

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

~~BIBLIOTEKA GŁÓWNA~~



L. inw.

~~3494~~

LEHRBÜCHER FÜR
LEHRER AN
BEREITUNGSSCHULEN

HERAUSGEBER:
GIRNDT IN MAGDEBURG



K. JESSEN · M. GIRNDT

BAUSTOFFLEHRE



9y 16.56

VERLAG VON B. G. TEUBNER IN LEIPZIG UND BERLIN

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000297683

LEITFADEN DER BAUSTOFFLEHRE

FÜR BAUGEWERKSCHULEN
UND VERWANDTE BAUTECHNISCHE FACHSCHULEN

VON

K. JESSEN

KOMM. REGIERUNGS- U. GEWERBESCHULRAT
ZU MAGDEBURG

UND

PROF. M. GIRNDT

OBERLEHRER A. D. EGL. BAUGEWERKSCHULE
ZU MAGDEBURG

ZWEITE VERMEHRTE AUFLAGE

MIT 70 FIGUREN IM TEXT

EG



LEIPZIG UND BERLIN
DRUCK UND VERLAG VON B. G. TEUBNER

1907



II-351299

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW.

~~113494~~

ALLE RECHTE, EINSCHLIESSLICH DES ÜBERSETZUNGSRECHTS, VORBEHALTEN.

Akc. Nr.

~~990/50~~

Vorwort zur ersten Auflage.

Die Stellung und Bedeutung des Unterrichtes in der Baustofflehre an den Baugewerkschulen wird durch die Bestimmung der Prüfungsordnung genau gekennzeichnet, wonach im Hochbau neben dem Entwerfen, der Baukunde, der Baukonstruktionslehre und der Statik die Baustoffkunde als Hauptfach anzusehen ist. In der Prüfungsordnung für die Tiefbauabteilungen ist ihr eine gleiche Stellung angewiesen.¹⁾

Diese Bewertung der Baustofflehre muß trotz aller gegenteiligen Meinungen, die entweder in einer übertriebenen Wertschätzung der ästhetisch-formalen Unterrichtsfächer, oder in einer höchst einseitigen, weil ausschließlichen Betonung des konstruktiven oder des statischen Unterrichtes als die einzig richtige, weil tiefere und einsichtsvollere mit aller Entschiedenheit betont werden.

Der dauernde Wert einer Konstruktion hängt nicht allein von ihrer richtigen, den konstruktiven Überlieferungen oder den statischen Anforderungen entsprechenden Form und Größe ab, sondern ebenso sehr von einer zweckmäßigen Wahl und Behandlung des Stoffes. Die nicht allzusehene Nichtachtung der Baustoffkunde und die aus der weit verbreiteten Unkenntnis sich ergebende Nichtbeachtung ihrer Forderungen haben denn auch bereits manche unangenehme Folgeerscheinungen zeitigt: Zahllos sind die mit großen materiellen Verlusten verknüpften Verwüstungen des Hausschwammes. Einstürze von Häusern, Stein-, Rabitz-, Moniergewölben hatten als Ursachen nicht so sehr Mängel in der Konstruktion, als vielmehr Unkenntnis der Forderungen, die an die Beschaffenheit der zur Verwendung gelangenden Materialien zu stellen sind. Auch das Verhalten des nichtummantelten Eisens bei Bränden, des Gipses bei Estrichen u. m. a. beweisen demjenigen, der überhaupt sehen will, auf das klarste, daß neben der formalen und statischen Richtigkeit eine tiefere Erkenntnis und Berücksichtigung der stofflichen Eigenschaften ein **wesentlicher** Faktor der Zweckmäßigkeit einer Konstruktion ist.

Was nun das Ziel des Unterrichtes in der Baustofflehre anlangt, so ist es in Übereinstimmung zu setzen mit dem Ziele des bautechnischen Unterrichtes an mittleren Fachschulen überhaupt. Entsprechend der immer klarer hervortretenden Einsicht, daß auch im technischen Unterricht nicht sowohl auf das Kennen als vielmehr auf das Können und die technische Erkenntnis der größte Wert zu legen ist, besteht die Aufgabe des Unter-

1) Die Absolventen der Baugewerkschulen haben auch später bei der Meisterprüfung neben einigen andern Fächern eine Prüfung in „Materialienkunde“ abzulegen, während ihnen der größte Teil dieser Prüfung auf Grund der an einer Baugewerkschule bestandenen Abgangsprüfung erlassen wird.

richtes in der Baustoffkunde vor allem darin, in den Schülern eine volle Erkenntnis der Eigenschaften und des Verhaltens der Baustoffe in der Praxis und ein volles Verständnis für die Gründe der handwerksmäßigen Behandlung dieser Stoffe zu erwecken.

Diese Erkenntnis und dieses Verständnis, das Beste, was wir unsern Schülern mitzugeben imstande sind, können aber ohne eine gewisse Summe von physikalischen und chemischen Kenntnissen absolut nicht erworben werden. Diese physikalischen und chemischen Kenntnisse müssen aber bereits mit dem Beginne des Unterrichts in der Baustofflehre vorhanden sein. Daher hat der Unterricht in der Chemie und Physik dem Unterrichte in der Baustofflehre selbstverständlich voranzugehen.

Der vorliegende Leitfaden stellt nun gewissermaßen ein Programm dar, das zeigen will, wie die Umgrenzung und Anordnung des Lehrstoffes sein soll, den wir den Schülern unserer Lehranstalten einschließlich der Tiefbauabteilungen zu übermitteln haben. Er bringt das, was sich im Laufe der Zeit als Mindestmenge dessen, was der Schüler wissen soll, herausgestellt hat, ein Skelett, dem der Lehrer durch seinen Vortrag, durch Abbildungen, Demonstrationen und Exkursionen lebendigen Odem einzublasen hat. Er berücksichtigt die neuesten Fortschritte der technischen Wissenschaft und bringt von diesen das, was sich allgemeine Anerkennung errungen hat, und woran unsere Schulen, wenn sie mit der Technik fortschreiten sollen, nicht vorbeigehen können. Dem entsprechend wurde dem Beton- und Eisenbeton-Bau, dem Feuerschutze des Eisens, dem Gipsmörtel, manchen neueren Baustoffen eingehendere Würdigung bzw. Erwähnung zuteil.

Gewisse Kapitel, nämlich die Ausblühungen von Steinen und Mörteln, der Mauerfraß, die Herstellung des Roheisens wurden der bautechnischen Chemie überwiesen, deren sorgfältigste, unterrichtliche Behandlung von den Verfassern als ein wesentlicher Faktor für die Erreichung des baustofflichen Lehrziels angesehen wird.

Die Verlagsbuchhandlung B. G. Teubner hat in dankenswerter Weise alles getan, um mit dem Leitfaden ein gediegenes und würdig ausgestattetes, dabei aber außerordentlich wohlfeiles Lehrmittel zu schaffen.

Zu besonderem Danke verpflichtet sind wir auch den Verlagsanstalten Jul. Springer, Berlin; Verlag der Zeitschrift „Zement und Beton“, Berlin; Bernhard Fr. Voigt, Leipzig, die uns, teilweise durch Überlassung von Klischees, ermöglicht haben, den Leitfaden trotz des billigen Preises reichlich mit Figuren zu versehen. Es sind entnommen: Fig 1—3 dem Meyerschen Lexikon, Fig. 12 u. 13: Heusinger und v. Waldegg, Die Ziegel- u. Röhrenbrennerei, Fig. 10: Gottgetreu, Baumaterialien, Fig. 20: Fischer, Chemische Technologie, Fig. 21—23: Zeitschrift „Zement und Beton“, Fig. 26—36: Hagn, Schutz von Eisenkonstruktionen gegen Feuer.

Magdeburg, den 8. Oktober 1905.

K. Jessen und M. Girndt,

Vorwort zur zweiten Auflage.

Die nach so kurzer Zeit notwendig gewordene Neuauflage beweist die freundliche Aufnahme, die der Leitfaden bei den Fachgenossen gefunden hat, und damit die Richtigkeit der Grundsätze, die für die Verfasser bei der Herausgabe maßgebend gewesen sind. Es bestand daher keine Notwendigkeit, erhebliche Änderungen vorzunehmen.

Auch der Umfang des Lehrstoffes wurde im ganzen daher beibehalten. Im einzelnen ist zu bemerken:

1. Einige neuere Baustoffe, von denen man annehmen kann, daß sie die Feuerprobe der praktischen Erfahrung bestanden haben, wurden hinzugefügt.

2. Der stetig wachsenden konstruktiven Wichtigkeit des Betons und Eisenbetons wurde durch Aufnahme der wichtigsten Teile der „Leitsätze für die Vorbereitung, Ausführung und Prüfung von Bauten aus Stampfbeton vom Februar 1905“ noch mehr als bisher Rechnung getragen.

3. Für diejenigen Anstalten, an denen entweder gar kein chemischer Unterricht erteilt wird, oder an denen in der bautechnischen Chemie der Hochofenprozeß und die Entkohlungsprozesse des Eisens nicht behandelt werden, wurden diese in demjenigen Umfange, in dem sie in dem „Leitfaden der bautechnischen Chemie“ von Girndt, Leipzig 1906, B. G. Teubner, behandelt sind, in den vorliegenden Leitfaden mit aufgenommen.

4. Als eine wesentliche und, wie wir vielleicht hoffen dürfen, vorteilhafte Änderung ist die starke Vermehrung der Figuren von 36 auf 70 anzusehen. Die neuen Abbildungen beziehen sich wie auch die früheren größtenteils auf Dinge, für die anderweitiges Anschauungsmaterial schwer oder gar nicht zu beschaffen ist. Sie sind teilweise auf Grund eigener photographischer Aufnahmen und Zeichnungen angefertigt, teils aus anderen Werken durch Umzeichnung entnommen. Die Figuren 1, 2, 5, 6, 14, 15 rühren aus dem trefflichen Werkchen von J. Großmann, Gewerbe-kunde der Holzbearbeitung her, die Figur 50 aus Opperbecke, Zimmerkunst, Figur 45 aus Förster, Baumaterialienkunde. Für die Figur 27 stellte die Kgl. Berginspektion zu Rüdersdorf freundlichst eine photographische Aufnahme zur Verfügung. Fig. 70 entstammt einem unbekanntem Prospekte.

Wenn nun trotz der Vermehrung des Inhaltes der Preis des Leitfadens nicht erhöht worden ist, so ist dies der Verlagsbuchhandlung zu verdanken, deren Bestreben dahin geht, ohne Ansehung der Kosten in Beziehung auf Inhalt und Ausstattung erstklassige und doch wohlfeile Unterrichtsmittel für die bautechnischen Fachschulen zu beschaffen.

Die verehrten Amtsgenossen aber bitten wir, dem Leitfaden nach wie vor ein freundliches Interesse zu schenken.

Magdeburg, im Oktober 1907.

Die Verfasser.

Inhaltsangabe.

	Seite		Seite
Baustofflehre.		D. Das Brennen der Ziegel	45
Einleitung	1	E. Die Arten der Ziegelware	50
I. Das Holz.		F. Die Ausblühungen der Steine und der Mörtel	53
A. Allgemeines	2	V. Die Mörtel.	
B. Das gefällte Holz	7	A. Die Luftmörtel	54
C. Die Pilzkrankheiten des Bauholzes	10	B. Die hydraulischen Zuschläge	65
Der Hausschwamm	12	C. Die Zemente	65
D. Die Zerstörung der Holzarten durch	16	D. Der Zementmörtel	70
Wurmfraß	16	E. Der Zementbeton	73
E. Schutz des Holzes gegen Fäulnis	16	F. Der Eisenbetonbau	79
F. Der Feuerschutz des Holzes	17	G. Feuerfeste Mörtel	80
G. Die wichtigsten Bauholzarten	18	VI. Asphalt und Teer.	
II. Die natürlichen Bausteine.		A. Der Asphalt	81
Allgemeines	20	B. Der Steinkohlenteer	83
Einteilung der Bausteine	23	VII. Die Baumetalle.	
A. Einfache Gesteine	23	A. Das Eisen	84
B. Die gemengten Gesteine	24	B. Das Zink	99
Die wichtigsten Bausteine für Hoch- und Tiefbau	24	C. Das Kupfer	101
A. Einfache Gesteine	24	D. Das Blei	102
B. Gemengte Gesteine	27	VIII. Das Glas. Das Wasserglas.	
a) Kristallinische Gesteine	27	A. Das Glas	103
b) Verkittete Trümmergesteine	29	B. Das Wasserglas	106
c) Lose Trümmergesteine	32	IX. Korkstoffe. Linoleum.	
III. Die künstlichen, ungebrannten Steine		A. Korkstoffe	106
IV. Die künstlichen, gebrannten Steine.		B. Das Linoleum	107
A. Das Rohmaterial	40	X. Die Farbenstriche und Kitte.	
B. Die Aufbereitung der Ziegelerde	42	A. Die Farbenstriche	109
C. Das Formen und Trocknen der Ziegel	43	B. Die Kitte	110

Baustofflehre.

Einleitung.

Die Baustofflehre beschäftigt sich mit den im Gebiete des Hoch- und Ingenieurbaues verwendeten Baustoffen. Sie zieht neben den Eigenschaften dieser Stoffe die physikalischen und chemischen Veränderungen (Verwittern der Gesteine, Erhärten der Mörtel, Verfaulen des Holzes, Rosten der Metalle), denen die Baustoffe nach ihrer Verwendung im Bauwesen unterworfen sind, in den Kreis ihrer Betrachtung. Da ein volles Verständnis für jene Eigenschaften und Veränderungen nur dann zu erzielen ist, wenn auch die Herstellungsweise bekannt ist, so ist auch diese in angemessener Weise zu berücksichtigen.

Der Gang der Behandlung der einzelnen Stoffe wird also im großen ganzen folgender sein:

A. Natürliches Vorkommen, bzw. Herstellung, B. Eigenschaften, C. Veränderungen, D. Schutz gegen unerwünschte Veränderungen.

Die Zahl der Baustoffe ist eine ganz ungemein große. Fast täglich kommen neue, oft nur auf die Leichtgläubigkeit der urteilslosen Menge berechnete mit klangvollen Namen auf den Markt. Da diese aber vielfach noch wenig erprobt und bewährt sind, werden im folgenden nur die wichtigsten und bewährten in Kürze behandelt werden. Es sind dies:

- I. Bauholz.
- II. Natürliche Bausteine.
- III. Künstliche, ungebrannte Bausteine.
- IV. Künstliche, gebrannte Bausteine.
- V. Mörtel.
- VI. Asphalt und Teer.
- VII. Baumetalle.
- VIII. Glas. Wasserglas.
- IX. Korkstoffe. Linoleum.
- X. Anstrichfarben. Kitte.

I. Das Holz.

A. Allgemeines.

1. Das Bauholz, das in neuerer Zeit durch das Eisen etwas zurückgedrängt worden ist, hat vor diesem mancherlei Vorzüge. Es sind dies: seine Elastizität, seine leichte Bearbeitbarkeit, sein geringes



Fig. 1 Querschnitt aus dem Stammholz der Kiefer.

M = Mark; *K* = Kernholz; *S* = Splintholz; *CB* = Cambial- und Bastzone;
R = Rinde (Borke).

(Aus Großmann, Gewerbekunde der Holzbearbeitung.)

Gewicht und sein geringes Wärmeleitungsvermögen. Nachteilig sind seine leichte Zerstörbarkeit durch Fäulnis, Wurmfraß und Feuer; doch hat sich Eichenholz bei Speicherbauten, der

Zuckerahorn als Fußbodenholz in Wohnbauten auch im Feuer gut bewährt. Unangenehm ist auch sein Quellen und Schwinden. Zum Bauholze eignen sich nur die Stämme und allenfalls noch die dicksten Äste der Bäume. Stakhölzer werden nicht aus Knüppelholz, sondern aus gerissenem Scheitholz hergestellt.

2. Das Fällen des Baumes geschieht entweder durch Einkerben des Stammes mit der Axt: Stämmen, oder durch Absägen: Abtrümmen, oder durch Abhauen der dicken Wurzeln: Ausroden, oder endlich im modernen Großbetriebe mittelst glühender Drähte durch Elektrizität. (Über die Fällzeit siehe weiter unten S. 5.)

3. Auf dem Querschnitte eines Baumstammes (Fig. 1) sind folgende Teile leicht erkennbar: Das Holz K u. S, bestehend aus vielen Jahresringen, die Rinde R, zwischen ihnen der Bast, und das dem Holzkörper zugewandte Cambium CB (die Wachstumsschicht).

Bei manchen Sorten, unter den Bauholzarten namentlich beim Kiefernholz, auch beim Eichenholz, tritt noch ein Unterschied zwischen dem dunklen Kernholz K und dem helleren Splintholz S deutlich hervor. Viele Holzarten zeigen kurze, radial verlaufende, unterbrochene Streifen: die Markstrahlen, so z. B. die Eiche, Rotbuche, Ulme (Fig. 6).

Unter dem Mikroskope zeigt sich, daß die scheinbar gleichartige Holzmasse aus einer ungeheuren Menge verschiedenartig gestalteter, meist langgestreckter, entweder prismatischer oder spindelförmig geformter Gefäße und Zellen (Fig. 2) besteht. Die Wandungen dieser Zellen sind stark verdickt und bestehen aus Zellulose, Holzstoff, $C_6H_{10}O_5$. Sie sind erfüllt von dem Saft der Bäume. Dem Saftaus-

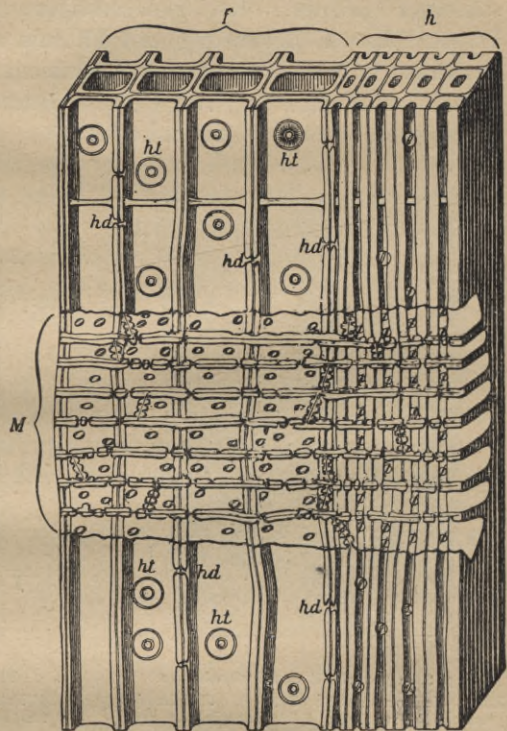


Fig. 2. Radialer Längsschnitt des Tannenholzes.

f = Zellen des Frühholzes; *h* = Zellen des Herbstholzes; *M* = Markstrahl aus mehreren Zellreihen bestehend; *ht* = Hof-tüpfel; *hd* = Hof-tüpfel durchschnitten. (Vergröß. 270 fach.)

(Aus Großmann, Gewerbekunde der Holzbearbeitung.)

tausche der Zellen unter sich dienen sehr dünne Stellen in der Zellwand, die Tüpfel (Fig. 2). Größere Kanäle, die oft schon dem bloßen Auge erkennbar sind, dienen dem Luftaustausche; es sind die Porenkanäle, Gefäße (Fig. 3). Holz mit großen Porenkanälen nennt man grobporig (Fig. 3). Grobporige Hölzer sind Eiche, Esche. Das Holz der Nadelbäume hat keine Gefäße (Fig. 4).

Die Zellulose, der Zellstoff, ist ein an der Luft sehr beständiger Körper. Bei gleichzeitiger Anwesenheit von Luft und Wasser oder in Berührung mit Fäulnis erregenden Stoffen oder mit Eisenrost tritt eine chemische Zersetzung ein, die oft ein Oxydationsprozeß ist (Entstehung von CO_2 im Humus). Die Zellulose wird dadurch gelb, braun, zuletzt schwarz.¹⁾

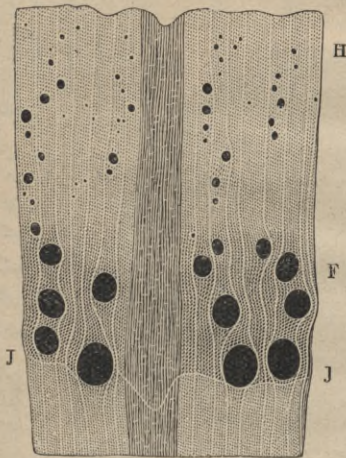


Fig. 3. Querschnitt des Eichenholzes. Zeigt die Porenkanäle (Gefäße). *J* Jahresgrenze; *F* Frühholz; *H* Herbstholz. In der Mitte Markstrahlen.

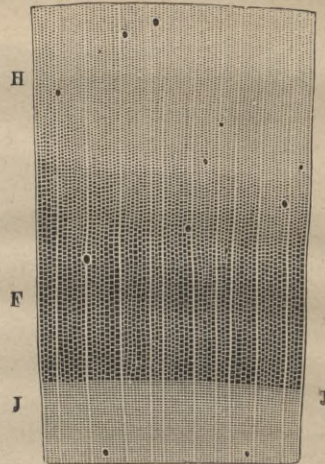


Fig. 4. Querschnitt des Kiefernholzes. *F* Frühholz; *J* Jahresgrenze. Die in Figur 3 im Verlaufe der Markstrahlen gezeichneten Hohlräume sind Harzkanäle.

4. Die Saftstoffe. Der Saftgehalt der Bäume ist ein außerordentlich verschiedener, je nach der Jahreszeit. Den meisten Saft enthält der Baum nicht, wie man gewöhnlich glaubt, im Frühling oder Sommer, sondern im Dezember und Januar (im Durchschnitt 52 %). Gegen den Sommer zu nimmt der Saftgehalt ab und erreicht mit 44 % im Durchschnitt im November sein Minimum.

Der Hauptbestandteil des Pflanzensaftes ist das Wasser. Selbst ganz lufttrockenes Holz enthält noch ca. 10 % hygroskopisches

1) Weiteres siehe Girndt, Bautechn. Chemie, Leipzig, B. G. Teubner 1906, S. 50.

Wasser. In dem Wasser sind nun entweder gelöst oder ungelöst und schwimmend enthalten: a) die fäulnisbefördernden, b) die fäulniswidrigen Saftstoffe. Fäulnisbefördernde Saftstoffe sind an erster Stelle: Eiweiß, dann Stärke, Zucker, Dextrin. Fäulniswidrig: Harze, Gerbstoffe, ätherische Öle.

Stärke, Zucker, Eiweiß, Dextrin sind Kohlehydrate¹⁾, ebenso wie die Zellulose. Außer diesen organischen Stoffen enthält der Pflanzensaft noch eine Reihe von unorganischen Salzen des K, Na, Ca und Fe, die nur in sehr geringen Mengen vorkommen und in der Pflanzasche nach dem Verbrennen des Holzes zurückbleiben (Aschensalze).

5. Das Wesen der Fäulnis. Die Fäulnis des Holzes beruht auf einer chemischen Zersetzung der Saftstoffe. Diese wird veranlaßt durch winzig kleine, nur mit dem Mikroskop wahrnehmbare Spaltpilze (Bakterien) oder durch die Keimzellen (Sporen) größerer Pilze, z. B. des Hausschwammes. Diese Spaltpilze und Pilzsporen wachsen und vermehren sich am besten bei gelinder Wärme. In der Kälte findet ihre Vermehrung und damit eine Zunahme der Fäulnis kaum statt. Ferner gedeihen sie nicht auf trockenen, sondern nur in feuchten Stoffen; trockenes Holz fault daher nicht.

6. Die Fällzeit des Holzes. Aus dem eben Gesagten geht hervor, daß der Sommer eine für das Fällen der Bäume ungünstige Jahreszeit ist, da in dieser Zeit die Fäulniserreger sich am stärksten vermehren. An sich ist das im Winter gefällte Holz nicht besser als das im Sommer gefällte. Aber im Sommer ist die Fäulnisgefahr bei weitem größer. Nicht die Fällzeit, sondern die nachfolgende Behandlung entscheidet über die Güte des Holzes. Man wird daher bei dem im Sommer gefällten Holze für eine schleunige Entfernung oder Austrocknung der Saftstoffe Sorge zu tragen haben (Auslaugen, Austrocknen) und die Bäume nach dem Fällen noch einige Tage mit der Krone liegen lassen, damit ein Teil des Wassers durch die Blätter ausgeatmet wird, dann aber bald entrinden. Die beste Fällzeit ist der Spätherbst und Winteranfang.

7. Das Wachstum des Baumes. Der Baum wächst von Ende Januar bis Ende November. Seine Nahrungsaufnahme erfolgt sowohl durch die Blätter als auch durch die Wurzeln. Durch die Wurzeln nimmt er Wasser und die in ihm gelösten Mineralsalze aus der Erde auf. Die Blätter nehmen Kohlendioxyd = Kohlensäure, CO_2 , aus der Luft auf, spalten den C ab und verarbeiten ihn mit den Bestandteilen des Wassers (H_2O) unter dem Einfluß des Sonnenlichtes zu den Kohlehydraten Stärke, Zucker usw., während der O ausgeschieden wird.

1) Siehe Girndt, Bautechn. Chemie S. 50 ff.

Gewisse Saftstoffe steigen durch den Bast in den Stamm und bilden dort im Cambium, also zwischen Bast und Holz, im Frühjahr durch Zellteilung einen neuen Zellenring, der allmählich verholzt, der aber im Frühjahr seines größeren Saftgehaltes wegen poröser ist wie im Herbst. So kann man das im Frühjahr gewachsene lockere Frühholz von dem gedrungener gewachsenen Herbstholze deutlich unterscheiden (Jahresringe) (Fig. 1—5). Die meist schrägen Schnitte durch diese auch in der Farbe meist deutlich unterscheidbaren Herbstholz- und Frühjahrsholzringe ergeben dann die eigentümliche Zeichnung oder Maserung der Holzbretter.

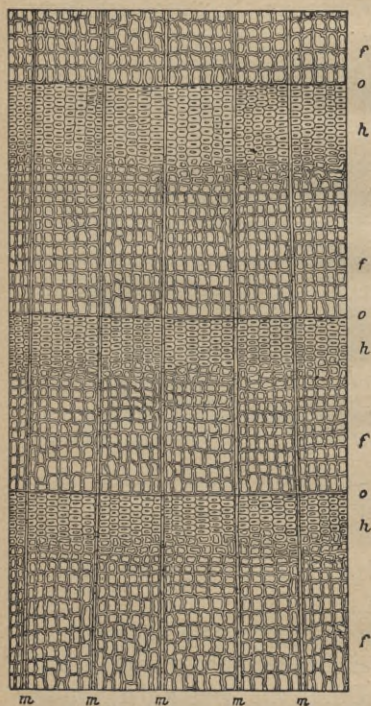


Fig. 5. Fachwerksbau des Nadelholzes. Querschnitt aus dem Stammholze der Tanne. (Vergröß. 30 fach.) *f* = Frühholz; *h* = Herbstholz; *o* = Jahresringgrenze; *m* = Markstrahlen.

(Beide Figuren aus Großmann, Gewerbekunde der Holzbearbeitung.)



Fig. 6. Darstellung der drei Hauptschnittrichtungen an einem Ulmenstammstück.

Q = Quer- oder Hirschnitt; *S* = Spiegel- od. Radialschnitt; *F* = Flader-, Sehnen- od. Tangentialschnitt.

B. Das gefällte Holz.

1. **Kernholz und Splintholz.** Der innere Teil des Holzkörpers erfährt im Laufe der Zeit eine eigentümliche Erhärtung und Verfestigung: das Kernholz. Oft wird er dabei auch dunkler gefärbt, z. B. bei der Kiefer, der Eiche, der Akazie. Das äußere Holz ist noch weich und vielfach auch heller; es wird daher nicht gern zur Bautischlerarbeit verwandt. Splintholz (Fig. 1).

Die Grenze zwischen Kern und Splint ist nicht bei allen Bäumen deutlich zu erkennen und fällt auch durchaus nicht mit einem Jahresringe zusammen. Beim Austrocknen der Bretter wirft sich das Holz stets so, daß die Splintseite hohl wird, während beim Aufquellen die Kernseite hohl wird. Warum?

2. **Die Schnitte.** An einem Baumstamme unterscheidet man drei Schnittflächen: den Querschnitt (Hirnschnitt), den Sehnen- oder Längsschnitt und den Radial- oder Spiegelschnitt (Fig. 6). Der Querschnitt zeigt das Hirnholz, der Sehnenchnitt das Langholz. Die auf dem Querschnitte sichtbaren Teile wurden schon oben aufgezählt. Der Spiegelschnitt hat seinen Namen von den sehr harten, stark verholzten Zellen der Markstrahlen, die nach einiger Abnutzung glänzende, glatte Flächen zeigen.

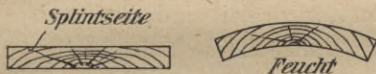


Fig. 7. Das Quellen eines Brettes.



Fig. 8. Trockenrisse. Fig. 9. Kernrisse

3. **Die Behandlung des gefällten Holzes.** Der gefällte Baumstamm muß austrocknen. Das darf nicht zu plötzlich geschehen und auch nicht zu einseitig, da sonst infolge des ungleichmäßigen Schwindens des Holzes zu starke Risse entstehen würden. Das Schwinden des Holzes beim Trocknen ist kein gleichmäßiges; es schwindet in der Richtung des Halbmessers bis zu 5%, dagegen in der Sehnenrichtung durchschnittlich 8%. Da überdies der Splint stärker eintrocknet wie der Kern, so entstehen Risse, Trockenrisse (Fig. 8), die von außen nach innen gehen und kaum bei weicheren Holzsorten zu vermeiden sind, auch die Tragfähigkeit des Holzes nicht sehr beeinträchtigen. Dagegen vermindern die von innen nach außen gehenden, durch den Standort der Bäume veranlaßten Kernrisse (Fig. 9), die im Kern am breitesten sind, die Tragfähigkeit erheblich. Das Auftreten zu starker Trockenrisse kann durch ein Ausbohren des innersten Kernholzes vermieden werden.

Um ein möglichst gleichmäßiges Austrocknen des Holzstammes zu bewirken, werden die Hirnflächen, von denen aus die Verdunstung am stärksten erfolgt, mit Lehm oder mit Papier verklebt oder mit Brettern benagelt. Der Stamm selbst wird, wenigstens in der wärmeren Jahreszeit, nicht ganz entrindet, sondern er wird entweder ringweise abgeschält oder durch einzelne in Reihen geführte Beilhiebe teilweise entrindet. Zum Zwecke einer gleichmäßigen Austrocknung muß er hohl gelegt werden. Ein langes Lagern im Walde ist für das Holz sehr nachteilig, da es nicht allein die Fäulnis, sondern auch das Einwandern von Insekten aller Art begünstigt.

4. Das Schneiden des Holzes erfolgt in Schneidemühlen. Aus dem Baumstamme, dem Rundholze, erhält man je nachdem: waldkantiges, vollkantiges (Ganz-)Holz, Halbholz, Kreuzholz, Bohlen, Bretter, Latten. Kernbretter und Riemen oder Spaltbretter. Als Abfall: Schwarten, Spähne und Rinde. Das darauf folgende Trocknen des Holzes erfolgt entweder durch Lufttrocknung oder durch künstliche Trocknung in mit warmer Luft geheizten Trockenkammern.

5. Das Lagern des verschnittenen Holzes hat in zweckmäßiger Weise zu geschehen. Bohlen und Bretter werden in offenen, eingedeckten Lagerschuppen, durch zwischengelegte Stapelhölzer getrennt, gelagert oder im Dreiecksverbande übereinander geschichtet. Die andern Hölzer sind durch untergelegte Stapelhölzer der Luft von allen Seiten zugänglich zu machen. Von Zeit zu Zeit sind sie umzulegen.

6. Das „Arbeiten“ des Holzes. Lufttrocknes Holz besitzt die Fähigkeit, in feuchter Luft Wasser aufzunehmen und in trockenen Räumen Feuchtigkeit abzugeben. Da hiermit eine Volumen-Vermehrung bzw. -Verminderung verbunden ist, so ist das Holz fortwährenden Größenveränderungen unterworfen, die die unangenehmste Eigenschaft des Holzes sind und auf die bei der Anfertigung von Holzverbindungen um so mehr sorgfältigst Rücksicht zu nehmen ist, als dieses „Arbeiten“ des Holzes, das man je nachdem als Quellen, Schwinden, Windschiefwerden, Reißen, Werfen, Krümmen bezeichnet, von äußerst kräftigen Spannungen im Holze begleitet ist, die bis zum Reißen des Holzes führen können. Diese Volumenveränderungen ergreifen das porösere Splintholz in höherem Grade wie das dichtere Kernholz, das jüngere Splintholz mehr als das ältere.

Fußbodenbretter werden beim Austrocknen an der Splintseite hohl. Man verlegt sie daher des besseren Gehens und der geringeren Abnutzung wegen mit der Kernseite nach oben. Die Herzdielen (Kernbretter) werfen sich nicht.

Bei Fachwerksbauten wird die Kernseite des Holzes dem Druck entgegengestellt (Fig. 12).

Schalbretter für Bogen und Gewölbe müssen eine Fuge für das Quellen erhalten. Bretterverkleidungen bekommen entweder eine Fugen-

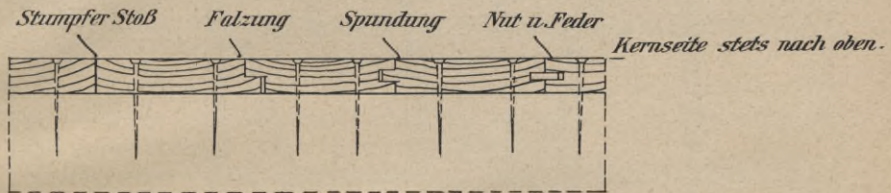


Fig. 10. Überfalzen, Nut und Feder.

deckleiste, die nur an dem einen Brett angenagelt ist (Grund?), oder man bedient sich des Profilierens und Überfalzens; Nut- und Feder- bei Fußböden, Schutzleisten (Fig. 10, 13).

Bei Türen, Paneelen u. a. m. verwendet man Rahmen aus dem seine Längsabmessungen nur sehr wenig ändernden Langholz und bringt in diese Füllungs Bretter, die in einer Nute beweglich sind (gestemmte Türen usw.) (Fig. 11).

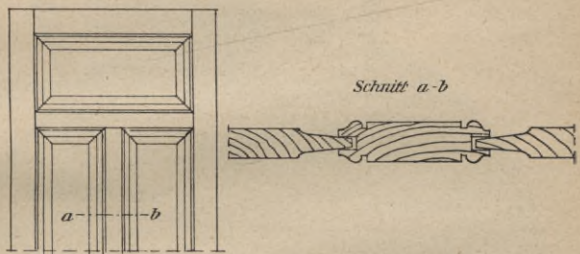


Fig. 11. Gestemmte Tür.

Bei Fußböden vermeidet man breite Bretter der großen Fugen wegen (Parkett, Stabfußboden).

Um größere Holzflächen vor dem Windschiefwerden zu bewahren, ordnet man Hirnleisten (Tischplatten) oder Gratleisten (Reißbretter, Stalltüren) an, oder man leimt mehrere Brettschichten in senkrechten Faserrichtungen übereinander (große Tischplatten, Parkettplatten), wodurch das Arbeiten des Holzes ganz verhindert wird.

Auch ist wohl darauf zu achten, daß das Stauen des Wassers am Holzwerk vermieden wird (Abfasungen an Säulen, Pfosten, Geländerstäben), namentlich an denjenigen Stellen, die vom Schlagwasser des Regens getroffen werden (Fig. 13).

In Neubauten darf die Zwischendecken- und Bodenfüllung, auf welche der Holzfußboden gelegt wird, nicht naß sein oder nachträglich durchnäßt werden.

Um das Windschiefwerden kleinerer Stücke, das durch etwas gedrehten Wuchs veranlaßt wird, zu verhüten, ist es am besten, geradfaseriges Holz zu wählen. Überhaupt ist dieses für alle Holzteile, die sich nicht verziehen sollen, nötig. Verwendet man geradfaseriges und völlig lufttrockenes Holz, das durch Behandlung mit Firnissen, Leinöl u. a. m. wasserabweisend gemacht worden ist, so kann man in den meisten Fällen das Werfen des Holzes vermeiden.

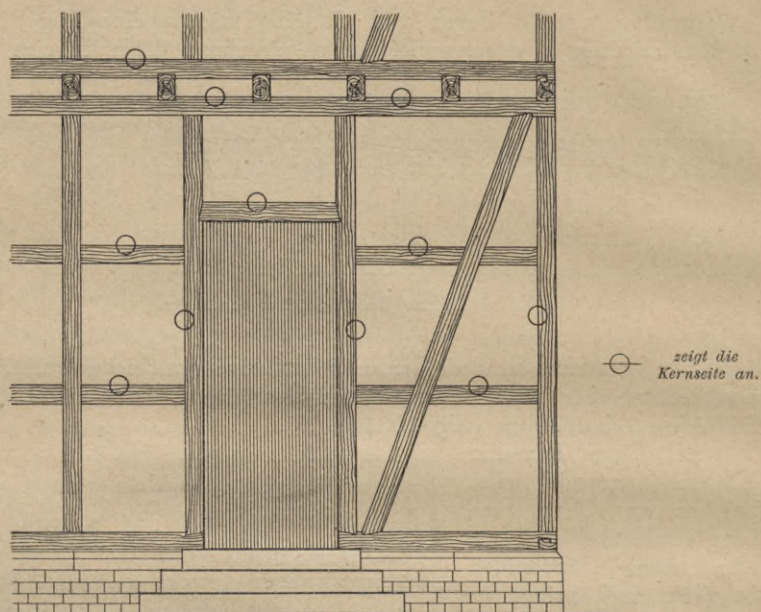


Fig. 12. Fachwerk.

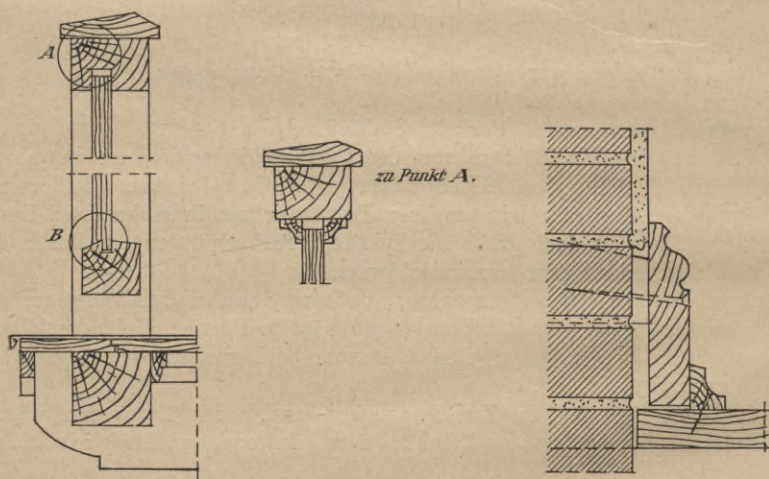


Fig. 13. Schutzleisten u. a. m.

C. Die Pilzkrankheiten des Bauholzes.

Die Dauer des Holzes. Nur unter besonders günstigen äußeren Umständen, zu denen vor allem dauernde Trockenheit oder andauerndes Umgebensein von Wasser zu rechnen sind, ist die Dauer des Holzes

eine große, wie die Reste von alten Römerbrücken im Rhein, die noch erhaltenen Holzkonstruktionen mittelalterlicher Bauten beweisen. Vielmehr ist das Holz von einer Reihe von Gefahren bedroht.

Bereits der lebende Holzkörper ist vielen Erkrankungen ausgesetzt, die mit einer Zersetzung und einem Zerfall der Holzfasern verbunden sind. Je nach der Stelle, an der sie auftreten, nennt man sie Stamm-, Ast-, Wurzelfäule. Oft bemerkt man bereits von außen Geschwülste, aus der Rinde hervortretende Fruchtkörper von Pilzen u. a. m.

Die neueren Forschungen haben nun dargetan, daß die Veranlassung zu diesen und anderen Erkrankungen des Holzes zweifellos Pilze sind.

