

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

II 5076

L. inw.

PINKAS DYNES

INTROLIBATORNIA

i skład papieru

TARNOPOL, Mickiewicza 41.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000299171

HOCHBAUKUNDE.

VON

Miguel

ING. HERMANN DAUB,

PROFESSOR DER K. K. TECHNISCHEN HOCHSCHULE IN WIEN.

I. TEIL.

BAUSTOFFE.

MIT 139 ABBILDUNGEN IM TEXT.

ZWEITE AUFLAGE.

*R. L. Hermann's
Bauinstitut
Mann 244*

LEIPZIG UND WIEN
FRANZ DEUTICKE.

1910.

LIBRARY



~~115046~~

11-351685

Verlags-Nr. 1587.

Vorwort zur ersten Auflage.

Angeregt, dieses Werk zu schaffen, fühlte ich mich stets, wenn ich in den letzten zehn Jahren von meinen Hörern immer wieder den Wunsch vernahm, es möge eine kurzgefaßte „Hochbaukunde“ vorliegen, die der Plage enthebe, mühsam durch die weitausgedehnten Bände, welche dieses Gebiet beherrschen, sich durcharbeiten zu müssen. Wie oft hörte ich dabei die Klage, ein langwieriges Bemühen habe zwar viele architektonisch hervorragende und konstruktiv außergewöhnliche, zahlreiche nur historisch wichtige oder bloß wegen einer besonderen Eigentümlichkeit beachtenswerte Beispiele und Muster gefunden, aber das grundlegende, elementare, dogmatische nicht, nur teilweise oder tief versteckt getroffen. So ging ich denn daran, bereits vorhandene Aufzeichnungen, die ich mir für Vorlesungen niedergeschrieben hatte, in die beabsichtigte einfache, knappe Form zu gießen. Erstrebt wurde, den Erörterungen nur geringste Wortmengen zu gönnen, damit der Umfang des Werkes so klein werde, als es das gesteckte Ziel gestattet; aber der Inhalt sollte reich genug sein, um sich über das Niveau, das eine bloß elementare Behandlung einnimmt, zu erheben.

Der ganze Stoff wurde in vier getrennte Teile zerlegt, um an Stelle eines einzigen schwerfälligen Bandes handlichere Hefte zu setzen.

Der I. Teil, den Baustoffen gewidmet, ist als Einleitung zum übrigen aufzufassen: nicht eine Baustofflehre an und für sich zu bringen, ist sein Ziel; was der Baukonstruktionslehre, die den II. und III. Teil umfaßt, vorausgeschickt werden muß, zu bieten, ist sein Zweck. Das Hauptaugenmerk wurde darauf verwendet, ausführliche Zahlenangaben über die mechanisch-technischen Eigenschaften der Baustoffe zu geben.

W i e n, Ende Mai 1905.

Vorwort zur zweiten Auflage.

Als nach dem raschen Absatze der ersten Auflage daran gegangen werden mußte, eine neue herauszugeben, wurden zuerst der II. und der III. Teil, welche die Baukonstruktionslehre behandeln, der Umarbeitung unterzogen, weil sie den größeren Zuspruch gefunden hatten. Sie erschienen Ende November 1908 in ihrer neuen Gestalt. Nun folgen ihnen der I. und der IV. Teil, die Baustofflehre und die Bauführung, nach.

Außer zahlreichen Verbesserungen weist die neue Auflage auch noch weitgehende Zusätze und Ergänzungen auf, welche nicht nur den Umfang beträchtlich ausgedehnt, sondern auch den Inhalt wesentlich vertieft haben. Diese Vergrößerung des Stoffes ist von einer Vermehrung der Abbildungen begleitet. Es ist daher die erste Auflage nicht bloß durchgesehen, sondern auch umgearbeitet worden.

Die Gliederung erfuhr einige Abänderungen: Die Holz- und die Eisenverbände wurden aus dem I. Teile in den Anfang des II. Teiles versetzt, weil sie dorthin besser passen; die Holzwände und die eisernen Fachwerke kamen aus dem Schlusse des III. Teiles in den II. zu den Wänden und, damit der Umfang beider Teile doch möglichst gleich bleibe, die Dächer aus dem II. in den III. Ein ganz neuer Zusatz zum III. Teile ist der Anhang, der die wichtigsten Bauvorschriften und hauptsächlichsten Grundsätze über die am häufigsten vorkommenden Gebäudearten enthält, ohne aber eine eigentliche Gebäudelehre sein zu wollen. Neu ist weiters der dem II. und III. Teile, die zusammen die Baukonstruktionslehre bilden, gemeinsame Seitenweiser; er dürfte bei der Benützung beider Teile, die nur der besseren Handlichkeit wegen getrennt wurden, manche willkommene Erleichterung gewähren. Besonders tiefgreifende Umarbeitungen wurden vorgenommen: beim IV. Kapitel des II. Teiles, Beton und Eisenbeton, sowie beim III. Kapitel des IV. Teiles, Vergabung der Arbeiten und Lieferungen.

Die Eigenart der ersten Auflage, den behandelten Stoff in der knappsten Fassung vorzuführen, möglichst wenig Worte aufzuwenden und weitschweifige

Stilisierungen zu vermeiden, ist auch für die zweite Auflage beibehalten worden. Wird es doch dem beobachtenden Lehrer nie entgehen können, daß die Wucht gedrängter, auf Augenblickserfolge verzichtender Ausdrucksweise beim Schüler ganz anders in die Seele dringt, als die ermüdende Langatmigkeit breitspuriger Erörterungen. Bei einem Buche, das auch als Nachschlagewerk dienen soll, bietet dem, der Rat und Auskunft sucht, die größere Klarheit und Übersichtlichkeit der gedrängteren Darstellungsweise rascher, leichter und sicherer das Erwünschte. Es wurde daher die knappe Fassung beibehalten, bei der Durchsicht aber sorgsam darauf geachtet, daß zu knapp geratene Stellen die gebührende Erweiterung bekamen, damit Unklarheiten und Undeutlichkeiten vermieden würden.

Auch die Abbildungen sind sowohl der Zahl als auch der Größe nach auf ein möglichst geringes Maß beschränkt worden, da eine Hochflut von Bildern, die den Text begleiten, oft statt der Klarlegung des Gegenstandes eine ungewollte Verwirrung schafft. Eine Abbildung soll kein anderes Ziel verfolgen, als das Wesentliche möglichst frei von überflüssigen Beigaben zu zeigen. Deshalb wurden alle Abbildungen in der einfachsten Gestalt gebracht; dort, wo das Wort genügt, auf das Bild verzichtet und verschmäht, durch das Auge ergötzende Prachtbilder Blenderfolge zu erzielen, die ohne Zweck und ohne Nutzen sind.

Bei der Veranstaltung der zweiten Auflage konnte mancher freundschaftliche Rat befolgt werden; besten Dank denen, die solchen gespendet haben!

Wien, Ende September 1909.

Der Verfasser.

Inhalt.

	Seite		Seite
I. Kapitel. Allgemeines	1	II. Aus Zementmörtel	101
II. Kapitel. Holz	5	III. Aus Gipsmörtel	103
§ 1. Vorzüge und Mängel des Holzes als Baustoff	5	IV. Steinholz	106
§ 2. Das Gefüge des Holzes	6	IV. Kapitel. Mörtel	108
§ 3. Wassergehalt	7	1. Allgemeines	108
§ 4. Quellen und Schwinden	10	2. Die Füllstoffe des Mörtels	109
§ 5. Fäulnis	11	3. Weißkalk	111
§ 6. Holzschwamm	12	4. Das Brennen des Kalkes	112
§ 7. Schutz gegen Feuer	13	5. Das Löschen des Kalkes	114
§ 8. Dauer	14	6. Mörtel aus Weißkalk	115
§ 9. Kennzeichen guten Bauholzes	15	7. Hydraulischer Kalk	118
§ 10. Fällen der Bäume	16	8. Mörtel aus hydraulischem Kalk	119
§ 11. Bauhölzer	17	9. Romanzement	120
§ 12. Verwendung der Hölzer für Bauzwecke	25	10. Mörtel aus Romanzement	121
§ 13. Gewicht	27	11. Portlandzement	123
§ 14. Elastizität	28	12. Mörtel aus Portlandzement	124
§ 15. Festigkeit	29	13. Kalkzementmörtel	129
§ 16. Zulässige Inanspruchnahme	30	14. Hydraulische Zuschläge	130
III. Kapitel. Stein	31	15. Gips	136
I. Abteilung. Natürliche Steine	31	16. Gipsmörtel	138
1. Technische Eigenschaften	31	17. Magnesiakalk	142
2. Physikalische Eigenschaften	61	18. Magnesiazement	142
3. Kennzeichen guter natürlicher Bausteine	66	19. Prüfung der hydraulischen Bindemittel	142
§ 4. Klassifikation der natürlichen Bausteine	66	§ 20. Mechanische Bindemittel	151
§ 5. Gewinnung der natürlichen Bausteine	66	V. Kapitel. Beton	152
§ 6. Steinarten	67	§ 1. Zusammensetzung	152
§ 7. Bearbeitung der Bausteine	68	2. Betonbereitung	154
§ 8. Haltbarmachung der Steine	71	3. Eigenschaften	157
§ 9. Verschönerung der Steine	72	§ 4. Elastizität und Festigkeit	158
II. Abteilung. Künstliche Hausteine	73	VI. Kapitel. Eisen	167
I. Gruppe. Gebrannte künstliche Steine	73	1. Das Eisen als Baustoff	167
§ 1. Einteilung	73	2. Beimengungen des Eisens	167
§ 2. Die Erzeugung der Ziegel	74	3. Eisengattungen	169
§ 3. Ziegel	81	4. Eigenschaften des Eisens	176
§ 4. Klinker	90	5. Glüh- und Anlaßfarben	182
§ 5. Terrakotten	93	6. Prüfung von Eisen und Stahl	182
§ 6. Steinzeug	93	7. Haltbarmachung des Eisens	185
§ 7. Feuerfeste Ziegel	94	8. Schmiedeisensorten	188
§ 8. Gewicht und Festigkeit	95	9. Eisenverbände	214
II. Gruppe. Ungebrannte künstliche Steine	97	VII. Kapitel	216
§ 1. Künstliche Steine aus lufttrock- nem Ton	97	§ 1. Kupfer	216
§ 2. Künstliche Steine aus Mörtel- massen	98	2. Blei	218
I. Aus Kalkmörtel	98	3. Zink	220
		4. Zinn	223
		5. Legierungen	225
		VIII. Kapitel. Glas	228
		§ 1. Eigenschaften des Glases	228
		§ 2. Glasarten	232
		IX. Kapitel. Asphalt	239
		X. Kapitel. Farben	243

Druckfehlerberichtigung.

Seite 15, Zeile 3 von unten: Rotfäule statt Rostfäule.

I. Kapitel.

Allgemeines.

Mit *Baustoff* (*Baumaterial*) bezeichnet man die Stoffe, aus denen ein Bauwerk hergestellt wird. In großen Massen benützt man das Holz, die natürlichen und künstlichen Steine, die Mörtel, den Beton und das Eisen; in geringeren Mengen werden verwendet die Metalle und deren Legierungen, das Glas und der Asphalt.

Die älteste Zeit der Bautätigkeit gehörte dem Holzbau, und heute herrscht dieser noch überall dort, wo ihm entweder der niedrige Stand der Kultur oder Waldreichtum das Übergewicht verschaffen. Der Aufschwung der Zivilisation breitete die Verwendung der Steine immer mehr aus und führte in den Gegenden, wo gute natürliche Steine fehlten, zur Erzeugung künstlicher Bausteine, namentlich der Backsteine. Holz und Stein beherrschten dann das Bauwesen durch Jahrtausende, bis in das 19. Jahrhundert. Erst seit einem halben Jahrhunderte hat sich ihnen das Eisen als gleichwertiger Dritter an die Seite gestellt.

Die neueste Zeit hat die Herstellung und Verwendung der Mörtel einem mächtigen Aufschwunge zugeführt. Eigentümlich der modernen Bautätigkeit ist auch die immer mehr sich ausdehnende Verwendung des Betons, der dem Steinbau ein Gebiet nach dem anderen abnimmt. Eine besondere Vervollkommnung erhielt die Betonbauweise durch die Vereinigung von Beton mit Eisen zu Eisen-Beton.

Daß das Glas heute in viel größerem Maße benützt wird als früher, ist nicht nur der Vervollkommnung der Erzeugung zu verdanken, sondern ganz besonders der ausgedehnteren Verwendung des Eisens. Aus Eisen und Glas sind bereits gewaltige Bauten entstanden, die sich den großen Steinbauten früherer Zeiten ebenbürtig an die Seite stellen.

Die *Baustofflehre* (*Baumaterialienkunde*) handelt von der

- a) Gewinnung,
- b) Verarbeitung und
- c) Verwendung der Baustoffe

und hat festzustellen

- 1. für welche Bauzwecke ein bestimmter Baustoff sich eignet,
- 2. in welchem Grade er diese Eignung besitzt und
- 3. in welcher Weise man seinen Wert prüfen kann.

Dabei sind stets die *mechanisch-technischen* Eigenschaften ins Auge zu fassen und die physikalischen, chemischen, mineralogischen, petrographischen usw. nur insofern, als sie die mechanisch-technischen bedingen oder beeinflussen. Eine genaue Kenntnis der mechanisch-technischen Eigenschaften der Baustoffe gehört daher zu den Grundlagen der Bauwissenschaften.

Früher war man bei der Wertbestimmung der Baustoffe bloß auf Urteile rein empirischer Herkunft angewiesen. Heute kann die Erforschung der mechanisch-technischen Eigenschaften eines Baustoffes sowie die Feststellung des Grades seiner Brauchbarkeit streng wissenschaftlich durchgeführt werden. Denn seitdem die Erkenntnis, daß eine systematische Prüfung und Untersuchung der Baustoffe nicht allein für die Wissenschaft, sondern auch für die Praxis den größten Wert besitzt, durchgedrungen ist, sind bereits zahlreiche Anstalten entstanden, die sich mit dieser Prüfung und Untersuchung der Bau- und Konstruktionsmaterialien befassen (Prüfungsanstalten, Versuchsanstalten, Versuchsstationen, mechanisch-technische Laboratorien u. dgl.). Sie haben einen fruchtbaren Einfluß auf Wissenschaft und Praxis ausgeübt.

Wahl des Baustoffes.

Bei der Beurteilung eines Baustoffes sind vor allem ins Auge zu fassen dessen Festigkeit und Dauerhaftigkeit. Denn von der Festigkeit hängt es ab, ob der Bauteil die Belastung, die ihm aufgebürdet wird, ohne Gefährdung seines Bestandes ertragen kann, und eine große Dauer wird das Bauwerk nur dann erreichen, wenn die zerstörenden Einflüsse, welche Witterung, Nässe, Frost, Feuer usw. ausüben, keine wesentlichen Beschädigungen hervorrufen.

Man muß sich auch noch fragen, ob die Kosten dem angestrebten Zwecke entsprechen, oder ob sich dieser durch Verwendung eines anderen Baustoffes ohne Verminderung des Wertes der Konstruktion nicht billiger erreichen ließe.

Bei den Bauteilen, die frei sichtbar sind, ist auch noch zu erwägen, welcher Baustoff den ästhetischen Anforderungen am besten entspricht.

Prüfungsanstalten.

In den Prüfungsanstalten für Baustoffe werden Untersuchungen vorgenommen, welche die Aufgabe haben, festzustellen:

- 1. für welche Bauzwecke sich ein bestimmter Baustoff eignet und
- 2. in welchem Grade er diese Eigenschaft besitzt.

Versuchsanstalten.

Die mechanisch-technischen Eigenschaften der Baustoffe hängen untereinander zusammen und teilweise voneinander ab. Die chemischen und physikalischen Eigenschaften üben auf sie einen gesetzmäßigen Einfluß aus. Überdies werden sie noch beeinflusst durch die Art der Herstellung, der Verarbeitung und der Verwendung.

Die Untersuchung dieser Beziehungen ist die Hauptaufgabe der Versuchsanstalten.

Außerdem obliegt diesen: die Methoden festzulegen, nach denen die Prüfungsanstalten die Prüfung der Baustoffe vorzunehmen haben.

Die Versuchsanstalten haben einen fördernden Einfluß auf das Bauwesen ausgeübt, indem sie auf Mängel aufmerksam machten, welche bei der Herstellung, Verarbeitung oder Verwendung der Baustoffe vorkamen; indem sie zweckmäßigere Verfahren hierfür vorschlugen und die Aufmerksamkeit auf geeignete Baustoffe lenkten, die noch nicht in der Praxis eingebürgert waren.

Internationale Konferenzen.

Damit die Ergebnisse der Prüfungs- und der Versuchsanstalten untereinander verglichen und überprüft werden können, muß die Prüfung und Untersuchung der Baustoffe überall in einheitlicher Weise vorgenommen werden. Um nun solche einheitliche Untersuchungsmethoden für die Prüfung von Bau- und Konstruktionsmaterialien auf ihre mechanisch-technischen Eigenschaften festzustellen, treten seit dem Jahre 1884 internationale Konferenzen zusammen, an denen die Vorstände von Prüfungsanstalten und Versuchsstationen und die Vertreter von Baubehörden, Bauunternehmungen, Bauindustrien u. dgl. teilnehmen.

Die erste dieser Konferenzen fand über Anregung Prof. Bauschingers (München) im Jahre 1884 in München statt. Die folgenden tagten: 1885 in München, 1886 in Dresden, 1888 in Berlin, 1893 in Wien, 1895 in Zürich, 1897 in Stockholm, 1901 in Budapest, 1906 in Brüssel, 1909 in Kopenhagen.

Normalien.

Auf Grund der in den Prüfungs- und in den Versuchsanstalten sowie in der Praxis gewonnenen Erfahrungen, werden durch das Zusammenwirken jener Anstalten mit den Produzenten und Konsumenten, vorzugsweise durch technische Vereine einheitliche Bestimmungen über die Anforderungen aufgestellt, die an die Baustoffe zu stellen sind; es werden festgestellt: einheitliche

Klassifikationen,
Lieferungsbedingungen,
Prüfungsnormen.

Vom österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereine in Wien aufgestellte Normalien sind:

Bestimmungen für die einheitliche Benennung der zu Bauzwecken verwendeten hydraulischen Bindemittel (1880) [K —.40].

Bestimmungen für die einheitliche Lieferung und Prüfung von Portlandzement (1888) [K —.60].

Bestimmungen für die einheitliche Lieferung und Prüfung von Romanzement (Zementkalk) (1890) [K —.60].

Bestimmungen für die einheitliche Lieferung und Prüfung von Schlackenzement (1907) [K —.60].

Grundzüge einer einheitlichen Benennung für Eisen und Stahl [K —.40].

Typen für Walzeisen [K 6.—].

Normalien für Abflußröhren (1903) [K —.60].

Bestimmungen für Belastung von Baukonstruktionen und Beanspruchung von Baumaterialien (1902) [K —.60].

Vom Vereine deutscher Zementfabrikanten:

Normen für einheitliche Lieferung und Prüfung von Portlandzement.

Vom Verband Deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine unter Mitwirkung des Vereines Deutscher Ingenieure und des Vereines Deutscher Eisenhüttenleute:

Normalbedingungen für die Lieferung von Eisenkonstruktionen für Brücken und Hochbau (1893).

Vom Deutschen Ausschuß für Eisenbeton:

Allgemeine Bestimmungen für die Vorbereitung, Ausführung und Prüfung von Bauten aus Stampfbeton.

Literatur.

Krüger. Handbuch der Baustofflehre.

Handbuch der Architektur, I. Teil, 1. Band, Heft 1: W. Exner, H. Hauen-
schild, G. Lauboeck, E. Schmitt. Die Technik der wichtigeren Baustoffe.

Gottgetreu. Die chemischen und physikalischen Eigenschaften der Baumaterialien. 2 Bde.

Internationale Rundschau über die natürlichen und künstlichen Materialien der Technik.

Mitteilungen des internationalen Verbandes für die Materialprüfungen der
Technik.

Mitteilungen aus dem mechanisch-technischen Laboratorium der k. k. technischen
Hochschule in Wien (seit 1903).

Mitteilungen aus dem kgl. Material-Prüfungsamt zu Groß-Lichterfelde (früher:
aus den kgl. technischen Versuchsanstalten zu Berlin.) (seit 1883).

Mitteilungen der Material-Prüfungsanstalt am eidgen. Polytechnikum in Zürich
(seit 1884).

Mitteilungen ans dem mechanisch-technischen Laboratorium der kgl. technischen
Hochschule in München (seit 1885).

Mitteilungen des Technologischen Gewerbemuseums in Wien.

II. Kapitel.

Holz.

§ 1. Vorzüge und Mängel des Holzes als Baustoff.

Wenn zu entscheiden ist, ob man für einen auszuführenden Bauteil Holz oder einen anderen Baustoff verwenden soll, so sind als Vorzüge und Mängel des Holzes zu beachten:

1. Vorzüge.

1. Wegen der geringen Kosten eignet sich das Holz namentlich für bloß zeitweilige und für untergeordnete Bauten, weil dann vor allem niedrige Baukosten anzustreben sind; außerdem für alle Bauteile, an die keine besonderen Anforderungen bezüglich Feuersicherheit, Dauerhaftigkeit und Festigkeit gestellt werden.

2. Das Holz läßt sich sehr leicht, sehr rasch und billig bearbeiten. Die einzelnen Teile der Holzkonstruktionen können auf sehr einfache Weise miteinander verbunden werden.

2. Es kann in sehr großen Längen bezogen werden, namentlich das Nadelholz, das sich auch durch einen schlanken geraden Wuchs auszeichnet.

Die langen, bloß entästeten und entrindeten Nadelholzstämme, die als Ständer bei den Gerüsten verwendet werden, heißen „Langtannen“ = lange Tannen.

Größte Höhe der Bäume:

35—40 m ¹⁾	}	Fichte, Tanne, Lärche, Föhre.
50 m u. mehr ²⁾		
30—35 m ¹⁾		
20—25 m }	}	Eiche, Buche, Esche, Ahorn, Linde, Ulme, Erle; Walnuß, Tulpenbaum, Tsugen, Cha-maecyparisarten.
selten 30 m }		
8—15 m		Juniperus communis, Evonymus, Viburnum, Sambucus, Prunus spinosa, Cornus, Syringa usw.

¹⁾ in 100 Jahren.

²⁾ in höherem Alter.

4. Infolge des geringen spezifischen Gewichtes (siehe § 15) sind die Holzkonstruktionen sehr leicht.

5. Das Holz ist sehr elastisch, sehr zäh und hat eine große Festigkeit (§ 14 und 15). Es eignet sich daher auch für Träger und für Stützen.

6. Obgleich seine Dauerhaftigkeit der des Steines und des Eisens wesentlich nachsteht, so erreicht es doch eine lange Dauer, wenn es unter günstigen Umständen verwendet wird (§ 18).

2. Mängel.

1. Die große Feuergefährlichkeit, die es von allen Konstruktionen, die feuersicher sein sollen, ausschließt und deswegen immer mehr aus dem „Aufbau“ verdrängt (§ 7).

2. Das Quellen und Schwinden (§ 4).

3. Die große Gefahr des Zugrundegehens durch Fäulnis (§ 5), durch den Hausschwamm (§ 6) und durch die Witterungseinflüsse (§ 8).

§ 2. Das Gefüge des Holzes.

Das *Nadelholz* ist sehr elastisch, geradwüchsiger, astreiner, leichter, weicher, läßt sich leichter bearbeiten, kann in größeren Längen bezogen werden (§ 1, 3) und verjüngt sich weniger gegen den Wipfel als das *Laubholz*. Dieses ist härter.

a) Hartes Holz: Weißbuche, Eiche, Rotbuche, Esche, Ulme.

b) Halbhartes „ Erle, Kiefer, Lärche, Ahorn.

c) Weiches „ Tanne, Fichte, Birke, Linde, Pappel, Weide.

Die Verjüngung des Stammes nach oben beträgt

bei Laubholz 1·5—2·5 cm für 1 m Höhe (1·5—2·5%)

„ Nadelholz 1·0—1·5 cm „ 1 m „ (1·0—1·5%).

Der Baum wächst, indem jedes Jahr um den bestehenden Holzkörper ein neuer Mantel sich bildet. Ein Schnitt*) \perp Stammachse zeigt diese Mäntel als Ringe: *Jahresringe* oder (Holzringe). Der im Frühjahr entstandene, der Stammachse zugekehrte Teil dieses Ringes, das „Frühjahrsholz“, ist weicher, lockerer und heller als des „Herbstholz“.

Dieser Wechsel in der Färbung und in dem Gefüge der Jahresringe heißt „Zeichnung“. Die Zeichnung des normal gewachsenen Holzes nennt man „Flader“; bei unregelmäßigem („maserigem“ oder „wimmerigem“) Wachstum wird sie „Maser“ genannt.

Holz mit schmalen Jahresringen nennt man feinjährig, solches mit breiten grobjährig. Jenes ist in der Regel schwerer und fester.

Anzahl der Jahresringe

auf 1" = 26 mm in der Richtung des Stammhalmessers:

Esche	2—4	Erle	6—12
Tanne	5—9	Buche	6—37
Lärche	5—30	Eiche	9—21
Kiefer	18—25		

*) Ein Schnitt \perp zur Stammachse heißt Querschnitt oder Hirnschnitt. Die Holzfläche, die er zeigt, nennt man „Hirnholz“.

Geht der Schnitt durch die Längsachse, so wird er Spiegel-, Spalt- oder Radialschnitt genannt. Er zeigt das „Spiegelholz“.

Liegt der Schnitt \parallel zur Längsachse neben dieser so bezeichnet man ihn mit Sehnenschnitt. Er zeigt das „Langholz“.

Den äußersten Jahresring umhüllt der *Bast* und diesen die *Rinde*. Bast und Rinde sind, als unverwendbar, nach dem Fällen stets zu beseitigen. Der mittlere Teil des Stammes heißt *Mark*. Die Holzmasse zwischen dem Baste und dem Mark besteht aus zwei Teilen: der innere heißt *Kern*, der härter und trockener ist als das Mark; der äußere *Splint*. Das Splintholz ist weich, hell, locker, saftreich und gewöhnlich nicht verwendbar.

„Markstrahlen“ gehen von der Achse radial gegen die Rinde. Sie sind nur bei einigen Laubhölzern deutlich zu erkennen.

§ 3. Wassergehalt.

(Saftgehalt.)

Die Menge des Wassers (Safte), das in den Zellen des Holzes enthalten ist, hat einen großen Einfluß auf dessen Eigenschaften und Wert (§ 4).

Das Splintholz enthält mehr Wasser als das Kernholz. Der Teil des Stammes, der in der Nähe der Wurzeln liegt, ist saftreicher als der dem Wipfel zugekehrte.

Wassergehalt des lebenden Baumes
in % des Gewichtes.

Holzgattung	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	September	November	Dezember
Harte Hölzer:										
Ahorn, Birke, Eiche, Buche, Ulme	41	38	36	36	39	35	39	38	34	41
Weiche Hölzer:										
Erle, Espe, Linde, Ka- stanie, Weide, Pappel	53	53	48	47	47	47	50	47	45	53
Nadelholz:										
Fichte, Kiefer, Lärche	60	58	59	54	60	61	60	58	54	60
Mittelwerte	<u>51·3</u>	<u>49·6</u>	<u>47·6</u>	<u>46·3</u>	<u>48·6</u>	<u>47·6</u>	<u>49·6</u>	<u>47·6</u>	<u>44·3</u>	<u>51·3</u>
Tanne	51	42	55	45	48	52	53	54	49	51
Rottanne	58	57	60	50	59	—	54	—	—	—

Der Wassergehalt des Splintes hängt ab von: dem Feuchtigkeitsgehalte der Luft, der vorhergegangenen Witterungsperiode, dem Wassergehalte des Bodens und besonderen Umständen.

H o l z g a t t u n g	Wassergehalt des grünen Holzes in % des Gewichtes	Schwinden in % der Länge		Quellen bei einer Wasseraufnahme bis zur vollen Sättigung in % der Länge		Zunahme infolge Durchmässung in % an			
		|| Faser		|| Faser			Raum	Gewicht	
		|| Halbmesser	|| Halbmesser	|| Halbm.	|| Halbm.				
Mittelwerte		0.1	3-5	6-15	0.1	3-5	6-15		
Fichte (Rottanne)	45.2	(0.076-0.09 0.076)	(1.1-2.8 2.41)	(2.0-7.3 6.18)	0.076	2.4	6.18	4.4-8.6	70-166
Tanne (Weißtanne)	37.1	0.086-0.122	1.7-4.82	4.1-8.13	0.104	4.82	8.13	3.6-7.2	83-123
" jung		0.122	2.91	6.72					
" 300 Jahre alt		0.086	4.82	8.13					
Lärche	25.7	(0.013-0.288 0.075)	(0.3-7.3 2.17)	(1.4-7.1 6.32)	0.075	2.17	6.3		
Kiefer (Föhre)	39.7	(0.008-0.201 0.120)	(0.6-3.8 3.04)	(2.0-6.8 5.72)	0.12	3.04	5.72		
Pitch pine*)			1.6-4.6		0.6				
Stiel-Eiche	22-39	0.2-0.3	2.65-3.3	0.8-7.3	0.4 ¹⁾	3.9 ¹⁾	7.55 ¹⁾	5.5-7.9	60-91
Trauben-Eiche	27-32	0.028-0.435	1.1-7.5	2.5-1.05	0.32 ²⁾	2.6 ²⁾	5.59 ²⁾		
Eiche, jung		0.400	3.90	7.55	0.12 ³⁾	3.13 ³⁾	7.78 ³⁾		
" 300 Jahre alt		0.130	3.13	7.78					
Rot-Buche	20-43	(0.20-0.34 0.200)	(2.3-6 5.03)	(5-10.7 8.06)	0.2	5.03	8.06	9.5-11.8	63-99
Weiß-Buche	20	0.21, 0.40	6.82, 6.66	8.00, 10.90	0.124	2.94	6.22	9.7	102
Ulm (Rüster)	24-44	(0.014-0.628 0.124)	(1.2-4.6 2.94)	(2.7-8.5 6.22)	0.821 ¹⁾ 0.187 ³⁾	4.05 ¹⁾ 3.84 ²⁾	6.56 ¹⁾ 7.02 ³⁾	7.5	70

*) sprich: pîtsch peîn (engl.)

1) junges Holz. — 2) gedämpftes Holz. — 3) altes Holz.

Die mit schrägen Ziffern gedruckten Zahlen sind von Laves.

Der Wassergehalt beträgt für:

grünes Holz bis 37% des Gewichtes
 gut ausgetrocknetes 20—25 " " "
 lufttrockenes Laubholz 17 " " "
 " Nadelholz 10 " " "

Lufttrocken ist Holz erst frühestens 2¹/₂ Jahre nach dem Fällen.

Holzgattung	Wassergehalt des grünen Holzes in % des Gewichtes	Schwinden in % der Länge			Quellen bei einer Wasseraufnahme bis zur vollen Sättigung in % der Länge				
		|| Faser		|| Halbm. | Halbm.		|| Faser		|| Halbm. | Halbm.	
		|| Faser	|| Halbmesser | Halbmesser	|| Faser	|| Halbmesser | Halbmesser	|| Faser	|| Halbm. | Halbm.	|| Faser	|| Halbm. | Halbm.
Esche	14—34	0·187—0·821	2·6—11·8	0·5—7·8	4·05	6·56			
" jung		0·821			3·84	7·02			
" 300 Jahre alt		0·187			3·35	6·59			
Ahorn	30	0·072	2·06	2·97	3·86	3·19	0·50	3·05	3·19
Birke		0·222	3·05	3·86	7·19	8·17			
" russische		0·065			2·91	5·07			
Erle	41	0·369	3·16	2·91	4·15	5·07	0·30	3·16	4·15
Linde	47	0·208	1·08	7·79	1·72	11·50			
Pappel	50	0·125	1·03	2·59	1·06	6·40	0·05	2·07	1·90
Weide	60	0·697	2·48		1·90	7·31			
Trauerweide		0·330			2·55	6·91			
Espe					3·97	3·33			
Roßkastanie		0·088	1·84		5·82				
Mahagoni		0·110	1·04	1·04	1·79				
Zeder		0·017	1·30	1·30	3·38				
Buchsbaum		0·026	6·02	6·02	10·20				
Ebenholz		0·010	2·13	2·13	4·07				
Apfelbaum		0·109	3·00	3·00	7·39				
Birnbaum		0·228	3·94	3·94	12·70				
Kirschbaum		0·112	2·85	2·85	6·95				
Nußbaum		0·223	3·53	3·53	6·25				
Pflaumenbaum		0·025	2·02	2·02	5·22				

§ 4. Quellen und Schwinden.

Wenn der Wassergehalt des Holzes zunimmt, so dehnt sich die Holzmasse aus: es erfolgt ein *Quellen* (Schwellen).

Eine Abnahme des Wassergehaltes hat ein Zusammenziehen zur Folge: das *Schwinden* (Schrumpfen).

Quellen und Schwinden sind proportional der Zu- und Abnahme der Luftfeuchtigkeit.

Diese Veränderungen der Gestalt des Holzes infolge des Quellens und Schwindens heißt man *Werfen*. Sie bilden einen großen Mangel der Holzkonstruktionen, weil sie Risse, Verdrehungen, Lockerungen der Verbände usw. nach sich ziehen. Sie treten besonders dann auf, wenn das Holz durch Regen usw. naß wird, oder das nasse Holz austrocknet.

Es findet ununterbrochen, wenn auch nicht immer deutlich merkbar, ein Ausdehnen und Zusammenziehen statt, weil der Wassergehalt des Holzes fortwährend zu- und abnimmt. Wenn auch dieses beständige „Arbeiten“ des Holzes viele Übelstände zur Folge hat, so wäre doch dessen Aufhören ein schlechtes Zeichen.

Vorkehrungen gegen das Quellen und Schwinden.

1. Gegen das Quellen.

Man muß dem Zutritt der Nässe vorbeugen, indem man die Holzkonstruktion:

a) mit den in § 5 angegebenen Schutzmitteln anstreicht, tränkt oder imprägniert;

b) mit einer besonderen Schutzkonstruktion (Verschalung, Verkleidung, Verdachung usw.) versieht.

2. Gegen das Schwinden.

I.

Das Holz ist zu einer Zeit zu fällen, wo es nur wenig Saft enthält (§ 3).

II.

Bevor man es verwendet, ist ihm möglichst viel Saft zu entziehen,

a) indem man den unteren Teil des Stammes einige Monate vor dem Fällen entrindet, damit der Saft austreten und abfließen kann (Ringeln der Bäume).

b) mittels Lufttrocknen: Austrocknen durch Liegenlassen an freier, trockener Luft, unter Dach, gegen Regen und Erdfeuchtigkeit sowie gegen Sonnenschein geschützt, in Schuppen bei Zimmerholz, in Lagerräumen bei Tischlerholz. Dieses Verfahren ist besser als (c)...(e). Die Zeiterfordernis beträgt 1—4 Jahre, bei Eiche mehr.

c) durch künstliches Austrocknen in geheizten Trockenkammern oder Öfen mittels durchstreichenden heißen Luftstromes. Dies Verfahren ist rascher als (b). Die Temperatur der Luft muß sein

40° bei Eiche	80°—95° bei dünnem Nadelholz
30—40° „ Laubholz	50° „ dickem „

d) mittels Auslaugen durch Liegenlassen in fließendem Wasser (während 1—2 Monaten).

e) durch Dämpfen: am wirksamsten.

III.

Weil aber auch gut ausgetrocknetes Holz immer noch schwindet, so muß man trachten, das Schwinden möglichst unschädlich zu machen:

a) Größere Holzkonstruktionen sind aus einzelnen ineinander verschieblichen Teilen zusammzusetzen (siehe Türen, Wände u. dgl.).

b) Beim Zerteilen des Stammes in Balken, Pfosten, Bretter usw. ist darauf zu achten, daß das Schwinden $A < B < C$ (siehe S. 9) und das Splintholz stärker schwindet als Kernholz (§ 4). Wie sich das geltend macht, zeigen die Abb. 1—4.

Abb. 1.

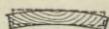


Abb. 2.



Abb. 3.



Abb. 4.



Am besten wäre es, wenn die Mitte der Balken, Pfosten, Bretter usw. stets mit der Stammachse zusammenfiel (Abb. 2 und 5).

§ 5. Fäulnis.

Läßt man „grünes“ (frisch geschlagenes) Holz längere Zeit unentzündet in Wärme liegen, so „erstickt“ es („läuft es an“). Das ist unschädlich, falls das Holz rasch geschnitten und gut getrocknet wird.

Wenn das Holz wegen Mangel an Luftwechsel nicht austrocknen kann, so „modert“, „stockt“, „fault“ es: es tritt „trockene“ Fäulnis ein, wobei das Holz eine weiße Farbe annimmt und zerreiblich wird.

Kommt es aber mit nasser Erde in Berührung, liegt es unter Wasser, oder befindet es sich abwechselnd im Trockenen und in Nässe, so erfolgt „nasse“ Fäulnis: es wird rötlich bis schwärzlich und mürbe.

Bei Berührung mit Mörtel und frischem oder feuchtem Mauerwerk entsteht die Humifizierung (beginnende Kohlebildung).

Vorkehrungen gegen Faulen.

1. Man soll nur gutes, gesundes, trockenes Holz verwenden und dafür sorgen, daß es stets trocken bleibt und immer frische Luft zutreten kann.

2. Anstriche mit: Leinöl, Ölfarbe, Leinölfirnis, Holzteer; 2 Vol. Steinkohlenteer + 1 Vol. Holzteer + etwas Harz, aufgekocht + 4 Vol. trocken gelöschter Kalk; Avenarius-Karbolium (!) usw.

Nasses Holz darf man nie anstreichen, weil sonst das Austrocknen verhindert wird und das Holz erstickt.

Waldfeuchtes Holz soll man erst nach 1—2 Jahren anstreichen.

3. Tränken mit: Talk, Wachs, Paraffin, Leinöl usw.

4. Durchtränken (Imprägnieren) mit:

- a) 1 Gewichtsteil Zinkchlorid + 15 Gew. Wasser; *Burnettieren* (nach Burnett¹⁾): sehr gut. — Bedarf: Buche, Kiefer 160—200, Eiche 90—110 kg/m^3 .
- b) 1·5 Gew. Kupfervitriol + 100 Gew. Wasser; *Boucherisieren* (nach Bouchérie²⁾): selten. — Bedarf: 9·5 kg/m^3 .
- c) Eisenvitriol-Lösung; *Paymesieren* (nach Payne³⁾.
- d) Eisenvitriol + schwefelsaure Tonerde (nach Hasselmann).
- e) 1 Gew. Quecksilberchlorid + 150 Gew. Wasser; *Kyansieren* (nach Kyan⁴⁾): große Vorsicht erforderlich, weil das Sublimat giftig ist.
- f) Kreosotöl (nach Bethell). — Bedarf: Kiefer 140—250, Eiche 80—90, Buche 270—300 kg/m^3 .
- g) Chlorzink und Teeröl (nach Rütgens).
- h) Ammoniumsulfat gemengt mit Ammoniumborat (nach Gautsch).
- i) Phenol, Naphthalin, Teerölen usw.

Durch das Imprägnieren wird das Holz härter, schwerer und schwerer bearbeitbar. Salze machen es spröder, Teeröle elastischer.

Man soll das frisch gefällte Holz 6 bis 8 Stunden lang in ein Vakuum geben und dann durch 6—12 Stunden unter 6—10 at Druck in die Imprägnierungsflüssigkeit legen.

§ 6. Holzschwamm.

Der Schwamm (vom Holzschwamm, Haus- oder Tränenschwamm, merulius lacrimans oder auch vom Lohbeet-Löcherpilz herrührend) ist der gefährlichste Feind der Holzkonstruktionen. Alle zu seiner Verhütung anzuwendenden Vorkehrungen (III) sind bei der Ausführung eines Gebäudes auf das sorgfältigste zu beachten. Denn ist der Schwamm einmal in ein Haus gekommen, dann ist es nur sehr schwer, oft gar nicht, immer aber nur mit großen Kosten und Schwierigkeiten möglich, ihn zu vertilgen.

I. Kennzeichen.

1. Anfangs treten am Holze einzelne kleine weiße Flecke auf, die immer größer werden und später ein feines silberfarbiges Netz bilden, das schließlich blättrig und dann aschgrau wird und einen Seidenglanz annimmt.
2. Das faserige Gefüge des Holzes geht in ein erdiges über. Die Farbe wird gelblichbraun.
3. Beim Anschlagen gibt das Holz einen dumpfen Klang.
4. Es entsteht ein übler, modriger, faulig-pfeffriger Geruch.
5. Bei unangestrichenem Holze bilden sich kleine, schwarze, verstreute Fleckchen mit schimmelartigem Anfluge. Ist das Holz mit Ölfarbe, Teer oder Firnis angestrichen, so gibt der Anstrich beim Aufdrücken nach. Bei einem Leimfarbeanstrich oder Putz stehen einzelne Teile der Farbe oder des Putzes pelzartig vor.

II. Verhütung.

Man soll:

1. nur gutes, gesundes, kerniges, gut ausgetrocknetes, nicht zu junges, nicht außer der Fällzeit geschlagenes Holz verwenden;

¹⁾ spricht: Börnett — ²⁾ spricht: Buscherie — ³⁾ spricht: Pän — ⁴⁾ spricht: Keien.

2. vorsorgen, daß stets frische, trockene Luft, aber keine Feuchtigkeit zum Holze zutreten kann.

3. keine Stoffe verwenden, die den Schwamm zuführen oder züchten können (z. B. organische Bestandteile enthaltenden Deckenschutt, altes Holz usw.).

III. Vertilgung.

1. Vor allem hat man für den Zutritt von frischer, trockener Luft zu den ergriffenen und gefährdeten Bauteilen zu sorgen; es sind sofort die Balkenköpfe bloßzulegen.

2. Alle vom Schwamme ergriffenen Teile und auch die, bei denen nur der Verdacht besteht, muß man entfernen und durch frische ersetzen. Die beseitigten angegriffenen Holzteile sind zu verbrennen.

3. Die umliegenden Mauerfugen sind bestens auszukratzen,

4. die zur Verhütung empfohlenen Vorkehrungen (II) zu treffen,

5. das Holz und das benachbarte Mauerwerk mit einem Schutzmittel zu bestreichen. Als solche werden verwendet:

- a) 3 Gew. Kupfervitriol in 0·5 Gew. Salzsäure gelöst + 0·5 Gew. Schwefelsäure: sehr gut.
- b) 1 Gew. Quecksilberchlorid + 100 Gew. Kalkwasser: sehr gut, aber giftig, daher nicht bei bewohnten Räumen.
- c) 1 Gew. Zinkchlorid + 50 Gew. Wasser: billiger, aber minder wirksam.
- d) Kreosotöl, Petroleum, Kassiaöl, Steinkohlenteer, konzentrierte Kochsalzlösung: nur auf kurze Zeit wirksam.
- e) Karbolineum: sehr gut.
- f) 200 l Torfasche + 20 l Kochsalz + 0·5 Salmiak, mit kochendem Wasser bis zur Sättigung gemischt.
- g) Antinonin, Mykothanaton, Antimerulion, Mikrosol, Solatol.

§ 7. Schutz gegen Feuer.

Bis heute ist es noch nicht gelungen, Holz durch Anstriche oder Imprägnierungen unverbrennlich zu machen. Man hat dadurch nur erreicht, daß es schwer Feuer fängt und nicht mit Flamme brennt.

Am einfachsten erzielt man einen Schutz gegen Feuer durch einen Mörtelputz.

Einen guten Schutz bietet ein Umhüllen mit 8 mm dicker Asbestpappe.

Anstriche.

1. Wasserglas: wirkt nur auf kurze Zeit.
2. Farbenwasserglas (Wasserglas mit Teigfarben gemischt): gut.
3. Wasserglas + Ton oder Kreide, 5—6mal anstreichen: gut.
4. 25 Gew. Schwerspatpulver + 1 Gew. Zinkweiß + 20 Gew. Wasser, dann + 25 Gew. Wasserglas, 3mal auftragen: sehr gut.
5. Chlorkalziumlösung, worin gebrannter Kalk gelöscht worden ist.
6. Gesättigte Lösung von schwefel- und phosphorsaurem Ammoniak.

7. Gips; borsaure Kalkerde; Käsefarben.
8. Wolfram-, phosphor- und kieselsaure Verbindungen des Natriums: schützen auf längere Zeit.
9. Alaun: nicht zu empfehlen.

§ 8. Dauer.

Die Dauer des Holzes hängt ab von:

1. seinem Gefüge und Saftgehalte.

- a) sehr dauerhaft: feinjähriges, saftarmes Holz, namentlich dichtes, festes Kernholz.
- b) minder dauerhaft: „überständige“ (alte) Bäume.
- c) wenig dauerhaft: junges, stark poröses, schwammiges und saftreiches Holz.

2. dem Standorte. Die Dauer ist größer, wenn der Baum frei gestanden, als wenn er sich inmitten anderer Bäume befunden hat; ebenso wenn er auf magerem oder trockenem Boden stand, als bei fettem oder nassem Boden. Nadelhölzer, die in Kälte aufwuchsen (auf rauhen Höhen, in nördlichen Gegenden), geben ein dauerhafteres Holz, als wenn sie wärmeren Lagen entstammen.

- 3 der Fällzeit (§ 10).

4. der Verwendung. Das Holz hat eine große Dauer, wenn es gegen Nässe und Witterung geschützt ist. Holz, das sich abwechselnd im Trockenem und in Nässe befindet, geht rasch zu Grunde. Bei Wasserbauten, Fundamenten usw. sollen die Holzkonstruktionen *beständig unter Wasser liegen*.

In Ton-, Lehm oder nassem Sandboden hält sich das Holz sehr gut, minder aber in trockenem Sandboden, noch schlechter in Kalkboden.

Tanne (Weißtanne): lange Dauer, wenn beständig unter Wasser oder im Trockenem; geringe, wenn Nässe und Trockenheit wechseln.

Fichte (Rottanne): infolge des größeren Harzgehaltes, auch wenn dem Witterungswechsel ausgesetzt, dauerhafter als Tannenholz.

Lärche: wegen des großen Harzgehaltes sowohl im Trockenem als auch dem Witterungswechsel ausgesetzt von größter Dauer; leidet nicht durch Wurmfraß; wird unter Wasser steinhart. Neben der Eiche das beste Bauholz.

Kiefer (Föhre): sehr große Dauer, weil sehr harzreich. Gesundes Kernholz verträgt auch den Wechsel von Nässe mit Trockenheit. Trocken wird das Kiefernholz leicht von Insekten angegriffen.

Dauerhafter als die europäische Kiefer ist die amerikanische *Yellow pine*¹⁾ und noch mehr die *Pitch pine*²⁾ (Pechkiefer).

Schwarzföhre: gegen Wasser so widerstandsfähig wie Lärche.

Eiche (Sommer- oder Stiel- und Winter- oder Steineiche): größte Dauer, sowohl im Wasser als auch im Erdreich oder dem Witterungswechsel ausgesetzt. Bestes Bauholz.

Rotbuche: große Dauer unter Wasser, geringe im Freien, fault dann leicht; ist dem Wurmfraß am stärksten ausgesetzt.

Weißbuche, Pappel: werden seltener verwendet.

¹⁾ sprich: jellou pein (engl.)

²⁾ „ pitsch „ „

Ulme (Rüster): große Dauer sowohl im Freien als auch unter Wasser und im Trockenem; unterliegt nicht dem Wurmfraße.

Esche: geringe Dauer, wenn dem Witterungswechsel ausgesetzt; im Boden gar keine. Junges Holz im Trockenem verfällt leicht dem Wurmfraße.

Schwarzerle: geringe Dauer an der Luft, große im Wasser.

Weißerle: geringere Dauer.

Die dauerhaftesten Hölzer sind: Eiche und Lärche.

Dauer der Hölzer in Jahren.

Holzgattung	unter Wasser	in beständiger		bei Wechsel von Nässe und Trockenheit		im Freien		im Boden abgefaut nach Jahren	Schwellen		
		Nässe	Trockenheit	an der Luft	von der Luft abgeschl.	geschützt	nichtgeschützt		getränkt	unge-tränkt	
Fichte . .	50	60	900	45 6-13*)	20	50-75	40-70	10	} im Splint an der Erde	4-5	9-22
Tanne . .	ziemlich groß	70	900	50	25	ziemlich groß		10		4-5	9-22
Lärche . .	80	600	1800	90	150	90-95	40-85	—		7-9	14-18
Kiefer . .	80	500	1000	80	120	90-95	40-85	10		7-9	14-18
Stiel-Eiche	200	700	1800 200*)	120 100*)	200	100	100	10		15-20	20-30
Trauben „	100	—	—	—	—	100	100	10		15-20	20-30
Rotbuche .		10	800	20	5	15-95	10-60	5		14-16	
Weißbuche	70-100	750	1000	80	130	15-95	10-60	5		2-5-3	15-30
Ulme . . .	90	1000	1500	100	180	80-100	60-90	8		2-5-3	15-30
Esche . . .	unhaltb.	10	500	20	3	30-95	15-64	8		2	
Ahorn . .	„	20	1000	10	5	ziemlich groß	sehr gering	5-8	—		
Birke . . .	„	10	500	5	3	20-38	15-40	5-8	—		
Erle . . .	100	80	400	5	2	25-38	20-40	5	—		
Linde . . .	unhaltb.	—	—	—	—	ziemlich groß	sehr gering	5	—		
Pappel . .	„	10	500	3	1	25-35	20-40	5	—		
Weide . . .	„	20	600	5	4	35-40	30	—	—		

*) Als Bauteile.

§ 9. Kennzeichen guten Bauholzes.

Gutes Bauholz muß sein:

- möglichst trocken, weil saftreiches Holz zu stark schwindet und leicht zu Grunde geht;
- gerade gewachsen;
- vollkommen gesund, frei von morschen, verfaulten Teilen;
- möglichst frei von groben, dichtsitzenden Ästen.

Krankheiten am lebenden Baume:

a) *Rostfäule*: das kranke Holz wird rot bis braun und geht schließlich in eine leicht zerreibliche Masse über. Je nach dem Sitze der Krankheit: Kern-, Splint- oder Astfäule.

b) Weißfäule: das kranke Holz wird weiß und zerfällt. Sitz der Krankheit: Stammachse.

c) Ringfäule: die Jahresringe nehmen eine hellere Farbe an; das kranke Holz saugt gierig Wasser auf; beim Austrocknen entstehen Risse in der Richtung der Jahresringe.

d) Brand: Absterben des Holzes von außen infolge Verletzung der Rinde.

e) Krebs oder *Kropf:* Aussackung des Holzes und der Rinde am Ansatz der Äste an den Stamm.

f) Frostrisse oder *Eisklüfte:* Risse, die sich radial nach außen erweitern.

g) Waldrisse oder *Spiegelklüfte:* erweitern sich nach innen.

h) Drehwuchs: die Fasern haben die Gestalt von Schraubenlinien; schwer zu bearbeiten, geringe Festigkeit, wirft sich stets.

Kennzeichen guten Holzes:

a) heller Klang beim Anschlagen;

b) reine, rißfreie, fleckenlose Rinde;

c) lebhaftes Grün der Blätter;

d) reine Farbe;

e) gleichmäßige Jahresringe;

f) frischer Geruch;

g) Fehlen von Rissen und Sprüngen.

1. Gesundes Holz: ≤ 0.1 seines Volumens schadhaft.

2. Anbrüchiges „ ≤ 0.5 „ „ „

3. morsches „ > 0.5 „ „ „
(modriges „

Schlechte Zeichen:

a) wesentliches Abweichen der Farbe von der gewöhnlichen;

b) riß- und spaltenreiche Rinde;

c) stark mit Schwämmen, Moos und Flechten bedeckte Rinde;

d) abgestorbene Wurzeln oder Wipfel.

Ein Holz, dessen Jahresringe gleichmäßig ausgebildet sind, ist besser als eines mit bald schmalen, bald breiten Ringen.

Bei einem Baume, der sich noch im Wachsen befindet, ist das Holz an der Wurzel und im Kern besser als am Wipfel und im Splint. Ist der Baum aber „überständig“, d. h. hat er die Reife schon überschritten, so haben Wipfel und Splint festeres Holz.

Einzeln stehende Bäume haben festeres und dauerhafteres Holz als Waldbäume. Bäume, die auf hartem trockenem Boden wachsen, haben härteres Holz als solche auf fettem, feuchten Boden.

§ 10. Fällen der Bäume.

Während einerseits die Ansicht herrscht, daß das im Winter gefällte Holz stets dauerhafter ist als das im Sommer geschlagene, wird andererseits wieder behauptet, daß die Fällzeit diesen Einfluß nicht ausübt, und von dritter Seite, daß für Laubholz die Fällzeit belanglos sei, daß aber im Winter geschlagenes Nadelholz eine größere Dauer besitzt.

Wenn das Holz lange Zeit unter der Rinde im Walde liegen bleiben muß, oder wenn es leicht erstickt (Esche, Ahorn usw.), dann soll man es im Winter fällen.

Als geeignetste Fällzeit gelten von jeher die Wintermonate, November bis Februar, namentlich Mitte Dezember bis Mitte Jänner, hauptsächlich darum, weil zu dieser Zeit die Arbeitskräfte am leichtesten und billigsten zu bekommen sind.

Das Holz wird gleich nach dem Fällen entästet und entrindet und dann „abgelängt“ d. h. auf bestimmte Längen zugeschnitten. Besonders starke oder lange Hölzer werden im Walde roh behauen („bewaldrechtet“).

