurpur, 293° hellblau, 316° dunkelblau). Beim Erhitzen auf 750° verschwindet die künstliche Härte wieder so gut wie ganz.

Nach dem Runderlaß des preußischen Ministers der öffentlichen Arbeiten vom 31. Januar 1910 dürfen die zulässigen Beanspruchungen betragen:

1. bei Trägern für Decken, Stützen, Dächern, Fachwerken aus Flußeisen 1200 kg/qcm für Biegung bzw. Zug und Druck (ausnahmsweise unter besonderen Bedingungen 1400 oder 1600 kg/qcm);
2. bei Nieten die Scherspannung höchstens 1000 kg/qcm, der Lochleibungsdruck höchstens 2000 kg/qcm;
3. bei Gußeisen für Lager 1000 kg/qcm, sonst auf Druck 500 kg/qcm, auf Zug 250 kg/qcm, auf Abscherung 200 kg/qcm;
4. bei Ankern aus Flußeisen 800 kg/qcm;
5. Schmiedestahl auf Zug, Druck und Biegung bis zu 1400 kg/qcm;
6. für Schweißisen gelten die um 10 v. H. ermäßigten Zahlen des Flußeisens.

Herstellung von schmiedbarem Eisen.

Durch das Püddeln wird in einem liegenden Flammofen dem eingeschmolzenen, weißen Roheisen ein Teil seines C durch Verbrennen entzogen und dieses so in Schweißstahl oder bei weiterer Entkohlung in Schweißisen verwandelt. Die Flamme streicht von dem gesonderten Verbrennungsraum über die Feuerbrücke und

über das flüssige Roheisen, welches vom Puddler mit eisernem Haken durchrührt wird. Der Schweißstahl bzw. das Schweißisen sondert sich wegen seines höheren Schmelzpunktes teigartig aus dem flüssigen Roheisen aus und schließt dabei zwischen den zusammenschweißenden Teilchen stets Schlacke ein, von der man es durch Hämmern und Walzen möglichst zu befreien sucht.

Beim Bessemerverfahren läßt man das flüssige Roheisen (10—16 t) in die Birne (Fig. 34) und preßt von unten her Luft durch da selbe, wodurch der Kohlenstoff in 10 Minuten verbrannt wird. Um Stahl zu erhalten, wird darauf kohlenstoffreiches Spiegeleisen oder Ferromangan in richtigem Verhältnis zugesetzt. Die Birne hat ein fast ganz aus Kieselsäure bestehendes Futter. Hierbei gelingt die Entfernung von Phosphor aus phosphorhaltigem Roheisen nicht (saure Schlacke).

Beim Thomasverfahren besteht das Futter aus Dolomit bzw. gebrannter Magnesia, und es wird außerdem Kalk in die Birne gegeben und so eine basische Schlacke erzeugt, welche die sich bildende Phosphorsäure aufnimmt. Die 14—20 v. H. Phosphorsäure enthaltende Thomasschlacke wird, gemahlen, als wertvolles Düngemittel verwandt.

Beim Martinverfahren wird in einem Flammofen mit Generatorfeuerung und Wärmespeichern (von Friedrich von Siemens) Roheisen mit Schmiedeeisenabfällen zusammengeschmolzen und so Stahl von mittlerem C-Gehalt erzielt.

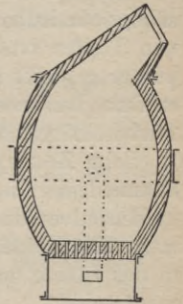


Fig. 34.
Bessemerbirne.

Beim Siemensverfahren wird Roheisen mit Eisenerzen zusammengeschmolzen. Die Erze liefern den Sauerstoff zur Entkohlung des Roheisens. Der ganze Einsatz beträgt 10—30 t. In 24 Stunden werden 2 $\frac{1}{2}$ bis 6 Hitzen ausgeführt. Beim Puddeln beträgt der Einsatz nur etwa 300 kg, und dauert die Umwandlung mehrere Stunden.

Das Tempern besteht in der Umwandlung ihrer Form nach bereits fertiger, durch Gießen erzeugter Gebrauchsgegenstände aus weißem Roheisen in weiche, zähe, schmiedbare Gegenstände. Diese werden in eisernen Töpfen oder gemauerten Kästen in Roteisensteinpulver gepackt und etwa eine Woche lang auf Rotglut erhitzt (Werkzeuge, Schloßteile, Schlüssel, Fenster- und Türbeschläge). Die Stärke darf nur bis 2,5 cm betragen.

Beim Zementieren packt man Stäbe aus weichem Schmiedeeisen in große, steinerne Kisten zwischen Holzkohlenpulver und glüht sie bei etwa 1000° eine Woche lang. Die Kohlenstoffmoleküle wandern dann allmählich in das Innere des Eisens und verwandeln dieses in „Zementstahl“.

Raffinier- oder Gärbstahl erhält man durch Zusammenschweißen von Luppenstäben unter Hämmern oder zwischen Walzen, wodurch vorhandene Schlacke möglichst ausgepreßt und der Kohlenstoff gleichmäßig durch die ganze Masse verteilt wird.

Tiegelgußstahl wird durch Umschmelzen von Rohstahl in Tiegeln von Ton oder Graphit erhalten und bildet die edelste Stahlsorte (Schneidewerkzeuge).

2. Formgebungsarbeiten.

Gießerei. Es wird fast stets graues Roheisen verwandt, welches umgeschmolzen und dadurch dichter

und gleichmäßiger wird. Es führt dann den Namen Gußeisen. Für Kunstguß verwendet man dünnflüssiges Eisen mit geringem Phosphorgehalt; bei hohen Anforderungen an die Festigkeit wird möglichst phosphorfreies „Hämatiteisen“ verwendet. Mitisguß besteht aus ganz weichem, eingeschmolzenem Schmiedeeisen. Zu Hartguß wird Si- und Mn-armes, meliertes Roheisen gebraucht.

Für Herstellung der Gußformen unterscheidet man Modell-, Schablonen- und freie Formerei. Alle Modelle müssen um das „Schwindmaß“ größer sein als das fertige Gußstück. Die Formen bestehen meist aus feinem Sand mit etwas Ton und Kohlenstaub.

Beim Herdguß wird das Modell in den auf dem Boden der Formhalle liegenden Sand abgedrückt und die so erhaltene Herdform mit dem flüssigen Eisen vollgegossen (Gitter, Fenster, Ofenplatten usw.).

Durch Kastenguß werden Gegenstände mit verwickelteren Formen (Säulen, Fuß- und Kopfstücke, Schuhe) hergestellt. Das Modell besteht aus mehreren Teilen. Die Form wird ringsum geschlossen. Die Kästen bestehen aus zwei oder mehr Teilen. Eingußtrichter, Windpfeifen. Das Anschmelzen an das Eisen wird durch Überziehen der inneren Formflächen mit Holzkohlenpulver verhindert.

Beim Flußeisen besteht die Form wegen der höheren Temperatur aus Masse, bestehend aus gemahlenem Schamotte und ungebranntem, fettem, feuerfestem Ton, welche vor der Verwendung scharf zu trocknen ist.

Formmaschinen haben hauptsächlich die Aufgabe, das Modell genau senkrecht aus der Form zu heben, wodurch Verletzungen der letzteren sowie schwierige und zeitraubende Ausbesserungen vermieden werden. Manche Formmaschinen übernehmen auch noch das Hineindrücken des Sandes. — Räderformmaschinen (für Zahnräder) arbeiten mit Modellen mit nur zwei Zähnen und geben Zahnräder von höchster Genauigkeit.

Bei der Schablonenformerei zum Gießen von Umdrehungskörpern kann das Modell durch eine Schablone ersetzt werden. Hier wie bei der freien Formerei verwendet man

oft gemauerte Kerne, die man mit Lehm überzieht. Der Formerlehm besteht aus einem Gemenge von Lehm mit magerem, trockenem Sande und Pferdedünger, Spreu und dergleichen. Letztere verkohlen beim scharfen Austrocknen. (Glockenguß: Kern, falsche Eisenstärke, Mantel.)

Freie Formen werden ohne Modell nach Zeichnung unter Benutzung von Maßstab, Zirkel und Lehren angefertigt.