Die Krankheitserreger sind die Sporen dieser Pilze, die entweder das Holz schon im Walde befallen und zu zerstören beginnen, oder die ihr Wachstum erst nach der Verlegung des Bauholzes beginnen. Die wichtigsten Pilzkrankheiten des Holzes sind:

1. Am lebenden Holze:

a) Die Rotfäule

(Fig. 14). Sie ergreift das Holz namentlich im Wechsel von Naß und Trocken. Das Holz wird morsch, zerfällt allmählich und erhält eine rote oder rotbraune Farbe. Sie zeigt sich namentlich im Innern des Baumstammes und wird durch verschiedene Pilze z. B. den Wurzelschwamm veranlaßt. Sie befällt namentlich Kiefern und Fichten, aber auch Laubhölzer.

b) Die Weißfäule. Das Holz erhält eine weißliche oder gelbliche Farbe. Es besitzt einen starken Geruch nach Pilzen. Auch diese Krankheit wird durch verschiedene Pilze veranlaßt, darunter den echten und den unechten Feuerschwamm.

c) Krebskrankheiten treten nur an einzelnen Stellen des Stammes auf und werden ebenfalls durch Pilze veranlaßt. Der Lärchenkrebs hat zahlreiche, wertvolle Lärchenbestände in Deutschland vernichtet.

2. Am bereits gefällten bzw. bearbeiteten Holze treten folgende Pilzkrankheiten auf:



Fig. 14. Fichtenstammescheibe mit weitgehender Zersetzung von *Trametes radiciperda*.

(Aus Großmann, Gewerbekunde der Holzbearbeitung.)

a) **Das Anlaufen.** Es tritt ein, wenn ein frisch gefällter Baumstamm einige Zeit unentrinndet liegt. Der Saft beginnt dann sich zu zersetzen und verleiht dem Nadelholze eine blaugraue, dem Eichenholzsplinte eine braune Farbe. Angelaufenes Holz muß sofort aufgearbeitet werden und darf nur an ganz trockenem, luftumstrichenem Orte Verwendung finden. Wird angelaufenes, also im Beginn der Zersetzung befindliches Holz im Bau an unzugänglicher Stelle verlegt, so tritt entweder

b) **die Trockenfäule** ein, bei der das Holz unter Oxydation seines Kohlenstoffgehalts allmählich zerfällt (z. B. in Kellern), oder

c) **die Naßfäule:** das Holz vermodert im Nassen, wird rötlich und zerfällt.

Holz, das ständig unter Wasser ist, ist der Fäulnis wenig ausgesetzt. So hält sich z. B. sogar Fichtenholz, das im Wechsel von Naß und Trocken sehr leicht fault, sehr gut unter Wasser und wird daher gern zu Pfahlrosten verwandt, deren Kopf sich ständig unter dem tiefsten Grundwasserstande befinden muß.

Der Hausschwamm.

Es gibt zwei Arten des Hausschwamms, den wilden und den echten. Die beiden Arten sind in der Gestalt kaum zu unterscheiden. Sie zeigen aber ein verschiedenes Verhalten gegen Wärme. Allein der echte Hausschwamm ist der Urheber der gefährlichen Holzerkrankung in den Häusern, während der wilde Hausschwamm sowie der *Polyporus vaporarius* zwar auch holzerstörend wirken, aber in einem geringeren Grade.

Der echte Hausschwamm ist der bei weitem gefährlichste Feind des Holzes, da das von ihm befallene Haus alle Nachbarhäuser gefährdet. Der von ihm jährlich angerichtete Materialschaden ist ungeheuer. Auch gesundheitlich wirkt er ungünstig auf die Bewohner der von ihm befallenen Häuser ein. Er soll daher hier etwas genauer behandelt werden.

Seine Entwicklung. Der Hausschwamm entsteht aus den Samenkörnern des Fruchtkörpers (Fig. 15) eines reifen Hausschwampilzes, den Sporen. Diese sind mikroskopisch kleine Kugeln, die infolge ihrer Kleinheit außerordentlich leicht beweglich sind und vom Winde fortgeweht werden können. Sie sind nur 0,01 mm groß. Solcher Pilzsporen fliegen zahllose in der Luft umher. Die überwiegende Mehrzahl von ihnen geht aber zugrunde, da sie die für ihr Wachstum nötigen Lebensbedingungen nicht findet; diese sind: Feuchtigkeit, Mangel an Licht, Luftstillstand. Finden sie diese aber gleichzeitig vor, so keimen die Sporen. Sie senden zahlreiche, äußerst feine Keimschläuche aus, die die Holzzellen durchdringen und im Innern des Holzstückes sich ausbreiten und ein fadenartiges, oft auch hautartiges Gewebe, das Myzel bilden (Fig. 16). Dieses Gewebe wächst an seiner Spitze immer

weiter und dringt auch durch Mauern und Gewölbefugen, ja sogar durch Zementbeton, während das hintere Ende abstirbt. Das Myzel breitet sich auch außerhalb des Holzes aus, wenn es auf nasse, ruhige und dunkle Luft trifft. Unter Fußbodenflächen, hinter den Holzbekleidungen der Wände zeigt das Myzel ein fächerartig ausgebreitetes Wachstum. Außer diesem zarten Myzel zeigt der Hausschwamm noch strauchartig verästelte Stränge, welche sowohl im Holzkörper als auch außerhalb im Boden usw. wuchern. Während das gewöhnliche Myzel schon

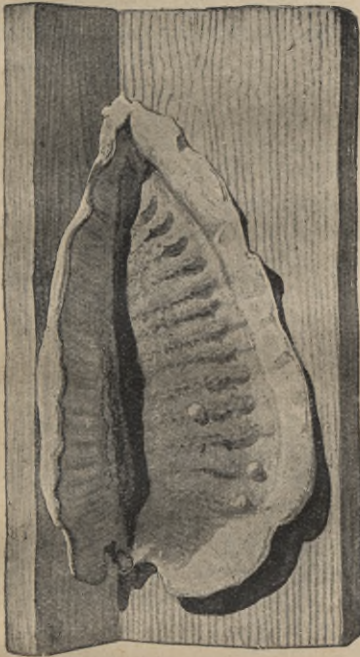


Fig. 15. Fruchtkörper des echten Hausschwammes *Merulius lacrymans*.
(Aus Großmann, Gewerbekunde der Holzbearbeitung.)

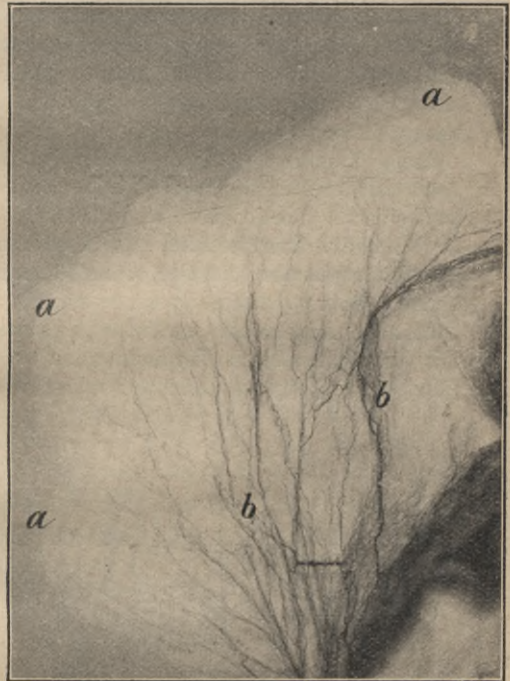


Fig. 16. Ein zwischen Glasplatten kultiviertes Hausschwammmyzel. *a* Äußerste Grenzen des feinen Myzels. *b* Größere Stränge des Myzels.

bei geringer Trockenheit der Luft abstirbt, haben diese Stränge die Fähigkeit, auch längere Trockenperioden zu überdauern. Diese Stränge sind es also, die die Zählebigkeit des Hausschwammes bedingen. Die Fruchtkörper des Hausschwammes zeigen sich da, wo eine spärliche Lichteinwirkung stattfindet, als schmutzig-graue oder bräunlich-gelbe Flächen oder Teller, die oft einen Durchmesser von einem Meter erreichen.

Die Verbreitung des Hausschwammes. Die gewöhnliche Verbreitung ist die durch bereits befallenes, altes Holz, durch den Bauschutt, ja sogar durch Arbeiter, die mit dem Abbruch von Gebäuden oder mit Reparaturbauten zu tun hatten. Jedenfalls ist die Ver-

breitung und Übertragung des Hausschwammes gar nicht zu vermeiden; um so mehr muß man darauf bedacht sein, ihm die Möglichkeit seiner Existenz abzuschneiden.

Seine Verhütung. Aus dem Vorhergehenden ergeben sich folgende Maßregeln: es ist streng darauf zu achten, daß bei Neubauten zur Zwischenfüllung kein alter Bauschutt, daß aber auch kein schwammverdächtiges Holz verwandt wird. Vielmehr hat man sich stets davon zu überzeugen, daß das Bauholz trocken und gesund ist.

Die Lebensbedingungen des Hausschwammes sind, wie schon oben gesagt wurde: Feuchtigkeit, Mangel an Licht, Stillstand der Luft. Daher muß auch die Aufmerksamkeit des Bauleiters darauf gerichtet sein, zu verhindern, daß diese Bedingungen an irgendeiner Stelle, wo Holz liegt, **gleichzeitig** eintreten. Man wird also weiterhin dafür Sorge zu tragen haben, daß das Holz, welches mit Feuchtigkeit in Berührung kommt, von einem ständigen, möglichst trockenen Luftstrom umspült wird. Balkenköpfe bleiben am Kopfende frei und erhalten gegen aufsteigende Feuchtigkeit eine Unterlage von Asphaltpappe.

Lagerhölzer werden nur in gut ausgeglühtem, d. h. erhitztem Sande gebettet, nicht aber etwa in altem Bauschutt, oder in Lehm, oder in Humusboden. Sehr wirksam ist es, wenn um Balkenköpfe oder um Lagerhölzer Luftgänge angebracht werden, die entweder mit der Außenluft oder aber mit einem Kamin in Verbindung stehen, was am besten durch Asphaltfalzpappe (Fig. 50 S. 82) erreicht wird.

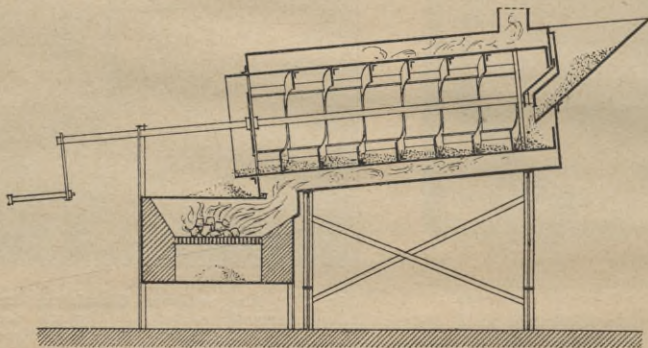


Fig. 17. Röstitrommel zum Sterilisieren von Sand u. a. m.

Als Füllmaterial in Zwischendecken ist nur auf Eisenplatten oder in Röstitrommeln (Fig. 17) stark erhitzter und dadurch keimfrei gemachter Sand, nicht aber irgend welcher Schutt oder Schlacke oder Koke zu verwenden, da die letztgenannten Stoffe hygroskopisch sind.

Alle Hölzer, die durch Schwamm gefährdet werden könnten, sind mit Karbolineum zu streichen.

Streng ist auch darauf zu achten, daß die Neubauten durch die Arbeiter nicht verunreinigt werden. Es gibt keinen besseren Nährboden für den Hausschwamm als den Urin und die Fäkalien. Hat eine

Verunreinigung des Baues stattgefunden, so sind die betreffenden Stellen sorgfältig mit Karbolineum zu tränken.

Um die aufsteigende Grundfeuchtigkeit abzuhalten, ist es unbedingt nötig, die Erdfeuchtigkeit durch Asphalttschichten (vergl. S. 81) und die Wände des aufsteigenden Mauerwerkes durch zweimaligen Goudronanstrich (vergl. S. 82) zu isolieren.

Die Erkennung des Hausschwammes. Vom Schwamm befallenes Holz zeigt eine rostbraune Farbe. Es ist querrissig, riecht moderig und gibt beim Anbohren ein leicht zerreibliches Bohrpulver. Beim Aufdrücken mit einem harten Gegenstande gibt es im vorgeschrittenen Stadium leicht nach und zeigt beim Anklopfen einen dumpfen Klang. Ist es mit Ölfarbe gestrichen, so zeigt sich diese in Form von einzelnen Blasen gelockert. Für gerichtliche Entscheidungen ist es sehr wichtig festzustellen, ob es sich um den echten oder den wilden Hausschwamm oder um einen anderen ebenfalls myzelbildenden und Fäulnis bewirkenden Pilz, den *Polyporus vaporarius*, handelt. Dieser Nachweis kann nur durch besonders tüchtige Fachmänner erbracht werden.

Seine Beseitigung. Die Beseitigung des Hausschwammes ist eine schlimme Sache. Nur selten können Teile der Holzkonstruktionen noch verwertet werden. In den meisten Fällen ist es nötig, das gesamte Holz herauszureißen und sofort zu verbrennen: auch das scheinbar gesunde Holz ist bis auf eine Entfernung von mindestens 1 m von dem sichtbar befallenen Holze zu beseitigen. Füllbodenmassen müssen sorgsam entfernt und durch gerösteten Sand ersetzt werden. Koke oder Schlacken sind durchaus ungeeignet. Die Mörtelreste werden abgekratzt, die Fugen ausgekratzt, gut ventiliert, dann mit Karbolineum gestrichen und wieder mit Mörtel ausgefügt, dem man Antinonnin beigemischt hat.

Oft wird es nötig sein, das ganze Mauerwerk durch Klinkermauerwerk in Zement zu ersetzen.

Die neu zu verlegenden Hölzer sind aus bestem, trockenem Holze zu wählen und gründlich mit Karbolineum zu durchtränken. Abgeschnittene Balken sind entweder in □-Eisen einzuschieben oder auf eiserne Unterzüge zu legen.

Die Rechtsfrage. Da durch das Vorhandensein des Hausschwammes Gebäude infolge der etwaigen kostspieligen Reparaturen entwertet werden, ist die Rechtsfrage von Bedeutung. Das Reichsgericht hat folgende Entscheidung (1893) gefällt:

„Die bewußte Verschweigung der Schwammverdächtigkeit eines Hauses seitens des Verkäufers dem Käufer gegenüber berechtigt den Käufer zum Rücktritt vom Kaufvertrage wegen Betrugs.“

Den Bauleitenden wird man bei Ausführung von Neubauten nur dann für den Schwammsschaden und für notwendig werdende Reparaturen verantwortlich machen können, wenn ihm ein grobes Verschulden (z. B. Abnahme ungeeigneten Holzes, mangelhafte Bauaufsicht) nachgewiesen werden kann.

Der beste Rechtsschutz ist eine volle Erkenntnis in der Schwammfrage.

D. Die Zerstörung des Holzes durch Wurmfraß.

Die Larven gewisser Insekten leben in dem Holze und bewirken durch die von ihnen ausgehöhlten Bohrlöcher eine Schwächung und Entwertung des Holzes. Auch kann das Arbeiten dieser Tiere in bewohnten Räumen zu höchst lästigen Störungen Anlaß geben.

Am häufigsten im Bauholze ist die Larve des Bohr- oder Klopfkäfers, die sich in Balken, Fußböden, sogar in Möbeln befindet. Der aus ihr sich entwickelnde Käfer ist etwa $\frac{1}{2}$ cm lang, schwärzlich und als Totenuhr bekannt. Mit dem Kiefernholz wird in die Bauten oft der 1,5 cm lange Zimmerbock eingeschleppt. Dasselbe geschieht zuweilen mit den Larven von Holzwespen.

Das einzige Mittel gegen vorhandene Holzwürmer ist die gänzliche Durchtränkung des Holzes mit 2%igem (geruchlosem) Antinonin-Karbolineum. Dieses ist angenehmer und ebenso wirksam wie das Avenarius-Karbolineum.

Als Schutzmittel dienen bei Wasserbauten tief eingeschlagene Nägel, deren Rost die Holzwürmer fernhalten soll. Über die Wirksamkeit der Imprägnierungsmittel sind die Meinungen geteilt.

E. Schutz des Holzes gegen Fäulnis.

1. Durch Beseitigung der Saftstoffe.

Wichtig ist es, die Saftstoffe, die den günstigen Nährboden für die Fäulniserreger geben, zu beseitigen. Dies kann geschehen:

a) durch Auslaugen. Die Baumstämme kommen unentrindet in das fließende Wasser, mit dem Wurzelende stromauf. Hier werden die Saftstoffe nach und nach ausgelaugt. Solches Holz kann jahrelang im Wasser liegen, ohne zu faulen, und ist auch nachher widerstandsfähiger gegen Fäulnis, Schwamm und Wurmfraß.

b) durch Dämpfen. Man bringt die Baumstämme oder Holzklötze in eiserne oder hölzerne Behälter, in denen sie so lange heißen Wasserdämpfen ausgesetzt werden, bis der verdichtete Wasserdampf völlig klar abläuft. Dieses Holz kann dann auch leicht gebogen werden (Wiener Möbel). Sehr gut für Fußböden ist gedämpftes Rotbuchenholz. Eiche ist zum Dämpfen nicht zu gebrauchen.

2. Das Imprägnieren (Durchtränken).

Um das Holz widerstandsfähig gegen Fäulnis zu machen, wird es mit Lösungen durchtränkt, welche die der Zersetzung zuerst anheim fallenden, eiweißartigen Stoffe des Holzes unlöslich und damit unangreifbar für die Fäulniserreger machen, auch bereits vorhandene Fäulniserreger töten. Als Imprägnierungsmittel werden verwandt:

a) **Metallsalze:** 1. das Quecksilberchlorid (Sublimat), HgCl_2 , 2. das Zinkchlorid, ZnCl_2 ; 3. das Kupfervitriol, Kupfersulfat, CuSO_4 . Sie sind sämtlich giftig, namentlich das erste, und daher für Wohnhausbauten nicht verwendbar. Dagegen werden sie zum Konservieren von Eisenbahnschwellen benutzt.

b) **Stoffe aus dem Holz- und Steinkohlenteer.** Der Holzteer und der Steinkohlenteer selbst sind wenig wirksam, da sie nicht in das Innere des Holzes eindringen, auch in erhitztem Zustande nicht; auch werden sie nur von sehr gut ausgetrocknetem Holz angenommen. Dasselbe gilt für das aus dem Steinkohlenteer gewonnene Kreosotöl.

c) **Die Karbolineumarten.** Avenarius-Karbolineum und Antinonin-Karbolineum sind als ganz vorzüglich auf das wärmste zu empfehlen. Das letztere ist eine völlig geruchlose, schmierige Masse, die als $\frac{1}{2}$ prozentige, wässrige Lösung verwandt wird. Die vielfach angepriesenen Mittel Mykothanaton und Antimerulion können in ihrer Wirksamkeit an diese nicht heranreichen, sind auch viel zu teuer und können nicht empfohlen werden.

d) Das **Ankohlen** des Holzes, z. B. bei Pfählen, schützt das Holz nur kurze Zeit, da die Fäulnis erregenden Spaltpilze mit dem Wasser durch die Risse in der Holzkohle eindringen. Es wird noch vielfach angewandt.

e) Durch **Anstriche**, wie z. B. Leinöl, Ölfarbe, wird der Nässe durch Verschluss der Poren der Zutritt von außen versagt. Man muß sich aber dabei erinnern, daß dadurch auch das Austrocknen des Holzes unmöglich gemacht wird. Daher nur bei trockenem Holze zu gebrauchen.

F. Der Feuerschutz des Holzes.

Die **Feuersicherheit** des Holzes ist naturgemäß nur eine geringe. Sie wird bewirkt durch den sich beim Brennen bildenden Mantel von Kohle. Dieser Mantel ist bei starken eichenen Säulen und Unterzügen sehr erheblich, wie sich bei Bränden von Speicherbauten gezeigt hat, wo die starken, eichenen Unterzüge dem Feuer besser widerstanden als die freiliegenden, eisernen Unterzüge.

An **künstlichen Feuerschutzmitteln** ist das Durchtränken (Imprägnieren) mit Ammoniaksalzen zu erwähnen. Es werden verwandt: schwefelsaures, phosphorsaures und borsaures Ammoniak; für Hochbauten nicht ausreichend, da nur die leichte Entflammbarkeit des Holzes herabgesetzt wird.

Ziemlich gute Resultate hat man bei der Herstellung von feuersicheren Türen durch Verwendung von Holztüren aus frischem Holze gemacht, die beiderseits mit 1 mm starken Eisenblechtafeln beschlagen waren, während sich einfache Eisenblech- oder Eisenbetontüren nicht bewährt haben. Die erstgenannten gewähren einen gewissen, aber nicht ausreichenden Schutz gegen die Über-

tragung eines Brandes. In Räumen mit erhöhter Feuersgefahr genügen sie nicht. Hier leisten die feuerfesten Patenttüren von König, Kücken und Co., die patentgepreßte und gefalzte Metalltür von Aug. Schwarze, die Türen nach Patent Berner bessere Dienste auch in bezug auf die so wichtige Rauchsicherheit.

Gut hat sich auch eine Bekleidung mit Rabitzputz auf Drahtziegeln erwiesen. In Süddeutschland werden die Holzbalken mit Hohlsteinen aus Schlackenbeton oder Bimssteingips umkleidet (Feuersichere Holzbalkendecke von Esch, Tonverputz-Platten von Brenning-Stuttgart). Auch Hartgipsdielen benutzt man zur feuersicheren Verschalung von Decken.

G. Die wichtigsten Bauholzarten.

1. Nadelholzbäume.

a) Die **Kiefer** oder **Föhre** ist der Baum der sandigen Teile unseres Vaterlandes: Brandenburg, West- und Ostpreußen. Bis zu 30 m hoch. Der Stamm, bis hoch hinauf fast astfrei, trägt eine schirmförmige Krone. Die langen Nadeln sitzen zu je zwei in einer gemeinsamen Scheide. Rinde gelblichrot, Holz: Kern braun, Splint gelb; deutlicher Unterschied zwischen Kern und Splint (Erkennungsmerkmal).

Wird in allen Zweigen des Bauwesens benutzt. Bei Dachkonstruktionen verwendet man der größeren Elastizität und Leichtigkeit wegen lieber Fichten- und Tannenholz. Hält sich gut im Wechsel von Naß und Trocken. Auch zu Eisenbahnschwellen und Straßenpflaster. Besonders gut ist das polnische Kiefernholz. Das sogen. skandinavische Kiefernholz ist ein vielfach zu Fußböden verwandtes Fichtenholz.

Ein sehr gutes, weil astfreies, schweres ausländisches Kiefernholz ist das der **pitch-pine** (**Pechkiefer**). Schwindet stark. Harzreich. Wird gern zum inneren Ausbau benutzt; hat sich auch bei Tafelungen, Decken als Fußbodenholz, zu Holzpflaster und Brückenholz gut bewährt. Das leichtere und hellere Holz der **Gelbkiefer**, **yellow-pine** ist besser zu Türen und Fenstern geeignet. Zwischen beiden in der Farbe steht das **Carolina-pine**.

b) Die **Fichte** (**Rottanne**), der Baum der deutschen Mittelgebirge. Die Nadeln sind kurz und spitz und stehen einzeln rings um den Zweig. Das Holz ist leicht, schwammig, hellgelb bis rötlich weiß, enthält viel Harz und im Stamme eingewachsen die Stummel abgestorbener Äste. Kern und Splint schwerer zu unterscheiden. Rinde rötlich.

Das Holz ist dauerhaft nur im Trockenem oder auch nur im Nassen (Pfahlroste); dagegen im Wechsel von Naß und Trocken nicht zu verwenden. Es ist ein ausgezeichnetes Bauholz für Hoch- und Tiefbau, für die verschiedensten Zwecke der Bau- und Möbeltischlerei. Auch zu Eisenbahnschwellen. Gibt das Material für die Holzschliff-, Papier- und Zellulosefabriken.

c) **Die Tanne (Weißtanne, Edeltanne)**, Erreicht die stattliche Höhe von ca. 70 m. Schöner Wuchs. Äste quirlförmig gestellt. Die Nadeln sind breit, auf der Unterseite weiß angelauten und stehen in zwei Reihen. Rinde grau.

Das Holz ist schön weiß, weich, mit sehr deutlichen Jahresringen, Spaltflächen glatt und glänzend. Hält sich gut im Trockenem oder auch nur im Nassen, ist aber im Wechsel von Naß und Trocken **gänzlich** unbrauchbar. Findet Verwendung zu Balken, Sparren, Säulen, Stubendielen und Schalungen, wie zu Tischlerarbeiten. Seine Verwendung im Hochbau an trockenen Stellen ist durchaus unbedenklich. Die Balkenköpfe sind freizulegen und zu isolieren. Im Hochbau gut getrocknet zu verwenden. Die Decken dürfen nicht zu früh beschüttet werden.

d) **Die Lärche**. In Mitteleuropa. Meist an Waldsäumen angepflanzt, seltener in geschlossenem Bestande. Die Nadeln stehen in Büscheln in einer Scheide und sind kurz. Die Rinde ist grau, sehr zerrissen und oft von Flechten bedeckt.

Das Holz im Kern ist rötlich, im Splint gelb; es ist hart, zäh und elastisch; gut zu bearbeiten; dabei spaltet es leicht. Es ist gegen Wurmfraß durch ein eigenartiges Harz geschützt. Es gehört zu den besten Bauhölzern und wird im Hochbau sehr gern zu gutem und schönem Stabfußboden benutzt. Gut geeignet für Wasserbauten. Seine ausgiebige Verwendung ist durch die kleinen Abmessungen der Baumstämme und die verhältnismäßige Seltenheit seines Vorkommens sehr erschwert.

2. Laubholzbäume.

a) **Die Eiche**. Die Eiche ist der deutsche Nationalbaum, stark, knorrig und mächtig; erlangt ein Alter von 1000 Jahren. Man unterscheidet zwischen Sommer- oder Stieleiche, deren Blätter kurz gestielt sind, während die Früchte lange Stiele haben, und der Winter- oder Steineiche mit langgestielten Blättern und kurzgestielten Früchten. Das Holz dieser beiden Arten ist sehr ähnlich; doch findet für Bautischlerarbeiten meist die Sommerliche Verwendung, da die Winterliche meist Drehwuchs zeigt. Das Holz der letzteren ist fester und heller. Auf dem Querschnitt sind sehr auffallend die zahlreichen Markstrahlen, die im Radialschnitt als glänzende Spiegel erscheinen, sowie die Porenkanäle (Fig. 2, S. 3), die in den eichenen Brettern meist schräg geschnitten sind und daher dem Eichenholz das gestichelte Aussehen geben. Vielfache Verwendung findet auch das billigere, rötliche amerikanische Eichenholz; ist aber infolge seiner groben Maserung nicht gut für bessere Arbeiten brauchbar.

Das Eichenholz ist kurzfasrig, leicht spaltbar, bräunlich, fest und zähe, daher ein ganz vorzügliches Bauholz, dessen Verwendung nur durch den hohen Preis (1 cbm abgebunden und aufgestellt etwa 100—150 Mk) enge Grenzen gezogen sind. Findet Verwendung zu Fensterrahmen, Trittstufen, Haustüren, Parkett und Stabfußböden (in Asphalt zu verlegen), Schwellen und Fachwerkgebäuden. Hält sich auch im Wasser ausgezeichnet (Überreste der Römerbrücken bei Mainz), sowie auch ziemlich lange im Wechsel von Naß und Trocken. Wird daher mit Vorliebe bei Wasser- und Brückenbauten benutzt.

b) **Die Korkeiche.** Ein südenropäischer Baum, dessen leichte, rissige Rinde alle 8—10 Jahre einmal abgeschält wird und das Material für den Kork bildet. Die Korkfabrikate haben in neuerer Zeit im Hochbau viel Anklang gefunden: Korkplatten, Korksteine, Linoleum (s. S. 106 ff.).

c) **Die Rotbuche.** Sie hat eine glatte, graue Rinde. Das Holz ist rötlich-weiß, hart und schwer, zeigt zahlreiche Markstrahlen und auf dem Radialschnitte zahlreiche Spiegel. Es ist, trotz vieler Versuche, im Freien gar nicht zu verwenden, auch wenn es imprägniert ist; gibt aber, nachdem es vorher besonders präpariert worden ist, einen ganz vortrefflichen, sich wenig abnutzenden Stabfußboden. Es wird auch zu Holzklotzpflaster verwendet. Die Weißbuche ist als Bauholz überhaupt nicht verwendbar.

d) **Die Erle (Else).** Wächst auf nassem, sumpfigem Boden. Ihr Holz ist rötlich, wird im Wasser sehr hart. Findet gern Verwendung im Wasser- und Grundbau, zu Pfählen für Pfahlroste.

e) **Der amerikanische Zuckerahorn** gibt ein astfreies Holz, das von allen Saftstoffen befreit wird und dann ein Fußbodenholz liefert, das in bezug auf Festigkeit allen anderen Holzarten, auch dem Eichenholze überlegen ist. Kann als Parkettholz feucht gereinigt werden, ohne schwarz zu werden, wird nicht glatt und splittert nicht. Hat sich bei Bränden ganz hervorragend als Schutz für die darunter befindlichen Geschosse bewährt.

II. Die natürlichen Bausteine.

Allgemeines.

Entstehung.

Die natürlichen Steine bilden in ihrer Gesamtheit die feste Erdrinde. Die Erde war ehemals ein feuerflüssiger Körper, der infolge der Abkühlung in dem äußerst kalten Weltraum im Laufe von Jahrmillionen an der Oberfläche erstarrte.



Fig. 18. Ansicht des Riesengebirges von Osten.

Mit dieser Erstarrung ging eine Zusammenziehung Hand in Hand, deren Folgen Schrumpfungen der Erdoberfläche waren. Diese Schrumpfungen zeigen sich als Gebirge (Fig. 18).

Tiefgreifende Veränderungen erlitt später das Antlitz der Erde auch durch den Einfluß des Wassers. Die infolge von Abkühlung

1



Fig. 19: Die Schichten der Grauwacke (1) und des Grauwackenschiefers (2) sind steil aufgerichtet.

aus der die Erde umgebenden Gashölle herabstürzenden Wasserfluten (Sintfluten) zerstörten die obersten Erdschichten, lösten sie teilweise

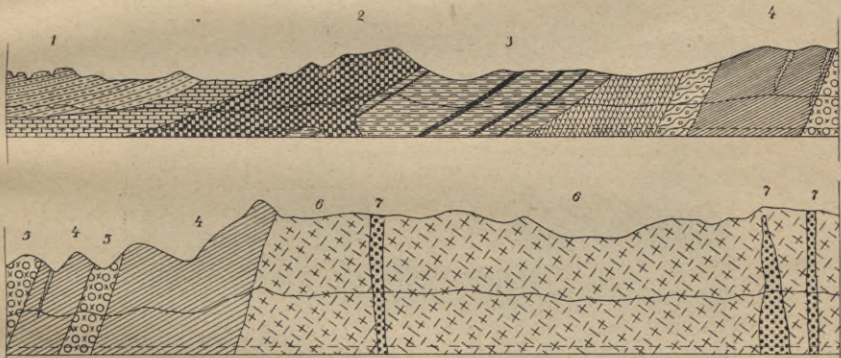


Fig. 20 und 21. Längsprofil durch das Riesengebirge. Er veranschaulicht die verschiedene Entstehung der Gesteine. Es bedeuten: 4 Glimmerschiefer, 5 Gneis, 6 Granit, Urgesteine, die den Grundstock des Gebirges bilden. 2 Basalt, 7 Porphyry: Vulkanische Durchbruchsgesteine. 1 Sandstein, 3 Kohlenflötze führender Sandstein: Sedimentgesteine.

unter gleichzeitiger chemischer Veränderung auf und führten nun die Schwemm- und Lösungsprodukte fort, um sie an anderer Stelle wieder abzusetzen. Dadurch entstanden die Sedimentgesteine, wie z. B.

Kalkstein, Sandstein, Tonschiefer, während andererseits unsere heutigen Gebirge ehemals viel höher waren.



Fig. 22. Abgerollte Gesteintrümmer im Iserbette werden durch die Hochwasser talab gewälzt.

Aber die Kraft des feuerflüssigen Erdinnern war durchaus und ist bis heute noch nicht gebrochen. An vielen Stellen brach es und

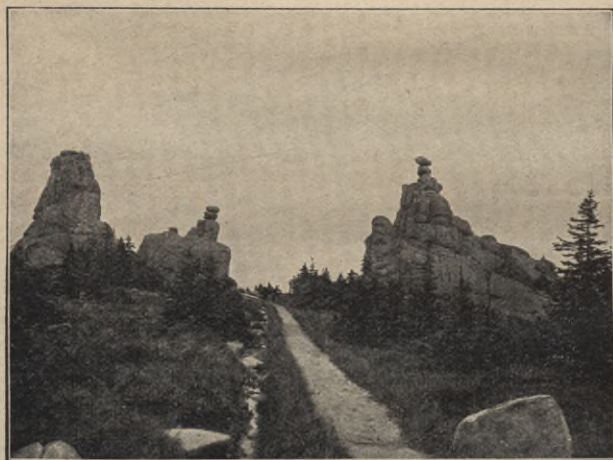


Fig. 23. Die Dreisteine (im Riesengebirge) sind infolge der größeren Härte ihrer Granitart bei der Verwitterung stehen geblieben. Der umgebende weichere Granit ist verwittert und fortgeschwemmt.

bricht es zeitweise noch heute hervor, erstarrte und bildete die zahlreichen vulkanischen Bergkegel, die als Basalt-, Porphyr-, Diabas-

kegel und andere eine ganz eigentümliche Gestalt aufweisen. Dadurch und durch die durch Abkühlung der Erde veranlaßte Schrumpfung wurden die Sedimentärgesteine oft aus ihrer wagerechten Schichtungslage gebracht (Fig. 19).

Die klimatischen Verhältnisse auf der Erde sind auch nicht immer dieselben gewesen. An vielen Stellen, wo heute üppige Felder gedeihen, wo zahllose Städte und Dörfer die Landschaften durchsetzen, dort — z. B. in der norddeutschen Tiefebene — starnte einst das Eis in ungeheurer Mächtigkeit, dessen sich von Norden her bewegende Massen Felsbrocken der nordischen Gesteine mit sich führten, um sie dann in wärmerer Zeit nach dem Schmelzen durch den Transport abgerollt als Findlinge, erratische Blöcke, Geschiebe, Gerölle, Kies und Sand zurückzulassen.

Auch heute noch findet eine fortwährende Zerstörung der Gebirge namentlich in ihren den starken Einwirkungen von Wasser, Frost und Sturm preisgegebenen ungeschützten obersten Partien statt. Auch chemische Einwirkungen namentlich durch die Humussäuren finden statt. Größere und kleinere Gesteinsbrocken gehen, namentlich bei Hochwasser, zu Tal (Steinschlag in den Gebirgen z. B. den Kalkalpen) und werden mehr und mehr zerkleinert (Fig. 22). Der Quarz gibt schließlich den Flußsand, die Feldspäte den Ton, etwas größere Gesteinstrümmer namentlich der härteren Silikatgesteine den meist aus Quarz, aber außerdem auch aus verschiedenartigen Gesteinstrümmern bestehenden Flußkies.

Härtere Partien der Gesteine bleiben, da sie der Verwitterung besser trotzen, stehen und bilden die namentlich im Granit häufig vorkommenden „Steine“ oder „Klippen“ (Fig. 23).

Einteilung der Bausteine.

Wir teilen die Gesteine ein in:

- A. Einfache Gesteine.
- B. Gemengte Gesteine.
 - a) Kristallinische Gesteine.
 - b) Verkittete Trümmergesteine.
 - c) Lose Trümmergesteine.

A. Einfache Gesteine.

Dies sind solche Gesteine, die im wesentlichen nur aus einem Mineral bestehen.

Die wichtigsten unter ihnen sind die gesteinsbildenden Silikate, die Mineralien Quarz, Feldspat, Glimmer, Hornblende, Serpentin, Asbest, Ton.

Ferner die Kalksalze: Kalkspat (Kalksteine) und Gipsspat (Gipssteine). (Näheres siehe: Girndt, Bautechnische Chemie.¹⁾)

B. Die gemengten Gesteine

sind Gemenge aus einfachen Gesteinsarten. Die Gemengteile sind entweder ohne Bindemittel verbunden, dann heißt das Gestein **kristallinisch**, oder sie sind durch ein Bindemittel verkittet, dann heißt es **verkittetes Trümmergestein**. Zu diesen gehören z. B. der Granit, Syenit, Basalt.

Die losen **Trümmergesteine** sind in der Neuzeit angeschwemmte, meist infolge des Transportes abgerundete Trümmer irgendwelcher Gesteinsarten (Findlinge, Gerölle, Kies).

Die wichtigsten Bausteine für Hoch- und Tiefbau.

A. Einfache Gesteine.

1. Der Kalkstein, kohlensauer Kalk, CaCO_3 ,

ist nie chemisch rein, enthält stets Beimengungen, die ihm dann die Farbe oder die Musterung verleihen. Er ist daran zu erkennen, daß er, mit einer starken Säure begossen, leicht aufbraust (Entweichen von CO_2). Er kommt in vielen, verschiedenen Arten vor. Die wichtigsten sind:

a) **Edler- oder Statuenmarmor**. Er ist im Bruch fast zuckerähnlich, meist weiß gefärbt, so bei Massa und Carrara in Oberitalien, Sterzing und Laas in Tirol; pentelischer Marmor in Griechenland. Graublau bei Prieborn in Schlesien, zuweilen fleischfarben in Norwegen. Verwendung zu Bildwerken, zur Innendekoration, zu Tischplatten, Grabsteinen.

b) **Dichter oder gewöhnlicher Marmor**. Meist in verschiedenen, bunten Farben, oft Versteinerungen führend. Vorkommen: Italien in wundervollen Färbungen; Griechenland (rosso antico); Belgien vielfach schwarz oder schwarz und weiß geadert (fälschlich belgischer Granit genannt); in Deutschland: Nassauischer Marmor von Villmar an der Lahn, in verschiedenen Farben; Thüringer grüner Marmor von Saalburg.

Verwendung zur Innendekoration, zu Waschtischplatten und Ähnlichem, zum Brennen.

Die einfarbigen, hellen Sorten — weiß, gelblich, hellgrau —

1) Vgl. Girndt, Bautechn. Chemie, Leipzig, B. G. Teubner, S. 27 u. 28.

halten sich auch im Freien; Steine in anderen Farben verblassen und sind daher nur beim inneren Ausbau zu verwenden.

c) **Der dichte Kalkstein.** Er kommt fast durchweg in grauen Farbentönen vor und ist vielfach durch Beimengungen verunreinigt. Diese Beimengungen sind: Ton, Dolomit, Quarzsand, Eisenoxyd, kohlige und asphaltartige Stoffe.

Er ist in fast allen Gegenden Deutschlands vorhanden. Besonders bekannt sind die Vorkommnisse von Rüdersdorf bei Berlin, Rübeland im Harz.

Wird in seinen harten Arten als Haustein, Bruchstein und zur Straßenpflasterung und Chaussierung benutzt. Sonst überall auch zur Herstellung von gebranntem Kalk. — Ein Tongehalt macht den gebrannten Kalk mager und verleiht dem Kalksteine beim Brennen hydraulische Eigenschaften. Solche Kalksteine nennt man daher hydraulische oder Wasserkalke. Auch ein Gehalt an Magnesia macht den Kalkstein beim Brennen und Einlöschen mager. (Näheres siehe Seite 66 ff.) Die Kalksteine der Alpen sind meist durch tonige, kieselige und dolomitische Bestandteile verunreinigt (Dolomiten).

d) **Der Rogenstein** besteht aus eigentümlichen, runden, bis erbsengroßen Körnern aus Kalkstein, die durch ein kalkig-toniges Bindemittel verkittet sind.

Wird in manchen Gegenden gern als Haustein oder Bruchstein gebraucht, findet auch im Straßenbau und zur Herstellung von gebranntem Kalk Verwendung. Er kommt namentlich im mittleren Norddeutschland in der Gegend vom Harz vor.

e) **Der Jurakalk**, ein heller Kalkstein, ist ein sehr guter Baustein und Brennstein. Zu ihm gehört der tonige, äußerst feinkörnige und nirgends übertroffene Lithographenstein (Plattenkalk) von Solnhofen in Bayern.

f) **Die Kreide** entstand und entsteht noch heute durch Ablagerung ungeheurer Mengen mikroskopisch kleiner, kalkiger Tierpanzer. In den unteren Schichten ist sie ein schöner, fester und geschätzter Baustein (z. B. der istrische Kalk), in den oberen Schichten weich und leicht zerbröckelnd.