§ 11. Bauhölzer.

1 Festmeter (*fm*) = 1 m^3 feste Holzmasse.

1 Raummeter (*rm*) = 1 m^3 geschichtete Holzmasse.

I. Unbearbeitetes Bauholz.

Rundholz: von den Ästen und Wurzeln befreite und entrindete Stämme.

Marktgrößen des Rundholzes für Wien:

Durchmesser $D = 15-50 \text{ cm}$

Zunahme $\Delta D = 5 \text{ „}$

Schalholz: schwaches, mit der Axt kreuzweise in 4 Teile gespaltenes Rundholz.

II. Bearbeitetes Bauholz.

A. Balken.

Stärke $\leq 8 \text{ cm}$.

Sie werden *a*) mit der Axt beschlagen oder *b*) mit der Säge geschnitten.

Die Balken sind: splintfrei und *a*) scharfkantig oder *b*) vollkantig oder *c*) baukantig

Ohne scharfe Kanten, mit der Axt beschlagen, heißen die Balken wahnkantig (waldkantig, baukantig).

Bezimertes (mit der Axt beschlagenes) Bauholz:

gangbar: 8/8, 8, 10·5, 10·5/13, 13/15·5, 15·5/18·5, 18·5/21, 21/23·5 *cm*.

seltener: 8/11, 10·5/10·5, 10/12, 13·5/13·5, 10·5/15·5, 13/15, 15·5/21, 18·5/23·5, 21/26·5.

Wenn man aus einem Stamm schneidet:

- | | | |
|---|-------------------------|--------------------|
| 1 | Balken, so ergibt sich: | Ganzholz (Abb. 5) |
| 2 | „ „ „ „ | Halbholz (Abb. 6) |
| 3 | „ „ „ „ | Kreuzholz (Abb. 7) |

Abb. 5.



Abb. 6.

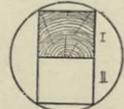
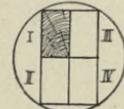


Abb. 7.



Wasserholz*): Tanne, Fichte

Bahnholz: Tanne, Fichte, Lärche

*) Qualität IR = rein.

„ IHR = halbrein.

„ II = gut.

„ III = Ausschuß.

„ IV = Brennboard o. Bord.

Übliche Abmessungen
des geschnittenen Kantbaulholzes für Wien:

Breite cm	Höhe cm	Breite cm	Höhe cm	Breite cm	Höhe cm
5	5	16	16	27	27
	8		19		30
6	6	17	17	28	28
	8		20		31
7	7	18	18	29	29
	9		21		32
8	8	19	19	30	30
	10		22		34
9	9	20	20	31	31
	12		23		35
10	10	21	21	32	32
	13		24		36
11	11	22	22	33	33
	14		25		37
12	12	23	23	34	34
	15		26		38
13	13	24	24	35	35
	16		27		39
14	14	25	25	36	36
	17		28		40
15	15	26	26	40	40
	18		29		40

Normalien des Innungsverbandes
deutscher Baugewerksmeister:

Breite cm	Höhe cm	Breite cm	Höhe cm
8	8	18	18
	10		20
10	10		22
	12		24
	14	20	20
12	12		22
	14		24
	16		26
14	14	22	28
	16	24	24
	18		26
	20		30
16	16	26	25
	18		28
	20	28	28
	22		30

Schließen:

Rastschließen: 10·5/13, 13/15·5, 15·5/18·5 cm.

Günstigster Balkenquerschnitt (falls b die Breite und h die Höhe bedeuten):

- a) für größte Tragfähigkeit $b:h = 1:\sqrt{2}$ $b \cong 0.7 h$
 b) für größte Steifigkeit $b:h = 4:7$.

B. Schnittholz.

Länge = 3, 3.5, 4, 4.5, 5, 5.5, 6 m.

„ bei uns gewöhnlich = 4 m.

1. breite Sorten. Breite ≥ 6 cm und $> 2 \times$ Dicke.

a) besäumt.

α) parallel geschnitten.

β) konisch

b) unbesäumt: Kiefer und die wertvollen Laubhölzer.

2. Kantholz: Breite $\leq 2 \times$ Dicke

I. Bretter (Laden, Dielen, Borde) Dicke ≤ 4 cm

Bretter	Dicke mm	Breite cm
Furniere	0.8—5	
Dickten (Tavollette)	5—8	
Kisten-Bretter	5—20	8—24
Verschlag- „	15, 18	15—20
Schal- „ (österr.)	13	8 u. mehr
„ „ (deutsch)	20, 26, 30	16—21
Einschneide „	26	10—19
Tischler- „	30—35	
Rüst- „	35	20—30
Fußboden- „	30, 33, 40	
Spund- „		
ganze	40	26—31
halbe	30—35	„
Täfer- „	12—18	10—13
Sattel- „	30	29
Fußtafeln „ 2	26.5	26.5
Schiffböden	25	7.5
Bödseiten	35	„
Friese (Rohfriese) } *)	28—33	6—14
Riemen		
Schmalfriese	„	4—6
Feil-Laden *)	20	16—24
Bank- „	26	21—26
Schuh- „	30	29—32
Hof- „	13	15.5
Spitzer- „	20	unter 15.5
Kohl- „	20	18.5
Teil- „	20	18.5
Locker- „	17	20—23.5

*) Länge = 25 cm und mehr; gebräuchlich = 30—400 cm.

Kärntner Schnittholz.

Länge = 4.1 m.

Bezeichnung		Dicke cm	
Drittel-Bretter		1	
Halb- " "	Scurette	1.5	
Gemein-Laden	Tavoletti	2	
Bretter	Tavole	2.5	
Reich-Laden	Pajoli	3	
Pfosten, Boden-Laden	Ponticelli	3.5	
		4	
Dielen	Ponti	4.5	
		5	
Bohlen, Doppelbretter	Palancoli	5.5	
		6	
		Dicke cm	Breite cm
Stollen	Moraloni	10.5	10.5
		11.5	11.5
Staffel	Morali	8	8
		7.5	7.5
Latten	Moraletti	7	7
		5	5
Halblatten	Correnti	6	6
		3	6
Halbstaffel	Mezzomorali	4	8
		3.8	7.5
		3.5	7

Staffel.

46/46, 53/53, 46/65, 53/80, 80/80, 80/105, 105/105 cm.

Länge: 3.8, 4, 4.5, 4.75, 5, 5.3, 5.7, 6 m.

Triester Bezeichnungen.

Schnittware in Tanne und Fichte.

Länge = 4 m

Bretter (Tarole)
 $\frac{3}{4}$ " ($\frac{1}{4}$ ")
 $\frac{1}{2}$ " (Scurette)
 $1\frac{1}{4}$ zöllige Pfosten (Ponticelli)
 $1\frac{1}{2}$ " " (Ponti)
 Bohlen (Palancoli)

II. Pfosten (Bohlen, Planken).

Dicke > 4 und ≤ 8 cm
 = 5–8 cm gewöhnlich
 = 8 cm: Planken
 Breite = 26–32 cm

Bezeichnung	Stärke mm	Breite cm	Länge m
Gerüst-Pfosten	53	26·5—31·5	3·8, 4·75, 5·7
Halb- "	53, 66, 80	15·5	"
Dielen	48—60	29	4·5
Rahmen	50, 60, 70	7	"
Rahmenschenkel	70	10—12	"

III. Latten u. dgl.

Bezeichnung	Dicke cm	Breite cm
Latten	2·5 3·3 3·5 4 4·3	2·5 5 7 8 6·5
Schindel- "	2	4, 6, 5, 5·3
Ziegel- "	2·6, 3·3	4·6, 5, 5·3
Dach- "	2·5, 3	6
Spalier- "	1·2, 2 2	2 3
Staketten- "	2·6	2·6
Gipsen- "	1·2	2·4, 3, 3·6, 4·8
Speis- "	0·5	3·5
Doppel- Polsterholz " }	5	8
Fugleisten	1·3	4, 4·6, 5·3
Fensterholz	4, 5 4·7—6·5	5 4·7—8
Rahmen	6 7 7·5 9·5	6 7, 9·5 7·5 9·5
Staffel } Stollen }	7, 9·5 8 10 12	9·5 8 10, 12 12
Kantel, 1 m lang	5 8	5 8

3. Spaltholz,

vorzugsweise Schindel: 10 cm breit, 40—60 cm lang, $1\frac{1}{4}$ — $1\frac{1}{2}$ cm dick

Scharschindel: 12—18 " " 40—45 " "

Leg " : 18—30 " " 90 " "

Ausschuß " : 32—37 " lang

gewöhnliche " : 39·5 " "

Extra " : 42, 47·5 " "

Holzsortimente.†)

a) oberirdische Holzmasse.

1. Derbholz > 7 cm stark, samt Rinde.2. Reisig (Reiserholz) ≤ 7 " " " "

b) unterirdische Holzmasse, samt dem beim Fällen stehen bleibenden Teil des Schaftes.

3. Stockholz.

I. Lang-Nutzholz. (Rundholz, d. i. von den Ästen und Wurzeln befreite und entrindete Stämme.¹⁾)A. > 14 cm stark¹⁾a) > 8 m lang.

1. Stämme (Baustämme, Stammholz).

Gattung	geringster Durchmesser	Klasse				
		I	II	III	IV	V
Eiche	mittlerer	≥ 60	50—59	40—49	25—39	≤ 25
Laubholz . . .	"	≥ 40	25—39	≤ 25		
Nadelholz . . .	am Abblaß ¹⁾	30 (1·8)	22 (1·8)	17 (1·6)	24 (8)	7
Langholz . . .	"	30*)	30*)	14		
Sägeholz . . .	mittlerer	≥ 40	< 40	beliebig		

Die eingeklammerten Zahlen bedeuten die geringste Länge.

*) Geringste Länge: 4·5, 9, 13·5, 14, 18 m.

2. Bewaldrechtetes Holz. Mit der Hacke werden \parallel Länge Rinde und Splint in 4 Streifen abgetragen, deren Breite \leq Halbmesser.

b) Klötze (Blochhölzer, Blöche): 3...8 m lang.

c) Stempel: 2...2·5, " "

B. ≤ 14 cm stark¹⁾

4. Stangen.

a) Derb-Stangen (Bau-Stangen): > 7 cm starkb) Reis-Stangen (Gert-Stangen): ≤ 7 " "

II. Schicht-Nutzholz: in Schichtmaße eingelegt oder in Wellen gebunden, 1...2 m lang.

A. > 14 cm stark²⁾

Nutz-Scheitholz: gewöhnlich 1 m lang.

B. ≤ 14 cm stark²⁾a) > 7 cm stark: Nutz-Knüppelholz.b) ≤ 7 " " Nutz-Reisig (schwaches Prügelholz, Rutenholz).

III. Brennholz.

Spaltscheite: gespaltene Rundhölzer

 > 14 cm stark.

Knüppel (Prügel): ungespaltene "

 > 7 " "

Reisig (Abfallholz, schwache Prügel, Stangen, Zipfelstücke):

 ≤ 7 " "

Brennrinde.

Stöcke (Wurzelstöcke).

Drehlinge (Dreilinge): 20...25 cm starke, 1·5...2·5 m lange, runde Stammstücke.

†) Hufnagl, Handbuch der kaufmännischen Holzverwertung und des Holzhandels. Taschenbuch für den Forstwirt.

1) 1 m über dem unteren Ende gemessen.

2) am schwächeren Ende.

I. Floßholz.

l Länge (m)
d geringste Zopfstärke (cm).

l	d	l	d	l	d
6	8	11	10	16	18
7	"	12	12	17	"
8	"	13	13	18	19
9	9	14	16	19	20
10	"	15	18	20	21

Schragen, Floßriegel, Unterlagen: 3·5...5·5 m lang, 8...15 cm mittlere Stärke,
Ruder 10 " " 14 " " "
Floßstangen 9 " " 5 " " "
Floßwieden 3...3·5 " " 4...5 " " untere "

II. Land-Bauholz.

Gattung	Stock-Durchmesser cm	Länge m
Hauptträme	50	15
Durchzüge		"
Träme	41—50	13
Wandholz	31—40	11
Sparrenholz	26—30	11
Legholz	16—25	10
Latten (behauene)	10—15	9

Kantholz: 9/12, 12/16, 15/20, 18/24, 21/28 cm usw.

Schnittholz, früher: 5 Linien, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, 1, $1\frac{1}{8}$, $1\frac{1}{4}$, $1\frac{1}{2}$, $1\frac{3}{4}$, 2, $2\frac{1}{2}$, 3, 4 Zoll,
jetzt: 1, 1·5, 2, 2·5, 3, 3·5, 4, 4·5, 5, 6·5, 8, 10 cm.

Klötze: 3, 3·5, 4, 4·5, 5, 5·5, 6 m lang.
14—20 cm geringste Zopfstärke.

III. Brettware.

Gattung	Stärke mm	Länge m	Breite cm
Normalware	> 12	3—6	
a) Schmalware	"	"	10—20
b) Breitware	"	"	≧ 22
Spaltware (Millimeterware)	5—12		
Kürzungsware (Brettabschnitte)	verschieden	< 3	

IV. Wasser- und Brückenbauholz.

Pfähle
Kappbäume: 15—30 cm stark, rund
Zangenhölzer: " " " 4seitig behauen
Wandbäume } ≧ 15 " " rund
Rutenbäume }
Rosthölzer " " " 4kantig
Bruckstreuhölzer: 15—22 " " 4seitig geschnitten
" " " 4 " "
Brückenbäume } ≧ 60 " " " nur oben und unten besäumt
Ensbäume } Höhe: Breite = 7 : 5
Faschinen: 20—30 " " 2·5—3·5 m lang.

Gattung	Stärke cm	Länge cm
V. Schiffbauholz.		
A. Flußschiffe		
Kniehölzer, L-Form, rund	15—20	
B. Seeschiffe		
Mastbäume	≥ 60 (unten)	≥ 36
gerade Hölzer		
eichene	40—60	3—10
buchene	≤ 60	15—20
Krümmlinge		
a) einfache (gebuchtete), C-Form, 4kantig	15—80 cm Seitenlänge, 2·5—5 cm Bucht- od. Krümmstärke auf je 1 m Länge	
b) doppelte (doppelt gebuchtete), S-Form	15—50	3—6·5
c) Kniehölzer, L-Form, 100—110°	15—45	2·5—6·5
d) Gabelhölzer, Y-Form, 30—50°	25—30	2·5—4 (Astlänge.)
VI. Grubenholz.		
Jochholz	15—20 (mittel)	2—3
Stempelholz		
Schachtholz		
VII. Mühlen- und Maschinenbauholz.		
Wellen	60—80	verschieden
Tröge	75—100	1—2
Stampfen (Stempel, Decken)	15—25	3—4
Heime (Hammerstiele)	45—65	verschieden
Preßbäume	80	6—10
Radarme	4—30	verschieden
Radzähne		
Schaufelung		
kleine Wellen		
Schrauben	30—100	1—7
VIII. Spaltholz.		
A. Wagnerholz		
Felgen		
Speichen	6—10	0·65—0·8
Radnaben	5—8	0·5—0·75
Radachsen	20—45	0·2—0·6
Wagnerstangen	15—20	2—3
Krümmlinge	10—16	4—15
Handstiele	15—25	5·5
	4—5	1—5·5
	4—8	0·5—0·85
B. Schindelholz		
Schindel	7—10	
Schleußen(Spalten)	10—20	
C. Binderholz		
Dauben	5—16	
Böden		verschieden
Reifstäbe, I. Sorte		5
" II. "		4
" III. "		3
Reifstäbe für große Fässer		10
Sattelhölzer (Zwiesel) 60—65	13—15	0·75—1·0
D. Tischlerholz—verschieden		

Gattung	Stärke cm	Länge m
X. Holz für landwirtschaftl. Geräte.		
Handstiele	5	1—2
Zaunpfähle	8—28	2—3
Zaunstangen (Aststecken)	3—4	1 5—2
Zaunruten	30 (1 Bund)	2
Weinpfähle	4	1 2—2 5
Hopfenstangen I. Sorte	10 ¹⁾	7 5
„ II. „	5—8	5 3—7 5
Bundwieden	2—3	2—3
Biegel	2	1—2
Wiedenfänger	5—10	3 5—5 5
Korbruten } Besenruten }	1	3
XI. Eisenbahnhölzer.		
Schwellen, einfache	15 3	2 5
„ doppelte	20 3	3 8
Telegraphenstangen	15—20	6—8

¹⁾ am schwachen Ende. — ²⁾ am starken Ende.

§ 12. Verwendung der Hölzer für Bauzwecke.

Holz eignet sich:

- für Bauten, die möglichst rasch ausgeführt werden sollen,
- die nur für eine kurze Dauer bestimmt sind,
- wenn die Baukosten möglichst niedrig sein sollen,
- wenn eine große Feuersicherheit nicht gefordert wird.

Aus den Bauteilen des Aufbaues wird das Holz immer mehr verdrängt, namentlich wegen seiner Feuergefährlichkeit. Am häufigsten verwendet man es noch bei den Dachstühlen, immer weniger für Decken und nur in untergeordneter Weise zu Wänden. Für den inneren Ausbau hat es dagegen eine hervorragende Bedeutung.

1. Nadelholz

ist sehr elastisch, geradwüchsiger, astreiner, leichter, weicher, läßt sich leichter bearbeiten, kann in größeren Längen bezogen werden, verjüngt sich weniger gegen den Wipfel als Laubholz.

Die *Fichte* ist von großer Bedeutung für das Bauwesen. Man verwendet sie für: Tischlerarbeiten, Türstücke, Türflügel, Fußböden usw., Balken, Sparren, Ständer.

Die *Tanne* eignet sich wegen ihrer großen Elastizität und wegen des geringen spezifischen Gewichtes für: Balken, Sparren, Träger; wegen der schönen weißen Farbe, da sie nur wenig Äste hat und sich nicht stark wirft, für: Fußböden, Dachlatten, Tischlerarbeiten; weil sie leicht zu spalten ist, für Schindel.

Die *Lärche* gibt das beste Holz neben der Eiche; es ist sehr fest, sehr elastisch und leicht spaltbar. Man verwendet es für: Wasser- und Grundbauten; Balken, Träger, Schwellen, Rastschließen, Fenster, Türen, Schindel.

Föhre oder *Kiefer*: Da sie härter und minder elastisch ist als die Fichte oder Tanne, ist sie weniger geeignet für Träger; wegen des Geruches, und weil sie sich nicht glatt hobeln läßt, ist sie für Tischlerarbeiten nicht beliebt. Dagegen eignet sie sich für Konstruktionen, die abwechselnd der Trockenheit und der Nässe ausgesetzt sind: Grundpfähle, Roste, Fensterstöcke, Brunnenröhren, Abortschläuche usw.

Zirbelkiefer verwendet man zu Möbeln für selten bewohnte Räume (Villen, Jagdschlösser u. dgl.), weil der starke Geruch Würmer und Ungeziefer nicht aufkommen läßt.

*Pitch pine*¹⁾ und *Yellow pine*²⁾ geben einen gleichwertigen Ersatz für Eichenholz.

Pitch pine bietet einen großen Widerstand gegen Feuchtigkeit, hat aber kein hübsches Aussehen.

Yellow pine verwendet man für: Türen, Fenster, Fußböden, äußere Verschalungen.

2. Laubholz

ist meistens härter als Nadelholz, daher polierbar.

Die *Eiche* gibt das beste, stärkste, dauerhafteste Bauholz. Es ist sehr hart, sehr fest, sehr zäh und biegsam, aber sehr schwer und teuer; nur schwer zu spalten, aber gut zu bearbeiten, quillt und schwindet wenig, wird aber leicht rissig und wurmstichig. Man muß es gut austrocknen, da es sonst reißt und sich wirft. Wegen seiner geringen Elastizität ist es weniger geeignet für Träger als für Stützen; wegen des hohen spezifischen Gewichtes empfiehlt es sich nicht für horizontale Träger.

Verwendung: Wasserbauten, Pfähle, Roste, Ständer, Schindel, Parketten, Stiegenstufen, Fourniere, Möbel, Schwellen.

Die *Rotbuche* wirft sich, den Witterungsverhältnissen ausgesetzt, sehr leicht, wird wurmstichig, fault und stockt leicht. Verwendung: Zimmermannsarbeiten unter Wasser, Treppen, Fußböden, Verschalungen, Möbel.

Die *Weißbuche* ist wenig geeignet für das Bauwesen.

Die *Schwarzerle* wirft sich leicht und ist stark dem Wurmfraße ausgesetzt; sie eignet sich nicht für Konstruktionen im Trockenen, wohl aber im Wasserbau.

Die *Weißerle* ist fester, aber minder dauerhaft als die Schwarzerle und namentlich für Tischler- und Drechslerarbeiten geeignet.

Die *Esche* verwendet man für: Bretter, Möbel, Fourniere.

Die *Pappel* ist weich, zähe, wirft sich wenig. Sie eignet sich für: Fußböden, Drechsler- und Schnitzerarbeiten.

Die *Ulme* ist zu teuer für Hochbauten.

Die *Linde* hat ein weiches, weißes Holz. Man verwendet sie für Bildhauerarbeiten.

Nußholz eignet sich für feine Tischlerarbeiten.

Mahagoni für Luxusarbeiten.

¹⁾ sprich: pitsch pein (engl.)

²⁾ „ jellou „ „

§ 13. Gewicht (kg/m^3).

Sehr schwer: Eiche.

Schwer: Weißbuche, Rotbuche, Pitch pine, Esche.

Leicht: Ulme, Tanne, Kiefer, Erle, Lärche.

Sehr leicht: Fichte, Pappel, Weide.

Holzart	*)	grün 1)	lufttrocken 2)	gedarrt 3)
Ahorn		830—1050 (890)	530—810 (700)	605—620
Akazie		750—1000	580—850	
Apfel		950—1260	660—840	
Birke		750—1090	510—850 (790)	590—610
Birne		960—1070 (950)	610—730	
Buche { Rotbuche		960—1070		
Weißbuche				
Buchs		1200—1260	910—1160	
Ebenholz			1260	
Eberesche		870—1130 (850)	690—890 (960)	
Eiche	800	930—1280 (970)	690—1030 (920)	
Steineiche				
Stieleiche				
Traubeneiche				
Erle		610—1010	420—680	420—430
Esche		700—1140	540—940	610—620
Fichte (Rottanne)	500	400—1070 (890)	350—600 (430)	420—445
Guajak			1170—1390	
Hickory			600—900	
Kiefer (Föhre)	600	380—1080 (910)	310—830 (610)	475—495
Kirsche		1050—1180	760—840	
Lärche	650	520—1000	440—800 (500)	
Linde		680—880	320—600	
Mahagoni			560—1060	
Nuß		910—920	600—810	
Pappel		610—1100 (390)	350—700 (390)	
Pechkiefer				
Pitch pine			780—1030	
Yellow pine			680	
Pflaume		870—1170	680—900	
Robkastanie			580	
Rotbuche	750	850—1120	590—910	555—570
Steineiche			710—1070	
Stieleiche	800	870—1280	530—1030	630—645
Tanne (Weißtanne)	550	770—1230 (890)	370—750 (600)	490—505
Traubeneiche	800	870—1160	530—960	660—675
Ulme (Rüster)		730—1180	560—850	510—520
Weide		790	490—590	
Weißbuche	750	920—1250	620—820	685—700
Zeder			570	

*) Nach den Normalien des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines bei statischen Berechnungen einzusetzen.

1) bei 45% Wassergehalt

2) bei 10—15%

3) unter 110° C künstlich getrocknet (gedarrt).

§ 14. Elastizität.

Die eingeklammerten Zahlen bedeuten den Feuchtigkeitsgehalt.

Holzgat tung	Elastizitätsmaß (E) (kg/cm ²)									
	für eine Beanspruchung auf					Elastizitätsgrenze (r ₀) (kg/cm ²)				
	Zug (E _z)		Druck (E _d)		Biegung (E _b)*	Absche- rung (E _a **)	Zug	Druck	Bie- gung	Verlängerung an der Elastizitäts- grenze
	|| Faser	|| Faser	|| Faser	|| Faser						
		| Bahnm.	| Bahnm.							
Fichte	92000 (16)			99000 (19)	111000 (29)			150+)	230+)	1
	90580			13460	70770	209		180	130	4/70
	61000 (1)			89000 (1)						
	123000 (2)			109000 (2)						
Tanne	139650	9450	3410	172350	75545	235		190	143	1
Lärche	126200			43450	68420	172		240	157	5/00
	90000 (13)			96600 (18)	108000 (23)			155+)	200+)	1
Kiefer	120000			66100	61740	7000		260	197	5/10
	54000 (1)			84000 (1)		170				
	127000 (4)			108000 (2)						
Eiche	10800			103000	100000 (24)	8000				1
Stieleiche	103000	18870	12900	125000	73500	475+)		150+)	215+)	4/30
Tranbeneiche	103000	82600	15930	93300	62000	350		220	271	1
Rotbuche	180000			169000	128000 (17)	282		209	177	5/70
Buche	148000	26970		174300	97600	580+)		100+)	240+)	
Ulm	92100	12000		92100	12000	345		249	198	
	132500	12290	6340	103300	64700	147		155	156	1
Esche	112140	11130	102	98500	—	203		—	—	4/14
										385

*) Falls der Stammkern in der Querschnittsmitte liegt.

**) parallel zur Faser in einer durch die Stammachse gehenden Ebene. Für Kantholz = 0.75 des Betrages für den ganzen Querschnitt.

†) Proportionalitätsgrenze (σ_p) (kg/cm²).

Schwer spaltbar: Weibuche, Ulme, Esche. Leicht spaltbar: Lärche, Eule, Kiefer, Eiche. Sehr leicht spaltbar: Pappel.

Frisch gefälltes junges Holz hat die größte Biegsamkeit. Durch Wasserdampf erweichtes Holz läßt sich beliebig biegen (gebogene Möbel).

§ 15. Festigkeit an der Bruchgrenze (K) (kg/cm^2).

Holzgattung	Zugfestigkeit (K_z)		Druckfestigkeit (K_d)		Biege- festigkeit (K_b)	Scherfestigkeit (K_s)		Drehungsfestigkeit (K_t)		
	A	B	A	B		A	B	A	B ₁	B ₂
			$\frac{K_z}{K_d}$							
Fichte	(750 (16) 746—867		(245 (19) 296—448	2	(420 (29) 744	(40 (38) 42—50	260	1800	1800	
Tanne	111—1048	12—41	425	2	566	42—50	273			
Lärche	941—1390		625	2	663	43—60	246	2000	2000	
Kiefer	(790 (13) 144—1278	15—59	(280 (18) 1444	2	(470 (23) 723	(45 (25) 31—60	210	2800	3000	
Pitch pine	738—843				477		305—403			
Eiche	965		345	$\frac{3}{2}$	600 (24)	75				
Stieleiche	223—1451	44—61	511	$\frac{3}{2}$	800	61—98	349			
Tranbeneiche	223—1451	65—122	258	$\frac{3}{2}$	800	61—98	190			
Buche	1340		320	$\frac{5}{3}$	676 (17)	85				
Rotbuche	111—1527	34—37	612		971	65—81	391			
Weißbuche					1400	85—95				
Ulm	182—1040	22—41	439		826	61				
Esche	522—1210	21—1	439	$\frac{5}{3}$	922	60—65	269			
Ahorn	291—1286	37—72			780—1040	60—65				
Birke	318—648	62—106			875	60—65				
Erle	314—460	17—33			770	62—65				
Linde	938				775	62—65				
Pappel					620—720	40—60				
Mittelwerte Nadelholz Eiche	820 965		410 487		C D 615 665 724 784	46; 125 82; 125				

A: || Faser
 B: ⊥
 B₁: ⊥
 B₂: ⊥
 C: bei rechteckigem Quer-
 schnitte,
 D: bei kreisförmigem Quer-
 schnitte

Bei Zunahme des Feuchtigkeitsgehaltes nimmt die Festigkeit ab. Durch Lagern wächst die Druckfestigkeit.

16. Zulässige Inanspruchnahme (k) (kg/cm^2).

Sicherheitsgrad für:

	Zug	Druck
ruhende Belastung	6	4
provisorische Bauten	6	4
bewegte Lasten		
stoßfrei	7	5
mäßige Stöße	8	6
heftige „	10	7

Holzgattung	zulässige Inanspruchnahme (kg/cm^2) für eine Inanspruchnahme auf					Quelle
	Zug k_z	Druck k_d	Biegung k	Schub k_s		
					⊥	
Eiche Buche	100	70	100	15	30	Normalien des österr. Ingenieur u. Architekten- vereines
Lärche Kiefer Tanne Fichte	80	60	80	10	20	
Esche	100—120	66	—	—	—	*) Vorschriften der Berliner Bau- polizei und der Bauabteilung d. preuß. Ministe- riums d. öffentl. Arbeiten; das übrige nach der „Hütte“
Eiche } Buche }	100*)	80*)	—	20	—	
„ f. Provisorien	120	90	—	20	—	
Kiefer	100*)	60*)	—	10	—	
„ f. Provisorien	120	70	—	15	—	
Tanne	60	50	—	—	—	

III. Kapitel.

Stein.

Die hervorragende Rolle, die der Stein im Bauwesen spielt, ist dadurch begründet, daß er allen Anforderungen, die an einen guten Baustoff gestellt werden, entsprechen kann. Denn die Dauer, welche Bauten aus guten natürlichen Steinen erreichen können, ist schier unbegrenzt, da deren Widerstandsfähigkeit gegen die verderblichen Einflüsse der Witterung und der Luft, gegen Hitze und Kälte, Feuer und Wasser usw. viel größer ist als bei Eisen und Holz. Auch dann, wenn eine große Tragfähigkeit gefordert wird, steht der Stein in erster Linie, und falls ein Gebäude in monumentaler Weise ausgeführt werden soll, wird man auch heute sich des Steines bedienen, weil das Eisen nur unter bestimmten Verhältnissen einen Ersatz bietet.

I. Abteilung.

Natürliche Steine.

§ 1. Technische Eigenschaften.

I. Elastizität.

Eine scharf ausgesprochene Elastizitätsgrenze ist nicht vorhanden. Poröse und weiche Steine entformen sich leicht; homogene und feste Steine zeigen bis zur Bruchgrenze eine ziemlich genaue Proportionalität der Belastung zur Deformation.

Elastizitätsmaß (E) (kg/cm²):

Granit	{ 300000 225000—454000
„ mittelkörnig	270000—510000
„ feinkörnig	120000—288000
Kalkstein, dichter	350000
Dolomit	400000—560000
Weißer Marmor	170000,
Karststein	119700 41160*)
Kaiserstein von Sommerein	205800, 47760*)
Sandstein	82000—378000
„ von Rekawinkel bei Wien	32600
„ Pirna	58000
Brauner Portland-Sandstein	36000
Weißer „ „	45000—70000

*) Gleitmaß (G) (kg/cm²).

Nach Bach ist, wenn l die ursprüngliche Länge, λ die Längenänderung, E das Elastizitätsmaß (kg/cm^2) und σ die Spannung (kg/cm^2) bedeuten,

$$\frac{\lambda}{l} = \frac{\sigma}{E}$$

Granit auf Druck	$E_d = 300000$	$n = 1.12$
„ „ Zug	$E_z = 240000$	1.40

II. Festigkeit.

Während die Druckfestigkeit der natürlichen Steine sehr groß ist, können sie beträchtliche Beanspruchungen auf Zug, Biegung oder Abscherung nicht aufnehmen. Man muß daher die Steinbauten so anlegen, daß vorzugsweise nur Inanspruchnahmen auf Druck erfolgen und solche auf Biegung nur dann, wenn besondere Verhältnisse dazu drängen (Podest-, Balkonplatten, Stiegenstufen u. dgl.). Eine Beanspruchung auf Zug oder auf Abscherung kommt nur sehr selten und bloß ausnahmsweise vor.

1. Festigkeit natürlicher Steine.

Es bedeuten:

K_d die Druckfestigkeit	}	an der Bruchgrenze (kg/cm^2)
K_z „ Zug- „		
K_b „ Biegungs- „		
K_s „ Scher- „		

γ das Einheits-Gewicht (kg/cm^3)

Gestein	K_d		K_z		K_b		K_s	
	Grenzen	Mittel	Grenzen	Mittel	Grenzen	Mittel	Grenzen	Mittel
Quarzit	665—1772	1300						
Gips	50—70	60						
körnig-kristal- linischer Kalk (Marmor)	{ 440—1125 795—1161	{ 650 949	30—66	56	69—198	150	52—107	62 79
dichter Kalk	390—1915	1003	30—103	61	52—210	116	40—122	83
poröser „	65—241	159	5—28	17	18—53	35	15—48	29
Muschel- „	412—1600	700		27			47—65	60
Lias- „	600—1200	900			45—100	70		
Kohlen- „		450						
Oolith „ deutscher	270—1368	820						
französischer		350						
Rogenstein	300—400	450						
Konglomerat	283—1004	618	26—62	44	47—129	80	50—84	65
Jurakalk	624—986	800					67—100	80
Grob „	65—1115	590						
Dolomit	450—1300	870	10—36	20	65—180	120	48—90	75
Hornblende		740						

Gestein	K _d		K _z		K _b		K _s	
	Grenzen	Mittel	Grenzen	Mittel	Grenzen	Mittel	Grenzen	Mittel
Serpentin	800—2000	840	19—45	30	76—210	140	28—127	80
	460—2348	1600	25—81	46	101—242	158	93—195	127
	1232—2021	1581						
Granitporphyr	1000—2600	1670	51—70	61	161—220	191	81—159	120
	525—2700	1670						165
	1344—2326	1835						
Syenit	800—2000	1300		50				94
	773—2880							
Diorit	800—2000	2000		50				
	733—2780							
Diabas	—2757	1900						
Melaphyr	628—1760	1200						
Gabbro	690—2356	1940						
Gneis	870—2840	1700				256		
Glimmerschiefer	780—1040	910			100—120	118	20—30	28
	500—1000	1300						
380—1542								
Trachyt								
Bimsstein		42						
Dolerit	343—1282	813			130—294	200		
Basalt	1000—3700	2350						
" -Lava	500	500						
	160—670							
Chlorit-Schiefer		760						
Lenne- "	1534—1980	1750	7—101	23	23—215	69	23—168	64
Ton- "	628—953	790						
Sandstein	291—1839	990						
Grauwacken- Sandstein	500—1500	1800						
	608—3000							
Kohlen- "	500—1800	620						
	467—1211							
Dyas- "		349						
Bunt- "	190—1445	630	16—37.5	22	32—115	70	10—100	50
						30	13—75	40
Keuper- "	700—1800	650	4—6	5				
	137—1821							
Jura- "	295—1318	700						
Wealden- "	522—753	640						
Quader- "	300—1000	520						
	97—1415							
Grün- "	188—524	495	12.5—17	15	45—75	60	17—32	25
Hils- "		722						
Molasse- "	510—1470	990			24—87	56	20—150	80
Porpyhr-Tuff		350						
Kalk- "		300				95	30—36	33
Bimsstein- "	60—140	100						
Leucit- "		150						

Seite 34—49 nach Prof. Hanisch.

Gestein und Fundort	K _b	K _z	K _d	K _s
Granit	101—242 158	25—81 46	1232—2041 1581	93—195 127
Niederösterreich:				
Limberg	149	32	1844	151
Nondorf bei Gmünd .	138	54	1338	107
Roggendorf b. Pulkau	242	81	1522	145
Sternberg bei Haugschlag	101	25	1268	98
Böhmen:				
Krumau	145	25	1620	113
Maffersdorf	129	34	1332	184
Skuč	236	66	2030	195
Schlesien:				
Schwarzwasser	177	42	2041	135
Porphy	161—220 191	51—70 61	1344—2326 1835	81—159 120
Tirol:				
Branzoll	220	70	2326	159
Waidbruck	161	51	1344	81
Trachyt				
Böhmen:				
Spitzberg bei Pern .	87	45	1010	68
Serpentin				
Tirol:				
Wiesen bei Sterzing	782	56	1580	383
Böhmen:				
Einsiedl b. Marienbad	158	104	1377	176
Kalkstein, dichter .	52—210 116	30—103 61	390—1915 1003	40—122 83
Niederösterreich:				
Hundsheim b. Deutsch- Altenburg	147	73	1053	122
Mannersdorf*)	101	57	1032	86
Wöllersdorf	163	73	1355	118

*) am Leithagebirge.

Gestein und Fundort	K _b	K _z	K _d	K _s
Salzburg:				
Adnet bei Hallein	82	54	1547	93
Göll	76	46	1280	68
Untersberg	160	103	1915	117
Küstenland:				
Nabresina (Cava Romana)	170	86	1620	112
Klein-Repen	131	80	1445	76
Repentabor	139	74	1453	108
Istrien:				
Grisignana	166	70	864	99
Lisignana bei Pola	136	66	1230	86
Marzano	70	36	604	47
S. Stefano	210	72	1417	99
Vincinal bei Pola	86	40	579	48
Tirol:				
Pfons bei Matrei	52	43	585	83
Arco	95	39	611	48
Böhmen:				
Groß-Czernosek	102	51	681	68
Mähren:				
Cetechowitz	116	57	1337	93
Galizien:				
Chrzanow	116	56	826	92
Ungarn:				
Kaisersteinbruch.*)				
Buchtalbruch	121	68	981	181
Hausbruch	145	72	974	93
Kapellenbruch	94	72	699	75
Tenschlbruch	67	43	397	55
Oszlop**)	100	69	805	98
Siebenbürgen:				
Monostor bei Klausenburg	73	30	390	45
Kalkstein, kristallin.	69—198	30—66	795—1161	52—107
Niederösterreich:	150	51	949	79
Häusling	118	30	847	70
Kochholz	138	55	849	70
Primersdorf	172	65	985	79

*) am Leithagebirge. — **) am Neusiedlersee.

Gestein und Fundort	K _b	K _z	K _a	K _s
Tirol:				
Laas	190	63	994	62
Sterzing	69	40	795	72
Mähren:				
Ungarschitz	198	66	1161	107
Schlesien:				
Ober-Lindewiese	147	46	835	184
Italien:				
Carrara, blanc clair	170	44	1125	85
Kalk-Konglomerat	47—129	26—62	43—1004	50—84
.	80	44	618	65
Niederösterreich:				
Baden	76	39	341	50
Lindabrunn †)	67	39	836	56
Sommerein*)	95	58	539	83
„	129	62	1004	84
Ternitz	81	56	534	58
Wöllersdorf	82	36	668	65
Salzburg:				
Rainberg	49	26	283	54
Tirol:				
Hötting b. Innsbruck	47	32	535	72
Kalksandstein	18—53	5—28	65—241	15—48
.	35	17	159	29
Niederösterreich:				
Au bei Stotzing*)	37	11	86	16
Zogelsdorf	32	16	236	27
Steiermark:				
Aflenz bei Leibnitz	18	5	65	15
Krain:				
Mokritz	44	28	241	48
Ungarn:				
Breitenbrunn*)	23	13	92	23
Goysz*)	53	26	239	39
Kroisbach**)	84	28	220	36
St. Margarethen**)	36	36	100	27
Stotzing*)	31	13	102	25

*) am Leithagebirge. — **) am Neusiedlersee. — †) bei Wiener-Neustadt.

Gestein und Fundort	K _b	K _z	K _d	K _s
<i>Sandstein</i>	30—215 69	7—101 23	291—1834 990	12—168 64
Niederösterreich:				
Altlangbach	75	23	1357	66
St. Andrä-Wördern	44	10	744	50
Eichgraben	40	11	1041	64
Gablitz	41	11	1030	79
"	66	56	1101	76
Klosterneuburg-Weid- ling	46	23	857	58
Preßbaum	34	13	815	56
Rekawinkel	39	11	1228	60
Tullnerbach	70	21	1354	75
Waidhofen a. d. Ybbs	117	43	1267	90
Böhmen:				
Březovic bei Hoříč	54	20	487	48
Doubrava " "	30	11	388	33
Hoříč	36	15	308	31
Vojič bei Hoříč	32	12	291	23
Mähren:				
Četechovic	35	7	489	41
Roschtin	44	11	746	38
Strilek	38	9	692	42
Mähr.-Trübau	48	17	374	43
Wernsdorf	215	101	1839	168
Schlesien:				
Parteznik b. Weichsel	79	27	1299	85
Ragowetz bei Jablun- kau	142	41	1553	136
Rzeka	107	28	1147	89
Galizien:				
Saybusch	68	17	1179	59
Skawče	107	32	1473	108
Straconka	81	31	1054	58
Sucha	103	34	1465	79

Gestein und Fundort	γ			K _a		
	Grenzen	Mittel		Grenzen	Mittel	
Porphyr	2410	2660	2530	1040	2640	1700
Granit	2630	2690	2660	1400	2100	1700
„ Mauthausen (N.-Ö.)	2560	2800	2650	1300	2300	1600
„ schlesischer	2560	2740	2690	1400	2200	1600
„ Gmünd (N.-Ö.)	2510	2670	2630	900	1300	1000
„ feinkörniger, böhm.-mähr.	2520	2650	2600	990	1600	1300
Marmor, Untersberg (Salzburg)	2660	2720	2690	1100	2200	1500
„ Karst- (Küstenland)	2540	2700	2610	1100	2000	1400
„ Carrara-	2680	2750	2720	800	1200	1000
„ schlesischer	2650	2740	2720	750	1200	1000
„ Laas (Tirol)	2680	2770	2700	630	1100	850
„ Sterzing „	2640	2740	2692	550	850	700
Sandstein, schlesischer u. galiz.	2130	2720	2450	380	2000	1200
„ Wiener, Rekawinkel usw.	2200	2610	2390	400	1500	900
„ Mähr.-Trübau u. Brüsbau	1640	2170	1950	211	614	450
„ Hořic (Böhmen)	1780	2310	1950	180	640	320
Wöllersdorf (N.-Ö.)	2240	2650	2540	600	2100	1200
S. Stefano (Küstenland)	2460	2540	2510	1030	1300	1150
Häusling (N.-Ö.)	2700	2720	2710	1000	1000	1000
Almás bei Komorn (Ungarn)	1480	2660	2340	100	1900	1000
Mannersdorf (N.-Ö.) †)	1710	2750	2440	150	1600	1000
Gr.-Höflein ¹⁾ (Ungarn) †)	2100	2640	2450	700	1500	1000
Grisignana (Küstenland)	2390	2590	2450	640	1500	900
Hundsheim b. D. Altenburg (N.-Ö.)	1480	2590	2520	400	1400	800
Kaisersteinbruch ²⁾ (Ungarn) †)	1970	2660	2450	200	1800	800
Sommerein (N.-Ö.) †)	2140	2670	2420	400	1400	800
Oszlop (Ungarn) **)	1900	2580	2360	200	900	650
Lindabrunn (N.-Ö.)*	2310	2600	2490	300	900	650
Konglomerat, Wöllersdorf (N.-Ö.)*	2390	2630	2470	300	750	650
„ Ternitz „	2200	2520	2370	230	800	550
„ Innsbruck „	2230	2440	2340	270	660	450
„ Salzburg	2020	2330	2540	220	580	350
Marzano	2240	2450	2350	400	850	600
Baden bei Wien (N.-Ö.)	2260	2570	2500	500	700	600
Müllendorf ³⁾ (Ungarn) †)	1960	2530	2330	200	900	500
Monostor b. Klausenb. (Siebenbgn.)	2000	2270	2160	300	550	430
Goysz ⁴⁾ (Ungarn) †)	1890	2300	2140	200	350	270
Zogelsdorf (N.-Ö.) b. Eggenburg	1770	2080	1920	130	300	200
Kroisbach ⁵⁾ (Ungarn) **)	1740	1980	1850	160	280	200
Margarethen ⁶⁾ „ **)	1460	2080	1710	25	360	100
Breitenbrunn ⁷⁾ (Ungarn) †)	1560	2220	1740	60	350	100
Stotzing „ †)	1590	2020	1830	60	200	100

*) bei Wiener-Neustadt. — †) am Leithagebirge. — **) am Neusiedler See.

1) Höflány, 2) Csaszár Kőbánya, 3) Szárazvam, 4) Nyólas, 5) Bákos, 6) Szt. Margita, 7) Széleskut.

Gestein und Fundort	γ	K_a
Quarzit		
Steiermark:		
Ardning	2610	1088
Böhmen:		
Görkau	2510	2243
"	2500	1459
Porphyr	2580	1535
Böhmen:		
Pläß		1720
Galizien:		
Alwernia bei Krzeszowice	2620	1262
Frywald	2510	2217
Krzeszowice		2516
Miekina	2600	1573
Sanka	2580	1588
"	2576	1444
Ungarn:		
Kis-Sebes		1610
Granit	2680	1375
Niederösterreich:		
Allentsteig		994
Echsenbach bei Zwettl	2560	1846
Gebharts bei Schrems	2630	1890
"	2650	
Glasberg bei Horn	2590	1278
Gmund (Kirchenwaldbruch)	2640	1628
"	2610	847
"	2590	818
Litschau		1360
Mühlfeld bei Horn	2820	1273
"	2830	1423
Groß-Radischen		1326
Schrems (Alfang)	2630	965
" (Bronbichlbruch)	2590	1514
" (Herrenteichbruch)	2610	2027
Sparbach bei Gmünd		914
Wolfstal	2590	988
" (Oberer Bruch)	2650	1904
" (Unterer Bruch)	2680	1433
Oberösterreich:		
Altenberg bei Perg (Hörzenberg)	2630	1760
Arbing " " (Knauserbruch)	2630	1509
Berg bei Rohrbach	2520	2103
Brauchs Dorf bei Taufkirchen	2640	1940

Gestein und Fundort	γ	K_d
Dornach bei Grein	2660	1793
Groising bei Perg	2680	1011
Haid bei Mauthausen (Heinrichsbruch)	2640	1710
Hamberg	2720	1340
Hartl bei Mauthausen (Josefstal) . . .	2620	1956
Hanzenberg	2620	1949
Josefstal bei Schwertberg	2650	1348
Langenstein bei Mauthausen (Kasten- hoferbruch)	2600	1512
Leonding bei Linz		706
Luftenberg bei Mauthausen (Louisen- bruch)	2600	1752
St. Martin bei Neufelden	2770	1313
Mauthausen	2650	1417
„ (Bettelbergbruch)	2630	1341
„ „	2600	1467
„ „	2560	1387
„ (Spitalbruch)	2620	1506
Münzbach bei Perg	2570	1169
Neuhaus an der Donau	2630	1326
„ „ „ „ (Dombaubbruch)	2660	1705
„ „ „ „ (Kerschbaumbruch)	2650	1698
„ „ „ „ (Püthmühlebruch)	2650	1310
Niederkappel bei Rohrbach		1345
Obenbergen	2600	1683
St. Oswald	2610	1915
Prägarten	2690	1381
Sandll bei Freistadt	2670	1718
Schörsching	2600	2187
Schwertberg bei Mauthausen (Eisen- brüche)	2690	1554
Steinstöckhof bei Freistadt	2680	2080
Waldhausen	2610	1670
Weichsberg bei Schlägl	2600	1369
Weinziel bei Perg (Trommelberg) . .	2640	1543
„ „ „ „ (Lanzenberg)	2670	1653
Windegg bei Mauthausen (Neue Welt)	2640	1614
Tirol:		
Predazzo	2540	
Scurelle	2600	1354
Böhmen:		
Aich		1330
Bessenitz bei Kaplitz		1216
Neu-Bistritz	2630	1674
Cerekve	2580	1218
Einsiedl bei Reichenberg		1163
Heinrichsgrün		1240

Gestein und Fundort	γ	K_d
Heraletz		1340
"	2640	1301
Hohenfurt	2540	1058
Hučitz	2740	2222
"	2730	1380
Kamenitz bei Heraletz	2630	1239
Lažan bei Wolschan	2700	1635
Lititz	2590	2087
Mrač bei Beneschau		2140
Neuhaus	1681	
Neusattel-Elbogen		681
Protivin		971
Schweinitz		1822
"	2720	939
"	2636	2243
Skuč	2690	2008
"	2670	1993
"	2740	1612
"	2750	1765
"	2680	1907
Slavče		1098
Stěnovic bei Pilsen	2630	1998
Voigtsbach bei Reichenberg	2750	2242
Vyžlovka		1160
Groß-Zdikau bei Winterberg	2770	1650
Zumberg	2670	1576
Mähren :		
Altenberg bei Iglau	2630	1760
Iglau	2560	955
Mrakotin	2570	1608
Pöltenberg bei Znaim	2630	1101
Praskoles bei Mrakotin	2560	1653
Schlesien :		
Friedeberg	2670	2217
"	2630	1736
Niklasdorf	2580	1210
Setzdorf	2610	2534
Weidenau	2570	943
Galizien :		
Zakopane	2650	1691
Ungarn :		
Krassó-Szörényer Komitat	2660	1803
Preßburg	2580	2051
Rutka	2700	1422

Gestein und Fundort	γ	K _d
<i>Hornblende-Granitit</i>		
Böhmen:		
Dubova bei Nassaberg		2015
Kamenitz „ „		2348
<i>Gneis</i>		
Salzburg:		
Böckstein (Anlaufstal)		1545
Tirol:		
Ötztal	2640	899
Mähren:		
Znaim:	2600	1461
<i>Granit-Gneis</i>		
Kärnten:		
Mallnitz		717
<i>Syenit</i>		
Niederösterreich:		
Gebharts bei Schrems	2760	1651
Böhmen:		
Svarov bei Beneschau		2862
<i>Diorit</i>	2760	2550
Böhmen:		
Čerčan bei Beneschau	2930	2603
Dörntal bei Komotau	2610	2528
Märzdorf bei Sebastiansberg	2660	2970
Pecered bei Beneschau		2226
Skuč	3000	2151
<i>Quarz-Glimmer-Diorit</i>		
Oberösterreich:		
Dornach bei Grein		1531
Böhmen:		
Požar bei Prag	2640	1910
<i>Trachyt</i>		
Böhmen:		
Algersdorf	2310	1054
Ungarn:		
Munkacs	2340	11108
Szuskó bei Polna		1863
<i>Andesit</i>		
Ungarn:		
Bogdány	2470	1647
Kis-Sebes		1610
Szobb	2540	1724

Gestein und Fundort	γ	K_d
Kalkstein	2660	1234
Niederösterreich		
Hainbach	2780	2241
"	2660	1537
Lindabrunn	2480	511
Spitz	2750	1028
Oberösterreich:		
Ischl	2720	1394
Steiermark:		
Fludergraben bei Aussee	2750	1283
Groß-Sölk	2690	1002
Küstenland:		
Görz	2710	876
"	2680	1253
Tirol:		
Hötting bei Innsbruck	2740	928
Mühlau	276	1580
Rum	2700	988
Vorarlberg:		
Hohenems	2680	1107
Böhmen:		
Tynischt a. A.	2520	1686
Galizien:		
Chrzanów	2710	790
Krzyszowice	2580	1163
Dalmatien:		
Pucischic	264	
Kalkstein, dichter		
Niederösterreich:		
Deutsch-Altenburg	2780	1664
Dambach	2630	2372
Engelsberg bei Muthmannsdorf	2680	599
Enzenrieth bei Gloggnitz	2650	1074
Ernstbrunn	2100	243
Gießhübel bei Mödling	2630	1348
Gumpoldskirschen	2670	1475
Hinterbrühl bei Mödling	2710	1281
Hirschwang bei Reichenau	2680	1137
Kaltenleutgeben (Kleinsattel)	2660	1959
Michelstetten	2670	1500
Semmering (Reichsstraße)	2690	1046
Sulz (Vogelgraben)	2600	1258
Tulbing	2670	1287
Wilfleinsdorf	2590	1241
Willendorf	2640	959
Winzendorf		1095

Gestein und Fundort	γ	K_d
Oberösterreich:		
Bosruck	2660	1278
Pichl bei Windischgarsten	2700	1719
Windischgarsten	2280	520
Salzburg:		
Golling	2670	1292
Zinkenbach bei Gschwandt	2690	1533
Steiermark		
St. Georgen bei Wildon	2600	1299
Kärnten:		
Mühlbach	2700	1668
Schlatten	2700	1273
Uggowitz . . . . .	.	1163
Krain:		
Aßling	2680	1071
Birnbaum	2690	1187
Buchheim	2660	1400
Feistritz i. d. W.	2720	1291
Fischgereuth	2680	1080
Lees	2390	566
Stalzern bei Gottschee	2690	1960
Wälschgereuth	2660	1006
Küstenland:		
Canale	2680	1605
Gorenjvas bei Canale	2670	1369
S. Mauro bei Görz . . . . .	.	908
Podbrdo	2650	908
Tertnik	2630	904
Istrien: *)		
Albona	2700	1786
Castelnuovo	2460	1540
Costiera bei Altura	2380	648
Fontana (Brizak)	2680	1897
Lisignano	2230	573
Mondelaco bei Rovigno	2280	1021
Moneda bei Pola . . . . .	.	733
Pola, alter Römerbruch (Cava Romana)	2180	252
Promontore bei Pola	2250	427
Rovigno (Monte Grosposa)	2650	1707
Smerigne bei Medolino	2380	614
Vincural bei Pola	2380	928
Dalmatien:		
Bistraï	2640	1245
Curzola . . . . .	.	1018
Lesina (Cittavecchia) . . . . .	.	750

*) „sogenannter Karstmarmor“.