Hartguß wird in eisernen Formen hergestellt (Schalenguß, Coquillenguß) und besteht im Innern aus weichem, grauem Roheisen, welches nach der Oberfläche zu allmählich in weißes Roheisen übergeht (Walzen, Zerkleinerungsmaschinen, Brechbacken, Herzstücke, Panzerplatten).

Gußstücke (z. B. Säulen) sollen nicht zu dünn (möglichst 1,5 cm) und nicht zu dick (möglichst nicht über 2,5—3,5 cm) sein. Die Gußwände sollen gleichmäßige Stärke oder allmähliche Übergänge haben. Scharfe einspringende Ecken sollen vermieden werden. Alle Gußstücke müssen nach Fertigstellung von den Eingußtrichtern, Graten usw. befreit (geputzt) werden.

Schmieden, Walzen und Pressen. Schmiedbares Eisen wird selten gegossen. Meist wird demselben durch Schmieden, Walzen oder Pressen die gewünschte Form erteilt. Für große Stücke bedient man sich der Dampfhammer (über 100 t Gewicht) und der Schmiedepressen (mit 5000—12 000 t Druck). Auf Walzwerken werden hergestellt Stabeisen und Profileisen auf Kaliberwalzen (mit Einschnitten versehen) und Bleche mittels glatter Walzen. Ein einfaches Walzwerk (Fig. 35) besteht

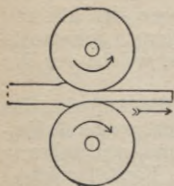


Fig. 35. Glatte Walzen (Blechwalzen).

aus zwei dicken gußeisernen Zylindern (Walzen), welche mit geringem Zwischenraum in den Walzenständern gelagert sind und durch Maschinenantrieb nach entgegengesetzter Richtung um ihre Achse

gedreht werden. Die dazwischengeschobenen Stücke werden durch die Walzen zusammengedrückt, verdünnt und in die Länge gestreckt. Die Formänderung geschieht nach und nach durch wiederholtes Durchlaufen durch die Walzen bei immer enger werdenden Zwischenräumen (Wärmeausgleichsgruben, Kehrwalzwerke, Triowalzwerke, Walzenstraßen.) Besondere Arten sind die Rohrwalzwerke und die Drahtwalzwerke.

Schmiedeeiserne Rohre von 35 cm Weite und mehr erzeugt man aus dicken Blechen durch Schweißen mit dem Hammer. Enge Rohre bis zu 3 cm Durchmesser (Gasleitungsrohre u. dgl. werden auf der Ziehbank durch Aneinanderschweißen der Blechkanten hergestellt. Für hohe Beanspruchungen (Rohrdampfkessel, Druckwasserleitungen) werden die Rohre mittels Walzen über Dorne zusammenschweißt. Nahtlose, gegen inneren Druck sehr widerstandsfähige Rohre erhält man aus dem vollen Block oder Rundstab durch das Mannesmannsche Schrägwalzverfahren. — Wellblech wird kalt oder glühend zwischen kannelierten Walzen gewalzt oder hydraulisch gepreßt. (Flaches Wellblech, Trägerwellblech, bombiertes [gewölbtes] Wellblech, zwei- und dreifach gewelltes Blech.)

Zum Schweißen bedient man sich jetzt auch vielfach der Elektrizität, des Thermitverfahrens oder des Autogenverfahrens mit der Azetylen-Sauerstoffflamme. Mittels des letzteren Verfahrens wird Eisen auch mit Eisen gelötet und Eisen durchschnitten.

3. Prüfung des Eisens.

Gußeisen soll eine Zugfestigkeit von 12 kg/qmm besitzen. Bauguß soll in der Regel aus grauem Roheisen bestehen. Man soll, gegen die rechtwinklige Kante des Gußstückes mit dem Hammer schlagend, einen Eindruck erzielen, ohne daß die Kante abspringt. Ein quadratischer Stab von 30 mm Seite und 1 m Stützweite muß in der Mitte eine allmählich zunehmende

Belastung von 450 kg aufnehmen können, ehe er bricht. Die Wanddicke von Säulen darf in keinem Falle weniger als 10 mm betragen. Stark belastete Säulen werden zweckmäßig einer Belastungsprobe durch hydraulische Pressen unterworfen, wobei sie mindestens das Doppelte der größten, rechnungsmäßigen Belastung aushalten sollen, ohne Beschädigungen zu zeigen.

Schweißeisen soll dicht, gut stauch- und schweißbar, weder kalt- (phosphorhaltig), noch rotbrüchig (schwefelhaltig), noch langrissig sein, eine glatte Oberfläche zeigen und darf weder Kantenrisse, noch offene Schweißnähte oder sonstige unganze Stellen haben. Man stellt Proben an auf Zugfestigkeit und Dehnung, Schmiedeproben, Kaltbiegeproben, Stauch- und Streckproben. Nieteisen von der Länge $l = 2d$ soll auf $\frac{1}{3} l$ stauchbar sein.

Flußeisen soll eine glatte Oberfläche ohne Schiefer und Blasen zeigen und darf weder Kantenrisse noch unganze Stellen haben. Ätzproben mit verdünnter Salzsäure sollen ein gleichmäßiges Gefüge zeigen. Flußstahl soll eine Zugfestigkeit von über 50 kg/qmm und eine Dehnung von mindestens 10 v. H. besitzen.

4. Schutz des Eisens gegen Rost.

Eisen bleibt in trockner Luft unverändert, in feuchter verrostet es, d. h. es überzieht sich mit lockerem Eisenoxydhydrat, welches beständig weiter frißt. Schmiedeeisen rostet leichter als Stahl und Gußeisen. Säuredämpfe (auch Kohlensäure) und Salzlösungen, auch Urin, Kalk, Gips befördern und beschleunigen das Rosten. Die Schutzmittel haben den Zweck, das Eisen von der feuchten Luft abzuschließen.

Rostschutzmittel sind:

1. Anstriche. Vor dem Anstrich ist das Eisen von Rost und Staub zu reinigen (Drahtbürsten, Beizen mit Säuren). Zunächst wird das Eisen dann mit kochendem Leinöl und nach dem Trocknen mit Mennige (Bleimennige mit Leinölfirnis) gestrichen; darüber erfolgt meist ein Ölfarbanstrich. Eisenmennige ist billiger, aber bei weitem nicht so wirksam. Andere Anstriche sind: Steinkohlenteer (wasser- und säurefrei, heiß auf das vorgewärmte Eisen aufgebracht; für Gas- und Wasserleitungsrohre); Gasteerlack, Asphaltlack, Graphit, Grafische Schuppenpanzerfarbe, Bessemerfarbe, Ferrorubron, Kautschuköl, Inertol von Dr. Roth (Paul Lechler, Stuttgart), vorzüglich gegen Nässe, Säuren usw., Siderosthen (von Jeserich, Hamburg), ebenfalls gut bewährt, zäh und elastisch, auch als Anstrich auf Mauerwerk, Zement, Holz sehr gut bewährt. Für blanke Maschinenteile verwendet man eine Mischung von Talg mit Bleiweiß oder Graphit.

2. Metallüberzüge. Am besten schützt ein Überzug von Zink. Das Eisen wird entweder in schmelzendes Zink eingetaucht („galvanisiertes Eisen“) oder der Überzug wird auf elektrischem Wege hergestellt (Drahtseile, Ketten, Blitzableiter, Drähte der Reichstelegraphie). Ein Zinnüberzug ist nur so lange schützend, wie derselbe noch unversehrt ist (Weißblech, Drahtstifte). Teurer Bleiüberzug schützt besonders gegen Säuren. Zuweilen wird Eisen auch vernickelt.

3. Portlandzement gewährt einen vorzüglichen Rostschutz für gegossene Stücke und ganze Eisenkonstruktionen. Der dünne, mit Wasser angerührte Zement wird mit einem Pinsel aufgetragen, und der Anstrich nach jedesmaligem Erhärten 2—3, auch 4—5 mal wiederholt. Auf diesem Rostschutz beruht mit die Vorzüglichkeit der Eisenbetonkonstruktionen.