Wird geschlämmt: Schlämmkreide. Dient dann zum Streichen der Wände, zum Putzen und Polieren von Metallen. Sonst findet sie zur Zement- und Glasfabrikation Verwendung.

Vorkommen: Rügen, Ostseeküste, Elbemündung.

g) **Der Kalktuff oder Tuffstein** hat sich meist aus kalkhaltigem Wasser abgesetzt. Er ist porig, hellgrau, hellgelb oder hellbraun; er ist in seinen porösen Arten ein leichter aber fester Baustein, der für Gewölbe gut geeignet ist.

2. Der Dolomit, $\begin{cases} \text{CaCO}_3 \\ \text{MgCO}_3 \end{cases}$,

ist ein Doppel-Karbonat. In seinem Aussehen ist er den Kalksteinen und dem Marmor sehr ähnlich. Er ist meist von gelbgrauer Farbe, oft durch Beimengungen rot gefärbt. Guter Baustein.

Vorkommen: Im Wesergebirge, in den Dolomiten (Tirol), die jedoch zum größten Teile nur dolomitische Kalke sind.

Sehr geschätzt ist der für Monumentalarchitektur sehr geeignete Dolomit von Kunzendorf in Schlesien. — Dolomit braust, mit Salzsäure übergossen, fast gar nicht auf.

3. Der Gips, $\text{CaSO}_4 \cdot 2(\text{H}_2\text{O})$.

Der Gips ist ein weißes, weiches Gestein, das mit dem Fingernagel zu ritzen ist. Oft marmoriert. Durchscheinend heißt er Alabaster, durchsichtig Marienglas oder Gipsspat.

Verwendung: Gebrannt und gemahlen entweder als Stuckgips oder als Estrichgips zu Stuckarbeiten, Gipsmörtel, Gipswänden, Gipsdielen, Gips-Fußböden (näheres siehe bei: Gipsmörtel [Seite 49 u. f.]).

4. Der Serpentin.

Der Serpentin ist ein grünes, oft rot gesprenkeltes Magnesiumsilikat. In bergfeuchtem Zustande ist er leicht zu bearbeiten, sägen, bohren, drehen, schleifen. Wird dann sehr hart. Nicht wetterbeständig, daher nur im innern Ausbau verwendet.

Schlesien: Im Zobtengebirge, Frankenstein, Reichenstein; Zöblitz in Sachsen.

Zu Säulen, Balustraden, Sockelausbildungen, Kaminumrahmungen, kleinen Luxusgegenständen, Wärmsteinen.

5. Der Asbest.

Er ist wahrscheinlich ein Verwitterungsprodukt des Serpentin. Ein strahliges, hellgrünes, seideglänzendes Mineral. Die Strahlen lassen sich in feine Fasern zerlegen, die sogar zu den feinsten Fäden gesponnen, gewebt und verfilzt werden können.

Der Asbest ist wie der Serpentin ein überaus schlechter Wärmeleiter. Daher verwendet man ihn als Asbestpappe zu Einlagen in hölzerne Zwischendecken, zum Feuerschutz, im Verein mit Zement als Asbestzement zur feuersicheren Ummantelung von Eisenkonstruktionen und Holz. Zu demselben Zwecke dient der Asbest-Kieselgur-Zement. Er wird ferner verwendet zur Herstellung von feuerfesten, leichten Dachschieferplatten (Calmon-Werke in Hamburg), die jedoch nicht sehr fest sind.

6. Der Quarzit

besteht vorwiegend aus Quarz. Er ist ein meist helles, sehr hartes Gestein, das von ganz ausgezeichneter Wetterfestigkeit ist. Er bindet schlecht mit Mörtel ab; daher wird er im Hochbau wenig (zu Fundamenten als Bruchstein) verwandt, aber gern im Eisenbahnbau als Bettungsmaterial für Schwellen, im Straßenbau als Pflaster und Schottermaterial, zu sehr guten Betonierungsarbeiten, Schleifsteinen.

Vorkommen: Thüringen, Taunus, Erzgebirge.

B. Gemengte Gesteine.

a) *Kristallinische Gesteine.*

1. Der Granit.

Der Granit ist ein massiges Gestein, bestehend aus Feldspat, Quarz und Glimmer.

Der Feldspat gibt dem Granit die Farbe; daher kennt man dunkelrote, hellrote, fleischfarbene, weiße und grüne Granite. Der Quarz gibt ihm die Härte. Er erscheint meist grau; in manchen nordischen Arten sogar blau. Der Glimmer kommt meist in schwarzen glänzenden Stückchen vor, seltener weiß.

Ein Granit ist um so härter, je feiner das Korn ist.

Er kommt in den meisten Gegenden Deutschlands vor und wird sehr vielseitig verwandt. Er ist politurfähig; die Politur ist wetterbeständig. Daher findet er als Dekorationsstein geschliffen und poliert an Fassaden, Umrahmungen von Portalen, von Schaufenstern, Gebäudesockeln, Gurtgesimsen, namentlich also in der Außenarchitektur Verwendung. Ferner als Gestein für Freitreppen und eingebaute Treppen, für Fundamente.

Im Tiefbauwesen: Als Pflasterstein (namentlich schwedischer Granit als Reihensteine), zu Trottoirsteinen, Bordschwellen, Abweisteinen; als Quaderstein oder zur Verblendung von Wassermauern, Gewölben, Pfeilern, zur Abdeckung von Bauten; als Steinschlag zur Herstellung und zum Unterbau von Steinbahnen. Zur Schwellenbettung weniger geeignet.

2. Der Gneis

hat dieselbe mineralogische Zusammensetzung wie der Granit. Durch schichtenweise Anordnung des Glimmers sondert er in Platten ab. Im Hochbau wird er wenig verwandt: Zu Bruchsteinen, Treppenstufen, Pflaster.

3. Der Syenit

besteht aus Feldspat und Hornblende. Hornblende macht das Gestein zäh. Sie ist meist schwarzgrün oder schwarzbraun. Daher hat auch der Syenit meist eine dunkle Farbe.

Er hat dieselbe Verwendung wie der Granit, nur daß er für die Zwecke des Straßenbaues infolge seiner geringeren Sprödigkeit und größeren Zähigkeit noch besser ist als dieser.

Der Syenit kommt viel seltener vor wie der Granit. Der sogenannte schwarze, schwedische Granit ist ein Syenit. Ganz besonders schön ist der Labrador-Syenit. Er enthält den blau schillernden Labradorfeldspat. Er kommt meist aus dem südöstlichen Norwegen und dient als ein herrlicher Schmuckstein zur Dekoration von Fassaden.

4. Der Diorit

ist ebenfalls ein Hornblendegestein. Wird von Steinmetzen fälschlich oft als Syenit bezeichnet. Er ist dunkelgrün gefärbt, sehr zäh und ein ganz vorzügliches Pflaster- und Schottermaterial. Wird auch im Hochbau als Dekorationsstein benutzt, da er politurfähig ist.

5. Der Diabas,

dem Diorit sehr ähnlich, aber heller. Er braust meist beim Begießen mit Säuren auf (Unterschied vom Diorit). Er enthält Augit, der dem Gestein die grüne Farbe verleiht. Sonst wie der Diorit. Wird in Mitteldeutschland vielfach als Pflaster- und Schottermaterial benutzt (Harz).

6. Der Porphy.

In einer dichten Grundmasse, die aus Feldspat besteht, sind eingesprengt meist eckige Körner von Feldspat oder Quarz. Grundmasse und Einsprengungen sind oft verschieden gefärbt.

Er ist ein sehr dauerhaftes, politurfähiges Material, das vorzugsweise als Pflasterungs- und Schottermaterial Verwendung findet. Wird auch im Wasser- und Brückenbau verwandt. Auch findet er vielfach Verwendung zu Grund- und Sockelmauern, als Außendekoration zu Gesimsen, Säulen; ferner zu Treppenstufen; auch zur Innendekoration. Er ist einer der besten Bausteine.

7. Der Basalt

ist ein Eruptivgestein. Er hat ein dichtes Gefüge, kommt nur in dunklen Farben, blau, blaugrau bis schwarz vor, ist spröde und muschlig brechend. Sehr häufig zeigt er im Steinbruch säulenförmige Absonderung (Fig. 24), die durch die Abkühlung des ursprünglich geschmolzenen Gesteins entstanden ist.

Er findet vielfach Verwendung als Pflasterstein, wozu er aber wegen seiner Glätte nur in geringeren Größen gebraucht werden kann. Ferner ist er als Chaussierungsmaterial geschätzt. Infolge seiner säulen-

förmigen Absonderung wird er ohne weitere Bearbeitung als Abweisstein an Straßen benutzt; auch im Hochbau findet er zu Fundamenten und Umfassungsmauern, im Wasserbau zu Zyklopenmauerwerk Verwendung.

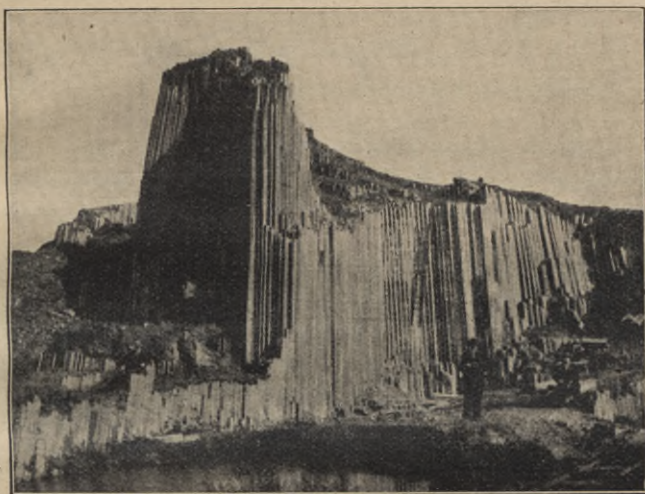


Fig. 24. Zeigt die hervorragend schöne säulenförmige Absonderung im Basalte. Die Säulen haben eine Länge bis je 30 m.

8. Die Basaltlava

ist ein schlackig poröser Basalt von derselben Farbe wie dieser. Kommt namentlich in der vulkanischen Eifel in der Nähe der Abtei Maria Laach bei Niedermending vor. Sie ist hart und wetterbeständig und wird im Hochbau zu großprofilierten Arbeiten verwandt. Ferner zu Auflagersteinen, Treppenstufen, Abdecksteinen. Im Wasser- und Brückenbau gebraucht man sie sehr gern da, wo das natürliche Gestein eine hohe Beanspruchung erfährt. Auch ist sie ein gutes Pflaster- und Schottermaterial. Rheinische Mühlsteine.

b) Verkittete Trümmergesteine.

1. Der Sandstein.

Er ist entstanden aus Quarzsand, der durch ein entweder kieseliges oder kalkiges oder eisenschüssiges oder toniges Bindemittel verkittet wurde. Von der Beschaffenheit dieses Bindemittels hängt die Härte des Sandsteines ab. Kieselige Sandsteine sind sehr hart, fest, wetterbeständig, aber schwer zu bearbeiten. Am schlechtesten ist das tonige Bindemittel. Toniger Sand-

stein kommt stellenweise auch in Brüchen von gutem Sandstein vor. Solche „verfaulten“ Stellen lassen Vorsicht bei Bestellungen als rätlich erscheinen. Die verschiedenen Bindemittel veranlassen auch die verschiedene Verwitterung der Sandsteingebirge und ihre eigentümliche „Wollsack“form.

Die Farbe des Sandsteines ist sehr mannigfaltig: Weißlich, hellgrau, dunkelgrau, gelb, rot, violett, grün, auch geflammt und geadert.

Der Sandstein ist im Bruche (Fig. 25) im bergfeuchten Zustande leichter zu verarbeiten als im trockenen. Gewöhnlich werden einfache Gliederungen bereits im Bruche hergestellt, zusammen-



Fig. 25. Sandsteinbruch. Die Abbildung zeigt rechts eine Reihe eiserne Keile und einen abgekeilten Block; mitten und links im Vordergrund den Transport mittelst Holzwalzen.

gesetztere auf der Baustelle und ornamentale und figürliche Darstellungen erst nach dem Versetzen (Stehenlassen von Bossen).

Er ist sehr verbreitet: in Schlesien: Rackwitz, Plagwitz, Warthau: weiß, grau, gelb; im Königreich Sachsen: Elbsandsteingebirge, Cotta: weiß und gelblich; Provinz Sachsen: Gommern, Plötzky: grau-blau; am Main: Miltenberg: rot; an der Weser: Höxter: rot-weiß; Holzminden: rot. Der Sandstein ist der wichtigste Stein des Hochbauwesens, in dem er die vielseitigste Verwendung findet. Auch im Ingenieurbauwesen, namentlich beim Brücken- und Wasserbau mit Vorsicht zu benutzen.

Anforderungen an einen guten Sandstein: das Korn muß möglichst gleichmäßig und nicht zu grob sein. Er darf keine Ton-

gallen enthalten, keine Muschelabdrücke, darf nicht zu viel Wasser aufsaugen und muß vor allem wetterbeständig sein. Sandsteine von nicht allgemein anerkannten Firmen sind unter allen Umständen vor der Bestellung der Frostprobe (25 mal) zu unterwerfen.

2. Die Grauwacke

unterscheidet sich vom Sandsteine dadurch, daß neben den Sandkörnern auch andere Gesteinstrümmer verkittet sind. Sie sieht dem Sandsteine sehr ähnlich. Die Farbe ist meist grau, zuweilen rot. In ihrem Bindemittel finden sich dieselben Verschiedenheiten wie beim Sandsteine. Sie ist oft sehr wetterfest und feuerbeständig und ein beliebtes Material zu Kleinpflaster, zur Straßenchaussierung und zur Gleisbettung; wird auch sonst oft in ihren dichteren Arten wie der Sandstein verwandt. In vielen Provinzen des mittleren Preußens, namentlich im Harze, stellenweise vorhanden.

3. Der Tonschiefer

ist durch schichtenweise Lagerung im Wasser entstanden und zwar aus Ton, feinstem Quarzsand und Glimmerschüppchen. Die einzelnen Gemengteile wechseln sehr. Je quarzhaltiger, desto härter. Am wichtigsten ist:

Der Dachschiefer. Er ist grau, rötlich, grün, bläulich, violett, bis schwarz. Er kommt in Deutschland in guten Sorten, namentlich im rheinischen Schiefergebirge (Caub am Rhein), im Lahntale (Dietz, Limburg), im Harz (bei Goslar) vor. Der rote, grüne, blaue und violette kommt aus Frankreich, England und Belgien. Prof. Dr. Seipp hat durch zahlreiche und genaue Versuche nachgewiesen, daß unser guter deutscher Dachschiefer den besten englischen Dachschiefern in Bezug auf Wetterbeständigkeit völlig gleichkommt, den französischen und belgischen jedoch überlegen ist.

Anforderungen an einen guten Dachschiefer. Ein guter Dachschiefer muß 1) rissfrei sein (Klangprobe); 2) frei sein von Kalk (Säureprobe); 3) frei von Schwefelkies (Probe durch Erhitzen, Entweichen von SO_2); er muß sich 4) gut lochen lassen, darf 5) nicht viel Wasser aufnehmen (Wasserprobe) und muß 6) wetterbeständig sein (Frostprobe). Der Tonschiefer findet weitere Verwendung als Tafelschiefer zu Schreibtafeln, Wandverkleidungen, kleinen Scheidewänden, als Griffelschiefer und als Wetzschiefer.

4. Konglomerate

sind Trümmergesteine, die aus abgerundeten Geröllen zusammengekittet sind (Kyffhäuser).

c) Lose Trümmergesteine.

Man unterscheidet: Findlinge, Gerölle und Geschiebe, Kies, Grant und Sand. Hier muß darauf hingewiesen werden, daß diese Bezeichnungen nur Größenangaben sind, die aber über das Material selbst, aus dem die Stoffe bestehen, nichts besagen.

So bezeichnet man mit Sand alle körnigen Überreste irgend welcher auf natürlichem Wege zertrümmerter Gesteine, die durch Wasser oder auch durch Wind an irgendeiner Stelle zusammengetragen sind (Granitsand, Basaltsand, Bimssand). Die obere Grenze bezeichnen etwa 7 mm.

Grus ist ein ebensolches, aber bei der künstlichen Zerkleinerung entstehendes Material.

Größere Sande, von Erbsengröße (2—3 mm) bis zu etwa 7 mm Durchmesser nennt man auch Grant; noch größere Gesteinstrümmer je nach Größe Kies, Gerölle und Geschiebe, Findlinge. — Kleinschlag und Schotter sind kiesgroße Gesteinsstücke, die mit der Hand bzw. auf maschinenmäßigem Wege hergestellt werden.

1. Findlinge, erratische Blöcke

sind größere, durch den weiten Transport meist abgeschliffene und abgerundete Trümmer von anderen Gesteinen. Meist Silikatgesteine. Die in der norddeutschen Tiefebene liegenden sind meist nordischen Ursprungs und zur Eiszeit durch Eis zu uns gebracht. Sie sind, wie ihre Muttergesteine, fest und werden zu minderwertigem Straßenpflaster, sowie gespalten zu Grundmauern benutzt. Wenn sie kleiner sind, so heißen sie

2. Gerölle, Geschiebe.

Diese werden auch heute noch durch Verwitterung in den Gebirgen gebildet und von Gebirgsbächen und Flüssen zu Tal geführt (siehe Fig. 22 S. 22). Früher verwandte man sie vielfach zur Gleisbettung; doch ist man in neuerer Zeit davon zurückgekommen. Zu Betonarbeiten. Sind sie noch kleiner, so führen sie die Bezeichnung

3. Kies.

Die Grenze ist etwa die Haselnußgröße. Kies und Sand werden vielfach zur Herstellung des Betons, zu Asphaltestrich und zum Eindecken von Holzzementdächern benutzt.

4. Der Quarzsand.

Er kommt in verschiedener Korngröße, in verschiedenem Grade des Abgeschliffenseins vor. Der beste Bausand ist der scharf-

kantige, nicht schlickige Grubensand; weniger gut ist Flußsand; dagegen ist der Seesand wegen seines Salzgehaltes, der zur Bildung von Chlorcalcium führt, für Bauzwecke ohne weiteres nicht brauchbar. Quarzsand findet Verwendung zur Mörtelbereitung, zur Zwischenfüllung von Decken, wobei er vorher zu rösten ist, zur Straßendeckung, zur Gleisbettung; ferner bei der Glas- und Wasserglasfabrikation, zum Steinschleifen, zum Sandstrahlgebläse, zum Filtrieren des Flußwassers. Eisenfreier Sand dient zur Herstellung von Glas sowie der feuerfesten Dinassteine (vergl. S. 52).

5. Die Infusorienerde, der Kieselgur

ist eine Anhäufung unzählbarer Milliarden von Kieselpanzern mikroskopisch kleiner Lebewesen mit verschiedenartiger, oft sehr zierlicher Zeichnung. Sie sieht aus wie ein weißes, gelbliches oder graues Mehl und fühlt sich scharf an. Sie dient zu Wärme- und Feuerschutzmitteln, zu Isolierungen gegen Schall und Kälte, zum Schleifen von Eisen- und Metallgeräten, zu schnell erhärtenden Kitten, zur Herstellung des Nobelschen Dynamits (Nitroglyzerin + Kieselgur).

6. Ton, kieselsaure Tonerde.

Der Ton kommt in außerordentlich verschiedenen Graden der Reinheit vor. In trockenem Zustande klebt er an der Zunge und zeigt beim Anhauchen den eigentümlichen Tongeruch. Seine technische Verwendung beruht auf folgenden Eigenschaften:

- 1) Er nimmt Wasser auf und hält es fest, aber nur bis zu einem gewissen Sättigungsgrade; dann ist er wasserabweisend (undurchlässige Tonschichten);
- 2) In diesem Zustande ist er formbar, plastisch;
- 3) Beim Trocknen und Brennen verringert er sein Volumen. Das Gebilde bleibt sich aber geometrisch ähnlich und wird fest (es schwindet; Schwindmaß bei Ziegelton $\frac{1}{7}$ — $\frac{1}{10}$ linear).
- 4) Reiner Ton ist feuerfest, d. h. in allen gewöhnlichen Temperaturen der technischen Brennöfen unschmelzbar.

(Über die verschiedenen Tonsorten vergl. Girndt, baut. Ch. 1906 S. 37.)

Über die Verunreinigungen siehe den Abschnitt: Künstliche, gebrannte Steine, Seite 30 u. f.

7. Die Mergel

sind innige Gemenge von Kalk und Ton. Man unterscheidet je nach dem Mischungsverhältnisse Ton- und Kalkmergel. Manche Mergel sind zur Herstellung von hydraulischem Mörtel sehr geschätzt.

8. Bimssteinkies und Bimssteinsand

bestehen aus größeren oder kleineren Körnern des vulkanischen Bimssteins. Dieser kommt in ungeheuren Mengen in der Eifel und bei Neuwied am Rhein vor und ist in neuerer Zeit ein wichtiger Baustoff geworden. Er ist leicht, porös, dabei ziemlich fest, ein schlechter Leiter für Wärme und bindet vorzüglich mit Kalk und Zement ab. Er wird daher zu sehr leichten Bausteinen (rheinischen Schwemmsteinen, Isolierbimsstein, Bimssteinbeton, Bimssteindecken und Bimssteindielen) benutzt.

Die Verwendung der natürlichen Steine im Straßen- und Eisenbahnbau.

Im Straßenbau finden die natürlichen Steine entweder als Pflastersteine oder als Steinschlag (Schotter und Packlagen) Verwendung.

1. Die Pflastersteine.

An einen guten Pflasterstein werden folgende Anforderungen gestellt:

1. Seine Abnutzung soll langsam und gleichmäßig sein.
2. Er muß trotz der Abnutzung rauh bleiben.
3. Die Last der Fuhrwerke darf ihn nicht sprengen.
4. Die Kanten müssen scharf bleiben, damit die Steine keine Wölbung erhalten.
5. Poröse Steine sind wegen der Aufnahme von Wasser und Schmutz nicht zu brauchen.

Allen diesen Anforderungen entsprechen namentlich die hornblende- und augithaltigen Gesteine: Syenit, Diorit, Diabas; ferner ein Granit von mittlerem Korn; weiterhin Porphyr, feste Grauwacke, Basaltlava, während der Basalt wegen seines Glattwerdens nur in der Nähe seiner Fundorte und auch da nur in ziemlich kleinen Steinen Verwendung findet,

Ein rationelles Straßenpflaster existiert erst seit Verwendung der bossierten Reihenpflastersteine. Weder das aus halbbossierten Stücken (Kopfsteinen) zusammengesetzte Polygonalpflaster, noch viel weniger die Geschiebe, Findlinge ergeben ein brauchbares, städtisches Straßenpflaster.

Die bossierten Pflastersteine sind nahezu senkrechte Parallelflächner mit rechteckiger oder quadratischer Kopf- und Fußfläche. Sie sind entweder rein prismatisch, oder sie verjüngen sich nach dem Fuße zu. Je nach dem Grade der Verjüngung unterscheidet man wohl verschiedene Klassen. Ihre Abmessungen sind sehr verschieden, z. B. $b:l:h = 10:20:15$. Normalformate sind noch nicht vorhanden.

2. Steinschlag.

a) Straßenschotter.

Hierzu verwendet man vorteilhaft ebenfalls nur Gesteine, die zäh und fest sind: Syenit, Diorit, Diabas, Basalt, Quarzit, feinkörnigen

und glimmerarmen Granit, Grauwacke, Findlinge. Kalksteine, Sandsteine sind nicht zu brauchen. Schottergröße 3—5 cm.

Packlagen sind ca. 20 cm starke Schichten aus schmalen, hochkantig gestellten Steintrümmern. Spitzen nach oben. Die Oberfläche wird dann durch Auskeilen der Zwischenräume und Abschlagen der Spitzen geebnet. Hierzu dürfen auch weichere und splittrige Gesteine wie Sandstein, Glimmerschiefer, Kalkstein Verwendung finden.

b) Gleisbettungsmaterialien.

Ihre Aufgabe besteht darin:

1. Den Schwellen ein festes Lager zu geben, damit die Last der Fahrzeuge auf den gesamten Unterbau verteilt wird.

2. Sie dürfen keine tonigen Teile enthalten, die das Wasser festhalten, die Fäulnis der Holzschwellen beschleunigen und durch Frost treiben.

3. Sie müssen auch nach längerem Gebrauche das Wasser leicht durchlassen.

4. Größe 3—6 cm.

Früher benutzte man meist ziemlich flache Kiese. In neuerer Zeit ist man von ihrer Verwendung zurückgekommen. Jetzt gebraucht man die von besonderen Schotterwerken in verschiedenen Größen hergestellten Gesteinsschotter, deren Vorzüge namentlich ihr Freisein von Ton, ihre bedeutende, die Festigkeit der Bettung bedingende innere Reibung und ihre größere Durchlässigkeit für Wasser sind.

Die Gewinnung der Bausteine.

Die Gewinnung der natürlichen Bausteine erfolgt fast stets im Tagebau:

a) Plattenartig geschichtete Gesteine, z. B. Tonschiefer oder säulenförmig abgesonderte, z. B. Basalt werden mit Spitzhacken und Brechstangen gebrochen.

b) Solche Gesteine, die in lagerhaften Bänken auftreten, werden zur Gewinnung roher Blöcke meist abgekeilt. (Fig. 25 S. 30.) Zu diesem Zwecke wird eine Reihe von Keilspalten ausgearbeitet, in diese die Keile versetzt und dann gleichmäßig angezogen. Als Keile verwendet man meist eiserne Keile (Fig. 26), zuweilen aber auch hölzerne, die gut getrocknet sind und dann mit Wasser be-
gossen werden (Granit, harte Sandsteine).

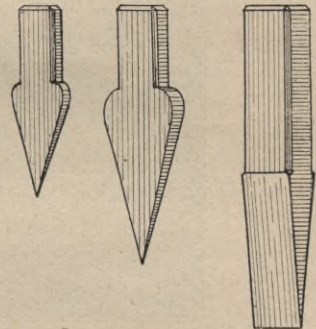


Fig. 26. Spaltkeile.

c) Weichere Gesteine, wie manche Sandsteine, Kalksteine, Gips, werden in der Weise abgebaut, daß eine ganze Wand unter-

höhlt wird. (Fig. 27.) Man läßt einzelne Pfeiler stehen, die dann weggesprengt werden, so daß die Wand abstürzt.

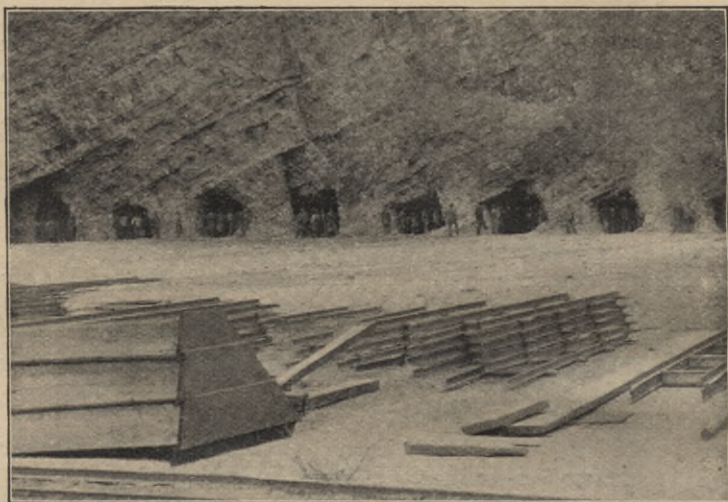


Fig. 27. Unterminierte Wand in den Kalksteinbrüchen von Rüdersdorf.

d) Die Sprengarbeit ist nur für solche Gesteine brauchbar, die zur Schotterfabrikation und zu Pflastersteinen dienen sollen; für Werk-



Fig. 29. Bearbeitete Sandsteinblöcke (Plagwitz) mit verschiedenen Werkzeugen.

stücke ist sie wegen der entstehenden Haarrisse nicht geeignet. In die Bohrlöcher kommt ein Sprengstoff (Dynamit, Schießpulver, Litho-

trit usw.), der durch eine Zündschnur zur Explosion gebracht wird. Dieses Verfahren gibt jedoch viel Abfall.

Die Bearbeitung der natürlichen Bausteine.

Die rohe Formgebung der Werkstücke erfolgt mit dem Bossierhammer (Fig. 30) oder mit dem Zweispitz (Fig. 28 und 31). Die Bossen bleiben auf der Ansichtsfläche des Steins (Rustica) vielfach stehen. Die Fugenflächen werden eben bearbeitet, wenigstens bis zu einer bestimmten Tiefe. Soll die Ansichtsfläche auch eben sein, so wird sie bei hartem Gestein (z. B. Granit) mit dem Stock-



Fig. 28. Bearbeitung des Sandsteins mit dem Zweispitz.

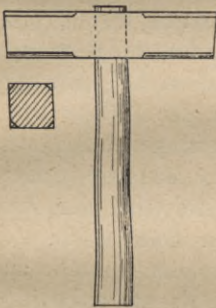


Fig. 30. Bossierhammer.

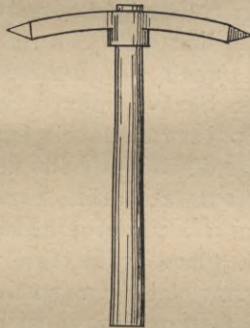


Fig. 31. Zweispitz.

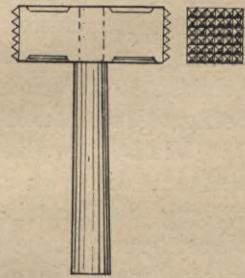


Fig. 32. Stockhammer.

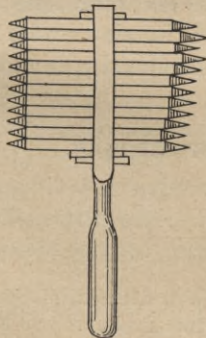


Fig. 33. Kröneisen.

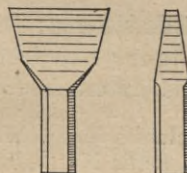


Fig. 34. Scharriereisen.

hammer (Fig. 32) gestockt, bei weichem Gestein (z. B. Sandstein) mit dem Kröneleisen (Fig. 33) gekrönelt und mit dem Scharrier-eisen (Fig. 34) scharriert. Harte Gesteine werden dann oft noch geschliffen und poliert, weiche Gesteine nur geschliffen.

Die Festigkeit der natürlichen Bausteine

ist selbst bei derselben Gesteinsart und in demselben Bruche eine sehr verschiedene, da die Gesteinsmasse in den verschiedenen Teilen eines und desselben Bruches nicht überall die gleiche ist, sondern oft und schnell wechselt. Im allgemeinen sollen die natürlichen Steine nur auf Druck beansprucht werden, aber nicht auf Biegung. Daher sind über Fenstersturzen Entlastungsbögen anzubringen.

Die natürlichen Steine sollen im allgemeinen auch bei ihrer Verwendung das natürliche Lager erhalten. Das ist namentlich bei stark belasteten Konstruktionen z. B. bei Säulen sehr wichtig, da sonst deren Zerspringen zu gewärtigen ist. Ausnahmen sind im Quader-verbände aus ästhetischen Gründen zulässig.

Die Verwitterung der natürlichen Bausteine.

Die Verwitterung der natürlichen Steine im Bau und nach der Verlegung erfolgt in ähnlicher Weise wie die an den natürlichen Lagerstätten, nur daß hier die Verunreinigungen der Atmosphäre, namentlich der Gehalt der Luft der Städte an dem den Rauchgasen entstammenden Schwefeldioxyd SO_2 und an CO_2 eine erhebliche Rolle spielen. So verwittert beispielsweise der Kölner Dom beängstigend schnell infolge des SO_2 -Gehalts der ihn umgebenden Luft.

Vielfach wirken, wie z. B. beim Sandstein, kalkig-tonige Gallen, die von außen oft nicht sichtbar sind, bei der Zerstörung des Gesteins mit. Am stärksten ist der Sandstein der Verwitterung ausgesetzt, man hat deswegen bereits beim Ankaufe auf diesen Punkt die allergrößte Sorgfalt zu richten. Es ist unbedingt nötig, die Porositäts- und die Frostprobe zu machen. Da man in den meisten Fällen die Steine nicht ein Jahr lang prüfen kann, wird man zu künstlichen Gefrierproben in einem Gefrierkasten¹⁾ greifen. Auch empfiehlt sich bei nicht genügend renommierten Firmen die Besichtigung des Bruches.

Der Schutz gegen Verwitterung.

a) Das Silikatisieren: Die Steine werden mit einer verdünnten Wasserglaslösung bestrichen. Dieses Verfahren ist nicht sehr zu empfehlen, da der Kieselsäure- bzw. Silikatüberzug, der sich bildet, rissig wird.

1) Der Belebubskysche Gefrierkasten ist von dem chemischen Laboratorium für Tonindustrie, Berlin NW. 5, Dreysestr. 4, zum Preise von 63 Mk. zu beziehen.

b) Das Testalin von Hartmann und Hauers hat sich gut bewährt.

c) Das Fluatieren mit den Kesslerschen Fluaten von Gebr. Hauenschild, Berlin, ist wohl das beste, wenn auch etwas teure Wetterschutzmittel für natürliche Gesteine. Die Fluate sind kieselflußsaure Salze, die eine völlige Erhärtung, Versteinerung der ganzen Oberfläche bewirken. Kalkmörtel, Gipsmörtel, Zementmörtel und Betonmassen können mit den Kesslerschen Fluaten ebenfalls gehärtet und gefestigt werden; auch farbige Fluate sind vorhanden.¹⁾

d) Das Schleifen und Polieren.

III. Die künstlichen, ungebrannten Steine.

Die künstlichen, ungebrannten Steine haben in der modernen Zeit eine solche Bedeutung gewonnen, daß es notwendig erscheint, ihnen einen besonderen Platz innerhalb der Baustofflehre anzuweisen.

Sie werden aus Stoffen hergestellt wie Steinbrocken, Sand, Kies, Bimssand, Korkabfällen, die mit einem Bindemittel verkittet werden, oder sie werden wie die Schlacken- und Glassteine im geschmolzenen Zustande geformt.

Aus der großen Mannigfaltigkeit dieser zum großen Teil noch nicht genügend erprobten Steine seien folgende, bewährte Arten hervorgehoben:

1. Die Kunststeine, das sind künstliche Nachahmungen natürlicher Bausteine, z. B. Kunstsandstein, Kunstgranit, Kunstporphyr, Kunstmarmor u. a. m. 2. Die Kalksandziegel. 3. Die Zementsteine. 4. Die Schwemmsteine. 5. Die Korksteine. 6. Die Schlackensteine. 7. Die Glasbausteine.

Ihre Besprechung erfolgt aus unterrichtlichen Gründen und, da sie sowieso keine einheitliche Gruppe bilden, im Anschlusse an die Rohmaterialien, aus denen sie hergestellt werden, und zwar:

Die Kalksandsteine Seite 63.

Die Zementsteine „ 80.

Die Schwemmsteine „ 64.

Die Korksteine „ 107.

Die Schlackensteine „ 86.

Die Glasbausteine „ 106.

Nur die Kunststeine sollen, da sie in der mit ihnen beabsichtigten äußeren Wirkung mit den natürlichen Steinen eine gemeinsame Zweckbestimmung haben, hier besondere Erwähnung finden.

1) Näheres siehe Girndt, Bautechnische Chemie, 1906, S. 27 u. 28.

Kunststeine als Nachahmungen natürlicher Bausteine.

a) Die Kunstsandsteine und die Kunstkalksteine.

Man sucht die natürlichen Sand- und Kalksteine auf verschiedenem Wege nachzuahmen. Entweder man verkittet Sand, Steinmehl oder gemahlene Kalkstein mit einem kalkigen Bindemittel (Hydrosandstein, Hydrokalkstein), oder man benutzt als solches Zement oder auch Wasserglas.

Es ist nicht zu verkennen, daß viele von diesen Kunststeinen so z. B. der Ischyrota-Sandstein und der von Friesecke-Berlin in ihrem Äußeren den natürlichen Steinen sehr nahe kommen und, da man sie aus dem rohen Blocke werkmäßig bearbeitet, sich auch in der Formgebung wenig oder gar nicht vom natürlichen Haustein unterscheiden. Ihr Vorzug diesen gegenüber besteht in größerer Festigkeit und größerer Gleichartigkeit des Materials. Die Kunstsandsteine machen daher den natürlichen starke Konkurrenz. Nicht renommierte Firmen sind zu umgehen.

Verwendung: Wie der natürliche Sandstein zu Treppenstufen, Gesimsen, Säulen, Fenster- und Türumrahmungen, Quadern, Verblendungen in Hoch- und Tiefbau.

b) Kunstgranit, Kunstporphyr, Kunstmarmor u. a. m.

Sie werden auf sehr verschiedenem Wege aus den Bruchstücken natürlicher Gesteine (Granit, Marmor, Serpentin, Kreide, Gips) unter Anwendung der verschiedenartigsten Bindemittel hergestellt. Der Kenner wird sie aber nie mit den natürlichen Gesteinen verwechseln. Viel Verwendung findet der Terrazzo-Fußboden, der bereits im Altertum bekannt war. Marmorstückchen werden in eine Schicht Zementmörtel eingedrückt. Nach dem Abbinden wird die ständig feucht zu haltende Oberfläche geschliffen und poliert. Durch eine zeitweilige Tränkung mit heißem Leinöl kann man das Stumpfwerden des Terrazzofußbodens verhüten.

IV. Die künstlichen, gebrannten Steine.

A. Das Rohmaterial.

Das Rohmaterial für die Gewinnung dieser Steine ist der Ton. Die für die Fabrikation der Ziegelsteine und der anderen gebrannten Tonwaren bestimmten Tone enthalten stets verschiedene Beimengungen in außerordentlich wechselnder Menge. Diese Beimengungen sind: 1. der

Sand, 2. der kohlen saure Kalk, 3. der Schwefelkies, FeS_2 , 4. Alkalisalze, 5. der Gips, 6. Eisenverbindungen, so namentlich das Eisenoxydhydrat, 7. organische Stoffe.

Der Einfluß dieser Beimengungen auf die fertige Ziegelware ist ein ganz verschiedener:

1. Der Sand. Durchschnittswerte für den Sandgehalt einer guten Ziegelerde sind: 24% Sand und 15% Staubsand. Während sich der Sand durch Schlämmen ausscheiden läßt, ist dies beim Staubsand nicht der Fall. Mehr Sand macht den Ton zu mager, die fertige Ware bröckelig. Zu wenig Sand gibt einen zu fettigen Ton; die fertige Ware ist zwar fest, aber rissig und krumm gezogen. Zu fetter Ton wird daher künstlich mit Sand gemagert und zwar vor dem Einwurf in den Tonschneider. Die Bearbeitung eines zu mageren Tones wird bei der Herstellung gewöhnlicher Ziegelsteine in den meisten Fällen nicht rentabel sein. Dagegen wird der Ton bei der Herstellung von Verblendern, Terrakotten u. a. m. vorher geschlämmt. Der Ton wird in Gruben mit reichlichem Wasserzusatz durch ein Rührwerk umgerührt, wodurch sich die schweren Teile zu Boden senken, während die vom Sand befreite Schlämpfe in einen anderen Behälter abgeleitet wird, in dem sich nun der gereinigte Ton absetzen kann.

2. Der kohlen saure Kalk, CaCO_3 , ist im allgemeinen nicht schädlich, namentlich dann nicht, wenn er in fein verteiltem Zustande beigemischt ist. In größeren Stücken (Knauern) kann er bei nicht ausreichender Zerkleinerung mit den Steinen brennen und beim Vermauern infolge Treibens den Stein sprengen. Je reicher an kohlen saurem Kalke ein Ton ist, bei um so niedriger Temperatur muß er gebrannt werden, da sonst Bildung von Schmelz eintritt (Kalksilikatbildung). Der Beginn dieser Silikatbildung heißt das Sintern. Klinkersteine sind Ziegelsteine, die bis zur Sinterung erhitzt sind. Sie können also nur aus kalkhaltigem Tone oder solchem, dem künstliche Flußmittel zugesetzt sind, hergestellt werden.