Gestein und Fundort	γ	K_a
Melada	2440	1022
Seghetto bei Trau		1157
Böhmen:		
Dřiz bei Tynischt a. d. Adler	2500	1495
Jeschengebirge	2750	1607
Wegstädtl	2140	677
Mähren:		
Domanschitz		630
Julienfeld bei Brünn		558
Galizien:		
Mydlniki bei Krakau	2480	939
Zókrzowek bei Podgorze	2630	708
Bukowina:		
Pozaritta	2840	1410
Herzegowina:		
Jablanica	2550	636
<i>Kalkstein, krystallinisch</i>		
Niederösterreich:		
Mühldorf		956
Steiermark:		
Salla bei Köflach	2710	1032
Kärnten:		
Seebichl bei St. Veit a. d. Glan	2720	1040
Wolfsberg	2670	1079
<i>Kalkstein, körnig:</i>		
Niederösterreich:		
Scheiblingkirchen		454
Oberösterreich:		
Windischgarsten	2660	1044
<i>Kalkstein, körnig-dicht</i>		
Ungarn:		
Theben-Neudorf	2760	1991
<i>Kalkstein, dolomitisch</i>		
Niederösterreich:		
Hainburg	2800	1232
<i>Kalkstein, dolomitisch, dicht</i>		
Kärnten		
Federaun		1126
<i>Kalkstein, dolomitisch, körnig</i>		
Böhmen:		
Sternberg	2800	1531
<i>Dolomit</i>		
Niederösterreich:		
Reichenau	2760	2044

Gestein und Fundort	γ	K_d
<i>Kalk-Konglomerat</i>		
Niederösterreich:		
Muckendorf bei Pernitz		280
Steiermark:		
Lipoglava	2540	825
Storé	2380	486
Kärnten:		
St. Jakob i. Rosental	2330	259
Latschach		409
Saifnitz bei Tarvis	2670	1062
Schlatten		125
Krain:		
Kronau	2300	260
<i>Glimmerschiefer</i>		
Bukowina:		
Pozaritta	2760	1030
Ungarn:		
Mariatal bei Marchegg	2750	1176
<i>Kalkglimmerschiefer</i>		
Steiermark:		
Bruck an der Mur	2670	1386
<i>Quarzitschiefer</i>		
Steiermark:		
Blasberg bei Ardning	2630	5740
<i>Grauwacke</i>		
Steiermark:		
Ardning	2720	1460
Mähren:		
Hrabuvka bei Mähr.-Weißkirchen		1767
<i>Breccie</i>		
Krain:		
Bischoflack	2630	1115
<i>Sandstein</i>		
Niederösterreich:		
Altlenzbach	2540	886
"	2560	1065
Eberbach bei Weißenbach a. d. Triesting	2650	1322
Eichenhain bei Kierling	2400	1049
Eichgraben	2380	1247
Greifenstein	2320	800
Herzogenburg	2350	895

Gestein und Fundort	γ	K_d
Höflein an der Donau	2540	1074
Mais bei Altlenzbach	2360	753
Prinzbach,, "	2410	958
Purkersdorf		1287
Rekawinkel	2520	1031
"	2520	925
Rotheau bei Lilienfeld	2640	1470
Sievering bei Wien	2630	1998
Tullnerbach	2440	1186
Oberösterreich:		
Lohnsburg bei Ried	2190	419
Neustift bei Steyr		810
Windischgarsten	2430	1017
Küstenland:		
Cologna	2570	1419
Opčina	2530	1389
Istrien:		
Muggia	2580	1563
Vorarlberg:		
Hohenems	2720	1809
Böhmen:		
Hajek bei Pottenstein	2370	152
Böhm.-Kamnitz	1920	196
Liebenau bei Trautenau	2240	866
Osseg	2480	1703
Ujezd-Podhorny bei Horic.	2000	391
Wekelsdorf		881
Mähren:		
Boskowitz		75
Bunc bei Zdounek	2300	657
Chrostau	2200	798
Jarcova bei Wal.-Meseritsch	2350	697
Lultsch		1504
Nessowitz	2350	325
Olschan bei Rausnitz		1368
Alt-Rowen bei Mähr.-Trübau		
Rychtarow bei Wischau	2530	1770
Wernsdorf bei Neutitschein	2500	1688
Schlesien:		
Bistraï	2630	1888
Brenna	2400	1039
Grudek	2450	1303
"	2610	893
Nawsy bei Jablunkau	2470	971
Rzeka bei Teschen	2650	1112
Weichsel	2610	1367

Gestein und Fundort	γ	K_d
Galizien:		
Bystra bei Osielec	2330	849
Czudeč bei Strzyzow	2370	812
Jaremcze	2340	1686
Jeleśnia bei Sucha	2560	1018
Lodygowice	2450	1214
Makow	2610	1998
Mikuliczyn-Jaremcze	2340	1254
Nizniów	2510	2115
Ostrusza bei Grybon	2170	559
Neu-Sandec	2350	889
Świętosław	2510	1942
Synowodzko		1657
Tymbark	2480	1061
Ułaszowice bei Jasło	2520	754
Bukowina:		
Buż	2240	1286
Molid	2330	1308
Prełipeze bei Zastawna	2490	1391
„	2450	1272
Pozaritta	2640	1190
Wassileu	2010	342
Ungarn:		
Lissa-Luki bei Puchó	2490	1107
<i>Kalksandstein</i>		
Bukowina:		
Prełipeze bei Zastawna	1980	258
Siebenbürgen:		
Jegenye bei Egeres	2200	445
Monostor bei Klausenburg	2160	467
Kroatien:		
Budinščina	2090	288
Bosnien:		
Gora	2050	496
Visoko	2520	928
<i>Geschiebesandstein</i>		
Bukowina:		
Kimpolung		3007

Gestein	Fundort	γ	K_a	
Granit	Neuhaus, Böhmen	—	1160	
	Mauthausen, N.-Ö.	—	650—1750	
	Hennberg	—	1169	
	Riedbach	—	1770	
	Nabburg	—	1500	
	Reuth	—	1600	
	Schwarzwald	—	1400	
	Blauberg	—	1200	
	Bornstein	Fichtel- gebirge	—	1970
	Egg		—	1400—1600
	Selb		—	1894
	Oberstreit, Schlesien	—	1755	
	Strehlen, „	—	2348	
	Striegau, „	—	1800—1900	
	Auritz, Sachsen	—	1800	
	Demitz, „	—	881—1377	
	Häslach	—	1227	
	Kamenz,	—	1589	
	Meißen,	—	1650—1750	
	Lucsivna, Ungarn	—	1223	
Schweden	—	1500—2000		
Syenit	Sachsen	2660	1200	
	Bayern	2800—3060	1500	
Diorit	Marienbad	2850	2780	
	Steinburg	2800	1580—1730	
	Fichtelberg	2970	2080	
	Taubenheim, Sachsen	2640	1394	
	Spremberg	2640	1394	
	St. Wendel bei Trier	—	1122	
Gabbro	Nonndorf	2700	2356	
	Harzburg	3020	1764—1813	
Porphyry	Bozen	—	2084	
	Elbingerode	—	2400	
	Löbejün, Preußen	2440	1958	
	St. Quenast	2730	525	
Phorphyrtuff	Rochlitz, Sachsen	1900	200	
Quarztrachyt	Ungarn	2300	1542	
Trachyt	Stenzelberg	2250	930	
	Eperies, Ungarn	—	442	
Dolerit	Lollar	2560	343	
Basalt	Neustadt a. S.	—	3700	
	S. Auvergne	—	2078	
Basaltlava	Königswinter	—	552	
Augit	Dietesheim	2900	2160	
Gneis	Bensheim	2840	2027	

Gestein	Fundort	γ	K_d
Grauwacke	Goslar	—	980
	Beyenburg	—	{ 1650 || 1459 |
Lenneschiefer	Ülfetal	—	{ 1534 || 1980 |
Marmor	Untersberg, Mittelbruch	}	800—1200
	„ Hof „		
	„ Neu „		
	Karst	2580	510
	Carrara	2700	267
	„ blanc clair	—	600—1000
	St. Béat	—	641
	bleu belge	—	800—1000
	Bardiglio, bleu turque	—	600—800
	Dolomit	Buchberg	2900	1300
Vorwohle		2700	871
Kalkstein	Wöllersdorf, N.-Ö.	2420	790
	Brunn a. Steinfeld, „	2330	106—595
	Kaisersteinbruch, Leithagebirge	2570	1115
	Zeindlerbruch, N.-Ö.	2330	152—778
	Sommerein, „	2340	272—720
	Tenschlbruch, „	2570	335—1115
	Mannersdorf, „	2380	926
	Breitenbrunn, „	1660	99
	Goisla, Neusiedler See	2000	135—274
	Margarethen, N.-Ö.	1680	75—302
	Hundsheim, „	2540	505
	Loretto, „	1630	96
	Eggenburg-Zogels- dorf, „	1700	67—302
	Oblopp, Ungarn	2380	213—926
	Karst, Repentabor	2650	438
	„ St. Croce	2650	510
	Randersacker } Würz- Sommerhausen } burg	} 2330—2480	550
	Kehlheim, Bayern		
	Kapfelberg	} 2200—2500	bis 790
	Treuchtlingen bei Soln- hofen, Bayern		
Oolith	Rüdersdorf, Brandenbg.	—	600—1000
	Ilberstedt	—	250
	Metz	2690	1368
Travertin	Rom	—	298
	Kalkschiefer	Solnhofen, Bayern . . . . .	—	300

Gestein	Fundort	γ	K _a
Muschelkalk	Rüdersdorf, Brandenbg.	2500—3000	471—523
	Marktbreit, Bayern .	2700	500
Sandstein	roter, Pfalz	—	800
	„ Main-Sandstein	2000—2250	400—500
	Teutoburger Wald .	2224	722
	Nesselberg, Preußen .	3400	500
	Alt-Wartau, „ .	1960	400
	Wünschelberg, „ .	2240	576
	Friedersdorf, „ .	2350	1082
	Seeberg bei Cotta . .	—	694
	Neulengbach b. Wien	2280	492
	Karpathen	—	118—651
	Obernkirchen	2217	687
	Gernsbach	2230—2350	760
	Wefensleben	2052	293
Buntsandstein	Durlach	2350	551—821
	Lahr	2170—2200	674—733
	Wertheim	2250	820
	Kronach, Bayern . . .	2010	414—444
	Lichtenau b. Ansbach	—	200
	Miltenberg	2070	940
	Danndorf	2422	660—1253
	Emden	2406—2423	787—826
	Trier	2500	450—476
	Nebra	—	369
	Solling, Braunschweig	2460	557
	Udelfang	—	476
Grünsandstein	Abbach	2180—2240	367—524
Keupersandstein . . .	Baierfeld, Bayern . . .	1977	672
	Heilbronn	1970—2170	633
	Kronach, Bayern . . .	2007	320
Kohlensandstein . . .	Lauterecken	2117	707
	Wefensleben	—	467
	Osterholz	2217	487
Dyassandstein	Seehauben	1924	349
Hilssandstein	Detmold	2224	722
Quadersandstein . . .	Blankenburg	2042	247—261
	Bunzlau	1966	648
	Cudowa	2329	1415
	Welschhuf, Sachsen .	2100—2401	330—370
	Pirna, „	2200	550
	Postelwitz, „	2330	500
	Dresden, „	2330	325
	Schöna, „	2230	325—370
	Pasta, Herrenhut . . .	2080—2200	550
	Cotta	2200—2500	250—330
Liassandstein	Burg Reppbach	2030	758
	Seeberg	—	634
Wealdensandstein . .	Springe	2420	522—753

Zugfestigkeit.

Granit	$K_z = 40$	kg/cm^2
Kalkstein	40	"
Sandstein	20	"

Gestein	Fundort	K_z	
		naß	trocken
Granit	Neuhaus		66·3 ¹⁾
	Mauthausen		58·9 ¹⁾
	Gmünd		39·8 ¹⁾
Marmor	Carrara		56 ²⁾
	Krems		84·5 ¹⁾
Oolith	Riva	7	11 ²⁾
Kalk	Savonnières	4	8·8 ²⁾
	Mannersdorf		28·5 ¹⁾
Sandstein	Velpk	11	21·7 ²⁾
	Rekawinkel		17·8 ¹⁾
	Postelwitz	3·5	6 ²⁾
	Cotta	8·13	22·83 ²⁾
	Ummendorf	4·7	7·6 ²⁾
	Miltenburg	10·3	17·2 ²⁾
	Breitenbrunn		6·1 ¹⁾
	Kroisbach		9·7 ¹⁾

1) Nach Hanisch und Meyer. — 2) Nach Hauenschild.

Biegezugfestigkeit und Abnutzung
 von Bausteinen Österreichs
 vornehmlich für Stiegenstufen
 (nach Prof. Hanisch).

A ist die Abnutzung in g || Lager für 200 Umdrehungen der Schleifscheibe, deren Radius = 50 cm.

Gestein und Fundort	K_b	γ	A
Granite			
Roggendorf bei Pulkau, N.-Ö.	242	2600	12
Skuč, Böhmen	230	2690	10
Schwarzwasser, Schlesien	177	2570	11
Krumau, Böhmen	145	2610	11
Nondorf bei Gmünd, N.-Ö.	138	2600	12
Haugschlag, N.-Ö.	101	2600	13
Kalksteine.			
St. Stefano, Istrien	210	2460	56
Laas, Tirol	190	2710	64
Carrara, Italien	170	2690	47
Nabresina, Küstenland	170	2550	57
Grisignana, Istrien	166	2470	56

Gestein und Fundort	K _b	γ	A
Wöllersdorf, N.-Ö.	163	2510	36
Untersberg, Salzburg	160	2690	37
Hundsheim, N.-Ö.	147	2570	45
Kaisersteinbruch, Hausbruch, Ungarn	145	2480	55
Repentabor, Küstenland	139	2650	40
Kocholz, N.-Ö.	138	2710	55
Kaisersteinbruch, Buchtalbruch, Ungarn	121	2530	45
Häusling, N.-Ö.	118	2720	57
Sommerein, N.-Ö.	112	2440	48
Chrzanów, Galizien	110	2340	60
Mannersdorf, N.-Ö.	110	2490	51
Kaisersteinbruch, Kapellenbruch, Ungarn	94	2370	51
Wöllersdorf, N.-Ö. (Konglomerat)	82	2450	45
Baden, N.-Ö.	76	2470	48
Sterzing, Tirol	69	2700	77
Lindabrunn, N.-Ö.	67	2530	69
Sandstein.			
Sucha, Galizien	110	2470	30
Rzeka, Schlesien	107	2480	30
Parteznik bei Weichsel, Schlesien	79	2490	21
Umgebung von Wien			
Altengbach	75	2400	36
Tullnerbach	70	2370	48
Gablitz	64	2390	47
Klosterneuburg	46	2420	51
Rekawinkel	39	2430	46
Preßbaum	34	2370	44
Umgebung von Mähr.-Trübau, Mähren	53	1910	36
„ „ Horie, Böhmen	38	2000	33

Schubfestigkeit
(nach Hanisch).

Gestein	K _s	
	⊥	
Kalk-Sandsteine	15—48	13—36
„ -Konglomerat	50—84	40—61
Kalksteine, dichte	40—122	30—92
„ kristallinische	52—107	46—92
Sandsteine	23—168	17—130

Beziehungen zwischen den verschiedenen Festigkeiten.

Bezeichnen:

k_z die Zugfestigkeit	}	an der Proportionalitätsgrenze,
k_d „ Druck- „		
k_b „ Biegungs- „		
k_s „ Scher- „		

so sind	Grenzen	Mittelwerte	nach Bauschinger
	$\frac{k_d}{k_z} = 12 \dots 50$	30	26
	$\frac{k_d}{k_b} = 3 \dots 22$	7	$6 \dots \frac{25}{4}$
	$\frac{k_d}{k_s} = 8 \dots 47$	16	$13 \dots \frac{40}{3}$

nach Hanisch:

Gestein	$\frac{k_b}{k_z}$		$\frac{k_d}{k_s}$	
	Grenzen	Mittel	Grenzen	Mittel
Granit	2·6—4·7	3·4	10—15	12
Porphyr	3·1—3·2	3·15	15—17	16
Kalkstein:				
kristallinisch	1·7—3·9	2·6	8—16	12
dicht	1·2—2·9	1·6	7—19	12
Konglomerat	1·4—2·3	1·8	5—15	10
porös	1·6—3·6	2·1	4—9	5
Sandstein	2·1—5·0	3·0	9—21	15
Mittel	2·6		12	

III. Sicherheitsgrad.

Inanspruchnahme auf	Belastungsweise	Sicherheitsgrad
Druck	ruhende Belastung	
	zeitweiliger Bau	10
	bleibender „	15
	bewegte Belastung	
	stoßfrei	20
	mäßige Erschütterungen	25
	heftige „	30
	dünne Pfeiler oder Säulen	40
Zug		10
Biegung		10
Abscherung		10

IV. Zulässige Inanspruchnahme (kg/cm^2).

Normalien des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines.
Mittelwerte \perp Lager.

Bei andauernder Durchnässung gelten die Werte II—VI nicht mehr.

Gruppe	Gestein	A	B		
			a	b	c
I	Porphyry; Mauthausener, schlesischer und Bacher Granit; Untersberger Marmor .	100	60	50	25
II	Karstmarmor; feinkörniger böhm.-mähr. Granit; Wöllersdorfer; Karpathensandstein, St. Stefano, Häuslinger, Almaser, Mannersdorfer, Gr.-Höfleiner; Gmündner Granit; Carrara-Marmor, schlesischer Marmor	70	40	30	—
III	Grisignana, Wiener Sandstein, bester Oszlopper, bester Lindabrunner, Laaser Marmor, Hundsheimer, Kaiserstein, Sommer-einer	50	30	25	—
IV	Sterzinger Marmor, Oszlopper, Wöllersdorfer Konglomerat, Lindabrunner, Marzano, Badener, Terner Konglomerat, Müllendorfer	35	20	15	—
V	Mähr.-Trübau, Būsauer Sandstein, Innsbrucker Konglomerat, Monostor, Hörice Sandstein, Salzburger Konglomerat, bester Margarethener, bester Zogelsdorfer, bester Kroisbacher, Goyszer	15	10	—	—
VI	Zogelsdorfer, Kroisbacher, Margarethener, Breitenbrunner, Stotzinger	8	5	—	—

Es gelten die Zahlen unter

A f. einzelne würfel- od. plattenförmige Steine (15fache Sicherheit).

B für Tragpfeiler und Säulen u. zw.:

$$Ba \quad \text{falls} \quad \frac{a}{h} < \frac{1}{6} \text{ u. } > \frac{1}{8}$$

$$Bb \quad \text{„} = \frac{1}{8} - \frac{1}{12}$$

$$Bc \quad \text{„} < \frac{1}{12}$$

Bb auch für exponierte Werksteine.

Dabei bedeuten:

a die kleinste Querschnittsabmessung,

h die freie Höhe.

Für *Gewölbe* aus Hausteinen der Gruppen I—IV ist

$$k_d = 30 \text{ kg/cm}^2$$

$$k_z = 1 \quad ,,$$

Bei *Stiegenstufen* ist

$$k_b = \frac{K_b}{5}$$

Steingattung	Zulässige Inanspruchnahme auf Druck (kg/cm ²)	
Basalt	75 ¹⁾	1) nach der „Hütte“
Basaltlava	40 ²⁾	2) vom preuß. Ministerium d. öffentl. Arbeiten,
Granit	45 ³⁾	3) auch von der Berliner Baupolizei vorgeschrie- ben
Sandstein	15–30 ³⁾	
„ im Mittel	20 ¹⁾	
Rüdersdorfer Kalkstein- quadern	25 ³⁾	
Marmor	24	
Kunstsandstein	45	1)
Steine aus Zement, Sand und Schlacke	12	

Die zulässige Inanspruchnahme des Mauerwerks auf Druck beträgt:
 αK_d , wobei K_d die Druckfestigkeit der vermaurten Steine bedeutet.

Mörtel aus	Bruchsteine	Quadern
Weißkalk	$\alpha = 0.018$	$\alpha = 0.040$
Kalkzement	0.023	0.047
Zement	0.025	0.050

V. Bearbeitbarkeit.

Spröde Steine lassen sich leichter bearbeiten als zähe; diese müssen geschnitten werden.

Es lassen sich bearbeiten	Beschaffenheit	Name
	des Gesteins	
sehr schwer	sehr hart, sehr zäh, sehr fest	Hornblende, Grauwacke, Basalt, Diorit, Quarzit, Syenit
schwer	hart, zäh, dicht, feinkörnig oder regelmäßig grobkörnig	einige Porphyre, Syenit mit || gelagerten Orthoklasen
mittelschwer	porös mit kleinen Poren	lufttrockene Kalk- und Sand- steine, Tuffe, Marmor, Ala- baster, frischer Serpentin
leicht		bruchfeuchte Kalk- und Sand- steine
beliebig	weich	massige und körnige Silikatge- steine, falls sie nicht zu hart sind

Geschichtete und schieferige Gesteine eignen sich nur für Platten.

Für feine Profilierungen und für Ornamente sind feinkörnige Gesteine von gleichmäßigem Gefüge zu verwenden (Marmor, Sandstein); für derbe, massige Formen grobkörnige Steine.

VI. Dauerhaftigkeit.

Am dauerhaftesten sind kieselsäurereiche Steine.

Die Silikate werden durch kohlenäurereiches Wasser angegriffen.

Eine geringe Dauer hat der Glimmer, weil er sich bei Frost leicht spaltet.

Kohlensaurer Kalk wird von kohlensäurehaltigem Wasser aufgelöst, von organischen Schmarotzern durch die eindringenden Wurzelfasern und durch die Humussäuren zerstört.

Natron-Feldspat verwittert sehr rasch.

Schwefelkies ist ein gefährlicher Bestandteil, da er sich zu Eisenvitriol zersetzt.

Eisen rostet bald, ohne aber immer eine Zerstörung herbeizuführen; meistens entsteht nur ein, oft sogar schöner Farbenwechsel.

Sandsteine mit quarzigem, kalkigem und auch solche mit eisen-schüssigem Bindemittel sind bei nicht zu großer Porosität dauerhaft; nicht aber solche mit mergeligem, tonigem, kaolinischem Bindemittel.

Schiefergesteine widerstehen nur auf dem Hauptbruche.

Die Dauerhaftigkeit der Steine wird wesentlich beeinflusst:

1. von ihrer Ausdehnbarkeit infolge von Temperaturänderungen,
2. von dem Klima, dem die Steine ausgesetzt sind (§ 5),
3. davon, ob sie sich im Freien oder unter Dach befinden,
4. von ihrer Widerstandsfähigkeit gegen Feuer (§ 6),
5. von dem Verhalten gegen Wasser,
6. von dem Widerstand gegen die Schornsteingase, weil die in diesen enthaltene schwefelige Säure zerstörend wirkt.

Dauerhafte Steine sind in der Regel sehr schwer, sehr fest, sehr homogen und wenig porös.

Steine mit feinem, porenlosem Gefüge sind dauerhafter als solche mit grobem, schieferigen.

Vor der Verwendung muß man darauf achten, ob die Steine nicht schon angegriffen („angefault“) sind, weil dann auch sonst vorzügliche Steine keine große Dauer erreichen.

Dauer	Beschaffenheit	Name
	des Gesteines	
sehr groß	kieselsäurereich, sehr hart, sehr tragfähig, schwer, dicht	Quarzit, quarzreicher Granit, Syenit, schwefelkiesfreier Diorit, quarzreicher, glimmerarmer Gneis, Säulenbasalt, körniger, Dolomit, Serpentin, Quarzporphyr, Porphyrit, labradorarmer Gabbro, quarzreicher Glimmerschiefer, Phonolith, Dolerit, Basalt, Lava, Sandstein mit kieseligem Bindemittel (Dyas-, Bunt-, Keuper-, Molassesandstein), guter Tonschiefer, Bimssteintuff, Grauwackenschiefer
groß		dichter Kalkstein, Gips, Kreide, grobkörniger, glimmer- und feldspatreicher Granit und Gneis-, Granulit, feldspatreicher Gabbro, Trachyt, Pechstein, schlackige Lava, schwefelkiesfreier Tonschiefer, Sandstein mit kalkigem oder eisenschüssigem Bindemittel, Konglomerat, Porphyry-, Leucittuff
gering	feldspatreiche Silikate, erdige, weiche Gesteine der jüngeren Formationen	körniger Kalkstein, dichter Dolomit, Melaphir, Porphyry, schwefelkieshaltiger Diorit, labradorreicher Gabbro, glimmerreicher Glimmerschiefer, feldspatreicher Trachyt, eisenoxydreicher Basalt, Sandstein mit mergeligem, tonigem oder kaolinischem Bindemittel (Kohlensandstein)
sehr gering	reich an Eisenoxydul oder Schwefelkies porös, weich, wenig fest, leicht, schieferig, faserig, körnig, erdig, locker, blätterig	schwefelkieshaltiger Glimmerschiefer, weiche, erdige Trachyte

VII. Bruchfeuchtigkeit.

Unter Bruch- oder Bergfeuchtigkeit versteht man den Wassergehalt der Steine nach dem Brechen.

Stark bruchfeuchte Steine dürfen nicht verwendet werden, da ihre Festigkeit sehr gering ist, und weil sie feuchte Mauern geben.

Manche poröse Kalksteine, Sandsteine mit kalkigem Bindemittel u. dgl. sind in bruchfeuchtem Zustande oft ganz weich und leicht zu bearbeiten

und werden, wenn sie austrocknen, hart, weil das Porenwasser kohlensaurer Kalk enthält, den es beim Verdunsten in den Poren abgelagert.

Festigkeit wassersatter Steine.

Basalt	98 ⁰ / ₀	der	Trockenfestigkeit
Quarzit	98 ⁰ / ₀	"	"
bester Sandstein	97 ⁰ / ₀	"	"
Grauwacke	96 ⁰ / ₀	"	"
kristallinischer Kalk	94 ⁰ / ₀	"	"
Granit	92 ⁰ / ₀	"	"
Diorit	90 ⁰ / ₀	"	"
klastische Gesteine mit mergeligem, erdigem Bindemittel 40—50 ⁰ / ₀ .			

VIII. Frostbeständigkeit.

Steine mit feinen, zerstreuten Poren leiden durch Frost mehr als solche mit großen, untereinander verbundenen.

Steine von großer Zugfestigkeit sind auch sehr frostbeständig.

Eine geringe Frostbeständigkeit besitzen spröde, weiche, wenig tragfähige, wassersatte, bereits „angefaulte“ Steine.

Durch die Verwendung von Steinen, die zwar sehr schön, aber nicht frostbeständig sind, haben schon viele Monumentalbauten großen Schaden erlitten.

Einfluß des Gefrierens auf die Festigkeit der Steine
(nach Hanisch).

Gestein	Verlust an		
	Gewicht	Druckfestigkeit	
	nach 25maligem Ausfrieren	durch Wasser-sättigung	
	in % des ursprünglichen Wertes	in % der Trockenfestigkeit	
Granit	0—0·440	0—13	0—46
Porphyr	0—0·084	0	0—35
Trachyt	0·052	0	0
Gabbro	0·037	0	11
Diorit	0·109	0	2
Amphibolit	0·002	0	13
Serpentin	0—0·072	0—13	7—26
Basalt	0·503	0	18
Grünschiefer	0·008—0·220	0	20—23
Strahlsteinschiefer	0·085	0	16
Mergelschiefer	0·262	0	10
Kalkstein	0—16·694	0—10	0—51
Ophikalzit	0·015	0	65
Kalksandstein	0·007—36·074	0—100	1—56
Sandstein	0·009—6·529	0—100	0—49
Konglomerat	0·139—0·381	0—27	0—45
Breccie	0·126	0	0
Trachyttuff	0·485	4	9
Basalttuff	1·047	4	41
Kunstbasalt (Schattau)	0	0	0

IX. Feuerbeständigkeit.

Der Stein hat in der letzten Zeit viel von seinem Ansehen auf dem Gebiete der Feuersicherheit eingebüßt. Bis vor Jahren galten Steinkonstruktionen als vollkommen feuersicher. Nun haben aber zahlreiche traurige Vorfälle bei mehreren Bränden sowie auch Brandversuche gezeigt, daß nicht alle natürlichen Steine dem Feuer widerstehen. Pfeiler aus sonst vorzüglichen Steinen haben sich durch das Feuer abgeblättert, es sind ganze Stücke herausgefallen, und in vielen Fällen stürzten infolgedessen die Pfeiler ein. Auch mit den Stiegenstufen hat man solche üble Erfahrungen gemacht, indem infolge der Hitze einzelne Stufen zersprangen und dadurch den Einsturz der Treppen verursachten.

Kohlensäurereiche Steine zerfallen durch das Feuer oder büßen ihre Festigkeit ein, und grobkörnige Granite und Syenite gehen zu Grunde, da sich ihre Bestandteile ungleich ausdehnen.

Feuerbeständig sind: Glimmerschiefer, Chloritschiefer, Tonschiefer, Talkschiefer, Serpentin, Gips, quarzige Sandsteine und einige mit tonigem Bindemittel, Trachyt, Trachyttuff, Bimsstein, Basaltlava, Traß.

Nicht feuerbeständig sind: alle Augitgesteine (Basalt, Dolerit usw.), alle Kalksteine, Dolomite, Mergel, Sandsteine mit kalkigem oder mergeligem Bindemittel.

§ 2. Physikalische Eigenschaften.

I. Einheitsgewicht (kg/m^3).

siehe auch S. 37.

† bezeichnet Mittelwerte.

Anthrazit	1400—1700	Granit	2550—3020 (2800)
Asbest	2500†	Granulit	2560—2670
Asche, Steinkohlen-	750	Graphit	1900—2300
Basalt	2880—3300	Gipsstein	2200—2960
Bimsstein, fest	900—1650	Gips, gebrannt	1810
„ gepulvert	2200—2500	„ gegossen, trocken	1700—2000
„ -Tuff	1250	Hornblendegestein	2910—3150
Braunkohle	1200—1400	Kalkstein	1500—3000
Diabas	3000†	Kalk, gebrannt	2300—3200
Diorit	2800—3000	„ -Quadern, weich	2600
Dolerit	2560—3100	„ und mittelhart	2700
Dolomit	2850—2950	„ hart	2700
Erde,		Kaolin	2200
lehmig, festgestampft		Kies	1500—1800
frisch	2060	Konglomerate	2200†
trocken	1630	Kreide, weiße	1800—2600
mager, trocken	1340	Lava	700—2600
„ Damm-, trocken	1350	Lehm, trocken	1520
„ „ feucht	1500	„ feucht	1900
„ Garten-, frisch	2050	„ frisch	1670—2850
„ „ trocken	1630	Löß	wie Lehm
Feuerstein	2590—2610	Marmor	2520—2800
Gabbro	2700—3030	Melaphyr	2500—2800
Gneis	2400—2900	Mennige	8400—8700

Mergel, erdig	2300	Schiefer	2650†
„ hart, dicht	2500	Dach-Schiefer	2670—3500
Obsidian	2300—2500	Glimmer „	2730†
Pechstein	2200—2300	Hornblende- „	2910—3150
Perlstein, Perlit	2360—2450	Talk- „	2770—3020
Phonolith	2500—2700	Ton- „	2670—3500
Porphyr	2400—2800	Tonglimmer- „	2670—3500
„ , Felsit	1550—2793	Schlacke, Hochofen-, gra- nuliert	850
„ , Quarz-	1550—2793	Schotter	2000
Porphyrit	1550—2800	Schutt, Mauer-	1400
Porzellanerde	2200	Serpentin	2500—2900
Quarzit	2500—2800	Steinkohle	1200—1500
Sand, fein, trocken	1400—1650	Syenit	2500—3060
„ „ feucht	1900—2050	Ton	1800—2600
„ grob	1400—1500	„	2200†
„ trocken	1500†	Topfstein	2770—3020
„ „ weich	1240	Torf, trocken	510
„ „ resch	1350	„ erdig	640
„ naß	2000†	Torfmuß, lose	200
Sandstein	1900—2700	„ gestampft	400
„ -Quadern, weich und mittelhart	2400	Trachyt	2550—2680
„ hart	2500	Tuff, Leucittuff	1500
Buntsandstein	2400—2700	Porphyr- „	1750—2200
Grauwackensandstein	2500—2770	Felsit- „	1750—2200
Jura- „	2170—2400	Bimsstein- „	1250
Kohlen- „	2580—2850		
Quader- „	2150		

Normalien des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines:

Mauerwerk aus:

leichten Bruchsteinen	1900	kg/m ³
mittelschweren „	2200	„
schweren „	2500	„
Sandsteinquadern	2100—2500	„
Kalkstein- „	2000—2600	„
Granit- „	2700	„

II. Porosität.

Der Porenraum (in % des Steinhaltens) beträgt für

Granit, belgischer (St. Anne)	0·05	Übergangsporphy (Vohenstraß)	2·75
„ feinkörniger (Tanneberg)	0·61	Labrador „	0·29
„ grob „ (Falkenstein)	0·45	Basalt	1·28
„ (Mauthausen)	0·36	Serpentin	0·56
„ (Neuhaus)	0·06	rheinischer Dachschiefer	0·15
„ (St. Gotthard)	0·04	französischer „	0·045
Syenit (Treutlingen)	1·38	englischer „	0·11
Diorit (Fichtelgebirge)	0·25	Marmor (Carrara)	0·22
Diabas-Breccie	0·18		

Marmor (Schlanders)	0·59	Gips, dichter	9·31
„ (Pörschach)	0·26	Sandstein (Solling)	6·9
„ (Untersberg)	0·27	„ (Nebra)	25·5
„ (Karst)	2·02	„ , Keuper-	16·94
Cippolino di Polchevero	0·73	„ , grüner, Schweizer	7·30
Kalk (Wöllersdorf)	0·67	„ (Rekawinkel)	4·03
„ (Mannersdorf)	2·25	Quader- „ (Welsehhuf)	15·4
„ (Margarethen)	14—21	Kalktuff (Solling)	32·2
„ (Breitenbrunn)	19·3	Trachyttuff (Deva)	25·07
Gips	51·00	Schlackenstein, lockerer	69·60
„ lockerer	21·65	„ dichter	24·00

III. Luftdurchlässigkeit.

Permeabilität.

In der folgenden Tabelle bezeichnen

- A: den Permeabilitäts-Koeffizienten, d. i. die Luftmenge, die durch eine Wand von 1 m Dicke und 1 m² Fläche in 1 Stunde hindurchgeht, wenn der Überdruck (der Unterschied aus dem auf der einen Wandseite herrschenden Drucke p₂ und aus dem Drucke p₁ auf der anderen Wandseite) $p = p_1 - p_2 = 1 \text{ kg/cm}^2$.
- B: die Luftmenge (l), welche durch 1 m² bei einem Überdrucke von $p = 108 \text{ kg/cm}^2$ durch trockenes Material hindurchgeht.
- C: desgleichen bei feuchtem Material.
- D: die Zunahme der Luftdurchlässigkeit für 1 Minute.

Stein	A	B	C	D
Grünsandstein				
oberbayrischer	0·00013	7·8	1·4	0·0065
schweizerischer	0·00012	7·1	2·1	0·0051
Kalktuff	0·00798	478·8	233·2	2·0500
Handschlagziegel				
schwachgebrannte	0·00009	19·3	7·8	0·1452
scharf	0·00026	9·6	1·5	0·0071
Maschinenziegel	0·00013	7·9	1·7	0·0059
bleiche Ziegel	—	23·3	5·1	0·0309
Klinker	0·00015	—	—	—
Hochofenschlackenstein	0·00169—0·00760	93·0—445·9 l	1·1—41·0	0·0781—5·5584
Weißkalkmörtel	0·00091	54·4	3·9	0·0056
Portlandzementmörtel	0·00014	8·2	0	—
Gegossener Gips	0·00004	—	—	—
Portlandzementbeton	0·00038	15·5	0	—

IV. Wasseraufnahmefähigkeit.

In der folgenden Tabelle bedeuten:

- A: die Wassermenge, die der Stein dauernd festhalten kann, (l/1 m³ Stein).
- B: die Wassermenge, welche gleichmäßig getrocknete Steine unter Wasser in 24 Stunden aufnehmen (l/1 m³ oder g/1 l).

C: die Vergrößerung der Raumeinheit durch 2 Wochen langes Liegen unter Wasser.

Stein	A	B	C
Granit	0·5—8·6	3·0	0·00018
Syenit	4·7—13·8	4·7	
Gneis	—	18·9	
Gabbro	6·0—7·0	—	
Porphyr	4·0—27·5	54·5	
Trachyt	—	124·7	
Phonolith	20—45	—	
Basalt	6·3—9·5	1·8	0·00069—0·00144
Basaltlava	44—56	—	
Tonschiefer	5·4—7·0	56·6	
Glimmer- „	—	25·4	
Kiesel- „	8·5—27·0	—	
weißer Marmor	1·1—5·9	0·53	
Dolomit	15—222	0·22	
Kalkstein	15·4—177	5·76	0·00012—0·00078
Kalktuff	202—322		
Kreide	279—439		
Sandstein	54—169	6·09	0·00018—0·00618
„ , Keuper	6·2—14·4		
„ , Kohlen-	14·1—19·0		
„ , Jura-	42—68		
„ , französischer	398		
„ von Solling	69—238		
„ „ Naundorf	132—244		
„ „ Postelwitz	160		
„ „ Nebra	255—269		
„ „ Obernkirchen	49		

V. Ausdehnung infolge von Temperaturänderungen.

Die *Raum-Ausdehnungszahl* (der *kubische Ausdehnungskoeffizient*), d. i. die Vergrößerung der Raumeinheit durch eine Temperaturerhöhung um 1° C, beträgt für:

Quarz	0·000030—0·000042
Basalt	0·00003
Anhydrit	0·00003
Tonschiefer	0·00005
Granit	0·000026
Sandstein	0·000038
dichten Gips	0·000028
Marmor	0·000019
Kalkstein	0·000019
Dolomit	0·000035
Lava	0·00038

Die Längenausdehnungszahl (der lineare Ausdehnungskoeffizient) für 1° C beträgt für:

Granit, von Diélette	0·0000079
Marmor	0·0000034
Kalkstein	0·000809
„ von Ranville	0·0000075
„ „ Maladrerie bei Caën	0·0000089
Beton	0·001430

VI. Spezifische Wärme,

d. i. die Wärmemenge, welche die Temperatur der Masseneinheit (1 kg oder 1 m³) von 0° auf 1° C erhöht, beträgt für:

Wasser	1000	Wärmeeinheiten
Luft	0·312	
Granit	601—753	
Kalkstein	500—766	
kohlensauren Kalk	350	
Dolomit	613	
Gips	630	
Grün-Sandstein	614—665	
Quarzit	502	
Ziegel	340—742	
Stein	650	

VII. Wärmeleitungsfähigkeit.

Für Tonschiefer = 1 gelten für:

Tafelschiefer	1·22
Serpentin	1·44
Gneis, roter	1·49
Basalt	1·47—1·55
Granit	1·52—1·71
Sandstein	1·05—1·50
Marmor	1·65—2·13

Der *Wärmeleitkoeffizient*, d. i. die Wärmemenge, die durch eine Wand von 1 m Dicke und 1 m² Fläche in 1 Stunde hindurchgeht, beträgt, wenn der Unterschied der Temperaturen auf beiden Wandseiten = 1° C, für

Marmor, grau, feinkörnig	3·48
„ weiß, grobkörnig	2·78
Kalkstein, feinkörnig	1·70—2·08
Liaskalk, grobkörnig	1·36
Gips, mit Wasser angemacht	0·33
„ „ Alaun	0·63
Ton, gebrannt	0·51—0·63
Quarzsand	0·27
Kork	0·143
Ziegel, zerstoßen, feinkörnig	0·165
„ „ grobkörnig	0·139
Ziegelmehl, feingeschlemmt	0·140
Kreidepulver, gepreßt	0·103

§ 3. Kennzeichen guter natürlicher Bausteine.

- a) gleichmäßiges, am besten feinkörniges Gefüge,
- b) Fehlen von Rissen, Sprüngen, verwitterten Stellen u. dgl. Dann geben sie beim Anschlagen einen hellen Klang.
- c) große Härte,
- d) große Festigkeit,
- e) schöne gleichmäßige Farbe.

§ 4. Klassifikation der natürlichen Bausteine.

- A. Normalien des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines. (Siehe die Tabelle auf Seite 45.)
- B. Normalien des Verbandes deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine.

Klasse	Gestein	Qualität	Geringste Druckfestigkeit (kg/cm^2)
I.	versteinerungslose Felsarten: Granit, Syenit, Gneis, Porphyr etc.	a	1600 ¹⁾
		b	1200 ²⁾
		c	1000 ³⁾
		d	800
II.	Kalksteine	a	1000
		b	800
		c	500 ⁴⁾
III.	Sandsteine	a	800
		b	600
		c	400
		d	200 ⁴⁾
IV.	Konglomerate, Tuffe etc.	a	400
		b	250
		c	150

¹⁾ gar nicht oder nur sehr schwer
²⁾ ziemlich schwer
³⁾ gut

mit dem Meißel
 zu bearbeiten.

⁴⁾ Unter dieser Grenze darf man nur sorgfältigst ausgewählte Steine verwenden.

§ 5. Gewinnung der natürlichen Bausteine.

Die natürlichen Bausteine werden entweder in Steinbrüchen oder durch Zerteilen größerer Findlingssteine, erratischer Blöcke oder großen Geschiebes, gewonnen.

Brauchbares Gestein liegt nur selten frei „zu Tage“. Gewöhnlich ist es von einer Schicht unverwendbarer, meistens schon verwitterter („angefaulter“)

Massen, der „Schwarte“, dem „Abraum“, bedeckt. Diese müssen vor allem beseitigt, „abgeräumt“, werden, bevor man an das Brechen gehen kann („Wegfüllarbeit“).

I. Wenn das Gestein frei zu Tage liegt, oder wenn der Abraum wenig „mächtig“ ist, wenn er leicht und billig beseitigt werden kann, oder wenn das Gestein dicke „Bänke“ bildet, so erfolgt die Gewinnung der Steine mittels offener Steinbrüche: im „Tagbau“.

II. Hat jedoch der Abraum eine große Mächtigkeit, oder verursacht seine Beseitigung große Kosten und Schwierigkeiten, oder tritt das Gestein nur in dünnen „Bänken“ oder „Adern“ auf, die sich in die Tiefe erstrecken, so werden die Steine bergmännisch, mittels Schächten und Stollen, gewonnen: im „Grubenbau“.

Beim Tagbau ist vor allem der Abraum zu beseitigen. Dann muß man eine lotrechte Wand, die „Brust“, gewinnen, welche den Ausgang für den Abbau bildet. In der Brust werden wag- und lotrechte Schlitzte, „Schrämme“, ausgebrochen, worauf man die zwischen ihnen liegenden Gesteinsmassen, die „Bänke“ und „Pfeiler“, „abbaut“ (Abbau in Bänken und Pfeilern).

Je tiefer man in das Gebirge eindringt, desto höher wird die Brust. Erreicht sie eine sehr große Höhe, so legt man 5–10 m übereinander wagrechte Absätze an (Bermen, Terrassen, Strossen, Etagen), von denen der Abbau und die Verführung der gewonnenen Steine durchgeführt werden.

§ 6. Steinarten.

I. Bausteine.

1. **Bruchsteine.** Sie haben die gewöhnlich ganz unregelmäßige Gestalt, welche sich nach dem Brechen ergibt.

a) **Lagerhafte Bruchsteine:** haben natürliche „Lagerflächen“, — wenn das „Gebirge“ geschichtet war.

b) **Lagerrecht behauene Bruchsteine:** erhalten Lagerflächen erst angearbeitet.

2. **Schichtsteine oder Hackelsteine.** Außer den Lagerflächen werden auch die Stirnflächen und die Stoßflächen bearbeitet.

3. **Quadern** (Werk-, Schnitt-, oder Hausteine). Alle Begrenzungsflächen sind vollkommen regelmäßig zugehauen.

II.

1. **Schotter** (Grus oder Grand): 2–6 cm groß, 2000 kg/m³ schwer.

2. **Kies:** 1–2 „ „

3. **Sand:** mehlflein bis hanfkorngroß 1400 „ „

a) **Flussschotter, Flußkies, Flußsand:** aus dem Geschiebe der Flüsse gewonnen; in der Regel reiner und besser als b).

b) **Grubenschotter, Grubenkies, Grubensand:** aus Schotter-, Kies-, Sandgruben.

c) **Schlägelschotter:** durch Zerschlagen, „Schlägeln“, größerer Steine erzeugt.

§ 7. Bearbeitung der Hausteine.

Ist ein Quader (Werk-, Hau- oder Schnittstein oder Werkstück) herzustellen, so wird der Stein schon im Bruche roh zugehauen, „bossiert“, und in eine parallelepipedische Form ($a b c d$ in Abb. 8) gebracht, deren Längenabmessungen allseits um 2–3 cm, dem „Steinmetz Zoll“ (z), größer sind als die des gewünschten Quaders $A B C D$. Harte Steine werden mit dem Spitz Eisen (Abb. 14) bossiert, mittelharte mit dem Zweispitz (Abb. 15, 16), weiche mit der Säge geschnitten.

Wenn nun der Steinmetz darangeht, den bossierten Stein weiter zu bearbeiten, so befestigt er ihn auf einem Holzgerüste, er „bänkt“ ihn auf. Dann stellt er mittels des Schlageisens (Abb. 12) längs einer Quaderkante einen 2–3 cm „tiefen“ Schlag ($s s'$ in Abb. 8–10) her, den er mittels des Richtscheites oder Lineals mit Rötel oder Reißblei „vorreißt“. Hierauf

Abb. 8.

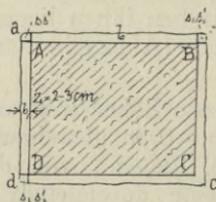


Abb. 10.

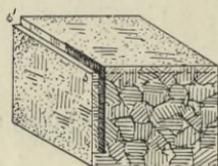


Abb. 9.

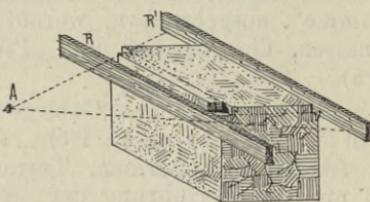
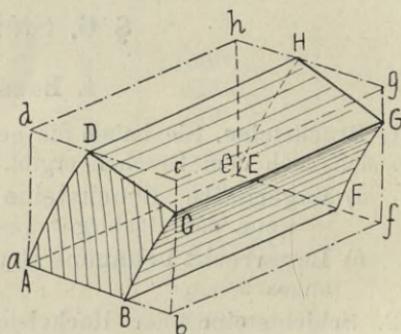


Abb. 11.



macht er an der gegenüberliegenden Kante ebenfalls einen Schlag ($s_1 s'_1$). Nun muß er durch Visieren über zwei Richtscheite (R und R' Abb. 9), die er in die Schläge legt, prüfen, ob beide Schläge in einer Ebene liegen, damit sie nicht etwa windschief sind. Sodann wird der zwischen den beiden Schlägen liegende Steinteil, der „Bossen“ (b), mit dem Spitz Eisen oder dem Zweispitz weggesprengt, worauf die gewonnene Fläche ($A B$) zu eben ist.

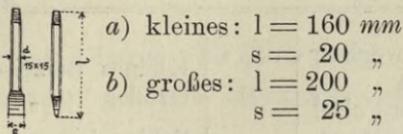
Auf diese Weise werden alle übrigen Steinflächen hergestellt. Um nun zu untersuchen, ob zwei aneinander stoßende Flächen rechtwinklig zu einander stehen, bedient man sich des eisernen Winkeleisens (W) (Abb. 10).

Auch dann, wenn der zu schaffende Quader eine komplizierte Gestalt besitzt, stellt man zuerst das Parallelepiped ($a b c d e f g h$, Abb. 11) her, das ihm umschrieben ist. Auf dessen Flächen werden hierauf mittels Schablonen ($A B C D$) aus Kartenpapier oder, wenn sie oft benützt werden, aus Zinkblech die Projektionen der Steinflächen auf die Ebenen des Parallelepipeds mittels Rötels oder Reißblei aufgerissen, worauf man an das Absprengen der überschüssigen Steinmasse geht.

Werkzeuge
zum Bearbeiten der Steine.

1. Beizeisen [12, 13].

Abb. 12 u. 13.



2. Halbeisen [12, 13] $s = 100 \text{ mm}$

3. Breiteisen " $s = 150 \text{ ''}$

4. Schlageisen " $l = 150 - 200 \text{ ''}$

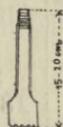
$d = 20 \text{ ''}$

$s = 35 - 40 \text{ ''}$

5. Spitzeisen oder Bossiereisen [14].

7. Zahneisen.

Abb. 17.



8. Krönelhammer oder Spitzer.

Abb. 18.

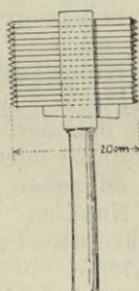
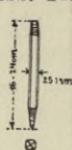


Abb. 19.



Abb. 14.



6. Zweispitz.

Abb. 15.

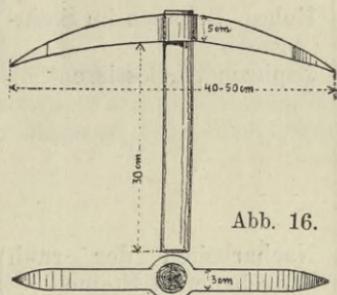


Abb. 16.



9. Fläche.

Abb. 20.

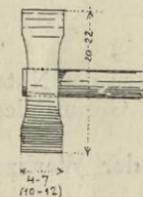
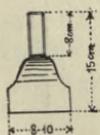


Abb. 21.



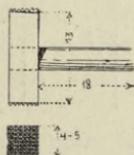
10. Scharriereisen.

Abb. 22.



11. Stock- oder Kraushammer.

Abb. 23.



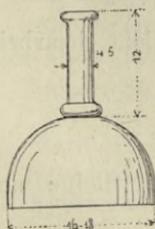
12. Nuteisen.

Abb. 25.



13. Hölzerner Schlägel.

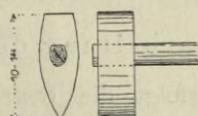
Abb. 26.



14. Eiserne Schlägel.

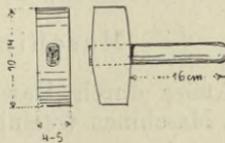
a) mit 1 Bahn.

Abb. 27. Abb. 28.



b) mit 2 Bahnen.

Abb. 29. Abb. 30.



Steinmetzarbeit	Stein- gattung*)	Werkzeug	Fig.
Bezeichnung der wegzu- schlagenden Teile Einhaueu schwacher Falze Herstellung der „Schläge“ Abhauen größerer Stein- stücke	W	Kleines Beizeisen	12, 13
	H	Großes „	„
		Schlageisen	„
Rohes Behauen im Stein- bruche „Spitzen“, „Bossieren“	W	Zweispitz oder Bossier- hacke	15, 16
	H	Spitz- oder Bossiereisen	14
Nacharbeiten der rauh zugehauenen Steine Ebeneu der Steinflächen „Kröneln“, „Zähneln“, „Scharrieren“, „Flächen“, „Stocken“	W	1. Krönelhammer Zahneisen	18, 19 17
		2. Halbeisen Fläche oder Flach- hammer	12, 13 20, 21
	H	Scharriereisen o. Breit- eisen	22
Einarbeiten der Nuten un- ter den Gesimsgliedern		1. Krönelhammer	18, 19
		2. Stock- oder Kraus- hammer Picke oder Bille	23, 24
Treiben der Werkzeuge		3. Zahneisen Nuteisen	17 25
	W	Hölzerner Schlägel oder Klöpfel	26
	H	Eiserner Schlägel, Bossier- hammer oder eiserner Handfäustel	27-30

*) Weiche Steine.
H Harte „

Weiche Steine dürfen mit schweren Werkzeugen nicht bearbeitet werden.

Maschinelle Bearbeitung der Steine.

Außer durch Handarbeit erfolgt die Bearbeitung der Steine auch mittels Maschinen (Steinbearbeitungs-, Steinhobelmaschinen).

§ 8. Haltbarmachung der Steine.

Man kann die Widerstandsfähigkeit der Steine gegen die Einflüsse der Witterung usw. erhöhen durch:

1. Schleifen,
2. Polieren,
3. Anstrich mit Ölfarbe oder Wasserglas.

Die geschliffenen oder polierten Steinflächen werden zuweilen auch noch bestrichen

a) bei Kalksteinen

mit schwefelsaurer Tonerde, dann mit Oxalsäure und hierauf mit Barytwasser oder mit Barytwasser und Borsäure,

b) bei porösen Steinen z. B. Sandsteinen mit heißem Leinöl.

4. Tränken mit Keßlerschen Fluaten, wozu sich namentlich die porösen und weichen Steine eignen (Kalk, Marmor, Gips, Tuff, Sandstein, Terrakotta, Beton u. s. w.).

I. Schleifen.

Das Schleifen der Steine erfolgt dadurch, daß man die zu schleifende Fläche vollkommen ebnet und auf ihr ein Schleifmittel hin und her reibt z. B. Pulver von Sandsteinen, Schmirgel-Schleifsteinen, Schleifpulver aus granulierter Gußstahlmasse, aus Granat- oder scharfem Quarzsand. Bei sehr harten Steinen reibt man bloßen Schmirgel mittels belasteter Bleiplatten über die Steinfläche.

II. Polieren.

Poliert werden: feinkörnige und dichte Kalksteine (Marmor), kristallinischer Dolomit, Granit, Syenit Porphyr, Diorit, Serpentin, Alabaster, Granulit, Lava, Pechstein, Travertin, Gabbro, Diabas, Breccien usw.

Enthalten die Steine ungleich harte Bestandteile, so glänzen die härteren nach dem Polieren stärker.