4. Das Emaillieren wird besonders bei kleineren Gußwaren (Küchengeschirren, Wasser- und Abortbecken u. dgl.) angewandt. Es besteht aus einer unteren Silikatschicht und dem eigentlichen aus Silikaten und Zinnoxid bestehenden Emailleüberzug. Gute Emaille darf bei Erhitzen und Abkühlen nicht springen.

5. Schutz des Eisens gegen Feuer.

Nichtgeschützte Eisenkonstruktionen werden bei Bränden gefährlich, indem sie schon bei etwa 600° ihre Form und Tragfähigkeit verlieren. Gußeiserne Säulen springen, wenn das Löschwasser sie trifft. Träger können die Wände herausdrängen, biegen sich mächtig durch und verursachen den Einsturz der Decken usw. Eisenkonstruktionen können daher nur als feuersicher angesehen werden, wenn sie mit feuersicheren, schlecht wärmeleitenden Stoffen umhüllt werden, welche auch den Löschstrahlen bei einem Brande genügenden Widerstand bieten. Solche Ummantelungen werden hergestellt aus Backsteinen, porösen, feuerfesten Steinen, Schwemmsteinen, Terrakotta, Korksteinen, Kunststoffsteinen, Stampfbeton, Monier- und Rabitzputz, Drahtziegelputz, Asbestzement, Asbest-Kieselgur-Zement, Gipsdiele, Gipsputz usw.

6. Verwendung des Eisens im Bauwesen.

1. Gußeisen. Durch Herdguß werden hergestellt: Fenster, Gitter, Fußboden- und Unterlagsplatten, Geländer, Ofenplatten u. dgl. Als Kastenguß werden gefertigt: zentrisch belastete Säulen und Stützen, Konsolen, Fuß- und Kopfplatten, Maschinenteile. Masseguß wendet man für Gas- und Wasserleitungsröhren an. Lehmguß wird für große Gußstücke angewandt,

für Glocken u. dgl. Schalenguß findet Verwendung für Walzen, Herzstücke, Wagenräder, Panzerplatten.

2. Schmiedeeisen. Man fertigt daraus Blech, Stabeisen, Profileisen und Draht durch Walzen; Nägel, Klammern, Anker, Bolzen, Zugstangen, Gitter, Geländer durch Schmieden.

3. Aus schmiedbarem Eisenguß fertigt man Werkzeuge, Schraubenschlüssel, Schloßteile, Schlüssel, Beschläge usw.

4. Stahl findet im Bauwesen wenig Verwendung. Abgesehen von den Gußstahlschienen für Eisenbahnen und der Verwendung im Brückenbau (Walzen der Kipp- lager, Rollen der Gleitlager) braucht man Stahl für Werkzeuge, Maschinenteile, Kesselbleche, Wellen, Kanonen, Panzerplatten, Glocken usw.

B. Andere Metalle.

1. Zink.

Zink hat eine bläulichweiße Farbe, großblättrig-kristallinisches bis körniges Gefüge, ist bei gewöhnlicher Temperatur und noch mehr bei 200° spröde, brüchig und schwer bearbeitbar, bei 100 — 150° geschmeidig und dehnbar, so daß es gehämmert, zu Blechen ausgewalzt sowie gestanzt und getrieben werden kann. Spez. Gew. gewalzt 7,13—7,20. Ausdehnungskoeffizient $\frac{1}{340} = 0,0029$ für 100° . Zink schmilzt vor dem Glühen bei 412° , verdampft bei hellroter Glühhitze (930°) und verbrennt an der Luft mit blauweißem Licht zu Zinkoxyd.

An feuchter Luft und im Wasser überzieht es sich nur an der Oberfläche mit einer sehr dünnen, aber sehr dichten Schicht von halbkohlensaurem Zinkoxyd, wodurch das darunterliegende Metall vor weiterem Angriff geschützt wird. Zink darf bei Dachdeckungen usw. nicht

mit anderen Metallen in Berührung kommen, weil es sonst durch galvanische Wirkung zerstört wird. In trockener Luft behält Zink seinen Metallglanz.

Zink löst sich leicht in Säuren (Lötwasser), sowie in Kalilauge. Zerstörend wirken Rauchgase, schwefelsäurehaltiges Regenwasser, Ruß, glühende Kohlentelchen sowie Kalkmörtel. Von letzterem ist es daher durch Asphaltpappe u. dgl. zu trennen.

Man verwendet Zink zu Dachdeckungen, Dachrinnen, Abfallrohren, Konsolen, Verzierungen, Schiffsbekleidungen, Badewannen u. dgl., ferner als Rostschutzüberzug für Eisen (galvanisiertes Eisen, Blech, Rohrschellen, Rinneneisen, Ketten, Drahtseile, Nägel). Der Zinküberzug wird auch durch Eintauchen des gereinigten Eisens in geschmolzenes Zink hergestellt. An der Berührungsstelle beider Metalle bildet sich dabei eine sehr festhaftende und äußerst widerstandsfähige Legierung von Zink und Eisen. Zink schützt Eisen auch namentlich im Seewasser.

Zinkblech kommt nach der schlesischen Zinkblechlehre in 26 Nummern in den Handel mit Nummerstempel auf den Tafeln. Für Bauzwecke verwendet man namentlich Nr. 12 bis 15.

Schlesische Zinkwellbleche kommen in fünf Profilen A bis E (Nr. 12) in den Handel mit Wellenbreiten von 117 bis 20 mm und Wellenhöhen von 55—6 mm.

2. Kupfer.

Kupfer ist das einzige Metall von roter Farbe, stark metallglänzend, spez. Gew. = 8,9 (gehämmert oder gewalzt), sehr geschmeidig und zäh, weicher als Eisen, gut zu Blech und Draht verarbeitbar, hämmerbar, treibbar, bei heller Rotglut schweißbar, gegossen aber undicht, porig und blasig, daher nicht geeignet zu Gußwaren, zu denen man Kupferlegierungen verwendet, die diese

schlechte Eigenschaft nicht besitzen. Kupfer leitet vorzüglich die Wärme und Elektrizität. Wärmeausdehnungszahl = 0,0017 für 100°. Kupfer schmilzt bei 1060°, ist löslich in Salpeter- und konzentrierter Schwefelsäure, in verdünnter Schwefelsäure nur bei Luftzutritt, wird von Essig und Kochsalzlösung angegriffen, daher sind Speisen in Kupfer- und Messinggefäßen nicht aufzubewahren und diese stets rein zu halten (Grünspanbildung). An der Luft überzieht sich Cu allmählich mit schwarzem Kupferoxyd (CuO), an feuchter Luft mit grünem, basisch-kohlensaurem Kupferoxyd (Grünspan), in besonderen Fällen mit schöngefärbtem Edelrost (Patina). Beim Hämmern, Treiben usw. wird Kupfer allmählich hart; durch Glühen wird es wieder weich und dehnbar.

Verwendung findet Kupfer in Form von Stangen, Draht, Blechen und Rohren. Draht braucht man z. B. für elektrische Leitungen, Bleche zum Dachdecken (0,5 mm stark), wobei kupferne Nägel verwandt werden, ferner für Kessel, Kochgefäße, Blasen, Pfannen, Schlangen, Kühlapparate (Brennereien, Brauereien). Kupferrohre werden nach dem Schrägwalzverfahren von Mannesmann ohne Naht gewalzt oder aus einem Blechstreifen zusammengelötet und gezogen; sie sollen sich um einen Dorn von der dreifachen Dicke des Rohrdurchmessers kreisförmig biegen lassen, ohne Brüche und Risse zu zeigen. Auch als Überzug anderer Metalle findet Kupfer Verwendung.

Hauptsächlich verwendet man Kupfer zu wertvollen Legierungen, die große Festigkeit besitzen und sich sehr gut gießen lassen. Messing (60—80 Cu, 40—20 Zn) ist hämmerbar und zu feinsten Blechen auswalzbar. Glockenbronze (80 Cu, 20 Sn); edle Bronze (ebenfalls

aus Cu und Sn); moderne Bronze (80—90 Cu, 3—8 Sn, 1—10 Zn, 1—3 Pb); Münzenbronze (deutsche Reichsmünzen = 95 Cu, 4 Sn, 1 Zn); Maschinenbronze (74 bis 90 Cu, 3—18 Sn, 2—10 Zn, manchmal 4—8 Pb); Phosphorbronze (mit 0,6 v. H. P) ist zäh, elastisch und gießbar; Aluminiumbronze (90—95 Cu, 5—10 Al) zu Kunstschmiedearbeiten; Britanniametall (aus Cu, Sn und Sb).