Die kohlen saure Magnesia. Magnesiumkarbonat, MgCO_3 , ist mit dem kohlen sauren Kalk oft in der Natur vereinigt. Es wirkt an sich nicht ungünstig auf die fertige Ware ein.

Kalk- und magnesiahaltige Steine brennen im allgemeinen heller wie die von ihnen freien Steine.

3. Der Schwefelkies FeS_2 . Der in der Natur überall vorkommende Schwefelkies wirkt dadurch ungünstig auf die Steine ein, daß er leicht verwittert und sich in Eisenvitriol, FeSO_4 , verwandelt, das sich dann mit dem kohlen sauren Kalk zu schwefelsaurem Kalk, $\text{CaSO}_4 \cdot 2(\text{H}_2\text{O})$, dem Gips, umsetzt. So ist es nicht verwunderlich, daß die meisten

Tone Gips enthalten und zwar zuweilen in ganz bedeutenden Mengen. Auch im Brennofen geht die Oxydation des FeS_2 zu Eisenvitriol vor sich.

Der Gips gibt nun nicht bloß zu Ausblühungen Veranlassung, sondern vermag, wenn er in erheblichen Mengen vorkommt und mitgebrannt wird, durch spätere Hydratisierung die äußeren Teile der Ziegelsteine abzusprennen. — FeS_2 gibt mit kohlenaurer Magnesia das auswitternde Bittersalz, MgSO_4 .

4. **Alkalisalze.** Salze des Kalis und Natrons, meist Sulfate, auch Chloride geben später zu Ausblühungen Veranlassung. Sie stammen teils aus dem Tone her, aus dem sie durch das Einsumpfen entfernt werden, teils gelangen sie mit den Aschensalzen der Flugasche im Brennofen auf die Steine.

5. **Der Gips** (siehe unter Nr. 3).

6. **Die Eisenverbindungen**, meist Eisenoxydhydrat, geben dem Ziegelton die gelbliche Farbe. Sie verlieren im Feuer das Hydratwasser und verwandeln sich in das rote Eisenoxyd, Fe_2O_3 . Daher rührt die rote Farbe der meisten gebrannten Ziegelwaren. Im reduzierenden Feuer des Brennofens verwandelt sich das Eisenoxyd in das schwarzblaue Eisenoxydul FeO (blaugedämpfte Steine).

7. **Die organischen Stoffe** geben dem Tone die graue bzw. graublaue Farbe. In fein verteiltem Zustande brennen sie mit aus. Sind sie aber in größerem Zustande als Wurzeln, Braunkohlen in dem Ziegelton enthalten, so bilden sich beim Brennen in den entstehenden Hohlräumen Aschensalze, die ebenfalls zu Ausblühungen Veranlassung geben.

8. Über die physikalischen Eigenschaften des Tons siehe Girndt, bautechnische Chemie 1906, S. 36.

B. Die Aufbereitung der Ziegelerde.

1. Das nasse Verfahren.

Um die Ziegelerde aufzulockern, die darin enthaltenen Knollen zum Zerfallen zu bringen, und auch, um sie von denjenigen Salzen zu befreien, die zu Ausblühungen Veranlassung geben könnten, wird sie im Herbst in etwa 60 cm hohen Haufen aufgestapelt und unter wiederholtem Umarbeiten der auflockernden Einwirkung des Frostes ausgesetzt. Durch die atmosphärischen Niederschläge findet gleichzeitig ein Auslaugen der Salze, die in dem Boden versickern, statt: das Auswintern. In ähnlicher Weise erfolgt das Aussommern durch Begießen mit Wasser.

Der Ton wird dann eingesumpft, was den Zweck hat, ihn bis in die kleinsten Teilchen mit Wasser zu durchweichen. Es wird dies

meist in besonderen Sumpfgruben vorgenommen. Von hier gelangt die Ziegelerde in den Tonschneider. Vorher läßt man sie jedoch erst Walzen passieren, deren Zweck die Zerkleinerung aller in ihr enthaltenen, gröberen Bestandteile ist. Dann gelangt sie in den eigentlichen Tonschneider, einen zylindrischen Behälter, in dessen Mitte sich eine drehbare, mit Messern versehene Achse befindet, durch die die eingebrachte, genügend angefeuchtete und, wenn nötig, gemagerte Ziegelerde zerschnitten, dadurch gemischt und vorwärts gepreßt wird. Die Messer sind nicht gerade, sondern sie sind ähnlich wie die Schraubengewinde geformt. Der Tonschneider preßt nun die Ziegelerde nach vorn durch ein je nach der geplanten Backsteinform verschieden gestaltetes, auswechselbares Mundstück.

2. Das trockene Verfahren.

Zuweilen wird die Ziegelerde, die nur in den seltensten Fällen die richtige Beschaffenheit schon in der Tongrube besitzt, in besondere Öfen gebracht, in denen man sie trocknet. Dann zerkleinert man sie in Steinbrechmaschinen, Walzwerken, Kollergängen, Kugelmühlen, so daß ein Staub entsteht, der je nach Notwendigkeit gemagert, d. h. mit Sand oder Ziegelmehl versetzt oder auch durch Zusatz von fettem Tone fetter gemacht wird. Dieser Staub wird alsdann eingesumpft und weiter verarbeitet. Dieses Verfahren wendet man z. B. bei der Verarbeitung härterer Rohmaterialien, wie z. B. bei Schiefertönen und Schieferletten an, sowie bei der Fabrikation feuerfester Steine.

C. Das Formen und Trocknen der Ziegel.

Das Formen der Ziegel erfolgt entweder mit der Hand (Handstrich) oder mit der Maschine. In letzterem Falle hat man wieder die Formgebung auf nassem und die auf trockenem Wege zu unterscheiden.

a) Die Handformerei. Sie wird auch in größeren Betrieben noch vielfach angewandt. Handstrichsteine werden von den einen ihrer größeren Leichtigkeit und Binfähigkeit wegen, von anderen aus architektonischen Rücksichten den Maschinensteinen vorgezogen.

Die Handformerei erfordert drei Arbeiter, von denen einer die Durcharbeitung der Ziegelerde im Tonschneider zu überwachen und diese dem Arbeitstische zuzuführen hat, während der zweite formt und der dritte abträgt. Das Handformen geschieht in einem hölzernen Rahmen aus hartem Holz; bessere Rahmen sind aus Eisen. Vorteilhaft ist das Arbeiten mit Doppelformen, wozu jedoch starke Arbeiter gehören. Die durchschnittliche Arbeitsleistung von drei

Arbeitern für einen Tag ist 2—3000 Steine, von einem einzelnen Arbeiter ca. 500. Das Handformen darf nur bei frostfreiem Wetter erfolgen. Die mit der Hand geformten Steine werden oft in Stempelpressen nachgepreßt.

b) Die nasse Maschinenformerei. Sie erfolgt durch die sogenannte Strangpresse. Die nasse Ziegelerde wird durch den in einem geschlossenen Zylinder laufenden Tonschneider zu einem sich allmählich verjüngenden Mundstücke herausgepreßt. Es kommt hier ein sich langsam bewegendes Tonstrang zum Vorschein, von dem durch eine aus Drähten bestehende Schneidevorrichtung entweder mit der Hand oder automatisch die Steine abgeschnitten werden. Damit die Steine infolge des Weiterlaufens des Tonstranges nicht

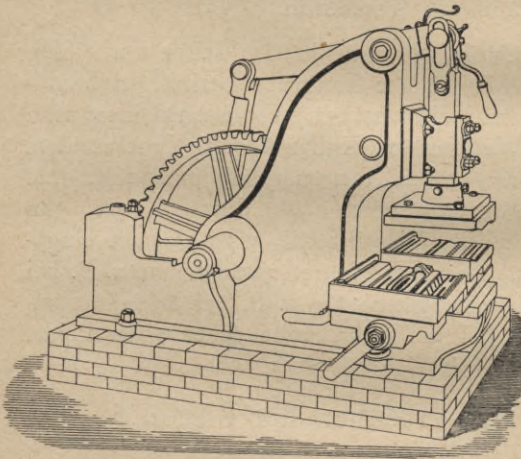


Fig. 35. Wechsellpresse.

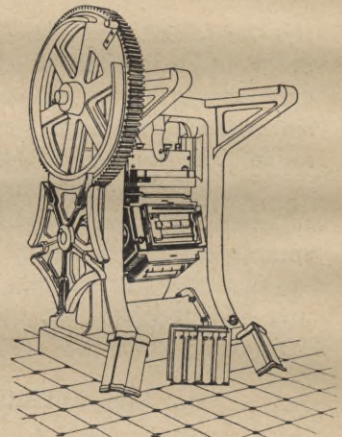


Fig. 36. Revolverpresse.

schief werden, läuft der Abschneideapparat mit dem Strange mit. Lochsteine, Hohlziegel, Tonrohre entstehen dadurch, daß in dem Mundstücke eiserne Dorne befestigt sind, die die betreffenden Kanäle aussparen. Es können durch dieselbe Strangpresse verschiedene Profile geformt werden. Man braucht nur andere Mundstücke anzuschrauben.

Das Formen der Dachfalzziegel erfolgt entweder auf der Wechsellpresse (Fig. 35) oder einer Revolverpresse (Fig. 36). Die flach vom Tonstrange abgeschnittene Tonscheibe (der Preßkuchen) wird in eisernen Hohlformen (Matritzen) gepreßt und erhält dadurch sowohl von unten wie von oben die erwünschte Gestalt. Die einfachen Dachziegel (Biberschwänze, Firstziegel, Dachpfannen) wer-

den meist mit der Hand geformt. Bei den Biberschwänzen wird die „Nase“ entweder besonders angesetzt, oder sie wird in der ganzen Länge sogleich mitgeformt und nachher das Überflüssige durch einen Draht abgeschnitten. Unebene Dachziegel, wie die kegelförmigen Firstziegel und die karniesförmigen Dachpfannen, werden in der Weise hergestellt, daß die der Abwicklung des Ziegels entsprechende Tonscheibe, das Blatt, auf ein die geplante Form des Ziegels besitzendes Holzstück, den Absetzer, gelegt und auf diesem getrocknet wird.

c) Die trockene Maschinenformerei. Um die Unkosten und den Zeitaufwand zu verringern, hat man Maschinen konstruiert, die den in den Tongruben gewonnenen oder den getrockneten, gepulverten und etwas angefeuchteten Ziegelton gleich in grubenfeuchtem Zustande pressen. Es sind die sogenannten Stempelpressen. Nur gerade, grubenfeuchte Ziegelerde wird mit sehr starkem, maschinellem Drucke in eiserne, starke Hohlformen eingepreßt, in denen die Steine eine tadellose Form und ein schönes, gleichmäßiges Aussehen erhalten. Sie werden auf dem weiteren Transporte nicht so leicht verletzt und haben ein etwas höheres Gewicht wie die naß geformten Maschinensteine. Auch werden die Fabrikationskosten bedeutend herabgesetzt.

Der Transport der geformten Steine nach den Trockenanlagen, der lufttrockenen Steine nach dem Ofen, der gebrannten Steine nach den Lagerplätzen wird gewöhnlich nicht von Menschenhänden, sondern durch teils wagerecht, teils senkrecht laufende Transporteure bewirkt. Da ganz mustergültige Anlagen bis jetzt noch nicht hergestellt werden können, so hat sich der Karrenbetrieb noch vielfach erhalten.

Das Trocknen der Ziegel muß ein nicht zu plötzliches, allmählich von außen nach innen fortschreitendes sein. Es wird 1. auf freier Erde, 2. auf Trockengerüsten, 3. in Trockenscheunen, 4. in geschlossenen Räumen neben oder über dem Brennofen, oder 5. in besonderen Trockenkammern ausgeführt. Mit dem Trocknen ist ein Schwinden des Tones verbunden. Auch bleiben selbst im lufttrockenen Steine noch etwa 5% Wasser chemisch gebunden.

D. Das Brennen der Ziegel.

Es erfolgt a) im Feldofen, b) in offenen Öfen, c) in geschlossenen, periodischen Öfen, d) in kontinuierlich brennenden Ring- und Kanalöfen.

a) Der Feldbrandofen (Fig. 37). Die lufttrockenen Steine werden hochkantig, in Form einer abgestumpften Pyramide mit Zwischen-

räumen von rund 3 cm aufgestapelt. Außerdem spart man noch besondere Schürgassen zur Aufnahme der Feuerung aus. Auch zwischen die Steine wird Brennmaterial geschüttet. Das Brennmaterial ist gewöhnlich Steinkohlengrus.

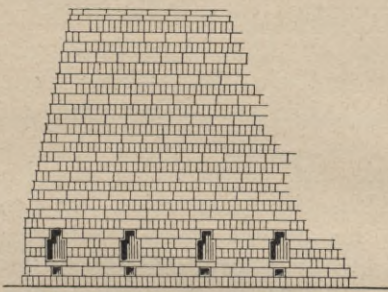


Fig. 37. Feldbrandofen.

Nach dem Aufsetzen werden die Fugen außen mit Lehm verstrichen und auch die obere Fläche wird mit Lehmewurf versehen. Ein Ofen von 100000 Stück brennt in etwa zwei Wochen durch. Der Nachteil besteht darin, daß die äußeren Steine nicht gar werden, während die inneren sich teilweise verziehen und schmelzen. Man hat also viel Bruch, Ausschuß und Abfall. Sie werden noch

in landwirtschaftlichen Gegenden aufgestellt, da sie ein, wenn auch nicht gutes, so doch billiges Ziegelmaterial geben.

b) Offene Öfen. Diese Öfen werden nur selten gebaut.

c) Von den geschlossenen periodischen Öfen ist der Kasseler Ziegelflammofofen (Fig. 38 und 39) noch ziemlich verbreitet. Er ist

ein Doppelofen mit gemeinschaftlichem Schornsteine. Der Feuerraum ist durch eine durchbrochene Wand aus feuerfesten Steinen von dem Brennraume getrennt. Dadurch werden die Feuer-gase gleichmäßig durch das Brenngut verteilt. Während der eine Ofen im Betriebe ist, wird

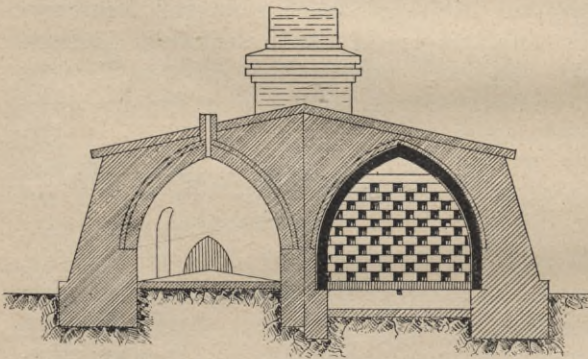


Fig. 38. Kasseler Ziegelflammofofen: Querschnitt.

der andere entleert, bzw. neu gefüllt. Ein gleichmäßiger Brand wird auch hier nicht erzielt.

Eine befriedigende Lösung der Ziegelofenfrage hat erst der Regierungsbaumeister Hoffmann gefunden, dessen ursprünglicher kreisrunder Ofen später von ihm, Licht und anderen verbessert worden ist. Eine neuere Form des Ringofens zeigen die Figuren 40 und 41.

Ein Ringofen besteht aus 4 Teilen: 1. dem Brennraum, einem

im Grundrisse kreisförmigen, jetzt aber meist annähernd elliptischen oder rechteckigen Tonnengewölbe, 2. dem Rauchsammler *c*, 3. dem Schornsteine, 4. dem Schmauchkanale *e-f*.

Der Ringofen in Fig. 40 und 41 besteht aus einem zusammenhängenden, im Grundrisse annähernd elliptischen Tonnengewölbe, das

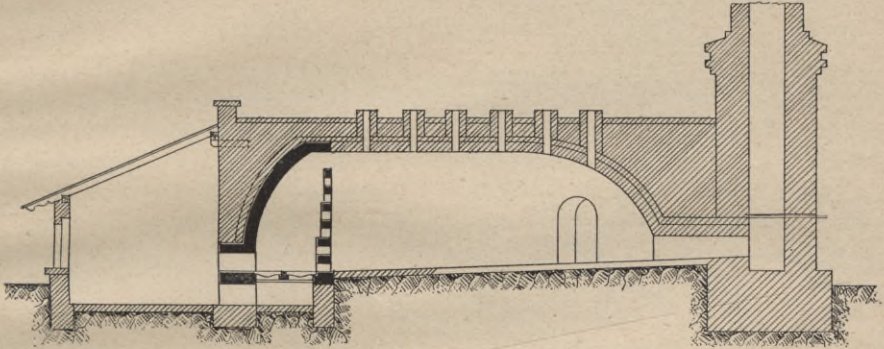


Fig. 39. Kasseler Ziegelflammofen: Längsschnitt.

12· Einsetzöffnungen besitzt. Gewöhnlich ist die Anzahl größer, nämlich dann, wenn der Ofen zugleich zum Vorschmauchen dienen soll.

Sollen die lufttrocknen Steine nicht vorgeschmaucht werden, dann ist der Betrieb folgender:

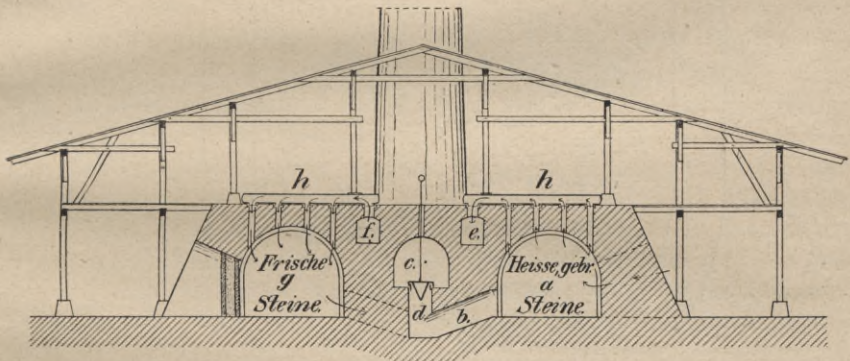


Fig. 40. Querschnitt durch einen Ziegelringofen mit Trockenschuppen.

Der Ofenkanal kann durch Scheidewände, die gewöhnlich aus starkem Schieberpapier sind, in Abteilungen zerlegt werden. In Fig 41 ist die Kammer 3 die augenblickliche Feuerstelle, in Kammer 2, 1, 12, 11 stehen die schon gebrannten Steine, in Kammer 4, 5, 6, 7 und 8 die noch zu brennenden Steine. Die Einsetztür ist geöffnet; dort werden die gar gebrannten Steine hinausgeschafft. Die Türen von

12, 1 und so fort bis 8 sind vermauert (2 Trockenschichten Ziegelsteine, dazwischen Sand). Die kalte atmosphärische Luft streicht über

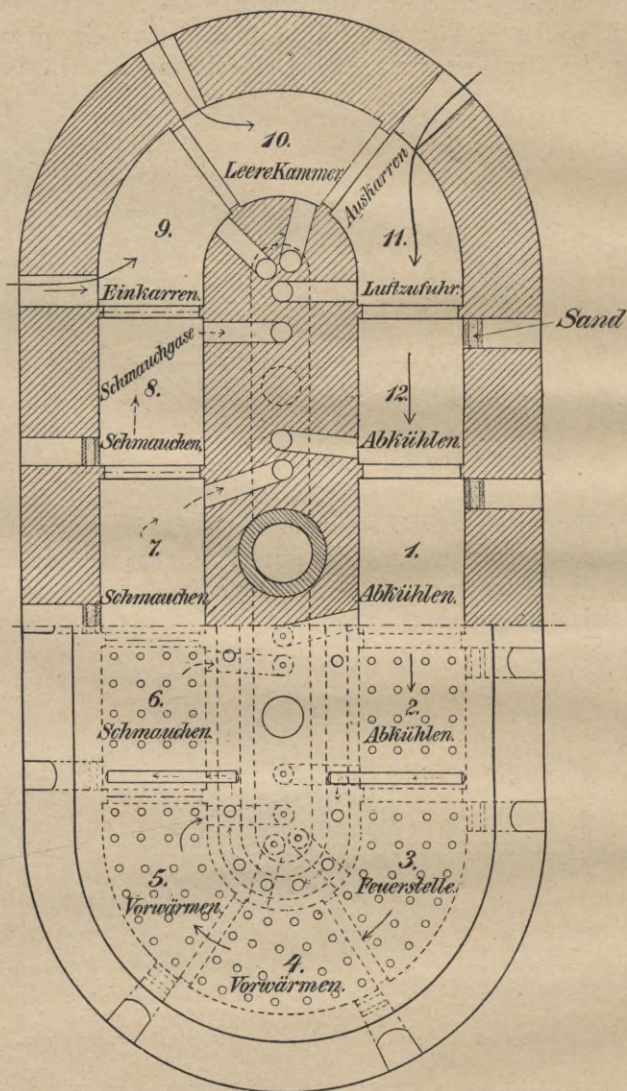


Fig. 41. Grundriß und Draufsicht eines modernen Ringofens. (In der Figur sind einige Kammern weggelassen.)

die gar gebrannten Steine, kühlt diese ab, erhitzt sich dabei selbst und kommt also vorgewärmt an die Feuerstelle 3. Hier entwickeln sich durch die Verbrennung der durch die Schürlöcher eingebrachten,

zwischen die Steine geschütteten Kohlen Rauchgase, die über die in den Kammern 4—8 aufgestapelten, noch ungebrannten Steine hinwegstreichen und diese von den letzten Resten ihres chemisch gebundenen Wassers befreien. Die abgekühlten Gase treten dann mit einer Temperatur von etwa 150° bei 8 durch den Fuchs *b* (Fig 40) in den Schornstein. Die Kammer 8 ist gegen 9 durch eine Scheidewand aus Schieberpapier abgeschlossen. Hinter dieser Wand wird die Kammer 9 neu gefüllt. Ist dies geschehen, wird die Tür 9 vermauert und in 10 eingekarrt; 11 ist mittlerweile leer geworden, so daß Kammer 12 zum Entleeren an die Reihe kommt. Inzwischen ist auch die Feuerstelle nach Kammer 4 gerückt, indem mit dem Einheizen in Kammer 3 aufgehört, dagegen in 4 energisch vorgegangen wurde (Feuerrücken). Jetzt ist also der ganze Betrieb um eine Kammer vorgeschoben. Daß natürlich dementsprechend auch die eine Glocke *c* (Fig. 40) in der letzten Kammer, die die Rauchgase nach dem Schornsteine leitet, geöffnet wird, ist selbstverständlich. Die übrigen Glocken sind naturgemäß geschlossen.

Die Leistung des Ringofens beträgt 5—20 000 Steine täglich.

Seine großen Vorzüge bestehen 1. in dem kontinuierlichen Betriebe; 2. in der durch die Vorwärmung der Verbrennungsluft und Ausnutzung der Wärme der Rauchgase zur Vorwärmung der Steine bedingten Ersparnis an Brennmaterialien; 3. der viel größeren Gleichmäßigkeit des Brandes und der Beschaffenheit der gebrannten Ware.

Das Vorschmauchen: Die Rauchgase führen große Mengen von Aschenteilen (Flugasche) mit sich. Daher ist es unausbleiblich, daß die neu eingesetzten Steine, die infolge der Erwärmung ihr chemisch gebundenes Wasser vollends verlieren und daher schwitzen, von dieser Asche bedeckt werden, was zu Fleckenbildung und unansehnlicher Ware führt. Um bessere Ware, z. B. Verblender zu erzielen, schmaucht man daher die Steine entweder in besonderen Öfen, den Schmauchöfen vor, oder aber, und das ist das gewöhnlichere, man verbindet den Brennprozeß mit dem Schmauchprozeß in folgender Weise: Bei *e—f* besitzt der Ringofen noch einen zweiten in sich geschlossenen Kanal, den Schmauchkanal. Dieser kann durch aufgesetzte Röhren *h* je nach Bedarf mit dem Brennkanal durch die Schürflöcher in Verbindung gebracht werden. Durch das Rohr *h* wird nun die atmosphärische Luft, die über die bereits gar gebrannten, noch heißen Steine in Kammer 12, 1 und 2 gestrichen ist, in den Schmauchkanal und durch diesen direkt in die Kammer 6 geführt. (In Wirklichkeit müßten zwischen den beiden Röhren mehr Kammern liegen, woraus folgt, daß Ringöfen, die sowohl brennen als auch schmauchen sollen, mehr als 12 Kammern haben

müssen.) Dort schmauchen nun die vorgewärmten, rauchfreien Gase die lufttrockenen Steine vor.

Die Schmauchkammern sind durch Papierwände getrennt, die durch die vorrückende Glut mit der Zeit von selbst abbrennen.

Früher setzte man an die Zuführungsrohre zu den Schmauchkammern besondere kleine Schmauchöfen, was natürlich die Kosten verteuerte.

Zur Herstellung von ganz besonders guten Tonwaren, wie feuerfesten Steinen, Terrakotten verwendet man Brennöfen mit Gasfeuerung. Man bereitet aus Stein- oder Braunkohlen Rohgas, leitet dieses in einem unterirdischen Kanale im Fundamentmauerwerke des Ringofens zu den einzelnen Brennammern und versieht jede Kammer mit einer Anzahl, gewöhnlich 6 Gasabzweigungen, von denen jede einzelne geschlossen werden kann. Jede Abzweigung mündet in ein besonderes, im Querschnitte rechteckiges, in den Brennraum ragendes Rohr aus feuerfestem Tone, aus dem das Gas durch viele Öffnungen ausströmt, und das dann entzündet wird (Eschrichscher Gasofen). Dadurch erzielt man tadellosen, gleichmäßigen Brand.

E. Die Arten der Ziegelware.

a) **Der gewöhnliche Mauerstein, Hintermauerungsstein**, im Normalformat 25 : 12 : 6,5, Gewicht rund 3,3 kg; im Klosterformat 29 : 14 : 10. Die Maschinensteine sind schwerer und fester wie die Handsteine, nehmen auch den Mörtel nicht so gut auf wie diese.

Behufs ihrer Prüfung macht man sowohl die Frost-, wie auch die Porositätsprobe. Gute Hintermauerungssteine sollen nicht mehr wie 16 Gewichtsprozent an Wasser aufnehmen.

Die kleinen, sogenannten Hamburger, Kieler, Oldenburger Formate werden da hergestellt, wo die Ziegelerde eine Verarbeitung zu größeren Formaten ohne besondere Durcharbeitung nicht gestattet.

b) **Poröse Steine, Tuffziegel**, für leichte Mauern, freitragende Erker und Balkone, massive, wagerechte Decken usw. werden erhalten, indem man die Ziegelerde mit Sägespänen, Lohe, Kohlenstaub, Torfmull vermischt. Beim Brennen verbrennen diese organischen Stoffe, hinterlassen Poren und geben sehr leichte, schwammartige Steine. Da die Pflanzenasche Salze, und zwar teilweise hygroskopische enthält, so ist ihre Verwendung nicht ganz einwandfrei.

c) Oft werden die Ziegelsteine zur Verringerung des Gewichtes als **Lochsteine** hergestellt. Die Lochung geht am besten der Mörtelersparnis und der größeren Leichtigkeit wegen der Lagerfläche parallel.

Hourdis sind lange Lochsteine mit sehr dünner aber fester Wandung und großen Hohlräumen. Sie werden zu wagerechten Decken benutzt.

d) **Klinkersteine** sind Ziegelsteine, die bis zur Sinterung gebrannt, aus bestem kalkhaltigem Tone, oft unter Zusatz von metallischen (Eisen-

klinker) oder mineralischen Flußmitteln hergestellt sind. Wegen des sich bildenden, glasigen Silikates, das die Poren des Steines ausfüllt, sind sie besonders fest und undurchlässig für Wasser. Ihr Format ist verschieden, teils lang gestreckt, teils plattenartig. Man verwendet sie zum Ausmauern von Abortgruben, zu Fundamenten, zum Grundbau, zu Pflasterungen, in Holland zu den berühmten Klinkerstraßen. Sie sind mit Zementmörtel zu vermauern. Sie haben eine rötliche, bräunliche, gelbliche, graue Farbe, metallischen Klang und einen dichten, zuweilen matt glänzenden Bruch. Man stellt aus demselben Materiale auch Platten und Fliesen für Pflaster aller Art her.

e) **Verblender** sind bessere Ziegelsteine, die ihrer gleichmäßigen Größe und gleichmäßigen Farbe wegen zu Verkleidung von Ziegelrohbauten verwandt werden. Ihre Herstellung ist eine ganz besonders sorgfältige. Sie werden aus tadellosem Rohmaterial angefertigt, sorgsam geformt, indem man sie oft entweder nachpreßt oder nachschneidet und ebenso gewissenhaft in bezug auf ihre Farbe sortiert. Um eine ganz gleichmäßige Farbe zu erzielen, wird die Ansichtsfläche mit einer in der Farbe nach dem Brennen sehr gleichmäßig gefärbten Tonschlämpe überzogen (engobierte Steine). Zur Erzielung einer feineren Färbung und glänzenden Oberfläche werden sie bisweilen mit einer Glasur versehen. Sie werden in einer Anzahl von Normalformaten hergestellt.

Außer diesen Formaten fertigt man aber auch noch an:

f) **Formsteine**. Ihre Abmessungen bewegen sich im großen und ganzen innerhalb der Maße der Normalverblender. Sie werden nach besonderen Zeichnungen angefertigt.

g) **Schamottesteine**. Es sind dies sogenannte feuerfeste Steine. **Absolut feuerfest** ist kein gebrannter Stein. Selbst reiner Porzellanton ist in höchster Hitze schmelzbar. Der Begriff feuerfest ist kein feststehender Begriff, sondern er richtet sich immer nach dem jeweiligen Zwecke, dem die Steine dienen sollen. Ein Stein, der für einen Heizofen oder einen Ziegelofen als feuerfest zu bezeichnen ist, braucht es noch nicht für einen Hochofen zu sein.

Feuerfeste Ziegel zeigen im Bruche, daß sie aus einer körnigen, feuerfesten Grundmasse bestehen, die durch einen Zusatz von feuerfestem Tonmateriale zusammengehalten wird. Besteht die körnige Grundmasse aus schon vorher stark gebrannten und danach wieder zerkleinerten Stücken festen Tones, so heißen die Steine Schamottesteine.

Die Schamottesteine werden aus einer Mischung von weißem, feuerfestem Tone und feuerfestem, d. h. eisenfreiem, reinem Quarzsande hergestellt, der man zur Verbilligung der Ware und, um den nötigen bereits gesinterten Ton zu haben, auch gemahlene Schamottemasse von bereits verbrauchten Schamottewaren zusetzt (z. B. von den Kapseln, in denen das Porzellan gebrannt wird). Sie haben eine gelblich-weiße Farbe und sind entweder hart und dicht und müssen alsdann langsam angeheizt werden, oder mürbe und vertragen dann einen schnelleren Temperaturwechsel besser. Sie werden mit feuerfestem Mörtel vermauert (Schamottmehl und Porzellanton, Klebsand vom Westerwald oder von der Eifel).

Hierher gehören auch die **Dinassteine** und andere **Quarzziegel**. Hier besteht die körnige Grundmasse aus feuerfestem Quarzsand oder zerkleinertem reinem Quarzstein. Das Bindemittel ist feuerfester Ton. Der Tonzusatz ist möglichst gering (1⁰/₀). Bei dem sogenannten englischen Dinas ist der Zusatz Kalkmilch. Sie finden meist in der Eisenindustrie Verwendung.

b) **Dachziegel**. Gewöhnliche Handstrichziegel, Biberschwänze, Ochsenzungen, Zungen.

Sie werden aus gewöhnlichem Ziegeltonen mittels Handstrichs in Formen hergestellt.

Strangdachziegel, Turmschuppenziegel, Turmziegel werden aus reinerem, gleichmäßigerem Tone auf der Strangfalzziegelpresse hergestellt, in einzelnen Fällen bis zur Sinterung gebrannt, und sind dann wenig wassereinsaugend. Farbe rot oder rötlich, zuweilen durch Brennen in dem reduzierenden (kohlenstoffhaltigen), rauchigen Feuer durch Bildung von Eisenoxydul grau, bläulich und matt glänzend; das letztere gilt auch von allen nachstehend aufgeführten Dachziegelformen.

Hohldachziegel, Mönch- und Nonnenziegel, First-, Walm- und Gratziegel, Kehlziegel werden aus gewöhnlichem Tone mittels Handstrichs hergestellt; zuweilen bis zur Sinterung gebrannt, dann wenig wasseransaugend.

Dachpfannen, kombinierte Mönch- und Nonnenziegel ohne Nut und Falz.

Durch die Zusammenfügung je eines Mönch- und Nonnenziegels zu einem Stücke entstehen Formen, welche Zweck und Wesen der Pfannen erfüllen.

Klosterpfannen, Holländische Dachpfannen.

Die einfache Form der sogenannten holländischen Pfannen läßt ihre Herstellung auf der Strangfalzziegelpresse zu. Viele werden jedoch auch mittels Handstrichs in Formen erzeugt.

Braunschweiger Krepmpiegel, Falzdachziegel, Strangfalzziegel, Turmfalzziegel, Schuppenfalzziegel, Biberschwanzfalzziegel.

Diese werden ausnahmslos auf maschinellem Wege hergestellt, und zwar aus reinem, gut zubereitetem Tone, haben eine biberschwanzartige Form und sind mit Nuten und Falzen an den Längsseiten versehen.

Hohlstrangfalzziegel; wie vorher, aber mit einer Reihe von Kanälen in der Längsrichtung der Ziegel versehen.

Muldenfalzziegel haben die Nuten und Falze nicht nur an den Seiten, sondern auch oben und unten.

Rautenfalzziegel in Rautenform.

Doppelfalzziegel sind Muldenfalzziegel, an deren Längsseiten an Stelle einer Nut und eines Falzes sich je zwei befinden, um das Eindringen von Regen und Schnee um so sicherer zu verhindern.

Glasierte Dachziegel.

Die vorstehend aufgeführten Dachziegel werden auch mit einem Glasurüberzuge hergestellt. Diese Glasur ist mehr oder weniger glänzend

und dazu bestimmt, neben der Farbwirkung auch die wasserabweisende Wirkung des Dachziegels zu erhöhen.

i) **Tonröhren:** Drainröhren, Rauchröhren, Dunströhren, Kanalaröhren werden aus sich gelblich oder rötlich brennendem Zieglton auf der Röhrenpresse hergestellt. Das Pressen des Rohres beginnt mit der Herstellung der Muffe. Um sie wasserdicht zu machen, werden sie mit einer Salzglasur versehen.

k) **Fußbodenplatten, Mosaikplatten.** Infolge der überaus starken Abnutzung und der oft sehr starken Druckbeanspruchung müssen diese Platten ganz besonders fest sein. Dies wird dadurch erzielt, daß der Ton zunächst bis zur Sinterung gebrannt, dann aber wieder gemahlen wird. Darauf werden die Platten geformt und zwar unter sehr hohem Drucke mittels Stempelpresse, worauf sie nochmals bis zur Sinterung gebrannt werden. Die Mosaikplatten sind nicht nur in der Oberfläche, sondern in der Masse etwa 2—5 mm tief gefärbt durch Zusatz von feuerfesten Mineralfarben zu dem Sintermehle. Für Ställe, Durchfahrten, Bürgersteige geriefelt. Sie werden entweder auf Ziegelflächschichten oder 10 cm starkem Beton mit engen Fugen in Zement verlegt. Sie werden namentlich für Badezimmer, Koch- und Waschküchen, Flure, Treppenstufen verwandt. Freie Kanten sind durch Winkeleisen oder Flacheisen zu schützen. (Villeroy & Boch, Mettlach i. Elsaß, Tonwerke in Siegersdorf in Niederschlesien.)

l) **Wandbekleidungsplatten, Wandfließen** werden meist aus Stein- gut in einer Stärke von 1,5 cm hergestellt; auch farbig, oft in künstlerisch hergestellter Ausstattung. Sie sind nicht sehr hart.

m) **Terrakotten** sind Bauzierrate, die aus allerbestem Tone in Gipsformen hergestellt und in Öfen mit Gasfeuerung gebrannt werden. Sie werden des geringeren Gewichtes wegen innen hohl angefertigt und sind außerordentlich hart und wetter- und auch feuerfest. Zuweilen auch glasiert. Knäufe, Kapitäle, Gesimse, Friese, Geländerteile, Bildwerke, Kreuzblumen, Konsolen, Pfeilerkrönungen und vieles andere.

Terrakotten sind ein vorzüglicher Feuerschutz des Eisens (vergl. S. 75).

F. Die Ausblühungen der Steine und der Mörtel.

(Siehe Girndt, bautechnische Chemie 1906 S. 37ff.)

V. Die Mörtel.

Mörtel sind solche plastische Stoffe, deren bildsamer Zustand nur während der Verwendung beim Mauern andauert, die dann infolge von meist chemischen Prozessen in den starren Zustand übergehen und dabei die einzelnen Bauteile, deren Fugen sie ausfüllen, zu einem Ganzen ver-

kitten. Zum Teil dringen sie in die Bauteile ein, wie z. B. in gewöhnliche Ziegelsteine, in Sandsteine. Sie werden auch zum Verputzen benutzt.

Man teilt die Mörtel ein in A) Luftmörtel, B) Wasser- oder hydraulische Mörtel, C) feuerfeste Mörtel.

Luftmörtel sind solche, die nur an der Luft erhärten; Wassermörtel sind Mörtel, die auch unter Wasser erhärten; feuerfeste Mörtel sind solche, die im Feuer fest werden, ohne zu schmelzen.

A. Die Luftmörtel.

Diese sind: 1. Der Lehmörtel, 2. Der Gipsmörtel, 3. Der Kalkmörtel.

1. Der Lehmörtel.

Er ist ein sehr untergeordnetes Bindemittel. Er eignet sich namentlich als Mörtel in der Nähe von Feuerstellen, da er nicht so leicht schmilzt wie Kalkmörtel und die Wärme schlecht leitet (Waschkesseleinmauerungen, Öfen). Er wird auch zu Scheunentennen benutzt. Sonst nur mit Häcksel oder Spreu gemischt als Mörtel für Innenwände und zu Lehmptisee (Stampfmauerwerk).

Lehmestrich: Trockener, zerschlagener Lehm (ca. 15 cm) wird festgestampft. Darauf folgt eine dünnere Schicht nasser Lehm, die mit Hammerschlag bestreut oder mit Rinderblut benetzt und bis zur völligen Rissefreiheit mit Schlaghölzern bearbeitet wird.

2. Der Gipsmörtel.

Der Gipsmörtel war schon in den ältesten geschichtlichen Zeiten bekannt. In neuerer Zeit ist er durch die anderen Mörtelarten stark in den Hintergrund gedrängt worden. Den Versuchen, ihm neuerdings wieder mehr Eingang zu verschaffen, stehen manche, angeblich unangenehme Eigenschaften des Gipses entgegen (Treiben von Gipsestrichen, Einsturz von Rabitzgewölben). Bei genauerer Untersuchung der einzelnen Fälle, in denen man unangenehme Erfahrungen mit ihm gemacht haben will, stellte sich jedoch stets heraus, daß nicht der Gips, sondern die Unzweckmäßigkeit der aus ihm gefertigten Konstruktion, sowie die Unwissenheit in der Gipstechnik die Ursache der Mißerfolge waren.

Man hat zwei einander völlig ähnliche, in ihren Eigenschaften aber außerordentlich verschiedene Arten von gebranntem Gips zu unterscheiden: den Stuckgips und den Estrichgips.

a) Das Brennen des Gipssteines.

Der Gipsstein wird im Großbetriebe in ähnlichen Brennöfen gebrannt, wie man sie zum Brennen des Kalkes benutzt. Einen Gips-ofen für kleineren Betrieb siehe Figur 42.

Gipsstein ist schwefelsaurer Kalk mit zwei Teilen chemisch gebundenem Kristallwasser, also $\text{CaSO}_4 \cdot 2(\text{H}_2\text{O})$. Er geht beim Erhitzen bis auf $110\text{--}130^\circ$ in das Halbhydrat $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}(\text{H}_2\text{O})$ über. Das ist der Stuckgips. Infolge des Entweichens des Kristallwassers „kocht“ der Gips. Der Stuckgips vermag sich rasch wieder mit Wasser chemisch zum Bihydrat zu verbinden. In den Handel kommt er sehr fein gemahlen und von bläulich-weißer Farbe.