Leicht zu polieren sind: dichte, porenlose, feinkörnige Steine; schwer und nicht zu polieren sind: undichte, unfeine, zersetzte Steine.

Vor dem Polieren muß der Stein so gut wie möglich geschliffen werden.

Das Polieren erfolgt dadurch, daß man bestimmte Poliermittel („Polimente“) unter Wasserzusatz zuerst mittels Bleiplatten, dann mittels Filz oder Flanell und zuletzt trocken mit Lindenbast und Rehlleder verreibt.

Als Poliermittel benützt man: Schlemmschmirgel oder Trippel und als letztes Glanzpoliment bei:

harten Steinen: geglühtes und geschlemmtes Eisenoxyd oder Croccus-Stahlglanz,

Marmor: Schwefelblume,

Serpentin: Speckstein,

Alabaster: Holzkohle.

§ 9. Verschönerung der Steine.

Die Steine kann man verschönern durch:

1. Schleifen,
2. Polieren,
3. Färben,
4. Ätzen.

Löcher werden ausgekittet und ausgebrochene Stücke werden angekittet durch Glycerin und Bleiglätte, denen man Pulver der zu verkittenden Steine zusetzt.

Färben.

Zum Färben eignen sich nur gleichmäßig poröse, nicht aber streifige Steine.

Vergolden.

Eine Vergoldung erfolgt entweder:

1. durch Auftragen einer Goldchloridlösung oder
2. mittels Blattgold, das man auf dem Steine mittels Kaseinkitt, Schellacklösung, Leinölfirnis, Terpentinöl, einem Gemisch von 2 Teilen Bleiweiß + 1 Teil Ocker oder (bei Marmor) mit verdünnter Salpetersäure befestigt.

Ätzen.

Vor allem muß man die Steinoberfläche mit Schlemmkreide oder Ätzkalk und Weingeist reinigen, dann mit Wasser abspülen und hierauf mit einem Leinenlappen trocknen.

I. Verfahren.

Sodann wird auf der Steinfläche der „Deck- oder Ätzgrund“ in einer gleichmäßig dicken Schicht heiß aufgetragen. Er besteht für Marmor aus: 6 Teilen Wachs + 2 Teilen Harz + 2 Teilen dickem Terpentin + 1 Teil Ultramarin für weiße beziehungsweise 1 Teil Chromgelb für farbige Steine. Wenn er getrocknet ist, so radiert man die Zeichnung mittels einer Nadel oder eines Stahlgriffels heraus und bildet dann um sie herum einen erhöhten Rand aus Wachs. Hierauf wird 1,5 cm hoch aufgegossen und 1½...2 Stunden stehen gelassen:

- | | | |
|--------------------------------|---------------------------|---|
| bei Marmor: | } verdünnte Schwefelsäure | |
| „ Dolomit: | | |
| „ Kalkstein: | | verdünnte Salzsäure, |
| „ Gips: | | destilliertes Wasser, |
| „ Granit, Syenit, Diorit usw.: | | konzentrierte Lösung von Kieselfluorwasserstoffsäure. |

Diese Flüssigkeiten erzeugen in den vom Ätzgrunde nicht bedeckten Teilen der Steinoberfläche Vertiefungen.

Sollen einzelne Teile tiefer geätzt werden als die übrigen, so gießt man, wenn bei diesen die erforderliche Tiefe erreicht ist, die Ätzflüssigkeiten ab, überpinselt diese Stellen mit der Masse des Deckgrundes, die man in Terpentin gelöst hat, und beginnt dann das Ätzen von neuem.

II. Verfahren.

Das Ätzen der Steine kann auch erfolgen mittels des Tilghmannschen Sandstrahlgebläses. Es eignen sich hiezu aber nur gleichmäßig harte und spröde Steine.

Die Teile der Steinoberfläche, die nicht geätzt werden sollen, bedeckt man mit einem Deckgrunde wie bei I oder mit Pappe, Kautschuk, Stanniol, Zinkblech usw., aus denen die Zeichnung ausgeschnitten worden ist.

II. Abteilung.

Künstliche Bausteine.

Wenn der Bauplatz von den Bezugsquellen guter natürlicher Steine so weit entfernt ist, daß die Zufuhr sehr große Kosten verursachen würde, oder wenn die Steine nur in so geringen Massen gewonnen werden können, daß sie den Bedarf nicht zu decken vermögen, so muß man für die natürlichen Steine einen Ersatz durch künstlich hergestellte schaffen.

Am besten sind die gebrannten künstlichen Steine, von denen einige Arten den natürlichen an Festigkeit und Widerstandsfähigkeit (Klinker), andere auch an Schönheit (Terrakotta) vollkommen ebenbürtig sind.

I. Gruppe.

Gebrannte künstliche Steine.

Sie werden gewonnen, indem man entsprechend zubereiteten Ton in die gewünschte Form bringt und brennt.

§ 1. Einteilung.**1. Dichte Tonwaren.**

Sie haben eine scharf gebrannte, halbverglaste Masse mit glasartiger, wasserundurchlässiger, durchscheinender Bruchfläche, die so hart ist, daß sie beim Beschlagen mit Stahl Funken gibt und von einer Feile gar nicht oder nur sehr wenig angegriffen wird. Dahin gehören:

- a) Porzellan,
- b) *Klinker* (§ 3),
- c) *Steinzeug* (zu unterscheiden von Steingut, II 2 a).

II. Poröse Tonwaren.

Sie werden bei geringerer Hitze gebrannt als die dichten; haben eine unverglaste, zerreibliche Masse, eine erdige Bruchfläche, kleben unglasiert an der Zunge, sind wenig hart und wasserdurchlässig.

1. Irdenware: ist nicht glasiert.

- a) *Ziegel* oder Backsteine (§ 2),
- b) *Terrakotta* (§ 4).

2. Schmelzware: wird glasiert.

- a) *Fayence*: hat eine durchsichtige Erd- oder Bleiglasur:
 - a) feine Fayence oder Halbporzellan;
 - b) ordinäre Fayence oder *Steingut* (zu unterscheiden von Steinzeug Ic). Verwendung: vorzugsweise für Ofenkacheln.
- b) *Majolika*: hat eine undurchsichtige Emailglasur, auf der vor dem Einbrennen Farben angebracht werden:
 - α) eigentliche Majolika;
 - β) enkaustische Fliese.

Die Mettlacher Fliese sind ungemein fest, hart und wetterbeständig und geben, mit Stahl beschlagen, Funken.

Druckfestigkeit	|	Lager	1332	kg/cm ²
"	||	"	890	"
Bruchfestigkeit		"	255	"

§ 2. Die Erzeugung der Ziegel.

I. Anforderungen an eine Ziegelei.

Die Erzeugung der Ziegel, von der Gewinnung des Lehms bis zum Brennen, erfolgt in den Ziegeleien.

Die Wahl des Platzes für eine zu errichtende Ziegelei soll erst nach sorgfältiger Untersuchung der Bodenbeschaffenheit getroffen werden. Denn ein mächtiger Abraum wäre von großem Nachteil, und nur dann, wenn das Lehmlager eine große Ausdehnung besitzt und sehr mächtig ist, verlohnt sich die Anlage. Es ist auch zu untersuchen, ob der Lehm die geeignete Beschaffenheit besitzt, daß aus ihm gute Ziegel gewonnen werden können. Für die Ablagerung des Abraumes ist ein Platz auszumitteln, wo derselbe endgültig liegen bleiben kann. Dann ist zu erwägen, woher man den erforderlichen „Schlagsand“ beziehen wird, und wie man das nötige Wasser beschafft. Man muß auch überlegen, ob die Ziegelei vor Überschwemmungen sicher ist.

II. Beschaffenheit des Lehms.

Der Lehm (Ton, Ziegelton, Ziegelerde, Ziegelgut), aus dem die Ziegel erzeugt werden, soll 20—25% Sand enthalten. Fetter Lehm hat weniger, magerer mehr. Zu fetter Lehm schwindet und reißt beim Brennen und gibt eine zu dichte und glatte Oberfläche, an welcher der Mörtel schlecht haftet. Man muß ihm daher noch Sand (Staubsand, Grobsand) eventuell Ziegelmehl zusetzen: ihn „magern“. Den mageren Lehm muß man mit fettem vermischen.

Der Lehm muß frei sein von:

- Kalksteinen, weil sie beim Brennen in gebrannten Kalk sich verwandeln, der, wenn Wasser hinzukommt, löscht, wobei er sein Volumen vergrößert und dadurch den Ziegel zersprengt,
- Schwefelkies, da dieser beim Brennen zerfällt,
- organischen Substanzen, weil sie verbrennen und Hohlräume zurücklassen.

III. Gewinnung und Verarbeitung des Lehms.

1. Lösen, Auswintern.

Der Lehm wird im Herbst mit eisernen „Hauen“ auf der „Gestätte“ „gelöst“, von groben Verunreinigungen (Steinen, Wurzeln u. dgl.) befreit, zu 1 m hohen Haufen aufgeschüttet und über den Winter dem Regen und Froste ausgesetzt, „auswintern“ gelassen, damit er zerfriert, sich auflockert, und daß schädliche Beimengungen sich ausscheiden. Dies läßt sich dadurch befördern, daß man den Lehm öfters umschaufelt, „umsticht“, und mit Wasser begießt.

2. Einsumpfen.

Ist der Lehm sehr fett, oder will man verschiedene Lehmgattungen mischen, so wird er „eingesumpft“: man läßt ihn in dem „Sumpfe“ einer 3—4 m langen, 1—2 m breiten und 1—1,5 m tiefen, mit Holz verschalten Grube, 24 Stunden unter Wasser liegen. Dann wird er, wenn er zu fett ist, mit Sand, wenn er zu mager ist, mit fettem Lehm vermischt.

3. Durcharbeiten.

Das Durcharbeiten des ausgewinterten beziehungsweise eingesumpften Lehms erfolgt dadurch, daß er mit Wasser begossen und mit bloßen Füßen „durchgetreten“ wird, oder maschinell mittels der „Tonschneider“, „Tonmenger“ u. dgl.

4. Schlemmen.

Ist der Lehm zu mager oder schwer löslich, enthält er viele Verunreinigungen oder groben Sand, oder will man ihn besonders gut reinigen, so muß man ihn „schlemmen“. Man erhält dadurch „geschlemmte“ Ziegel.

Dachziegel, Gesims- und Verblendziegel, Ornamente, Drainröhren u. dgl. soll man stets aus geschlemmtem Ton erzeugen.

Der Lehm wird in eine flache, mit Holz verschalte oder ausgemauerte Grube von kreisförmigem Grundrisse („Kufe“) geschüttet. Dann gießt man Wasser hinein, bis ein dünnflüssiger Brei entsteht.

Die Zerteilung des Lehms und die Vermischung mit Wasser kann dadurch beschleunigt werden, daß man den Lehm mittels rotierender kamm- oder rechenförmiger „Messer“ gut durchgearbeitet („Rührwerk“).

Die groben Verunreinigungen (Steine, Wurzeln, Sand usw.) und die unaufgeweichten Knollen sinken in der Kufe zu Boden. Den reinen Lehm- brei, der sich oben abscheidet, zieht man nach einigen Tagen ab. Man läßt ihn dabei durch ein Sieb aus verzinktem Eisendraht laufen, damit noch enthaltene Verunreinigungen zurückbleiben, und schließlich in einen „Sumpf“ fließen. Nach zwei Tagen läßt man das reine Wasser, das sich oben abge- sondert hat, ablaufen. Der dann zurückbleibende dünnflüssige Lehm- brei bleibt nun 9—10 Tage stehen, damit sein Wasser verdunstet. Das Trocknen kann man beschleunigen, indem man Tonpulver oder Ziegelmehl zusetzt, oder durch künstliche Erwärmung.

5. Trockene Homogenisierung.

Tone, bei denen das Auswintern nicht genügt, um sie entsprechend plastisch zu machen, werden auf trockenem Wege homogenisiert. Dabei kann das Auswintern und Schlemmen entfallen. Der Ton wird, nachdem man ihn gut getrocknet hat, in einem Tonschneider, Stampfwerke, Pochwerke, Kollergänge, Walzwerke, einer Schleudermühle, Kugelmühle u. dgl. zu einem feinen Pulver zermahlen, dem dann Wasser zugesetzt wird.

6. Gargruben.

Ist der Lehm entsprechend vorbereitet, so bringt man ihn in 3—4 m lange, 1,5—2 m breite und 1—1,3 m tiefe, mit wasserdichten Wänden versehene „Gargruben“, wo er bis zur Verarbeitung aufbewahrt wird. Damit er dort nicht zu stark austrocknet, schützt man ihn durch Zudecken mit Strohmatte oder Brettern.

IV. Herstellung der Ziegel.

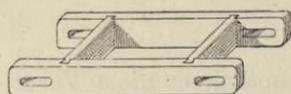
1. Handschlagziegel.

a) Mauerziegel.

Zum Schlagen oder Streichen der gewöhnlichen Mauerziegel benützt man Formen (Modelle), Holzkästen aus 1,5—2 cm starken Brettern

(Abb. 31) oder aus Eisenblech. Deren Lichtmaße müssen um $\frac{1}{7}$ — $\frac{1}{10}$ größer sein als die Abmessungen der gebrannten Steine, weil der Lehm beim Trocknen um dieses Maß schwindet.

Abb. 31*).



Der Ziegelstreicher oder Ziegelschläger stellt das Modell auf den 1.5×1.5 m großen „Streichtisch“, drückt den Lehm mit den Händen hinein, streicht mit dem hölzernen „Streicher“ den oben vorstehenden Lehm ab und stürzt dann den Ziegel heraus, worauf dieser auf einem Abtragbrette zum Trockenplatz getragen wird.

Modell, Unterlagsbrett und Streichholz sind vorher stets gut zu nassen.

In jeden Ziegel wird das Zeichen der Ziegelei eingepreßt. Diese Signatur ist entweder in den Boden des Modells eingeschnitten oder auf diesem befestigt.

Verblendziegel werden nach dem Streichen zugeschnitten oder nachgepreßt, damit sie scharfe Ecken, gerade Kanten, ebene, glatte Flächen und eine gleichmäßige Gestalt bekommen.

1 Ziegelstreicher und 2 Gehilfen (1 Lehmzuführer und 1 Ziegelabträger) streichen, falls der Trockenplatz vom Streichtische höchstens 50 m entfernt ist, täglich 1000 Mauerziegel. Da für 1 Jahr 150 Arbeitstage zu rechnen sind, so erzeugt 1 Ziegelstreicher jährlich 150.000 Ziegel. Will man also z. B. jährlich n Millionen Ziegel herstellen, so braucht man $\frac{20}{3}$ n Schlagplätze.

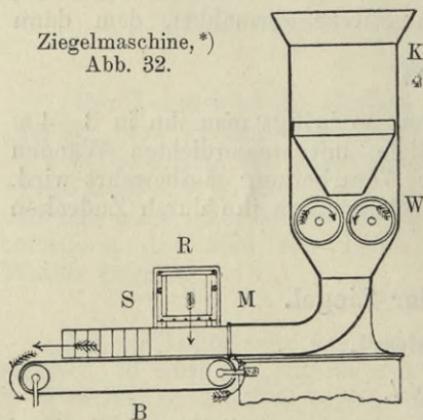
1000 Stück Ziegel erfordern 3.5 m³ gewachsenen Lehm (Grubenmaß)
5 „ gelösten „ (Sackmaß)

b) Dachziegel.

Dachziegel, Loch- und Gesimsziegel sind aus bestem reinsten Lehm, nie im Freien, sondern stets unter Dach, in der Ziegelhütte, zu streichen, da sie leicht Risse bekommen, wenn sie zu rasch trocknen.

2. Maschinziegel.

Früher stellte man zuerst einen Handschlagziegel her und preßte ihn dann nach.

Ziegelmaschine, *)
Abb. 32.

Heute wird der entsprechend vorbereitete Lehm in den Blechkasten K (Abb. 32) gebracht, der sich nach oben trichterförmig erweitert. Aus K fällt er dann auf schraubenförmige Tonschneider oder auf zwei eiserne Walzen W, wo er durchgearbeitet und hinabgepreßt wird. Das Mundstück M ist so lang und breit wie der Ziegel. Durch M wird fortlaufend ein Tonstrang S hinausgeschoben, den das Band ohne Ende B weiterführt, und der von dem Schneiderahmen R, welcher der Ziegeldecke entspricht, in die einzelnen Ziegel zerschnitten wird.

*) Friedel, Baukonstruktionslehre.

Will man Hohlziegel oder Formziegel schneiden, so muß man in das Mundstück entsprechend gestaltete Rahmenstücke einlegen.

V. Trocknen der Ziegel.

Bevor man die Ziegel brennen kann, müssen sie vollständig trocken sein, weil sie sonst sich werfen und reißen. Ein Ziegel braucht nach dem Streichen bei trockenem Wetter etwa zwei Wochen, bis er vollkommen trocken ist.

Gewöhnlich erfolgt das Trocknen in Trockenschuppen, zuweilen auch in geschlossenen Räumen über und neben dem Brennofen, bei feineren Erzeugnissen (Verblendsteinen, Terrakotten usw.) auch in besonderen, geheizten Trockenkammern.

Breite der Trockenschuppen :	7·6 m	
„ „ Schlagplätze :	15·2 „	
Länge der Trockenschuppen :	22·8 m	/1 Schlagplatz
„ „ Setzhütten :	4·7 „	„
Gesamtlänge der Trockenschuppen :	$\frac{20}{3}$ n .	22·8 m
„ „ Setzhütten :	$\frac{20}{3}$ n .	4·7 „

VI. Brennen der Ziegel.

Nachdem die Ziegel getrocknet worden sind, werden sie in Brennöfen gebrannt.

Beschreibungen und Pläne der verschiedenen Ziegelöfen sind zu finden in L. Klasen, Grundrißvorbilder, Abt. XV, Teil 5.

A. Brennöfen mit periodischem Betrieb.

1. Feldöfen oder Meiler.

Der Feldofen oder Meiler eignet sich dann, wenn ein Tonlager von geringer Mächtigkeit möglichst billig ausgebeutet werden soll, oder wenn die für einen einzigen, isoliert liegenden Bau erforderlichen Ziegel an Ort und Stelle zu erzeugen sind.

Man errichtet ihn aus den zu brennenden Ziegeln, indem man diese hochkantig, mit Zwischenräumen von 2 bis 3 cm neben- und übereinander schichtet. Das Brennmaterial befindet sich in Feuerkanälen (Röhren, Schürzgassen), die quer zur Längsrichtung des Ofens laufen. Die aufgeschichteten Ziegel werden mit einem 15—30 cm starken „Hemde“ vorgebrannt, in Lehmörtel versetzten Ziegeln eingehüllt, sodann mit einer 8—10 cm starken Erdanschüttung abgedeckt.

2. Gemauerte Ziegelöfen.

Falls ein Tonlager mehrere Jahre hindurch ausgebeutet werden kann, so verwendet man gemauerte Brennöfen. Die Ofenmauern bestehen aus zwei Schalen, deren innere mindestens 0·9 m und deren äußere wenigstens 0·6 m dick ist. Dazwischen liegt eine 15—30 cm starke Isolierschicht aus Sand oder Asche.

Die wichtigsten dieser Öfen sind: der Kasseler Flammofen, der Ofen mit überschlagen der Flamme, der Kammerofen, der Muffelofen usw.

B. Brennöfen mit kontinuierlichem Betrieb.

Der kontinuierliche Betrieb hat so viele und bedeutende Vorteile gegenüber dem periodischen, daß er sich für die Ziegelerzeugung im großen allein eignet. Er gestattet eine Massenherstellung, gewährt ein wesentliches

a) Beschreibung des Ringofens.

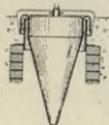
Der Raum, in dem die Ziegel gebrannt werden, bildet einen geschlossenen Ring, den „Brennkanal“ (I, II, III... XIII, XIV), der von der äußeren (O_1) und der inneren (O_2) Ofenmauer umschlossen und von Gewölben überdeckt ist [33—36]. Die einzelnen Abteilungen dieses Brennkanals heißen Brennkammern (I, II... XIV); sie sind etwa 5 m lang. Früher gestaltete man den Brennkanal als Kreis und ordnete 12 Kammern an; heute macht man ein Rechteck mit zwei Halbkreisen an den Enden und 14—24 Kammern, weil diese Gestalt zweckmäßiger ist.

Beide Ofenmauern, die innere und die äußere, werden in zwei Schalen hergestellt, zwischen denen als Isolierschicht Sand oder Asche eingestampft wird.

In der äußeren Ofenmauer befindet sich für jede Kammer eine Einsatzöffnung (E), durch welche die Ziegel eingebracht und ausgetragen werden. Während des Brennens werden die Öffnungen mittels zweier 30 cm starker Mauern aus in Lehmörtel versetzten Ziegeln, zwischen denen eine isolierende Sandschicht liegt, verschlossen.

Durch die innere Ofenmauer geht von jeder Brennkammer ein Rauchabzugskanal (K) in den Rauchsammler (S) und von diesem in den Schlot. Die Rauchabzugskanäle, aus denen kein Rauch austreten soll, werden mittels gußeiserner, in Sand gebetteter Glocken [36, 37] verschlossen, die man mit eisernen Stangen heben und senken kann.

Verschlußglocken.
für den Rauch-
abzugskanal.
Abb. 37.



für das
Heizloch.
Abb. 38.



In den Deckengewölben befinden sich Heizlöcher (L), durch die das Brennmaterial (Steinkohlengrus) in die Brennkammer eingeschüttet wird. Ihr Verschluß erfolgt gleichfalls mittels gußeiserner Glocken [38].

Vor der äußeren Ofenmauer um den Ofen herum, liegt die von Holzwänden umschlossene Brennstube (B), die als Arbeitsraum dient und ein zu rasches Abkühlen verhindern soll.

b) Betrieb.

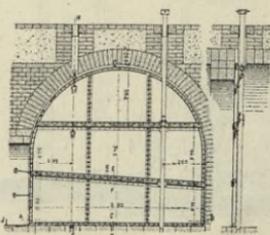
Die Ziegel werden durch die Einsatzöffnung in die Brennkammer eingebracht und dort hochkantig mit Zwischenräumen neben- und übereinander aufgeschichtet. Unter den Heizlöchern läßt man lotrechte Kanäle, die sich nach oben trichterförmig erweitern. In sie schüttet man das Brennmaterial.

Bei einem Ofen mit 14 Kammern [33—36] (I—XIV) gestaltet sich der Betrieb folgendermaßen:

A.

Alle Einsatzöffnungen, außer der von der Brennkammer I, sind vermauert.

Schieber.
Abb. 39.



Alle Rauchabzugskanäle außer dem der Kammer XIV sind mittels der Glocken verschlossen.

Zwischen den Kammern I und XIV ist ein Schieber eingesetzt, den man früher aus Eisenblech machte [39], heute aber besser aus Papier herstellt.

Die frische, kalte Luft dringt durch die Einsatzöffnung von I ein, streicht durch II, III usw., kühlt die Ziegel in diesen Kammern ab und facht das Vollfeuer in VII an. Dessen heiße Gase streichen durch VIII, IX... XIII, XIV, wärmen dort die Ziegel vor und werden durch den

Schieber zwischen XIV und I gezwungen, durch den offenen Rauchabzugskanal von XIV in den Rauchsammler und in den Schlot zu ziehen.

Die Ziegel in VII, wo das Vollfeuer herrscht, werden fertig gebrannt. Aus I werden die gebrannten und abgekühlten Ziegel entfernt, worauf man dort ungebrannte einführt.

B.

Wenn nun die Ziegel in der Kammer VII fertig gebrannt sind, so rückt man das Vollfeuer von VII nach VIII vor.

Die Einsatzöffnung der Kammer II wird geöffnet und die von II vermauert, zwischen I und II ein Schieber eingesetzt und der zwischen I und IV entfernt; der Rauchabzugskanal von XIV geschlossen und der von I geöffnet. Alles weitere erfolgt analog wie unter A.

So schiebt man das Vollfeuer usw. allmählich im Ringe herum, und es ist also möglich, den Betrieb ununterbrochen fortzusetzen, ohne das Feuer auszulöschen.

C.

Alle 24 Stunden kann jede Kammer entleert werden.

1 Kammer faßt 3000 Ziegel.

In 1 Jahr = 200 Brenntagen kann man daher erzeugen

bei 12 Kammern 600.000 Ziegel,

24 " 1200.000 "

Bei Öfen mit 24 Brennkammern hält man besser zwei Vollfeuer; entweder in I und XIII oder in II und XIV usw., und es wirken dann die Kammern XIX—V und VI—XVIII beziehungsweise I—XII und XIII—XXIV usw., wie je ein Ofen für sich. Der Betrieb ist also dann ein doppelter.

2. Ringofen mit oberem Rauchabzug von Siehmon und Rost.

Er unterscheidet sich von dem Hoffmannschen Ringofen hauptsächlich dadurch, daß an Stelle der in der inneren Ofenmauer befindlichen Rauchabzugskanäle 4—6 transportable Röhren aus Eisenblech verwendet werden, die, auf der Ofendecke liegend, die Heizlöcher mit dem Rauchsammler verbinden. Weiters enthält dieser Ziegelofen zwei parallel laufende, am Kopfende sich vereinigende Brennkanäle, zwischen denen der Rauchsammler liegt, und in der Breitseite drei Heizlöcher.

Dieser Ofen gewährt eine Reihe von Vorteilen gegenüber dem Hoffmannschen. Es erfolgt ein vollständiges Ausschmauchen; dieses schreitet gleichmäßiger vor, der Ofen erlangt eine größere Dauer, die Baukosten sind geringer und es läßt sich ein beträchtliches Ersparnis an Brennmaterial erzielen. Glocken, Ventile, Schmauchkanäle usw. entfallen.

§ 3. Ziegel.

A. Vollziegel.

Sie haben weder wesentliche Poren wie die porösen Ziegel (siehe B), noch Hohlräume wie die Lochziegel (siehe C).

Die Porosität der Ziegel schwankt zwischen sehr weiten Grenzen; sie hängt namentlich von der Beschaffenheit des Lehmes ab.

Der Porenraum beträgt etwa 0.1272 des Steininhaltes, bei den porösen Ziegeln bis 0.3.

Über Luftdurchlässigkeit (siehe S. 63).

Die *spezifische Wärme* (siehe S. 65) = 340—742 Wärmeinheiten.

Die *Wärmeleitungszahl* (siehe S. 65) beträgt für:

gebrannten Ton	0·51—0·63,
grobkörnig zerstoßene Ziegel	0·139,
feinkörnig	0·165,
fein geschlemmtes Ziegelmehl	0·140.

Die *Wasseraufnahmefähigkeit* = 0·12—0·29 des Gewichtes
0·21—0·48 des Raumes.

Die *Wasseraufnahme* darf nie 16% des Gewichtes übersteigen.

Das *Schwinden* beim Brennen = $\frac{1}{12} - \frac{1}{18}$ der Längen.

Das *Einheitsgewicht* = 1500—2000 kg/m^3 .

Über das *Einheitsgewicht* des Ziegelmauerwerks siehe S. 152 des II. Teiles.

Qualitätsklasse	geringste Druckfestigkeit
I	2000 kg/cm^2
II	160 "
III	120 "

Ziegel unter 120 kg/cm^2 eignen sich nur für unbelastete Zwischenwände.

I. Mauerziegel.

Man benützt sie zur Herstellung des „aufgehenden“ Mauerwerks und der Gewölbe.

Die übliche Ziegelgröße ist in den einzelnen Staaten sehr verschieden.

Kleine Ziegel haben viele Vorzüge vor großen: sie lassen sich rascher und besser formen, trocknen schneller und vollkommener, brennen besser, erlangen in der Regel eine größere Druckfestigkeit, geben weniger Bruch und sind leichter zu handhaben.

Maß		österreichisches	deutsches	
		Normalformat		
Länge	l =	29	25	cm
Breite	b =	14	12	"
Dicke	d =	6·5	6·5	"
Volumen	$V = l \times b \times d =$	2639	1950	cm^3
Gewicht		4—5·3	3—4	kg
Erfordernis f. 1 m^3				
aufgehendes Mauerwerk		300	400	Stück
Gewölbmauerwerk		310	415	"

13 Scharen einschließlich der Lagerfugen sind 1 m hoch (Wiener Bauordnung).

$$\text{Die Lagerfuge } m = \frac{100 - 13 \times 6\cdot5}{13} = \frac{15\cdot5}{13} = 1\cdot2 \text{ cm.}$$

Die *Stoßfuge* n = 1·0 cm.

Das *Erfordernis* an Ziegeln für 1 m^3 aufgehendes Mauerwerk beträgt, wenn man l, b, d, m und n in cm einsetzt und p = 5% für Verlust, Bruch u. dgl. bedeutet:

$$E = \left(1 + \frac{p}{100}\right) \frac{1000000}{(1+n)(b+m)(d+m)} \text{ Stück}$$

Wiener Format: $E = 1.05 \cdot 296.3 \sim 300$ Stück

Berliner Format: $E = 1.05 \cdot 394.5 \sim 380$ „

Die vorteilhafteste Gestalt der Ziegel ist ein Parallelepiped, dessen

Länge: $l = 2b + n$ [40].

Breite: $b = 2d + m$ [41].

Abb. 40.

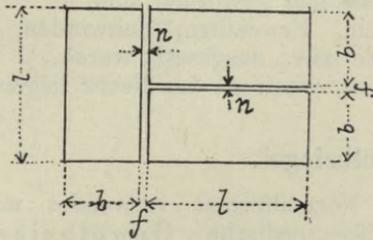
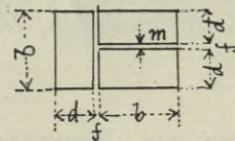


Abb. 41.



Denn nur dann, wenn diese Bedingungen erfüllt sind, läßt sich ein ordentlicher Ziegelverband herstellen.

Außer den ganzen Ziegeln von der Größe $l \times b \times d$ verwendet man auch noch Teilsteine (siehe S. 114 des II. Teiles):

- | | |
|-------------------------------------|-----------------------------------|
| a) Viertelstein (Einquartier): | $b \times d \times d$ |
| b) Halbstein (Zweiquartier): | $b \times b \times d$ |
| c) Dreiviertelstein (Dreiquartier): | $\frac{3}{4} l \times b \times d$ |
| d) Riemenstück: | $l \times d \times d$ |
| e) Dreiviertel-Riemenstück: | $\frac{3}{4} l \times d \times d$ |

Verschönerung der Ziegel.

a) Engobieren.

Die Ziegel werden vor (zuweilen auch nach) dem Brennen in eine bessere Tonmasse getaucht. Dadurch überziehen sie sich mit einer dünnen Schichte derselben, die sich dann infolge des Brennens fest mit dem Ziegel verbindet.

b) Dämpfen.

Überstreicht man die Ziegel vor dem Brennen mit grauem Graphit-schlamm, so erhält man (grau oder blau) gedämpfte Ziegel.

c) Glasieren.

Das Glasieren erfolgt, indem man:

a) in den in Weißglut stehenden Ofen Kochsalz streut, dessen Dämpfe dann eine gelbliche oder bräunliche Glasur erzeugen;

b) die gebrannten Ziegel mit einer Glasurmasse bestreicht und dann nochmals brennt.

Kennzeichen guter Ziegel.

1. Heller Klang beim Anschlagen mit einem Eisen — dann sind sie frei von Rissen, Sprüngen u. dgl.
2. Freisein von Kalk- und Steinstückchen. Jene verwandeln sich beim Brennen in gebrannten Kalk, und wenn dann Wasser dazu kommt, so löscht sich dieser und zersprengt den Ziegel.
3. Ebene Flächen und gerade Kanten.
4. Gleichmäßiger, feinkörniger, muscheliger Bruch.
5. Nicht mehr Wasseraufnahme als 16% des Gewichtes.
6. Baldiges Trocknen, wenn sie naß geworden sind.
7. Kein Abblättern, Zerbröckeln, Erweichen, Schwinden, falls sie längere Zeit der Nässe, dem Froste usw., ausgesetzt waren.
8. Kein Schwinden, Zerfallen usw. wenn sie im Feuer liegen.

II. Gewölbziegel.

Außer den Mauerziegeln im Normalformat verwendet man auch zuweilen für Einwölbungen parallelepipedische Gewölbziegel von $23.5 \times 16 \times 7$ cm Größe.

III. Gesimsziegel.

Um bei der Herstellung der Gesimse Haustein-Hängeplatten ersparen zu können, hat man sogenannte Gesimsziegel geschaffen, die so groß sind, daß sie auch die Ausführung weit ausladender Gesimse gestatten. Ihre Abmessungen sind: 40—80 cm Länge, 15—30 cm Breite, 8—15 cm Dicke.

IV. Keilziegel.

Wenn man runde Mauern, namentlich solche mit kleinem Halbmesser (Brunnen, Fabrikschornsteine usw.), oder Gewölbe aus gewöhnlichen Ziegeln

Abb. 42.

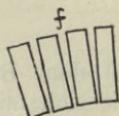
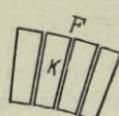


Abb. 43.



ausführt, so werden die Fugen an der konvexen Seite (f) zu weit [42]. Um dies zu vermeiden, hat man keilförmige Ziegel (K) verwendet, durch die sich Fugen von gleicher Dicke ergeben [43].

1. Keil-Gewölbziegel [44].

In Wien sind folgende Abmessungen üblich:

Länge	$l = 29$ cm
Breite	$b = 14$ "
größte Dicke	$d_2 = 7$ "
kleinste "	$d_1 = 5$ "
lichter Halbmesser	$r = 2 \dots 2.25$ m

2. Brunnenziegel [45].

Länge	$l = 29 \text{ cm}$	25 cm
mittlere Breite	$b = 14 \text{ "}$	11 "
Dicke	$d = 6.5 \text{ "}$	6 "
lichter Halbmesser	$r = 0.75 \dots 1 \text{ m}$	

Abb. 44.

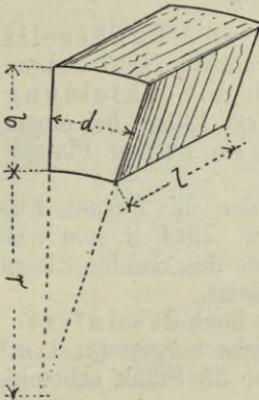
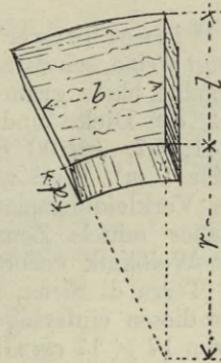


Abb. 45.



V. Pflasterziegel.

Pflaster	Länge cm	Breite cm	Dicke cm	Gewicht kg	Anmerkung
Dachboden .	29 26	14 16	4—5 4—5		abgefast
Trottoir . .	20	20	5.6—7	4—45.5	scharfkantig oder abgefast
Einfahrt . .	20	20	6—7	4.8—5.5	vierteilig oder mit
Randsteine .	47	18	12	22	konzentrischen Ringen, gerieft u. abgefast
Ställe . . .	20	10	7—8	3.2	
Straßen . .	20	10	10—15	4.2—6.2	

VI. Verblendziegel oder Verkleidungsziegel.

Wenn die Fassaden mit Ziegeln verkleidet oder verblendet werden, so sind diese Verblend- oder Verkleidungsziegel aus bestem Lehm herzustellen, weil sie schöner und dauerhafter sein müssen als die gewöhnlichen Mauerziegel. Sie müssen haben:

a) eine reine, gleichmäßige Farbe. Zuweilen werden sie auch „engobiert“ (siehe S. 83);

b) vollkommen gleiche Größe. Sie werden deswegen halbtrocken nachgepreßt, oft auch geschnitten.

- c) vollkommen ebene und wetterbeständige Flächen;
 d) scharfe, gerade Kanten.

Das Format der Verblendziegel ist so groß zu machen, daß die Fugen nur 8 mm stark sind:

Wiener Format: $29.2 \times 14.2 \times 6.9$ cm.

Berliner „ $25.2 \times 12.2 \times 6.9$ „

Außer den ganzen Steinen werden noch erzeugt $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$ Steine.

Verkleidungsplatten.

Die Wienerberger Ziegelfabrik- und Baugesellschaft in Wien erzeugt weiße, schwarze, rote, braune, braunrote, schwarzbraune, natur-, ledergelbe, blaue, grüne und sandsteinfarbige Verkleidungsplatten von 1.8–2 cm Dicke und 6.7, 14.2, 21.7 cm Länge bei einem Gewichte von 20, 41, 57, kg/100 Stück. Die 14.2 cm großen Platten erfordern 88 Stück für 1 m². 1 m² wiegt 36.5 kg.

Diese Verkleidungsplatten werden an der mit offenen Fugen hergestellten Mauer mittels Zementmörtel versetzt. Ihre 8 mm weiten Fugen werden mit Weißkalk verbrämt, dem man statt des Sandes Ziegelmehl und Farbstoffe (Terra di Siena, Kienruß usw.) zusetzt.

Außer diesen einfarbigen Platten werden auch dessinirte Mosaikplatten von 17 × 17 cm Größe und 2 cm Dicke hergestellt. 1 m² erfordert 35 Stück quadratische, 30 Stück sechseckige, 35 Stück achteckige Platten nebst 35 Einlagen.

VII. Formsteine oder Profilsteine.

Werden die Fassaden von Ziegelmauerwerk als Rohbau ausgeführt, so müßten die Architekturteile, wenn man sich nicht mit ganz einfachen Formen begnügt, die sich aus gewöhnlichen Ziegeln herstellen lassen, aus Haustein oder Putz durchgeführt werden. Will man aber die ganze Fassade durchgehends aus Backsteinen allein herstellen, so muß man für die Profilierungen (Gesimse usw.) eigens geformte Backsteine, sogenannte Formsteine oder Profilsteine, anfertigen.

Ihre Außenflächen werden häufig engobiert oder glasiert.

Normaltypen, welche die am häufigsten vorkommenden Formen umfassen, wurden aufgestellt vom österreichischen Ingenieur- und Architekten-Verein und vom Berliner Architekten-Verein.

a) Normaltypen des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines.

Die Abmessungen der geschlemmten Verkleidungsformziegel wurden auf Grund des in der Wiener Bauordnung festgesetzten Ausmaßes der Mauerziegel von $6.5 \times 14 \times 2.9$ cm für eine Fugendicke von 8 mm mit $6.7 \times 14.2 \times 29.2$ cm festgestellt.

I. Serie: Normalformen.

Abb. 46.

I

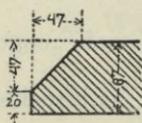


Abb. 47.

II

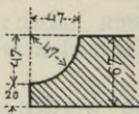


Abb. 48.

III



Abb. 49.

IV



Abb. 50.

V

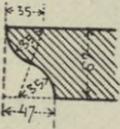


Abb. 51.

VI

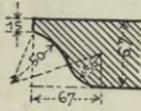


Abb. 52.

VII

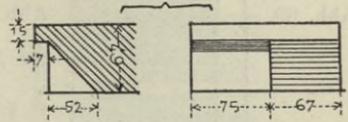


Abb. 54.

VIII

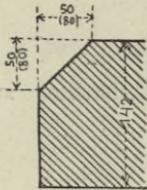


Abb. 55.

IX

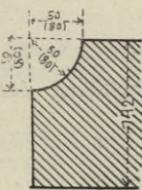


Abb. 56¹⁾

X



Abb. 57.

XI

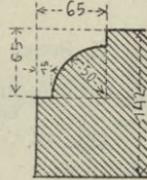
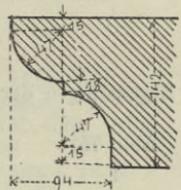


Abb. 58.

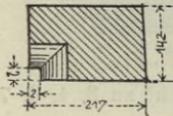
XII



Eckstücke zu I—VI.

Linkes Eckstück zu VII.

inneres.
Abb. 59.¹⁾



äußeres.
Abb. 60.¹⁾

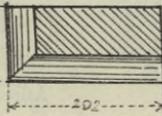


Abb. 61.²⁾

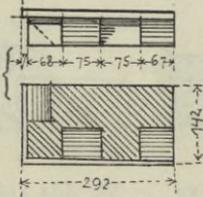


Abb. 62.¹⁾

Abb. 63.



Abb. 66.

Abb. 64.



Abb. 67.

Abb. 65.



Abb. 68.

Type Nr.	I. Fasenstein	Abb. 46, 59, 60.
" "	II. Hohlkehle	" 47, " "
" "	III. Viertelstab	" 48, " "
" "	IV. Rundstab	" 49, " "
" "	V. Karnies	" 50, " "
" "	VI. Sima	" 51, " "
" "	VII. Zahnschnitt	" 52, 53, 61, 62.
" "	VIII. Kantenfase	" 54, 63, 68.
" "	IX. Kantenhohlkehle	" 55, 64, 66, 67.
" "	X. Kantenrundstab	" 56, 65, 66, 68.
" "	XI. Kantenviertelstab	" 57, 67.
" "	XII. Konsole	" 58.

I—VII und XII: für Sockel und Gesimse.

VIII—XI: für Kanten, Pfeiler und Rollscharen und als Rollscharen für Gesimse.

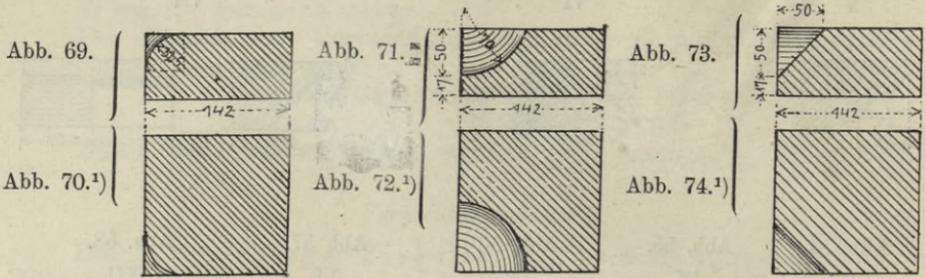
¹ Grundriß.

²) Ansicht.

VIII a.

IX a.

X a.



II. Serie: Supplementformen,

als Ergänzungen der Normalformen, um eine feinere Durchbildung der Architektur zu ermöglichen.

Abb. 75.

1

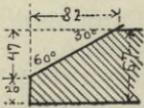


Abb. 76.

2

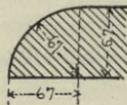


Abb. 77.

3

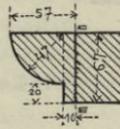


Abb. 78.

4

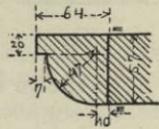


Abb. 79.

5

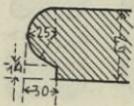


Abb. 80.

6

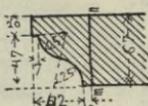


Abb. 81.



Abb. 82.1)

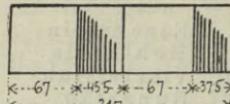
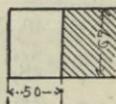


Ansicht zu 3, 4, 6, 7.

Abb. 83.

8

Abb. 84.2)



3, 4, 6, 7 u. 8 haben
Zahnschnitt.

Zahnlänge = 75 mm

Zahnlücke = 67 "

Zahntiefe = 57 "

m n: Hintergrund der
Zahnlücke.

Abb. 85.1)

12

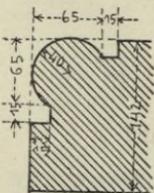
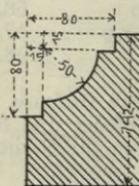


Abb. 86.

13

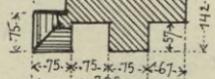


Linkes Zahnschnitt-Eckstück
zu (3, 4, 6), 7.

Abb. 87.2)



Abb. 88.1)



1) Grundriß.
2) Ansicht.

VIII. Dachziegel

(siehe S. 87 des III. Teiles: Ziegeldächer).

IX. Gewölb-Formziegel

(siehe S. 273 des II. Teiles: Deckenkonstruktionen).

B. Poröse Ziegel

(Tuffziegel).

Die porösen Ziegel werden dadurch erhalten, daß man dem Ton 30–50% verbrennbare Stoffe (Torf, Lohe, Koks oder Kohlenstaub, Sägespäne usw.) in Pulverform zusetzt. Indem diese verbrennen, erzeugen sie Hohlräume („Poren“).

Porenvolumen = 0,3–0,5 des Steinvolumens.

Die porösen Ziegel sind leichter, schlechtere Wärmeleiter, aber minder fest und weniger wetterbeständig als die Vollziegel.

Verwendung: nur im Innern, für Mauern, die möglichst leicht sein sollen. (Über Gewicht und Druckfestigkeit siehe S. 95 u. 96).

C. Lochziegel oder Hohlziegel.

Sie haben 1–9 Kanäle von rechteckigem, quadratischem oder kreisförmigem Querschnitt, „Löcher“, in 1–3 Reihen sowohl || Länge als auch || Breite sowie || Dicke.

Vorteile:

- a) sie sind wesentlich leichter als Vollziegel (siehe S. 95);
- b) trocknen schneller und gleichmäßiger;
- c) erfordern weniger Ton;
- d) isolieren gut gegen Wärme, Kälte, Feuchtigkeit und Schall.

Die Wandstärke = 1,5–2 cm.

Sie haben dasselbe Format wie die Vollziegel oder wie die Verblender.

§ 4. Klinker.

Die Klinker (siehe § 1) werden bis zur Sinterung gebrannt. Sie sind sehr hart und wasserundurchlässig und kommen an Festigkeit, Dauerhaftigkeit usw. den besten natürlichen Steinen gleich. Man verwendet sie, wenn die Festigkeit und Widerstandsfähigkeit der gewöhnlichen Ziegel nicht mehr ausreicht: für sehr stark belastetes Mauerwerk und für Pflasterungen.

Gute Klinker sollen sein:

- a) sehr hart, so daß sie beim Beschlagen Funken geben;
- b) sehr dicht, wasserundurchlässig;
- c) frei von Rissen, Sprüngen, Blasen usw. Dann geben sie einen hellen Klang beim Anschlagen.
- d) vollkommen ebenflächig, rein-, scharf- und geradkantig.

Ihr Format ist in der Regel das der gewöhnlichen Mauer- und Pflasterziegel.

Über Luftdurchlässigkeit (siehe S. 51).

„ Gewicht und Druckfestigkeit siehe S. 95 und 96.

Gattung	Dicke cm	Breite cm	Länge cm	Stück f. 1 m ²	Bemerkung
Trottoirplatten	4·5	15	15	42	4teilig od. glatt
	5	20	20	25	
Einfahrtsplatten	6	20	20	25	
Flurplatten	7	20	20	25	abgefaste Kanten
Stallsteine	5·5	10	15	60	
Straßenpflastersteine	8	9	20	50	
Randsteine für Trottoireinfassungen	12	18	47		
Trottoirrinne	6	20	20		
Pfeilerklinker	6·5	14·5	29	5	

Erzeugnisse der Wienerberger Ziegelfabrik- und Baugesellschaft in Wien.

Gattung	Beschaffenheit	Dicke cm	Breite cm	Länge cm	Stück für 1 m ²	Gewicht kg/m ²
Pflasterplatten	glatt	2·0	17	17	34	46
		2·5				58
		3·0				70
	gerippt	2·0	17	17	34	46
		2·5				48
		3·0				56·5
	4kuppig	2·5	17	17	34	66
		3·0				76
		3·5				63
	4- oder 9kuppig	3·0	17	17	34	73
3·5						
Stallstöckl	glatt oder 2kuppig	5·0	6	17	100	110
			6·5	15	130	

Fabrikate von Lederer & Nessényi (Wien).

Gattung	Beschaffenheit	Farbe	Dicke	Breite	Länge	Stück für 1 m ²	Gewicht kg/m ²
Wandbekleidungs- und Pflasterplatten	glatt	naturfärbig, gelb oder grau	1·8—2·0	16	16	38	45
			2·8—3·0	16	16	38	70
	diagona. gerippt	gelb oder gelb und grau	2·0—2·2	16	16	38	50
	4-od. 9kuppig	gelb, grau, rot oder braun	2·8—3·0	16	16	38	70
	4- "	} gelb od. grau	3·3—3·5	16	16	38	90
	9- "		3·8—4·0	18	18	31	
Stallstöckel	abgefast			5·0	6	17	98	130
	2-od. 3kuppig		5·0	6	17	98	130
	glatt		6·5	6	17	98	150
	"	braun					

cm

Feine Klinker.

Uniplatten, gelb, grau oder weiß: 2 cm dick — glatte Oberfläche
 2 " " mosaikartig
 3 " " 4- oder 9kuppig
 3·5 " " 8- "
 2·5 " " viel- "
 diagonal feine Rippen.

Fond- oder Bordüreplatten: dessinirt, 2- oder mehrfarbig.

Wandverkleidungsplatten.

1·4—2 cm dick: gewöhnlich mit Glasur aus Feinklinkermaterial.
 1 " " glasierte Tonplatten; gelb grau oder weißlich.

Fayenceplatten.

- a) reinfärbig weiß,
 b) mit Musterdruck.

Schornstein- und Ventilationsaufsätze.

Weite = 15, 17·5, 20, 25, 30 cm
 Höhe = 70, 90, 120, 150, 180 "

§ 5. Terrakotten.*)

Eigentlich ist unter Terrakotta jede gebrannte unglasierte Ware aus gelb- oder rotbrennendem Tone zu verstehen. Gewöhnlich bezeichnet man aber damit: Dekorationsstücke aus einem Gemenge von plastischen, verschiedenfarbigen Tonen und reinem weißen Flußsande u. dgl. Nach dem Brennen werden sie meistens engobiert.

Ihr Schwindmaß beträgt etwa $\frac{1}{12}$.

Man verwendet sie für: Kapitäle, Säulenschäfte (bis zu 6·5 m Höhe), Gesimsteile, Konsolen, Statuen (bis 5 m hoch), Karyatiden, Kreuzblumen, Turmspitzen, Rosetten, Medaillons usw., ferner für Hohlsteine zu Deckenkonstruktionen (Hourdis usw.).

§ 6. Steinzeug.

Von den verschiedenen Arten von Steinzeug hat eine Bedeutung für das Bauwesen nur das gewöhnliche Steinzeug. Seine Farbe ist grau, gelblich, rötlich oder bläulich. Es ist sehr hart, sehr fest und sehr widerstandsfähig gegen Abnutzung. Man verwendet:

1. innen und außen glasierte 0·8—1·0 m lange Röhren mit festen oder beweglichen Muffen für Wasser-, Abort-, Kanal-, Dunstleitungen usw.

a) gerade Röhren:

lichter Durchmesser	=	50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600, 700, 1000 mm.
Wandstärke mm	}	= 18, 19, 19, 20, 21, 21, 22, 22, 23, 26, 28, 32·5,
		32·5, 33, 35, 40, 50.
Gewicht kg/lfd. m	}	W B = 20, 20, 20, 20, 20, 20, 20, 25, 25, 25, 25, 25, 30,
		30, 30.
		= 10·2, 13, 18, 22, 28, 34, 37, 42, 49, 64, 80, 95,
		114, 129, — 170, 240, 330.
		W B = 10, 12, 16, 20, 25, 30, 35, 40, 47, 60, 74, 85,
		= 110, 128, 140, 160.

W B = Erzeugnisse der Wienerberger Ziegelfabrik- und Baugesellschaft.

Die geraden Röhren werden auch durchlocht hergestellt.

b) Bogenstücke mit Radien von 0·25, 0·5, 1·0 und 2·0 m und 0·5—0·7 m Länge.

c) Kniestücke, 0·5—0·8 m lang.

d) Einfache Zweigröhren und T-Stücke, 0·6 m lang.

e) Doppelte Zweigröhren und Kreuzstücke, 0·6 m lang.

f) Reduktionsstücke.

Gewicht	der Steinzeugrohre	= 2200 kg/m ³
Wasseraufnahmefähigkeit	"	= 2—3%
Bruchfestigkeit	"	= 120—130 kg/cm ² .
Sie können einen Druck bis 15 kg/cm ² aushalten.		

2. Ausgußbecken, Gainzen (Aborttrichter), Putzrohre, Fettfänge, Siphons, Schachtdeckel, Einlaufgitter, Rinnen, Kanalsohlen, Schornsteinaufsätze, Dunsthüte, Rauchröhren und Balluster.

Deckplatten für Mauern, Pfeiler, Ballustraden, Schornsteine, Ventilationsschläuche.

*) terra: Erde; cotta: gebrannt — französ. terre cuite.

3. Saumsteine als Sockel für Gitter.

4. Randsteine für Pflasterungen.

5. Fliese für Fußböden, Gehwege usw. und für Wandverkleidungen.

Pissoirwandkacheln, 20×20 cm, braun glasiert.

Pissoirwandplatten, 16×16 " 2 cm dick, glatt, gelb.

Pissoirbodenplatten, 16×16 " 3 " " grau, 4- oder 9kuppig.

Herdverkleidungskacheln, $16 \times 24, 21 \times 21$ cm m. blauer Emailglasur.

Badewannenfliese, 15×17 oder 17×17 " " weißer " " oder dessiniert. " " " "

Mosaikplatten, 16×16 cm.

§ 7. Feuerfeste Ziegel.

Sie werden aus einem Ton hergestellt, der reich an Kieselsäure und Tonerde und arm an Kalk, Eisen und Alkalien ist und dem man Schamotte, Sand, Kohle, Koks, Serpentin, Talk, Graphit, Steinzeug- oder Porzellanscherben beimischt.