Viele Kupferverbindungen liefern geschätzte Farbstoffe (Mineralgrün, Bergblau, Scheelesches Grün, Schweinfurtergrün). Kupfervitriol verwendet man zum Verkupfern von Eisen, zu galvanischen Elementen und zum Tränken von Holz (Verfahren Boucherie).

Kupfer kommt gediegen in der Natur vor und wird sonst aus Kupfererzen (Kupferkies, Kupferglanz usw.) und aus Kupferschiefer (Mansfeld) gewonnen.

3. Blei.

Blei ist weich, unelastisch, leicht biegsam, bläulichweiß, von hohem spezifischen Gewicht (11,4), von hohem Metallglanz auf frischer Schnittfläche, der aber durch Oxydation bald verschwindet. Es ist fein auswalzbar (für Verpackungszwecke), zu Draht ausziehbar, zu Rohren preßbar und gießbar. Wärmeausdehnungszahl = 0,0029 für 100°. Es schmilzt bei 330°, ist abfärbend, durch geringe Beimengungen anderer Metalle härter und leichter schmelzbar, in der Weißglut flüchtig.

In reinem oder ganz weichem, ebenso in kohlenensäurehaltigem Wasser ist Blei etwas löslich zu Bleioxydhydrat. Alle Bleiverbindungen sind giftig. Gewöhnliches (hartes) Trinkwasser zeigt keine Einwirkung; die sich bildende dünne, feste Bleisalzschiebt haftet hier sehr fest und ist in Wasser unlöslich (Wasserleitungsrohre). Bleirohre werden auch innen verzinkt oder verzinkt.

Blei ist löslich in Salpetersäure, in organischen Säuren, Fetten und Ölen. Eßgeschirre müssen daher blei-

frei sein. Bleiglasuren dürfen nur einen sehr geringen Bleigehalt besitzen (Gesetz). Unlöslich ist Blei in Salzsäure und Schwefelsäure (Kammern, Pfannen usw. der Schwefelsäurefabrikation). Zerstört wird Blei von Kalk- und Zementmörtel, von denen es durch Asphalt u. dgl. zu trennen ist.

Verwendung findet Bleiblech zum Dachdecken, zu Abdeckungen, für Trennungsschichten (Siebelsche Isolierungsplatten), als Zwischenlager für Träger und Säulen, als Treppenbelag, zum Fassen der Glasscheiben (Kirchenfenster). Gegossenes Blei dient zum Vergießen von Steinschrauben u. dgl., zum Dichten von Gas- und Wasserleitungsrohren. Bleirohre verwendet man für Wasserleitungen in Gebäuden usw.

Bleiweiß (basisch-kohlensaures Bleioxyd) bildet eine gutdeckende weiße Farbe, die aber von Schwefelwasserstoff geschwärzt wird. Man überstreicht Bleiweiß daher zweckmäßig mit Zinkweiß. Bleioxyd ($\text{PbO} = \text{Bleiglätte}$) bildet einen gelben Farbstoff, macht, mit Leinöl gekocht, dieses rasch trocknend, zu Leinölfirnis, findet ferner Verwendung für Kitt, Bleiessig, Bleiglas und Bleiglasuren.

Mennige ($\text{Pb}_3\text{O}_4 = 2 \text{PbO} + \text{PbO}_2$) bildet eine rote Anstrichfarbe und ein sehr gutes Rostschutzmittel für Eisen; mit Leinölfirnis verrieben gibt sie einen guten Ölkitt zum Dichten von Wasser- und Dampfrohren. Mennige verwendet man wie Bleiglätte als Gitterfüllung für Akkumulatoren.

Bleilegierungen sind: Lagermetall (60 Pb, 20 Sb, 20 Sn), Letternmetall (60 Pb, 25 Sb, 15 Sn), Schrot (Pb mit 0,2—0,35 v. H. As).

Die wichtigsten Bleierze sind Bleiglanz (PbS) und Weichbleierz (PbCO_3).

4. Zinn.

Zinn ist weich, etwas härter als Blei, dehnbar, wenig fest, weiß mit einem Stich ins Gelbliche, silberähnlich,

lebhaft glänzend. Es hat ein kristallinisches Gefüge und knirscht beim Biegen (Schreien des Zinns), läßt sich gut gießen, hämmern und zu äußerst feinen Blättern ausschlagen (Zinnfolie oder Stanniol). Spez. Gew. = 7,3 bis 7,5 (gehämmert oder gewalzt). Es schmilzt bei 230° , hält sich an der Luft gut blank, verflüchtigt sich in der Weißglut und verbrennt mit weißer Flamme zu weißem, unschmelzbarem Zinnoxid (SnO_2). Zinn ist löslich in Salzsäure und in Königswasser (Mischung von Salpeter- und Salzsäure). Es ist widerstandsfähig gegen Luft und Feuchtigkeit, sowie gegen schwach saure und alkalische Lösungen.

Verwendung findet Zinn zur Herstellung von Geräten, Orgelpfeifen, zum Verzinnen von Eisen (Weißblech), Kupfer und Zink, zum Belegen von Spiegeln (Zinnamalgam), in der Färberei, als Stanniol zu luft- und wasserdichten Umhüllungen usw.

Zinnlegierungen sind außer den bereits genannten: Klempnerschnellot (1 Teil Sn, 1 Teil Pb), schmilzt bei 186° ; Hartlot (Sn, Zn und Cu), dient zum Löten von Eisen, Stahl, Kupfer und Messing; Weißmetall (83 Sn, 11 Sb, 6 Cu), findet Verwendung im Maschinenbau. Zinnbleilegierungen, die mit Speisen oder Getränken in Berührung kommen, dürfen in Deutschland nicht mehr als 10 v. H. Blei enthalten.

Zinn gewinnt man aus Zinnstein (SnO_2) durch reduzierendes Schmelzen.

Nebenstoffe.

V. Glas und Wasserglas.

1. Die Rohstoffe des Glases und die Herstellung der Glasmasse.

Unter Glas versteht man eine durch Zusammenschmelzen der Rohstoffe erhaltene Verbindung von kiesel-saurem Alkali (Kali oder Natron) mit kiesel-saurem Kalk oder kiesel-saurem Blei. Danach unterscheidet man Kalk- und Bleigläser, und besonders: Kalkkaliglas (hart, strengflüssig), Kalknatronglas (für Bauzwecke am meisten verwendet), Bleinatronglas und Bleikaliglas (Flintglas, zu Linsen usw.). Rohstoffe bilden Kiesel-säure, meist in Gestalt von reinem, weißem Quarzsande, Alkalien (Pottasche oder Soda), Kalk (als Kreide, Marmor) oder Blei (in Form von Bleiglätte oder Mennige). Ohne Zusatz von Kalk oder Blei erhält man im Wasser lösliches Wasserglas. Die Rohstoffe werden zerkleinert, im richtigen Verhältnis gemischt (Glassatz) und dann zusammengeschmolzen. Für Fensterglas besteht ein solcher Glassatz z. B. aus 75 v. H. Kiesel-säure, 13 v. H. Natron und 12 v. H. Kalk.

Der Glassatz wird im Glasschmelzofen (mit Siemens-scher Generatorfeuerung und Wärmespeicheranlage) entweder in besonderen Behältern aus feuerfestem Ton (Hafenofen) oder in dem wannenartigen Herde des Ofens (Wannenofen) bei etwa 1200—1250° C bis zur Dün-nflüssigkeit eingeschmolzen, von den Unreinigkei-ten, der „Glasgalle“ gereinigt und für die Formgebung dann auf 700—800° abgekühlt, so daß die Masse zäh-flüssig wird.