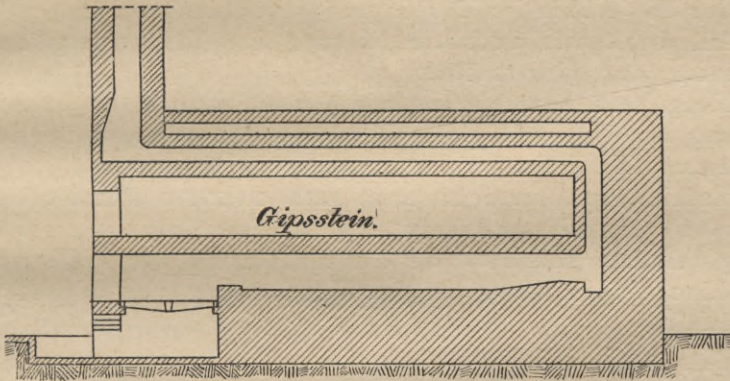


Fig. 42. Gipssofen.

Bis 180° erhitzt, verliert der Gipsstein die Fähigkeit, Wasser wieder chemisch zu binden, fast ganz. Die Bindung des Wassers erfolgt nämlich so langsam, daß er für technische Zwecke wertlos ist: er ist „tot gebrannt“. Totgebrannten Gips im eigentlichen Sinne des Wortes gibt es nicht.

Wird totgebrannter Gips noch weiter bis zur sanften Rotglut, und zwar möglichst gleichmäßig, erhitzt, so erhält er wieder die Fähigkeit, Wasser zu binden, doch geht dieses Binden des Wassers langsamer wie bei Stuckgips vor sich: wir haben den Estrichgips. Dieser ist als Handelsware gelblichweiß und ein gröberes Mehl wie der Stuckgips. Gebrannter Gips ist ebenso wie der gebrannte Kalk vor Feuchtigkeit zu schützen.

b) Das Erhärten (Abbinden) des gebrannten Gipses.

Der Gips hat die Eigenschaft, sich bei einer Temperatur von 35° am reichlichsten im Wasser zu lösen (Maximum der Löslichkeit).

Sowohl bei niederen als auch bei höheren Temperaturen ist er weniger löslich. Streut man nun Stuckgips in Wasser ein, so bildet sich sehr rasch durch Bindung von Wasser das Bihydrat, die Temperatur steigt, es tritt bei 35° das Lösungs-Maximum ein. Die Temperatur steigt noch weiter, daher fällt ein Teil des bereits gelösten Bihydrates wieder aus und bildet ein Skelett, um welches sich später bildendes Bihydrat durch Kristallisation festsetzen kann. Das Erhärten des Gipses ist also ein Lösungs- und Kristallisationsprozeß. Die schnellste Erhärtung erfolgt, wenn die Temperaturzufuhr schnell ihr Maximum erreicht hat, was bei Anwendung von warmem Wasser natürlich schneller geht als von kaltem. Man kann daher durch Verwendung von warmem Wasser das Abbinden des Gipses beschleunigen.

Mit dem Auskristallisieren ist auch eine Volumenvergrößerung verbunden: der Gips treibt!

Mengt man Estrichgips mit Wasser, so geht die chemische Bindung des Wassers, also die Bildung des Bihydrates sowie dessen Lösung und Kristallisation nur langsam vor sich.

Estrichgips erreicht erst nach mehreren Monaten seine ganze Festigkeit und sein endgültiges Volumen, eine zu wenig bekannte Tatsache, die die Erklärung für viele unangenehme Erfahrungen bei der Herstellung von Gipsestrich bildet.

c) Das Verhalten des gebrannten Gipses bei Zusatz von Kalk und Sand.

Schon ein geringer Zusatz von Kalk setzt die Festigkeit des Gipses bedeutend herab. Bei Mischungen von gleichen Teilen Gips und Kalk kann von Festigkeit überhaupt noch kaum die Rede sein. Selbst nach längerer Zeit, wenn der zugesetzte Kalkmörtel völlig abgebunden hat, erreichen derartige Mischungen nie die Festigkeit des reinen Gipsmörtels. Auch der Sandzusatz zum Gips ist nur in ganz geringem Maße zu empfehlen, da er die Biegungs-, Druck- und Zugfestigkeit des Gipses stark herabsetzt.

Der Sand muß übrigens vorher sorgfältig gewaschen werden.

Selbst für leichte Zwischenwände werden Mischungen mit viel Kalk und Sand in Verbindung mit Drahtgewebe keine ausreichende Festigkeit besitzen. Für Gewölbekonstruktionen dürfen nur Mischungen mit sehr geringem Kalk- bzw. Sandzusatz Verwendung finden!

d) Die Anwendung des Stuck- und Estrichgipses.

Infolge ihrer großen Verschiedenheiten in ihrem Verhalten gegen Wasser ist auch ihr Verhalten in den Anwendungen ein sehr ver-

schiedenes. Die Nichtbeachtung dieser Tatsache sowie der den beiden Gipssorten eigentümlichen Eigenschaften dient zur Erklärung mancher Mißerfolge, die zu einer unverdienten Mißachtung des an und für sich guten Materiales geführt haben.

Das Wasser, das zum Anmachen des Gipses dient, soll durchaus rein, vor allem frei von allen tonigen Beimengungen sein. Eine große Festigkeit erlangt der Gips, wenn man in dem Wasser Leim auflöst. Auch Zusätze von Alaun, Bittersalz dienen dazu, den Gips zu festigen. Ferner ist die Verwendung von Gipsfluat zur Härtung des Gipses sehr zu empfehlen.

Stuckgips findet Verwendung zur Anfertigung von allerhand Stuckarbeiten, vielfach unter Zusatz von Leimwasser oder Dextrinlösung. Der Stuckgips erhält dann häufig noch einen Zusatz von gepulvertem Gipsspat.

Gipsmarmor oder Stuckmarmor wird in der Weise hergestellt, daß man fein gesiebten Gips mit Leimwasser mischt, dieser Mischung eine bestimmte Grundfarbe gibt und daraus Klöße formt. Dann bespritzt man sie mit andersfarbigen Brühen, die die Aderung veranlassen sollen, mengt wohl auch Marmorstückchen hinein und trägt dies als Putz auf die aus Gipsmörtel und Sand hergestellte Grundfläche.

Gipsdielen werden aus Stuckgips unter Zusatz von Stoffen, die die Festigkeit erhöhen, wie Rohr, Kokosfasern, Schlackenrus, Holz- wolle, Korkstücken, Rinderhaaren hergestellt. Zuweilen erhalten sie zum Schutze gegen Feuchtigkeit eine Isolierschicht von Dachpappe. Sie lassen sich nageln und werden wegen ihrer geringen Schall- und Nässeleitung und wegen ihrer Feuersicherheit zur Verkleidung von Wänden, zur Herstellung von Innenwänden, zur Verschalung von Dachkammern, zur Herstellung von Decken, Zwischenböden benutzt.

Nachteile sind: Entstehen von Brüchen und Sprüngen, Ausspringen des Gipses beim Nageln.

Rabitzwände und Rabitzdecken werden auf 1 mm starken, verzinkten Eisendrähten von 2 cm Maschenweite hergestellt. Man stellt einen Gipsmörtel aus gebranntem Stuckgips, Leimwasser und Kuhhaaren her und trägt in diese Mischung einen Kalksandmörtel 1:3 in geringer Menge(!) ein. Die Masse wird auf das Netz gebracht und geglättet.

Hierher gehören auch die Spreutafeln von Dr. Katz, sowie die Scagliola-Tafeln. Die letzteren dürfen nicht in feuchten Räumen verwandt werden.

Rabitzputz auf Drahtziegeln ist zu feuerfesten Holzverkleidungen zu empfehlen.

Zu Gipsestrich benutzt man den scharf gebrannten, grob gemahlene, leicht gelblich oder rötlich gefärbten Estrichgips, nicht aber den bläulich gefärbten Stuckgips. Auf die Unterlage (Kies, Sand,

Ziegelpflaster, kein Holz) kommt zunächst eine etwa 1 cm starke Schicht angefeuchteter Sand und darauf der Estrichgips mit wenig Wasser gut durchgearbeitet. Sobald der Gips anfängt abzubinden, was nach einigen Stunden geschieht, wird er mit Schlaghölzern gut geklopft und dann mit der Kelle geglättet. Nach 8—14 Tagen zu begehen.

Beim Anlegen eines Gipsestrichs ist, wie oben schon betont wurde, auch wohl darauf zu achten daß der Gips beim Abbinden stets treibt, und daß dieses Treiben nicht vor zwei bis drei Monaten beendet ist. Daher soll man dem Estrich Luft lassen und auch den Estrichgips seiner selteneren Verwendung wegen nur von einer Firma beziehen, die sich besonders mit seiner Fabrikation beschäftigt. (Voss in Ellrich i. Harz, Gerbr. Klein, Berlin.) Schlechter Gipsestrich ist weich, pulverig und porös.

Der Gipsestrich ist ein wasser-, feuer- und mäusedichter Fußboden, der also gut in Speichern zu verwenden ist. Er gibt eine treffliche Unterlage für Linoleum ab und wird auch vielfach in Schulbauten hergestellt.

Gipsbeton (Annalith). Man stellt einen Mörtel von Estrichgips, reinem, scharfen Sande und gut gewaschenen Ziegel- oder Bruchsteinstücken oder Schotter her. Dieser Mörtel wird in Formen gegossen und gibt einen wetterfesten und dauerhaften Stein.

3. Der Kalkmörtel.

Die Rohmaterialien für die Herstellung des Kalkmörtels sind gebrannter Kalk, Wasser und Sand.

a) **Der gebrannte Kalk** entsteht durch das Brennen des in der Natur vorkommenden kohlensauren Kalkes. Dichter Kalkstein, Marmor sind die gewöhnlichen Rohmaterialien. Reiner Kalkstein gibt einen reinen, von nichteinlöschenden Teilchen freien, gebrannten Kalk: den Fettkalk. Ist der Kalkstein mit kohlensaurer Magnesia vermengt (dolomitischer Kalk), so wird dieser als Kalk gerechnet. Ein magnesiahaltiger Kalk ist aber beim Einlöschen nicht so ausgiebig wie ein magnesiafreierer. Ein Gehalt von Ton, Kieselsäure und anderen Silikaten macht den Kalk „mager“, d. h. der eingelöschte Kalk gibt einen Brei, der sich wie Gries, nicht fettig, sondern mehr sandig anfühlt. Ein fetter, gebrannter Kalk muß mindestens 85% CaO enthalten. Dichter, d. h. möglichst feinkörniger Kalkstein ergibt das beste Mörtelmaterial.

Das Brennen erfolgt in sehr verschiedener Weise. Man hat in manchen bergigen Gegenden noch den Feldofen. Man benutzt auch noch vielfach die nur für periodische Betriebe eingerichteten Kasseler Flammenöfen; in den meisten Fällen verwendet man aber entweder einen Schachtofen (Dietzschens Etageofen) Fig. 46, S. 68, oder

den Rüdersdorfer Hochofen Fig. 43 und 44, oder den Ringofen, Fig. 37 und 38. Den besten gebrannten Kalk liefern die Ringöfen.

Beim Dietzschen Ofen (Seite 68) wird das Rohmaterial bei *E* eingebracht, bei *A* vorgewärmt, bei *B* gebrannt, von der Arbeitsöffnung bei *F* weiter nach *C* befördert, bei *D* in erkaltetem Zustande herausgezogen. Ungare Stücke werden ausgelesen und nochmals gebrannt. Als Brennmaterial dient meist Koke.

Beim Rüdersdorfer Kalkofen, der einem Hochofen ähnelt, erfolgt das Brennen in einem aus feuerfesten Chamottesteinen gemauerten Schachte *A*. Der Mantel *E* besteht aus guten Ziegelsteinen. Der

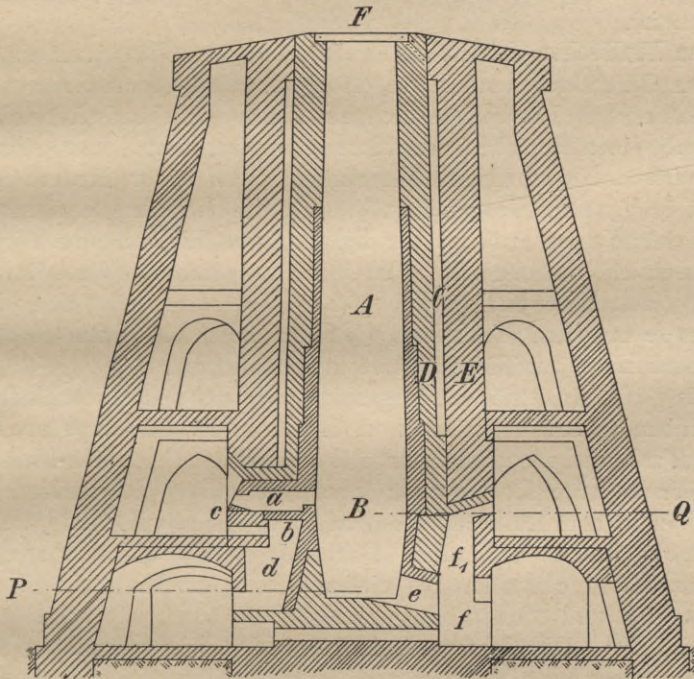


Fig. 43. Rüdersdorfer Kalkofen.

Zwischenraum zwischen *D* und *E* ist gegen Abkühlung und für eine Ausdehnung des inneren Schachtes mit Asche gefüllt. Die Kammern dienen zur Aufbewahrung des gebrannten Kalkes, eventuell auch zur Aufstapelung von Geräten. Bei *a* sind drei Rostfeuer, *b* und *d* deuten den Aschenfallraum an. *e* ist die Ausziehöffnung, *f* der Arbeitsraum mit dem Abzugskanal für heiße Luft. Der Ofen ist etwa 14 m hoch; Tagesleistung 15 000 Kilo = 300 Ztr.

Beim Brennen wird die Kohlensäure aus dem Kalkstein ausgetrieben. $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$. Das Brennen erfolgt bei durchschnittlich 1300°C .

Der gebrannte Kalk (Calciumoxyd), CaO , heißt Ätzkalk. Er besitzt die Eigenschaft, Wasser mit großer Gier chemisch zu binden; schon an der Luft bindet er die Feuchtigkeit, was stets mit Wärmentwicklung und dem Zerfallen verbunden ist. Gebrannter Kalk vermag sich nicht direkt mit der Kohlensäure der Luft zu verbinden; das kann nur das Kalkhydrat. Daher ist gebrannter Kalk stets in geschlossenen Räumen und möglichst kurze Zeit aufzubewahren, damit er sich nicht mit der Feuchtigkeit der Luft verbindet. Er ist vor Feuchtigkeit zu schützen und in geschlossenen Gefäßen und Wagen auf die Baustelle zu schaffen, wo er möglichst bald zu löschen ist.

Das Einlöschen des Kalkes. $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{CaH}_2\text{O}_2$. Das Einlöschen des gebrannten Kalkes erfolgt in einem flachen Kasten, der Kalkbank. Sie hat eine seitlich mit einem Siebe bedeckte Öffnung, die durch einen Schieber verschlossen werden kann. Der gebrannte Kalk wird auf dem Boden ausgebreitet. Zu seiner Hydratisierung braucht er $\frac{1}{3}$ seines Gewichtes an Wasser, das man ihm zunächst gibt; bei zu viel Wasser ersäuft der Kalk. Beim Einlöschen erwärmt er sich bedeutend und zerfällt. Man setzt ihm nun unter fortwährendem Rühren nach und nach noch mehr Wasser zu, bis eine dicke Schlämpe entsteht, die man in Gruben laufen läßt. Das Sieb dient dazu, noch nicht zerfallene Stücke zurückzuhalten.

Ringofenkalk löscht langsamer ein wie Schachtofenkalk. In den Gruben gedeiht der Kalk, d. h. die in der Schlämpe noch enthaltenen, zahlreichen, kleinen, ungelöschten Teilchen löschen noch nach. Das überschüssige Löschwasser versinkt unter gleichzeitiger Mitnahme der in dem Kalke etwa enthaltenen Alkalisalze und des Gipses in den Erdboden. Der Kalk wird weiß und speckig: Weißkalk, Speckkalk. Bei einem Gehalte an Magnesia oder Ton wird er grau und sandig: Magerkalk.

Wird der Kalk nicht nach dem Gewichte des gebrannten Kalkes bezahlt, sondern nach Hektoliter gelöschten Kalkes, so erfolgt die Berechnung und Abnahme erst dann, wenn er 2 cm breite Risse zeigt.

Der Kalk zu Mauerwerk soll 8 Tage, der zu Putz 5—6 Wochen eingesumpft bleiben, da die völlige Hydratisierung erst innerhalb dieser Zeit eintritt und sonst die Putzfläche sehr leicht durch nachträgliches Hydratisieren zerstört werden würde. Am besten ist es daher, für den Putzkalk eine besondere Grube anzulegen.

1 cbm weißer Kalk löscht sich zu etwa 3 cbm Kalkbrei. Je magerer er ist, desto geringer ist sein Gedeihen.

Staubkalk erhält man 1. durch kurzes Eintauchen von gebranntem Kalke mittels Körben in Wasser (50—60 Sekunden). 2. Durch Aufhäufen des Stückkalkes in Kegelform, Bedecken mit einer Sand-

schicht und Überbrausen mit Wasser. 3. Durch Ablöschen in einer sich drehenden, etwas schräg gestellten Löschtrommel.

b) Das Löschwasser. Nicht jedes Wasser ist zum Einlösen des Kalkes geeignet.

Durchaus untauglich ist das Meerwasser, da dieses infolge seines Gehaltes an Kochsalz, NaCl, zur Bildung des leicht zerfließlichen Chlorcalciums Veranlassung gibt.

Auch das harte Wasser ist für das Einlösen nicht zu empfehlen. Hartes Wasser enthält neben Gips auch doppelkohlen-sauren Kalk aufgelöst. Beim Einlösen zersetzt sich infolge der Hitze (etwa 150°) der doppelkohlen-saure Kalk in einfach kohlen-sauren Kalk und Kohlensäure. Die frei werdende Kohlensäure aber bindet unter diesen Umständen bereits in der Kalkbank mit dem Kalkhydrat ab. Es findet ein vorzeitiges Abbinden des Kalkhydrates, also eine Entwertung des Mörtels statt. Das beste Wasser ist das Regen-, Fluß- oder Teichwasser (weiches Wasser).

c) Der Sand. Nicht jeder Sand ist zur Herstellung des Kalkmörtels verwendbar. Auch richtet sich seine Beschaffenheit nach der auszuführenden Arbeit. Vor allem darf der Sand nicht tonig (schlickig) sein, denn bei einem solchen Sande verhindern die Tonteilchen die innige Verbindung des Sandes mit dem Kalkhydrat, und beim Abbinden das feste Anhaften des sich bildenden kohlen-sauren Kalkes an den Sandkörnern. Hat man keinen anderen Sand zur Verfügung, so muß er vor der Verwendung gründlich gewaschen werden. Am besten ist ein Bausand von scharfen Ecken und Kanten (scharfer Sand). Grubensand ist daher besser wie Flußsand. Günstig wirken noch unverwitterte Trümmerstückchen von Feldspat und anderen Mineralien ein. Den besten Bausand gibt der sogenannte Schlackensand, ein Nebenprodukt der Hochofen-fabrikation.

Seesand ist nur nach gründlichem Waschen mit süßem Wasser brauchbar.

d) Die Mischung des Sandkalkmörtels erfolgt entweder mit der Hand oder mittels der Mörtelmischmaschine Fig. 44, die mit der Hand oder mit der Maschine betrieben werden kann. Dem Sand ist so viel Kalkbrei zuzusetzen, daß die Zwischenräume zwischen den Sandkörnern gerade durch das Bindemittel ausgefüllt werden (Wasserprobe). Es lassen sich daher kaum allgemeine Bestimmungen über gewisse Mischungsverhältnisse geben, da diese sehr von der Form und Größe der Quarzkörner abhängen. Im allgemeinen bewegen sich die Mischungsverhältnisse von Kalk und Sand zwischen 1:2 und 1:4.

Bei dem Mischen des Mörtels ist eine nicht unerhebliche Verdichtung der Masse bemerkbar: 1 Raumteil Kalk und 3 Raumteile

Sand geben nicht 4, sondern nur 2,5 Raumteile Mörtel. Das Mischen des Mörtels muß sehr gewissenhaft bis zur vollständigen Geschmeidigkeit erfolgen; am besten ist die Mischung durch Maschinen.

Um ein vorzeitiges Abbinden zu vermeiden, muß der Mörtel, falls er nicht aufgearbeitet worden ist, abends mit Sand bedeckt werden.

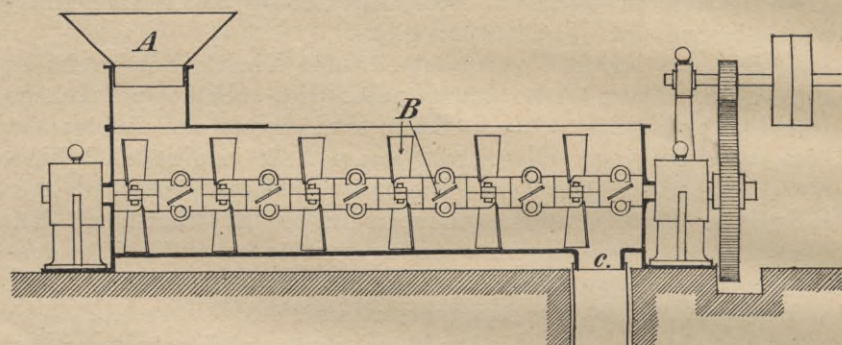
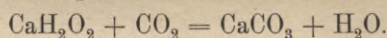


Fig. 44. A Einwurfstrichter; B Mischmesser; C Entleerungsöffnung.

e) Das Abbinden und Erhärten des Kalksandmörtels. Zunächst zieht der Mörtel an, d. h. er erhält infolge des Verdunstens des noch mechanisch beigemengten Wassers eine gewisse Festigkeit, die auch das Abfallen des Verputzes verhindert. Das eigentliche Abbinden und Festwerden setzt ebenfalls sofort ein und ist in erster Linie ein chemischer Vorgang. Das Kalkhydrat des Mörtels nimmt aus der Luft CO_2 auf und bildet wieder kohlensauren Kalk.



Diese Karbonatbildung erfolgt um so weniger fest, je schneller sich die einzelnen, noch hierbei bildenden Kristalle absetzen. Wird daher das Mauerwerk zu schnell getrocknet, so ist nur wenig Kalkwasser vorhanden, es findet nur ein Trocknen des Mörtels, nicht aber eine richtige und innige Verfestigung der Sandkörner mit dem Mörtel statt; der Mörtel wird daher nicht recht fest. Kokefeuer ist daher mit Vorsicht anzuwenden. Die Ziegelsteine sind anzunässen.

Es findet also wieder eine Rückbildung von Kalkstein, gewissermaßen eine Versteinering statt.

Genauer spielt sich dieser Vorgang folgendermaßen ab: Durch das Benetzen der Steine, sowie durch das im Mörtel im Überschuß vorhandene Wasser wird ein Teil des Kalkhydrates als Kalkwasser gelöst. Dieses Kalkwasser zieht nun infolge der Porosität des Materials in das Innere des Mörtels hinein, umgibt die Sandkörner, und unter dem Einfluß der den Mörtel durchdringenden CO_2 der atmosphärischen Luft bildet sich ein dünnes Häutchen von winzigen Kristallen kohlensauren Kalkes.

Zu beachten ist, daß in dem Maße, wie der Mörtel abbindet und erhärtet, das vorher chemisch verbundene Hydratwasser frei wird. Die Neubauten können daher erst dann völlig trocken werden, wenn der Prozeß des Abbindens im wesentlichen vorüber ist. Vollständig abgeschlossen ist er in gewöhnlichen Mauern erst nach Jahren; in sehr dicken Mauern dauert er aber noch viel längere Zeit. Der Frost verhindert aus naheliegenden Gründen das Abbinden derjenigen Mörtelteile, die ihm zugänglich sind. Da er nur langsam in die Ziegelsteine eindringt, bei Tag auch wieder eine Erwärmung eintritt, so kann noch bis zu etwa 2° C. gemauert werden. Das ist auch die durch die Baupolizei vorgeschriebene übliche Grenze.

Die Kalksandsteine.

Der Kalksandstein ist ein künstlicher Baustein, der durch eine innige Vermengung von Kalk und Sand entstanden, in Ziegelform gepreßt und unter Dampfdruck erhärtet ist.

Die Kalksandziegel werden hergestellt aus völlig gar gebranntem Kalk, der nicht magnesiahaltig (dolomitisch) sein darf, und einem möglichst reinen Quarzsande, der zugleich feinkörnig sein muß.

Das Ablöschen des gebrannten Kalkes (Bildung von Kalkhydrat, CaH_2O_2) findet entweder vor dem Vermischen mit Sand oder erst nachher statt. Das erste Verfahren ist das gewöhnlichere. Das gut gelöschte Kalkhydrat wird nun in Mischmaschinen (vergl. Fig. 44) mit dem Sande innig vermengt und zwar so, daß etwa 7–10% Kalkhydrat auf 93–90% Sand kommen. Die Masse wird dann in Stempelpressen unter kräftigem Drucke geformt und die so gebildeten Steine in dem Erhärtungskessel (Fig. 45) mit Wasserdampf von etwa 6–9 Atm. behandelt.

Hierbei erfolgt ein Aufschließen der Kieselsäure des Sandes und eine Überführung in das unlösliche Calciumhydrosilikat, womit eine starke Verfestigung des Steines verbunden ist.

Kommen nun die Kalksandziegel an die Luft, so wird das noch übrig gebliebene Kalkhydrat durch die CO_2 der Luft abbinden, d. h. in Kalkkarbornat verwandelt werden, was die Härte der Steine noch erhöht.

Die schlechte Beschaffenheit, namentlich die geringe Haltbarkeit mancher der jetzt vielfach hergestellten und verwandten Kalksandziegel kann in folgenden Umständen ihren Grund haben:

1. Der gebrannte Kalk war magnesiahaltig;
2. der Kalk hatte nicht vollständig abgelöscht;
3. der Sand war unrein
- und 4. die Steine wurden nicht stark genug gepreßt.

Die Kalksandziegel können auch gefärbt werden. Spez. Gew. = 2,5; sie sind also ziemlich schwer, so schwer wie Sandstein. Ihre zulässige Druckbeanspruchung schwankt zwischen 7 und 14 kg/qcm.

Verwendung: Die Kalksandsteine finden überall da Verwendung, wo man auch die gewöhnlichen Ziegel verwendet. Sie sind aber bessere Wärmeleiter wie diese, geben also im Winter etwas kältere, im Sommer etwas heißere Wohnungen wie diese. Sie halten auch das Mörtelwasser wesentlich fester wie die Tonziegel (langsameres Austrocknen des Mauerwerks).

Ihre Beschaffenheit ist sehr verschieden. Daher Vorsicht beim Kauf!

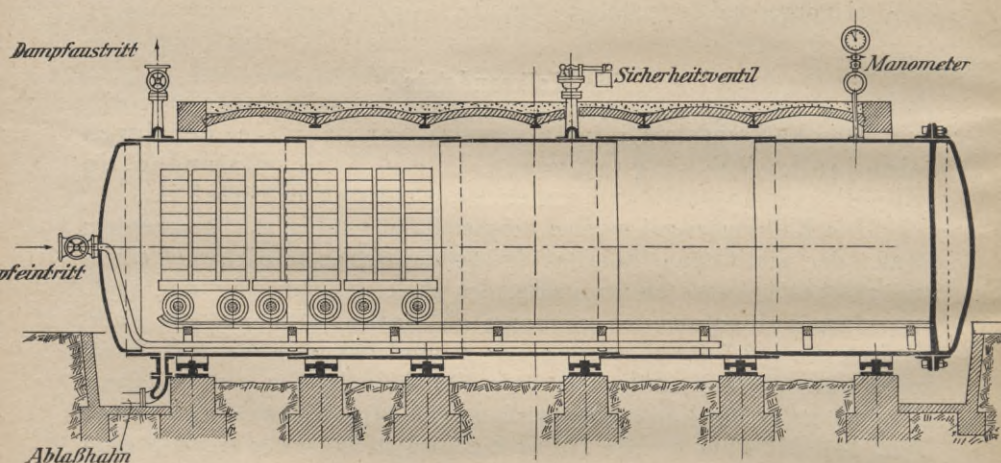


Fig. 45. Erhärungskessel.

Die rheinischen Schwemmsteine.

Sie werden aus dem in der vulkanischen Eifel und im Neuwieder Becken in großen Mengen abgelagerten Bimssteinkies (Bimskies) hergestellt.

Bimskies und Kalkmilch werden in eiserne Formkästen eingefüllt und mit einem eisernen Schlägel fest eingeschlagen. Dann kommen die Steine auf Holzgerüste zum Trocknen, wozu bei warmer Witterung etwa 8 Tage gehören. Sie bleiben dann noch 4—5 Monate zum völligen Erhärten aufgestapelt.

Die Schwemmsteine sind ein leichtes Material, leiten Wärme und Schall schlecht, trocknen nach dem Vermauern rasch aus. 2 Schwemmziegel = 3 Normalziegel. Lassen sich nageln. Sie finden Verwendung zu Fachwerkausriegelungen, leichten Zwischenwänden, Gewölben aller Art. Sind besonders für Gewölbe in Stal-

lungen geeignet. Zu Unterlagen unter das Betonpflaster in Kellern, Kühlanlagen, Bier- und Eiskellern. Bindemittel: Verlängerter Zementmörtel.

B. Die hydraulischen Zuschläge.

Der Kalkmörtel aus Fettkalk ist ein reiner Luftmörtel, der unter Wasser nicht abbinden kann. Man kann ihn aber für Arbeiten unter Wasser durch Zusatz von sogenannten hydraulischen Zuschlägen geeignet machen. Solche Zuschläge sind für deutsche Verhältnisse der Traß und die wassergekörnte Hochhofenschlacke.

Der Traß. Er kommt als ein gelblich-grauer, tuffartiger mürber Stein in der vulkanischen Eifel vor (Nettetal), wo er durch vulkanische Auswürfe von kalkigtonigen Massen entstanden ist. Fein gemahlen und in bestimmtem Verhältnisse mit gelöschtem Kalk vermischt gibt er einen ausgezeichneten, wasserdichten und sehr volumenbeständigen Wassermörtel her, der im Westen sowohl zu Luftbauten, als auch sonst zu den größten Süß- und Meer-Wasserbauten gern benutzt wird (Achtung vor Verfälschungen). Er verleiht dem Portlandzement im Seewasser eine längere Dauer. Er erhärtet übrigens im Wasser auch ohne Zusätze.

Mischungsverhältnisse:

Traß	Kalkbrei	
2	: 1	(unter Wasser)
1	: 1	(unter und über Wasser).

Die wassergekörnte Hochhofenschlacke verleiht ebenfalls wie der Traß infolge eines starken Gehaltes an verbindungs-fähiger (aufgeschlossener) Kieselsäure dem Kalkmörtel hydraulische Eigenschaften d. h. die Fähigkeit, auch unter Wasser abzubinden. Gewöhnlich setzt man sie jedoch dem Kalkmörtel nicht als Zuschlag zu, sondern mischt die fein gemahlene Schlacke bereits in Fabriken mit Kalk und erhält dann gewisse Zemente (siehe S. 69 ff.).

C. Die Zemente.

Zu den Zementen rechnen wir alle diejenigen Mörtelmaterialien, die ohne irgend welchen Zusatz anderer Stoffe in Berührung mit Wasser abbinden und deren Härte und Festigkeit unter Wasser ständig zunimmt.

Hierher gehören 1. die hydraulischen Kalke, 2. die Romanzemente, 3. der Portlandzement, 4. die Schlackenzemente.

1. Die hydraulischen Kalke (Wasserkalke).

Der in der Natur vorkommende Kalkstein hat infolge seiner Beimengungen eine überaus mannigfache Zusammensetzung. Diese Beimengungen sind außerordentlich wandelbar und teils kieseliger, teils dolomitischer, teils toniger Natur. Daraus ergibt sich eine ungemaine Verschiedenheit in den Eigenschaften des gebrannten Kalkes, den man, wenn er erhebliche Beimengungen enthält, als Magerkalk bezeichnet.

Magerkalke, die als Luftmörtel dienen sollen, dürfen nicht zu hoch gebrannt werden, da sie sonst sintern (totgebrannter Kalk) und nur schwer oder gar nicht mehr einlöschten. Auch der aus dem Kalkstein äußerlich sehr ähnlichen Dolomit hergestellte, gebrannte Kalk ist oft für die Mörtelbereitung viel zu mager, während andere Dolomitsorten einen „fetten“ Mörtel ergeben.

Wasserkalke sind nun solche meist aus Kalkmergel hergestellte Magerkalke, die zwar auch noch an der Luft mit Wasser unter Zerfallen und merklicher Wärmeentwicklung, wenn auch langsam, einlöschten, die aber auch unter Wasser nach kürzerer oder längerer Zeit erstarren. Sie dürfen im Brennofen nicht bis zur Sinterung gebrannt werden, da sie sonst an der Luft nicht einlöschten würden. Trotzdem findet beim Brennen durch die Basis CaO ein teilweises Aufschließen, d. h. Löslichwerden der in nicht sehr großen Mengen vorhandenen Silikate statt.

Durch Mischen des trocken gelöschten und unter Umständen auch mehlfein gemahlten Kalkhydrates mit Sand und Wasser erhält man einen auch unter Wasser erhärtenden Mörtel. Unter den Zementmörteln erzielt er die geringste Festigkeit.

Zu den Wasserkalken gehören der Förderstedter Naturzementkalk, der hydraulische Kalk von Rüdersdorf u. a. m.

2. Der Romazement.

Er wird hergestellt aus tonig-kalkigen Gesteinen (Mergelkalksteinen, tonreichen Kalksteinen, oft freie Kieselsäure enthaltend). Die Gesteine werden bei $800\text{--}900^\circ$ in Kalköfen nicht bis zur Sinterung gebrannt (Unterschied von den Portlandzementen) und nach dem Erkalten bis zur Mehlfeinheit gemahlen. Diese Gesteine ergeben beim Brennen Stücke, die im Wasser nicht mehr unter Wärmeentwicklung sich hydratisierend zerfallen (Unterschied von den hydraulischen Kalken). Diese müssen daher bis zur Mehlfeinheit gemahlen werden. Sie sind in der Farbe sehr verschieden, meist heller als die grüngrauen Portlandzemente. Auch in ihrer Bindekraft und in ihrer Volumenbeständigkeit sind sie ungleichmäßig, entsprechend der großen Ver-

schiedenheit der Rohstoffe, aus denen sie hergestellt werden. Die besten unter ihnen kommen den Portlandzementen gleich. Im Durchschnitte jedoch sind sie ihnen unterlegen an Volumenbeständigkeit und Festigkeit. Da sie billiger sind als Portlandzement, so finden sie stellenweise starke Abnahme.

Der Romanzement verträgt das Lagern im allgemeinen nicht so gut wie der Portlandzement. Er enthält nämlich freies Calciumoxyd, das sich an der Luft rasch hydratisiert und dann in Calciumkarbonat übergeht.

Die wichtigsten Romanzementsorten sind:

In Norddeutschland: Der Bielefelder, der Mindener.

In Süddeutschland: Der Ulmer.

3. Der Portlandzement.

„Portlandzement ist ein Produkt, entstanden durch Brennen einer innigen Mischung von kalk- und tonhaltigen Materialien bis zur Sinterung und darauf folgender Zerkleinerung bis zur Mehlfeinheit.“

Die Ungleichmäßigkeit der Rohmaterialien der Romanzemente hat eine Unsicherheit in ihnen für den Wasserbau wichtigsten Eigenschaften (z. B. Festigkeit und Volumenbeständigkeit) im Gefolge. Es kommt zuweilen vor, daß Romanzemente nach erfolgtem Abbinden und Erhärten noch treiben, d. h. ihr Volumen vergrößern, was natürlich zu den größten Unannehmlichkeiten führt. Es ist dies namentlich bei magnesiahaltigen Zementen der Fall.

Sicherer ist es daher, der Mensch nimmt die Mischung der Rohstoffe (Kalk und Ton) in die Hand. Dadurch wird eine weit größere Gleichartigkeit und Sicherheit in dem Verhalten nach der Verarbeitung erzielt. Forderung für einen Portlandzement ist ferner, daß er genau bis zur Sinterung, nicht mehr, nicht weniger gebrannt wird.

Portlandzement ist ein trotz seiner mikroskopischen Feinheit sich scharf anführendes Pulver von grauer, grünstichiger Farbe. Unter dem Mikroskope erscheint er als kleine, scharfkantige und eckige, schiefriige Blättchen, die wie Glas aussehen.

Die Herstellung des Portlandzementes.

Die Mischung der Rohmaterialien erfolgt auf trockenem Wege bei den harten Kalksteinen und Tonschiefern. Diese werden durch Steinbrecher, Hartwalzen, Kugelmühlen usw. in feines Pulver zermahlen, diese Pulver gemischt, mit Wasser versetzt und zu Steinen geformt.

Zum nassen Verfahren verwendet man weichen Kalk (Kreide, Kreidemergel) und Ton. Die gemischten Rohstoffe werden geschlämmt und nach dem Verdunsten des überschüssigen Wassers zu Steinen geformt.

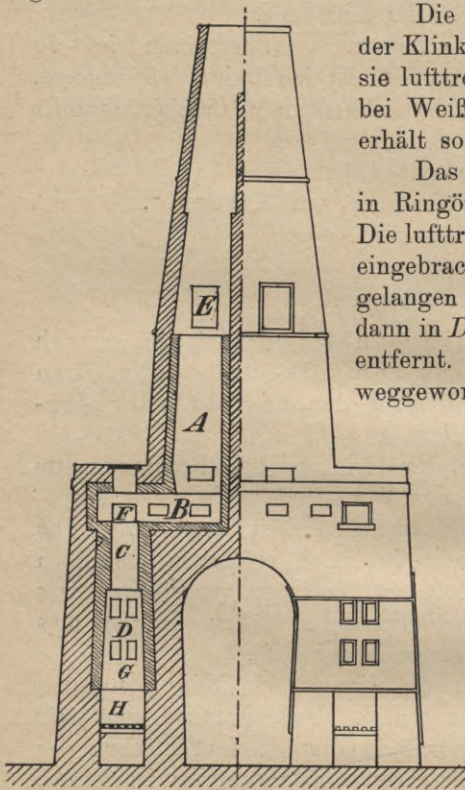


Fig. 46. Dietzsch'scher Etagenofen.

Die Steine werden nun genau wie bei der Klinkerfabrikation behandelt. Man läßt sie lufttrocken werden und brennt sie dann bei Weißglut bis zur Sinterung. Man erhält so die Zementklinker.

Das Brennen erfolgt in Schachtöfen, in Ringöfen oder in Etagenöfen (Fig. 46). Die lufttrockenen Zementsteine werden bei *E* eingebracht und in den Vorwärmer *A* gefüllt, gelangen nach dem Schmelzraume *C*, werden dann in *D* abgekühlt und bei *H* aus dem Ofen entfernt. Alle geschmolzenen Steine werden weggeworfen, alle ungareren Steine noch einmal gebrannt. Der Ofen besitzt zwei Schächte, die Tag und Nacht ohne Unterbrechung brennen.

Die Mahlung. Die Zementklinker sind nach zweimonatlicher Lagerung bis zur höchsten Mehlfeinheit zu zermahlen. Es ist das eine der wichtigsten Operationen. Forderung ist, daß auf einem Haarsiebe von 900 Maschen auf 1 qcm nicht mehr als 10 Gewichtsprozent Rückstand bleiben. Doch liefert man jetzt bereits viel feineren Zement (bei 4900 Maschen nicht mehr wie 25 % Rückstand).

Nach dem Mahlen breitet man den warm gewordenen Portlandzement aus, wodurch sehr hitzige Zemente sich etwas abstumpfen, wie überhaupt die kurze, trockene Lagerung für das Fabrikat nur günstig ist.

Das Lagern des Zementes. Da offener Zement beim Lagern Feuchtigkeit aufnimmt und somit abbindet, so wird er bei längerem Lagern schlecht und klumpig. In Fässern und Säcken hält er sich gut. Er wird wohl langsamer bindend, gewinnt aber bei trockener und zugfreier Lagerung an Bindekraft.