Feuerfeste Ziegel	Verwendung
<i>Dinasziegel od. Quarzziegel</i>	Bau von Stahl-, Schweiß-, Flamm-, Glas- und Porzellanöfen. Gewölbe in Martinsöfen usw.
<i>Schamotteziegel</i>	Ausmauerung von Zimmeröfen und Küchenherden. Herstellung von Backöfen, Flammöfen mit direkter Feuerung, Hochöfen, Glasmelzöfen, Rosten, Heizschächten, Heizkanälen.
<i>gemischte Quarzziegel</i>	Sohlkanäle in Koksöfen. Oberteile der Tiegelöfen, der Nickelsmelzöfen; Puddelöfen, Schweißöfen, Glasöfen.
<i>Bauxitziegel</i>	Bleiraffinerien.
<i>Dolomitziegel</i>	Ausfütterung von Konvertern beim basischen Verfahren der Schmiedeeisenerzeugung.
<i>Chromitziegel</i>	Trennung der Magnesiaziegel und der Dinasziegel in den Siemens-Martinöfen.
<i>Magnesitziegel</i>	Ausfütterung von Kalk-, Zement-, Strontian-Brennöfen, Konvertern beim Entphosphorungsprozeß in den Eisenhütten.
<i>Koksziegel</i>	Ausmauern von Bleiöfen. Herstellung von Wänden in den Ziegelbrennöfen.
<i>Ganisterziegel</i>	Auskleiden von Bessemerbirnen, Puddelöfen.
<i>Silikasteine</i>	

Die Schamotteziegel kommen vor

- a) gerade: 25, 26·5, 29·0, 31·6, *cm* lang
 12·5, 13·2, 14·5, 15·8 " breit
 6·5, 8·0, 6·5, 8·0 " dick
 4·0, 5·0, 5·3, 6·8 } *kg* schwer
 3·8, 5·2, 5·4, 7·5 }
 b) keilförmig: 5·2, 6·5 5·2, 6·5 *cm* dick am dünneren Ende
 6·5, 8·0, 6·5, 8·0 " " " dickeren "
 3·4, 4·6, 4·8, 6·4 } *kg* schwer.
 3·4, 4·8, 5·2, 7·0 }

Schamotteplatten

- Längen: 31·6, 31·6, 31·6, 31·6, 39·5, 47·5, 63·2, 63·2, 80·0, 80·0,
 100·0 *cm* ;
 Breiten: 31·6, 31·6, 31·6, 39·5, 39·5, 47·5, 63·2, 80·0, 80·0, 80·0,
 100·0 *cm* ;
 Dicken: 2·6, 4·0, 5·2, 5·2, 5·2, 5·2, 5·2, 5·2, 8·0, 10·0, 10·0 *cm* ;
 Gewichte: 5, 8, 10, 12·5, 16, 23, 40, 50, 100, 125, 200 *kg*.

§ 8. Gewicht und Festigkeit

der gebrannten künstlichen Steine.

I. Gewichte der Ziegel.

Vollziegel	1400—2000	} (<i>kg/m³</i>).
Lochziegel	1150—1200	
dünnwandig	1000	
dickwandig	1200	
Poröse Ziegel	1150—1380	
„ Lochziegel	900	
Klinker	1600—2300	

II. Gewicht des Ziegelmauerwerks.

Normalien des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines.

Mauerwerk aus	Mörtel aus	Gewicht <i>kg/m³</i>	
		trocken	feucht
Handschlagziegeln	W	1500	1600
	R o. P	1570	1700
Maschinziegeln	W	1580	1670
	R o. P	1650	1770
geschlemmten Ziegeln	W	1530	1620
nachgepreßten Pfeilerziegeln	P	1610	1730
Klinkern	P	1920	2000
3-Lochziegeln	W	1350	1450
6- " "	W	1250	1350
porösen Vollziegeln	W	1200	1300
„ 3-Lochziegeln	W	1140	1290

W Weißkalk, R Romazement, P Portlandzement.

III. Festigkeit (kg/cm^2).1. Druckfestigkeit (K_d).

Ziegel, gewöhnliche	60—120
„ gute	140—250
Handschlagmauerziegel, gewöhnliche	158—263; 206 im Mittel
„ bei Schwachbrand	150—200
„ „ Mittelbrand	200—300; 258 „ „
gewöhnliche Maschinenziegel	205—230
„ Verblendziegel	183
„ Wölbziegel	125
gelb geschlemmte Verblendziegel	205
desgleichen und nachgepreßt	230
rotgeschlemmte Verblendziegel	200
desgleichen und nachgepreßt	195
gewöhnliche Lochziegel	194
Maschinlochziegel mit 3 Löchern	150
poröse Vollziegel	150
„ Wölbziegel	27
„ Lochziegel	84
Klinker	300—700
Straßenklinker (Wienerberger)	3700.

2. Zugfestigkeit (K_z).

Ziegel	25—50
gewöhnliche	10
gute	20
Klinker	1000

3. Scherfestigkeit (K_s).

Ziegel	12
------------------	----

IV. Zulässige Inanspruchnahme (kg/cm^2).

Mauerwerk aus	Mörtel aus	Normalien des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines					Hochbauvorschriften der k. k. österr. Staatsbahnen
		aufgehendes Mauerwerk			Gewölbe bis zu 10 m Spannweite		
		A	B	C	k_d	k_z	
gewöhnlichen Ziegeln	W	5	2·5	—	5	—	7
	R	7·5	5	—	7·5	—	—
	P	10	7·5	5	10	1	12
Bruchstein $\frac{1}{3}$ Ziegel + $\frac{2}{3}$ Bruchstein	W	4	—	—	—	—	—
	R	5	—	—	—	—	—
	P	8	—	—	—	—	9
geschlemmten Ziegeln besten Sorte	P	12	8	6	12	1	14
	P	20	15	10	20	—	20

W Weißkalk, R Romanzement, Portlandzement.

Zahlen unter	geringste Mauerdicke	Tragpfeiler deren $\frac{a}{h}$	Mauerwerk aus	Mörtel aus	zulässige Inanspruchnahme auf Druck in kg/cm^2
A	≥ 45 cm	$\geq \frac{1}{6}$	Ziegeln . .	W	7 ²⁾
			" . .	P	11 ²⁾
					12 ¹⁾
B	< 45 "	$\frac{1}{6} - \frac{1}{8}$	Klinkern .	P	12—14 ²⁾
					14—20 ¹⁾
C	≥ 30 "	$\frac{1}{8} - \frac{1}{12}$	porös. Steinen	W	3—6 ²⁾

a kleinste Querschnittsabmessung des Pfeilers
 h dessen freie Höhe.

1) Vorschriften der Bauabteilung des preußischen Ministeriums der öffentlichen Arbeiten.

2) auch von der Berliner Baupolizei.

Bezeichnet K_d die Druckfestigkeit der unvermaurten Steine, so beträgt die zulässige Inanspruchnahme des Ziegelmauerwerks auf Druck $k_d = \alpha K_d$.

Mörtelmischung			α
Kalk	Zement	Sand	
1	—	2	0·044
7	1	16	0·048
—	1	6	0·055
—	1	3	0·063

B. Ungebrannte künstliche Steine.

§ 1. Künstliche Steine aus lufttrockenem Ton.

Das Brennen unterbleibt

a) damit man dessen Kosten erspart, oder

b) weil der Ton ein Brennen nicht vertragen würde.

1. Luftziegel.

(Lehmsteine).

Herstellung: Lehm, den man vorher eingesumpft, aber nicht durchgetreten hat, wird nach dem Formen nicht gebrannt, sondern nur an der Luft getrocknet.

Das Schwinden beim Trocknen = $\frac{1}{20}$ der Länge.

Eigenschaften: sie sind feuerbeständig und bei entsprechendem Schutze gegen Nässe auch dauerhaft. Der Nässe widerstehen sie nicht und ihre Festigkeit ist gering.

Verwendung: nur für ganz untergeordnete Bauten (Innenwände landwirtschaftlicher Gebäude, Ausmauerung von Riegelbauten).

2. Lehmputzen.

Herstellung: wie die Luftziegel, nur mischt man zum Lehm, um das Trocknen zu beschleunigen und einen besseren Zusammenhalt zu er-

zielen, 10—20% gehacktes Stroh oder Heu, langfaseriges Moos, Hanf- oder Flachsabfälle usw.

Eigenschaften: sie sind minder fest, nehmen noch mehr Wasser auf als die Luftziegel. Der Putz haftet aber an ihnen besser.

Ziegelart	Länge cm	Breite cm	Dicke cm	Gewicht kg	Erfordernis			Erforder- nis in Stück/m ³
					Lehm m ³	Stroh	Flachs- od. Hanfabfälle	
					für 1000 Stück			
Luftziegel	30	14	8—10	5—7	4·6—4·8			295—220
	26	12·5	8	4—4·5	3·8			390
Lehmpatzen	39	20	16	18·5				81
	30	14	14	—				—
	27	15	16	9—9·5	8	10 Bündel!	22 hl	154
	29	16	15	9—9·5				154
	26	15	14	8·5—9				172
	26	13	13	6·5—7				228

§ 2. Künstliche Steine aus Mörtelmassen.

Diese künstlichen Steine erhärten, ohne daß ein Brennen stattfinden muß.

I. Aus Kalkmörtel.

1. Kalksandsteine.

Kalkziegel, Sandsteinziegel.

Herstellung: feinstgepulverter, ungelöschter Kalk + viel Sand wird mit wenig Wasser gelöscht, unter Einwirkung von gespanntem Dampf durchgearbeitet, dann unter starkem Pressen geformt.

Aussehen und Härte sind wie beim Sandstein.

Eigenschaften: sie sind weniger widerstandsfähig gegen Stöße und lassen sich nicht so gut behauen wie gebrannte Ziegel, sind aber wetterfester als Luftziegel.

Druckfestigkeit: 140—240 kg/cm².

Da die Kalkziegel Hitze nicht vertragen, so darf man sie zu Feuerungen oder Rauchfängen nicht verwenden.

Sie brauchen keinen Putz.

Erdfeuchtigkeit muß ferngehalten werden.

Stark vorspringende Mauerteile aus ihnen zerfriren leicht.

Verwendung: namentlich bei landwirtschaftlichen Bauten; in tonarmen Gegenden auch bei sonstigen Hochbauten.

1a. Kalksandziegel.

Herstellung: 1 R. T. dicke Kalkmilch + 6 R. T. grober lehmfreier Sand werden sorgfältig gemischt und daraus nach 8—10 Tagen Ziegel goformt.

Diese sind nach 24 Stunden zu vermauern.

Nach 4 Wochen sind sie an der Luft erhärtet.

Sie sind frostbeständig und ziemlich fest.

Verwendung: als Ersatz für gebrannte Ziegel in Gegenden, wo Ziegelton fehlt, aber guter Sand vorhanden ist.

1 b. Kunstsandstein.

Herstellung: feiner Sand + Kies (auch Glaspulver) + Staubkalk + Portlandzement + wenig Wasser werden gemischt und in Formen gestampft.

Verwendung: Ersatz der natürlichen Steine für Mauerverkleidungen Stufen- und Fußbodenbelag, Ornamente.

1 c. Hydrosandstein.

Herstellung: Kalkstaubhydrat + reiner gewaschener Sand + Wasser werden maschinell geknetet und in Formen gestampft, in weichem Zustande vom Steinmetz oder Bildhauer bearbeitet und nach oberflächlichem Austrocknen in einem geschlossenen Behälter einem Dampf- oder Wasserbade von 95°C 2...3 Tage lang ausgesetzt, worauf man vorsichtig abkühlt.

Eigenschaften: er erhärtet vollständig hydraulisch und gleicht vollkommen dem natürlichen Sandstein.

Eine Mischung 1:7 erlangte nach 28 Tagen eine

Zugfestigkeit = 34 kg/cm^2

Druckfestigkeit = 267 „

2. Bimssandsteine,

rheinische Schwemmsteine, Tuffsteine.

Herstellung: 1 R. T. Kalkmilch + 9 R. T. Bimssteinsand werden bestens gemengt, geformt und 2—3 Monate an der Luft trocknen gelassen.

Eigenschaften: sie sind sehr leicht, billig, wetter- und feuerbeständig, lassen sich sägen, sind schwammsicher, isolieren gut gegen Wärme, Kälte und Schall. Der Putz haftet leicht und dauerhaft. Sie sind aber nur wenig tragfähig.

Gewicht: $700\text{—}950\text{ kg/m}^3$.

Druckfestigkeit: $17\text{—}27\text{ kg/cm}^2$.

Zum Versetzen verwendet man Mörtel aus Kalk + Bimssteinsand.

3. Schlackenziegel.

a) Kalk-Schlackensteine.

Herstellung: Man mengt Kalkbrei + gekörnte Hochofenschlacke

Eigenschaften: sie sind poröser, luftdurchlässiger und billiger als gewöhnliche Ziegel, halten warm und trocken.

Gewicht: 1200 kg/m^3 .

Druckfestigkeit: $45\text{...}90\text{ kg/cm}^2$.

b) Englische Schlacksteine.

Ironbricks. *)

Herstellung: Hochofenschlacke wird in Eisenformen gegossen, längere Zeit glühend erhalten und dann langsam abgekühlt.

Eigenschaften: braun-schwarz, hart, schwer, wenig spröde.

Verwendung: Pflaster von Gehwegen, Höfen, Ställen usw.

*) sprich: eirnbricks.

4. Löschiegel.

Herstellung: Kalkbrei wird mit Braun- oder Steinkohlenasche gemengt.

Eigenschaften: sehr leicht, aber wenig fest.

Druckfestigkeit: 15 kg/cm^2 .

5. Korksteine.

Herstellung: man mengt Kalkbrei + Korkabfälle und preßt das Gemisch.

Eigenschaften: sie sind die leichtesten Bausteine, sehr schlechte Wärmeleiter, vertragen Hitze bis 180°C . Sie schwinden, reißen und faulen nicht; lassen sich schneiden, sägen, nageln, schrauben und behauen wie Holz.

Verwendung: Wände, die ein möglichst geringes Eigengewicht haben sollen; unbelastete Gewölbe; Verkleidung kalter Wände und Isolierung gegen Wärme und Kälte.

Gewicht: 330 kg/m^3 .

Korksteine im

österreichischen Ziegelformat von $29 \times 14 \times 6.5 \text{ cm}$	wiegen	815 g
deutschen	"	600 "

Druckfestigkeit: 17 kg/cm^2 .

Zulässige Inanspruchnahme auf Druck: 2.8 kg/cm^2 .

Bruchfestigkeit: 72 kg/cm^2 bei Steinen.

38 " Platten.

Wasseraufnahme: 33.4% des " Gewichtes nach $\frac{1}{2}$ Tag

69.2% " " " 5 Tagen.

Wärmeleitungskoeffizient des gebrannten Korkes (siehe S. 65): 0.143 .

Im Bauwesen kommen vor:

- | | | |
|----------------|---------------------------|----------|
| a) Steine von | 3, 4, 5, 6.5 cm | Dicke |
| | 25, 29 | " Länge |
| | 12, 14 | " Breite |
| b) Platten von | $3-6.5$ | " Dicke |
| | 30, 45, 90, 94 | " Länge |
| | 25, 30 | " Breite |

a) Weiße Korksteine.

Die Korkstückchen werden mit einer tonigen Masse verkittet.

Nässe und Temperaturen über 350° sind fernzuhalten.

Man versetzt sie mittels Gipsmörtel.

Als Putz verwendet man Kalkmörtel + Gipszusatz.

b) Schwarze Korksteine.

Sie sind fester und schwerer als die weißen.

Man kann sie auch bei feuchten Räumen verwenden.

Als Kittmittel benützt man Steinkohlenpech.

Zum Versetzen verwendet man Zement- oder Asphaltmörtel.

Verwendung:

a) Bekleidung kalter oder feuchter Wände.

b) feuersichere Ummantelung eiserner Träger und Säulen.

II. Aus Zementmörtel.

1. Zementsteine.

Herstellung: 1. sehr fein gemahlener, langsam bindender, nicht treibender Zement + 3...6 feinkörniger, reiner, rescher Sand werden unter geringem Wasserzusatz in Formen gefüllt, dann geklopft, bis die Oberfläche schwitzt. Die Oberfläche ist aus 1 Zement + 1...2 Sand herzustellen.

Verwendung: Guß von Säulen, Kapitälern, Basen, Gesimsen, Rosetten, Medaillons, Statuen usw.

Die Zementornamente sind billiger, schneller und leichter herzustellen als solche aus natürlichen Steinen, haben aber minder charfe Außenformen. Außerdem werden aus Zementmörtel noch hergestellt:

2. Zementplatten.

Herstellung: 1 langsam bindender Zement + 4-8 grober Sand; an der Oberfläche 1 Zement + 1 Sand.

Seitenlänge: 20-80 cm.

Verwendung: Fußböden, Pflaster, Mauerabdeckungen, Wasserrinnen.

3. Mosaik- oder Terrazzofliese.

Herstellung:

a) Zementpulver + Marmorstückchen + Marmorfehl werden mit Wasser zu steifem Brei angerührt oder

b) in Zementmörtel mengt man Farben oder farbige Steine, formt das Gemenge, stampft oder preßt es.

Diese Platten sind quadratisch, 6- oder Seckig; 30...40 cm groß und 2,5...5 cm dick.

Man verlegt sie in Zementmörtel.

4. Zement-Dachplatten.

In der Gestalt der Flachziegel, Dachpfannen, Hohl-, Falzziegel usw.

Sie werden aus 1 langsam bindendem Romanzement + $\frac{2}{3}$...2 Sand oder Hochofenschlacke geformt und gepreßt.

Sie sind sehr wasserdicht, sehr widerstandsfähig, feuersicher und leicht.

5. Zementröhren.

Brunnen-, Wasserleitungs-, Kanal-, Drainröhren u. dgl. aus Portland-, Roman- oder Schlackenzement-Mörtel, bei größeren Weiten als Eisenzementkonstruktionen.

Die erhärteten Röhren werden, um ihre Widerstandsfähigkeit zu erhöhen, in eine Kieselsäurelösung gelegt.

Beim Verlegen werden die Fugen mit Zementmörtel vergossen.

Die Wandstärke soll nie kleiner als 5 cm sein.

Gegenüber den Tonröhren sind die Zementröhren bei größeren Lichtweiten billiger, bei kleinen gleich teuer; sie haben eine genauere Form, können Drücke bis zu 10 at. aufnehmen und sind widerstandsfähiger gegen Stöße.

kreisförmiger Querschnitt				eiförmiger Querschnitt				
Licht- weite <i>cm</i>	Quer- schnitts- fläche <i>cm²</i>	Länge <i>m</i>	Gewicht <i>kg/m</i>	Lichtweiten <i>cm</i>		Quer- schnitts- fläche <i>cm²</i>	Länge <i>m</i>	Gewicht <i>kg/m</i>
7·5	44	0·8	17	20·0	30·0	459	1·0	96
10·0	78	0·8	21·5	25·0	37·5	717	1·0	130
12·0	113	1·0	26	30·0	45·0	1032	1·0	158
15·0	176	1·0	36	35·0	52·5	1406	1·0	218
17·5	240	1·0	46·5	40·0	60·0	1836	1·0	305
20·0	314	1·0	56	45·0	67·5	2323	1·0	330
22·5	397	1·0	71	50·0	75·0	2776	0·8	470
25·0	490	1·0	86	60·0	90·0	4131	0·8	625
30·0	706	1·0	124	66·0	100·0	4998	0·8	690
35·0	962	1·0	150	70·0	105·0	5622	0·8	700
40·0	1256	1·0	200	80·0	120·0	7244	0·8	810
45·0	1590	1·0	225	93·0	140·0	9969	0·8	1150
50·0	1963	1·0	275	100·0	150·0	11503	0·8	1450
60·0	2827	1·0	389					
70·0	3848	0·8	500					
80·0	5026	0·8	620					
90·0	6361	0·8	700					
100·0	7853	0·8	750					

6. Zementdielen.

Man stellt sie her aus 1 Zement +

a) 3 Quarzsand — diese sind nur mit dem Meißel bearbeitbar.

b) 3 Bimssteinsand — sie lassen sich sägen, nageln usw.

Eine Seite ist glatt, die andere gerippt.

Dicke: 6—14 *cm*

Breite: 30—50 "

Länge: 100 "

Gewicht: 2160—2200 *kg/m³*.

Zugfestigkeit:

lufttrockene Platten 47·2 *kg/cm²*

wassersatte " 44·13 "

an der Luft ausgefrorene Platten 39·85 "

unter Wasser " 31·25 "

Druckfestigkeit 22—45 "

Verwendung: Wände, Ersatz der Schuttschalung bei Decken.

Zementdielen von J. Wygasch.

Sie haben Einlagen von Weiden- oder Drahtgeflechten. Der Zementmasse werden Sägespäne u. dgl. beigemischt.

7. Stegzementdielen von Stolte.

Sie enthalten Hohlräume parallel zu den Längskanten. Diese haben Falz und Nut.

Die Fugen werden mit Zementmörtel gedichtet.

Dielen-gattung	Stärke cm	Gewicht kg
Quarzsand-Zementdielen	5	82
	7	110
	10	170
	12	180
Bimssteinsand-Zementdielen	5	55
	7	70
	10	115
	12	120

8. Asbestzementsteine.

Herstellung: Zementmörtel + Asbestpulver.

Eigenschaften: feuerbeständig, wetterfest, lassen sich nageln, hobeln, sägen, schneiden; isolieren gut gegen Wärme und Schall, können poliert, bemalen, lackiert, tapeziert werden.

Plattendicke: 2—2,5 cm.

Verwendung: Fußböden, Wandverkleidungen.

9. Eternitschiefer.

Über *Eternitschiefer* oder *Asbestzementschiefer* siehe: III. Teil, S. 94: Schieferdächer.

III. Aus Gipsmörtel.

Zum Versetzen benützt man Gipsmörtel und breitköpfige, verzinkte Nägel*), deren Länge mindestens doppelt so groß sein soll als die Stärke der Dielen. Bei Wandverkleidungen verwendet man Drahtstifte; bei Decken geschmiedete Nägel.

Der Putz wird auf der rauhen Vorderseite 1 cm stark aufgetragen,

1. Bei Decken und Innenwänden trockener Räume putzt man mit reinem Gipsmörtel.

2. Bei Außenwänden und bei Räumen, in denen Dämpfe und Dünste auftreten (Küchen, Keller, Ställe usw.):

a) werden die rauhen Flächen mit dünnem Weißkalkmörtel bespritzt, dem $\frac{1}{3}$ Gips zugesetzt wurde, und dann

α) mit dickem Weißkalkmörtel ohne Gipszusatz oder

β) zuerst mit dünnem Weißkalkmörtel ohne Gipszusatz und danach mit dickem Weißkalkmörtel, dem man $\frac{1}{6}$ Portlandzement zusetzt, geputzt;

b) oder man bespritzt die Dielenflächen mit dünnem Mörtel aus hydraulischem Kalk und putzt sie dann mit dickem Mörtel aus hydraulischem Kalk.

1. Gipsdielen.

Herstellung: man bettet in den Gipsmörtel, um die Dielen leichter, zäher und biegsamer zu machen, Schilf- oder Bambusrohrstengel u. dgl. bei. Ein Zusatz von Alaun oder Leimwasser härtet sie (*Hartgipsdielen* von A. u. O. Mack).

*) Eisennägel würden vom Gips angegriffen werden.

Dicke: 2·5—8 cm
 Breite: 25 " "
 Länge: 1·8 m
 Gewicht: 1000 kg/m³

Die Gipsdielen sind billig, feuersicher, unverbrennlich, haben ein geringes Eigengewicht, lassen sich sehr einfach versetzen, geben gleich trockene Wände usw. und isolieren gut gegen Schall und Wärme. Man kann sie sägen, bohren und nageln wie Holz, vor dem sie noch den Vorzug haben, daß sie nicht faulen, stocken, modern und nicht vom Schwamm ergriffen werden.

Mängel der Gipsdielen, Schilfbretter u. dgl.: sie vertragen das Einschlagen von Nägeln nicht gut; die Höhlungen des Schilfes usw. bieten Brutstätten für Ungeziefer und Krankheitskeime.

Verwendung:

1. vorzugsweise für dünne Scheidewände (5—7 cm starke Dielen).
2. zur Verkleidung von Riegelbauten (außen 4—5 cm, innen 2·5—4 cm starke Dielen).
3. als Ersatz der Putzschalungen bei Decken.
4. zu Isolierungen bei Wänden und Dächern.

Festigkeit der Gipsdielen.

Gipsdielen	Stärke cm	Tragfähigkeit: gleichmäßig verteilte Nutzlast (kg/m ²) bei einer Freilage der Dielen in m								Portlandzementbeton von cm	Glattstrich von cm		
		0·75	1·00	1·25	1·50	1·75	2·00	2·25	2·50				
Vollgipsdielen	3	80	35							Portlandzementbeton von cm	Glattstrich von cm		
	4	155	72	34									
	5	255	126	66									
Hohlgipsdielen	7	486	274	175	122	89							
	10	922	520	332	232	169	130	101					
	12	1260	710	454	317	231	177	138	113				
Vollgipsdielen	7	1200	670	430								3	2
	7	1480	830	535								5	2
Hohlgipsdielen	10	1200	670	430	300							3	—
	10	1320	750	480	340							3	—
	10	1670	1000	640	450							5	2
	12	1670	1000	640	450							5	—

Die Bruchfestigkeit = 40—50 kg/cm².

Die Längskanten erhalten (ausgenommen die 2·5 cm starken Dielen) Falze und Nuten, mit denen sie ineinandergelegt werden.

In der Regel ist die Vorderseite rau und die Rückseite glatt oder mit Asphaltpappe belegt. Die rauhe Vorderseite ist stets freizulegen.

2. Gipsschlackenplatten.

Sie werden aus bestem Gipsbrei + reiner Schlacke hergestellt. Beiderseits sind die Flächen rau.

Dicke samt beiderseitigem Verputz: 5·5 oder 7 *cm*.
 Gewicht: 45 *kg/m*²
 1250 *kg/m*³

Gedübelte Gipschlackenplatten.

Abb. 106.

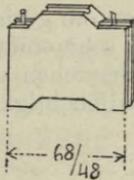
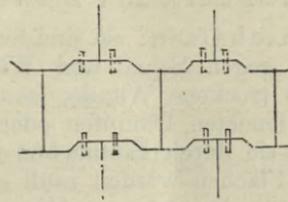


Abb. 106 a.



Das Versetzen erfolgt mittels Gipsmörtel.
 Zum Putz verwendet man ebenfalls Gipsmörtel.
 Verwendung: wie die Gipsdielen, werden aber diesen vorgezogen.
 Eingeschlagene Nägel halten fest.

3. Hohldielen.

Sie bestehen nur aus reinem, sehr hartem Gips ohne Rohreinlagen und enthalten 5, 7 und 10 *cm* weite zylindrische Kanäle.

Sollen sie größere Belastungen aufnehmen, so armiert man sie mit Drahteinlagen.

Stärke: 7, 10 und 14 *cm*

Breite: 20, 35 und 40 *cm*

Länge: 1·0 und 1·25 *m*

Gewicht: 55, 80 und 102 *kg/m*²

Eigenschaften: sie können viel Feuchtigkeit aufnehmen, ohne zu erweichen oder an Festigkeit zu verlieren.

4. Schilfbretter.

Für sie gilt das bei den Gipsdielen Gesagte.

Man stellt sie her aus gutem Gipsmörtel und ausgesuchtem Schilfrohr.

Dicke: 2·5–12 *cm*

Größe: 1 *m*²

Gewicht: 20–84 *kg/m*².

Zum Versetzen benützt man Gipsmörtel und verzinkte Nägel, die wenigstens um 3 *cm* länger sein müssen als die Dicke der Bretter.

Als Putz verwendet man Gipsmörtel; zum Verfugen einen mit Leimwasser angemachten Gipsbrei.

5. Spreitafeln von Katz.

Darunter sind zu verstehen 67 *cm* lange, 30 *cm* breite und 10 oder 13 *cm* dicke Hohltafeln aus einem Gemenge von Gips- und Kalkmörtel mit Spreu, Sägespänen, Kork, Lohe, Tierhaaren, unter Zusatz von Leimwasser.

Die Hohlräume sind rechteckige Kanäle, parallel zur Längsrichtung und umfassen 35% des Volumens.

Gewicht = 500 kg/m^3
 50 kg/m^2 bei 10 *cm* starken Tafeln
 60 bis 65 kg/m^2 " 13 " " "

Festigkeit: 25.7 kg/cm^2 .

Eigenschaften: sie sind feuerbeständig, haben ein geringes Gewicht, isolieren gut gegen Schall und Wärme, lassen sich sehr einfach versetzen, geben gleich trockene Wände, lassen sich sägen, widerstehen aber nicht der Nässe oder feuchten Dämpfen oder aufsteigender Erdfeuchtigkeit. Dagegen schützt man sie durch Eintauchen in heißen Teer.

Beide Flächen werden rau gelassen.

Als Putz benützt man Gipsmörtel.

Zum Versetzen verwendet man Gips- oder Kalkmörtel, dem man Gips zusetzt.

6. Holzseilbretter.

Sie werden hergestellt, indem man Seile aus Holzwolle mit flüssigem Wasserglas imprägniert und, dicht aneinander gelegt, mit Gipsbrei zu 2.5 *m* langen, 40 *cm* breiten und 2.5—10 *cm* dicken Brettern verbindet.

Gewicht: 2.5 *cm* dicke Bretter wiegen 15 kg/m^2

9 " " " " 51 "

Eigenschaften: sie sind sehr fest, reißen, schwinden, faulen nicht, isolieren gut gegen Wärme und Schall, sind feuerbeständig, lassen sich sägen, nageln und hobeln.

Verwendung: dünne, leichte Scheidewände, Verschalung und Isolierungen.

7. Kokosgipsdielen oder Kokolithplatten.

Dem Gips werden Kokosfasern beigemischt.

Plattendicke: 1.5—5 *cm*

Verwendung: Verschalungen, Trägerummantelung.

8. Coalithbauplatten.

Sie werden hergestellt aus: 4 Gips + 7 Kesselschlacke + Wasser.

Man verwendet sie für Wände:

5 *cm* dick bei 5.50 *m* Zimmertiefe und normaler Geschoßhöhe,

7.5 " " " größerer " oder größerer "

IV.

1. Xylolith*) oder Steinholz.

Magnesiakitt (gebrannte Magnesia) wird mit einer 30%igen Chlormagnesialösung mit Holzstaub, Werg, Juteabfällen u. dgl. vermischt und in Formen gepreßt.

Eigenschaften: Xylolith ist wetterbeständig, wasserfest, wasserundurchlässig, widersteht Säuren, ist ein schlechter Wärmeleiter, entzündet

*) xylos = Holz, lithos = Stein (griech.).

sich auch bei stärkstem Feuer nicht, läßt sich zwar nicht nageln und schneiden, aber sägen, hobeln, stemmen und feilen.

Poren: 6⁰/₀.

Wasseraufnahme:

in 12 Stunden: 2·07⁰/₀ des Gewichtes

„ 38 „ 3·8⁰/₀ „ „

Gewicht: 1400 kg/m³

wassersatt trocken

Zugfestigkeit: 162 976 kg/cm²

Druck „ 749 902 „

Bruch „ 412 „

Verwendung: Fußböden*), Belag für Stiegenstufen, Wandverkleidungen.

2. Parkettolith.

Es werden quadratische Tafeln aus Xyolith hergestellt, mit 5...6 cm weiten Fugen verlegt und diese mit anders gefärbtem Xyolith ausgegossen.

3. Hygiol oder Hylol.

Holzpulver wird mit einem Kitt gepreßt und 1 cm stark auf einer Betonunterlage aufgebracht.

Hygiol läßt sich schleifen und polieren.

4. Torgament.

Aus Sägespänen und einer verkittenden Masse wird an Ort und Stelle ein Estrich aufgetragen und geglättet.

5. Asbestit (!).

Sägespäne und Asbestmehl werden verkittet und gepreßt und 1·5 cm stark auf einer Betonunterlage aufgebracht. Darüber gibt man in 3 mm Stärke langfaserigen Asbest.

6. Lapidit.

Ein Gemisch aus Korkabfällen, Asche, Kohlenlösch, Torf, Sägemehl, Sand und Wasser wird gepreßt.

7. Legnolith. **)

8. Papyrolith.

9. Xylopal.

10. Mineralit.

11. Sanitas.

12. Terralith.

*) Siehe S. 348 des II. Teiles.

**) legnum = Holz (latein.).

IV. Kapitel.

Mörtel.

§ 1. Allgemeines.

Die Verbindung der Steine eines Mauerkörpers erfolgt mittels eines Bindemittels, das in teigartigem Zustande eingebracht wird, und nachdem sich seine Erhärtung vollzogen hat, die von ihm berührten Steinflächen fest miteinander verkittet.

Dieser Übergang aus dem teigartigen Zustand in den festen ist bei den chemischen Bindemitteln (§ 3 bis 19) von einer chemischen Umwandlung derselben begleitet, von deren richtigem Verlaufe der Erfolg abhängt.

Bei den mechanischen Bindemitteln (§ 20) erfolgt diese Erhärtung, ohne daß eine chemische Umwandlung eintritt:

- a) durch Austrocknen oder
- b) durch Erstarren aus dem Schmelzflusse.

Die chemischen Bindemittel werden nur ausnahmsweise für sich allein verwendet. In der Regel mischt man das eigentliche Bindemittel, den *Grundstoff* oder die *Mörtelspeise* (Weißkalk, hydraulischen Kalk, Romazement, Portlandzement usw.) mit einem *Füllstoffe* (Sand usw., § 2) unter Wasserzusatz zu einem Teig (Brei), den *Mörtel*.

Der Füllstoff wird nicht nur deswegen zugesetzt, weil man dann weniger von dem teureren Grundstoffe braucht und dadurch ein Ersparnis an Kosten erzielt, sondern auch darum, weil die Festigkeit des mit einem Füllstoffe zu Mörtel vermischten Bindemittels größer ist als die des Grundstoffes für sich allein.

I. Die *Luftmörtel* dürfen nur an trockener Luft verwendet werden. Dahin gehören:

- a) *Weißkalkmörtel* (§ 6),
- b) *Gipsmörtel* (§ 16),
- c) *Lehmmörtel* (§ 20).

II. Die *hydraulischen* oder *Wassermörtel* erhärten auch unter Wasser, werden wasserdicht und wasserbeständig. Das sind die Mörtel aus:

- a) *hydraulischem Kalk* (§ 8),
- b) *Romazement* (§ 10),
- c) *Portlandzement* (§ 12),
- d) *hydraulischen Zuschlägen* (§ 14).

I. Wirkungsweise des Mörtels.

Der mit Wasser angemachte breiflüssige Grundstoff füllt die Hohlräume des Füllstoffes aus und umhüllt dessen Körner allseits. Wenn er erhärtet

ist, so haftet er an den Sandkörnern, und da er dann auch eine beträchtliche Festigkeit besitzt, so verbindet er diese miteinander zu einer festen Masse.

Bringt man daher eine Mörtelschichte zwischen zwei Steine, so haftet der erhärtete Mörtel auch an den von ihm berührten Steinflächen und stellt eine feste Verbindung derselben her. Er verhindert ein Abheben der Steine voneinander um so mehr, je größer seine Zugfestigkeit ist, und einer Verschiebung in der Richtung der Fuge setzt er einen größeren Widerstand entgegen, als dies die Reibung allein vermöchte.

Der Mörtel *gesteht*, wenn er zu erhärten beginnt; er hat *abgebunden*, sobald er fest geworden ist.

Wasserentzug (durch Erwärmung, großen Druck usw.) beschleunigt das Festwerden; Wasserüberfluß, Bewegung des Mörtelbreies verzögern es.

3. Bereitung des Mörtels.

Die Mörtelbereitung, d. i. die Mischung des eigentlichen Bindemittels mit dem Sande usw., erfolgt im allgemeinen durch Handarbeit, bei größeren Bauführungen aber besser mittels Mörtelmischmaschinen (Handbuch der Ingenieurwissenschaften, Bd. IV, Abt. 3, Lief. 4, Kap. XV).

In größeren Städten bestehen eigene Unternehmungen, die sich mit der fabrikmäßigen Herstellung des Weißkalkmörtels befassen (Mörtelfabriken).

§ 2. Die Füllstoffe der Mörtel.

Mörtelspeise.

I. Arten der Füllstoffe.

Man verwendet:

1. am besten: Quarzsand. Minder gut ist Kalksand oder Sand aus anderen Gesteinen.
 2. Flußsand ist besser als Grubensand, weil er reiner ist.
 3. granuliertes Hochofenschlacke (Schlackensand.)
 4. Ziegelmehl: Pulver aus hartgebrannten Ziegeln.
 5. „hydraulische Zuschläge“.
- } (siehe § 14).

II. Sand.

Guter Sand muß sein:

1. scharfkantig („resch“), weil das Bindemittel sich mit diesem besser verbindet als mit einem Sande von rundlicher Gestalt. Der Sand knirscht dann beim Verreiben zwischen den Fingern.

2. am besten von gemischtem Korn, da bei diesem die Hohlräume der großen Sandkörner durch die kleineren Körner gut ausgefüllt werden.

3. rein, d. h. frei von erdigen, lehmigen, pflanzlichen Beimengungen.

Kennzeichen unreinen Sandes:

in ein mit Wasser gefülltes Glas geschüttet, trübt er das Wasser; zwischen den Handflächen oder Fingern verrieben, macht er diese schmutzig.

Unreiner Sand muß vor der Verwendung gewaschen werden.

Waschen des Sandes.

Man macht aus Brettern einen Kasten von der Art eines Mörtelkastens (siehe § 5), gibt seinem Boden ein Gefälle gegen die Abflußöffnung, schüttet dann den zu waschenden Sand hinein und läßt an der höchsten Stelle Wasser einfließen, so daß es den Sand, den man dabei fortwährend umschaufelt, durchrinnt und dessen Verunreinigungen fortspült. Wenn nicht mehr trübes, sondern klares Wasser ausfließt, ist der Sand gereinigt.

Gewicht des Sandes.

Normalien des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines.

Sand	wiegt	1400	kg/cm ³
" fein, trocken	"	1400—1600	"
" " feucht	"	1900—2050	"
" grob	"	1400—1500	"
" trocken } (Mittelwerte)	"	1500	"
" naß }	"	2000	"
Kies	"	1500—1800	"

Von der Beschaffenheit des Sandes hängt wesentlich die Güte des Mörtels ab. So gibt 1 Gewichtsteil Portlandzement + 3 Gewichtsteile Sand nach 28 Tagen bei:

feinem	Grubensand	5·1	kg/m ²	Zugfestigkeit
"	Flußsand	11·6—14·5	"	"
gewöhnlichem	Grubensand	19	"	"
grobem	Flußsand	20·2—21·1	"	"
erbsengroßem	Kiessand	23	"	"

Deswegen muß man bei allen Untersuchungen über die Eigenschaften der Mörtel einen Sand von einheitlicher Beschaffenheit, von derselben Korngröße und von gleichem Gewichte verwenden: den

Normalstand.

Dies ist ein reiner, gewaschener Quarzsand, aus dem nach dem Trocknen durch ein Sieb von 64¹⁾ (60²⁾ Maschen auf 1 cm² und 0·40¹⁾ (0·38²⁾ mm Drahtstärke die groben und dann durch ein Sieb von 144¹⁾ (120²⁾ Maschen auf 1 cm² und 0·30¹⁾ (0·32²⁾ mm Drahtstärke die feinen Bestandteile ausgeschieden werden.

Der Normalsand wiegt einschließlich der Hohlräume = 1500 kg/l
ausschließlich " " = 2650 "

1 l mit Normalsand gefüllt enthält $\frac{1\cdot50}{2\cdot65} = 0\cdot56$ l eigentliche Sandmasse, welche, festgerüttelt, nur 0·9 l erfüllt und aus 0·56 l (37·7%) Sand und 0·44 l (62·3%) Hohlräumen besteht.

Der Normalsand schwindet (vermindert sein Volumen) demnach durch das Festrütteln um 10%. Manche andere Sandarten schwinden um mehr als 20%.

Ergiebigkeit.

Mit einem Bindemittel zu Mörtel gemischt, nimmt der Sand, bei dichtester Lagerung, 60% des Mörtels ein, bei mageren Mörteln 90% und mehr.

¹⁾ Österreichische Norm, vom österreichischen Ingenieur- und Architekten-Verein.

²⁾ Deutsche Norm, vom Vereine Deutscher Portlandzement-Fabrikanten.

Korngröße und Dichtigkeit der Lagerung sind maßgebend für die Er-
giebigkeit. Bei einer Mischung von 1 Gewichtsteil Zement + 3 Gewichts-
teilen Sand gibt

1 l Romanzement: 0.73—3.00 l Mörtel

1 l Portlandzement: 0.83—3.12 l „

§ 3. Weißkalk.

Luftkalk.

Chaux grasse (franz.) — *Common lime* (engl.)

Gewinnung: Natürlicher Kalkstein (kohlenaurer Kalk, CaCO_3)
wird gebrannt¹⁾ und dann gelöscht²⁾.

Kalkstein wiegt 2460—2840 kg/m^3

1800 . . . „ lose geschüttet.

1. Gebrannter Kalk.

Ätzkalk.

Durch das Brennen¹⁾ wird aus dem Kalkstein Kohlensäure (CO_2)
ausgetrieben, und es entsteht gebrannter Kalk oder Ätzkalk
($\text{CaCO}_3 - \text{CO}_2 = \text{CaO}$).

100 kg Kalkstein geben 50—70 kg Ätzkalk,

etwa 0.5 m^3 „

0.12—0.13 m^3 geschüttete Masse.

Der Überschuß über 55.3 kg besteht aus Verunreinigungen.

Gewicht: 2.80 kg/l

900—1300 kg/m^3 .

750—850 „ lose geschüttet.

2. Gelöschter Kalk.

Kalk- oder Staubhydrat.

Benetzt man den gebrannten Kalk mit Wasser, so bildet sich unter
Erhitzen (über 150°C), Zerbersten und „Gedeihen“ (Raumvergrößerung)
ein mehliges Pulver: gelöschter Kalk, Kalk- oder Staubhydrat
($\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{CaO}_2\text{H}_2$); der gebrannte Kalk wurde gelöscht²⁾.

1 l Kalkhydrat enthält 0.45 kg Ätzkalk.

Gewicht: 2.078 kg/l

0.55—0.60 „ lose gefüllt,

1150—1250 kg/m^3

750—850 „ lose geschüttet.

Wassergehalt: 20—23%.

Wasserbedarf: 3 $\text{m}^3/1 \text{m}^3$ Fettkalk.

2.7 „ 1 „ gebrannter Kalk, lose geschüttet.

0.20 „ 1 „ Sand.

100 kg gebrannter Kalk geben

0.20—0.25 m^3 gelöschten Kalk.

275 kg „ „

¹⁾ Über das Brennen des Kalkes siehe § 4.

²⁾ „ „ Löschen „ „ § 5.

1 m³ lose geschütteter Kalk gibt 1·7—2·0 m³ gelöschten Kalk.
 Zugfestigkeit von 1 G.-T. Kalkhydrat + 6 G.-T. Sand
 nach 4 Wochen: 4·5 kg/cm²
 „ 6 „ 6·95 „

Wenn der ungebrannte Kalk mehr als 18% in Salzsäure unlöslicher Bestandteile enthält, so löscht sich der gebrannte Kalk nicht mehr; ist aber dieser Gehalt geringer, so löscht er sich.

Löschbare Kalke.

a) fette	b) magere
Das Volumen vergrößert sich beim Löschen auf das 2—4fache	1 ¹ / ₄ —2fache

3. Kalkteig oder Kalkbrei.

Setzt man dem gelöschten Kalke noch so viel Wasser zu (auf 1 G.-T. gebrannten Kalk 3...4 G.-T. Wasser), bis ein steifer Teig entsteht, so erhält man den Kalkteig oder Kalkbrei.

1 l Stückkalk gibt 1·8—2·5 l Kalkteig
 1 l Ätzkalk „ 3—4 l „
 1 l fetter Kalk „ 2—3 l „
 1 l magerer Kalk „ 1—2 l „
 1 l Kalkteig wiegt 1·4 (1·3...1·45) kg.

Je mehr Wasser der gebrannte Kalk aufnehmen kann, desto mehr Kalkteig liefert er. Diese Wassermenge hängt ab von der Reinheit des Kalkes, von seinem Gehalte an Ätzkalk und von der Art, wie er gelöscht wurde.

4. Kalkmilch.

Weiterer Wasserzusatz liefert Kalkmilch.

1 l Kalkmilch wiegt 1·3 kg
 1 l „ enthält 339 g Ätzkalk (26·84%).

Soll die Kalkmilch längere Zeit flüssig bleiben, so setzt man ihr Leimwasser oder Molke zu.

5. Kalkwasser.

Aus dem Kalkteig und der Kalkmilch sondert sich eine gesättigte Lösung von Kalk ab: das Kalkwasser.

760 Teile enthalten 1 Teil Kalk.

Es enthält 13·1% Ätzkalk.

Die Löslichkeit des Kalkes im Wasser nimmt ab, wenn die Temperatur des Wassers steigt: in 100 Teilen Wasser von

15° C lösen sich 0·127 Teile Kalk

100° „ „ „ 0·06 „ „

§ 4. Das Brennen des Kalkes.

Damit der Kalk gut brennt, muß man ihn vorher in (höchstens faustgroße) Stücke zerschlagen. Die Brenntemperatur beträgt 600—800° C.

Gar gebrannt ist der Kalk, wenn er sich vollständig zu Staub löscht.
Halb gebrannt, hinterläßt er nach dem Löschen noch derbe Bruchstücke.
Tot gebrannt, löst er sich in Wasser nicht auf.

Der Kalk wird gebrannt:

1. in Meilern, Gruben oder Feldöfen, wenn man bloß den für einen einzigen Bau erforderlichen Kalk erzeugen will.
2. in Kalköfen, wenn größere Mengen zu gewinnen sind.

I. Meiler, Gruben, Feldöfen.

1. Meiler.

Auf einem ebenen, trockenen Platze hebt man eine zylindrische 1 m tiefe Grube aus, die als Heizkanal dient, überwölbt sie mit größeren Kalkstücken locker, damit die Flamme frei durchspielen kann, und schichtet darüber abwechselnd Schichten von Kalkstein und Brennstoff zu einem Kegel auf, den man mit Lehm abdeckt.

2. Kalkgrube.

Sie wird in einen geneigten Abhang hineingegraben. Ihre Wände verkleidet man mit Lehm oder feuerfestem Ton. Auf der Grubensohle macht man aus größeren Kalksteinen einen Heizkanal, den man mit Kalksteinen locker überwölbt. Darüber wird der Kalk, untermischt mit Brennstoffen, aufgeschüttet.

Ein Brand dauert 3—4 Tage.

3. Feldöfen.

Man gräbt einen nach unten sich verjüngenden kegelförmigen Schacht in den Boden, verkleidet dessen Wände trocken mit Kalksteinen und bringt an der Sohle einen Heizkanal an. Der Zugang zum Heizloch ist in schräger Richtung anzulegen.

II. Kalköfen.

Sie sind nicht nur leistungsfähiger als die Meiler usw., sondern liefern auch besseren und billigeren Kalk.

1. Zeitweiliger Betrieb.

Bei den liegenden Kalköfen*) dauert ein Brand $1\frac{1}{2}$ —2 Tage

2. Unterbrochen fortlaufender (periodischer) Betrieb.

Kessel-, Trichter-, Schneller-, oder Fixeröfen.*)

3. Ununterbrochen fortlaufender (kontinuierlicher) Betrieb.

a) Schachtofen von Bock.*)

Er empfiehlt sich, wenn geringe Leistungen zu bewältigen sind. (2000—3000 kg gebrannter Kalk an einem Tag.)

Am vorteilhaftesten werden diese Kalköfen am Fuße der Steinbrüche erbaut.

Bei größerem Betriebe empfiehlt es sich, mehrere Schachtofen mit gemeinsamer Außenwand nebeneinander herzustellen.

*) Siehe Klasen, Grundrißvorbilder XV.

b) Rüdersdorfer Kalkofen.*)

Er ist nur dann zu empfehlen, wenn bedeutende Mengen möglichst rasch zu brennen sind.

Dieser Ofen verbraucht wenig Brennstoffe und hat eine große Leistungsfähigkeit, erfordert aber beträchtliche Herstellungskosten.

Mit ihm kann man auch Ziegel und Zement brennen.

c) Kalköfen mit Gasfeuerung.

Sie ermöglichen, den Kalk rein von Asche und Schlacke zu gewinnen, und die entweichende Kohlensäure frei von Rauch aufzufangen. Man kann jeden Brennstoff verwenden und braucht weniger davon; die Umgebung wird nicht durch Rauch belästigt.

Über Steinmanns Basteiofen siehe: Dinglers polytechnisches Journal, 220. Bd.

Über G. Haensch' Kalkofen mit Gasfeuerung siehe: Baugewerkszeitung 1879, S. 194.

d) Ringöfen.

Am besten aber brennt man den Kalk in Ringöfen, welche denen ähnlich sind, worin die Ziegel gebrannt werden (siehe S. 88).

§ 5. Das Löschen des Kalkes.

Am raschesten und vollkommensten löscht man Kalk, wenn man das Wasser nicht auf einmal beimengt, sondern anfangs nur gleiche Gewichtsteile Kalk und Wasser vermischt, und erst dann, wenn die Kalkstücke schon bersten und dampfen, unter stetem Umrühren den Rest zusetzt.

Verwendet man zu wenig Wasser, oder rührt man nicht genügend um, so wird der Kalk „verbrannt“. Er ist dann körnig, sandig und nur wenig ergiebig.

Setzt man auf einmal mehr Wasser zu, als zur Bildung von Kalkbrei erforderlich ist, so wird der Kalk „ersäuft“.

Der verbrannte und der ersäuft Kalk geben zwar keinen schlechten Mörtel, aber das Löschen verlangsamt sich.

Das Löschen des Kalkes erfolgt in 1,5—1,9 m langen, 80—90 cm breiten und 50—55 cm hohen Kalkkästen aus 3—4 cm starken Brettern, die am Kopfende eine mit einem Schieber verschließbare Öffnung haben, durch welche der fertige Kalkbrei in die Kalkgrube abgelassen wird.

Vor der Verwendung ist der Kalkbrei „einzusumpfen“ (wenn er zu Mauermörtel bestimmt ist, mindestens 8 Tage; wenn zu Putzmörtel, mindestens 20 Tage lang) in der Kalkgrube, damit die langsamer löschenden Teile schon dort und nicht erst im Mörtel nachquellen, und damit gelöste Alkalisalze versickern können, weil sie sonst am Mauerwerk Ausblühungen hervorrufen. Um dieses Versickern zu begünstigen, läßt man in der Regel die Grubenwände unverkleidet.

In der Kalkgrube gesteht der gelöschte Kalk zu „Speckkalk“. Man soll ihn nur dann verwenden, wenn die Oberfläche rissig geworden ist.

1 Vol. fetter Kalk + 3 Vol. Wasser = 3 Vol. Speckkalk

1 „ magerer „ + 2 „ „ = 2 „ „

*) Siehe Klasen, Grundrißvorbilder XV.

Die *Kalkgruben* sind 2·5–3 m lang, 1·5–2·0 m breit und etwa 1·5 m tief. Es empfiehlt sich, zwei nebeneinander anzulegen, damit man schon in der einen Grube Kalk einsumpft, während aus der anderen noch der Bedarf gedeckt wird. Beide Gruben trennt man durch eine Ziegelmauer.

Den eingesumpften Kalk bedeckt man 20–30 cm hoch mit reinem Sand, damit keine Kohlensäure zutreten kann. So kann man ihn jahrelang aufbewahren.

Magerer Kalk wird auch derart gelöscht, daß man ihn zu einem Kegel aufschüttet, den man mit Sand bedeckt und dann mit Wasser begießt.

§ 6. Mörtel aus Weißkalk (Luftkalk).

Kalksandmörtel.

Über Weißkalk siehe § 3.
Siehe auch § 17: Magnesiakalk.

1. Eigenschaften.

Der Weißkalkmörtel erhärtet an trockener Luft nach einiger Zeit, nicht aber an feuchten Orten. In Wasser löst er sich auf. Er eignet sich daher nur zu „Luftmörtel“, also nur zur Verwendung an freier Luft.

Gewicht: 1650 kg/cm³ trocken

1780 „ „ naß.

Porosität: 26% Porenvolumen

Luftdurchlässigkeit: siehe S. 63.

2. Festigkeit.

Druckfestigkeit $K_d = 40-50 \text{ kg/cm}^2$

Zugfestigkeit $K_z = \frac{K_d}{8}$

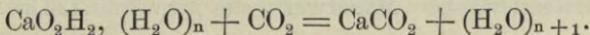
Mischung		Erhärtungsdauer	K _z	K _d
Kalkteig	Sand		kg/cm ²	
1	6	{ 4 Wochen 8 „	{ 4·5 6·95	—
1 ¹⁾	5	„	—	10
1	3	„	1·95	7·5
1	1·5 ²⁾	{ 1 „ 4 „	{ 2·74 4·82	{ 16·53 21·18
1	1	{ 4 „ 8 „	{ 4·5 6·95	—

¹⁾ Kalkhydrat.

²⁾ Normalsand.

3. Erhärtung.

Die Erhärtung des Kalkmörtels erfolgt dadurch, daß das Wasser austrocknet (der Mörtel zieht an), daß Kohlensäure aus der Luft wieder aufgenommen wird und der Mörtel dadurch in kohlen-sauren Kalk übergeht.



Die Erhärtung beginnt bei einem Wassergehalte von 60% und schreitet von außen nach innen weiter. Sie soll allmählich vor sich gehen.