2. Die Formgebung und andere Bearbeitung.

Hohlglas (Flaschen, Gläser usw.) und Tafelglas oder Streckglas (für gewöhnliche Fensterscheiben) wird mittels der etwa 1,5 m langen Glasmacherpfeife geblasen, teils unter Verwendung von Formen aus Holz oder Metall. Für Tafelglas (Fig. 36) wird zunächst durch

Blasen und Schwenken eine lange, walzenförmige Blase hergestellt. Hier-von werden die Enden abgesprengt. Der entstehende Zylinder wird dann der Länge nach aufgesprengt und im Streckofen mit dem Streckholz (Lindenholz mit harter, fester Kohle) auseinandergebreitet und geglättet.

Größere und starke Scheiben (Roh-glas, Spiegelglas) werden durch Gießen hergestellt. Die zähflüssige Glasmasse wird auf einer ebenen, starken, gußeisernen Platte (Gießtisch), die an den Längsseiten mit verstell-

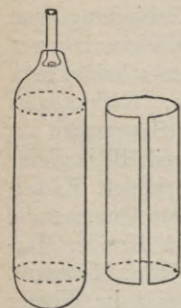


Fig. 36. Streckglas.

baren Leisten versehen ist, in Schlangenlinien ausgegossen und durch eine erwärmte, gußeiserne Walze geebnet. Die Oberfläche ist dann etwas wellig (Roh-glas).

Alles Glas muß nach dem Blasen oder Gießen in besonderen Öfen ganz langsam abkühlen, weil es sonst viel zu spröde und unhaltbar sein würde. Rohglasscheiben ruhen im Kühlofen auf einer horizontalen Sandbettung, wodurch die Unterfläche rau wird.

Geschliffen und poliert wird Glas mittels horizontaler oder vertikaler Schleifscheiben aus Gußeisen, Schmirgel, Stein, Holz, Filz usw. oder mittels guß-

eiserner Läufer und Schleif- und Poliermittel, wie Quarzsand, Schmirgel, Polierrot und Wasser.

Muster können durch die Formen in Hohlglas eingepreßt werden, durch Platten oder Walzen, auch kann bei Streckglas die Unterlage gemustert, gewellt, gebogen usw. sein. Geschliffene Gläser sind stets teuer. Beim Schleifen der Spiegelscheiben geht etwa die Hälfte der Glasmasse verloren. Auf billige Weise werden Gläser mit Mustern oder Verzierungen versehen durch das Sandstrahlgebläse, wobei scharfkörniger Sand durch einen Luft- oder Dampfstrom gegen die Glasfläche geschleudert wird. Die Stellen, welche von dem aufprallenden Sande nicht rauh gemacht werden sollen, werden dabei durch Schablonen aus Hartgummi u. dgl. verdeckt. Auf diese Weise werden auch ganze Scheiben „mattiert“, um sie undurchsichtig zu machen. Auch durch Ätzen mittels flüssiger oder gasförmiger Flußsäure (FlH) werden Gläser mit Verzierungen versehen. Die Stellen, welche nicht geätzt werden sollen, werden mit Hilfe von Schablonen mit einem Wachs oder Asphalt enthaltenden Überzug versehen.

Das Färben des Glases geschieht durch Metalloxyde (z. B. rot durch Goldpurpur; gelb durch Silberoxyd; grün durch Kupferoxyd; violett durch Braunstein usw.). Die Metalloxyde werden entweder dem Glassatz zugesetzt, so daß die ganze Glasmasse gefärbt wird, oder das Glas wird beim Ausblasen in einen gefärbten Glasfluß getaucht, so daß die Oberfläche nur mit einer ganz dünnen gefärbten Glasschicht überzogen wird (Überfangglas).

Spiegel erhalten einen Belag aus Zinn, welches mittels Quecksilberamalgams aufgebracht wird, oder aus Silber, welches aus einer Lösung durch Reduktionsmittel ausgefällt wird.

In der Glasmalerei werden die mit Farbstoff versehenen Glasuren pulverförmig mit Öl u. dgl. angerieben und mit dem Pinsel aufgetragen und die Farben dann in Muffelöfen bei mäßiger Hitze eingebrannt.

3. Eigenschaften des Glases und Glassorten.

Glas ist durchsichtig, gewöhnlich farblos, undurchlässig für Luft und Wasser, schlecht leitend für Wärme und Elektrizität, hart ($H = 5$), glänzend, politurfähig; spez. Gew. = 2,6, für Bleigläser höher; Zugfestigkeit = 250 kg/qcm; Biegezugfestigkeit für geblasenes Glas = 125 kg/qcm. Die natürliche Oberfläche ist widerstandsfähiger als die geschliffene. Die innere Fläche geblasenen Glases ist glatter und glänzender als die äußere, daher bei Verglasungen nach außen zu nehmen. Gutes Glas wird nur von Flußsäure gelöst, doch wird die Oberfläche durch anhaltende Wärme leicht matt und blind, ebenso durch Ammoniakdämpfe (Treibhausfenster, Stallfenster). Glas ist im allgemeinen um so besser, je schwerer es schmelzbar ist.

Gutes Glas soll farblos, frei von Schlieren, Blasen und Wellen, glatt und eben und widerstandsfähig gegen Witterungseinflüsse sein. Man prüft Glas, indem man eine mit Alkohol gereinigte Probescheibe auf eine Schale mit rauchender Salzsäure legt und 24 Stunden mit einer Glasglocke bedeckt. Es darf sich dann kein weißer, abwischbarer Beschlag zeigen.

Nach der Färbung unterscheidet man: Grünes Glas (Flaschenglas), halbgrünes Glas (für ordinäre Fensterscheiben und bessere Flaschen), halbweißes Glas (zu Verglasungen und besseren Hohlgläsern), weißes Glas (zu besseren Verglasungen und geschliffenen Hohlgläsern), Spiegelglas aus reinsten Rohstoffen mit geringem Bleigehalt (zu Spiegeln und Schaufenstern), Kristallglas mit hohem Bleigehalt (zu geschliffenen Glassachen und Luxusgegenständen).

Zu gewöhnlichen Verglasungen verwendet man

deutsches Glas (Fensterglas, rheinisches Glas). Es ist geblasenes Kalknatronglas, welches nicht so hart, aber wetterbeständiger als Kalkkaliglas ist. Nach Reinheit und Beschaffenheit wird es in vier „Wahlen“ sortiert und in fünf Stärken gefertigt:

Bezeichnung der Glassorte	Dicke in mm	Gewicht eines qm in kg
Dünnes oder $\frac{7}{8}$ -Glas	1,5	3,6
Ordinäres oder $\frac{3}{4}$ -Glas	2	4,8
Mittleres oder $\frac{5}{4}$ -Glas	2,5	6,0
Anderthalbfaches oder $\frac{6}{4}$ -Glas	3	7,2
Doppelglas oder $\frac{8}{4}$ -Glas	4	9,6

Am meisten wird $\frac{4}{4}$ -, $\frac{6}{4}$ - und $\frac{8}{4}$ -Glas verwendet, für bessere Bauten die zweite und dritte Wahl. Die vierte Wahl verwendet man nur für Keller, Bodenräume u. dgl. Der Einheitspreis wächst mit der Summe aus Länge und Breite in Zentimetern (addierte Zentimeter). Die Größen gehen bis 300 add. cm und mehr.

Rohglas wird in Stärken von 3—13 mm für Glasdacheindeckungen gegossen. Meist ist es 5 mm stark, glatt, auch geriffelt, gerautet oder mattiert. Stärkere Sorten dienen für Lichtöffnungen in Fußböden, über unterkellerten Höfen und Durchfahrten u. dgl. Auch Fliesen, Wandplatten u. dgl. werden daraus hergestellt.

Drahtglas (Fr. Siemens, Dresden) enthält eine Drahtnetzeinlage und ist sehr biegungsfest, feuer- und diebessicher. Auch bei gewaltsamer Zertrümmerung fallen die Stücke nicht herab.

Spiegelglas wird gegossen und dann auf beiden Seiten geschliffen und poliert. Es ist meist 6—8 mm stark. Die beiden ersten Wahlen dienen für Spiegel, die dritte für Schaufenster, auch für Fensterverglasung.

Hier ist Spiegelglas besser aussehend, durchsichtiger, haltbarer und wärmehaltender als das gewöhnliche Fensterglas.