Die Prüfung des Zementes hat sich zu erstrecken auf:

1. Die Bindezeit, 2. Die Raumbeständigkeit, 3. Die

Mehlfineinheit, 4. Die Festigkeit (Zug-, Druck-), 5. Die Wasserdurchlässigkeit.

Näheres ist zu ersehen aus den vom Verein deutscher Portlandzementfabrikanten herausgegebenen „Normen für die einheitliche Lieferung und Prüfung von Portlandzement“.

Das Abbinden und Erhärten. Man unterscheidet langsam- und schnellbindende Zemente. Ein Zement ist schnellbindend, wenn er innerhalb zweier Stunden so weit erhärtet, daß er einem leichten Drucke des Fingernagels widersteht. Das Abbinden ist stets mit einer Temperaturerhöhung verbunden.

Das Abbinden des Zementes wird ebenso wie das Erhärten des Gipses durch Anwendung von warmem Wasser beschleunigt. Notwendig ist für das Abbinden Ruhe.

Mit dem Abbinden ist das Erhärten nicht zu verwechseln. Dieses erfolgt erst nach und nach, und erst nach Jahren erreicht der Zementmörtel seine größte Festigkeit.

Über die chemischen und physikalischen Vorgänge herrscht noch große Unklarheit. Zunächst findet wohl eine Hydratisierung des im Zement enthaltenen CaO statt; daher auch die Wärmeentwicklung. Dann bilden sich höchstwahrscheinlich Bi- und Tri-Calciumsilikate, die durch eine langsamere kristallinische Absonderung das Festwerden des Zementes bewirken. Da zu allen Kristallisationen Wasser nötig ist, so ergibt sich die Regel:

An der Luft erhärtender Zement ist während des Erhärtens gut zu benetzen. Der Sonne ausgesetzte Zementarbeiten sind schattig zu halten (mit Brettern, nassen Säcken einzudecken). Bei allen Zementarbeiten hat man auch daran zu denken, daß das Erhärten ein chemischer Prozeß ist und als solcher in seinem Tempo durch Wärme beschleunigt und durch Kälte verlangsamt wird. Auf Schalung gearbeitete Betonarbeiten sind daher in der kälteren Jahreszeit länger als 14 Tage einzurüsten.

4. Die Schlackenzemente.

Die Schlacken- oder Puzzolanzemente bildeten noch vor wenigen Jahren eine wenig angesehene Zementsorte. Auch hier hat in neuerer Zeit die Technik große Fortschritte gemacht und zum Teil Zemente von hoher Bindekraft hergestellt. Es gibt verschiedene Arten von Schlackenzementen. Der Permozement und der Königshofer Schlackenzement wird aus durch Wasser granulierter Hochofenschlacke, die zermahlen und mit pulverigem Kalkhydrat bzw. gebranntem Kalk innig gemischt wird, hergestellt. Passowzement, Hansazement werden ebenfalls aus granulierter Hochofen-

schlacke hergestellt, die aber trocken granuliert ist. Dieses Schlackemehl wird dann direkt als Zement benutzt.

Hierher gehören auch die sogenannten Eisenportlandzemente, z. B. der „Kraftzement“ der Eisenwerke Kratzwieck. Fein gemahlene Hochofenschlacke wird mit Portlandzement gemischt. Es hat sich gezeigt, 1. daß die Festigkeit um so mehr abnimmt, je länger die Zemente gemischt waren (daher erst auf der Baustelle mischen!), 2. daß diese Zemente in bezug auf Erhärtungsfähigkeit keinen Vergleich mit den Portlandzementen aushalten. Es sind keine Portlandzemente.

Die Schlackenzemente binden im allgemeinen langsamer ab wie der Portlandzement. Da sie zudem ein geringeres spezifisches Gewicht haben wie der Sand, so tritt unter Wasser leicht eine Entmischung ihrer Gemengteile ein. Man verwendet ihn daher lieber beim Trockenbau, z. B. beim Festungsbau, wo einige Sorten geschätzt sind. Auch zu Fundamenten.

Anhangsweise sei hier erwähnt:

Der Eisen- oder Erzement ist nicht zu verwechseln mit dem Eisenportlandzement. Er wird fabrikmäßig von der Portlandzementfabrik Hemmor an der Oste ähnlich wie Portlandzement hergestellt, nur daß der Ton größtenteils durch Eisenoxyd ersetzt wird. Er hält sich recht gut im Seewasser, wo er, da er etwas teurer als Portlandzement ist, vorzugsweise zu Schutzüberzügen von Seewasserbauten Verwendung findet.

D. Der Zementmörtel.

Reiner Zement wird fast nie verwandt; höchstens zum Verstopfen von Quellen und zum Anstrich für Eisen.

Bei der Herstellung eines Zementkalkmörtels hat man folgendes zu beachten:

Der Sand darf nicht tonig-schlickig sein. Am besten sind reine, scharfe Quarzsande. Auch Karbonatsande und Sande, die Trümmer von anderen Gesteinen enthalten (Granit, Syenit u. a. m.) sind brauchbar. Zu verwerfen ist auch ein Sand, der Humusbestandteile enthält.

Der Sand darf nicht zu fein sein. Ein gröberer Sand gibt größere Festigkeit. Für Wasserdichtungen wird man feineren Sand wählen.

Das Wasser. Es sei möglichst rein, vor allem frei von allen tonigen Trübungen und organischen Beimengungen. Solwasser und Seewasser sind zum Anmachen des Zementmörtels völlig ungeeignet. Ihre Chlorsalze (NaCl , MgCl_2) geben mit dem Kalk des Zementes leicht lösliches Kalksalz (CaCl_2). Gipshaltiges Wasser verlangsamt das Abbinden. Moorwasser wirkt höchst schädlich ein.

Mischungsverhältnisse. Das Mischungsverhältnis richtet sich ganz nach dem Zwecke, den man verfolgt. Für die meisten Mauerarbeiten genügen die Verhältnisse 1:3 und 1:4. Auch für Verputz des Betons ist ein magerer Zementmörtel besser, da er weniger Haarrisse zeigt. Ist größere Wasserdichtheit nötig oder stärkere Abnutzung vorhanden (Zementfußboden), ferner bei größerer Festigkeit (Bogen, Gewölbe), so macht man ihn etwas fetter 1:2. Das Verhältnis 1:1 verwendet man nur da, wo die größte Festigkeit beansprucht wird.

Das Mischen der Materialien. Die oben genannten Verhältnisse beziehen sich auf Raumteile. Genauer und sorgfältiger wird die praktische Durchführung nach Gewicht. Es entspricht:

Ein 170 kg-Faß	=	122 l
„ 70 kg-Sack	=	50 „
„ 60 „ „	=	43 „
„ 50 „ „	=	36 „

Der abgewogene oder abgemessene Sand und Zement wird auf eine am besten hölzerne Plattform (Pritsche) gebracht, wobei zu beachten ist, daß nicht mehr Mörtel angemacht wird, als gebraucht wird. Dort werden nun die Stoffe durch wiederholtes Durcharbeiten sorgfältig gemischt, bis eine völlig gleichfarbige Masse entstanden ist. Erst dann setzt man nach und nach unter fortwährendem Durcharbeiten das Wasser zu, bis ein Mörtel von der gewünschten Geschmeidigkeit entstanden ist. Besser ist es auch hier, die Mischung mit Mörtelmischmaschinen (Fig. 47—49) vorzunehmen.

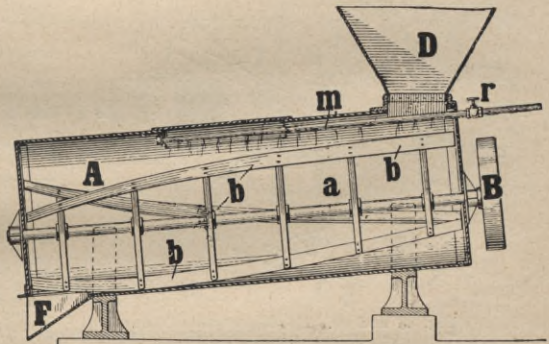


Fig. 47. Cavinsche Mörtelmischmaschine.
(Aus „Zement und Beton“.)

a Mischwelle.	A Mischgefäß.
b Schaufelbleche.	B Triebrad.
m Wasserrohr.	D Einfülltrichter.
r Wasserhahn.	F Auslaufstützen.

Beim Anmachen eines neuen Mörtelsatzes sind die alten Reste zu beseitigen, da sie schon abgebunden haben und damit die Bindekraft des neuen Satzes beeinträchtigen.

Das Verhalten des Zementmörtels gegen andere Stoffe. Eisen wird, soweit unsere bisherigen Erfahrungen reichen, von Zementmörtel nicht angegriffen, sondern blank erhalten. (Das gilt allerdings beim Beton ausnahmslos nur für den „plastischen“ Beton. Bei Stampfbeton rostet das Eisen da, wo Hohlräume bleiben.) Hierauf, sowie auf

dem gleichen Ausdehnungskoeffizienten (0,000012) beruht die Möglichkeit des Eisenbetonbaues.

Säuren wirken auf Zementmörtel chemisch zersetzend und damit auflösend ein. Am wirksamsten sind die Salpetersäure, die Salzsäure und die Essigsäure, die sämtlich leicht lösliche, ja zerfließliche Kalksalze ergeben.

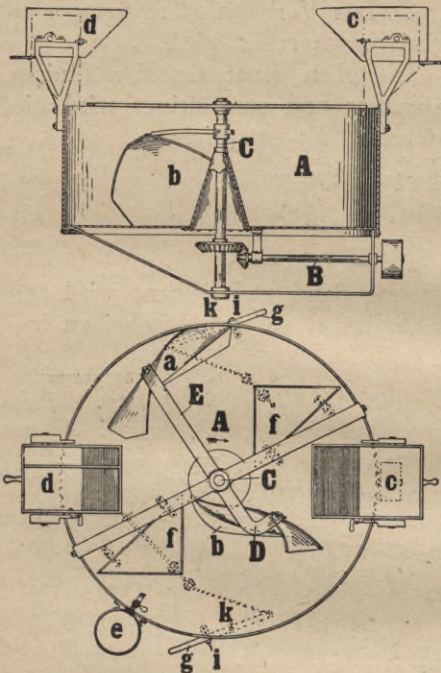


Fig. 48 und 49. Mörtelmischmaschine.
(Aus „Zement und Beton“.)

- | | |
|-----------------------------------|--------------------------|
| a, b Rührschaufeln. | f Klappen zum Entleeren. |
| c Mischgefäß für Steinschlag. | (c, d, e zum Umkippen.) |
| d Mischgefäß für Sand und Zement. | A Mischbehälter. |
| e Mischgefäß f. Wasser. | B Vorgelege. |
| | C Mischwelle. |
| | DE Rührarme. |

Basen, wie Kali, Natron, Ammoniak und basische Salze greifen Zementmörtel nicht an.

Für Wasser ist der Zementmörtel um so durchlässiger, je magerer er ist. Ein Anstrich mit Magnesiafluat macht ihn dicht.

Während die aus dem Mineralreich entstammenden Öle nicht schädlich auf den Zementmörtel einwirken, bewirken die fetten Öle (fettsaures Glycerin, Leinöl) ein Erweichen des Zementes, indem sie sich mit dem Kalke des Zementes zu fettsaurem Kalk (Kalkseife) umsetzen. Ölfarbenanstrich kann aus diesem Grunde nicht auf frischen Zementverputz haften. Es empfiehlt sich, in solchem Falle den Zementmörtel vorher 2—3 mal abzusäuern, oder zu silikatisieren oder mit Zementfluat zu fluatieren.

Mit Silikatgesteinen (Granit, Gneis), namentlich aber mit den vulkanischen Gesteinen

(Basalt, Diabas, Bimsstein) geht der Zement sehr feste Verbindungen ein (siehe bei Beton).

Mit Asbest gibt der Zement ein vorzügliches, feuerfestes, weil schlecht wärmeleitendes Material, den Asbestzement.

Auch Asphalt und Zement geben einen guten Mörtel.

Die meisten Zemente ergeben nach der Verwendung Ausblühungen (Auswitterungen). Sollen diese vermieden werden, so benutze man „ausschlagsfreie“ Zemente. Solche Zemente liefert z. B. die Portland-Zementfabrik „Stern“-Stettin, die auch in der neuesten Zeit den

durch Imprägnierung besonders wasserdichten Lux-Zement in den Handel bringt (Siehrohre).

Der Portlandzement-Kalkmörtel (verlängerter Zementmörtel).

Im Hochbau wird der Zementmörtel ohne Kalkzusatz da am Platze sein, wo er wie beim Verputz eine gewisse Wasserundurchlässigkeit haben soll. Als Verbindungsmaterial verwendet man im Hochbau besser den durch Zusatz von Kalk verlängerten Zementmörtel. Dieser bindet nicht so schnell ab, ist daher bequemer zu verarbeiten, dabei auch billiger wie der reine Zementsandmörtel.

Er wird in der Weise hergestellt, daß man wie beim Zementmörtel zunächst den Zement und Sand trocken gründlich mischt, die Mischung in eine, aus bestem Fettkalk hergestellte, dicke Kalkmilch einträgt und darauf gründlich durcharbeitet. Der Mörtel ist bei öfterer Durcharbeitung 24—36 Stunden zu gebrauchen. Er ist ein vorzügliches Material, besonders für die Ausführung von Gewölben.

Empfehlenswerte Mischungen sind:

1 Teil Portl.-Zement,	5 Teile Sand,	$\frac{1}{2}$ Teil Kalkteig oder Wasserkalk
1 „ „	6—7 „ „	1 „ „ „ „
1 „ „	8 „ „	1,5 „ „ „ „
1 „ „	10 „ „	2 „ „ „ „

Benutzt man nicht Kalkteig, sondern den pulverisierten Wasserkalk, so werden die Stoffe sämtlich erst trocken gemischt und dann mit Wasser überbraust.

E. Der Zementbeton.*)

Zementbeton ist eine Mischung von Zement, Sand und Steinschlag, Kies oder Schotter. Die trockene Mischung von Zement, Sand und Kies nennt man Betongemenge. Betonmasse = Betongemenge + Wasser. Es ist auch hier darauf zu achten, daß der Sand und der Steinschlag tonfrei sind. Eine Beimengung des Schottermehls von Kalkstein oder Porphyrt wirkt jedoch günstig auf die Festigkeit. Ziegelstücke sind nicht zu empfehlen. Statt des Steinschlags ist auch Kies zu verwenden.

Es ist so viel Zement zuzusetzen, daß die Hohlräume in dem Steinschotter durch den Sand und Zement gerade ausgefüllt werden (Wasserprobe + 15% Zuschlag). Ein höherer Steinschlagzusatz in

*) Eine ausführliche Anweisung zur Leitung und Ausführung von Betonbauten findet man in dem trefflichen Merkbuche für Zement-, Beton- und Eisenbetonbau, Verlag der Tonindustriezeitung, Berlin. Preis 0,75 M.

gewissen Grenzen erhöht die Festigkeit. Es ist vorteilhaft, wenn die Korngröße des Steinmaterials möglichst verschieden ist, da alsdann die Zwischenräume möglichst gering werden. Bei Proben mit verschiedenen Mischungen von Steinmaterial wird daher diejenige die beste sein, bei der Sand, Kies und Schotter den kleinsten Raum einnehmen.

Auch hier empfiehlt sich die Mischung der Materialien nicht nach dem Raume, sondern nach dem Gewichte. Die einzelnen Stoffe, z. B. Zement und Sand, laufen beim Durchnässen ein, so daß die Trockenmaße unmaßgeblich sind.

Die Bereitung des Zementbetons.

Man benutzt hierzu zwei Pritschen (gefugte Bretterböden oder Eisenplatten); auf der einen mischt man Sand und Zement zunächst trocken, benetzt dann etwas, bis das Ganze erdfeucht und gleichmäßig in der Farbe ist. Dann bringt man dies Gemisch auf die andere Pritsche, auf der vorher oder inzwischen der gutgewaschene Kies oder Steinschlag (Schotter) ausgebreitet worden ist, und arbeitet das Ganze gründlich durch. Der Beton ist sofort zu verwenden. Bei größeren Bauten gebraucht man zur Herstellung eines guten und gleichmäßigen Betons die Beton-Mischmaschinen (Fig. 43—45). Der Maschinenbetrieb ist billiger wie der Handbetrieb und ist zu empfehlen, sobald mehr wie 10 cbm täglich zu produzieren sind. Bei größeren Bauwerken ist die Mischung durch Maschine Vorschrift.

Arten der Betonierung.

Es ist die Betonierung im Nassen, die Betonierung im Trocknen und der Betonbau mit Blöcken zu unterscheiden.

a) Naßbetonierungen unter Wasser.

Der Beton darf hier nicht einfach ins Wasser geschüttet werden, da sonst die Gemengteile infolge ihrer verschiedenen Schwere getrennt (entmischt) würden. Er wird vielmehr in Kästen, Trichtern mit aufklappbarem Boden oder vermittelt Röhren zuweilen auch in Säcken an der Arbeitsstelle versenkt. In Strömen betoniert man zwischen Spundwänden.

b) Betonierungen im Trocknen.

Man stellt zweierlei Betonarten her, entweder den Stampfbeton oder den „plastischen“ Beton. Beim Stampfbeton werden, wie beim Beton überhaupt, langsam bindender Zement, reines Wasser und reiner Sand mit Kies- oder besser Steinschlag derart gemischt, daß alle Sandkörner von Zement umhüllt, und daß alle Hohlräume mit diesem Zementmörtel erfüllt sind. Der Wasserzusatz muß so

bemessen sein, daß sich die Mischung erdfeucht anfühlt und sich erst nach längerem Stampfen Feuchtigkeit an der Oberfläche zeigt.

Beim „plastischen“ Zementbeton ist der Wasserzusatz größer. Nach dem Mischen, das am besten in besonderen Beton-Mischmaschinen vorgenommen wird, erhält man eine gußfähige Masse, den Gußbeton.

Die Festigkeit der beiden Betonarten ist die gleiche.

Als Zuschlag hat sich der Steinschlag (Schotter) im allgemeinen dem Zusatz von Kies als überlegen gezeigt. Der Sand soll möglichst scharfkantig sein.

c) Das Einrüsten.

Die Schalbretter sollen kräftig genug sein. Bei Gewölben sind eine genügende Zahl Lehrbögen aufzustellen. Vor allem ist bei allen Stampfbetonarbeiten darauf zu achten, daß die Einschaltungen fest abgestützt sind.

Verwendung des Zementbetons.

Zu Estrichen, Treppenstufen, Betontreppen auf Wellblech, allerlei Gewölben und scheinrechten Decken. Zu Trottoirsteinen, Betonquadern als Unterlage für Asphalt- und Reihensteine, zu Weg- und Straßenunterführungen, Ufer- und Stützmauern.

Terrazzo ist ein Fußboden, der auf einer Unterlage von Stampfbeton in der Weise hergestellt wird, daß in ein Bindemittel von Zement, Ziegelmehl und Marmorstaub kleine Steinchen eingewalzt und nach dem Erhärten mit Sandstein abgeschliffen werden.

Der Schlackenbeton.

Der Schlackenbeton ist eine Mischung von Zement und gesiebten Kohlschlacken. Man benutzt ihn als Unterlage für Linoleumbelag, als Dielen zur Isolierung gegen Nässe u. a. m.

Der Bimsbeton.

Seine Herstellung erfolgt aus Bimskies und Zement. Man fertigt aus ihm Isolier-Bimsdecken, Bimssand-Zementdielen, feuerfeste Ummantelungen von Holz und Eisen.

Konkret ist ein Mauerwerk, zu dessen Ausführung Bruch- oder Feldsteine übereinander gesetzt werden. Die Zwischenräume werden mit Zementmörtel ausgefüllt. Man kann auch die Steine in den Mörtel eindrücken.

Die Leitsätze für die Ausführung von Bauten aus Stampfbeton.*)

A. Baustoffe und ihre Verarbeitung.

1. Baustoffe.

Zement.

Es darf nur Zement verwendet werden, der den Anforderungen der für Portlandzement geltenden Normen entspricht.

Raschbindender Zement, sogenannter Schnellbinder, darf zum Stampfbeton — von Ausnahmefällen abgesehen — nicht verwendet werden.

Sand, Kies und sonstige Zuschläge.

Im Sinne dieser Leitsätze ist zu verstehen:

unter Sand: alles feine Gestein (Gruben-, Fluß-, See-, Brech- oder Quetschsand usw.) von fein bis zu 7 mm Korngröße;

unter Kies: Steine (Kiesgraupen, Kiessteine, Kiesel, Bimskies usw.) von 7 mm Korngröße aufwärts;

unter Kiessand: das natürliche Gemenge von Sand und Kies, wie es sich in Gruben und in den Betten von Gewässern vorfindet.

Sand, Kies und sonstige Zuschläge (sogenannter Schotter, Steinschlag, Klarschlag usw.) müssen sich zur Betonbereitung eignen und dürfen Beimengungen pflanzlicher Stoffe oder andere Verunreinigungen nicht enthalten.

Zum Grundstoff für Sand und Kies eignet sich jedes harte Gestein. Zur Erzielung eines dichten Betons ist es erforderlich, daß Sand und Kies gemischtkörnig sind, d. h. verschiedene Formen und Korngrößen in entsprechender Menge enthalten. Je nach der Stärke des Betonkörpers kann Kies bis zu 50 mm Korngröße verwendet werden.

Zu Steinschlag (Schotter, Klarschlag) darf in der Regel nur hartes, wetterbeständiges Gestein verwendet werden. Auch der Steinschlag soll in der Regel verschiedene Korngrößen besitzen, da sich die Betonmasse dann leichter und besser verarbeiten läßt und dadurch dichter und fester wird. Die Größe des Kornes richtet sich nach der Dicke des Betonkörpers. Die größten Stücke müssen je nach der Verwendungsart nach irgendeiner Richtung durch ein Loch von 60—70 mm im Durchmesser oder von 50—60 mm im Geviert fallen können. Teile, welche in ihren Abmessungen kleiner sind als 7 mm, bis herab zum Steinstaub, sind wie Sand zu beurteilen.

Wasser.

Das zu verwendende Wasser muß rein sein und darf Beimengungen, welche die Erhärtung des Betons beeinträchtigen, nicht enthalten. Moorwasser ist schädlich.

2. Stampfbeton.

a) Bereitung der Betonmasse.

Betongemenge und Betonmasse.

Das Mischen muß derart erfolgen, daß die Menge der einzelnen Bestandteile jederzeit festgestellt werden kann.

*) Leitsätze für die Vorbereitung, Ausführung und Prüfung von Bauten aus Stampfbeton, aufgestellt vom deutschen Betonverein im Februar 1905.

Sofern die Messung des Zements nach Raumteilen erfolgt, gilt als Voraussetzung, daß der Zement ohne Fall in das Maßgefäß eingeschüttet (nicht eingerüttelt) wird.

Zum Umrechnen von Raumteilen auf Gewichtsteile ist das Kubikmeter Portlandzement zu 1400 kg anzunehmen.

Bei Benutzung von Maßgefäßen muß die Füllung in stets gleicher Weise bewirkt werden, damit die Massen möglichst immer dieselbe Dichtigkeit der Lagerung in den Gefäßen annehmen.

Kiessand und gemischter Steinschlag können in vielen Fällen in ungetrenntem Zustande verarbeitet werden. Es muß dann durch Siebproben bestimmt werden, in welchem Verhältnis zueinander Sand und Kies bzw. Steinschlag vorhanden sind. Gegebenenfalls ist durch entsprechenden Zusatz von Sand oder Kies bzw. Steinschlag das vorgesehene Mischverhältnis herzustellen.

Bei Herstellung von Beton, welcher zu statisch hoch beanspruchten Bauten verwendet werden soll, oder bei einem in der Zusammensetzung sehr wechselnden Kiessand wird im Einzelfalle zu entscheiden sein, ob die vollständige Trennung in Sand und Kies notwendig erscheint.

Mischweise.

Handmischung: Bei Handmischung ist die Betonmasse auf einer gut gelagerten, kräftigen, dicht schließenden Pritsche oder auf sonst ebener, schwer absaugender und fester Unterlage herzustellen. Zunächst sind Sand bzw. Kiessand und Zement trocken zu mischen, bis sie ein gleichfarbiges Gemenge ergeben, dann erst ist der vorher angetzte Zuschlag (Kies, Steinschlag) zuzusetzen und das Gemenge mit dem zugegebenen Wasser (vgl. nächsten Abschnitt: Wasserzusatz Absatz 1) so lange weiter zu mischen, bis eine gleichmäßig feuchte Masse entsteht.

Maschinenmischung: Maschinenbeton ist dem Handbeton bei sonst gleichen Bedingungen stets überlegen.

Die erforderliche Mischdauer bei den einzelnen in ihrer Wirkungsweise verschiedenen Maschinen ist nicht allein abhängig von der Art der Maschine, sondern auch von der Art und von der Menge der aufgenommenen Baustoffe.

Bei Maschinenmischung wird das Gemenge zunächst trocken (je nach Art der Maschine $\frac{1}{2}$ bis 1 Minute) und hierauf unter allmählichem Wasserzusatz so lange noch weiter gemischt, bis eine durchaus innig gemischte, gleichmäßig feuchte Masse entsteht.

Mischdauer: Sowohl bei Handbeton als Maschinenbeton kann die Mischdauer dann als ausreichend angesehen werden, wenn die Steine allseitig mit innig gemischtem Mörtel behaftet sind.

Wasserzusatz.

Der Zeitpunkt, in welchem während der Herstellung der Betonmasse das Wasser zugegeben wird, ist verschieden bei Hand- und Maschinenmischung, sowie auch abhängig von den Baustoffen und der Arbeitsgewohnheit des Unternehmers.

Je nach der Menge des Wasserzusatzes, welche im übrigen nach der Art der Baustoffe, dem Mischungsverhältnis, der Witterung, dem Feuchtigkeitsgehalt und der Wasseraufnahmefähigkeit der Baustoffe gewählt werden muß, unterscheidet man sogenannte erdfeuchte und sogenannte weiche Betonmasse.

Bei Herstellung von erdfeuchter Betonmasse muß der Wasserzusatz so bemessen werden, daß sich die Masse mit der Hand gerade noch ballen läßt und dabei auf der Haut Feuchtigkeit hinterläßt.

Bei Herstellung von weicher Betonmasse muß der Wasserzusatz so weit gesteigert werden, daß die Masse zwar noch stampffähig ist, während des Stampfens aber weich wird.

b) Verarbeitung der Betonmasse.

Ebenso wie bei Bereitung der Betonmasse muß dem sachverständigen Ermessen der Bauleitung und des Unternehmers auch bei der Verarbeitung derselben ein Spielraum belassen bleiben.

Einlageschichten.

Die Betonmasse darf in die Verwendungsstelle (Baugrube, Verschalung) nur schichtweise und nur in solcher Höhe eingebracht werden, daß die Dicke der fertig gestampften Schichten folgende Maße in der Regel nicht überschreitet: bei erdfeuchtem Stampfbeton je nach der Beanspruchung 15—20 cm, bei weichem Stampfbeton je nach der Beanspruchung 20—30 cm. In diesen Grenzen ergibt die geringere Schichthöhe die höhere Festigkeit.

Es ist besonders darauf zu achten, daß etwa abgesonderte gröbere Zuschlagteile wieder mit dem Mörtel vermengt werden.

Die einzelnen Schichten sollen, wo es die Bauausführung gestattet, rechtwinklig zu der im Bauwerk auftretenden Druckrichtung eingelegt werden, und, wo dies nicht möglich ist, gleichlaufend mit der Druckrichtung.

Sie müssen in der Regel frisch auf frisch verarbeitet werden, damit ein ausreichend festes Binden der Schichten untereinander eintritt.

Sofern bei erdfeuchtem Stampfbeton die Oberfläche einer frisch gestampften Schicht infolge des Stampfens und besonderer Eigenschaften der Baustoffe (z. B. Feinkörnigkeit des Sandes, oder Reichhaltigkeit desselben an Ton oder feinen Staubteilen) Glätte zeigt, muß anschließend an das Stampfen diese Glätte beseitigt werden. Auf alle Fälle muß immer die Oberfläche durch Abkehren mit Stahlbesen aufgeraut werden.

Treten frische Stampfschichten mit bereits abgeordneten in Berührung, so muß für ausreichend festen Zusammenschluß der Betonmassen gesorgt werden. Neben einer geeigneten Gliederung der in Betracht kommenden Betonkörper selbst wird hierfür empfohlen, unmittelbar vor Aufbringung der frischen Betonmasse die Verbindungsstelle mit Stahlbesen naß und scharf abzukehren und mit einem dünnen Zementbrei einzuschlämmen. Bei Verarbeitung steinreicher Betonmasse empfiehlt sich außerdem die Einbringung einer dünnen Schicht weichen Mörtels von mindestens gleicher Mischung wie der Mörtel des Betons.

Stampfer.

Es sind quadratische oder rechteckige Stampfer von 10—16 cm Seitenlänge und 10—17 kg Gewicht zu verwenden.

Stampfweise.

Die Größe der aufzuwendenden Stampfarbeit wird bedingt durch die zu erzielende Festigkeit und durch die Art der Betonmasse (erdfeucht oder weich).

Besondere Sorgfalt ist auf das Stampfen der Ecken und Außenseiten (längs der Verschalung) zu verwenden.

Die einzelnen Stampfflächen sollen sich etwas überdecken.

Bei steinreichem, erdfeuchtem Stampfbeton empfiehlt es sich, zwischen den Stampfgängen die Oberfläche abzukehren und den losgetrennten Mörtel in die Hohlräume zu verteilen.

Frist für die Verarbeitung der Betonmasse.

Die Verarbeitung der Betonmasse muß in der Regel sofort nach ihrer Fertigstellung begonnen und so rasch ausgeführt werden, daß sie vor Beginn des Abbindens beendet ist.

Die fertige Betonmasse darf selbst in Ausnahmefällen bei warmer und trockener Witterung nicht länger als eine Stunde, bei kühler bzw. nasser Witterung nicht längere als 2 Stunden unverarbeitet liegen bleiben.

Derartige nicht sogleich verarbeitete Betonmasse muß vor Witterungseinflüssen, wie Sonne, Wind, starkem Regen usw. geschützt, außerdem vor dem Einbringen in die Verwendungsstelle nochmals umgeschaufelt werden.

Bei bereits in die Verwendungsstelle eingebrachter Betonmasse muß die Verarbeitung unter allen Umständen ohne Unterbrechung bis zur Beendigung des Stampfens durchgeführt werden.

B. Schalung und Stützung; Ausrüstungsfristen.

Die Schalungen müssen so stark sein, auch so fest verbunden und unterstützt werden, daß eine genaue Herstellung der Betonkörper in den beabsichtigten Formen gewährleistet ist.

Sie müssen ein schichtweises Einstampfen der Betonmasse ermöglichen und leicht und gefahrlos unter Belassung der etwa noch notwendigen Stützung entfernt werden können.

Die Fristen, welche zwischen der Beendigung des Stampfens und dem Ausrüsten (d. i. Entfernung von Schalung und Stützung) liegen müssen, sind von der Art und Größe des Betonkörpers und von der Witterung abhängig.*)

Tritt während der Erhärtungsdauer Frost ein, so sind die Ausrüstungsfristen mindestens noch um die Dauer des Frostes zu verlängern.

C. Behandlung und Schutz des Stampfbetons bis zur ausreichenden Erhärtung.

Baukörper aus Stampfbeton müssen nach Beendigung des Stampfens in geeigneter Weise gegen Beschädigungen sowie gegen Einwirkungen geschützt werden, welche auf die Erlangung der erforderlichen Festigkeit von nachteiligem Einfluß sein könnten.

Damit dem Beton das zur Erhärtung nötige Wasser nicht vorzeitig entzogen wird, müssen Sonnenschein und Wind in den ersten Tagen möglichst abgehalten werden (Belassen in der Schalung, Bedecken mit einer Sandschicht, mit Säcken, Brettern und dergl.); zeitweises Annässen ist erforderlich.

F. Der Eisenbetonbau.

Wichtiger als der Betonbau und für die moderne Bautechnik von der größten Bedeutung ist der Eisenbetonbau geworden. Er wurde von Monier erfunden und besteht in einer Verbindung des Eisens und Betons. Dünne Eisenstäbe oder andere Eiseneinlagen werden in den Beton eingebettet.

Der Beton besitzt eine bedeutende Druck- aber nur eine geringe Zugfestigkeit. Bei einer Verbindung jedoch von Beton und Eiseneinlagen vermögen diese die gefährlichen Zugspannungen aufzunehmen.

Für die Ausführung von Eisenbetonbauten sind naturgemäß die oben angeführten „Leitsätze“ zu befolgen.

*) Auch wesentlich von der Temperatur. Bei kühler Temperatur (im Oktober, November) bindet der Beton wesentlich langsamer ab. Die von der Baupolizei vorgeschriebenen Fristen sind daher mit Verständnis als Mindestfristen zu befolgen (der Verf.).

Der Eisenbetonbau hat namentlich im Hochbau-, aber auch im Ingenieurbauwesen eine außerordentliche Verbreitung gefunden zu Decken, Gewölben aller Art, zu Säulen und Unterzügen, zu ganzen Umfassungsmauern, Gründungen, zu Treppen, Durchlässen, Kanalisationsrohren, Unterführungen u. v. a.

Seine Vorzüge sind wie die des Betons: Leichte Ausführbarkeit, fast ohne Berufsarbeiter, große Feuersicherheit und Tragfähigkeit, Raumersparnis und oft auch Geldersparnis.

Die Zementsteine.

Zementsteine sind alle diejenigen Kunststeine, die Zement als Bindemittel haben. Die Füllstoffe sind außerordentlich verschieden: Sand, Kies, Steinpulver und Steinstückchen, gebrannter Ton u. a. m.

Ihre Fabrikation hat sich derart vervollkommenet, daß sie den Natursteinen in bezug auf Festigkeit und Dauerhaftigkeit völlig gleichkommen, sie aber an Billigkeit übertreffen.

Sehr gut bewährt haben sich Imitationen des Sandsteins, Marmors und Granits, namentlich die ersteren. Sie werden durch Steinhauer scharriert, gespitzt, gekrönelst usw.

a) Pflastersteine als Unterlage für Asphaltsteine oder Reihenspflastersteine werden vielfach aus gestampftem Zementbeton hergestellt. Auch als unmittelbarer Pflasterstein.

b) Zementplatten und Zementfliesen, Bordsteine werden vielfach jetzt als Beläge für Trottoire, Korridore u. a. m. hergestellt. Um das Austreten der gröberen Kiesstückchen zu vermeiden, stellt man die Trittfläche aus einer feineren und fetteren Mischung her, die aber jetzt nicht mehr gegossen, sondern in erdfeuchtem Zustande hergestellt wird. Empfehlenswert sind die auch farbigen Argilla-Zement-Mosaikplatten. Farben: Farbige Steinmehl.

c) Zementdielen erhalten zur Verminderung ihres Gewichtes oft einen Zusatz von Bimskies, eventuell auch mit Eiseneinlagen.

d) Der Katzsche Dübelstein stellt eine sehr feste Verbindung von Beton und Holzklötzchen dar. Ermöglicht einen äußerst bequemen Anschluß der Tischlerarbeiten ans Mauerwerk; Ersatz für Türzargen.

G. Feuerfeste Mörtel.

Als feuerfeste Mörtelmaterialien gilt für untergeordnete Zwecke der Lehm. Kalkfreie Tone sind besser. Für hochfeuerfeste Bauten dient Chamottmehl allein oder im Gemisch mit guten Tonen. Auch der Klebsand vom Westerwald.

VI. Asphalt und Teer.

A. Der Asphalt.

Der Asphalt gehört zwar zu den Verbindungsstoffen, aber nicht zu den Mörteln. Sein bildsamer (plastischer) Zustand dauert nur so lange wie seine Verarbeitung, und er verkittet nicht durch chemische Vorgänge, die sich während seines Festwerdens abspielen, sondern durch sein Starrwerden.

Der Asphalt, der bereits im Altertume bekannt war, hat erst in neuerer Zeit in der Bautechnik, namentlich im Straßenbau, aber auch im Brücken- und Hochbau einen bedeutungsvollen Platz erlangt. Er heißt auch Bitumen, Erdpech.

Der Asphalt kommt in der Natur meist nicht rein vor. Vielmehr bildet er an den meisten Stellen nur einen wesentlichen Gemengteil von Sandstein, Kalkstein, Kalksteingrus (6—15 %), die er durchdringt. Dieser natürliche Asphaltstein ist braun, hat einen brenzlichen Geruch und muschligen Bruch.

Der Asphaltstein kommt in Deutschland an folgenden Stellen vor: In Hannover bei Limmer; im Braunschweigischen bei Holzminden (Vorwohle); im Elsaß. In der Schweiz: Val de Travers.

Wenn man den Asphaltkalkstein mäßig erhitzt, so zerbröckelt er und zerfällt in Pulver. Dieses heißt dann **Stampfasphalt**. Wird im Straßenbau verwandt: Stampfasphalt wird als Pulver aufgebracht und mit heißen Eisenstampfern oder Walzen gefestigt.

Durch Ausschmelzen in kochendem Wasser erhält man aus dem Asphaltstein den reinen Asphalt, eine pechartige, schwarze, glänzende Masse. Er kommt auch in der Natur vor, so auf der Insel Trinidad, ferner im toten Meere.

Schmilzt man den reinen Asphalt und vermischt ihn mit pulverigem Stampfasphalt, so erhält man den bekannten und viel gebrauchten Asphaltmastix. Dieser dient zur Herstellung des Gußasphalts.

Geschmolzener Asphaltmastix wird mit etwa 50% scharfem Kies versetzt. Nach dem Vergießen der 1—2 cm starken Schicht wird diese gebügelt und mit Sand bestreut.

Gußasphalt dient zum Isolieren der Fundamente, zu Trottoiren, Estrichen für Keller, Pissoiren, Aborten, Fluren, Unterlagen für Linoleumbelag; zu Asphaltplatten für die Zwecke des städtischen Straßenbaus, die sich recht gut bewähren, sowie zu den verschiedenen Asphaltpflastersteinen. Er dient ferner zur wasserdichten Abdeckung von Gewölben.

Asphaltestrich wird bei sehr großer Wärme weich. Er erhält aber durch Zusatz von Knochenmehl bedeutende Härte und vermag dann den Stampfasphalt zu ersetzen.

Goudron ist ebenso wie der Asphaltmastix kein natürlich vorkommender Stoff. Er wird künstlich aus Trinidad-Asphalt und den bituminösen, öligen Rückständen bei der Petroleumraffinerie erhalten. Goudron ist ein zähflüssiger Stoff, der im Hochbau zur Isolierung der Grundmauern, der Abortgruben gegen Feuchtigkeit dient. Demselben Zwecke dient

Der **Asphaltmörtel**. Er liefert wasserdichte Mauerflächen und dient als Bindeschicht zwischen Asphalt und Stein, Holz, Zement. Er ist in Benzin u. a. aufgelöster Asphalt (Haarmann in Eschershausen).

Asphaltbeton ist eine Mischung von Asphalt, Kies und Stein Schlag. Er hat sich beim Fundamentbau von Maschinen und bei der Herstellung des Unterbaus der Fahrstraßen auf Brücken erprobt.

Asphalt dient auch bei der Einbettung von Parkett- und Stabfußböden zur Isolierung gegen Nässe und Verhütung des Schwammes.

Die Asphalt-Abdeckungsplatten von Büscher & Hoffmann (7—13 mm stark) enthalten eine langfaserige Juteeinlage. Sie haben sich bei der Isolierung von Gewölben, Kellern, Brücken gegen Sickerwasser, von Fundamenten und ganzen Gebäuden gegen aufsteigendes Wasser gut bewährt.

Asphaltfalztafeln (Fig. 50) sind da ein vorzügliches Isoliermittel, wo es sich um die Schaffung von Lufträumen oder Luftströmung handelt (Köpfe von Balken und Lagerhölzern).

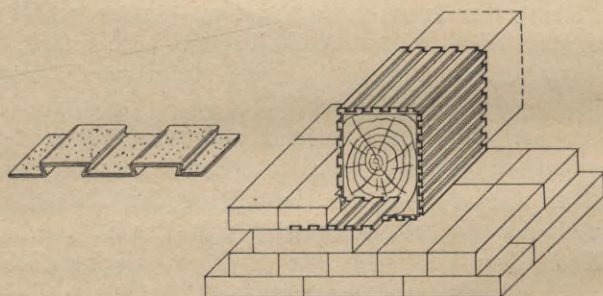


Fig. 50.