Gewöhnliche Mörtelfugen sind an der Luft in etwa 5 Tagen vollständig erhärtet.

Druck, große Oberflächen, bedeutende Zwischenräume, Beförderung der Verdunstung durch Luftzug, künstliche Austrocknung, Erwärmung u. dgl. beschleunigen die Erhärtung des Mörtels. Glatte Oberflächen, dichte, porenlose Lagerung, unporöse Steinflächen, geringer Sandzusatz, Verhinderung des Austrocknens durch Luftabschluß oder Feuchtigkeit sowie Frost verzögern sie.

Bei künstlicher Austrocknung von Kalkputzwänden mittels Kokskörben soll die Temperatur 100° C nicht überschreiten.

Mörtel aus Kalkhydrat trocknet infolge des geringen Wassergehaltes sehr rasch aus, erhärtet am besten und liefert den stärksten Luftmörtel, weil die Aufnahme der Kohlensäure am günstigsten vor sich geht. Er hat die dichteste Lagerung, und da er beim Zusetzen des Sandes schwindet, so stellen sich auch bei den fettesten Mörtel keine Schwindrisse ein.

Beim Mischen mit Sand sind ihm nur 11—12% Wasser zuzusetzen.

4. Zusammensetzung.

Wasserbedarf: 3—4 G.-T./1 G.-T. gebrannten Kalk.

Vom Sand sollen $\frac{2}{3}$ mittelgroß und $\frac{1}{3}$ fein sein.

1 Kasten Mörtel = 5 Schaff = 0.075 m³.

Reiner Weißkalk ohne Sandzusatz erlangt keine beträchtliche Festigkeit.

Mörtelmischungen.

Verwendung des Mörtels	Gewichtsteile G.-T.	Kalk	
		fetter	magerer
Ausfugen	1 : 3		
Ziegelmauerwerk über der Erde	1 : 3 (1 $\frac{1}{3}$ —4)	1 : 3	1 : 2
„ „ unter „ „	1 : 4 (3—5)		
Bruchsteinmauerwerk „ „ „	1 : 4 (3—5)		
Grundbauten	1 : 5	1 : 4	1 : 2
Putz an freier Luft	1 : 2		

Je mehr Kalk im Mörtel enthalten ist, desto größer sind die Erhärtungszeit, die Festigkeit, aber auch die Kosten.

Kalkmörtel 1:3 ist geschmeidiger als solcher 1:5. Dieser erhärtet aber energischer.

Für Mauer Mörtel ist gröberer, gemischtkörniger Sand; für Putz Mörtel mittelgrober Sand zu verwenden. Diesem kann man auch etwas Roman- oder Portlandzement zusetzen: zum ersten Anwurf $\frac{1}{4}$, zu den folgenden immer weniger und zu der äußersten Schicht nur $\frac{1}{20}$.

Zum Ziehen der Gesimse im Innern sind, um die Erhärtung des Kalkmörtels zu beschleunigen, auf 1 Teil Weißkalk noch $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{3}$ Teile Gips zuzusetzen.

Für Bruchstein- und Klinkermauerwerk ist wöglichst steifer Mörtel zu verwenden; bei Mauerwerk aus gewöhnlichen Ziegeln oder

aus porösen Sandsteinen satter, nicht flüssiger, aber leicht beweglicher Mörtel zu benützen. Ein Zusatz von dicker Kuhmilch macht den Mörtel außerordentlich hart.

5. Ergiebigkeit.

1 Kalk + 2 Sand = 2 Mörtel.

Mischung					Ausbeute an Mörtel		
Kalkbrei		Sand		Wasser l	naß	trocken	hl
hl	kg	hl	kg		kg		
1	131	3	344·5	2·5	478	372·84	3·2
1	131	2·5	287	2	420	327·8	
1	131	2	229·6	1·5	359·4	280·3	2·4

6. Erfordernis/1 m³ Mörtel.

Mischungsverhältnis	Sand m ³	Gelöschter Kalk l	Wasser l
1 : 2	0·84	420	178
1 : 2 ^{1/2}	0·92	370	184
1 : 3	1·00	330	200

7. Verwendung.

Die fetten Kalke soll man erst dann verwenden, wenn an ihrer Oberfläche Trockenrisse auftreten.

Die mageren Kalke werden häufig nur „abgeschreckt“, d. h. mit Wasser besprengt und zu Pulver gelöscht. Sie erhärten rascher und vollständiger als die fetten, sind aber weniger ergiebig.

Man muß darauf achten, daß der Kalk, nicht durch Steine u. dgl. verunreinigt ist.

Kalk, der lange an der Luft gelegen ist, soll man nicht verwenden.

Man soll nie mehr Kalkmörtel bereiten, als an einem Tage verarbeitet werden kann.

Man darf Kalkmörtel höchstens bei -2° C verwenden.

8. Besondere Arten

des Weißkalk(Luftkalk-)mörtels.

1. Kalkstück.

Über Weißstück und Gypsstück siehe § 11.

a) 2 R.-T. feinsten Fettkalkmörtel + 1 R.-T. Gips.

b) *Reliefstück*: 1 R.-T. alter, abgelagerter steifer Fettkalk + 2 R.-T. gesiebter Marmorstaub.

c) *Stucco lustro*: aus gut abgelagertem Kalk und Marmorstaub wird ein 5 mm dicker Rohputz aufgetragen und zuerst mit dem Reibbrette, dann mit Filz abgerieben und mit polierter Kelle geglättet. Hierauf trägt man

die Politur, welche aus 2 l Wasser + 40...45 g Seife + 20...25 g Pottasche + 90...100 g Wachs besteht, heiß auf, bügelt sie heiß und verreibt dann in Spiritus gelöstes Wachs mit einem trockenen Lappen. Die Adern, Flecken, Wolken usw. malt man auf den nassen Putz mit feinstem dünnflüssigen Mörtel, den man mit Ochsen-galle und Kaseinlösung färbt.

2. Verlängerter oder verlorener Zementmörtel.

Das ist magerer Weißkalkmörtel, dem man $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{12}$ Zement zusetzt. Er ist besser als gewöhnlicher Kalkmörtel. Man verwendet ihn, wenn der Weißkalkmörtel der Feuchtigkeit ausgesetzt ist, ferner bei Gewölben und Bögen (siehe auch § 7, Kalkzementmörtel).

3. Loriot'scher Mörtel.

Er besteht aus 2 Kalkbrei + 2 frisch gebranntem ungelöschtem Kalk in Mehlform + $\frac{1}{2}$ Ätzkalk + 3 Flußsand + 2—3 Ziegelmehl. Er bindet rasch ab und erlangt eine große Zugfestigkeit.

4. Aschenmörtel.

1 Kalk + 9 Asche geben einen wasser- und feuerbeständigen Mörtel. Er ist nur halb so schwer wie Sandmörtel, eignet sich aber nicht für Feuerungsanlagen, in denen hohe Temperaturen auftreten.

Asche aus Kesselfeuerungen soll man nur mit Gips oder Zement mischen.

5. Asche-Wasserglasmörtel.

Ein sehr guter Mörtel ohne Sandzusatz ist (nach Gottgetreu) eine Mischung aus: 1 Kalkpulver + 2 gesiebter Torf-, Stein- oder Braunkohlensasche, mit Wasser vermischt + 2 Wasserglas, dieses in 3 Wasser gelöst.

6. Scottscher Zement.

Selenitmörtel.

Man gewinnt ihn auf verschiedene Weise:

- man läßt Schwefeldämpfe auf gebranntem glühenden Kalk einwirken;
- man schmilzt Ätzkalk mit gebranntem Gips;
- man löscht gebranntem Kalk mit Gipswasser, welches 2—3% Gips enthält.

Der Selenitmörtel wird fester und härter als der gewöhnliche Weißkalkmörtel, bindet in 12 Stunden ab und kann wenigstens doppelt so viel Sand binden wie Fettkalk.

7. Sparkalk.

Darunter versteht man mit Lehm vermischten Weißkalkmörtel. Er ist schlecht.

§ 7. Hydraulischer Kalk.

Chaux hydraulique (franz.) — *Hydraulic lime* (engl.).

Siehe auch § 18: Magnesiakalkzement.

Gewinnung: man brennt tonhältige Kalke unter der Sintergrenze.

Der hydraulische Kalk löscht sich ganz oder doch teilweise und unter starker Wärmeentwicklung zu einem feinen, mehligem, gelblichweißen Pulver.

Die Raumvermehrung beim Löschen beträgt gewöhnlich nur 50%. Der Wasserbedarf für das Löschen = 30–50%. Zu großer Wasserzusatz ist schädlich.

Vorkommen im Handel:

- a) Stückkalk,
- b) Staubkalk: gepulvert.

Wo man viel hydraulischen Kalk verarbeitet, ist Staubkalk vorzuziehen.

§ 8. Mörtel aus hydraulischem Kalk.

1. Eigenschaften.

Der hydraulische Kalk kann sofort nach dem Brennen gelöscht und mit Sand zu Mörtel gemischt werden. Je früher man ihn verbraucht, desto besser ist es, weil er durch Lagern an der Luft leidet.

Er erhärtet langsam, auch ohne Zutritt von Kohlensäure, und wird nach einiger Zeit wasserbeständig. Die Wasserbeständigkeit ist größer, wenn der hydraulische Kalk vor der Verwendung unter Aufnahme von Kohlensäure zu erhärten begonnen hat.

Er gibt ein Mauerwerk, welches rascher trocknet, fester und wetterbeständiger ist als solches aus Weißkalkmörtel, und liefert einen frostsicheren Putz.

Je weniger hydraulisch der Kalk ist, desto mehr Sand kann man beimischen.

2. Festigkeit.

Nach den Schweizer Normen soll für einen Mörtel aus 1 Gewichtsteil hydraulischem Kalk + 3 Gewichtsteilen Sand, der bei einem 900-Maschen-sieb nur 20% Rückstände läßt, + 12% Wasser von der Gesamtmenge, nach 28 Tagen Erhärtungsdauer, hievon 3 Tage an der Luft und 25 unter Wasser, sich ergeben:

hydraulischer Kalk	min K_z	min K_d
	in kg/cm^2	
leichter . . .	6	30
schwerer . . .	8	50

Es gibt aber auch hydraulische Kalke mit

$$K_z = 18 \text{ kg/cm}^2$$

$$K_d = 150 \text{ „}$$

3. Ergiebigkeit.

Mischung		Ausbeute an Mörtel	1 m^3 Mörtel erfordert kg hydrau- lischen Kalk	Verwendung
Kalk	Sand			
1	1	—	—	} dichter Mörtel zum Fernhalten von Feuchtigkeit bei Wasserbauten für Fundamentmauern
1	2	2 4	460	
1	3	3	340	
1	4	—	275	
1	5	—	210	
Raumteile				

4. Verwendung.

Man benützt den hydraulischen Kalk für: Mauerwerk an feuchten Orten; Bauten im Wasser, aber nur dann, wenn die Erhärtung an der Luft schon vor dem Wasserzutritt stattgefunden hat.

§ 9. Romanzement.

Zementkalk.

Ciment romain oder *Ciment de grappiers* (franz.) — *Natural cement* (engl.).

Zu unterscheiden von Kalkzementmörtel, siehe § 13.

Gewinnung: Man brennt tonreichen Kalkmergel unter der Sintergrenze.

Romanzement hat eine **erdige, körnige** Struktur, ist **gelblich bis graubraun**, also **dunkler** als der hydraulische Kalk.

Da er sich nicht löscht, so muß er gemahlen werden.

Vorkommen im Handel:

- a) als Pulver,
- b) in Fässer verpackt,
- c) in Säcke "

Normalgewicht:

1 Normalfaß	wiegt	250 kg	Brutto
1 Normalsack	"	60 kg	"
1 Sack von 50 kg	Gewicht	enthält	etwa 47 l Romanzement
1 " "	75 kg	"	" " " 71 l "

Schwankungen im Einzel-Bruttogewicht bis zu 2% sind nicht zu be-
anständen. *)

Das Gewicht der Packung darf

- bei Fässern nicht $> 5\%$ des Bruttogewichtes sein *)
- " Säcken " $> 1.5\%$ " " "

Gewicht:

2700...3000	kg/m ³	erhärtet
1200...1500	"	locker geschüttet
800...1050	"	lose "
0.80 (— 1.05)	kg/l	" "

Der Romanzement bindet im Vergleich mit anderen Bindemitteln sehr rasch ab, unter Wasser und an der Luft gleich schnell. Frisch gebrannter Romanzement bindet gewöhnlich sehr schnell ab. Durch längeres Liegen an einem trockenen, zugfreien Orte wird er langsamer bindend, verliert auch die Tendenz zum Treiben und gewinnt an Bindekraft.

Der Erhärtungsbeginn*) an der Luft ohne Sandzusatz, vom Augenblicke der Wasserzugabe an gerechnet, tritt ein bei

rasch	} bindendem Roman- zement	} spätestens nach 7 Minuten	
mittel			nach 7—15 "
langsam			nicht vor 15 "

Der Romanzement darf weder treiben, noch rissig werden oder abblättern. Über Treiben und Feinheit der Mahlung siehe § 19.

*) Österreichische und deutsche Norm.

§ 10. Mörtel aus Romazement.

1. Eigenschaften.

Bei gleicher Mischung erreicht Mörtel aus Romazement nie die Güte desjenigen aus Portlandzement. Dagegen kommt Romazementmörtel mit hohem Sandzusatz einem mageren Portlandzementmörtel ziemlich nahe.

Reiner Romazement bindet in der Regel sofort ab.

Reicher Sandzusatz und niedrige Temperatur verlangsamen das Abbinden um einige Minuten. Erhöhte Temperatur und absaugende Steinflächen beschleunigen es. Poröse Steine sind deswegen vorher gut zu nässen.

2. Festigkeit

von reinem Romazement ohne Sandzusatz (z. B. für Zementguß):

Erhärtungsdauer	K _z		K _d	
	kg/cm ²			
	Grenzen	Mittel	Grenzen	Mittel
7 Tage	10·5—20·1	15·5	806·—128·5	96·7
28 „	8·9—23·4	18·8	1256·—166·2	147·1

Die geringste Festigkeit, die guter Romazement in Normalmörtelmischung (1 G.-T. Romazement + 3 G.-T. Normalsand) erreichen muß, ist: *)

Romazement	Erhärtungsdauer			geringste		K _d K _z
	an der Luft	unter Wasser	zusammen	K _z	K _d	
	Stunden	Tage	Tage	kg/cm ²		
langsam bindend	24	27	28	10	80	8
mittel „	24	6	7	5	—	—
„	24	27	28	8	60	7·5
rasch „	24	6	7	4	—	—

3. Mischungsverhältnisse.

Mischung			Verwendung
Romanzement	Sand	Ätzkalk	
1—1 ¹ / ₈	1 ³ / ₈ —1 ¹ / ₂	1 ¹ / ₈ —1 ¹ / ₄	wasserdichter Mörtel Mauerwerk in nassem Boden
1	2 ¹ / ₃		Stukkaturarbeiten
1	6—8		

*) Normen des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins.

4. Ergiebigkeit.

Gewicht von 1 <i>hl</i> losem Romanzement	Ausbeute an Mörtel für 1 <i>hl</i> Romanzement						
	bei einem Wasserzusatz von				bei einer Mischung von 1 Zement + 3 Sand		
	0·3	0·4	0·8	0·6	fein	gemischt	grob
80 <i>kg</i>	0·61	0·73	0·91	1·1	3·00	2·95	2·9
85 "	0·62	0·75	0·92	1·1	2·95	3·00	2·9
90 "	0·64	0·76	0·92	1·11	2·95	3·00	2·9

Mischung		Ausbeute an Mörtel
Roman- zement	Sand	
1	1	1·6
1	2	2·3
1	3	3

5. Erfordernis $1/m^3$ Mörtel.

Mischungs- verhältnis	Roman- zement		Sand <i>l</i>	Wasser <i>l</i>
	<i>kg</i>	<i>l</i>		
1 : 2	441	490	980	240
1 : 3	310	344	1·030	230
1 : 4	236	262	1·050	220
1 : 5	189	210	1·050	220
1 : 6	159	177	1·060	210
1 : 7	138	153	1·070	210
1 : 8	121	143	1·070	210
1 : 9	101	119	1·070	200
1 : 10	92	108	1·080	200

6. Verwendung.

Der Romanzement ist allen Bindemitteln vorzuziehen, wo es sich in erster Linie darum handelt, rasch gegen Wasserandrang zu dichten und trocken zu legen und erst in zweiter Linie um Festigkeit.

Der Romanzementmörtel ist, weil er rasch abbindet, so schnell zu verarbeiten, daß die Arbeit bereits vollendet ist, wenn die Abbindung eintritt.

Wegen des raschen Abbindens verwendet man ihn, wenn Quellen zu dichten sind, für Trockenlegungen, zu Zementornamenten usw.

Romanzementputz ist in den ersten Tagen vor Besonnung und vor trockenem Luftzug durch Bespritzen und Vorhängen nasser Matten zu schützen. Gesimse sind mit feuchtem Lehm abzudecken. Für Putz-

und Gesimsarbeiten soll der Arbeiter im Mörtelkasten nur so viel anmachen, als er in 5...10 Minuten verarbeiten kann.

Zu Gußarbeiten verwendet man rasch bindenden Romanzement unter möglichst beschränktem Wasserzusatz. Er wird rasch verarbeitet und in Leinformen gegossen.

§ 11. Portlandzement.*)

Über Zementfabriken siehe: L. Klase n, Grundrißvorbilder, Abt. XV, Teil 5, § 170, S. 2437.

Normen für die einheitliche Lieferung und Prüfung von Portlandzement. — Rund-Erlaß des preuß. Ministers der öffentlichen Arbeiten (28. Juli 1887, 23. April 1897, 19. Februar 1902).

Anweisung für die Ermittlung des Nettogewichtes bei der Abnahme von Portlandzement. — Rund-Erlaß des preuß. Ministers der öffentlichen Arbeiten (23. April 1897.)

Gewinnung: Man brennt natürliche, tonreiche Kalkmergel oder künstliche Mischungen ton- und kalkhaltiger Stoffe bis zur Sinterung (etwa 1600° C).

Nach dem Brennen ist der Portlandzement so fein wie nur möglich zu mahlen. Er bildet dann ein gleichmäßiges, scharf anzuführendes Pulver von grünlichgrauer oder grünlichschwarzbrauner Farbe. Infolge seines blättrig-schiefrigen Gefüges und seines großen Eigengewichtes erreicht er eine ungemein dichte Lagerung, auch dann, wenn der Mörtel nur dünnflüssig angemacht wurde.

Der Portlandzement soll auf 1 Gewichtsteil hydraulischer Bestandteile mindestens 1·7 Gewichtsteile Kalkerde enthalten.¹⁾

Zur Regulierung technisch wichtiger Eigenschaften ist ein Zusatz fremder Stoffe bis zu 2⁰/₁₀ des Gewichtes ohne Änderung des Namens zulässig.¹⁾

Im Handel kommt er vor:

- a) in Fässern,
- b) in Säcke verpackt.

Normalgewicht:

1 Normalfaß wiegt 200¹⁾ kg Brutto (180 kg Brutto und 170 kg Netto²⁾).

1 Normalsack " 60¹⁾ " "

Schwankungen im Einzelbruttogewichte und Streuverlust bis zu 2⁰/₁₀ sind nicht zu beanstanden¹⁾ ²⁾.

Das Gewicht der Packung darf

bei Fässern nicht > 5⁰/₁₀

" Säcken " > 1·5⁰/₁₀ des Bruttogewichtes betragen.¹⁾ ²⁾

Gewicht = 3·1–3·25 kg/l,

1·2 (–1·4) " lose,

t 1·85 " fest gepackt.

Er ist demnach schwerer als die übrigen Bindemittel.

Die Längen-Ausdehnungszahl für 1° C (bei reinem Portlandzement) = 0·0000107.

Der Erhärtungsbeginn an der Luft für Portlandzement ohne Sandzusatz, vom Augenblicke der Wasserzugabe an gerechnet, tritt ein:

bei rasch	}	bindenden Portland zementen	spätestens nach	10 Minuten.	}	1)
" mittel				10–15 "		
" langsam				nicht vor 15 "		

¹⁾ Österreichische Norm.

²⁾ Preußische

³⁾ Über Treiben und Feinheit der Mahlung siehe § 19.

*) Den Namen Portlandzement wählte der Erfinder Josef Aspdin wegen der dem Portlandstein ähnlichen grauen Farbe.

Während des Erhärtens dürfen langsam oder mittelbindende Portlandzemente sich nicht wesentlich erwärmen. Rasch bindende können eine merkliche Temperaturerhöhung erfahren.

Durch längeres Lagern an einem trockenen, zugfreien Orte wird Portlandzement langsamer bindend, verliert die Tendenz zum Treiben und gewinnt an Bindekraft.

Der Portlandzement muß sowohl an der Luft als auch unter Wasser raumbeständig sein: er darf seine beim Abbinden angenommene Gestalt nicht verändern; er darf nicht rissig werden und nicht abblättern

§ 12. Mörtel aus Portlandzement.

1. Eigenschaften.

Portlandzement gibt den besten und festesten Mörtel. Er quillt am wenigsten und erreicht die größte Kittfähigkeit, die mit der Feinheit der Mahlung zunimmt.

Unter allen Mörteln erhärtet er am raschesten, nur Mörtel aus sehr rasch bindendem Romanzement ausgenommen; an der Luft schneller als unter Wasser, in Wärme schneller als in Kälte, bei dickflüssigem Mörtel schneller als bei dünnflüssigem.

Nach dem Erhärten ist er wasserdicht und wasserbeständig, eignet sich daher bestens zu Isolierungen gegen Nässe. Mörtel aus Portlandzement wird schneller wasserfest als solcher aus Romanzement. Ebenso ist seine Dichtigkeit größer.

Vollständig erhärtet, verträgt er auch eine Hitze bis 100° C, ohne daß seine Festigkeit abnimmt. Bei Rotglut wird er aber mürbe.

Der Portlandzementmörtel ist vor Eintritt des Erhärtungsbeginner zu verarbeiten.

Steifer Mörtel bindet rascher ab; desgleichen frischer Zement.

Alkalien beschleunigen das Abbinden; schwefelsaure Salze (Gips usw.), Chlorkalzium, Chlormagnesium (im Meerwasser) verzögern es.

Für Bauten am oder im Meere sind deswegen Puzzuolan- oder Santorinerde vorzuziehen.

Wasserbedarf: 20% für dickflüssigen Mörtel,

40 „ „ dünnflüssigen „

Setzt man viel Wasser zu, so nimmt die Festigkeit nur wenig ab, bedeutend weniger als bei anderen Mörteln.

Wasserentzug schadet der Festigkeit. Man muß daher die Steine gut nassen und den Mörtel gegen zu rasches Austrocknen schützen.

Selbst bei reichem Sandzusatz ist der Portlandzementmörtel noch sehr frostbeständig. Er erhärtet auch bei Frostwetter, ja selbst in gefrorenem Zustande, nur langsamer und weniger kräftig. Die Anfangsfestigkeit ist dann geringer. Im Laufe der Zeit erreicht er aber dieselbe Festigkeit wie ein bei warmem Wetter verarbeiteter.

Bei Frost soll man erwärmten Sand und warmes Wasser und möglichst steifen Mörtel verwenden.

Ein Zusatz von Kochsalz führt später zu Ausblühungen. Diese kann man am besten durch Keßler'sche Fluatsäure beseitigen. Ein Abwaschen mit Säuren vermehrt sie, wenn nicht danach gründlich mit Wasser abgespült wird.

Mörtel ohne Sandzusatz verwendet man nur dann, wenn rasches Erhärten und eine dichte feinkörnige Masse verlangt wird (zum Verstopfen

von Quellen, für Kunststeine, Zementplatten usw.), und zum Abschleifen von Putz. Er eignet sich aber nicht, wenn der Mörtel der Besonnung und dem Zugwinde ausgesetzt ist.

Die Steine müssen durch Eintauchen in Wasser gut von Staub und Schmutz gereinigt und ordentlich genäßt werden. Weiche, mürbe, wenig wetterbeständige Steine, schlecht gebrannte Ziegel darf man nicht verwenden.

Über den Einfluß eines Zusatzes von Traß siehe § 11, Punkt 3.

Kommt Portlandzement mit Blei oder Zink in Berührung, so gehen diese sehr bald zu Grunde (Bleiöhre für Wasserleitungen, Gesimsabdeckungen aus Zinklech). Man muß daher Gegenstände aus diesen Metallen durch Umhüllungen mit Papier, Filz oder Dachpappe schützen.

Verfugt man hellfarbige Steine mit Portlandzement, so ergeben sich schmutzige Ränder. In Kalkmörtel aufgeführte Ziegelmauern darf man ebenfalls nicht mit Portlandzement verfugen, weil er den Zutritt der Luft in das Innere der Mauer und dadurch die Erhärtung der inneren Mörtelfugen verhindern würde; ferner weil er leicht rissig wird und dadurch die Steinkanten absprenge würde.

Zum Ausbessern von Sandsteinstufen verwendet man steifen Brei aus Portlandzement, dem man gestoßene Gußeisen-, Bohr- oder Feilspäne beimischt.

Gewicht:

1700 kg/m^3 trocken

2700—3000 „ erhärtet

1200—1500 „ locker geschüttet.

Luftdurchlässigkeit: siehe S. 63.

Die Längenausdehnungszahl für $1^{\circ} C$ bei einer Mischung 1:2 beträgt für:

Mörtel 0·0000118

Ziegelmauerwerk in Zement

die Ziegel als Binder . 0·0000089

„ „ „ Läufer . 0·0000046

Beton 0·0000143

Eisen-Portlandzement.

70% kalkreicher Portlandzement + 30% mehlfein gemahlener Hochofenschlackenkies.

2. Festigkeit.

Guter Portlandzement in Normalmörtelmischung (1 Gewichtsteil Portlandzement + 3 Gewichtsteile Normalsand) soll erlangen:

Portlandzement	Erhärtungsdauer			geringste				K _a
	an der Luft	unter Wasser	zusammen	Zug-		Druck-		
				Festigkeit in kg/cm^2		K _z		K _a
langsam bindend	} 24	27	28	15	16	150	160	10
mittel „		6	7	10	—	—	—	
rasch „		27	28	12	—	120	—	
		6	7	8	—	—	—	
	Stunden	Tage		1)	2)	1)	2)	

1) Österreichische Norm.

2) Preußische Norm.

Die Festigkeit ist ungefähr doppelt so groß wie bei hydraulischem Kalk oder Romazement. Sie wächst mit der Feinheit der Mahlung. In der ersten Zeit nimmt sie ungemein rasch zu, später langsamer. Ihren größten Wert erreicht sie erst nach Jahren.

Ohne Sandzusatz ist $K_d = 250-270 \text{ kg/cm}^2$

Mörtel aus 1 Portlandzement + 3 Sand erreichte folgende Festigkeiten:

Erhärtung			Zugfestigkeit (K_z) (kg/cm^2) nach				
im Wasser	an offener im Luft Zimmer	im Freien	Wochen				1 Jahr
			1	4	13	26	
*)	—	—	17·5	21·0	22·7	28·2	32·9
—	*)	—	17·9	22·7	26·1	32·3	35·6
1 Tag	**)	—	17·7	25·4	29·3	34·1	38·4
2 Tage		—	19·3	26·9	31·5	38·1	40·1
4 Wochen	*)	—	—	21·3	34·9	41·2	42·9
—		—	16·1	27·6	25·5	35·4	43·5
1 Woche	—	—	17·6	22·1	30·3	33·9	56·1

*) Die ganze Zeit hindurch.

**) Die übrige " "

Portlandzement: Sand (R.-T.)	K_d (kg/cm^2) nach 28 Tagen, davon 27 unter Wasser
1 : 1	200
1 : 2	180
1 : 3	160

Mischung	untersucht nach Monaten	K_z	K_d
		Zug-	Druck-
Festigkeit (kg/cm^2)			
1 : 2	1	36·9	200
	3	40·6	247
1 : 3	1	15·6	75·3
	3	18·8	78·5

Nach Bauschinger:

$$K_z = \frac{K_d}{10} - \frac{K_d}{6}$$

$$K_b = \frac{K_d}{4}$$

$$K_s = \frac{K_d}{6}$$

$$\min K_z = 16 \text{ kg/cm}^2$$

Elastizitätsmaß.

$$E = 80000 - 200000 \text{ kg/cm}^2$$

$$= 257000$$

„ für lufttrockenen Zementmörtel.

Wassersatter, sandfreier Portlandzement für den spannungslosen Zustand (nach Hartig):

Alter des Probekörpers in Tagen	E (kg/cm ²)
7	141000
430	318000

Für eine Inanspruchnahme auf Druck gilt:

$$\frac{\lambda}{l} = \frac{\sigma^n}{E_1}$$

Dabei bedeuten:

l die ursprüngliche Länge (m)

λ deren Änderung „

σ die Spannung (kg/cm²)

Zement: Sand (R.-T.)	E ₁ (kg/cm ²)	n
1:0	250000	1·09
1:1 ¹ / ₂	356000	1·11
1:3	315000	1·15
1:4 ¹ / ₂	230000	1·17

Die *Abnützungsfestigkeit* für Zementmörtel ist größer als für reinen Zement.

Die *Adhäsion* am Eisen, die bei den Eisenzementbauteilen von großer Bedeutung ist, beträgt 7·5, nicht, wie früher irrig angenommen, 45 kg/cm²

3. Mischungsverhältnisse.

- 1:4 Fundamente (im Trockenem und unter Wasser) und Sockel einstöckiger Gebäude, Hintermauerung von Futtermauern, dünne Scheidewände,
 1:3 Fundamente mehrstöckiger Gebäude, Kellermauern, Widerlagspfeiler. Tonnengewölbe mit ¹/₄ bis ¹/₅ Pfeil, innerer Wandputz, Estriche.
 1:2 Von Wasser bespültes Mauerwerk, Widerlager, Erdbögen, flache und stark belastete Bögen und Gewölbe, Gesimse (Ziehen und Putz), Außenputz auf der Wetterseite, feuchte Sockel. Mörtel von dieser Mischung ist schon kurze Zeit nach dem Verarbeiten sehr fest, sehr wasserdicht und hat einen großen Widerstand gegen Abnützung.
 1:1¹/₂ Beton in sehr quelligen, preßbaren Fundamentgräben, schwache Mauern, schwache Gewölbe, schwache Pfeiler, Außenputz sehr nasser Sockel. Abdeckung von Gesimsen und Wasserschrägen, Kunststeine.
 1:1 Ausfugen, Vergießen.

4. Ergiebigkeit (nach der „Hütte“.)

Sand auf 1 Zement	Mörtel
1	1·25
2	2·10
3	2·90

kg Portland- zement auf 1 m ³ Sand	Sand auf 1 Zement	Mörtel
500	1½	1·7
700	1	1·25
350	2	2·4

Bezeichnen

$g_c = 3·13$ (kg/l) das Einheitsgewicht des Portlandzements,

$g_s = 2·65$ " " " " " Sandes,

$g_w = 1·0$ " " " " " Wassers,

G_c, G_s und G_w deren absolute Gewichte,

so beträgt das Mörtelvolumen unter der Voraussetzung, daß keine Zusammenziehung stattfindet und daß alle Zwischenräume ausgefüllt werden:

$$V = \frac{G_c}{g_c} + \frac{G_s}{g_s} + \frac{G_w}{g_w}$$

5. Erfordernis /m³ Mörtel.

Mischungs- verhältnis	Portland- zement		Sand l	Wasser l
	kg	l		
1 : 1	966	680	680	250
1 : 2	696	490	980	240
1 : 3	488	344	1038	230
1 : 4	372	262	1050	220
1 : 5	300	210	1060	220
1 : 6	251	177	1070	220
1 : 7	218	153	1070	210
1 : 8	190	143	1070	210
1 : 9	169	119	1070	210
1 : 10	153	108	1080	200
1 : 12	128	90	1080	200

§ 13. Kalkzementmörtel.

Portlandzementmörtel wird wesentlich verbessert, wenn man ihm etwas Ätzkalk zusetzt; man erhält dadurch den Kalkzementmörtel.*) Er ist billiger, geschmeidiger und erreicht eine größere Zug- und Druckfestigkeit als Portlandzementmörtel. Man kann ihn auch bei Frostwetter verwenden.

Empfehlenswerte *Mischungsverhältnisse*:

Zement	Kalkteig	hydraulischer Kalk	Sand
1	1 $\frac{1}{2}$	—	6—9
1	—	1 $\frac{1}{2}$	6—9
1	2	—	6—9
1	—	2	6—9
1 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$	—	6—9
1 $\frac{1}{2}$	—	1 $\frac{1}{2}$	6—9
2	1	—	6—9
2	—	1	6—9
1	1 $\frac{1}{2}$	—	5
1	—	1 $\frac{1}{2}$	5
1	1	—	6—7
1	—	1	6—7
1	1 $\frac{1}{2}$	—	8
1	—	1 $\frac{1}{2}$	8
1	2	—	10
1	—	2	10

Ergiebigkeit.

Mischung				Ausbeute an Mörtel	1 m ³ Mörtel erfordert				
Zement	Kalk- teig	Sand	Was- ser		Zement		Kalkteig l	Sand l	Wasser l
					kg	l			
1	1 $\frac{1}{2}$	5	1:30	4:90	286	202	102	1020	265
1	1	6	1:35	6:00	233	166	167	1000	225
1	1	7	1:60	6:80	206	146	147	1029	235
1	1 $\frac{1}{2}$	8	1:60	7:80	182	129	195	1040	205
1	2	10	1:70	9:45	148	105	212	1055	180

Raumteile

1 Zement + 1 Fettkalk + 6 Sand = 6 Mörtel.

*) Zementkalk = Romanzement (siehe S. 120).

Festigkeit.

Nach Dickerhoff.

Mischung			1 m ³ Mörtel erfordert				K _z		K _d		nach 84 Tagen
							nach 28 Tagen, hievon in Wasser erhärtet während					28	21	28	21
Z	K	Sand ²⁾	Z	K	Sand		Tagen				
			kg		l						
1	1/4	5	285	71	1425	1020	17·6	31·4	160·8	291·0	—
1	1/2	6	233	116	1400	1000	17·1	24·3	152·0	226·0	—
1	3/4	8	182	136	1456	1040	10·7	16·7	97·0	154·0	—
1	1	10	148	148	1480	1060	9·2	10·8	67·0	94·0	—
1	1	7	—	—	—	—	4·1	—	131·5	—	167·2
1	—	7	—	—	—	—	3·5	—	58·3	—	69·3

Z = Portlandzement.¹⁾

K = Kalkhydrat.

¹⁾ Vom 20·8 kg/cm² Zugfestigkeit nach 28 Tagen bei Normalmörtelmischung.²⁾ Rheinsand.

Zement	Kalkteig	Sand	K _d kg/cm ² **
1	1	6	205·2
1	1/2	6	175
1	1	7	140
1	1 1/2	8	130
1	2	10	110
1	3	12	85

*) Wobei sich die Erhärtung während 24 Stunden an der Luft und durch 27 Tage unter Wasser vollzog.

§ 14. Hydraulische Zuschläge.

Darunter versteht man die natürlichen und künstlichen Stoffe, welche, an Stelle des Sandes dem Kalkbrei zugesetzt, bewirken, daß ein hydraulischer Mörtel entsteht, während bei Sand ein nicht hydraulischer erhalten wird. Sie liefern vorzügliche Zemente, die den besten anderen Zementen ebenbürtig sind. Da man als eigentliche Bindemittel nur den billigen Kalkbrei braucht, so sind sie auch sehr ökonomisch. Zu den hydraulischen Zuschlägen gehören:

A. natürliche Stoffe:

a) vulkanische Aschen:

1. Puzzuolanerde,
2. Santorinerde,
3. Terra rossa (in Karstgesteinklüften);

b) Pulver aus vulkanischen Gesteinen:

4. Traß.

B. künstliche Stoffe:

5. Hochofenschlacke (Schlackensand),
6. Kohlenasche,
7. Ziegelmehl.

I. Puzzuolanzement.

a) Puzzuolanerde.

Sie ist ein weiches, braunrotes, aschgraues, auch schwarzes, gemischt-körniges Pulver: eine vulkanische Asche des Vesuv, die nächst dem Orte Puzzuoli bei Neapel gefunden wird.

lose Puzzuolanerde wiegt 880 kg/m^3

dichte " " 2400 "

b) Puzzuolanzement.

Herstellung: Man mengt Puzzuolanerde + Kalkbrei, mit oder ohne Sandzusatz.

Puzzuolanzement wirkt um so kräftiger hydraulisch, je feiner die Puzzuolanerde ist. Er eignet sich namentlich zu Bauten im Meerwasser, das der Portlandzement nicht verträgt.

loser Puzzuolanzement wiegt $900 - 1000 \text{ kg/m}^3$

dichter " " 2700 "

Man mischt auf 1 Kalkbrei für

rohes Bruchsteinmauerwerk . . . 5·7 Puzzuolanerde

Pflaster aus Geschiebe und Kies 3·6 " "

Ziegelmauerwerk 2·3 " "

Ziegelpflaster 1·8 " "

Putz, Stuck 1·5 " "

Ziegelverblendung 1·2 " "

Übliche Mischungen.

Kalkbrei	Puzzuolan- Erde	Sand
1	3	2
1	3	3
1	1—2	—
1	$1\frac{1}{3}$	$1\frac{1}{3}$

II. Santorinzement.

a) Santorinerde.

Sie ist ein grauweißes, lockeres Pulver: ein Gemisch aus vulkanischem Bimssteinsand mit feiner vulkanischer Asche von der Insel Santorin.

b) Santorinzement.

Mischung: $75 - 80\%$ Santorinerde + $20 - 25\%$ Kalkteig.

Santorinzement wird ebenso fest wie Portlandzement.

Verwendung: nur zu Bauten im Meerwasser, da er an der Luft mürbe und bröcklig wird. Die unter Wasser erreichte Härte geht an der Luft wieder verloren.

III. Traßmörtel.

Traßzement.

a) Traß.

Der Traß ist ein Pulver aus dem Duckstein, einem vulkanischen Gestein, das sich in der Rheinprovinz findet.

Er wiegt gemahlen 915 kg/m^3 .

Ein Zusatz von Traß zu Portlandzement erhöht dessen Festigkeit, macht ihn widerstandsfähiger gegen Witterungseinflüsse, Meerwasser, Säuren usw. und vermindert die Kosten.

Mischung: 2 Portlandzement + 1 Traß + 9 Sand (in Gewichtsteilen.)

b) Traßmörtel.

Er ist sehr gut hydraulisch, erreicht schon nach kurzer Zeit eine hohe Festigkeit und kommt billiger als Portlandzement.

Ein Zusatz von Traß zu Romanzement verschlechtert den Mörtel.

Kalkhydrat ist dem Kalkbrei vorzuziehen.

Der Wasserbedarf = 0.2 (Traß + Zement + Sand).

Traßkalkmörtel.

Verwendung	Traß	Fettkalk-		Sand
		Teig	Pulver	
Mauerwerk unter Wasser	1	$\frac{2}{3}$ —1	—	1— $1\frac{1}{4}$
	1	—	1— $1\frac{1}{2}$	1— $1\frac{1}{4}$
„ über „	$1-1\frac{1}{5}$	$\frac{4}{5}$	—	$1\frac{1}{5}$ —2
	$1-1\frac{1}{5}$	—	$1\frac{1}{5}$ — $1\frac{2}{5}$	$1\frac{1}{5}$ —2
Trockenmauerwerk	1	2	—	3—5
	1	—	3	3—5
Verputz	1	$\frac{4}{5}$	—	2— $2\frac{4}{5}$
	1	—	$1\frac{1}{5}$	2— $2\frac{4}{5}$

Erfordernis/1m³ Mörtel:

a) bei Traßkalkmörtel.

Traß	Kalk	Sand	Traß kg oder l	Gelösch- ter Kalk	Sand	Wasser
					l	
1	1	—	620	620	—	124
1	$1\frac{1}{2}$	—	795	530	—	133
1	2	—	920	460	—	138
1	1	1	450	450	450	135
1	1	2	350	350	700	140
1	$1\frac{1}{2}$	1	370	555	370	130
1	$1\frac{1}{2}$	3	255	380	765	140
$1\frac{1}{4}$	1	3	350	280	840	150
$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{2}$	3	305	370	735	135
$1\frac{1}{2}$	1	1	600	400	400	140
$1\frac{1}{2}$	1	2	488	325	650	146
$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	2	415	415	550	124
1	2	2	265	530	530	133
1	2	3	230	460	690	138
1	2	4	205	410	820	144
1	2	5	185	370	925	148

b) bei Traßzementmörtel.

Traß	Zement	Sand	Traß		Zement	Sand	Wasser
			l	kg			
1	1	1	490	695	490	490	294
1	1	2	365	518	365	730	292
1	1	2 ^{1/2}	320	454	320	800	288
1	1	3	290	412	290	870	290
1	1	3 ^{1/3}	260	369	260	910	286
1	1	4	240	340	240	960	288
1	1	5	205	291	205	1025	287
1 ^{1/2}	1	3	400	376	265	695	292
1 ^{1/2}	1	4	330	312	220	880	286
1 ^{1/2}	1	5	285	270	190	950	285
2	1	3	480	340	240	720	288
2	1	4	410	291	205	820	287
2	1	5	360	256	180	900	288

Festigkeit.

Mischung			Erhärtungs- dauer in Tagen	K _z	K _d
Traß	Fettkalk	Sand			
1	1 ¹⁾	2	{14 28	3) {16·4 21·2	{93 112
2	1	—	{14 42		
1	1	1	42		94·87
1	1	2	42		95·5
1	1	3	42		93·7
1	1 ^{1/4}	4	42		97·28
1	1	1 ²⁾	28	14—17	77—101

1) Kalkhydrat.

2) Normalsand.

3) Erhärtung unter Wasser.

Die Zugfestigkeit ist desto größer, je feiner das Traßmehl ist. Bei einer Mischung von 1 Traß + 1 Kalk + 1 Sand haben sich Schwankungen der Zugfestigkeit je nach der Feinheit der Mahlung von 1·85 bis 12·15 kg/cm² gezeigt.

Portlandzement ¹⁾	Romanzement ²⁾	Fettkalk	Kalkbrei	Sand	Traß	K _z (kg/cm ² *)						K _b *)		E (kg/cm ²)	Wasserdurchlässigkeit		Kosten (K/m ³)
						trocken gelagert			in Wasser gelagert			(1)	(3)		(1)	(3)		(1)	(3)
						M	(1)	(3)	H	M	H			M			
1				3	3	137	224	103	173	166	233	34	57	96600	4.8	2.1	20.90
1				3	3	112	151	149	130	171	170	25	39	71500	2.4	0.9	22.58
0.8..0.7		1	0.2..0.3 ³⁾	3	1 3/4 1 1/2	149	170	74	132	122	189	26	38	71350	3.1	1.1	17.20
"			"	3	3	122	165	63	129	118	174	26	37	87230	2.5	1.4	15.00
"			"	3	3	170	201	156	243	253	312	25	31	76770	0.0	0.0	55.38
"			"	3	3	155	215	140	232	193	288	21	24	63800	0.1	0.05	49.13
1		1		3	3	113	124	39	92	86	137	22	26	35450	20.5	18.3	7.30
1		1		1 1/2	1 1/2	34	35	16	15	19	41	4	11		35.6	27.6	37.00

*) Mittelwerte

1) 1 Portlandzement + 3 Normalsand:

2) 1 Romanzement + 3 Normalsand:

3) Der Kalk trocken gelöscht.

4) " " gesumpft.

nach 7 Tagen

K_z = 22

K_d = 286

K_z = 9

K_d = 61

nach 28 Tagen

K_z = 28

K_d = 404

K_z = 12

K_d = 131

kg/cm²

"

"

"

(1) nach 1 Monat.

(3) " 3 Monaten.

M: maschnell erzeugt.

H: durch Handarbeit erzeugt.

IV. Schlackenzement.

Schlackenzement ist ein Gemenge aus pulverförmigem Kalkhydrat und granulierter, basischer Hochofenschlacke.

Farbe: lichtgraugelblich.

Gewicht: 2800 kg/m^3

900 " lose eingesiebt

850 " für granulierte Hochofenschlacke.

Wasserbedarf: 20–30%.

Längeres Lagern verringert das Gewicht des Schlackenzements, macht in langsamer bindend und erhöht, wenn er an einem trockenen, zugfreien Orte aufbewahrt wurde, seine Güte.

Im Handel erscheint er in

a) Fässern von 200 kg Bruttogewicht

b) Säcken " 50 " "

Schwankungen im Einzelbruttogewichte bis zu 2% sind nicht zu beanstanden.

Der Erhärtungsbeginn an der Luft ohne Sandzusatz, vom Augenblicke der Wasserzugabe an gerechnet, tritt ein:

bei rasch	} bindendem Schlacken- Zement	} spätestens nach 10 Minuten nach 10–30 " nicht vor 30 "
" mittel		
" langsam		

Rasch bindende Schlackenzemente sollen nur über besonderes Verlangen geliefert werden.

Schlackenzement erhärtet nach 15–20 Stunden.

Die Plastizität und Zähigkeit unter Wasser sind günstiger, die Kosten geringer als die des Portlandzements.

Verwendung: vorzugsweise zum Betonieren unter Wasser und zu Mörtel für Tief- und Wasserbauten, nicht aber für Bauteile, die einer Abnutzung unterworfen sind, oder zu Mörtel für Hochbauten.

Bei Frostwetter kann man ihn nicht verarbeiten.

Erfordernis 1 m^3 Schlackenzementmörtel.

Mischung		1 m^3 Mörtel erfordert	
Zement	Schlacke	Zement	Schlacke
1	1	900	780
1	1.5	600	880
1	2	552	1010
1	2.5	437	1080
1	3	400	1170
R.-T.		kg	l

Festigkeit.

Nach den Schweizer Normen soll 1 Schlackenzement + 3 Sand + 10% Wasser nach 28 Tagen erreichen:

$$K_z = 16 \text{ kg/cm}^2$$

$$K_a = 150 \text{ "}$$

Die Festigkeit einer Mischung aus 1 Fettkalk + 5 Schlackenmehl beträgt fast 0,6 von der des reinen Portlandzements.

Normen des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines.*)

Schlackenzement*)	Erhärtungsdauer	Geringste	
		Druck-	Zug-
		Festigkeit (kg/cm ²)	
langsam bindend }	{ 7 Tage ¹⁾	—	12
mittel " }	{ 28 " ²⁾	180	18
rasch " }	{ 7 " ¹⁾	—	8
	{ 28 " ²⁾	120	12

*) 1 G.-T. Schlackenzement + 1 G.-T. Normalsand.

¹⁾ 24 Stunden an der Luft und 6 Tage unter Wasser

²⁾ 24 " " " " " 27 " " "

V. Aschezement.

Herstellung: Man mengt 1—2 Teile vollständig ausgebrannte Asche von Steinkohlen, Braunkohlen oder Torf oder sogenannte Raumasche + 1 Teil gepulverten gelöschten Kalk.

Für Bruchsteinmauerwerk verwende man grob gemahlene, für Ziegelmauerwerk fein gesiebte Asche.

Steinkohlenasche wiegt, lose geschüttet: 750 kg/m³.

VI. Ziegelmehlzement.

Auch das Pulver (Mehl) von scharfgebrannten Ziegeln (Klinkern) ist ein hydraulischer Zuschlag.

Man verwendet folgende Mischungen (in Gewichtsteilen):

- 1 Fettkalk + 1 Ziegelmehl + 2 Sand,
- 1 " + 2 Magerkalk + 1 Ziegelmehl, ohne Sandzusatz
- 3 " + 2 Ziegelmehl + 3 Sand
- 3 " + 2 " + 3 " + 2...2¹/₂ basischer Ton
- + 1 gebrannter Kalk + 5 Kreide
- 1 gebrannter Kalk + 1 frischer Ton
- 5 Kreide + 2...2¹/₂ frischer Ton + Wasser.

§ 15. Gips.

Gips wird gewonnen, indem man Gipsstein (schwefelsauren Kalk, CaSO₄H₂O) brennt.

Vor dem Brennen ist der Gips (in der Regel maschinell) zu zerkleinern.

Nach dem Brennen wird der gebrannte Gips zerkleinert, dann gemahlen und schließlich gesiebt.

*) Bestimmungen für die einheitliche Lieferung und Prüfung von Schlackenzement (1907).

Gips löst sich
 bei 14° C in 445 Teilen Wasser
 „ 20·5° C „ 420 „ „

I. Bildhauergips.

Gewöhnlicher, Stuck- oder Schnellgips.

Wenn man den Gipsstein bei 120—130° brennt, so erhält man einen Gips, der, mit Wasser zu einem Brei angemacht, schon nach 5—10 Minuten anzieht und in etwa 30 Minuten vollständig, aber nicht hydraulisch abbindet, ohne sich zu erwärmen, jedoch unter Volumsvergrößerung. Deswegen eignet er sich für Gußarbeiten. Der Witterung und Feuchtigkeit widersteht er nicht; er ist auch nicht hart und fest.

Gewicht: 2600 kg/m^3
 650—850 „ lose geschüttet
 1200—1400 „ eingerüttelt.

Wassergehalt: 5%.

Unter höherer Temperatur gebrannt, bindet er sehr rasch ab, erhitzt sich (dadurch würden Leimformen schmelzen) und treibt später.

Verwendung: Putz- und Stuckarbeiten im Innern, Rabitzwände, Gipsdielen.

II. Mauergips.

Hydraulischer oder Estrichgips, Gipskalk.

Wird der Gipsstein bei voller Rotglut, 500—600° C, gebrannt, so ist der Gips sehr fest, wetterbeständig, dicht, erhärtet hydraulisch, haftet sehr gut an den Steinen und treibt fast gar nicht.

Gewicht: 2800—2900 kg/m^3
 1000—1200 „
 1500—1600 „

Verwendung: Estriche, Beton, Kunststeine.

Porengehalt: 51%.

Gut gebrannter Gips ist leicht zu pulverisieren, etwas fettig, fühlt sich, zwischen den Fingern verrieben, feucht an.

Schlecht gebrannter ist rau, trocken und bleibt an den Fingern kleben.

Ist Gips längere Zeit hindurch an der Luft gelegen (abgestanden), so hat er nur eine geringe Bindekraft.

Wurde er vor dem Brennen gemahlen, so geht er durch Feuchtigkeit sehr schnell zu Grunde.

Damit der Gipsmörtel rascher erhärtet, dauerhafter und härter wird:

1. tränkt man ihn mit:

a) verdünnter Kalkmilch und behandelt ihn danach mit Keßlerschen Fluaten;

b) stark verdünnter Schwefelsäure (1:10 bis 1:12) und brennt ihn dann bei Rotglut;

c) Gummi arabicum.

2. macht man das Gipsmehl an mit saurer Milch oder Sauerkleesalz oder weinsaurem Kali oder Seignettesalz.

3. verfährt man wie bei Keene's Zement (siehe S. 140).

Eine Erhöhung der Wetterbeständigkeit erzielt man durch einen Zusatz von 10⁰/₀ Kalk;
 eine Erhöhung der Härte durch einen Zusatz von 6⁰/₀ Alaun und 6⁰/₀ Salmiak oder mehrmaliges Eintauchen in Wasser nach der Erstarrung;
 eine Verzögerung des Abbindens erreicht man durch folgende Mischungen:

Mischung					Verzögerung des Abbindens
Gips	dünnes, warmes Leimwasser	konzentrierte Boraxlösung	Wasser	gepulverte Eibischwurzel	
8	5	—	—	—	20 Minuten
24	—	1	12	—	15 "
24	—	1 ¹ / ₂	—	—	50 "
24	—	3	—	—	3—5 Stunden
24	—	6	—	—	7—10 "
24	—	12	—	—	10—12 "
100	—	—	46	2—4	1 Stunde
Raumteile					

*) Gipspulver.

§ 16. Gipsmörtel.

1. Gewinnung.

Der gebrannte Gips wird zerschlagen, zu einem Pulver gemahlen und mit Wasser zu einem Brei angemacht, wobei fortwährend ruhig umgerührt werden soll.

Wasserbedarf: 48—72⁰/₀.

Guter, frisch gebrannter Gips erstarrt in etwa 2 Minuten unter schwacher Erwärmung und dehnt sich dabei um 1⁰/₀ aus.

2. Eigenschaften.

Erwärmung des Gipsbreies beim Anmachen: 7·3...24·2⁰ C.

Abbindezeit: 4¹/₂—20 Minuten,

Längenausdehnungszahl für 1⁰ C: bis 0·000166.

Ausdehnung beim Erhärten: ¹/₅ der Länge.

Gewicht:

Gipsmörtel	2550—2870	kg/m ³
Gipsstein	2200—2960	"
Gipsestrich	970	"
Gips, gebrannt	1800	"
" roh	1300—1400	"
" gegossen	970	"
" " frisch	1350	"
" trocken	1040	"
" gesiebt	1250	"
" gebrannt und gemahlen,		
lose	960—1200	"
festgerüttelt	1140—1670	"
" + Schlacke	1250	"

1 m³ Gipsmörtel erfordert: 1800 kg Gips + 800 l Wasser.

Setzt man dem Gips zu viel Wasser zu, so wird die Masse nach dem Erhärten sehr porös und wenig fest; benützt man aber wenig Wasser, so wird der Mörtel fester und erhärtet rascher.

Das Treiben kann man verhindern, indem man etwas Ätzkalk zusetzt.