Luxferprismenglas, Multiprismen u. dgl. dienen zur Erhellung dunkler, tiefer oder unter der Erde liegender Räume. Die 10 cm großen, mit prismatischen Leisten versehenen Tafeln des ersteren werden auf elektrolitischem Wege durch Kupferleisten verbunden (Elektroverglasung).

Preßhartglas wird zwischen zwei Metallplatten rasch gekühlt und gepreßt und besitzt sehr große Biegefestigkeit.

Kathedralglas ist gegossen, 2—3 mm stark, farblos oder gefärbt, hat eine unregelmäßige Oberfläche, dämpft das Licht und ist wenig durchsichtig.

Glasbausteine (Adlerhütte in Penzig) sind hohl und werden mittels Mörtels (1 Teil feiner Sand, 3 Teile langsambindender Portlandzement und 1 Teil schnellhärtender Romanzement) zu Mauern, Decken und Gewölben zusammengefügt. Sie schützen gegen Wärme und Kälte, Schall, Feuchtigkeit, Einbruch usw. Hohle oder massive Glas-Hartguß-Mauersteine (Fr. Siemens, Dresden) finden ähnliche Verwendung für Gewächshäuser, Lichtöffnungen in Grenzmauern, Güterschuppen, Wintergärten usw.

4. Wasserglas.

Wasserglas bildet eine in Wasser lösliche Glasmasse, die durch Zusammenschmelzen von Pottasche oder Soda mit reinem Sande erhalten wird (Natronwasserglas, Kaliumwasserglas, Doppelwasserglas). Es muß geschlossen aufbewahrt werden, weil es sich leicht mit der Kohlensäure der Luft verbindet. Holz, Pappe, Zeug u. dgl. werden

durch Anstrich mit 33 prozentiger Lösung unentflammbar gemacht; porige Kalksteine werden dadurch gehärtet und witterungsbeständiger. Aus Wasserglas und Kreide, Dolomit usw. stellt man Kitte her für Steine, Glas, Porzellan und Metalle. Kalk- und Zementputz werden durch Überstreichen mit verdünntem Wasserglas (1 : 2) schnell zum Erhärten gebracht. Mit Wasserglas behandelte Wandflächen dienen auch in der Stereochromie für Bemalung mit alkalibeständigen Farben, die dann durch Bespritzen mit Wasserglas befestigt werden.

VI. Asphalt und Kitte.

I. Asphalt.

Asphalt ist ein Bitumen wie Naphtha, Erdöl, Petroleum, Bergteer, Erdpech. Diese sind zum Teil schwach oxydierte, aus organischen Stoffen entstandene Kohlenwasserstoffe, die sich durch einen eigentümlichen (bituminösen) Geruch auszeichnen. Reiner Asphalt (z. B. von der Insel Trinidad) ist schwarz, pechglänzend, von muscheligem Bruch, unter 10° fest, über $40\text{--}50^{\circ}$ flüssig, läßt sich bei Handtemperatur zu einem äußerst dünnen Faden ausziehen, hat ein spez. Gew. = 1,025, ist vollkommen undurchlässig für Wasser, fast unbegrenzt widerstandsfähig gegen Witterungseinflüsse, fast unveränderlich durch die meisten Säuren und Ätzelagen und sehr isolierend gegen Temperatur und elektrischen Strom. Reiner Asphalt kann mehrere Stunden auf 250° C erhitzt werden, ohne mehr als 1 v. H. seines Gewichts zu verlieren.

Die rohe Trinidadasphalterde enthält nur etwa 34 v. H. reinen Asphalt. Aus ihr gewinnt man den gereinigten Trinidadasphalt (Trinidad-Épuré) durch Umschmelzen und durch Vereinigung dieses mit etwa

20 v. H. öliger Rückstände der Paraffin- und Mineralölraffinerien den Goudron.

Hauptrohstoff für Asphaltarbeiten bildet der Asphaltstein, d. i. feinkörniger, mit 2—12 v. H. und mehr Bitumen getränkter Kalkstein von dunkler Farbe. Fundstätten sind das Val de Travers in der Schweiz, Seyßel in Frankreich, Lobsann im Elsaß, Limmer in Hannover, Vorwohle in Braunschweig, Ragusa auf Sizilien, San Valentino in Italien u. a. Die Asphaltsteine werden auf Steinbrechern und Desintegratoren gemahlen und gesiebt, gegebenenfalls noch künstlich mit Asphalt und anderen bituminösen Stoffen bereichert.

Aus Asphaltsteinmehl erhält man durch mehrstündiges Zusammenkochen mit 15—20 v. H. Goudron Asphaltmastix, welche in „Broden“ in den Handel kommt.

Der Asphalt findet im Bauwesen namentlich Verwendung als Stampfasphalt und als Gußasphalt.

Aus Stampfasphalt werden Fahrbahnen für Straßen mit lebhaftem Verkehr hergestellt, indem das erhitzte Asphaltsteinpulver auf einer 20 cm hohen, festen und durchaus trockenen Betonschicht 8 cm hoch aufgebracht und mit erhitzten Walzen gewalzt, mit erhitzten Stampfen festgestampft und mit erhitzten Bügelisen geglättet wird. Das Längengefälle darf nicht über 1 : 70 betragen. Als Quergefälle genügt ein solches von $1\frac{1}{2}$ v. H. Stampfasphaltstraßen zeichnen sich durch Geräuschlosigkeit und Wasserundurchlässigkeit aus und schonen durch ihre Elastizität und Ebenheit Pferde und Fahrzeuge.

Gußasphalt wird aus Asphaltmastix, etwas Goudron (3—6 v. H.) und Kies (50 v. H.) hergestellt, welche unter Umrühren in einem Kessel zusammengeschmolzen werden. Die Masse wird dann auf einer gleichmäßigen, trockenen Unterbettung ausgebreitet (2 cm stark), glatt

gestrichen und mit feinem, scharfem Sande abgeschliffen. Gußasphalt findet Verwendung für Fußwege, Bahnsteige, Durchfahrten, Fußboden in Räumen, in welchen mit Flüssigkeiten umgegangen wird, Isolierungen usw.

Sowohl aus Stampfasphalt wie aus Gußasphalt werden auch in der Fabrik Platten hergestellt, die dann an Ort und Stelle verlegt werden.

Weitere Anwendung findet der Asphalt für Asphaltfilzplatten, Siebels Asphalt-Blei-Isolierplatten, Asphalt-pappe usw. für Abdeckungen und Isolierungen, als Asphaltbeton für Maschinenfundamente oder zur Überfüllung eiserner Brücken, als Unterlage für Holzparkett für ebenerdige, nicht unterkellerte Räume, als isolierender Putz gegen Feuchtigkeit, als wasserdichter Mörtel für Flüssigkeitsbehälter, Brückenkanäle usw.

Asphalt wird sehr viel verfälscht, besonders durch Steinkohlenteer. Solche Verfälschungen erkennt man durch Schwefelsäure, die dadurch gebräunt oder geschwärzt wird.

2. Kitte.

Kitte dienen zur Verbindung zweier Gegenstände. Sie sollen fest auf den Flächen haften und nicht zu langsam erhärten. Die Kittflächen sollen rein sein, möglichst genau aufeinander passen und während des Erhärtens des Kittes aneinandergedrückt werden. Der Kitt ist in dünnen Schichten aufzutragen. Nach den zu verbindenden Stoffen unterscheidet man Holz-, Glas-, Porzellan-, Stein-, Metallkitte usw., nach der Verwendungsstelle wasser-, dampf-, feuer-, säurefeste Kitte usw. und endlich nach den Kittstoffen Leimkitte, Kalkkitte, Ölkutte, Harzkitte, Kautschuk- und Guttaperchakutte, Wasserglaskutte, Rost- oder Eisenkitte, Lote usw.

Leim für Holzwaren wird durch Kochen aus Knochen,

Haut, Sehnen usw. ausgeschieden. Leim ist um so besser, je mehr Wasser er in 24 Stunden aufnimmt. Auch die Blase mancher Fische liefert beim Kochen guten, farblosen Leim (Hausenblase). Für Holz an feuchten Orten verwendet man 2 T. heißen Leim und 1 T. Leinölfirnis.