Asphalt-Bleisulierungen von Siebel. Sie bestehen aus Asphaltfilz, der in zwei Lagen angeordnet ist und zwischen diesen dünnes Bleiblech einschließt. Sie dienen ebenfalls zur Isolierung gegen Grundfeuchtigkeit und sind, ebenso wie die vorher angeführten, wider-

standsfähig gegen das durch das Setzen des Mauerwerks veranlaßte Reißen der Isolierschicht. Dienen auch zu Abdeckungen von Gewölben usw., zur Umwicklung von Balkenköpfen. Sie sind namentlich da anzuwenden, wo die Nässegefahr sehr groß ist. Sie lassen sich auch in allen Bauten nach allmählicher Durchsägung des Mauerwerks behufs nachträglicher Trockenlegung anbringen.

Asphalt-Isolierplatten von Andernach dienen denselben Zwecken.

Asphaltpappe zur Unterlage für Schieferdächer, Bekleidung feuchter Wände. Wird gefälscht durch Teer.

Überhaupt sucht man den ursprünglichen, natürlichen Asphalt durch minderwertige Kunstprodukte zu ersetzen, allerdings ohne besonderen Erfolg.

B. Der Steinkohlenteer.

Teer entsteht bei der trocknen Destillation organischer Stoffe (siehe: Girndt, Bautechn. Chemie [S. 54]). Der Steinkohlenteer wird als Nebenprodukt bei der Leuchtgasfabrikation erhalten. Er dient, wie bereits bemerkt wurde, als Anstrich für Holz, Eisen und Mauerwerk und zur Herstellung der

Dachpappe. Zu ihrer Herstellung wird gute Tafelpappe in heißen Steinkohlenteer getaucht; Rollenpappe zieht man mittels zweier Quetschwalzen durch heißen Teer. Nach dem Abtropfen wird die Teerpappe mit Sand bestreut und getrocknet. Der Fugen wegen ist Tafelpappe weniger zu empfehlen wie Rollenpappe. Das Teerpappdach erhält alle 2 Jahre einen Anstrich aus 1 Teil Steinkohlenteer, $1\frac{1}{2}$ Teilen Kreide und $\frac{1}{8}$ Teil Asphalt.

In ähnlicher Weise wie beim Asphalt stellt man auch Teerfilz her. In allgemeinen muß aber gesagt werden, daß der Teer in seinen Anwendungen als Ersatzmittel für Asphalt weit hinter diesem zurückbleibt.

Holzzement ist ein Gemisch von 60 Gewichtsteilen möglichst reinem Steinkohlenteer, 15 Teilen Asphalzzement und 1% Schwefel. Er ist eine schwarze Masse. Er bildet die Grundmasse für die Holzzementdächer.

VII. Die Baumetalle.

A. Das Eisen, Fe (Ferrum).¹⁾

Das Eisen ist für die moderne Kultur von der allergrößten Bedeutung. Die gesamte Technik wäre ohne dieses Metall undenkbar. Aber auch der Mensch, die Tiere und die Pflanzen bedürfen des Eisens zu ihrem Gedeihen.

Gediegen, d. h. als Element, kommt das Eisen in der Natur fast gar nicht vor (Meteoreisen in den Meteorsteinen, sonst äußerst selten). Um so häufiger und auf der Erde allgemein verbreitet ist es in seinen Verbindungen (Erzen). Es gibt kaum ein Gestein, einen Ton, einen Sand oder Kies, der nicht Eisenverbindungen enthielte. Sie sind nächst den Aluminiumverbindungen die verbreitetsten auf der Erde.

Die häufigste Eisenverbindung (Eisenerz) ist der Schwefelkies FeS_2 .

Die technisch wichtigsten Eisenerze sind:

Namen	Formel	Chemische Bezeichnung	Gehalt an Fe
Roteisenstein	Fe_2O_3	Eisenoxyd	70%
Magneteisenstein	$\text{Fe}_3\text{O}_4 = \begin{pmatrix} \text{Fe}_2\text{O}_3 \\ \text{FeO} \end{pmatrix}$	Eisenoxydoxydul	74%
Brauneisenstein	$2(\text{Fe}_2\text{O}_3) \cdot 2(\text{H}_2\text{O})$	Eisenoxydhydrat	60%
Spateisenstein	FeCO_3	Kohlens. Eisenoxydul	50%

Das eisenreichste und auch das an Verunreinigungen ärmste Eisenerz ist der Magneteisenstein. Die Erze enthalten nämlich alle mehr oder weniger Verunreinigungen, die durch die Muttergesteine, aus denen sie gewonnen werden, sowie durch die Erze anderer Metalle veranlaßt sind. So enthalten sie in wechselnder Menge Silikate, Verbindungen des Mangans, Schwefels, Phosphors.

Bevor die Erze in den „Hochofen“ gebracht werden, werden sie, wenn nötig, zerkleinert und gewaschen. Zuweilen trennt man die magnetischen Eisenerze von den unmagnetischen Mangan- und Bleierzen und dem „tauben“ Gesteine durch starke Elektromagnete.

Oft werden die Erze vorher stark erhitzt (geröstet), was beim Spateisenstein zur Vertreibung der Kohlensäure immer geschieht.

1) Die Abhandlung über die chemische Technologie der Baumetalle ist aus Girndt, bautechnische Chemie S. 40 ff. übernommen worden für diejenigen technischen Lehranstalten, die keinen besonderen oder nur einen unvollkommenen Kursus in bautechnischer Chemie besitzen, bzw. an denen das eben angegebene Werkchen nicht eingeführt ist.

I. Die Gewinnung des Roheisens.

Der Hochofenprozeß.

a) **Beschreibung.** Der Hochofen (siehe Fig. 51) ist ein Schachtofen, dessen Höhe bis zu 30 m betragen kann, die jedoch gewöhnlich kaum die Hälfte beträgt. Seine Teile sind: Die Gicht (1), der eigentliche Schacht (2), der Kohlsack (3), die Rast (4), das Gestell (5). Die Beschickung

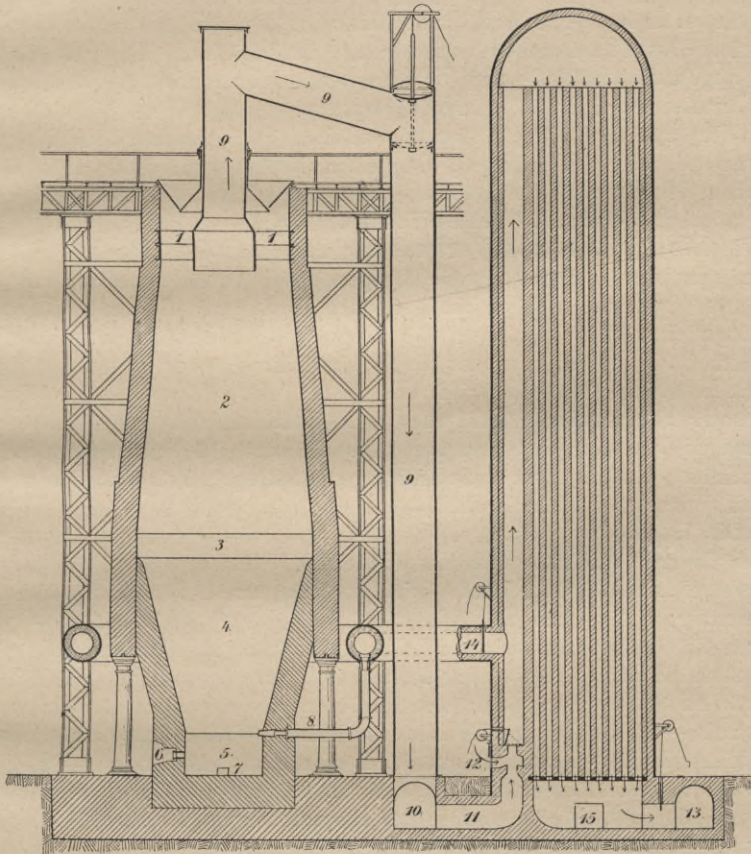
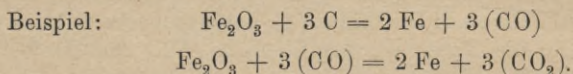


Fig. 51. Moderner Hochofen mit Winderhitzer.

des Hochofens erfolgt von der Gicht aus, die durch einen beweglichen, vom Gasfang (9) durchbrochenen Doppeltrichter behufs Weiterleitung der brennbaren Gichtgase geschlossen ist. Das Gut, das eingebracht wird, sind die Eisenerze, ferner Kohlen, Koks oder Holzkohlen als Reduktions- und Brennmittel und Kalkstein als Zuschlag.

b) **Die Reduktion der Erze.** Die wichtigsten, sich im Hochofen abspielenden chemischen Vorgänge, die sehr verwickelt sind, sind folgende:

Die durch ein kräftiges Gebläse bei 8 (Fig. 51) in 6—7 Düsen in den Ofen eingepreßte, vorher erhitzte, atmosphärische Luft verbrennt in der Rast 4 den Kohlenstoff der Koke und der Holzkohle zu Kohlenoxyd. Dieses und der weißglühend gewordene Brennstoff wirken im Schachte 2 reduzierend auf die Erze.



Es entsteht flüssiges, metallisches Eisen, das **Roheisen**, das sich im Gestell ansammelt, durch eine Abstichöffnung (7) von Zeit zu Zeit abgelassen und in offene Sandformen gelassen wird, in denen es zu etwa armlangen Barren (Masseln) erstarrt.

Wie aus den Gleichungen zu ersehen ist, bestehen die Gichtgase vorwiegend aus Kohlendioxyd, CO_2 , und Kohlenoxyd, CO . Infolge des Gehaltes der Erze an Schwefelkies (FeS_2), Bleiglanz (PbS) enthalten sie aber auch das brennbare Schwefeldioxyd, SO_2 .

c) **Die Bildung und Verwendung der Hochofenschlacke.** Mit den Erzen zusammen kommen große Mengen des Muttergesteins, aus dem die Erze gewonnen worden sind, in den Hochofen. Es sind dies meist Silikatgesteine. Der als Zuschlag beigefügte Kalkstein wird im Hochofen in CaO verwandelt, das in höherer Temperatur mit den Silikatgesteinen glasige Calciumsilikate (Schlacke) bildet. Diese Hochofenschlacke sammelt sich über dem geschmolzenen Eisen im Gestell an und fließt durch eine besondere Abstichöffnung (6) ununterbrochen ab. Sie schützt das darunter befindliche geschmolzene Eisen vor der oxydierenden Wirkung der Gebläseluft.

Die Hochofenschlacke, die beim Hochofenprozesse in doppelt so großer Menge entsteht wie das Roheisen, bildete früher ein überaus lästiges Nebenprodukt. Heute wird sie zu manchen nicht unwichtigen bautechnischen Zwecken benutzt.

1. Zu Schlackensteinen: Reihensteine zu Straßenpflaster. Sehr glatt!
2. Zu Schlackenwolle. Isoliermittel für Wärme und Kälte.
3. Zu Schlackensand. Die Hochofenschlacke wird entweder trocken oder naß — durch Zusammenleiten von kaltem Wasser auf die abfließende Hochofenschlacke — granuliert, d. h. gekörnt. Im letzteren Falle entsteht durch dieses Abschrecken ein scharfkantiger Sand: der Schlackensand. Er wird mit Kalkmilch zusammen zur Herstellung von Schlackenziegeln benutzt. Vorzügliches Material für Kalkmörtel und Zwischenfütterung von Decken.

4. Mit gepulvertem, gebranntem Kalk, mit Staubkalk, oder mit Traß gemischt, bis zur Mehlfeinheit gemahlen, entstehen die sogenannten Misch- oder Schlackenzemente.

d) Die **Gichtgase** gehen durch den Gasfang und Gaskanal (9) zunächst in rechteckige Türme, in denen sie durch Kalkmilch von dem Kohlendioxyd und der Flugasche befreit werden. Dann gelangen sie in den **Erhitzer** (Fig. 51), von denen stets mehrere, gewöhnlich zwei, zu einem Hochofen gehören. Er ist ein zylindrischer, mit feuerfesten Steinen

ausgesetzter Turm, in dem die Gichtgase CO und SO_2 entzündet und zum starken Erhitzen der die Kanalmäntel bildenden Steine benutzt werden. Sind diese glühend geworden, so werden die Gichtgase in einen andern Erhitzer geleitet und durch den ersten atmosphärische Luft in umgekehrter Richtung gepreßt. Die so stark vorgewärmte Luft wird durch 14 (Fig. 51) nach dem Düsen-Ringkanale und von da aus durch die Düsen (8) dem Hochofen zugeführt.

e) Die Beimengungen des Roheisens.

Das Roheisen ist keineswegs chemisch reines Eisen. Vielmehr enthält es wechselnde Mengen von Kohlenstoff, C, außerdem aber, aus anderen Erzen und taubem Gestein durch Reduktion entstanden, Mangan, Mn, Silicium, Si, Schwefel, S, und Phosphor, P, ebenfalls in wechselnden Mengen.

In der Rast wird von dem flüssigen, weißglühenden Eisen Kohlenstoff aufgelöst und entweder chemisch gebunden: Eisenkarbid (weißes Roheisen) oder beim Erkalten in Schüppchen als Graphit wieder ausgeschieden (graues Roheisen). Halbirtes Roheisen. Je mehr Kohlenstoff ein Eisen enthält, desto spröder ist es, je weniger es enthält, desto weicher wird es. Eisen, welches mehr als $2,3\%$ C enthält, ist spröde. Enthält es weniger, so ist es schmiedbar. Eisen mit weniger wie $0,05\%$ ist sehr weich und für die Zwecke der Technik und Industrie unbrauchbar.

Ein Gehalt an Schwefel und Phosphor macht das Eisen brüchig.

Das Roheisen ist der Ausgangspunkt für die Herstellung: 1. des Gußeisens, 2. des Schweißeisens, 3. des Flußeisens.

Das **Gußeisen** wird in Kupolöfen durch Zusammenschmelzen mehrerer Roheisensorten unter gleichzeitigem Zusatz von etwas Kalkstein erhalten. Es ist ein kohlenstoffreiches Eisen, daher spröde.

Wird dem Roheisen Kohlenstoff entzogen, so entstehen die **schmiedbaren** Eisensorten. Die Entkohlung des Roheisens kann auf verschiedene Weise durchgeführt werden. Immer aber beruht sie darauf, daß durch Erhitzen des Roheisens bis zum Schmelzen unter gleichzeitiger Zuführung von Luft der Kohlenstoff C zu Kohlenoxyd CO oxydiert wird und verbrennt. Von den verschiedenen Verfahren sollen hier nur das Puddeln und das Bessemern genannt und beschrieben werden.

Das Puddeln. Fig. 52 und 53 stellen einen Puddelofen dar. *a* ist ein aus feuerfestem Materiale hergestellter flacher Herd, auf dem das Roheisen durch die von der Feuerstelle *d* überschlagenden Flammen ge-

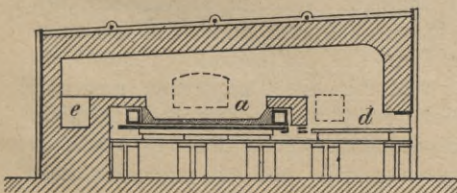


Fig. 52. Puddelofen (Längsschnitt).

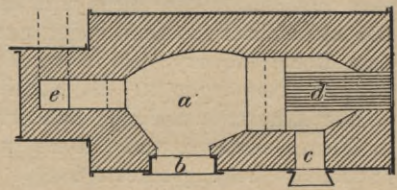


Fig. 53. Puddelofen (Grundriß).

schmolzen wird. Durch die darüber hinstreichende Luft wird der C des Roheisens zu CO verbrannt. Die Verbrennungsgase entweichen bei e. Bei b wird das Eisen durch einen außen stehenden Arbeiter umgerührt und möglichst allseitig mit der Luft in Berührung gebracht. Da das kohlenstoffarme Eisen einen höheren Schmelzpunkt hat wie das Roheisen, so wird es nach und nach teigig: Schweißisen. Es ballt sich zusammen und wird dann unter dem Dampfhammer von der noch in ihm enthaltenen, durch Kalkzusatz entstandenen Schlacke befreit. Aus der so entstandenen „Luppe“ werden Flacheisenstäbe geformt, diese zu Bündeln vereinigt und dann zu T-Trägern und anderen Fassoneisen gewalzt.

Das Schweißisen entsteht also in teigigem, zähem Zustande. Wird die Entkohlung bis zu 0,6—2,3% C durchgeführt, so erhält man den Puddel-Stahl. Dieser ist also ein Schweißstahl (warum?). Entkohlt man bis unter 0,6% C, so erhält man das Puddeleisen. Dieses ist ein Schweißschmiedeeisen.

Das Bessemern. Mittels des Puddelns können immer nur geringe Mengen von Eisen entkohlt werden. Erheblich größere Mengen erhält man durch das Bessemerverfahren. In eine „Birne“ (Konverter) a (Fig. 54),

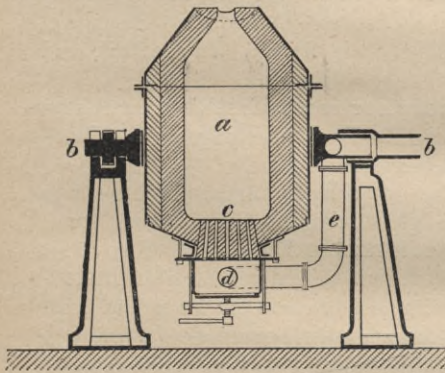


Fig. 54. Bessemer-Ofen (Längsschnitt).

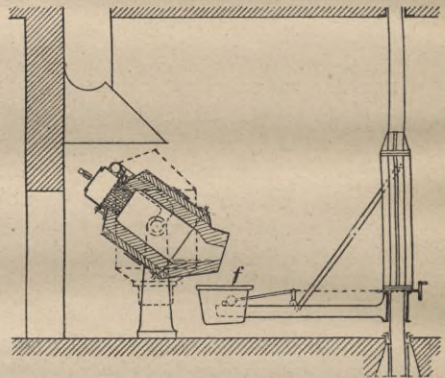


Fig. 55. Bessemerbirne, fertig zum Entleeren.

die um eine horizontale Achse *b—b* gedreht werden kann und die aus Eisenblech mit feuerfestem Chamottefutter besteht, wird bereits geschmolzenes Roheisen gebracht (10—16 t). Der Boden ist doppelt, der eine, *c*, der ebenfalls aus feuerfestem Stoffe besteht, durch viele Kanäle durchbohrt. Zwischen ihnen mündet ein Gebläse *b—c—d* ein, das kurz vor dem Beschicken der Birne mit dem flüssigen Roheisen angelassen wird. Die atmosphärische Luft steigt nun in vielen Blasen durch das geschmolzene Roheisen, oxydiert in kurzer Zeit den Kohlenstoff C, sowie die anderen Beimengungen Si, S, Mn, wodurch die Temperatur innerhalb einiger Minuten um einige hundert Grad steigt und so das entkohlte Eisen im Flusse erhalten wird. Dann wird der Konverter (Birne) wieder in horizontale Lage gebracht, das Gebläse abgestellt und das entkohlte Eisen in flüssigem Zustande in große Tiegel *f* (Fig. 55) entleert, aus denen es

dann in kleinere Formen gelangt. In diesen wird es dann allmählich und gleichmäßig bis zur hellen Rotglut abgekühlt und dann in den Walzwerken gewalzt. Flußeisen.

Das Flußeisen entsteht also in flüssigem Zustande. Wird die Entkohlung nur bis zu 0,6—2,3% C durchgeführt, so entsteht Flußstahl.

Das Bessemern erfolgt auch für gewisse Zwecke in kleineren Bessemerbirnen (Kleinbessemerie zur Gewinnung von Gußstahl).

Das verschiedene Verhalten von Stahl (Schweißstahl, Flußstahl) und Schmiedeeisen (Schweißschmiedeeisen, Flußschmiedeeisen).

Stahl ist ein schmiedbares Eisen, das sich härten läßt. Dies geschieht, wenn man ihn in glühendem Zustande in eine Flüssigkeit, z. B. Wasser steckt. Er wird dadurch glashart und außerordentlich spröde. Erwärmt man solchen „abgeschreckten“ Stahl langsam und mäßig, so „läuft er an“, d. h. er zeigt bunte, auf der Bildung dünner Oxydschichten beruhende Farben: gelb, braun, rot, violett, blau (Farben dünner Blättchen); gleichzeitig wird er weniger oder mehr elastisch (Stahlfedern, Uhrfedern, Säbelklingen). Seine ausgedehnte technische Verwendung beruht darauf, daß er in weichem Zustande beliebig geformt werden, darnach aber jeden beliebigen Härtegrad erhalten kann.

Schmiedeeisen (Schweiß-, Flußschmiedeeisen) ist ein schmiedbares Eisen, das sich nicht härten läßt. Es ist kohlenstoffärmer, daher geschmeidiger als der Stahl.

II. Die Formgebung des Eisens.

Die Formgebung der im Bauwesen verwendeten Eisenkonstruktionen ist eine verschiedene: Säulen, Fußplatten, Stützen, Konsolen, Radreifen werden gegossen, die Fassoneisen, Winkeleisen, Flacheisen, Bleche werden gewalzt, Niete, Bolzen, Muttern, Augen und Ösen von Zugstangen, Klammern, Nägel, Unterlagsplatten, Trägerwellbleche werden geschmiedet bzw. gepreßt.

Im folgenden soll der Eisenguß und das Walzverfahren etwas näher beschrieben werden.

a) Der Eisenguß (Formgebung des Gußeisens).

Das Material des Gußeisens ist das Roheisen. Je nach der Größe und nach der gewünschten Härte des Gußstückes sowie der Dichte des Gusses werden mehrere Roheisensorten zusammengeschmolzen.

Das Schmelzen erfolgt in einem senkrechten, aus vernieteten Eisenplatten hergestellten, mit feuerfesten Steinen ausgesetzten Schacht-ofen, dem Kupolofen. Die zerschlagenen Roheisenblöcke werden zusammen mit dem Brennmaterial und etwas Kalkstein in der Gicht eingebracht und unter Zuhilfenahme eines Gebläses rasch geschmolzen. Der Übergang aus dem festen in den flüssigen Aggregatzustand erfolgt plötzlich.

Das Gießen. Das geschmolzene Gußeisen wird in Tiegel oder Kellen gefüllt und in die Formen gegossen. Man unterscheidet den offenen oder Herdguß vom geschlossenen oder Kastengusse.

Beim Herdguß wird das aus Holz gefertigte Modell in den Formsand eingedrückt. Das Modell muß stets wegen des Schwindens des Gußeisens beim Erkalten um $\frac{1}{100}$ größer sein als das Gußstück (Schwindmaß). Dann wird das Eisen eingegossen. Auf diese Weise gießt man Unterlagsplatten, Geländer, Gitter, Rahmen für Fenster und Oberlichter, Herdplatten und Herdringe, Wandungen für eiserne Öfen.

Zur Ausführung des Kastengusses bedarf man je nach der Größe des Gußstückes zweier oder mehrerer Rahmen. Das Modell wird auf ein Brett gelegt, der Rahmen darüber gestülpt und der Zwischenraum mit dem Formsande, einem ganz besonderen, sehr feinen, etwas fetten, mit Kohlestaub durchmischten Sande voll gestampft. Nach dem Umkehren des Rahmens wird das Modell herausgenommen und ein zweiter Rahmen in ähnlicher Weise gefüllt, als Deckel übersetzt und mit den nötigen Eingußöffnungen für das Eisen und Ausströmungsöffnungen für die beim Gießen entweichende Luft versehen.

Da das einströmende Eisen mit ziemlicher Gewalt gegen die Kanten und Ecken der Form anschlägt, werden diese mit Drahtstiften, den Formerstiften, gefestigt.

Hohlräume in Gußstücke werden durch festere Kerne, die aus Lehm und Pferdemist hergestellt werden, ausgespart.

Bei eisernen Rohren für Wasserleitungen, eisernen Hohlsäulen wird häufig verlangt, daß sie stehend gegossen werden.

Es hat dies seinen Grund darin, daß beim liegenden Gusse infolge des starken Auftriebes des flüssigen Eisens leicht ein Durchbiegen des Kernes nach oben stattfindet, was natürlich eine ungleichmäßige Wandstärke und damit eine Verminderung der Tragfähigkeit der Rohre und Säulen zur Folge hat. Beim stehenden Gusse verteilt sich das flüssige Eisen aber gleichmäßig zwischen dem Kern und dem äußeren Formmantel. In neuester Zeit gelingt es übrigens, Säulen, Stützen und Rohre auch liegend in vollkommener Weise zu gießen.

Die weitere Bearbeitung des Gußstückes.

Der Inhalt der Eingußöffnung, der Kopf, wird abgeschlagen. Dann wird der Sand durch Drahtbürsten oder durch Sandstrahlgebläse entfernt. Gußnäte, Grate werden in der Schlosserei mit Hammer und Meißel, oder durch Abfeilen, Abschleifen, Abdrehen entfernt.

Fehler des Eisengusses.

Infolge nicht ganz vorsichtiger Regelung der Abkühlung entstehen leicht in dem Gußstücke Spannungen, die zur Bildung von Rissen führen können. Luftblasen führen zur Bildung von Löchern oder Poren, die die Querschnittfläche und damit die Tragkraft vermindern. Daher sollen gußeiserne Rohre, Stützen und Säulen in ungeteertem Zustande angeliefert werden. Nach dem Teeren ist die Erkennung von Rissen nicht, die von inzwischen ausgekitteten Löchern schwer möglich.

Gußeisen ist gegen schroffe Temperaturschwankungen sehr empfindlich. Nicht ummanteltes Gußeisen erhält bei Bränden durch das Löschwasser Risse. Beim Erhitzen bis auf etwa 500° C. büßt es den größten Teil seiner Tragfähigkeit ein.

b) Das Walzen des Eisens.

1. Gewalzt werden: Alle Arten Fassoneisen, namentlich die Profileisen des Hochbaues und Eisenbahnbauens, die Bleche, die Drähte bis zur Stärke von 3 mm, die Röhren und die Rohschienen.

Rohschienen sind Flacheisenstäbe, die aus den Luppen beim Puddelprozeß gewalzt werden. Sie werden zu Paketen vereinigt und bilden so das Material für das Walzen des Schweißeisens. Beim Walzen des Flußeisens geht man von den gegossenen Flußeisenblöcken aus.

2. Das Walzen der Eisenbleche geschieht mittels zweier in entgegengesetztem Sinne laufender glatter und gerader Walzen, von denen die Oberwalze leicht verstellbar gelagert ist. Schwarzbleche werden aus gewalzten Stäben hergestellt. Die Walzen werden immer enger gestellt und strecken den Stab in die Länge und in die Breite. Haben die Blechtafeln eine bestimmte Dünne erlangt, so legt man öfter eine größere Anzahl aufeinander. Feinbleche müssen kalt gewalzt werden.

Bleche, die zu Weißblech weiter verarbeitet werden sollen, werden mit verdünnter Schwefelsäure von der Oxydulschicht befreit.

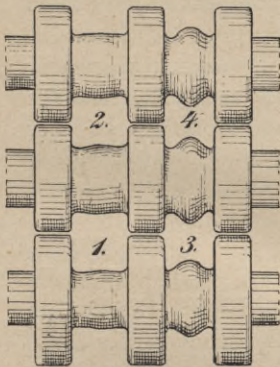
Schwere Brückenbleche und Gurtbleche werden mittels der Universalwalzen hergestellt.

3. Das Walzen der Form- oder Fassoneisen (L-, Z-, H-, C-, I-, T-Eisen) der Eisenbahnschienen erfolgt im sogenannten Kaliberwalzwerk. Das in helle Glut versetzte Rohschienenpaket oder der Flußeisenblock wird durch drei Walzen gesandt (Triowalzwerk) (Siehe Fig. 54). Zwischen ihnen sind stellenweise Öffnungen (Kaliber) ausgespart, die von dem ungefähren Querschnitte des Blockes bzw. Paketes ausgehend sich mehr und mehr auf die gewünschte Form

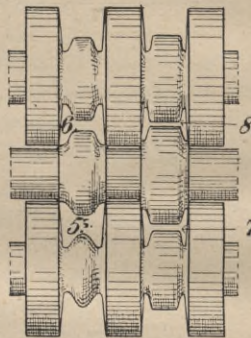
des Profils verjüngen, dabei natürlich das Eisen strecken und zusammenpressen.

Auch flache Wellbleche werden auf kannellierten Walzen gewalzt; tiefe werden gepreßt.

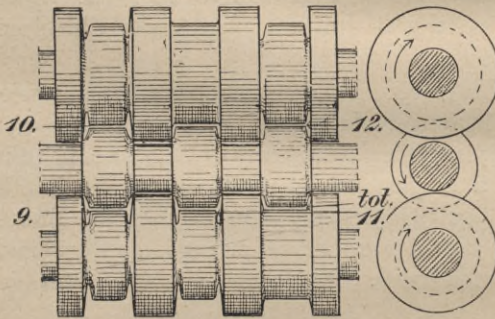
Scheibenräder, überhaupt Umdrehungskörper werden ebenfalls gewalzt; ebenso Eisenbahnschienen, Querschwellen für Eisenbahnen, Kettenglieder, Belageisen.



Erste Triowalze.



Zweite Triowalze.



Triofertigwalze.

Fig. 56. Triowalzen.

4. Fehler der I-, T-Eisen und Eisenbahnschienen beim Walzen sind: 1. Risse zwischen Steg und Fuß; 2. eine Wellung des Steges nach dem Erkalten; 3. ein nicht voller Fuß an derjenigen Seite, die der Oberwalze zugekehrt ist.

5. Eisendraht wird zunächst durch sehr schnelles Walzen erzeugt. Die gewöhnliche Stärke des Walzdrahtes ist 5,5 mm. Feinerer Draht wird mittels Ziehen durch aus gehärtetem Stahl bestehende Ziehisen hergestellt.

6. Bolzen, Nägel, Muttern, Nieten, Klammern werden meist in besonderen Fabriken hergestellt und zwar zum Teil durch

Handarbeit, zum Teil durch Maschinenarbeit. Bolzen und Nieten werden gepreßt, Schienen und andere große Nägel, Muttern in Deutschland meist durch Handarbeit angefertigt. Drahtstifte werden gepreßt, der Nagelkopf durch Schlag bzw. Druck hergestellt; sie werden dann verzinkt. Nägel für Schieferdeckung werden verzinkt.

7. Das Streckmetall wird aus Schwarzblech geschnitten (ähnlich wie die papiernen Christbaumketten). Dient zum Verputzen, zum Umanteln von Säulen und Trägern. Als Eiseneinlage beim Eisenbetonbau.

8. Drahtgeflechte zu Rabitzwänden (10, 15 und 20 mm Maschenweite), Drahtputzgeflecht in gewellter Form als Verputzträger, zu Ummantelungen.

III. Das Rosten des Eisens und der Rostschutz.

Das Rosten.

Ein Hauptvorteil des Eisens gegenüber anderen Baustoffen ist seine große Festigkeit. Diese Festigkeit wird allerdings stark beeinträchtigt durch das Rosten.

An trockener Luft rostet das Eisen bei niedriger Temperatur nicht. Bei hoher Temperatur überzieht es sich mit dem dunkelgrauen Hammerschlag, Eisenoxydoxydul (Fe_3O_4). Dieser schützt gegen das Rosten.

An feuchter Luft und im Wasser verwandelt es sich im wesentlichen in Eisenoxydhydrat (Eisenrost), das infolge seiner geringen Dichtigkeit das darunter liegende Fe vor weiterem Rosten nicht schützt, wie es z. B. beim Zink der Fall ist. Eisen rostet gänzlich durch.

Gegen alle Säuren ist es äußerst empfindlich und wird daher in Sumpf- und Torfgewässern, die Humussäuren enthalten, rasch zerfressen.

Gegen die verschiedenen Mörtelarten verhält sich Eisen verschieden. Eisenteile, die in frischen Kalkmörtel verlegt sind, werden schnell und stark angegriffen. Auch der noch nicht verrostete Kern büßt an Festigkeit ein und wird brüchig. — Gipsmörtel greift das Eisen ebenfalls an, wenn auch in geringerem Maße. — Dagegen hält sich Eisen im Zementmörtel und Zementbeton blank (vergl. S. 71). Bemerkenswert ist, daß mit dem Rosten eine Volumenvergrößerung verbunden ist, die unter Umständen zum Sprengen von Mauerwerk führen kann. Werkstücke von Stein werden durch rostende Eisenklammern gesprengt.

Je weicher das Eisen ist, desto leichter rostet es. Gußeisen leistet ihm also den größten Widerstand (Unterlagsplatten).

Der Eisenrost greift auch das umgebende Material an. Eisernerostige Bolzen und Nägel zerstören das Holz, in dem sie sitzen.

Der Rostschutz.

Man schützt das Eisen gegen das Rosten: 1. durch Verzinken 2. durch Verzinnen, 3. durch Teeranstrich, 4. durch Zementanstrich, 5. durch Farbanstriche, 6. durch Emaillieren.

1. Das Verzinken ist ein vielfach angewandtes und wohlbewährtes Verfahren. Nägel, Bleche, Wellbleche, Drahtseile für Blitzableiter werden

verzinkt. Das Verzinken bewirkt die Bildung einer dünnen Schicht einer Zinkeisenlegierung, die gegen oxydierende Einflüsse sehr widerstandsfähig ist. Es geschieht entweder durch Eintauchen in geschmolzenes Zink — und das ist das gewöhnliche, oder auf galvanischem Wege durch Elektrolyse. Das „galvanisierte Wellblech“ ist meist nach dem ersten Verfahren hergestellt. Das elektrolytische Verfahren hat erst in neuester Zeit zufriedenstellende Ergebnisse zeitigt.

2. Das Verzinnen. Wenig verwandt, bei Weißblech und Drahtnägeln.

3. Der Teeranstrich und das Asphaltieren. Eingedickter, erwärmter Steinkohlenteer oder ein erwärmtes Gemisch von Steinkohlenteer und Asphalt, dem man auch etwas gepulverten, gebrannten Kalk zusetzen kann, wird auf das am besten gut vorgewärmte Eisen aufgetragen. Wasserleitungs- und Gasrohre, eiserne Rohre bei Abortanlagen, Hohlsäulen, eiserne Dachplatten werden geteert.

4. Der Zementanstrich. Reiner Zement, ohne Sandzusatz, wird als dicke Schlümpe mehrfach auf das Eisen aufgetragen bis zu einer etwa 0,5 cm starken Schicht. Ist ein gutes Rostschutzmittel.

5. Farbanstriche.

a) Der Ölfarbenanstrich. Grundbedingung für seine Haltbarkeit ist eine blanke, metallische Eisenfläche. Diese wird durch Abätzen mit Säuren hergestellt. Hier sind natürlich alle Säurereste bestens abzuwaschen und ist dann gut zu trocknen. Dieses Verfahren muß äußerst gewissenhaft ausgeführt werden. Besser ist das trockene Verfahren mit Metallbürsten oder dem Sandstrahlgebläse.

Das Grundieren erfolgt entweder mit Bleimennige oder mit der billigeren Eisenmennige (säurefrei!), nachdem man unmittelbar nach der Reinigung heißen Leinölfirnis aufgetragen hat. Hierauf folgt der Farbanstrich.

b. Rostschutzfarben haben sich gut bewährt. Besonders bekannt sind: Die Bessemerfarben, die Zonkafarben, die Schuppenpanzerfarben, die Amphibolin-Rostschutzfarbe. Lackanstriche sind nicht zu empfehlen, da sie leicht rissig werden.

6. Beim Emaillieren wird das Eisen zunächst mit einer sinternden Bindschicht, dann mit einer Glasur überzogen. Eiserne Dachplatten, Dachpfannen, Dachziegel, gußeiserne Becken, Rohre werden emailliert.

IV. Der Feuerschutz des Eisens.¹⁾

Die Frage des Feuerschutzes des Eisens ist für den Hochbautechniker eine im wahrsten Sinne des Wortes „brennende“ geworden, nachdem sich die vermeintliche Feuersicherheit des nicht

1) Näheres siehe in dem empfehlenswerten Buche: Hagn, Schutz von Eisenkonstruktionen gegen Feuer. Berlin, Jul. Springer. Diesem sind auch die Figuren 55—66 entnommen.

ummantelten Eisens als eine völlig irrtümliche Annahme herausgestellt hat.

1. Das Verhalten der Baustoffe im Feuer. Brände von Speichern, Fabriken, Warenhäusern, sowie planmäßig angestellte Versuche haben ergeben, daß schon bei einer Temperatur von 500° C die dauernde Festigkeit des Walzeisens sowohl wie des Gußeisens erschöpft ist. Sie büßen bei dieser Temperatur bereits 50% ihrer Festigkeit ein. Bei raschen Bränden tritt dieser Zeitpunkt bei Walzeisen bereits in etwa einer Viertel Stunde, bei Gußeisen in einer halben Stunde ein.

Holzstützen von großen Abmessungen bewahren infolge der schlechten Wärmeleitung der Holzkohle ihre Tragkraft wesentlich länger als nicht ummanteltes Eisen.

Die natürlichen Steine sind nicht feuerfest. Karbonatgesteine zersetzen sich und werden mürbe: Silikatgesteine zerspringen, bersten und zersplittern; kieseliger Sandstein ist feuerfest.

Wirklich feuerfest sind von den Steinen nur die hohlen, dünnwandigen (3 cm) Formziegel und Terrakotten.

Gut gebrannte Ziegelsteine, Terrakotten sind allem Holz, Stein und Eisen überlegen.

2. Die mit dem mangelhaften Verhalten des Eisens im Feuer verbundene Gefahr ist eine zweifache: Einmal dehnen sich verankerte Unterzüge und Deckenträger erheblich aus (auf 10 m etwa um 7 cm). Die Folge ist, daß sie die Umfassungsmauern nach außen drücken. Dann ist ferner zu bedenken, daß das Walzeisen bei höherer Temperatur erweicht, daß sich also Unterzüge und Träger durchbiegen, nach innen hineinstürzen und, wenn sie verankert sind, die Mauern mitziehen. Walzeiserne Stützen knicken um.

Daraus ergab sich in vielen Fällen die Notwendigkeit des Feuerschutzes des nackten Eisens, wenn anders man hier nicht ganz auf dessen Verwendung verzichten wollte. (In der Tat verwandte man in neuester Zeit bei Kornspeichern (Silos) wieder kräftige hölzerne Balken und Stützen.)

3. Wann ist das Eisen gegen Feuer zu schützen? Im allgemeinen sind folgende Bestimmungen getroffen:

a) In gewerblichen Anlagen mit starker Feuerung, brennbaren Stoffen, starken Erschütterungen.

b) In Speichern, Lagerräumen mit brennbaren Stoffen.

c) In Räumen, die zu Massenansammlungen von Menschen dienen.

4. Die Ummantelung des Eisens ist als feuerfest anzusehen, wenn sie mindestens eine Stunde lang einem Feuer von 1000° ausgesetzt und mit einem Druckwasserstrahle von 3 Atm. behandelt, nicht erheblich beschädigt wird.

5. **Feuerschutzummantelungen.** Hier sind nur solche brauchbar, die das Eisen nicht zum Rosten bringen. Ausgeschlossen ist also Kalkmörtel und Gipsmörtel. Einfache Drahtverputze mit Luftschicht haben sich wenig bewährt. Die folgenden Baustoffe sind in der durch Figuren erläuterten Weise zur Ummantelung besonders geeignet:

a) Backsteine, Schwemmsteine und Terrakotten (Fig. 57 und 58).

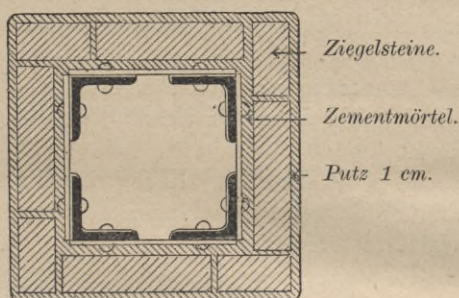


Fig. 57.

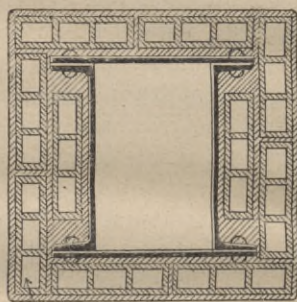


Fig. 58.