3. Festigkeit.

Gips + 48—72% Wasser von 7·3—24·2° C erreicht

nach Tagen	K _z	K _d
	kg/cm ²	
7	11·8	55·6
28	19·3	83·2
84	23·1	127

4. Mischungsverhältnisse.

Beschaffenheit des Mörtels	Gips	Wasser	Mörtel
dickflüssig	1	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$
dünflüssig	1	$1\frac{3}{8}$	
flüssig	1	$1\frac{1}{3}$ — $1\frac{1}{2}$	
steif	1	1	

Verwendung	Mischung		
	Gips	Kalk	Sand
Mauermörtel	1	$\frac{1}{3}$	$4\frac{1}{2}$
Wandputz	1	3	1
Deckenputz	2	—	
Gesimse	1	1	

5. Verwendung.

Der Gipsmörtel ist gleich nach dem Abbinden zu verwenden.

Da er in Wasser löslich und nicht wasserbeständig ist, so darf er bei feuchten Wänden nicht verwendet werden.

Feingemahlenes Gipspulver eignet sich nicht zu Mörtel, da es gleich nach dem Anmachen erhärtet.

Für Arbeiten im Innern mischt man zum Gipsmörtel, wenn er recht fest werden soll, Leim; wenn er mehrere Tage lang plastisch bleiben soll (z. B. bei freihändigen Ornamenten), Eibischwurzeln.

Gießt man Ornamente, welche im Freien angebracht werden, so setzt man, um die Widerstandsfähigkeit gegen Feuchtigkeit zu erhöhen, Kalk zu (etwa $\frac{1}{2}$. . . $\frac{1}{3}$ der Gipsmasse).

Man kann den Gipsmörtel noch bei -10° verwenden.

Kommt er mit Eisen in Berührung, so wird dieses zerstört, indem sich Eisenvitriol bildet.

Nie soll man Gips mit Zement mischen.

Man darf auch nie zu schwach gebranntem Gips Wasserglaslösung zusetzen.

Um glatte Flächen zu erhalten, schleift man die mit Gips und Leimwasser geputzte Fläche mit Bimsstein, dann mit feinem Sandstein, hierauf mit Trippel und mit dem Filzstückchen, schließlich mit Leinwand und Seifenwasser ab.

Das Polieren erfolgt mittels eines in Öl oder Wachslösung getauchten Wollappens.

6. Besondere Arten des Gipsmörtels.

1. Alaungips.

Marmorzement, Keene's¹⁾ Zement, Mac Lean²⁾-Zement.

Reiner weißer Gips wird nach dem Brennen mit einer Alaunlösung (1:12...13) getränkt, dann bei scharfer Rotglut gebrannt, gepulvert und mit Alaunlösung angemacht.

Er bindet langsam und hydraulisch ab, wird polierbar, und es erlangt, mit 20% Wasser angemacht, nach 28 Tagen:

englischer:	deutscher:
$K_z = 36.9$	47.8 kg/cm^2
$K_d = 411$	423 „

Er ist wetterbeständig, wird vom Wasser nicht zerstört und man kann ihn abwaschen.

2. Boraxgips.

Parianzement

An Stelle des Alauns wird Borax (1:11) verwendet. Angemacht wird er mit einer Lösung von Weinstein in Wasser (1:11).

Er hat dieselben Eigenschaften wie der Alaungips, darf aber nicht mit frischem Kalk in Berührung kommen.

Verwendung: Innenstück und Mauerputz.

3. Macks Zementgips.

Man mengt hydraulischen Gips^{*)} + 0.4% schwefelsaures Kali oder kalziniertes Glaubersalz.

Er erhärtet sehr rasch, wird sehr hart und wetterbeständig.

Verwendung: Estriche, Rabitzwände, Decken, Gewölbe, Putz, Beton usw.

4. Scagliol.

Feingebrannter, gepulverter Gips + gepulverter Gipsspat (Marienglas) + Leimwasser oder Hausenblasenlösung.

*) Siehe S. 122.

¹⁾ Keene spricht: K_{in} (engl.)

²⁾ Lean „ : L_{in} „

5. Tripolith.

Darunter ist zu verstehen eine Mischung aus Gips, Kalk, Magnesiumkalk, Sand und $\frac{1}{10}$ Gewichtsteil Kohle oder Koks, welche dann mäßig gebrannt und hierauf fein gemahlen wird.

Angemacht ist er leichter als Gips und bindet so rasch ab wie dieser. Er ist frostbeständig, sehr fest, treibt nicht stark, verträgt eine beträchtliche Hitze und kann abgewaschen werden (mit Seife und Lauge).

Verwendung: Stuckarbeiten.

6. Gipsstuck.

Zu Stuckarbeiten eignet sich Gips bestens, weil er infolge des Treibens die Formen vollkommen ausfüllt und beim Trocknen nicht rissig wird, namentlich aber wegen seiner weißen Farbe.

Man mischt 1 Gewichtsteil schwach gebrannten, frischen, rein weißen, lockeren, fein gemahlten Gips und $2\frac{1}{2}$ Gewichtsteile Wasser.

Die Modelle werden hergestellt aus Ton, Gips, Holz, Metall, Wachs usw. und bestrichen mit Öl, Schellacklösung, Seife usw.

Um dem Gipsstuck den erforderlichen Schutz gegen die Witterung zu geben, soll man

- a) die erwärmte Gipsmasse anstreichen mit einer heißen Mischung von 3 Leinölfirnis + 1 weichem Wachs,
- b) tränken mit heißem Leinöl und anstreichen mit Ölfarbe,
- c) imprägnieren mit Schwefelbalsam,
- d) bronzen,
- e) dem Gipsbrei Eisenfeilspäne zusetzen.

7. Weißstuck.

Nachdem man die Wand mit gewöhnlichem Kalkmörtel geputzt hat und dieser Putz vollständig getrocknet ist, trägt man mit der stählernen Reibplatte 2—3mal in Stärken von je 1 mm eine Mischung aus feingesiebtm Kalk + 10% feinem Sand oder Marmorstaub + Gipsbrei auf, verreibt sie glatt, spachtelt sie unter Benetzen mit Wasser ab und reinigt sie vom anhaftenden Schlamm. Man erhält dadurch glänzende Wandflächen.

8. Gipsmarmor.

Stuckmarmor.

Fein gesiebter und gebeuteltes Gips wird mit etwas Leimwasser und einem Farbstoffe (Mennige, Zinnober, Chromgelb, Indigo, Gummigutti, Umbra, Kienruß, Eisen- und Kupfervitriol usw.) gemengt.

a) Marezzomarmor.

Er wird aus sehr langsam gebranntem Gips hergestellt und ist ungemain hart und dicht.

b) Neomarmor.

Man schneidet die aus Neomarmor herzustellenden Gegenstände aus rohem Gipsstein aus, erhitzt sie, taucht sie in eine Lösung von Chlorkalzium und dann in eine von Magnesiumsulfat. Dadurch werden sie sehr dicht.

Das im Steine entstandene Chlormagnesium wird durch Einlegen in Wasser ausgelaut.

Wenn man der Chlorkalziumlösung Metallsalze zusetzt, so kann man Färbungen erzielen.

§ 17. Magnesiakalk.

Dolomit-, Weiß- oder Medinazement.

Er wird gewonnen, indem man Dolomit brennt. Schwach gebrannt, erhärtet er hydraulisch; bis zur Ätzkalkbildung gebrannt, aber nur wenig hydraulisch.

Er gibt einen mageren Luftmörtel und dient als Ersatz für Weißkalk.

§ 18. Magnesiazement.

Sorelscher Zement.

Amorpher Magnesit wird gebrannt und mit einer Lösung von Chlormagnesium statt Wasser angemacht. Er ist nicht hydraulisch, besitzt aber unter allen Bindemitteln die größte Kittkraft.

Verwendung: Dekorationen, da er Farbe und Politur annimmt.

a) Zinkzement.

Ähnlich ist der Zinkzement: ein mit Zinkchlorid angemachtes Zinkoxyd. Er hat eine große Kittkraft, ist aber nicht hydraulisch.

b) Magnesiakalkzement.

Magnesiazement, mit Fettkalk vermischt, ist ein Ersatz für hydraulischen Kalk.

c) Bitumelith.

Magnesiazement + Asphaltpulver.

d) Albolith.

Magnesit wird, nachdem man ihn zerkleinert, gebrannt, fein gemahlen und gesiebt hat, mit amorpher Kieselsäure vermischt und dann mit Wasser angemacht.

Verwendung: Ornamente.

§ 19. Prüfung der hydraulischen Bindemittel.

Die Prüfung der hydraulischen Bindemittel muß für den Zustand vorgenommen werden, in dem sie zur Verwendung kommen.

Vorschriften für diese Prüfungen bestehen:

1. vom österr. Ingenieur- und Architekten-Verein (Wien):
Bestimmungen für die einheitliche Lieferung und Prüfung von *Portlandzement* (1889).
Bestimmungen für die einheitliche Lieferung und Prüfung von *Romanzement* (1890).

Bestimmungen für die einheitliche Lieferung und Prüfung von *Schlackenzement* (1907).

Runderlässe des preußischen Ministers der öffentlichen Arbeiten:

- a) Normen für einheitliche Lieferung und Prüfung von *Portlandzement* (28. VI. 1887, 23. IV. 1897, 19. II. 1902);
- b) Anweisung für die Ermittlung des Nettogewichtes bei der Abnahme von *Portlandzement* (23. IV. 1897).

Die folgenden Bestimmungen gelten gemeinsam für *Portland-, Roman- und Schlackenzement*, wenn nicht ausdrücklich bemerkt ist, daß sie nur für einen derselben Gültigkeit haben.

Wo nicht eine andere Quelle angegeben ist, liegen die Bestimmungen des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines zu Grunde.

I. Eigengewicht.

Man siebt den Zement in ein 1 Liter fassendes zylindrisches Blechgefäß von 10 cm Höhe mittels eines Siebes von 64 Maschen auf 1 cm² und 0.40 mm Drahtstärke, welches man während des Siebens etwa 15 cm über dem oberen Rande des Litergefäßes hält, so lange, bis sich ein Kegel über der oberen Öffnung gebildet hat, der dann mit einem geradlinigen Streicheisen vollkommen eben abzustreichen ist. Während der ganzen Dauer dieser Arbeit ist jede Erschütterung des Litergefäßes sorgfältig zu vermeiden. Das Gewicht dieser Zementmenge gibt das *Einheitsgewicht*. Es ist das Gewicht der vom Zement einschließlich der Hohlräume erfüllten Raumeinheit.

Das *spezifische Gewicht* wird mittels des Volumenometers ermittelt. Es ist das Gewicht der Raumeinheit der Zementmasse.

II. Feinheit der Mahlung.

Der Zement soll so fein wie nur möglich gemahlen sein. Die Feinheit der Mahlung prüft man mittels Sieben.

Sieb		Größter Siebrückstand in % bei		
Anzahl der Maschen für 1 cm ²	Drahtstärke mm	Portlandzement	Romanzement	Schlackenzement
4900	0.05	35	—	30
2500	0.07	—	36	—
900	0.10	10	18	5

Zu jeder Siebprobe soll man 100 g Zement verwenden.

Die Feinheit der Mahlung ist kein ausschließliches Kennzeichen der Güte des Zements, denn geringe, weiche Zemente kommen häufig feiner gemahlen vor als gute, scharf gebrannte, obgleich diese, auch bei gröberer Mahlung, doch eine stärkere Bindekraft haben.

III. Abbindeverhältnisse.

1. Hilfsmittel.

Der Apparat zur Bestimmung der Abbindeverhältnisse besteht aus einem Gestelle, an dem eine vertikale Millimeterteilung angebracht ist und in einer Führung ein arretierbarer Metallstab sich bewegt, dessen oberes Ende eine Metallscheibe trägt. Am unteren Ende befestigt man den Konsistenzmesser oder die Normalnadel.

1. Der *Konsistenzmesser* ist ein Messingstab von 10 mm Durchmesser; er wiegt einschließlich Führungsstab und Scheibe 300 g.

Wenn er auf der Bodenfläche aufsteht, so spielt der am Führungsstabe befindliche Zeiger auf den Nullpunkt der Millimeterteilung. Dadurch ist es möglich, den jeweiligen Stand des Konsistenzmessers über der Bodenfläche unmittelbar an der Teilung abzulesen.

2. Die *Normalnadel* ist eine Stahlnadel von 1 mm² Querschnittsfläche, d. h. 1.13 mm Durchmesser; sie ist ebenso lang wie der Konsistenzmesser und wiegt samt Führungsstab und Scheibe 270 g. Beim Gebrauche der Nadel muß auf die Scheibe ein Ergänzungsgewicht von 30 g aufgelegt sein.

3. Die *Hartgummidose* hat einen Durchmesser von 8 cm und eine Höhe von 4 cm. Beim Gebrauche wird sie auf eine Glasplatte aufgesetzt.

2. Brei von Normalkonsistenz.

Zur Feststellung der Abbindeverhältnisse verwendet man einen Brei von *Normalkonsistenz*. Man rührt 400 g Zement mit einer vorläufig angenommenen Wassermenge mit einem löffelartigen Spatel zu einem steifen Brei an.

Zement	Dauer des Anrührens
rasch bindender Portlandzement	1 Minute
mittel " "	3 —
langsam " "	3 —

Dann bringt man den Brei, ohne ihn zu rütteln oder einzustößen, in die Hartgummidose, die man auf eine Glasplatte aufgesetzt hat, welche den Boden der Dose bildet. Hierauf wird die Oberfläche des Breis in gleicher Ebene mit dem oberen Rande der Dose abgestrichen, die Dose unter den Konsistenzmesser geschoben und dieser auf die Oberfläche des Breis aufgesetzt.

Wenn der Konsistenzmesser, der Wirkung seines Eigengewichtes allein überlassen, in den Zementbrei so tief eindringt, daß er 6 mm über der Bodenfläche stecken bleibt, daß also der Zeiger auf den 6. Teilstrich einspielt, so hat der Brei *Normalkonsistenz*.

Gelingt dies beim ersten Versuche nicht, so muß der Wasserzusatz so lange geändert werden, bis ein Brei von der geforderten Konsistenz erreicht wird.

Ist Puzzolanerde oder Traß u. dgl. zu untersuchen, so mischt man 2 Gewichtsteile derselben, fein gepulvert und getrocknet, + 1 Gewichtsteil Kalkhydrat + 1 Gewichtsteil Wasser.

3. Untersuchung.

a) Erhärtungsbeginn.

Man bringt die Dose mit einem Brei von Normalkonsistenz unter die Normalnadel. Anfangs wird diese bis zum Boden der Dose in den Brei eindringen, dann aber immer höher stecken bleiben.

Der Zeitpunkt, in welchem die Nadel den Kuchen seiner ganzen Höhe nach nicht mehr zu durchdringen vermag, heißt *Erhärtungsbeginn*.

b) Abbindezeit.

Ist der Kuchen so weit erstarrt, daß die Nadel beim Aufsetzen keinen merklichen Eindruck mehr hinterläßt, so hat der Portlandzement abgebunden.

Die Zeit vom Augenblicke der Wasserzugabe bis zu diesem Zeitpunkte heißt *Abbindezeit*.

Weil das Abbinden durch höhere Temperaturen beschleunigt und durch niedere verzögert wird, so sollen die Untersuchungen bei einer mittleren Temperatur des Wassers und der Luft von 15 bis 18° C vorgenommen werden. Werden die Versuche bei anderen Temperaturen durchgeführt, so sind dieselben sowohl für Luft als auch für Wasser anzugeben.

Während des Abbindens dürfen langsam und mittel bindende Zemente sich nicht wesentlich erwärmen. Rasch bindender Portlandzement kann eine merkliche Temperaturerhöhung erfahren. Ebenso entstehen bei rasch bindenden Romanzementen oft sehr bedeutende Temperaturerhöhungen.

Als Vorprobe für die Bestimmung der Abbindeverhältnisse kann auch die *Kuchenprobe* vorgenommen werden. Dabei werden 100 g Zement zu einem Brei von Normalkonsistenz angemacht, bei Langsambindern 3, bei Raschbindern 1 Minute lang angerührt und daraus auf einer ebenen Glasplatte ein Kuchen von etwa 2 cm Dicke hergestellt. Wenn dieser einem leichten Drucke mit dem Fingernagel widersteht, so ist er als abgebunden anzusehen.

Es ist wünschenswert, daß, von der Normalkonsistenz ausgehend, Versuche auch mit höheren Wasserzusätzen gemacht werden.

IV. Volumenbeständigkeit.

Die Zemente sollen sowohl an der Luft als auch unter Wasser *volumenbeständig* sein: sie müssen — mit Wasser und Sand anmacht — die beim Abbinden angenommene Form dauernd beibehalten.

Eine Vergrößerung des Volumens heißt man *Treiben*. Das Treiben lockert den Zusammenhang, führt eine Zerklüftung und schließlich den gänzlichen Zerfall der Zementmasse herbei. Ein treibender Zement ist von der Verwendung auszuschließen, da er die Solidität der mit ihm hergestellten Bauteile in bedeutendem Maße gefährdet. Das Treiben tritt nicht sofort nach dem Abbinden auf, sondern meistens erst einige Zeit danach.

Man untersucht auf Volumenbeständigkeit:

a) Romanzement und hydraulischen Kalk mittels der Kuchenprobe (siehe B).

b) Portlandzement mittels der Kuchen- und der Darrprobe (siehe A), denn das „Gipstreiben“ des Portlandzements (d. i. die Volumenunbeständigkeit infolge Vorhandenseins von mehr als 3% wasserfreiem schwefelsauren Kalk oder ungebranntem Gips) kann durch die Darrprobe allein nicht nachgewiesen werden, sondern wird durch die Kuchenprobe festgestellt.

Am besten ist aber für alle Zemente die Kochprobe zu empfehlen (siehe C).

c) Puzzuolane (Traß) prüft man auch auf folgende Weise: Man füllt eine Mischung aus 2 Gewichtsteilen Puzzuolan (Traß) und 1 Gewichtsteil Kalkhydratpulver und 1 Gewichtsteil Wasser in eine oben offene, nach unten sich etwas verjüngende, 3–4 cm hohe, oben 6–8 cm weite Dose aus verzinktem Eisenblech, streicht glatt ab und bringt sie sofort unter Wasser, so daß dieses 3 cm über den oberen Rand vorsteht. Beim Erhärten darf der Mörtel nicht über den Rand der Dose hervortreten oder sich wölben.

A. Darrprobe.

Man rührt den Zement ohne Sandzusatz zu einem Brei von Normalkonsistenz an, breitet diesen auf einer ebenen Glas- oder Metallplatte in 2 „Kuchen“, von etwa 10 cm Durchmesser und etwa 1 cm¹⁾ (2 cm²⁾ Dicke aus und legt sie sodann, damit keine Schwindrisse entstehen können, in einen feuchtgehaltenen Kasten, wo sie vor Zugluft und der Einwirkung der Sonnenstrahlen geschützt sind.

Nach 24 Stunden (jedenfalls aber erst nach erfolgtem Abbinden) werden die Kuchen, auf ebenen Metallplatten ruhend, in einem Trockenschranke, nicht vertikal übereinander sondern treppenförmig verschoben, einer allmählich auf 120° C¹⁾ (110–120° C²⁾ steigenden Temperatur ausgesetzt. In einer Temperatur von 120° C läßt man sie durch 2–3 Stunden, jedenfalls aber $\frac{1}{2}$ Stunde über den Augenblick hinaus, bei welchem keine Wasserdämpfe mehr sichtlich entweichen.

B. Kuchenprobe.

Plattenprobe.

Man breitet auf einer ebenen Glasplatte 2 Kuchen von der unter (A) angegebenen Gestalt und Größe aus, welche man gegen die Ränder zu dünn auslaufen läßt.

Der Wasserzusatz ist um etwa 1% des Zementgewichtes größer zu nehmen, als für die Normalkonsistenz ermittelt wurde, damit der Brei leichter zu Kuchen auslaufe.

Diese Kuchen werden, damit keine Schwindrisse entstehen können, in einem feuchtgehaltenen Kasten, geschützt vor Zugluft und der Einwirkung der Sonnenstrahlen, aufbewahrt und nach 24 Stunden, jedenfalls aber erst nach dem erfolgten Abbinden, samt den Glasplatten unter Wasser gelegt und darin 27 Tage lang liegen gelassen.

¹⁾ Österreichische Norm.

²⁾ Deutsche Norm.

Zeigen sich während dieser Prüfung an den Kuchen Verkümmungen oder gegen die Ränder hin sich erweiternde Kantenrisse*) von mehr oder weniger radikaler Richtung, so deutet dies auf ein Treiben des Zements hin und man darf ihn nicht verwenden. Bleiben aber die Kuchen unverändert, so ist der Zement als unter Wasser volumenbeständig anzusehen.

C. Kochprobe.

Am zuverlässigsten ist die Kochprobe.

50 g Zement werden mit 13—15 g Wasser 1 Minute lang durchgearbeitet und dann zu einem Kuchen angemacht, der in der Mitte 1 cm dick ist und nach den Rändern hin dünn ausläuft. Diesen Kuchen gibt man in einen mit Wasserdampf gesättigten, bedeckten Raum, läßt ihn 24 Stunden er härten, bringt ihn dann in ein kaltes Wasserbad, das man langsam, in etwa 10 Minuten, bis zum Sieden erhitzt, wobei ein Deckel zur Beschränkung der Verdampfung aufzusetzen ist. Der Kuchen muß stets ganz im Wasser liegen.

V. Bindekraft.

Die Bindekraft der Zemente wird ermittelt, indem man ihre Festigkeitsverhältnisse an einer Mischung mit Sand prüft. Beim Portlandzement ist auch der reine Zement zu prüfen.

Wenn Roman-, Portlandzement, hydraulischer Kalk u. dgl. zu untersuchen ist, so mischt man 1 Gewichtsteil Bindemittel mit 3 Gewichtsteilen Normalsand.

Hat man Puzzuolanerde oder Traß zu untersuchen, so mischt man 2 Gewichtsteile Puzzuolanerde oder Traß mit 1 Gewichtsteil Kalkhydratpulver, 3 Gewichtsteilen Normalsand und 1 Gewichtsteil Wasser.

Der Traß ist so fein zu pulvern, daß beim

900-Maschensieb 75% durchgehen,
4900- " " 50% " "

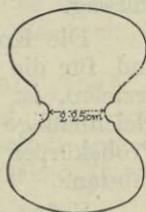
Die Prüfung auf *Druckfestigkeit* (Druckprobe) erfolgt an Würfeln von 50 cm² Seitenfläche (7·07 cm Seitenlänge).

Die Prüfung auf *Zugfestigkeit* (Zerreißprobe) erfolgt an Probekörpern von nebenstehender Gestalt, die an der Bruchfläche einen Querschnitt von 2·25 cm Länge und 2·22 cm Breite, zusammen 5 cm² haben. (Abb. 107).

Die maßgebende, wertbestimmende Probe ist die Druckprobe, weil der Mörtel vorzugsweise auf Druck beansprucht wird, und das Verhältnis zwischen Zug- und Druckfestigkeit bei verschiedenen Zementen verschieden ist, so daß man nicht mit Sicherheit aus der Zugfestigkeit auf die Druckfestigkeit schließen kann. Die Druckprobe soll erst nach 28tägiger Erhärtung vorgenommen werden, weil früher die Eigenschaften eines Zements nicht genügend zum Ausdruck kommen.

Da die Herstellung der Druckprobe-Körper umständlich ist und die Druckprobe kostspielige Apparate erfordert, so kann die Kontrolle über die Gleichmäßigkeit der gelieferten

Abb. 107.



*) Von diesen „Treibrissen“ sind zu unterscheiden die infolge zu raschen Austrocknens durch Volumverminderung manchmal entstehenden „Schwindrisse“, welche nicht am Rande der Kuchen, sondern innerhalb derselben in der Form von konzentrischen Kreisen oder feiner oberflächlicher Haarrisse auftreten.

Ware einfacher durch die Zugprobe nach 7- und 28tägiger Erhärtungsdauer durchgeführt werden.

Wo möglich, soll man die Festigkeitsproben auf längere Zeit ausdehnen, um über Änderungen der Festigkeit Kenntnis zu erlangen, da manche Zemente, welche anfangs nur geringe Festigkeit haben, später die Festigkeit anderer Zemente erreichen oder sogar überholen.

Bei der Zugprobe soll die Zunahme der Belastung während des Versuches betragen: 100 g/1 Sekunde.

Die Probekörper sind so einzuspannen, daß der Zug genau normal zur Bruchfläche wirkt.

Bei der Druckprobe soll der Druck auf zwei Flächen wirken, welche mit Rücksicht auf die Herstellung als Seiten, nicht aber als Bodenflächen anzusehen sind.

Herstellung der Probekörper.

Die Probekörper für die Druckproben sind stets auf maschinellem Wege zu erzeugen; die für die Zugproben können von der Hand oder maschinell, bei Schlackenzement müssen sie maschinell angefertigt werden. Den Versuchsergebnissen der Festigkeitsproben ist beizufügen, ob die Probekörper durch maschinelle Arbeit oder durch Handarbeit angefertigt worden sind. In Streitfällen ist jedoch stets das Ergebnis der maschinellen Arbeit entscheidend.

Zu jeder Festigkeitsprobe sind für jede Altersklasse 6 Probekörper zu verwenden; maßgebend ist das arithmetische Mittel aus den 4 höchsten Werten.

Nach den deutschen Normen ist die Festigkeit als das Mittel aus 10 Proben zu bestimmen.

Der Zement wird mit dem Sand trocken gemengt, dann setzt man das Wasser zu, arbeitet die Mischung tüchtig durcheinander, und zwar bei

rasch	}	bindenden Zementen	1	Minute
mittel			3	Minuten
langsam			3	„

und füllt sie dann sofort in die Formen, welche vollständig gereinigt sein müssen und mit Wasser zu benetzen sind. Ein nachträgliches Aufbringen von Zement ist zu vermeiden. Die Herstellung der Probekörper muß beendet sein, bevor der Zement zu erhärten beginnt.

Die Verschlusvorrichtung der Formen für die Zugprobekörper muß unnachgiebig sein, weil sonst der Probekörper eine ungenaue Gestalt erhalten würde; ein durch Federkraft bewirkter Verschuß ist daher nicht zulässig.

Die Konsistenz und die Dichte der Probekörper müssen für die Zug- und für die Druckproben die gleichen sein. Um dieselbe Konsistenz zu erzielen, ist stets die gleiche prozentuelle Wassermenge zuzusetzen; eine gleichmäßige Dichte erreicht man dadurch, daß man zur Herstellung der Probekörper immer dieselbe Arbeit aufwendet: 0,3 *mk*g für 1 *kg* Trockensubstanz.

Sofort nach der Herstellung der Probekörper ist deren Dichte zu ermitteln und in den Versuchsergebnissen anzuführen.

Um den erforderlichen Wasserzusatz zu bestimmen, werden bei Portland- und bei Romanzement 750, bei Schlackenzement 800 *g* gut

gemengte, trockene Normal-Mörtelmischung mit einer vorläufig angenommenen Wassermenge gleichmäßig angefeuchtet und

bei Rasch-	}	Bindern	1 Minute
„ Mittel-			3 Minuten
„ Langsam-			3 „

lang durchgearbeitet. Dieser Mörtel wird dann auf einmal in die Form des zur Herstellung der Druckprobekörper dienenden Rammapparats gefüllt und durch 150 Schläge eines bei Portland- und bei Romanzement 3, bei Schlackenzement 3·2 *kg* schweren, aus einer Höhe von 50 *cm* fallenden Hammers festgeschlagen. Zeigt der Mörtel bei Portland- und bei Romanzement nach dem letzten Schläge an seiner Oberfläche, bei Schlackenzement nach hundert Schlägen in der Fuge zwischen Form und Aufsatzkasten eine mäßige Absonderung von Wasser, so gilt dies als Zeichen, daß die Wassermenge richtig gewählt wurde. Ist dies aber nicht der Fall, so muß man den Versuch mit einer jedesmal geänderten Wassermenge bis zur Erreichung dieser Wasserabsonderung wiederholen.

Bei maschineller Herstellung sind die Probekörper einzeln anzufertigen. Für jeden Probekörper der Druckfestigkeit rührt man bei Portland- und bei Romanzement 750 *g*¹⁾, (860 *g*²⁾, bei Schlackenzement 800 *g*, für jeden solchen der Zugfestigkeit 200 *g*¹⁾ (180 *g*²⁾ trockene Normalmischung mit der erforderlichen Wassermenge an. Diese Mörtelmenge füllt man in die mit einem Füllkasten versehene Form und dichtet sie mittels eines genau in diese Form passenden Kernes.

Probekörper für	Gewicht des Hammers*)	Fallhöhe	Anzahl der Schläge
Druckfestigkeit	3 ³⁾ , 3·2 ⁴⁾ <i>kg</i>	50 <i>cm</i>	150
Zugfestigkeit	2 „	25 „	120 ¹⁾ (150 ²⁾)

Nach dem letzten Schläge entfernt man den Kern und den Aufsatz des Formkastens, streicht das über die Form vorragende überschüssige Material mit einem Messer ab und glättet die Oberfläche. Wenn der Mörtel vollständig abgebunden hat, so nimmt man den Probekörper aus der Form heraus.

Die Apparate zur Dichtung der Probekörper müssen auf unbeweglicher, nicht federnder Unterlage, am besten auf Mauerwerk, ruhen.

Stellt man die Zugprobekörper durch Handarbeit her, so sind bei mittel und langsam bindenden Zementen 3¹⁾ (5²⁾ Probekörper gleichzeitig, bei rasch bindenden ist jeder für sich herzustellen.

Für jene drei werden 150¹⁾, (250²⁾ *g* Zement mit 450¹⁾ (750²⁾ *g* Normalsand in einer Schüssel gut durcheinander gemengt und dann mit 60¹⁾ (100²⁾ *g* reinem Wasser (d. s. 10% der Trockensubstanz) angeführt. Mit diesem Mörtel werden drei auf einer Metall- oder starken Glas-

*) Am besten eignen sich Fallhammerapparate.

1) Österreichische Norm.

2) Deutsche Norm.

3) für Portland- und Romanzement.

4) „ Schlackenzement.

platte liegende Formen auf einmal so hoch gefüllt, daß sie stark gewölbt voll werden. Dann schlägt man mittels eines eisernen 35 cm langen, 350 g schweren Spatels, dessen Schlagplatte 5 cm breit, 8 cm lang und 0,5 cm dick ist, den überstehenden Mörtel anfangs schwach und von der Seite her, dann immer stärker so lange (etwa 1 Minute) in die Formen ein, bis an seiner Oberfläche Wasser ausschwitzt.

Hierauf streicht man den überragenden Mörtel mit einem Messer ab und glättet mit demselben die Oberfläche.

Nachdem der Mörtel vollständig abgebunden hat, werden die Formen vorsichtig abgelöst.

Nach der Anfertigung sind die Probekörper zuerst 24 Stunden an der Luft aufzubewahren, und zwar, um sie vor ungleichmäßiger Austrocknung zu schützen, in einem geschlossenen, feucht gehaltenen, die aus Puzzuolan- oder Traßmörtel in einem mit Wasser gesättigten Raume, die übrige Zeit bis zur Vornahme der Probe unter Wasser (von 15 bis 18° C), von dem sie immer bedeckt sein müssen. Das Wasser ist in den ersten 4 Wochen alle 8 Tage zu erneuern; danach genügt es, wenn nur das verdunstete Wasser immer ersetzt wird.

Hat man die Zugfestigkeit reinen Portlandzements zu ermitteln, so macht man 600¹⁾ (1000²⁾ g Zement mit etwa 120¹⁾ (200²⁾ g Wasser an, rührt die Masse gut durch (mit Rücksicht auf den Erhärtungsbeginn bis 5 Minuten) und bringt sie in eingefettete Formen, die man erst ablösen darf, wenn der Zement schon genügend erhärtet ist.

Sehr fein gemahlene oder rasch bindende Portlandzemente erfordern einen höheren Wasserzusatz; es ist daher derselbe bei Bekanntgabe der bei diesen Proben erzielten Festigkeitsziffern stets anzugeben.

Zement-Gattung		Geringste		
		Druck-	Zug-	
		Festigkeit*) (kg/cm ²)		
		α	α	β
Roman-Zement	langsam bindend	80	10	5
	mittel "	80	10	5
	rasch "	60	8	4
Portland-Zement	langsam "	150	15	10
	mittel "	150	15	10
	rasch "	120	12	8
Schlacken-Zement	langsam "	180	18	12
	mittel "	180	18	12
	rasch "	120	12	8

α (β) nach 28 (7) Tagen Erhärtung, die ersten 24 Stunden an der Luft, die folgenden 27 (6) Tage unter Wasser.

*) Mittel aus den 4 besten Ergebnissen von 6 Probekörnern der betreffenden Altersklasse in Normalmittelmischung.

¹⁾ Österreichische Norm.

²⁾ Deutsche Norm.

§ 20. Mechanische Bindemittel.

Die mechanischen Bindemittel erhärten, ohne daß eine chemische Umwandlung erfolgt, entweder durch Austrocknen oder durch Erstarren aus dem Schmelzflusse (siehe § 1).

Sie werden viel seltener als die chemischen Bindemittel und nur für ganz bestimmte Zwecke verwendet.

I. Erhärtung durch Austrocknen.

Durch Austrocknen erhärten: *Lehmmörtel*, *Schamottemörtel*, *Kitte* usw.

Die zu verbindenden Flächen darf man nicht nassen, weil sich sonst das Austrocknen verzögert.

1. Lehmmörtel.

Mittelfeiner Lehm wird mit Wasser zu einem mäßig dicken Brei angemacht. Man soll weder zu fetten noch zu mageren Lehm verwenden. Jener läßt sich schwer verarbeiten, trocknet langsamer und wird rissig; dieser erlangt keine genügende Festigkeit.

Um den Zusammenhalt des Lehmmörtels zu erhöhen, mischt man zum Lehm: Stroh („Strohlehm“), Heu, Häcksel, Spreu, Moos, Flachsabfälle, Kuh- oder Kälberhaare u. dgl. oder tränkt ihn mit Teergalle oder Rindsblut.

Der Lehmmörtel wird vom Wasser aufgeweicht, widersteht aber dem Feuer; er ist ein schlechter Wärmeleiter und hat nur eine geringe Festigkeit.

Verwendung: bei landwirtschaftlichen Bauten, für Lehmziegel, bei Feuerungsanlagen (Rauchschlöße, Herde, Zimmeröfen, Brandmauern) — als Ersatz für den teuren Schamottemörtel.

Lehm-Sirupmörtel.

Man setzt dem zerkleinerten Lehm noch Zuckerrübensirup zu, der mit heißem Wasser (30—50%) vermischt worden ist.

2. Schamottemörtel.

Trockener, gepulverter Ton wird mit Schamottmehl unter Wasserzusatz angemacht.

Er widersteht großer Hitze, eignet sich daher namentlich für Feuerungsanlagen, aber auch dann, wenn dem Einflusse von Dämpfen, Säuren und Chemikalien zu begegnen ist. Da er nicht abbindet, so erlangt er keine große Festigkeit.

II. Erhärtung durch Erstarren aus dem Schmelzflusse.

Einige mechanische Bindemittel werden in geschmolzenem Zustande verarbeitet und erstarren durch Abkühlung: *Asphalt*, *Blei*, *Schwefel* usw.

Die zu verbindenden Flächen dürfen nicht feucht sein, weil sonst die Bindemittel nicht an ihnen haften würden.

Asphalt wird verwendet, wenn häufig Erschütterungen vorkommen, und wenn ein Schutz gegen Feuchtigkeit zu schaffen ist.

Blei verwendet man namentlich dann, wenn eine elastische Zwischenlage zu schaffen ist; ferner zum Vergießen von Steinschrauben usw.

Asbestkitt oder Asbestzement.

Asbestfasern werden mit gemahlener Mennige, die mit Leinöl angemacht wird, gemengt und durch Stoßen oder Schlagen gedichtet.

V. Kapitel.

Beton. †)

auch: Grobmörtel — französisch: béton — englisch: concrete.*)

Obgleich der Beton bereits von den Römern in großem Maße benützt worden ist, mußte doch im letzten Jahrhundert mit seiner Verwendung wieder von vorn angefangen werden, da die Kenntnis dieses wichtigen Baustoffes ganz in Vergessenheit geraten war. Seine vorzüglichen Eigenschaften haben ihm aber das Bauwesen in raschem Siegeslaufe wieder erobert, und heute hat er schon eine so hervorragende Bedeutung erlangt, daß er unentbehrlich geworden ist und zu den wichtigsten Baustoffen zählt. Den natürlichen und künstlichen Bausteinen ringt er ein Gebiet nach dem andern ab.

Literatur.

Saliger: Der Eisenbetonbau.

Karsten: Der Eisenbeton.

Emperger: Handbuch für Eisenbetonbau.

Haberkalt und Postuvantschitz: Die Berechnung der Tragwerke aus Beton-Eisen und Stampfbeton.

Foerster: Das Material und die statische Berechnung der Eisenbetonbauten.

Vorschrift über die Herstellung von Tragwerken aus Stampfbeton oder Betoneisen bei Hochbauten. Erlaß des k. k. österr. Ministeriums des Innern vom 15. XI. 1907, Zl. 37295.

Bestimmungen für die Ausführung von Konstruktionen aus Eisenbeton bei Hochbauten. Erlaß des preuß. Ministeriums der öffentlichen Arbeiten, 1907.

Beton-Kalender.

Beton-Taschenbuch.

Zeitschriften:

Beton und Eisen

Armierter Beton.

Zement und Beton.

§ 1. Zusammensetzung.

Der Beton ist ein Gemenge aus einem *Mörtel* und *Steinstücken*.

Unter Eisenbeton versteht man einen durch Eiseneinlagen verstärkten Beton (siehe II. Teil, Seite 282).

I.

Zum Mörtel verwendet man gewöhnlich Zement: Zementbeton, sowohl Portland- als auch Roman- sowie Schlackenzement.

*) sprich: konkret.

†) siehe auch: II. Teil, Seite 285.

Nur in besonderen Ausnahmefällen benützt man zuweilen hydraulischen oder Weißkalk und noch seltener Gips.

Den besten und festesten, aber auch teuersten Beton liefert Portlandzement. Er ist überall dort zu verwenden, wo eine möglichst große Festigkeit, Widerstandsfähigkeit, Dauerhaftigkeit, Wasserdichtheit usw. verlangt wird.¹⁾

Zur Herstellung von Tragwerken aus Stampfbeton oder Eisenbeton darf nur Portlandzement verwendet werden. Die Verwendung anderer Zemente unterliegt der fallweisen behördlichen Genehmigung.

Der Portlandzement muß sowohl an der Luft als auch unter Wasser raumbeständig, langsam bindend und fein gemahlen sein.¹⁾

Eine Mischung aus 1 G.-T. Zement + 3 G.-T. Normal-Sand muß nach einer Erhärtungsdauer von 7 Tagen mindestens 12 kg/cm^2 Zugfestigkeit

"	"	"	"	28	"	"	180	"	Druckfestigkeit und
"	"	"	"	"	"	"	18	"	Zugfestigkeit besitzen.

Zuschläge von Ätzkalk zum Portlandzementmörtel sind diesem vielfach sehr günstig und vermindern die Kosten.

Wenn der Beton nicht den höchsten Anforderungen entsprechen muß, so genügt auch Romanzement.

In feuchter Erde hat sich Schlackenzement sehr gut bewährt.

Der Zementbeton wird als wasserdicht und wasserbeständig erklärt. Absolut ist er dies nicht, wenn auch in hohem Grade.

Gipsbeton (Analith) ist weder wasserdicht noch wasserbeständig.

Bei Fundamenten verwendet man zuweilen auch *Asphaltbeton*.

II.

Der Sand muß sein:

- a) rein, d. h. frei von lehmigen, tonigen oder erdigen Beimengungen oder sonstigen Verunreinigungen,
- b) scharfkörnig,
- c) von ungleicher Korngröße. Bei Tragwerken aus Eisenbeton ist das Räumungsverhältnis zwischen Zement und Sand mindestens 1 : 3.

III.

1. Zum Mörtel mischt man Steinstücke, (Kies, Schotter oder Stein-schlag).²⁾

Das Steinmaterial muß sein:

- a) rein: frei von Erde, Lehm, Staub und sonstigen Beimengungen oder Verunreinigungen,
- b) scharfkantig,
- c) von ungleicher Korngröße, 0.6... 7 cm groß und soll 35% Hohlräume haben.

Die Druckfestigkeit soll $\leq 300 \text{ kg/cm}^2$,

die Wasseraufnahme $\leq 10\%$ des Gewichtes betragen.

Bei schwachen Bauteilen verwendet man Kies, bei starken Schotter. Man soll nie feinsten Sand mit grobem Schotter mengen, sondern es sollen immer alle Abstufungen zwischen dem feinsten und dem größten Korn vorhanden sein.

¹⁾ siehe II. Teil, Seite 285.

²⁾ " II. " " 286.

Runde Steine (Geschiebe, Gerölle u. dgl.) sind vorher zu schlägeln: Schlägelschotter, Steinschlag.

Bei Bauteilen aus Stampfbeton mit großen Querschnittsabmessungen (Widerlagern, Fundamenten u. s. w.) können bis zu 20% des Steinmaterials aus Steinen bis zu 20 cm Größe bestehen. Die Verwendung solcher Steineinlagen bedarf jedoch der behördlichen Genehmigung.

2. Einen billigeren, aber minderen Beton erhält man, wenn dem Mörtel Ziegelbrocken zugesetzt werden: *Ziegelbeton*.

3. Soll der Beton ein möglichst geringes Gewicht haben, so gibt man zum Mörtel Hochofen-Schlacke (*Schlackenbeton*).

Der Schlackenbeton wird nur für Ausfüllungen verwendet, nicht aber als Tragkonstruktion.

Deswegen genügt bei ihm Weißkalkmörtel.

Die *Füllstoffe* (Sand, Kies usw.) sollen in allen Größen, vom feinsten Sand an, vermengt werden, damit die Zwischenräume der größeren Steinstücke durch kleinere möglichst gut ausgefüllt werden. Dadurch wird die Festigkeit wesentlich erhöht.

Beton aus Zement und Kies allein hat eine geringere Festigkeit als solcher aus Zementmörtel (Zement + Sand) und Kies.

Wenn man dem Mörtel wenig Kies zusetzt, so vermindert sich die Festigkeit des Betons, während die Kosten zunehmen.

Normalbeton: 1 R.-T. Zement + 1·81 R.-T Sand + 4·41 R.-T. Kies
 = 2·94 kg " + 394 l " + 920 l "

§ 2. Betonbereitung.*)

Wir unterscheiden:

I. *Gußbeton*, der nur geschüttet, aber nicht komprimiert wird. Man verwendet ihn, wenn der Beton bloß zur Ausfüllung dient) und wenn ein Stampfen undurchführbar wäre.

II. *Stampfbeton*, der nach dem Schütten noch durch Schlagen, Stampfen oder Walzen zusammengepreßt wird. Er ist wesentlich fester und überhaupt besser, aber auch teurer als Gußbeton. Beton, an dessen Tragfähigkeit, Widerstandsfähigkeit usw. größere Anforderungen gestellt werden, ist stets zu stampfen.

Herstellung des Betons.

Auf einem Holzboden (Bretterbühne) schüttet man den Zement zu einem kegelförmigen Haufen und im Ringe um diesen herum den Sand, mischt dann beide trocken und arbeitet das Gemenge mittels Schaufeln gut durch, bis der Zement gleichmäßig im Sande verteilt ist. Hierauf gießt man durch die Brause (Rosette) einer Gießkanne aus 1 m Höhe Wasser zu, arbeitet das Gemenge wieder tüchtig durch und setzt dann den Kies zu. Nach abermaligem tüchtigem Durcharbeiten schüttet man den Beton zu 15—30 cm hohen Schichten, welche, wenn sie Höhen von je 50 cm erreicht haben, mit eisernen Stößeln gestampft, geschlagen oder gewalzt werden, bis die Schläge metallisch klingen.

Raumverminderung durch das Stampfen: $\frac{1}{4}$.

1 m³ Stampfbeton braucht 1·5 m³ (Zement + Sand + Kies).

*) siehe II. Teil, Seite 288.

Wenn eine neue Schicht nach längerer Unterbrechung der Arbeit aufzubringen ist, so muß man die Oberfläche der vorhandenen aufrauen (aufhacken). Die einzelnen Schichten sind Voll auf Fug aufeinander zu legen.

Während des Erhärtens ist der Beton gegen Hitze oder Kälte zu schützen (durch Zudecken mit nassen Tüchern oder Sand).

Beim Betonieren unter Wasser ist dafür zu sorgen, daß das Wasser den Zement nicht auswaschen kann.

Bei umfangreichen Betonierungen erfolgt die Betonbereitung maschinell, mittels Beton-Mischmaschinen.

Mischungsverhältnisse.

Verwendung	Portlandzement	Sand	Kies	Schotter
		höchstens		
		8 mm	haselnußhühnerig	faustgroß
Fundamente	1	3	6	—
„	1	6—8	6—8	—
Widerlager	1	6—8	—	8—10
Sohlen v. Wasserbehältern	1	3	—	—
Mauern (Widerlager) . .		2	3	—
Gewölbe	1	5—6	5—6	—
Wände	1	5—6	—	7—8
Pfeiler	1	—	—	—
Gewölbe	1	—	—	—
Tragkonstruktion	1	—	—	—

Ergiebigkeit.

A.

Portlandzement	Sand	Kies	Schotter	Ausbeute an Beton
1	0.6	0.7	1	2.0
1	1	2	—	2.9
1	2	—	2.5	3.2
1	2	3	—	4.0
1	2	4	—	4.4
1	3	6	—	6.65
1	4	8	—	8.85
1	5	10	—	11.25
1	6	12	—	13.45

¹⁾ angemacht. ²⁾ eingestampft.

B.

Portland- zement	hydraul. Kalk	Traß	Fett- kalk	Sand	Kies	Schot- ter	Ziegel- stücke	Ausbeute an Beton	
								ange- macht	einge- stampft
—	1	1·33	—	0·65	—	4·2	—	5·0	—
1·2	1	—	—	0·80	0·85	1·3	—	3·7	3·5
0·65	1	—	—	0·70	0·60	1·8	—	2·8	—
—	1	—	—	1	0·80	—	2·50	—	4·4
—	—	1	0·75	2	—	6	—	—	—
—	—	1	0·45	0·5	—	3·25	—	4·0	—

Erfordernis /1 m³.

Zement	Sand	Schot- ter	Roman-	Portland-	Schlacken-	Fluß- Sand	Kies, Schlägel- schotter	Arbeit		
								Maurer-	Hand- langer-	
								Zement (kg)			(m^{3})		Tagschichten
1	2	2	280 — —	— 460 —	— — 325	0·65	0·65	0·30	1·40	
1	2	3	220 — —	— 360 —	— — 248	0·50	0·75	0·25		
1	2	4	200 — —	— 300 —	— — 225	0·45	0·90	0·30		
1	2	—	440 — —	— 700 —	— — 495	1·00	—	0·25		1·40 1·50
1	3	—	350 — —	— 560 —	— — 394	1·20	—	0·25 0·30		1·50 1·55
1	4	—	285 — —	— 430 —	— — 320	1·25	—	0·25 0·30		1·50 1·55
*)	1	2	4	—	315	—	0·45	0·90	0·35	1·65
	1	3	4	—	190	—			0·30	1·60
	1	4	8	—	140	—				

*) Für Kanäle.

Zement	Sand	Schotter	Zement		Sand	Kies oder Schotter	Wasser
			m^3	kg			
1	2	5	0.199	281	0.397	0.992	0.132
1	2.5	6	0.167	223	0.417	1.000	0.129
1	3	6.5	0.147	207	0.441	0.956	0.130
1	4	8	0.116	164	0.464	0.928	0.128
1	5	10	0.93	131	0.465	0.930	0.123
1	6	8	0.90	135	0.576	0.774	0.148

Bedarf an Zement / m^3 Beton.

Zement	Sand	Kies	Portlandzement	Romanzement	hydraulischer Kalk
1	1	2	—	385	—
1	2	4	280	200	190
1	2	5	245	—	168
1	3	6	185	—	138
1	4	9	128	—	—
1	6	12	93	—	—

Wasserbedarf.

Der Wasserbedarf beträgt, auf reinen Zement bezogen, bei

Portlandzement	40—45	} Gewichts %.
Romanzement	45—52	
hydraulischem Kalk	50—80	

Bei rasch bindendem Zement ist mehr Wasser zuzusetzen, damit er nicht so rasch erhärtet.

§ 3. Eigenschaften.

Längenausdehnungszahl für 1°C : 0.000013.

für Stabeisen: 0.00001235.

„ Flußeisen: 0.0000118

„ Portlandzementbeton: 0.0000118

„ „ Mörtel (1:2): 0.0000137

Über Luftdurchlässigkeit: siehe S. 51.

„ Rostschutz siehe: II. Teil, Seite 284.

„ Wasserdichtheit „ II. „ „ „

Verhalten gegen Feuer.

Der Beton, namentlich der durch Eiseneinlagen verstärkte, widersteht dem Feuer vorzüglich.

Man hat deswegen schon vielfach eiserne Stützen durch solche aus Eisenbeton ersetzt. Diese können die größten Lasten tragen, halten auch Erschütterungen aus und ihre Kosten gestatten eine erfolgreiche Konkurrenz

mit den eisernen. Dazu kommt noch der Vorteil, daß diese Stützen auch von Dämpfen und Dünsten nicht angegriffen werden, während die eisernen trotz der Anstriche schließlich doch dem Roste verfallen.

Gewicht.

Beton

aus Granit u. dgl.	wiegt	2500 kg/m^3
„ Kalkstein, Sandstein	„	2200 „
„ Ziegeln	„	1900 „
„ Schlacke	„	1000—1300 „

§ 4. Elastizität und Festigkeit.

I. Elastizität.

Bei statischen Berechnungen sind zu setzen:

Die Elastizitätszahl des Betons

für Druck $E_{bd} = 140.000 \text{ } kg/cm^2$

„ Zug $E_{bz} = 56.000 \text{ } „$

Der Beton hat keinen konstanten Elastizitätskoeffizienten. Dieser nimmt mit wachsender Spannung allmählich etwas ab, bei Zug noch mehr als bei Druck. Nur bei kleinen Zugspannungen wachsen diese proportional den Dehnungen.

Bezeichnen:

l die ursprüngliche Länge

λ die Längenänderung

E das Elastizitätsmaß (kg/cm^2)

σ die Spannung „

so gilt:

$$\frac{\lambda}{l} = \frac{\sigma}{E}$$

Zement	Sand	Kies	Schotter	E	n
1	2 $\frac{1}{2}$	5	—	298000	1.145
1	5	6	—	280000	1.137
1	5	10	—	217000	1.157
1	2 $\frac{1}{2}$	—	5	457000	1.157
1	3	—	6	380000	1.161
1	5	—	10	367000	1.207

Betongewölbe: $E = 246000 \text{ } (kg/cm^2)$

Monier „ $E = 333500 \text{ } „$

Eine Mischung aus: 1 R.-T. Portlandzement + 2 $\frac{1}{2}$ R.-T. Sand + 5 R.-T. Kies ergab (77 Tage alt) (Nach Prof. Bach).

σ	E
0— 7·9	306000
7·9—15·8	256000
15·8—23·7	226000
23·7—31·6	212000
31·6—39·5	194000

Druckelastizität des Betons.

1. E_d wird konstant angenommen

$$\frac{\lambda}{l} = \frac{\sigma^n}{E_d}$$

Mi- schung	Zement: Sand	Sand		Schotter		n	E_d
		D S	E S	K	G		
I	1	—	—	—	—	1·09	250000
II	1 : 1·5	1·5	—	—	—	1·11	356000
III	1 : 3	3	—	—	—	1·15	315000
IV	1 : 4·5	4·5	—	—	—	1·17	229000
V	1 : 7·5	2·5	—	—	5	1·14	298000
VI	1 : 7·5	—	2·5	5	—	1·16	457000
VII	1 : 11	5	—	—	6	1·14	280000
VIII	1 : 9	3	—	6	—	1·16	380000
IX	1 : 15	5	—	—	10	1·16	217000
X	1 : 15	—	5	10	—	1·20	367000

D S Donausand K Kalksteinschotter
E S Eppinger Sand G Donaugerölle

2. E_d wird veränderlich angenommen, entsprechend der Druckspannung σ .

$$\frac{\lambda}{l} = \frac{\sigma}{E_d}$$

Mi- schung*)	$\sigma = 8$	16	24	32	40	48	56	64	72	80
	0·001 $E_d =$									
I	207	195	188	183	179	176	174	172	170	168
II	283	262	251	243	237	223	229	225	222	220
III	231	208	196	187	181	176	172	169	166	163
IV	161	143	133	127	122	118	115	113	111	109
V	223	202	191	184	178	173	170	167	164	162
VI	328	293	275	263	253	246	240	236	231	227
VII	209	190	179	172	167	163	160	157	154	152
VIII	372	244	329	219	211	205	199	195	192	189
IX	156	139	130	125	120	117	114	111	109	108
X	242	211	194	184	175	169	164	160	156	153

*) Wie in der vorigen Tabelle.