Kalkkitte bestehen aus Kalk mit Zusätzen von Käsestoff, Eiweiß, Leim, Magnesia usw. Sie eignen sich hauptsächlich zur Verbindung von Steinen, Metallen und Hölzern und erhärten meist sehr schnell.

Ölkitte bestehen aus Leinöl oder Leinölfirnis mit geschlämmter Kreide oder Bleiweiß, Bleiglätte, Mennige, Zinkweiß usw. Es entstehen dabei unlösliche Seifen. Sie sind wasserdicht. Glaserkitt besteht z. B. aus pulverisierter Schlämmkreide und Leinölfirnis.

Harzkitte bestehen hauptsächlich aus Schellack, Kolophonium, Asphaltmastix, weißem oder gelbem Harz und Pech. Die Harzkitte sind wasserdicht, können aber keine Hitze vertragen.

Kautschuk- und Gutta percha kitte eignen sich besonders bei ätzenden Flüssigkeiten und unter Wasser zum Kitten von Hölzern, zum Kalfatern von Schiffen usw.

Bei Rost- oder Eisenkitten sind Hauptbestandteile Eisenfeilspäne, Schwefel und Salmiak, Nebenbestandteile Ton, Lehm, Sand, Kalk, Ziegelmehl usw. Sorels Kitt besteht aus Zinkoxyd und Chlorzinklösung mit wenig Borax oder Salmiak und dient z. B. zum Einkitten von Eisen und anderen Metallen in Stein.

VII. Farben, Firnisse und Lacke.

Nach dem Bindemittel unterscheidet man: Wasser-, Leim-, Öl-, Wasserglas-, Kaseinfarben; nach dem Deckvermögen Deck- und Lasurfarben. Letztere lassen den Untergrund noch durchscheinen. Wasserfarben werden

für äußere Anstriche meist durch Kalkmilch versetzt. Leimfarben werden nur im Innern verwendet. Die Wände werden vorher gereinigt und mit schwachem Seifenwasser vorgestrichen. Milchfarben werden mit Milch angerührt und mit in Milch abgelöschtem Kalk versetzt. Sie eignen sich für Innen- und Außenanstriche. Kaseinfarben werden auf frischem Kalkputz aufgetragen und eignen sich besonders zu Freskomalereien. Ölfarben bestehen aus verharzenden Ölen (Firnissen) und Farbstoffen. Für inneren Anstrich können Ölfarben mit Terpentinöl verdünnt werden, wodurch sie schneller trocknen und hart werden.

Die Anstriche dienen entweder nur als Schmuck oder sie sollen die Gegenstände dauerhaft und witterungsbeständig machen. Die anzustreichenden Flächen müssen rein und trocken sein.

Die wichtigsten bautechnischen Farbstoffe, die meist dem Mineralreich entstammen, sind: Weiß: geschlämmte Kreide, Weißkalk, Bleiweiß, Zinkweiß, Baryt- oder Permanentweiß. Gelb: Ocker, Kadmiumgelb, Chromgelb, Bleiglätte, Kasseler gelb. Grün: Berggrün, Chromgrün, grüner Zinnober, Grünspan, Schweinfurtergrün (giftig). Blau: Mineralblau, Ultramarin, Berlinerblau, Kobaltblau. Rot: Mennige, roter Bolus, gebrannte Siena, Englischrot, Indischrot, Zinnober. Braun: Umbra, Bolus, Terra di Siena, Kölnerbraun, Kasselerbraun, Asphalt. Schwarz: Ruß, Tusche, Beinschwarz, Frankfurterschwarz. — Bronze und Metallfarben sind fein pulverisierte oder zu Schaum geschlagene Metalle und Legierungen, die mit Gummi abgerieben werden: Schaumgold, Schaumsilber, Zinnstaub, Messing, Bronze.

Firnis nennt man eine Flüssigkeit, welche, in dünner Schicht aufgetragen, an der Luft schnell trocknet und die darunter liegende Fläche vor der Einwirkung der Luft, des Wassers usw. schützt. Der Firnis bildet einen meist durchsichtigen, glänzenden, harten Überzug. Man

unterscheidet Ölfirnisse und Lackfirnisse. Ölfirnisse erhält man aus Leinöl durch Oxydation. Firnis trocknet an der Luft. Ölfirnis am langsamsten; er ist aber elastischer, dauerhafter, widerstandsfähiger gegen Wärme und Feuchtigkeit als die anderen. Schnell trocknenden Ölfirnis nennt man *Sikkativ*. Auch Lösungen von Kopal, Bernstein, Kolophonium in Leinöl sind gebräuchlich (Kopalfirnis usw.). Billige Harzfirnisse dienen zum Anstreichen von Holz und zum Tränken von Mauerwerk, welches mit Ölfarbe gestrichen werden soll. Lackfirnisse oder Lacke bestehen aus in Leinöl, Terpentin oder Weingeist aufgelösten Harzen (Kopal, Bernstein, Dammar, Schellack usw.). Öllacke trocknen langsam, sind aber elastisch und dauerhaft. Terpentinlacke trocknen etwas weniger langsam. Spirituslacke trocknen sehr rasch, werden aber leicht rissig und undurchsichtig. Zaponlack (Lösung von Zelluloid) dient zum Überziehen glänzender Metalle.

VIII. Dachpappe und Holzzement.

Die rohe Dachpappe wird aus groben, langfaserigen Stoffen (am besten Wolllumpen) in Tafeln oder häufiger in 15 m langen, 0,9—1 m breiten Rollen hergestellt und mit heißem Steinkohlenteer durchtränkt. Dem Teer müssen die leichtflüchtigen Bestandteile durch Destillation genommen sein. Zweckmäßig erhält er Zusätze von Asphalt, Pech, schweren Harzölen u. dgl. Man erhält mit Dachpappe leichte, billige, feuersichere Dächer. Von Zeit zu Zeit sind sie neu zu teeren. Gute Dachpappe muß zäh, von filzartigem Gefüge, und geschmeidig sein und darf bei wiederholtem Umbiegen nicht brechen. Sie dient auch zu Isolierungen und Brückenabdeckungen. Eisenfilzplatten (Adlershof bei Berlin) besitzen eine große

Druckfestigkeit und dienen zur Verhinderung der Schallübertragung als Unterlage für schnellaufende Maschinen, Träger, Schienen usw.

Holzzement ist eine schwarze, pechähnliche Masse, die aus Teer, Asphalt, Pech und Schwefel hergestellt wird und in flüssigem Zustande zum Verkleben der Papier- oder Papplagen der Holzzementdächer dient. Durch die Überschüttung mit Sand und Kies und durch den Einschluß zwischen den Papier- oder Papplagen bleibt die für Wasser undurchdringliche Holzzementmasse der Einwirkung der Witterung entzogen.

Von weiteren Dacheindeckungsstoffen seien hier noch erwähnt das Ruberoid (Ruberoid-Gesellschaft, Hamburg), sowie wasserdichte Leinwand (Weber-Falkenberg, Berlin). Beide haben sich sehr gut bewährt.

IX. Linoleum.

Linoleum besteht aus einer innigen Mischung von gemahlener Korkabfällen, oxydiertem Leinöl, Kowri-Kopal und Farbstoffen, welche auf einem Jutegewebe durch geheizte Preßwalzen in den sog. Kalandern fest aufgepreßt und durch zwei Polierwalzen geglättet wird. Die Oxydation des Leinöls erfolgt nach dem älteren Waltonschen Verfahren auf natürlichem Wege, indem das Leinöl über lange, herabhängende Bahnen von Nessel-tuch wiederholt gerieselt wird und hier nach und nach den Sauerstoff der Luft aufnimmt, oder nach dem neueren Taylorschen Verfahren, wobei das kochende Leinöl durch Einblasen von Luft schnell verharzt. Das Linoleum wird einfarbig verwanzt, bedruckt oder besser mit solchen zuweilen prachtvollen Mustern versehen, bei denen die verschiedenartig gefärbte Masse durch die ganze Dicke des Linoleums geht. Linoleum darf nur auf ganz ebenen und trockenen Unterlagen verlegt werden

(Beton, Estrichgips, Holz). Es ist haltbar, elastisch, staubfrei, leicht zu reinigen, fugenlos, warm, schalldämpfend. Auch als Treppenbelag ist es sehr geeignet. Soda und soda-haltige Seife dürfen zum Reinigen nicht benutzt werden. Nach der Reinigung wird es trocken mit einer aus Öl und Wachs bestehenden Masse zur besseren Erhaltung eingerieben.