Außen 1 cm Zementverputz; Zementmörtel zum Verband. Keine Rohre zwischen Säule und Verblendung verlegen, da sie ausbuckeln.

b) Poröse, feuersichere Steine (Fig. 59).

Werden hergestellt aus Kaolin, weißbrennendem Ton und Fichtenholzsägemehl. Außen Zementputz.



Fig. 59.

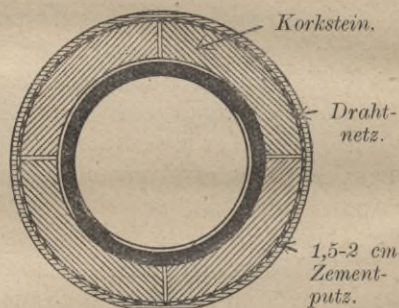


Fig. 60.

c) Korksteine (Fig. 60 und 61).

Feste Steine. Bestehen aus zerkleinertem Kork mit mineralischem Bindemittel. Fugen mit Zementmörtel. Außen Verputz mit 1—2 cm starkem Zementmörtel. Die Formnägeln in Fig. 61 dienen zum vorläufigen Zusammenheften der Steine.

d) Stampfbeton (Fig. 62).

Der Beton wird zwischen Säule und das von einem Eisengeflechtmantel umgebene Gerippe gestampft. Darauf 1,5 cm Zementputz.

e) Rabitzverputz mit Drahtziegeln (Fig 63).

Der etwa 4 cm starke Mantel ist nicht in mehreren Lagen, sondern gleich in voller Stärke auszuführen.

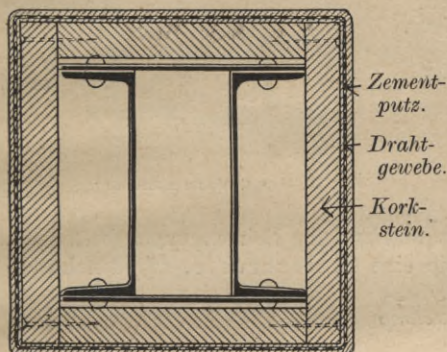


Fig. 61.

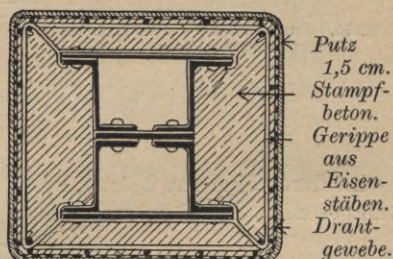


Fig. 62.

f) Macks Feuerschutzmantel (Fig. 64).

Besteht aus zusammenrollbaren Gipsdielen. Darunter entweder Luftschicht oder Bimsbeton oder Schwemmsteine. Außen 1—2 cm Zementmörtel.



Fig. 63.

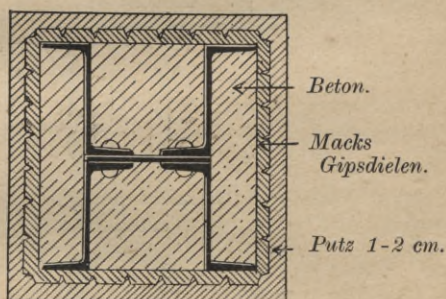


Fig. 64.

g) Der „Feuertrotz“ (Fig. 65—69).

Ein dem vorigen in der Figur recht ähnliches, in Wirklichkeit aber ganz anderes, interessantes und wirksames Verfahren bringt die „Deutsche Feuertrotz-Gesellschaft“ in den Handel.

Die Ummantelung besteht aus der inneren Furchenplatte und der äußeren Sinterschicht. Die Furchenplatte ähnelt dem Mack-schen Feuerschutzmantel, besteht aber hauptsächlich aus Kieselgur (siehe

S. 33). Die Oberfläche der Furchenplatte wird durch eine brennbare, beim Brennen veraschende Schicht gebildet. — Die Sinterschicht



Fig. 65. Furchenplatte der deutschen Feuertrutzgesellschaft.

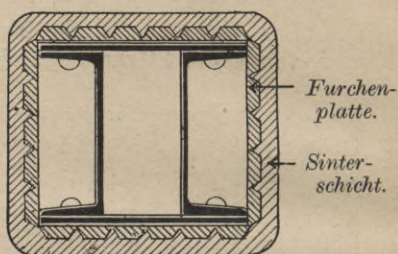


Fig. 66. Feuertrutzummantelung.

wird durch eine Art Mörtel, aus Ton und anderen Beimengungen bestehend, hergestellt. Beim Brennen bildet sie eine Sinterkruste, die den Lösch-

*Feuertrutz-
Ummantelung*

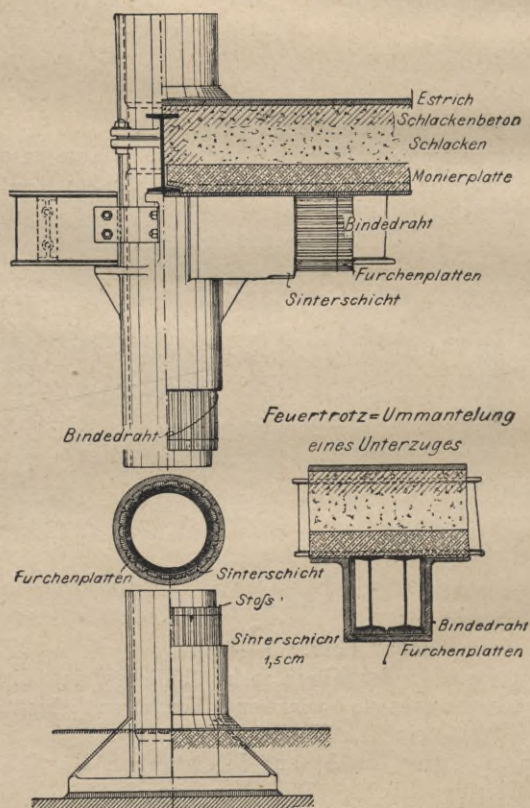


Fig. 67—69. Ummantelung einer Hohl säule und eines Unterzuges durch „Feuertrutz“. (Nach Hagn, Schutz von Eisenkonstruktionen.)

wasserstrahlen widerstehen kann. Die brennbare Schicht verascht, braucht hierzu Wärme und wirkt daher wärmevermindernd ein. Die Kieselgurschicht schützt das Eisen vor starker Hitze.

Bei Probebränden hat sich das Verfahren gut bewährt. Desgleichen auch Ummantelungen aus Asbest-Kieselgur-Zement, sowie die Asbest-Kieselgur-Matratzen.

V. Die bautechnisch wichtigen Verbindungen des Eisens.

1. FeSO_4 der Eisenvitriol, schwefelsaures Eisenoxydul.

2. Fe_2O_3 Eisenoxyd, Eisenmennig, Polierrot. Bildet sich aus 4 durch starkes Erhitzen. Daher das Rotbrennen der Ziegeltoner beim Brennprozesse im Ziegelofen.

Eisenmennig wird als Ersatz des Bleimennigs zum Anstreichen des Eisens benutzt. Er darf dann aber nicht säurehaltig sein: Warum nicht?

Probe: Übergießen von Eisenmennig mit Wasser, Zusatz von Lackmustinktur, absetzen lassen.

3. $\text{Fe}_3\text{O}_4 = \begin{cases} \text{Fe O} \\ \text{Fe}_2\text{O}_3 \end{cases}$ Eisenoxydoxydul, Magneteisen. Entsteht als Hammerschlag beim Schmieden des Eisens; verleiht dem Schwarzblech die blaugraue Farbe; bildet sich im Ziegelofen im „reduzierenden Feuer“ aus Fe_2O_3 ; Blaudämpfen der Dachziegel.

4. Eisenoxydhydrat, Brauneisenstein; Ocker ist tonhaltiger Brauneisenstein. Gewöhnlicher Ocker ist gelb; gebrannter Ocker dagegen rot (dunkler Ocker). Beide zu Anstrichfarben benutzt. — Eisenoxydhydrat ist in der Natur außerordentlich verbreitet: Es gibt dem Ton, vielen Sanden und Kiesen, manchen Sandsteinen, Gewässern und deren Schlamm die gelbe Farbe.

B. Das Zink, Zn.

Vorkommen: Es kommt in der Natur häufig, aber niemals gediegen, sondern nur in seinen Verbindungen (Erzen) vor. Die wichtigsten sind das Galmei (Zinkkarbonat = ZnCO_3) und die Zinkblende (Schwefelzink = ZnS).

Gewinnung: a) aus Galmei = ZnCO_3 ; dieser wird geröstet: es entweicht CO_2 . Das zurückbleibende Zinkweiß = ZnO wird durch Kohlenstoff reduziert.

b) Aus Zinkblende, ZnS . Diese wird ebenfalls zunächst geröstet, wobei ähnlich wie beim Schwefelkies zunächst SO_2 entweicht. Dann wie bei a.

Eigenschaften: Das technische Zink ist, wie das technische Eisen, nie chemisch rein, sondern enthält stets C. An der Luft verwandelt es sich unter gleichzeitiger Bindung von Wasser zunächst in

Zinkoxydhydrat, ZnH_2O_2 . Aus diesem entsteht, und das ist der wesentliche Unterschied vom Eisen, durch die Einwirkung der atmosphärischen Kohlensäure Zinkkarbonat = ZnCO_3 . Das ist ein weißer, fester, dichter Stoff, der beim Rosten das Zink überzieht, durch Staub usw. grau wird und das darunter befindliche Metall gegen das weitere Rosten schützt.

Das metallische Zink ist bläulich-weiß und von Natur aus spröde. Bei $120-150^\circ$ jedoch wird es geschmeidig. Es läßt sich dann zu Blech walzen, zu Draht ziehen, zwischen profilierten Platten aus Stahl pressen (stanzen), durch sanfte Schläge mit hölzernen Hämmern formen (treiben). Auf diese Weise lassen sich allerlei ornamentale Gegenstände herstellen.

Die größte Länge der Bleche beträgt 3 m, die größte Breite 1,65 m. Das belgische Zink kommt in 26 Lehrennummern von 0,05—2,68 mm Stärke vor.

Die deutschen Nummern 11—16 sind die für Zinkeindeckungen gebräuchlichen. Sie entsprechen den Stärken 0,5—0,95 mm.

Beim Eintauchen von Eisen in geschmolzenes Zink bildet sich eine Zink-Eisenverbindung (Legierung). Diese schützt das darunter befindliche Eisen auch dann noch gegen das Rosten, wenn die äußere Zinkschicht verschwunden ist. Verzinken von Eisenblechen (galvanisiertes Wellblech), Eisendraht (verzinkte Eisen-Drahtseile), Nägeln. Durch Säuren und Salze wird es leicht angegriffen. Ebenso durch Kalkmörtel (isolierende Zwischenschicht von Asphaltpappe).

Die Hauptverwendung des Zinks ist die für Dacheindeckungen, Wellblechbauten (heiße Innenräume), Rinnenanlagen, Kehlblechen, Wasserbehältern, Fenster- und Gesimsabdeckungen, Badewannen. Ferner zu allerhand dekorativen Verzierungen der Fassade und des Daches. Drahtzäune.

Bemerkenswert ist, daß die in vielen Steinen befindlichen und auch sonst schädlichen Salze das Zink zerstören (isolierende Zwischenschicht z. B. Dachpappe, Asphaltfilz).

Verbindungen des Zinks: Diese sind giftig.

Zinkoxyd, ZnO = Zinkweiß ist ein weißes Pulver, das als Anstrichfarbe benutzt wird. Es bewährt sich im Inneren von Gebäuden gut, da es weder gelb noch schwarz wird. Außen ist es nicht brauchbar.

Chlorzink, ZnCl_2 = Zinkchlorid ist ein hygroskopisches Salz, das zum Imprägnieren des Holzes gegen Fäulnis, sowie mit Zinkweiß zusammen zu einem guten Steinkitte dient. Auch in der Industrie zur Herstellung künstlicher Steine und fugenloser Fußböden findet es Verwendung.

C. Das Kupfer, Cu (Cuprum).

Vorkommen: Das Kupfer Cu kommt sowohl gediegen als auch in Erzen vor. Das wichtigste ist der Kupferkies, CuFeS_2 .

Gewinnung: Die Erze werden geröstet und unter Zusatz von Zugschlägen geschmolzen. Das wiederholt sich mehrere Male, wobei das Eisen allmählich in die Schlacke übergeht. Schließlich wird mit C reduziert: Rohkupfer. Rein wird es dann durch elektrolytische Zersetzung aus seiner Auflösung in H_2SO_4 erhalten.

Eigenschaften: Das Cu ist ein schön rosafarbenes Metall, das sich beim Liegen an der Luft nach und nach zu dem braunen Cu_2O = Kupferoxydul, bzw. dem schwarzen CuO = Kupferoxyd oxydiert. Es läßt sich leicht walzen, hämmern, treiben, stanzen, aber nicht gießen, da es hierbei Luft aufnimmt und einen blasigen, technisch unbrauchbaren Guß ergibt.

Es ist ein vorzüglicher Elektrizitätsleiter (7mal so gut wie Eisen) und bildet mit anderen Metallen viele gute Legierungen.

An reiner Luft oxydiert sich das Kupfer langsam und wird braun bis schwarz (Cu_2O bzw. CuO): Kupfermünzen, Mäntel von Badeöfen. In der Luft der Städte geht es jedoch allmählich in ein hellgrünes Karbonat über: Edelrost oder Patina. Dasselbe tun kupferhaltige Legierungen.

Säuren und Salze zersetzt es leicht und gibt Verbindungen (Kupfersalze), die meist grün gefärbt sind (Grünspan) und äußerst giftig wirken. Dasselbe gilt für die Legierungen des Kupfers. Die Putzsalben und viele andre Putzmittel enthalten freie Säuren (Nachreiben mit Kreide; Grund?).

Verwendung: Zu Dacheindeckungen, Ummantelungen von Badeöfen, Luftleitungen von Blitzableitern¹⁾ und elektrischen Leitungen. Kupferrahmen und elektrolytische Fassung beim Luxferglas und Luxferprismengläse.

Das wichtigste Kupfersalz ist der Kupfervitriol, das schwefels. Kupferoxyd, Kupfersulfat, CuSO_4 , ein schönes, dunkelblaues, in Wasser leicht lösliches Salz. Es ist, wie alle Salze des Kupfers, giftig, wirkt keimvernichtend (desinfizierend) und wird in der Bautechnik zum Imprägnieren des Holzes gegen Fäulnis benutzt. Sonst zur Füllung von elektrischen Elementen für die Telegraphie, zur Verkupferung und Galvanoplastik.

In Legierungen: Messing ist die Bezeichnung für eine Legierung aus Kupfer und Zink in wechselnden Verbindungsverhältnissen. Das

1) Besser sind verzinkte Eisendrahtseile, da Kupfer gern gestohlen wird.

gewöhnliche Messing enthält 50—80% Kupfer. Rotguß enthält mehr Cu, Weißguß weniger.

Wenn das Messing nicht mehr als 40% Zink enthält, läßt es sich walzen und hämmern, ja bis zum feinsten Papier auswalzen. Wird bei Installationsarbeiten, zu Tür- und Fenstergriffen, zu Handleisten und Stäben an Treppen u. a. m. verwendet.

Bronzen sind Legierungen des Kupfers (Cu) und Zinns (Sn) mit irgend welchen anderen Metallen. Statuenbronze, Geschützbronze, Glockenbronze, Aluminiumbronze (leicht), Phosphorbronze. Sie sind im Gebiete des Hoch- und Tiefbauwesens ohne sonderliche Anwendung.

D. Das Blei, Pb (Plumbum).

Vorkommen: Das Blei kommt nicht gediegen, sondern nur in Verbindungen (Erzen) vor. Das wichtigste Erz ist der Bleiglanz, PbS, aus dem es durch Rösten und Reduzieren erhalten wird.

Eigenschaften: Es ist ein weiches, daher leicht biegsames, glänzendes Metall von blauweißer Farbe. An der Luft oxydiert es sich rasch und wird grau. Es läßt sich leicht walzen, auch zu Draht ziehen.

V. Man übergieße Bleispäne in dem einen Glase mit destilliertem, in dem anderen mit Brunnen- oder Leitungswasser und schüttele öfters gut um (Luftzufuhr). Nach einiger Zeit wird der Inhalt des ersten Gefäßes trüb, der des zweiten nicht.

Mit destilliertem Wasser bildet das Pb Bleioxydhydrat, PbH_2O_2 , das nicht auf dem Blei haftet, sondern mit dem Wasser fortgeführt wird und giftig ist. Im Brunnen- und Leitungswasser sind Sulfate, Chloride und Karbonate enthalten, die mit dem Blei einen Überzug von schwer löslichen und festhaftenden Bleisalzen ergeben. Man darf daher bleierne Rohre wohl zur Leitung von Trink- und Gebrauchswasser in Wasserleitungen benutzen, nicht aber für Regenwasser. Auch ist es nicht empfehlenswert, Wasser zu trinken, das über Nacht in den Rohren der Wasserleitung gestanden hat.

Manche Säuren, Schwefelsäure, Salzsäure, Flußsäure, sind gegen das Blei unwirksam, da sie mit ihm unlösliche Salze bilden. Ausfüttern von Säurebehältern mit Pb.

Von Kalk- und Zementmörtel wird es angegriffen.

Verwendung des Bleies. Zum Dachdecken, als Bleirohr zur Anlage von Wasser-, Telegraphen- und Gasleitungen, zum Isolieren von Fundamenten gegen aufsteigende Grundfeuchtigkeit (Siebels Asphalt-

Blei-Isolierungen), zu Fensterfassungen, zum Dichten von Rohrleitungen, zu Akkumulatorenplatten, zum Befestigen von Eisenklammern in steinernen Werkstücken, zu Unterlagsplatten.

Die technisch wichtigen Verbindungen des Bleies. Sie sind sehr giftig. Auch die im Wasser unlöslichen gehen in die Blutbahn des Menschen über. Die meisten Vergiftungen werden durch Blei hervorgerufen.

Das Bleioxyd, die Bleiglätte, PbO . Fleischfarben, auch heller oder dunkler. Zusatz bei der Glasfabrikation zur Herstellung der stark lichtbrechenden Bleigläser (optischen Gläser, Luxfergläser); zu Akkumulatoren. Mit Leinöl gekocht gibt die Bleiglätte den rasch trocknenden Leinölfirnis. Durch längeres Erhitzen an der Luft entsteht aus Bleiglätte

Bleimennig, Pb_3O_4 . Schön zinnoberrotes Pulver. Zusatz zum Glasätze. Ölfarbenanstriche und Rostschutzmittel für Eisen; besser, aber auch teurer als Eisenmennig. Mit Leinölfirnis gibt Bleimennig den Ölkitt zum Dichten von Rohrverbindungen (Gas-, Wasser- und Dampfrohren). Wird nicht selten mit rotem Ton verfälscht. Auch Eisenmennig wird zum Verfälschen benutzt (Probe mit gelbem Blutlaugensalz).

Bleisuperoxyd, PbO_2 , ein brauner Stoff. Bildet sich in den Akkumulatoren durch Oxydation der Bleiglätte oder des Bleimennigs.

Gibt wie alle Superoxyde den O leicht ab.

Das Bleiweiß, Bleikarbonat, ist ein weißes Pulver. Ist als Anstrichfarbe von großer Deckkraft und gibt eine dauerhafte Schicht. Zinkweiß deckt nicht so gut. Aber das Bleiweiß ist sehr giftig und wird in der Nähe von Abortgruben leicht schwarz. Wird vielfach namentlich mit Ton oder Schwerspat verfälscht (Probe mit reiner HNO_3).

Chromgelb und Chromrot sind zwei unlösliche Salze der Chromsäure und des Bleies. Sie werden zur Herstellung von gelben, roten und, durch Mischung mit blauen Farbstoffen, von grünen Farben benutzt.

VIII. Das Glas. Das Wasserglas.

A. Das Glas.

Das Glas ist ein Gemenge verschiedener Silikate. Den Hauptbestandteil bildet stets das Calciumsilikat. Daneben kommen noch darin vor Kaliumsilikat, Natriumsilikat, Bleisilikat. Das gewöhnliche Fensterglas ist ein Natronglas, d. h. es enthält neben Calciumsilikat noch Natronsilikat. Das Spiegelglas ist ein Blei-Natronglas, denn es enthält außer dem Grundbestandteile noch Blei- und Natronsilikat.

Die grüne Farbe des gewöhnlichen Fenster- und Flaschenglases rührt von den in den Rohstoffen kaum vermeidbaren Eisenverbindungen her. Diese Rohstoffe sind: Kohlensaurer Kalk (Kreide oder weißes Marmorl); Kieselsäure (möglichst reiner, eisenfreier Sand); Alkalien (Soda, Pottasche, Salpeter).

Die Herstellung des Glases. Die Rohstoffe werden gemischt, in große Töpfe oder Wannen aus hochfeuerfestem Tone gebracht und in diesen bis zur Leichtflüssigkeit geschmolzen. Das Schmelzen erfolgt in Öfen, die meist mit Rohgas geheizt werden. Die sich beim Schmelzen entwickelnden Unreinigkeiten (Glasgalle) werden ausgeschieden (Schwimmring) und die Masse etwas abgekühlt, so daß sie nur noch zähflüssig ist.

Das Blasen des Glases erfolgt mittels der Pfeife, einem langen Rohre. Der Glasbläser taucht das Ende der Pfeife in den geschmolzenen Glassatz und gibt dem so entstehenden „Köbel“ durch Blasen



Fig. 70. Das Aufschneiden der Glaszylinder.

die nötige Größe. Die gewünschte Form erhält er mit Hilfe einer hölzernen oder eisernen Hohlform. Fensterglas wird erst in Zylinderform geblasen; dann werden die Zylinder an der Seite aufgeschnitten (Fig. 70) und mit heißen Eisenplatten eben geplättet.

Das Gießen des Glases. Rohglas, Hartglas, Drahtglas, Spiegelglas, Cathedralglas, Ornamentglas wird gegossen. Es geschieht dies auf ebenen, fahrbaren Tischen. Die Riefen, Ornamente, Rauten werden durch Überwalzen mit ornamentierten Walzen oder auf gemusterten

Gußplatten hergestellt. Beim Drahtglas wird das Drahtnetz in die noch weiche Glasmasse versenkt und dann darübergewalzt. Spiegelglasplatten werden mit Maschinen eben geschliffen und ebenfalls maschinell poliert.

Die wichtigeren Arten des Bauglases.

1. **Das Fensterglas.** Die alte Einteilung ist nicht mehr zutreffend.

1. **Rheinisches Glas** wird in Rheinland, Westfalen, Sachsen, Schlesien hergestellt. Zeichnet sich vor 2. und 3. durch größere Stärke aus (nicht unter 2—2,5 mm; bis 2 m hoch).

2. **Sächsisches Glas;** sehr reines Glas; in Häfen geschmolzen (bis zu 2—2,5 mm Stärke, 1,6 m Höhe).

3. **Schlesisches Glas;** ähnlich wie 2.; durchschnittlich nur 1,5—2 mm stark geliefert; sehr rein.

Für die Verglasung der Vorderfronten dient die dritte der 4 Wahlen (Qualitäten), für Hinterfassaden und Fabriken Wahl 4. Wahl 2 für Bilderverglasung. Die 4 Wahlen zeigen kaum Unterschiede in der Färbung. Die Bestellungen sind nach mm zu machen, wobei eine Abweichung von 10 % in der Stärke nach oben und nach unten erlaubt sein soll.

2. **Das Rohglas.** Kommt in verschiedenen Stärken bis 13 mm vor. Wegen der Unmöglichkeit einer durchaus gleichmäßigen Abkühlung springt es leicht bei starkem Stoß und starken Temperaturunterschieden. Wird zu Oberlichtern, Fußbodenoberlichtern verwandt. Es ist durch Sprossen zu unterstützen. Besser ist

3. **Das Drahtglas.** Es ist ein Rohglas mit Drahteinlage. Bedeutend tragfähiger und fester als das Rohglas, da es auch dann noch gut hält, wenn es gesprungen ist. Die Siemensschen Platten können nicht geschnitten werden; die aus Schalke i. W., Altwasser i. Schles., Stolberg i. Rheinprov. sind schneidbar. Sie sind sämtlich diebes- und feuersicher.

4. **Das Spiegelglas** ist ein feines, bleihaltiges Rohglas, das geschliffen und poliert ist.

5. **Das Ornamentglas,** das gerautete, geriefelte Glas. Es sind dies Glassorten, die wegen ihrer dekorativen Wirkung und Halbdurchsichtigkeit zu Entreeüren, Parterrefenstern u. a. m. benutzt werden.

6. **Das Cathedralglas** ist ein farbiges Glas, das ebenfalls gegossen wird. Es hat eine unebene Oberfläche mit welligen Schlieren (Kirchenfenster).

7. **Bausteine aus Glas** (Falkonniersteine) für Veranden, Treppenhäuser, Fenster in Giebelmauern, Glaspavillons.

8. **Glasdachziegel.** Entweder gepreßt, oder als Glasplatte mit Eisenrahmen.

9. **Luxferprismenglas, Luxfer-Multi-Prismen, Elektrogas.**

Das Luxferprismenglas dient zur Erhellung von dunkeln Arbeitsräumen am Grunde enger Höfe oder enger Straßen. Hat sich gut bewährt. Luxfer Multi-Prismen dienen zur Erhellung unterirdischer Kellerräume. Elektrogas ist ein von der Luxfergesellschaft durch elektrolytische Verkupferung hergestelltes, von der Berliner Baupolizei als feuersicher anerkanntes Fensterglas.

B. Das Wasserglas.

Durch Zusammenschmelzen von Sand und Alkalien (Soda, Pottasche), also mit Ausschluß von Calcium-Karbonat erhält man Silikate, die eine glasige Masse bilden, aber im Wasser bei anhaltendem Kochen und unter Druck löslich sind: Natronwasserglas, Kaliumwasserglas, Kalium-Natronwasserglas oder Doppelwasserglas.

Sie stellen sirupdicke Flüssigkeiten dar. Man verwandte sie früher viel zu Holz- und Steinanstrichen, zum Imprägnieren von Zeugen und Stoffen behufs Konservierung. Die Überzüge werden jedoch leicht rissig und damit wirkungslos. Heute noch zum Grundieren von Wandgemälden auf Verputz. Zu Kitten: Mit Kreide oder gepulvertem Dolomit, gelöschtem Kalk geben Wasserglaslösungen unlösliche, harte Silikate; daher sind sie auch nur da, wo diese Stoffe vorhanden sind, als Kitt zu verwenden. Aus demselben Grunde findet es vielfache Verwendung bei der Herstellung von Kunststeinen und fugenlosen Fußböden.

Zementverputz, erst zweimal mit dünner, dann mit konzentrierter Wasserglaslösung bestrichen, nimmt die Ölfarbe an.

IX. Korkstoffe. Linoleum.

A. Korkstoffe.

Über die Entstehung des Korkes siehe Seite 20.

Zur Herstellung der Korkstoffe: Korksteine, Korkplatten, Korkschaalen, Linoleum dienen die Abfälle bei der Korkfabrikation.

Kork zeichnet sich aus durch Leichtigkeit, äußerst geringes Wärme- und Schalleitungsvermögen, durch den Widerstand gegen Fäulnis. Im Feuer verbrennt er nicht, sondern er verkohlt nur.

Die Korksteine werden hergestellt aus zerkleinerten Korkabfällen, die durch ein mineralisches Bindemittel verkittet und unter starkem Druck zusammengepreßt werden. Behufs Erzielung von wasserdichten Steinen werden sie überdies vor dem Pressen mit Asphalt durchtränkt. Sie lassen sich leicht bearbeiten und nageln. Als Bindemittel dient am besten Gips. Sie sind vorzügliche Isolatoren gegen Wärme, Kälte und Schall und, wenn sie mit Asphalt imprägniert sind, auch gegen Nässe.

Sie werden daher verwendet zu leichten Zwischenwänden, zur Isolierung von Außenwänden gegen Kälte oder Wärme (Eiskeller) und Feuchtigkeit; zur Ummantelung von eisernen Säulen und Trägern, von Heizrohren und Kälteleitungsrohren (Bierkeller). Ganz besonders dienen sie auch zur Verkleidung von leichten Bauten aus Wellblech (Baracken).

Demselben Zwecke dienen auch die Korkplatten.

Die mit Asphalt oder Steinkohlenteer wasserdicht gemachten Korksteine und Korkplatten sind entweder mit Zement- oder mit Asphaltmörtel zu vermauern.

Korkment ist ebenfalls ein Korkstoff, dessen Zusammensetzung nicht näher bekannt ist. Es dient als Unterlage von Linoleumbelag und hat sich dabei als ein elastisches, Kälte und Schall abweisendes Material gut bewährt. Wird auf dem Untergrunde (Beton oder Holz) durch Harz-Kopallack befestigt (Juteschicht nach oben!).

Bekannte Firmen für Korksteine und Korkplatten sind: Die Erfinder: Grünzweig & Hartmann, die Delmenhorster Linoleumwerke.

Hierher gehört auch:

B. Das Linoleum.

Es wird hergestellt aus feinstem Korkmehl und Leinöl. Das Leinöl wird oxydiert und verwandelt sich dabei in eine zähe, elastische Masse.

In besonderen Mischmaschinen wird das Korkmehl und das oxydierte Leinöl gemischt und unter starkem Druck auf eine Unterlage von Jutegewebe aufgetragen.

Behufs Erzielung farbiger Wirkungen ist es gelungen, die Farbmuster durch die ganze Schicht gehen zu lassen. (Besonders schön das Rixdorfer Linoleum.)

Eigenschaften: Linoleum ist infolge seines Korkgehaltes ein schlechter Schall- und Wärmeleiter. Ganz bedeutend ist seine Dauerhaftigkeit. Seine Abnutzung ist geringer wie die des Granits und der Tonfließen. Elastisch.

Das Verlegen: Entweder mit feinen, kopflosen Nägeln oder durch Aufkleben. Für Holzböden dient Terpentinkleister, für Stein, Zement, Gips nur Linoleumkitt. Der Unterboden kann sein Torgament (siehe oben), Gipsestrich, Zementestrich, Zementbeton, Asphaltestrich, Terranova.

Terranova hat sich vielfach bewährt. Sie ist ein Mörtelmaterial etwa wie der Zement. Sie wird mit Sand und Wasser ausgemacht in gleicher Weise, wie bei der Herstellung des Zementmörtels, und gibt einen porösen Mörtel. Für die Unterlage des Linoleums gibt es die besondere Marke: Estrichterranova.

Behandlung des Linoleums: Läßt sich waschen und abseifen; nur Kernseifen verwenden. Flecke sind durch Abseifen und Abschmiegeln zu beseitigen. Auch läßt es sich bohnen.

Verwendung: Als Fußbodenbelag.

Etwas Ähnliches sind die zur Wandbekleidung dienenden Lin-crusta-Walton-Tapeten, nur daß sie statt des Korkmehls Holzmehl enthalten.

Anhangsweise seien hier die **Tapeten** erwähnt.

Die Tapeten können entweder sein: Papier-, oder Leder-, oder gewebte Tapeten. Die gewöhnlich verwandten sind die Papier-tapeten. Sie werden in Rollen zu je 4 m Länge verkauft. Das Aufkleben erfolgt mittels eines Kleisters aus Leimwasser und Roggenmehl. Sind die Tapeten einigermaßen gut, dann klebt man erst Zeitungspapier unter. Auf Holzwände kann man sie wegen des „Arbeitens“ des Holzes nicht unmittelbar aufkleben. Man überspannt daher zuvor die Holzwand mit billigem Nesselstoffe.

Bessere Tapeten sind die Ledertapeten (Kordova-Tapeten). Gewirkte Tapeten sind oft sehr wertvoll (Seidentapeten).

X. Die Farbanstriche und Kitte.

A. Die Farbanstriche.

Die in der Bautechnik verwandten Farben sind in der Hauptsache entweder Wasser- oder Ölfarben. Den Wasserfarben wird fast durchweg noch ein Zusatz von Kalk oder Leim gegeben, so daß sich also im wesentlichen nach dem Bindemittel Kalkfarben, Leimfarben und Ölfarben unterscheiden lassen.

1. Die Kalkfarbenanstriche.

Kalkmilch wird mit Alaun und den Farbstoffen versetzt. Dünnes Auftragen; zuerst Grundierung mit Kalkmilch; dann 2—3 Farbanstriche. Durch Zusatz von Leinöl, Heringslake, Kochsalz wird der Anstrich gehärtet. Sehr gut ist ein Zusatz von weißem Käse (Quark); die Kasëinfarben haben sich ausgezeichnet bewährt.

2. Die Leimfarbenanstriche.

Leim ist ein organischer Stoff, der aus den Knochen und anderen Abfällen der Tiere gewonnen wird. Er ist ein vorzüglicher Nährboden für Spaltpilze (Bakterien, Kulturen auf Gelatine). Leimfarben sind daher in Schlaf- und Krankenzimmern nicht angebracht.

Leimfarbenanstriche bestehen aus Leim, Wasser und Farbstoff (z. B. 1 : 1 $\frac{1}{2}$: 1 $\frac{1}{2}$). Zu viel Leim macht den Anstrich fleckig.

3. Der Ölfarbenanstrich.

Besteht aus gekochtem Leinöl (Nuß- und Mohnöl) und fein gemahlenem Farbstoffe. Zum schnelleren Trocknen setzt man Sikkativ, d. h. Trockenöl zu (eingekochtes Leinöl mit geringen Mengen von Bleiglätte oder Mennige). Terpentin verdünnt die Farbe, verlangsam das Auftrocknen. Über das Streichen des Eisens mit Ölfarben siehe S. 94.

4. Ölanstriche auf Zementputz.

Haften nicht. Das Öl wird durch den Kalkgehalt des Zementes zersetzt; es bildet sich ölsaurer Kalk (Kalkseife) und Glycerin, die beide durch den Regen fortgenommen werden. Nach 1—2 Jahren ist das Kalkhydrat des Zementes neutralisiert, und der Auftrag der Ölfarbe kann erfolgen.

Soll sofort gestrichen werden, dann ist das Kalkhydrat des Zementes entweder durch mehrmaliges Abwaschen mit verdünnter Schwefelsäure zu neutralisieren oder durch mehrmaligen Wasserglasanstrich zu silikatisieren oder mit Kesslerschem Zementfluat zu fluatieren.

B. Die Kitte.

Die Kitte bewirken eine feste Verbindung der Gegenstände, ohne daß chemische Vorgänge, wie beim Erhärten der Mörtel, im Spiele wären.

- Man unterscheidet:
- a) Leimkitte,
 - b) Kalkkitte, z. B. Holzkitt.
 - c) Ölkite, z. B. Glaserkitt.
 - d) Harzkitte, z. B. Steinkitt.
 - e) Eisenkitte.

Näheres über Farbanstriche und Kitte findet man im „Rezeptbuche der Baugewerkszeitung“, sowie in den in dem Vorworte aufgeführten Lehrbüchern der Baustofflehre.

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

6-96



II-351299

Verlag von B. G. Teubner in L

Aus Natur und Geisteswelt

Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen aus allen

Gebefiet
1. März

Gebieten des Wissens in Bändchen v. 130—160 Seiten.

Gebunden
M. 1.25

In erschöpfender und allgemein-verständlicher Behandlung werden in abgeschlossenen Bänden auf wissenschaftlicher Grundlage ruhende Darstellungen wichtiger Gebiete in planvoller Beschränkung aus allen Zweigen des Wissens geboten, die von allgemeinem Interesse sind und dauernden Nutzen gewähren.

Erschienen sind 200 Bände aus den verschiedensten Gebieten, u. a.:

Deutsche Baukunst im Mittelalter. Von Professor Dr. A. Matthaei. 2. Auflage. Mit Abbildungen im Text und auf 2 Doppeltafeln.

Der Verfasser will mit der Darstellung der Entwicklung der deutschen Baukunst des Mittelalters zugleich über das Wesen der Baukunst als Kunst aufklären, indem er zeigt, wie sich im Verlauf der Entwicklung die Raumvorstellung klärt und vertieft, wie das technische Können wächst und die praktischen Aufgaben sich erweitern, wie die romanische Kunst geschaffen und zur Gotik weiter entwickelt wird.

Kulturgegeschichte des deutschen Bauernhauses. Von Regierungsbaumeister a. D. Chr. Rand. Mit 70 Abbildungen.

Der Verfasser führt den Leser in das Haus des germanischen Landwirtes und zeigt dessen Entwicklung, wendet sich dann dem Hause der slawischen Bauern zu, um hierauf die Entwicklung des deutschen Bauernhauses während des Mittelalters darzustellen und mit einer Schilderung der heutigen Form des deutschen Bauernhauses zu schließen.

Das deutsche Haus und sein Hausrat. Von Professor Dr. R. Meringer. Mit 106 Abbildungen, darunter 85 von Professor A. von Schroetter.

Das Buch will das Interesse an dem deutschen Haus, wie es geworden ist, fördern; mit zahlreichen künstlerischen Illustrationen ausgestattet, behandelt es nach dem „Herbhaus“ das oberdeutsche Haus, führt dann anschaulich die Einrichtung der für dieses charakteristischsten Stube, deren Einrichtung vor und behandelt die Herkunft von Haus und Hausrat.

Die Beleuchtungsarten der Gegenwart. Von Dr. phil. Wilhelm Brückh. Mit 155 Abbildungen.

Gibt einen Überblick über ein gewaltiges Arbeitsfeld deutscher Technik und Wissenschaft, indem die technischen und wissenschaftlichen Bedingungen für die Herstellung einer wirtschaftlichen Lichtanlage und die Methoden für die Beurteilung ihres wirtschaftlichen Wertes für den Verbraucher, die einzelnen Beleuchtungsarten sowohl für die physikalischen Grund- und Herstellung behand-

Schöpfungen der Ingenieurtechnik der Neuzeit. Von Baurat K. Merdel. 2. Auflage. Mit 55 Abbildungen.

Führt eine Reihe hervorragender und interessanter Ingenieurbauten nach ihrer technischen und wirtschaftlichen Bedeutung vor: die Gebirgsbahnen, die Bergbahnen, und als deren Vorläufer die bedeutenden Gebirgsstraßen der Schweiz und Tirols, die großen Eisenbahnverbindungen in Asien, endlich die modernen Kanal- und Hafengebäude.

Bilder aus der Ingenieurtechnik. Von Baurat K. Merdel. Mit 43 Abb.

Zeigt in einer Schilderung der Ingenieurbauten der Babylonier und Ägypter, der Ingenieurtechnik der alten Ägypter unter vergleichsweise Behandlung der modernen Irrigationsanlagen dieselbe, der Schöpfungen der antiken griechischen Ingenieure, des Städtebaues im Altertum und der römischen Wasserleitungsbauten die hohen Leistungen der Völker des Altertums.

Das Automobil. Eine Einführung in Bau und Betrieb des modernen Kraftwagens. Von Ingenieur Karl Blau. Mit 83 Abbildungen.

Gibt in gedrängter Darstellung und leichtfaßlicher Form einen anschaulichen Überblick über das Gesamtgebiet des modernen Automobilismus, so daß sich auch der Nichttechniker mit den Grundprinzipien rasch vertraut machen kann. Behandelt werden das Benzinautomobil, das Elektrautomobil und das Dampfautomobil nach ihren Kraftquellen und sonstigen technischen Einrichtungen wie Zündung, Kühlung, Bremsen, Steuerung, Bereifung usw.

Die Funkentelegraphie. Von Oberpostpraktikant H. Thurn. Mit 54 Illustrationen.

Nach einer Übersicht über die elektrischen Vorgänge bei der Funkentelegraphie und einer eingehenden Darstellung des Systems Telefunken werden die für die verschiedenen Anwendungsgebiete erforderlichen Konstruktionsprinzipien vorgeführt (Schiffsstationen, Landstationen, Militärstationen und solche für den Eisenbahndienst), wobei nach dem neuesten Stand von Wissenschaft und Technik in jüngerer Zeit ausgeführte Anlagen beschrieben werden. Danach wird der Einfluß der Funkentelegraphie auf den Wirtschaftsverehr und das Wirtschaftsleben (im Handel- und Kreisverkehr, für den Heeresdienst, für den Wetterdienst) sowie im Anschluß daran die Regelung der Funkentelegraphie im deutschen und internationalen Verkehr.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000297683

Auf Wunsch aus

und postfrei vom Verlag.