Bei den mit Wasser abwaschbaren Linkrusta - Tapeten (Walton, Hannover) ist eine ähnliche Linoleummasse auf Papier aufgepreßt.

Pergamoid bildet einen natürlichen Leder nachahmenden, zähen, abwaschbaren und wasserdichten Stoff aus Papier, das mit Pergamoidmasse getränkt ist und als Möbelbezug, Wandbekleidung und Papier für Baupläne, Schilder usw. zweckmäßige Verwendung findet (Continental Pergamoid-A.-G. St. Tonies bei Krefeld). Von anderen Wandbekleidungsstoffen seien noch erwähnt bedruckte Papiertapeten, Samt- oder Velourstapeten, Stofftapeten, Gobelins, Ledertapeten, Holztapeten und Metalltapeten.

X. Asbest und Kieselgur.

Asbest ist ein feinfaseriges, weißes, graues oder grünliches Mineral, feuersicher, seidenglänzend und meist so weich, daß es versponnen werden kann. Es leitet die Wärme fast gar nicht. Man verwendet es zu Asbestpappe und Asbestplatten zum Feuerschutz auf Holzkonstruktionen, als Asbestschiefer, Eternit, als Asbestgewebe für Anzüge für Feuerarbeiter, Feuerwehrleute und für Theaterdekorationen, zu Asbestzement für feuersichere Ummantelungen von Eisenkonstruktionen usw.

Kieselgur (Infusorienerde) bildet eine leichte, lose, mehlartige, aus den winzigen Kieselpanzern von Infusorien und den Resten von Diatomeen (Kieselalgen) bestehende, weiße, bräunliche oder blaßgrüne Masse, die oft in großer Mächtigkeit und Ausdehnung vorkommt (Lüneburger Heide, Untergrund von Berlin). Haupt-

bestandteil bildet Kieselsäureanhydrit. Kieselgur ist ein sehr schlechter Schall- und Wärmeleiter, sehr wasser-aufsaugend, hat ein spez. Gew. von 0,25—0,4 und ist feuer- und säurebeständig. Man verwendet Kieselgur zur Herstellung von leichten Steinen, Steinkitt, Glas und Wasserglas, Ummantelung von Kesseln, Rohren, Eisenkonstruktionen usw., von Dynamit, Zwischen-decken, Geldschrank- und Eiskellerwänden, sowie als Desinfektions- und Poliermittel.

XI. Hanf, Stricke, Seile, Taue.

Die Faserbündel der Hanfstengel werden von ihren Holzteilen befreit. Der Hanf wird dann zunächst zu einzelnen Faden (Garn) gesponnen, woraus Stränge und dann Litzen und Seile gedreht werden. Aus Vereinigung mehrerer Faden erhält man eine Litze. Drei oder vier Litzen geben ein Seil, mehrere Seile ein Tau. Durch das Drehen wird die Länge um etwa $\frac{1}{5}$ vermindert und die Haltbarkeit und Zugfestigkeit verringert. Trockene Seile sind um $\frac{1}{3}$ fester als nasse. Eine größere Dauerhaftigkeit gibt man ihnen durch Teeren. Bei den „Patentseilen“ sind die einzelnen Litzen schraubenförmig um einen Kern paralleler Fäden („Seele“) gedreht.

Aufzugsseile von Felten & Guilleaume in Köln.

Durchmesser in mm	Ungeteerte, runde Seile		Geteerte, runde Seile,	
	Gewicht kg/m	Zulässiger Zug kg	Gewicht kg/m	Zulässiger Zug kg
		200	0,22	176
	0,31	314	0,35	275
26	0,51	531	0,56	464
33	0,78	855	0,87	748
39	1,03	1194	1,15	1044
46	1,50	1661	1,68	1453
52	1,97	2122	2,18	1857

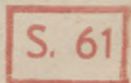
XII. Rohr, Stroh, Moos.

Rohr verwendet man zu Dacheindeckungen, zum Berohren von Holzwerk an Decken und Fachwerks-wänden u. dgl. Zum Dachdecken benutzt man das gewöhnliche Schilfrohr (nicht über 2 Jahre alt), das gelb und völlig reif sein muß. Mauerrohr ist geschältes Schilfrohr, das mindestens 1,7 m lang und 7 mm dick sein soll. Es wird immer ein dickes Ende neben ein dünnes verlegt. Die Entfernung der Stengel ist gleich der Rohrdicke. Meist braucht man fertiges Rohrgeflecht. Die Stärke von Berohrung mit Putz beträgt 2—2,5 cm. Durch die Berohrung wird das „Arbeiten“ des Holzes für den Putz unschädlich gemacht.

Stroh verwendet man zu Dachdeckungen (im Sommer kühl, im Winter warm, gut ventilierend, aber sehr feuergefährlich, daher meist verboten), ferner zu Stakerarbeiten, Windelboden, Lehmputz usw. Besonders verwendet man für diese Zwecke Roggen- und Weizenstroh. Stroh findet auch Verwendung zum Schutze frischen Mauerwerks bei plötzlichem Frosteintritt sowie bei der Deichverteidigung.

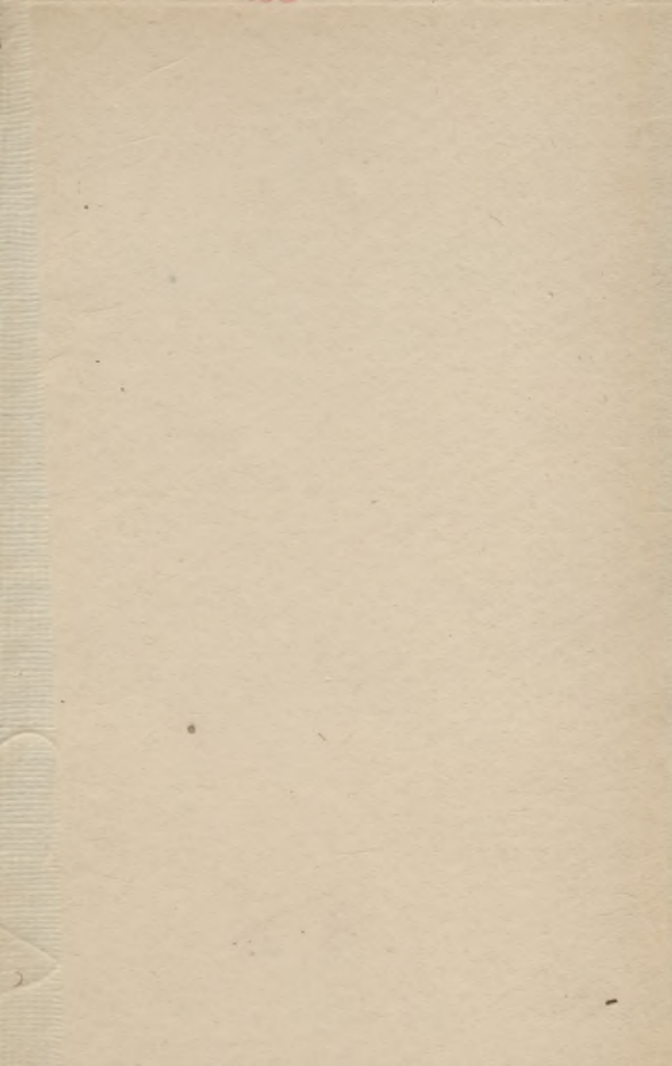
Nach der Erfindung von Gernentz in Thürkow (Mecklenburg) wird Stroh zum Dachdecken durch Tränken mit einem Brei aus Lehm, Gipspulver und Ammoniakwasser unverbrennlich gemacht.

Moos verwendet man zum Ausfüllen der Fugen bei sog. Trockenmauerwerk, als Füllmittel zwischen Decken und Wänden, um dieselben schall- und wärmeundurchlässig zu machen, als Beimischung für Lehmmörtel, um denselben rissefrei zu machen u. dgl.



ae - 8

S - 96



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



I-301728



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000296060