II. Festigkeit.

Es bedeuten:

 K_z die Zugfestigkeit (kg/cm^2) K_d " Druck- " " K_b " Biegungs- " " K_s " Schub- " "

$$K_z = \frac{K_d}{12} \cdot \frac{K_d}{10} \quad K_s = \frac{K_d}{7}$$

Versuchsstation der deutschen Reichseisenbahnen in Straßburg:

Zement	Kalkteig	Sand	Kies	Steinschlag	Ausbeute an Beton	Erfordernis an Zement in kg für $1 m^3$ Beton	K_d
1	—	3	6	—	6·55	210	140·0
1	—	4	8	—	8·85	158	121·2
1	—	5	10	—	11·25	125	94·1
1	1	6	12	—	13·45	104	96·8
1	—	5	—	8 ⁴⁾	9·80	142·5	147·9
1	—	6	—	10 ⁶⁾	11·45	122·0	121·0
1	—	7	—	11 ⁶⁾	12·55	112·0	83·0
1	1	8	—	13 ⁶⁾	14·80	94·0	91·2

Raumteile

1) Rheinsand, durch ein Sieb von 5 mm Maschenweite gesiebt.

2) Rheinkies von 0·5 bis 4·5 cm Korngröße.

3) Kiessand; gleiche Teile Sand und Kies bis zu 1·8 cm Korngröße.

4) Basalt.

5) Kalk.

6) Kalksandstein.

7) hierzu noch 75 l Kalkteig.

8) " " 66 " "

Nach Prof. Bach:

Zement*)	Sand	Kies	Schotter	spezifisches Gewicht kg/m^3	Alter in Tagen	E	K_d
1	2½	5	—	2370	77	{ 306000 234000	96·3
1	2½	—	5	2420	82	{ 386000 292000	139·5
1	—	7½	—	2420	90	{ 350000 282000	141·3
1	3	6	—	2390	84	{ 296000 239000	110·1
1	3	—	6	2430	82	{ 327000 242000	121·1
1	—	9	—	2410	87	{ 319000 266000	117·2

*) von 25·5 kg/cm^2 Zugfestigkeit bei einer Mischung von 1 kg Zement + 3 kg Sand + 0·4 kg Wasser.

Zement*)	Sand	Kies	Schotter	Gewicht (kg/m^3)	Alter in Tagen	(kg/cm^2)	
						E	K_a
1	$2\frac{1}{2}$	5	—	2330	76	240000 176000	62·0
1	$2\frac{1}{2}$	—	5	2460	91	349000 255000	111·0
1	—	$7\frac{1}{2}\dagger$)	—	2340	82	269000 188000	86·4
1	3	6	—	2380	93	275000 197000	75·9
1	3	—	6	2460	76	293000 197000	87·6
1	—	$9\dagger$)	—	2340	95	226000 158000	64·3

*) von $21·2 kg/cm^2$ Zugfestigkeit bei einer Mischung von 1 kg Zement + 3 kg Sand + $0·4 kg$ Wasser.

†) Nach 28 Tagen, wovon 1 Tag an der Luft und 27 unter Wasser.

Nach Dyckerhoff:

Zement	Kalkteig	Sand	Kies	Schotter	K_a (kg/cm^2)
1	—	2	—	—	151·8
1	—	2	3	—	196·2
1	—	2	5	—	170·5
1	—	—	5	—	69·9
1	—	3	—	—	98·8
1	—	3	5	—	111·6
1	—	3	6·5	—	108·2
1	—	4	—	—	75·2
1	—	4	5	—	90·9
1	—	4	8·5	—	86·0
1	1	6	—	—	53·5
1	1	6	12	—	52·1
1	—	2	—	2	145
1	—	2	—	3	110
1	—	3	—	2	110
1	—	3	—	4	65
1	—	4	—	3	60

Portland- zement	Sand	Kies	K _d
1	2	3	196·2
1	2	5	170·5
1	3	5	111·6

Mischungs- verhältnis	untersucht nach Monaten	K _z	K _d
1 : 2 : 2	1	27·7	199
	3	32·2	257
1 : 3 : 3	1	7·4	70
	3	15·3	120·5

Ein Zusatz von Traß zum Zementbeton erhöht dessen Festigkeit wesentlich.

Ebenso erhöht das Stampfen die Festigkeit des Betons.

Betongattung	Zement	Sand	Kies	Er- härtungs- dauer	K _d
Gußbeton	1	3	3	28 Tage unter Wasser	35
Stampfbeton	1	3	6	1 Tag an der Luft und 28 Tage unter Wasser	100

Bestimmungen der „Vereinigung Deutscher Betonbauer“.

Beton	Zement	Sand und Steinstücke		1 m ³ Stampfbeton erfordert kg Zement	Kd						Kz						Ks						Verwendung		
					nach einer Erhärtungsdauer von Wochen																				
					1	5	52	4	13	52	1	4	52	1	4	52	1	5	52	4	13	52		1	4	52	1	4	52
geringer	1	7 Sand	3 Ziegelbrocken	110	1	5	52	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	untergeordnete Fundamente, Füllbeton
	1	5	7 "	150	—	2·5	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	1	3	4·5 "	230	2·5	7	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	1	2·5	4 "	270	3	7	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
mittlerer	1	15 Kies	—	110	—	2	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	bessere Fundamente, Betonplatten auf Fundamentpfählen	
	1	10 "	—	160	1	4·5	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	1	8 "	—	200	2·5	7	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	1	7 "	—	230	3	9	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	1	6 "	—	270	4	10	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	1	5 "	—	320	5	12	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	1	4 "	—	400	6	15	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	1	7 Kies	7 Kiesel	130	5	10	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
guter	1	6 "	6 "	150	7	15	23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Maschinenfundamente, kleine gewölbte Brücken	
	1	5 "	5 "	180	8	17	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	1	4 "	4 "	225	10	20	30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	1	3 "	3 "	300	13	25	40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	1	7 Kies	9 Steinschlag	115	7	14	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
bester	1	6 "	8 "	135	8	18	23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	wasserdichte Kellersohlen, Gasbehälter, große gewölbte Brücken	
	1	5 "	7 "	155	12	20	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	1	4 "	5·5 "	200	15	25	30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	1	3 "	4 "	250	20	30	40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	1	7 Kies	6 "	115	7	14	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		

Portlandzement-Stampfbeton.

Mindestens 3 Monate alt.

Normalien des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines.

(Mittelwerte.)

Auf 1 m ³ Sand + Schotter kommen kg Portland- zement	Mischungsver- hältnis. (Raumteile) Portlandzement: Sand + Schotter.	K _b
500	1 : 3	42—50
450	1 : 3 ¹ / ₂	33—40
400	1 : 4	24—50

Zunahme der Festigkeit.

(Nach Dyckerhoff.)

Port- land- zement ^{*)}	Kalk- teig	Kies- sand	Schotter	K _a		
				nach 7 Monaten	nach 1 Jahr	nach 10 Jahren
1	—	6	10 ¹⁾	121·0	165·3	233·0
1	—	7	11 ²⁾	83·0	103·2	157·0
1	1	8	13 ²⁾	91·2	120·0	218·0

*) Von 18 kg/cm² Zugfestigkeit.

1) Kalksteine.

2) Sandsteine.

Die Festigkeit wächst in den ersten 7 Monaten fortwährend, u. zw. um so mehr, je magerer der Mörtel war, so z. B. bei einer Mischung

1 : 3 um 30⁰/₀,1 : 4 „ 40⁰/₀,1 : 1 : 6 „ 48⁰/₀ (für Kalkzementmörtel).

III. Zulässige Inanspruchnahme von Betonmauerwerk (kg/cm^2).

1. Normalien des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines.

Zement	auf 1 m ³ Sand + Schotter†) kommen kg Zement	Mischungs- verhältnis in Raum- teilen	aufgehen- des Mauer- werk	Betongewölbe	
			k _d 1)	k _d	k _z
Roman- zement ²⁾	250	1 : 5	5	—	—
Portland- zement	500	1 : 3	18	18	3
	325	1 : 5	12	12	2
	225	1 : 8	8	—	—
	175	1 : 10	6	—	—

1) die zulässige Inanspruchnahme auf Druck

a) bei aufgehendem Mauerwerk, falls die geringste Mauerdicke ≤ 45 cm,

b) bei Tragpfeilern, falls deren kleinste Querschnittsabmessung $\leq \frac{1}{6}$ der Höhe.

2) bei Fundamenten.

3) Desgleichen aber mit Eiseneinlagen (nach den Systemen Monier, Wayß, Melan usw.)

$$k_d = 21 \text{ kg/cm}^2$$

$$k_z = 7 \text{ „}$$

†) Reiner rescher Flußsand und erdfreier, höchstens 4 cm großer Schotter.

2. Vorschriften des österr. Ministeriums des Innern (vom 15. November 1907) über die Herstellung von Tragwerken aus Stampfbeton oder Betoneisen bei Hochbauten.*)

Tragwerke aus	auf 1 m ³ Sand + Steinstücke kommen kg Portland- zement	Raum- mischungs- verhältnis	größte zulässige				
			Zug-	Druck-	Schub-, Haupt-Zug-	Haft	
			Spannung (kg/cm^2)				
			1)	1) 2)	3)		
Stampf-Beton	470	1 : 3	2·5	40	22	3·5	—
	350	1 : 4	2·5	36	20	3·5	—
	280	1 : 5	2·0	32	17	2·5	—
	230	1 : 6	2·0	26	14	2·0	—
	160	1 : 9	—	14	10	—	—
	120	1 : 12	—	9	6	—	—
Eisen-Beton	470	1 : 3	24	40	28	4·5	5·5
	350	1 : 4	23	36	25	4·5	5·5
	280	1 : 5	21·5	32	22	3·5	4·5

1) bei Biegung — 2) bei exzentrischem Druck — 3) bei zentrischem Druck.

*) siehe II. Teil, Seite 297.

3. Nach der „Hütte“:

$k_d = 5-10 \text{ kg/cm}^2$ für Gußbeton, Schüttbeton
 $k_z = 1$ „ „ „ bester Qualität.

4. Vorschriften der Bauabteilung des preuß. Ministeriums der öffentlichen Arbeiten und der Berliner Baupolizei:

$k_d = 20-35 \text{ kg/cm}^2$ bei Betonbrücken (Stampfbeton aus 1 Zement + $2\frac{1}{2}$ —
 3 Sand + 5—6 Kies)

= 10—15 „ „ durchlaufenden Betonfundamenten (dgl.)

= 30 „ „ Betondecken (1 Zement + 3 Sand).

VI. Kapitel.

Eisen.

§ 1. Das Eisen als Baustoff.

Früher wurde das Eisen nur für Hilfsteile (Anker, Klammern, Schließen u. dgl.) oder für Kunstguß- und Kunstschmiedearbeiten verwendet. Mit dem großartigen Aufschwunge aber, den die Eisenerzeugung im 19. Jahrhundert erfuhr, breitete sich auch die Verwendung des Eisens immer mehr aus. Anfangs benützte man hauptsächlich das Gußeisen; das Schmiedeeisen wurde nur für einzelne Bauteile, insbesondere für Zugstangen, verwendet. Als aber die Walztechnik eine Ausbildung erlangt hatte, die allen Anforderungen entsprechen konnte und eine Massenherstellung des Eisens ermöglichte, da nahm die Verwendung des Schmiedeeisens immer mehr zu, rang dem Gußeisen ein Gebiet nach dem anderen ab, und heute wird kaum noch ein Bau von nur einiger Bedeutung ausgeführt, bei dem nicht das Schmiedeeisen in hervorragender Weise vertreten wäre. In großen Mengen werden dabei die verschiedenen Walzeisensorten, die **L**-, **T**-, **C**-, **Z**-Eisen, namentlich aber die Doppel-T-Träger („Traversen“) verwendet.

Für Säulen, Ständer und Rohre benützt man auch heute noch fast ausschließlich das Gußeisen.

Im Hochbau wird das Eisen in großem Umfange zur Herstellung von Dachstühlen, namentlich aber für Deckenträger verwendet, weil dadurch eine bedeutende Tragfähigkeit, Dauerhaftigkeit und Feuersicherheit erzielt wird. Zu Wänden eignet es sich insbesondere dann, wenn diese möglichst viel Glasfläche erhalten sollen, wie dies bei Pflanzenhäusern, photographischen und Malerateliers u. dgl., ferner bei den großen Hallen für Bahnhöfe, Ausstellungsbauten usw. gewünscht wird. Auch im Ausbau kommt das Eisen vielfach vor, so bei Konsolen, Gittern, Geländern, Laternenständern, Rohren usw.

§ 2. Beimengungen des Eisens.

Außer chemisch reinem Eisen enthält das im Bauwesen vorkommende Eisen auch noch: Kohlenstoff, Phosphor, Schwefel, Silizium, Mangan, Kupfer, Kobalt, Nickel, Schlacke.

a) Kohlenstoff.

Die größte Bedeutung unter diesen Beimengungen hat der Kohlenstoff, weil sein Gehalt die Eigenschaften und die Verwendbarkeit des Eisens bestimmt und für dessen Klassifikation maßgebend ist.

Je geringer der Kohlenstoffgehalt ist, desto leichter läßt sich das Eisen in der Richtung einer Achse ausstrecken: „in Sehne ausbilden“; je mehr Kohlenstoff das Eisen enthält, desto schneller kann dies geschehen. Bei einem Gehalt von etwa 0.6% ist ein Ausstrecken nicht mehr möglich. Stahlsorten von großem Kohlenstoffgehalt nehmen daher beim Schmieden keine Sehne an.

Mit dem Gehalte an Kohlenstoff ändert sich die Zugfestigkeit und die Härte im entgegengesetzten Verhältnisse.

Der Kohlenstoffgehalt beträgt bei:

<i>Roheisen</i>	}	= 2·3–6%
<i>Guß Eisen</i>		
<i>Stahl</i>		= 2·3–0·5%
<i>Schmiedeeisen</i>		< 0·5%

Im Roheisen befindet sich der Kohlenstoff entweder chemisch gebunden (weißes Roheisen) oder mechanisch als Graphit beigemischt (graues Roheisen).

b) Phosphor.

Phosphor ist die schädlichste Beimengung. Er macht Roheisen dünnflüssig und härter; schmiedbares Eisen „kaltbrüchig“ (in kaltem Zustand brüchig) und spröde, und zwar um so mehr, je größer der Kohlenstoffgehalt ist, und erhöht die Schweißbarkeit, verringert die Festigkeit. Das Eisen läßt sich dann in kaltem Zustande nur schlecht verarbeiten. Es ist daher die Aufgabe der Hüttentechnik, den Phosphor zu entfernen.

c) Schwefel.

Ebenso schädlich ist der Schwefel. Er macht Roheisen dickflüssig, das schmiedbare Eisen „rotbrüchig“ (im warmen Zustand brüchig), vermindert die Festigkeit des Roheisens und die Schweißbarkeit. Sein übler Einfluß ist um so größer, je weniger Kohlenstoff das Eisen enthält.

d) Silizium, Mangan.

Silizium und Mangan sind nicht schädlich, für gewisse Prozesse sogar wesentlich.

Silizium macht das Eisen „faulbrüchig“ (in kaltem und warmem Zustand brüchig) und vermindert die Schweißbarkeit.

Mangan erhöht den Schmelzpunkt des Roheisens und vermehrt die Härte des Roh- und schmiedbaren Eisens.

e) Kupfer, Kobalt, Nickel.

Sie scheinen eher einen günstigen als einen schädlichen Einfluß auszuüben.

f) Schlacke.

Ein Gehalt an Schlacke gibt dem Eisen ein kristallinisches Gefüge und läßt es beim Walzen eine sehnige Struktur annehmen (Schweiß Eisen). Dann hat es parallel zur Walzrichtung eine größere Festigkeit als quer zu derselben.

Enthält aber das Eisen keine Schlacke, so wird es auch nicht sehnig (Fluß Eisen) und die Festigkeit ist parallel und quer zur Walzrichtung gleich groß.

§ 3. Eisengattungen.

I. Roheisen.

Es wird durch Ausschmelzen der Erze im Hochofen gewonnen, enthält 2·3–6% Kohlenstoff, ist leicht schmelz- und gießbar, aber spröde und nicht schmiedbar.

1. Graues (weiches) Roheisen.

Beim Erkalten wird ein Teil des Kohlenstoffes als Graphit ausgeschieden. Die Bruchfläche ist grau.

Es ist bei 1200...1300° dünnflüssig. Da es sich beim Erstarren ausdehnt, füllt es die Form gut und scharf aus. Weil es weich ist, läßt es sich leicht mit Feile und Meißel bearbeiten.

Da es mehr Silizium als Mangan enthält, heißt es auch *Silizium-Roheisen*. Bei großem Siliziumgehalt nennt man es *Ferro-Silizium-Eisen*, bei mittlerem *Schwarzeisen*, bei geringem *Graueisen*.

Verwendung: Herstellung von Gußwaren.

2. Weißes Roheisen.

Der Kohlenstoff bleibt chemisch gebunden. Die Bruchfläche ist weiß, kristallinisch, spröde und hart.

Es ist bei 1100...1200° dickflüssig.

Da es mehr Mangan als Silizium enthält, bezeichnet man es auch als *Mangan-Roheisen*. Bei großem Mangangehalt heißt es *Ferro-Mangan-Eisen*, bei mittlerem *Spiegeleisen*, bei geringem *Weißkorneisen*.

Verwendung: Herstellung von Schmiedeeisen und Stahl (Puddel-, Bessemer-, Thomas- und Martin-Prozeß).

3. Halbirtes (hartes) Roheisen.

Die Bruchfläche zeigt neben Graphit auch die weiße Grundmasse.

Es wird aus grauem und weißem Roheisen gattiert und enthält gleich viel Silizium und Mangan.

Verwendung: Hartguß.

Ia. Gußeisen.

Es hat weniger als 6% Kohlenstoff.

Unter Gußeisen versteht man in der Regel ein graues, ausnahmsweise ein halbiertes Roheisen, das zur Herstellung von Eisengußwaren verwendet wird, wobei man es (im Kupol-, Flamm- oder Tiegelofen) umschmilzt und in Formen gießt (Herd- oder Kastenguß, Massenguß, Lehm- oder Sandguß; Kern- oder Vollguß).

Hat man die Eisengußwaren nachträglich schmiedbar gemacht, so nennt man sie *schmiedbarer Eisenguß*, *Weichguß* oder *Temperguß*.

Beim schmiedbaren oder *Temperguß* wird weißes Roheisen nachträglich länger mit gepulvertem Roteisenstein geglüht.

Stahlguß erhält man durch Zusatz von Stahlabfällen.

Unter *Hartguß* versteht man Eisengußwaren, die durch Gießen in eiserne Formen rasch abgekühlt und dadurch an ihren Oberflächen besonders hart gemacht worden sind.

Mitiguß (Weichguß) sind Gußstücke von geringen Abmessungen aus in Tiegeln eingeschmolzenen Schmiedeeisenabfällen mit Zusatz von etwas Aluminium; er ist völlig schmied- und schweißbar.

Die Wandstärken der Gußstücke sollen womöglich durchgehends gleich sein; nie < 10 mm oder $> 50-80$ mm. Scharfe, einspringende Kanten sind zu vermeiden, indem man Abrundungen anlegt.

Verwendung: Weil das Gußeisen Erschütterungen (Stöße) nicht verträgt und sich nur für eine Inanspruchnahme auf Druck eignet, so verwendet man es bloß für Bauteile, welche nur ruhende Belastungen zu tragen haben und hauptsächlich auf Druck beansprucht werden (Säulen, Lagerplatten usw.). Weiters findet es Verwendung für Gegenstände, deren Gestalt Schmiedeeisen ausschließt (Röhren, Säulen u. dgl.), und dann, wenn reichhaltige Gliederungen (Zierguß) herzustellen sind.

Gußwaren.

Rohre, Säulen, Unterlagsplatten, Schuhe, Konsolen, Abdeckplatten, Dachziegel, Dachrinnen, Öfen, Ornamente, Gitter, Figuren, Treppen, Kandelaber, Laternenarme, Brunnenschalen, Wasserbecken, Krippen, Raufen, Möbel usw.

Die Rohre und Säulen werden am besten stehend gegossen.

I. Normaltabelle für gußeiserne Rohre.

(Vom Vereine deutscher Ingenieure und dem Vereine der Gas- und Wasserfachmänner Deutschlands gemeinschaftlich aufgestellt.)

1. Flanschenrohre.

Lichter Rohrdurchmesser D	Normalwandstärke δ (für 6 bis 7 Atmosphären)	Flanschen-Durchmesser D'	Flanschendicke f	Schrauben-(Lochkreis-)Durchmesser D''	Schraubenanzahl	Schraubenstärke	Durchmesser der Schraubenlöcher	Baulänge L	Gewicht eines Rohres von der Baulänge L	Gewicht einer Flansche nebst Anschluß	Gewicht f. d. Hl. m Rohr	Schenkelänge der Krümmungs- und T-Stücke $L' = D + 100$	Dichtungsleiste (falls beliebt)	
													Breite b	Höhe e
mm	mm	mm	mm	mm	m	mm	mm	m	kg	kg	kg	mm	mm	
40	8	140	18	110	4	13	15	2	21·28	1·89	10·64	140	25	3
50	8	160	18	125	4	15·5	17	2	25·96	2·41	12·98	150	25	3
60	8·5	175	19	135	4	15·5	17	2	32·44	2·96	16·22	160	25	3
70	8·5	185	19	145	4	15·5	17	3	52·02	3·21	17·34	170	25	3
80	9	200	20	160	4	15·5	17	3	62·40	3·84	20·80	180	25	3
90	9	215	20	170	4	15·5	17	3	69·61	4·37	23·20	190	25	3
100	9	230	20	180	4	19	21	3	76·94	4·96	25·65	200	28	3
125	10	260	21	210	4	19	21	3	99·82	6·26	33·27	225	28	3
150	10	290	22	240	6	19	21	3	124·70	7·69	41·57	250	28	3
175	10·5	320	22	270	6	19	21	3	151·00	8·96	50·33	275	30	3
200	11	350	23	300	6	19	21	3	180·00	10·71	60·00	300	30	3
225	11·5	370	23	320	6	19	21	3	207·89	11·02	69·30	325	30	3
250	12	400	24	350	8	19	21	3	240·79	12·98	80·26	350	30	3
275	12·5	425	25	375	8	19	21	3	274·37	14·41	91·46	375	30	3
300	13	450	25	400	8	19	21	3	308·68	15·32	102·89	400	30	3
325	13·5	490	26	435	10	22·5	25	3	351·20	19·48	117·07	425	35	4
350	14	520	26	465	10	22·5	25	3	390·79	21·29	130·26	450	35	4
375	14	550	27	495	10	22·5	25	3	420·70	24·29	140·23	475	35	4
400	14·5	575	27	520	10	22·5	25	3	461·55	25·44	153·85	500	35	4
425	14·5	600	28	545	12	22·5	25	3	490·73	27·94	163·58	625	35	4
450	15	630	28	570	12	22·5	25	3	536·39	29·89	178·80	550	35	4
475	15·5	655	29	600	12	22·5	25	3	584·33	32·41	194·78	575	40	4
500	16	680	30	625	12	22·5	25	3	633·00	34·69	211·17	600	40	4
550	16·5	740	33	675	14	26	28·5	3	727·26	44·28	242·42	—	40	5
600	17	790	33	725	16	26	28·5	3	811·52	47·41	270·51	—	40	5
650	18	840	33	775	18	26	28·5	3	921·84	50·13	307·28	—	40	5
700	19	900	33	830	18	26	28·5	3	1046·45	56·50	348·82	—	40	5
750	20	950	33	880	20	26	28·5	3	1171·90	59·81	390·63	—	40	5

2. Muffenrohre.

Lichter Rohrdurchmesser D	Normalwandstärke δ (für 6—7 Atmosphären)	Muffen-Durchmesser		Tiefe der Muffe	Gewicht f. d. lfd. m ausschl. Muffe	Gewicht der Muffe	Gewicht f. d. lfd. m einschl. Muffe	Baulänge L
		Äußerer	Innerer					
mm	mm	mm	mm	mm	kg	kg	kg	m
40	8	120	69	74	8·75	2·00	9·75	2
50	8	132	81	77	10·58	2·6	11·88	2
60	8·5	143	91	80	13·26	3·15	14·83	3
70	8·5	153	101	82	15·195	3·7	17·05	3
80	9	164	112	83	18·25	4·32	19·70	3
90	9	175	122	86	20·30	5·00	21·83	3
100	9	186	133	88	22·32	5·80	24·25	3
125	10	213	158	91	28·94	7·34	31·33	3
150	10	242	185	94	36·45	8·90	39·06	3
175	10·5	270	211	97	44·38	10·61	47·90	3
200	11	299	238	99	52·91	12·33	57·00	3
225	11·5	315	264	100	61·96	14·32	66·73	3
250	12	351	291	101	71·61	16·32	77·09	3
275	12·5	378	317	102	82·80	19·12	88·67	3
300	13	406	343	104	93·00	21·93	100·10	3
325	13·5	433	368	105	102·87	24·91	111·17	3
350	14	460	394	106	112·75	27·90	122·06	3
375	14	489	421	107	124·04	30·00	134·04	3
400	14·5	518	448	109	136·85	34·09	147·21	3
425	14·5	545	473	110	145·16	37·27	157·58	3
450	15	573	499	111	162·00	40·45	175·53	3
475	15·5	600	525	112	174·84	44·09	189·54	3
500	16	628	551	114	187·68	47·74	204·13	3
550	16·5	682	603	116	214·97	55·33	233·43	3
600	17	736	655	119	243·28	63·52	264·46	3
650	18	791	707	122	276·60	73·47	301·08	3
700	19	848	759	125	311·27	84·63	339·45	3
750	20	897	812	127	347·96	94·40	379·44	3
800	21	949	866	129	387·10	104·64	421·98	3
900	22·5	1066	968	134	472·81	135·94	518·15	3
1000	24	1177	1074	140	560·00	168·47	616·21	3

Bei der Druckprobe sollen die Röhren auf den 2—3fachen normalen Betriebsdruck geprüft werden.

Die Muffenrohre sollen stehend mit der Muffe nach unten gegossen werden.

Wenn die Wandstärke um 10% oder das Gewicht um 3% kleiner als der Normalwert wäre, so darf das Rohr in der Regel nicht verlegt werden.

3. Fassungstücke.

Die Fassungstücke werden mit großen Buchstaben bezeichnet. Man versteht unter:

A-Stück: ein Muffenrohr mit einem normal anschließenden Abzweig, der einen Flansch hat.

B-Stück: einen solchen Abzweig mit Muffe.

C-Stück: ein Muffenrohr mit schieferm Abzweig, der eine Muffe hat.

E-Stück: ein Flanschen-Muffenrohr.

K-Stück: ein Bogenstück vom Radius R.

Die Baulänge dieser Stücke für $D = 40-100$, $100-500$, $500-750$ mm
beträgt $L = 0,8$, $1,0-1,25$, $1,0-1,50$ m.

D mm	A- und B-Stücke					C-Stücke					K-Stücke	
	Durchmesser der Abzweigung d in mm										R = 10 D	
	d=D	80	100	150	200	d=D	80	100	150	200	Grad	kg
Gewicht in kg					Gewicht in kg							
40	14	—	—	—	—	16	—	—	—	—	45	9
50	19	—	—	—	—	21	—	—	—	—	45	10
60	22	—	—	—	—	25	—	—	—	—	45	14
70	27	—	—	—	—	31	—	—	—	—	45	18
80	30	30	—	—	—	37	37	—	—	—	45	23
90	33	32	—	—	—	40	39	—	—	—	45	28
100	37	35	37	—	—	45	42	45	—	—	45	34
125	54	49	51	—	—	65	57	60	—	—	45	44
150	68	59	63	68	—	82	69	72	82	—	45	53
175	88	79	81	84	—	106	88	91	101	—	45	68
200	97	88	90	91	97	119	95	98	108	119	30	87
225	106	95	97	100	104	132	102	105	115	126	30	108
250	125	111	113	116	121	152	115	118	128	139	30	136
275	144	126	128	131	136	178	133	136	146	157	30	168
300	162	146	148	152	155	229	149	152	162	173	22,5	178

II. Tragfähigkeit gußeiserner Säulen.*)

Äußerer Durchmesser D (mm)	Wandstärke (mm)	Trägheitsmoment J (cm ⁴)	Querschnittsfläche (cm ²)	Tragfähigkeit in t (bei 10facher Sicherheit) für eine Höhe in m :									
				2·40	2·80	3·20	3·60	4·00	4·40	4·80	5·00	5·20	5·40
80	10	137	22·0	2·38	1·75	1·34	1·06	0·86	0·71	0·59	0·55		
	12	153	25·64	2·66	1·95	1·49	1·18	0·96	0·79	0·66	0·61		
	15	170	30·63	2·95	2·17	1·66	1·31	1·06	0·88	0·74	0·68		
100	12	327	33·18	5·68	4·17	3·19	2·52	2·04	1·69	1·42	1·31		
	15	373	40·06	6·48	4·76	3·64	2·88	2·33	1·93	1·62	1·49		
	20	427	50·27	7·41	5·45	4·17	3·29	3·67	2·21	1·85	1·71		
120	12	601	40·72	10·43	7·67	5·87	4·64	3·76	3·10	2·61	2·40	2·22	
	15	696	49·48	12·08	8·88	6·80	5·37	4·35	3·60	3·02	2·78	2·57	
	20	817	62·83	14·18	10·42	7·98	6·30	5·11	4·22	3·55	3·27	3·02	
140	15	1167	58·91	20·26	14·88	11·40	9·00	7·29	6·03	5·06	4·67	4·31	
	20	1395	75·40	24·22	17·79	13·62	10·76	8·72	7·21	6·05	5·58	5·16	
	25	1564	90·32	27·15	19·95	15·27	12·07	9·77	8·08	6·79	6·26	5·78	
160	15	1815	68·33	31·51	23·15	17·72	14·00	11·34	9·37	7·88	7·26	6·71	6·22
	20	2199	87·96	38·18	28·05	21·47	16·97	13·74	11·36	9·54	8·80	8·13	7·54
	25	2498	106·03	43·37	31·86	24·39	19·27	15·61	12·90	10·84	9·99	9·24	8·57
180	15	2668	77·76	46·32	34·03	26·05	20·59	16·67	13·78	11·58	10·67	9·87	9·15
	20	3267	100·53	56·72	41·67	31·90	25·21	20·42	16·88	14·18	13·07	12·08	11·20
	25	3751	121·74	65·12	47·84	36·63	28·94	23·44	19·37	16·28	15·00	13·87	12·86
200	15	3754	87·15	52·31	47·88	36·66	28·97	23·46	19·39	16·29	15·02	13·88	12·87
	25	4637	113·10	67·86	59·14	45·28	35·78	28·98	23·95	20·13	18·55	17·15	15·90
	25	5369	137·45	82·47	68·48	52·43	41·43	33·56	27·73	23·30	21·48	19·86	18·41
220	20	6346	125·66	75·40	75·40	61·97	48·97	39·66	32·78	27·54	25·38	23·47	21·76
	25	7399	153·15	91·89	91·89	72·26	57·09	46·24	38·22	32·11	26·60	27·36	25·37
	30	8282	179·07	107·4	105·6	80·88	63·90	51·76	42·78	35·95	33·13	30·63	28·40
				3·20	3·60	4·00	4·40	4·80	5·00	5·20	5·40	5·60	6·00
240	20	8432	138·83	82·34	65·06	52·70	43·55	36·60	33·73	31·81	28·92	26·89	23·42
	25	9889	168·86	96·57	76·30	61·81	51·08	42·92	39·56	36·57	33·91	31·53	27·47
	30	11133	197·92	108·7	85·90	69·58	57·50	48·32	44·53	41·17	38·18	35·50	30·92
260	25	12885	184·57	110·1	99·42	80·53	66·55	55·92	51·54	47·65	44·19	41·09	35·79
	30	14578	216·77	130·1	112·5	91·11	75·30	63·27	58·31	53·91	49·99	46·49	40·49
	35	16035	247·40	148·4	123·7	100·2	82·82	69·60	64·14	59·30	54·99	51·13	44·54
280	25	16435	200·27	120·2	120·2	102·7	84·89	71·33	65·74	60·78	56·36	52·41	45·65
	30	18673	235·62	141·4	141·4	116·7	96·45	81·05	74·69	69·06	64·04	59·54	51·87
	35	20625	269·39	161·6	159·1	128·9	106·5	89·52	82·50	76·28	70·73	65·77	57·29
300	25	20568	215·99	129·6	129·6	128·7	106·3	89·35	82·34	76·13	70·60	65·64	57·18
	30	23472	254·47	152·7	152·7	146·7	121·2	101·9	93·89	86·80	80·49	74·75	65·28
	35	26021	291·38	174·8	174·8	162·6	134·4	112·0	104·1	96·23	89·23	82·97	72·28

*) Österreichischer Ingenieur- und Architekten-Kalender.

Die Tragfähigkeit ist nach der Euler'schen Formel $P = \frac{\pi^2 EJ}{10 l^2}$ berechnet. Es entspricht dies einer 10fachen Sicherheit für Säulen mit beweglichen, aber vertikal geführten Enden.

Dabei bedeuten:

P die Belastung der Säule (*kg*)

E die Elastizitätsziffer (*kg/cm²*)

J das Trägheitsmoment des Säulenquerschnittes (*cm⁴*)

l die Länge (Höhe) der Säule (*m*).

Man kann $\pi^2 = 10$ setzen.

Für Gußeisen ist $E = 1000000$ *kg/cm²*.

Es ist daher

$$P = 0.1 \frac{J}{l^2}$$

wobei aber P in *t* und *l* in *cm* einzusetzen sind.

II. Schmiedbares Eisen.

Zur Herstellung des schmiedbaren Eisens wird das Roheisen in flüssigen Zustand versetzt und einer chemischen Umwandlung unterzogen, durch welche die schädlichen Beimengungen (Schwefel, Phosphor) entfernt werden und der Gehalt an Kohlenstoff usw. auf das richtige Maß gebracht wird.

Ist das Eisen nach dieser Behandlung noch flüssig, so erhält man *Flußeisen* oder *Flußstahl*; ist es aber schon teigartig, so bekommt man *Schweißeisen* oder *Schweißstahl*.

1. Schmiedeeisen.

0.005—0.5% Kohlenstoff.

Schmiedeeisen ist schmied- und schweißbar, aber nicht härtbar.

a) Schweißeisen.

Herdfrisch oder Puddelprozeß.

0.5—0.1% Kohlenstoff.

Es wird in teigartigem Zustande hergestellt, ist nicht vollkommen frei von Schlacke, verhältnismäßig weich und dehnbar, zäher und sehniger als Flußeisen, leicht schmied- und schweißbar, läßt sich walzen und ziehen, aber nur wenig härten.

Sehniges Schweißeisen hat einen geringeren Kohlenstoffgehalt, mattgrauen, hackigen, langfaserigen Bruch;

Feinkorneisen einen größeren Kohlenstoffgehalt, lichtgrauen, feinkörnigen Bruch.

Eingesetztes Schweißeisen ist durch längeres Glühen mit kohlenstoffreichen Körpern (Zementieren) äußerlich verhärtet worden.

b) Flußeisen.

Bessemer-, Thomas-, Martin-Prozeß.

0·25—0·05% Kohlenstoff.

Es wird in flüssigem Zustande hergestellt, ist frei von Schlacke, härter, weniger dehnbar, schmiedbar und schweißbar, aber nicht härtbar, hat eine größere Festigkeit und eine höhere Streckgrenze als Schweißeisen.

Der Bruch ist hellgrau und gleichmäßig feinkörnig.

Mit wachsendem Kohlenstoffgehalt nimmt die Festigkeit zu und die Zähigkeit ab; bei geringem Kohlenstoffgehalt ist es minder fest, weicher und rotbrüchig.

Man soll kein hartes, sondern nur weiches, zähes Flußeisen (von höchstens 0·15% C, 0·04—0·05% P, 0·2% Mn.) von 3500 bis 4500 kg/cm^2 Zugfestigkeit und $\varphi = 25$ bzw. 20% Dehnung verwenden. Dann können die Beanspruchungen um 25% höher sein als beim Schweißeisen.

Flußware oder Flußeisengußware ist: in fertige Formen gegossenes Flußeisen.

2. Stahl.

0·5—2·3% Kohlenstoff.

Der Stahl ist schwer schmiedbar, schwer oder gar nicht schweißbar, aber härtbar.

Das Härten erfolgt dadurch, daß man ihn bis zur Rotglut erhitzt und dann rasch in Wasser oder Öl abkühlt.

Durch das plötzliche Abkühlen wird er im Bruche feinkörnig, hart und spröde. Nochmals erwärmt, kommt die vor dem Härten vorhanden gewesene Zähigkeit und Weichheit wieder.

Verwendung: Im Hochbau wird der Stahl nur selten verwendet, meist nur für Nebenteile, für Bolzen, Keile, Lagerrollen u. dgl. und für solche Bauteile, die einer starken Abnutzung ausgesetzt sind.

a) Schweißstahl.

Renn-, Herdfrisch-, Puddel-, Zement- (Blasen-), Gärb- oder Raffinier-Stahl.

1·6—0·5% Kohlenstoff.

Der Schweißstahl wird, wie das Schweißeisen, in teigartigem Zustande hergestellt; er ist härtbar, schweiß- und schmiedbar.

Verwendung: Herstellung von Blech und Draht sowie Werkzeugen.

b) Flußstahl.

Bessemer-, Martin-, Thomas-, Tiegelstahl.

1·6—0·25% Kohlenstoff.

Der Flußstahl wird, wie das Flußeisen, in flüssigem Zustande erzeugt; er ist härtbar, schmiedbar, aber schlecht schweißbar.

Der Bruch ist mattgrau, gleichmäßig feinkörnig.

Tiegelstahl hieß früher Gußstahl.

Stahlgußwaren werden aus Flußstahl erzeugt (Stahlformguß, Flußeisenguß).

Die Grenze zwischen Flußstahl und Flußeisen: $K_z = 5000 kg/cm^2$.

Verwendung: bessere Werkzeuge.

§ 4. Eigenschaften

Eigenschaft		Roh- und Gußeisen		Schmiedeeisen	
				Schweißeisen	Flußeisen
Gehalt an Kohlenstoff	%	2.3—6.0 Roheisen 2.3—5.5 Gußeisen		0.1—0.5	0.05—0.25
Schmelzpunkt	° C	1050—1200 weißes Roheisen 1200—1300 graues „		1500—1600	1350—1450
Längen-Ausdehnungszahl	für 100° C	0.001110—0.001067 = $\frac{1}{901} - \frac{1}{937}$		0.001235—0.001176 = $\frac{1}{812} - \frac{1}{850}$	0.001212 = $\frac{1}{825}$
Raum-A.-Z.		0.019			
Schwindmaß		$\frac{1}{96} = 0.0104$ $\frac{1}{50} = 0.02$ Stahlguß		0.0012—0.0015 Stabeisen: $\frac{1}{55} = 0.0181818$ Feinkorneisen: $\frac{1}{72} = 0.013889$	
γ Gewicht	kg/m ³	7300 ¹⁾ 7250 ²⁾ 6900 flüssig 7000—7800 weißes Roheisen 6700—7600 graues „		7800 ¹⁾	7850 ¹⁾
E Elastizitätsmaß	kg/cm ²	750000—1050000 (672000—1730000)		200000	2150000
G Gleitmaß	„	290000—400000		770000	830000
τ _p Elastizitätsgrenze	„			3500	Nickelflußeisen
σ _e Proportionalitätsgrenze	kg/cm ²	σ _p und σ _f nicht vorhanden für Zug: $\frac{\lambda}{1} = \frac{\sigma^{1.1}}{1250000}$ für Druck: $\frac{\lambda}{1} = \frac{\sigma^{1.05}}{1180000}$		1300 und mehr	1800 und mehr
σ _f Streck- und Quetschgrenze	kg/cm ²			1800 und mehr	2000 und mehr
φ Dehnung	%	l ursprüngliche Länge F „ Querschnittsfläche φ = 100 $\frac{l_b - l}{l}$		22% Nickelflußeisen (C)	
ψ Einschnürung	%	l _b Länge nach dem Bruche F _b Querschnittsfläche a. der Bruchstelle ψ = 100 $\frac{F_b - F}{F}$		60% Nickelflußeisen (C)	

1) Normalien des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines.
2) Angaben der „Hütte“.

des Eisens.

Eisendraht	Stahl		
	Schweißstahl	Flußstahl	Stahldraht
	0.5—1.6	1.6—0.25	
	1300—1400 (1800)		
0.001440—0.00145 0.001235	0.001079—0.001079 = $\frac{1}{807} - \frac{1}{927}$ weicher Stahl 0.001079—0.001240 = $\frac{1}{927} - \frac{1}{806}$ gehärteter „ 0.0011—0.0014		
	Flußstahl: $\frac{1}{64} = 0.015625$ Puddelstahl: $\frac{1}{72} = 0.013889$		
7600—7800 7750	7850—7870 ²⁾ (7400—8100) 7860 7260—7800 Zementstahl 7500—7800 Frisch „ 7800—7900 Guß „		
	2200000 Federstahl 2250000 Tiegelgußstahl 2089000 Nickelstahl 2150000 Stahlguß		
	850000 Federstahl 940000 Tiegelgußstahl 830000 Stahlguß		
	4000 Nickelstahl, weich 4200—5000 „ mittelhart		
	2500—5000 7500 und mehr: Federstahl gehärtet 5000 „ „ „ ungehärtet 2000 „ „ „ „ 3400 „ „ „ Nickelstahl		
2500—3000	0.6 K _z ; 0.6 K _a 2800 und mehr: Flußstahl 2100 „ „ „ Stahlguß		
	27% Stahlguß von K _z = 4300 kg/cm ² 20% Nickelstahl, weich 18% „ „ „ mittelhart		
	50% Stahlguß von K _z = 4300 kg/cm ² 55% Nickelstahl, weich 50% „ „ „ mittelhart		

Eigenschaft		Roh- und Gußeisen		Schmied-	
				Schweißeisen	Flußeisen
K_z	Zugfestigkeit	kg/cm^2	(660—2410) 1200—2400 ¹⁾ 1200—1500 Roheisen, gewöhnl. 1750—2060 „ bestes 2200—2800 Hartgußstäbe 4500 Stahlguß, mittelweich [A, D]	3300—4000 : || 2800—3500 : ⊥	3400—4400 5000 Nickelflußeisen (C)
K_d	Druckfestigkeit	kg/cm^2	7000—8500 3—4 K_z	(2530—4950) $\frac{7}{8} K_z$ σ_f maßgebend	
K_b	Biegun- gungsfestigkeit	kg/cm^2	2860 3700—4400 Hartguß	3190—5500 0·8 K_z	
K_s	Schubfestigkeit	kg/cm^2	1·10 (1·02—1·17) K_z 1500	(0·78—0·82) K_z Stäbe ⊥ Faser 0·87 K_z Bleche || 0·84 K_z „ ⊥	(0·84—0·87) K_z
k_z k_d k_b k_s	Zulässige Inan- spruchnahme auf Zug Druck Biegung Schub	kg/cm^2	200 } 250 } 600 } 500 } 250 } — } 200 } 200 }	k_z { 1000 ^{2, 3b, 4)} 750 ³⁾ } k_d { 1000 ^{2, 3a)} 750 ³⁾ } k_b { 1000 ²⁾ 750 ³⁾ } k_s { 800 ²⁾ 750 ^{3b)} 600 ³⁾ }	{ 1200 ⁴⁾ 1000 ^{2, 3a, 3b)} 750 ³⁾ } { 1000 ^{2, 3a, 3b)} 750 ³⁾ 1000 ²⁾ 750 ³⁾ } { 800 ²⁾ 750 ^{3b)} 600 ³⁾ }
	Sicherheitsgrad (10 ruhende Be- lastung provisorische Bauten bewegte stoß- freie Lasten mit mäßigen Stößen mit heftigen Stößen		6 6 8 10	3—4 3—4 4 5 6	

Über [A]—[L] siehe Seite 180 u. 181.

1) Angaben der „Hütte“.

2) Normalien des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines.

3) Vorschriften der Berliner Baupolizei und der Bauabteilung des preußischen Ministeriums der öffentlichen Arbeiten.

eisen	S t a h l		
	Eisendraht	Schweißstahl	Flußstahl
nach Mehrstens: geglüht 4000 blank weich 5500 halb hart 5500 blank hart 6500 [K]	bis 10000 17000 3500—7000 6900 6000 6800—7000 [G, H]	4500—10000 und mehr und mehr: Federstahl gehärtet ungehärtet Stahlguß Nickelstahl weich mittelhart	8800—19900 $1100 + \frac{4100}{d}$ d: Drahtdicke (mm) 8000—25000 Guß- stahldraht
		(1400—10900) $\frac{7}{8} K_z$ wenn weich: σ_f maßgebend „ hart: $K_d \leq K_z$ Stahlguß, wie Flußstahl	
		0·8 K_z	
1200 ³⁾		Zug 1200 Druck 1200	

3a) Für Stäbe genau berechneter, zusammengesetzter Konstruktionssysteme.

3b) Für Bauteile, die keinen Erschütterungen oder starkem Belastungswechsel ausgesetzt sind, und nur wenn eine Prüfung des Eisens vor der Abnahme stattfindet.

4) Deutsches Normalprofilbuch, falls keine Erschütterungen.

[A] bis [L] gehören zu den Tabellen auf den Seiten 176—179

[A]

nach Bach:

K_{zt} Zugfestigkeit bei der Temperatur t°

$K_{zt} = \alpha K_z$

$K_z = 2350 \text{ kg/cm}^2$ für 200°

$t = 300, 400, 500, 570^{\circ}$

$\alpha = 0.99, 0.92, 0.76, 0.52$

[B]

$K_{zt} = \beta K_z'$

K_z' gilt für 20°

$t = 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800^{\circ}$

$\beta = 1.04, 1.12, 1.16, 0.96, 0.76, 0.42, 0.25, 0.15$

[C]

nach Martens und Rauh:

$t = -20, +20, 100, 200, 300, 400, 500, 600^{\circ}$

$K_z = 4100, 3850, 3950, 5100, 4750, 3300, 1900, 1700 \text{ kg/cm}^2$

$E = 2070, 2070, 2010, 1950, 1880, 1790, 1510, 1340 \text{ t/cm}^2$

$\varphi = 37, 37, 22, 19, 23, 45, 66, 99\%$

$\psi = 37, 58, 51, 41, 23, 56, 78, 90.5\%$

$t = 50^{\circ}$ min $K_z = 3800 \text{ kg/cm}^2$

$t = 240^{\circ}$ max $K_z = 5150$ "

$t = 160^{\circ}$ min $\varphi = 19\%$

$t = 280^{\circ}$ min $\varphi = 23\%$ (Blabruch)

[D]

nach Mehrtens:

$K_z = 450 \text{ kg/cm}^2$ geringste Sorte

" = 1210 " gewöhnliche "

" = 2000 " vorzügliche "

[E]

nach Mehrtens:

$K_z = 2500 \text{ kg/cm}^2$ und 25% Dehnung: geringstes Schweißeisen

" = 4000 " " 25 " " sehr gutes "

" = 3500 " " 35 " " geringstes Flußeisen

" = 4000 " " 25 " " sehr gutes "

" = 4500 " " 30 " " bestes "

" = 3800 " " 20 " " Stabeisen

" = 3800 " " 20 " " Formeisen

" = 4000 " " 25 " " Feinkorneisen

[F]

nach Winkler:

$K_z = 3800 \text{ kg/cm}^2$ Stabeisen

" = 5600 " gewalztes Eisenblech ||

" = 3100 " " " ⊥

[G]

nach Mehrtens:

$K_z = 4500 \text{ kg/cm}^2$ und 22% Dehnung: weichster Flußstahl

" = 5090 " " 19 " " weicher "

" = 550S " " 16 " " mittelstarker "

" = 6000 " " 14 " " harter "

" = 6500 " " 10 " " sehr harter "

" = 4500—14000 " " 0.7—10 " " Tiegelguß "

[H]

nach Winkler:

$K_z = 6500 \text{ kg/cm}^2$ harter Stahl

" = 5500 " mittelharter "

" = 4500 " weicher "

nach Mehrrens:

[I]

Schmiedeeisenblech.

Gattung	||		⊥	
	K _z	φ	K _z	φ
	kg/cm ²	‰	kg/cm ²	‰
beste	3800	25	3600	18
bessere	3600	14	3300	8
gewöhnliche .	3400	10	3000	5
Kastenblech .	3200	6	2800	3

φ ist die Dehnung.

[K]

Eisendraht	nicht gegläht	gegläht
gewöhnlicher .	$4580 + \frac{2290}{d}$	$2870 + \frac{640}{d}$
besten	$6370 + \frac{1590}{d}$	$3310 + \frac{380}{d}$

d ist die Drahtstärke in mm.

[L]

Bei plötzlichem und häufigem Belastungswechsel nur $\frac{2}{3}$ — $\frac{4}{5}$ der für ruhende Belastung.

Reibungskoeffizienten.

Reibende Körper	Gleitende Reibung		Zustand
	der Ruhe	der Bewegung	
Guß Eisen auf Gußeisen }	0·16	0·15	a a wenig fett
„ „ Bronze }		0·31	c b geschmiert
„ „ Eichenholz		0·49	d c mit Wasser
		0·22	b d trocken
		0·19	e e trockene
			Seife
Schmiedeeisen auf Gußeisen } . .	0·19	0·18	a
„ „ Bronze } . .		0·13	a
„ „ Schmiedeeisen		0·12	b
„ „ Eichenholz . .		0·09	
	0·65	0·26	
	0·11	0·08	
Walzeisen auf Kies	0·42—0·49		
Bronze auf Schmiedeeisen		0·16	a

§ 5. Glüh- und Anlaß-Farben.

1. Glühfarben.

a) Schweiß Eisen:

1518°	C	blendend weiß
1350°	"	weiß
1300°	"	"
1200°	"	hellorange
1100°	"	dunkelorange
1000°	"	hellkirschrot
900°	"	kirschrot
800°	"	dunkelkirschrot
700°	"	dunkelrot
500°	"	im Dunkeln rotglühend

b) Stahl:

532°	C	dunkelrot
565°	"	blutrot
636°	"	dunkelkirschrot
677°	"	mittel
746°	"	—
843°	"	hell " (vollrot)
899°	"	orange
941°	"	hellorange
966°	"	gelb
1079°	"	hellgelb
1204°	"	weiß

2. Anlaßfarben.

Schweißstahl:

220°	C	bläßgelb
232°	"	strohgelb
243°	"	goldgelb
250°	"	purpur
266°	"	violett
278°	"	dunkelpurpur
293°	"	hellblau
316°	"	dunkelblau

§ 6. Prüfung von Eisen und Stahl.

Verfahren zur Prüfung von Metallen und Legierungen. IV. Kongreß des Internationalen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik in Brüssel 1906.

Siehe auch die Bestimmungen über die Beschaffenheit und Erprobung des Eisens und Stahls.

a) in der „Vorschrift über die Herstellung der Straßenbrücken mit eisernen oder hölzernen Tragwerken“. Erlaß des k. k. Ministeriums des Innern vom 16. März 1906, Z. 49898 ex 1905.

b) in der Vorschrift über die Herstellung von Tragwerken aus Stampfbeton oder Betoneisen bei Hochbauten. Erlaß des k. k. Ministeriums des Innern vom 15. Nov. 1907, Z. 237295.

c) in der Vorschrift über die Herstellung von Tragwerken aus Stampfbeton oder Betoneisen bei Straßenbrücken. Erlaß des k. k. Ministeriums des Innern vom 15. November 1907, Z. 237295.

Die Versuchsstücke müssen diese Belastungen während 2 Minuten tragen, ohne zu reißen.

Das Schweißisen ist auch auf Kalt- beziehungsweise Rotbrüchigkeit zu untersuchen.

Die Kaltbrüchigkeit kommt von zu großem Phosphorgehalt. — Man trennt einen Streifen \parallel Walzrichtung los. Dieser muß sich um 180° bis auf eine Entfernung von $1\frac{1}{2}$ Fleischstärken zusammenbiegen lassen, ohne Risse oder sonstige Spuren einer Trennung zu zeigen.

Die Rotbrüchigkeit kommt von zu großem Schwefelgehalt. — Ein rotglühend gemachter Streifen muß sich auf das $1\frac{1}{2}$ fache seiner Breite aushämmern lassen, ohne Spuren von Trennungen zu zeigen.

Winkelleisen von 60 bis 80 mm Schenkelbreite müssen hellglühend mit einem nach außen gewendeten Schenkel sich bis zu einem Bogen von 6 cm Radius zusammenbiegen lassen, ohne an den Kanten Risse zu bekommen.

Niet- oder Schraubenbolzeneisen muß sich kalt ohne Bruch um einen Dorn gleichen Durchmessers zu einer Schleife zusammenbiegen lassen. Ein Stück, dessen Länge = dem doppelten Durchmesser, muß sich in warmem Zustande auf $\frac{1}{3}$ der Länge zusammenstauchen lassen, ohne Risse zu zeigen (Stauchprobe).

3. Flußeisen.

Flußeisen soll weich und dehnbar sein, eine glatte Oberfläche, ohne Schiefer und Blasen, zeigen, weder Kantenrisse noch unganze Stellen enthalten.

4. Flußstahl.

Zugfestigkeit = 4500—6000 kg/cm^2

Dehnung = 10%

Eisensorte	Zugfestigkeit (kg/cm^2) in der		Dehnung (%)
	Längs- richtung	Quer- richtung	
7—28 mm starkes Flußeisen	3700—4400	3600—4500	20
Niet- und Schraubenmaterial	3600—4200		17
			22

5. Stahl.

Stäbe aus gewalztem Gußstahl müssen sich bei höchstens $+10^\circ C$ ohne Bruch und Risse um 180° biegen lassen, bis beide Teile in einem Abstand = Fleischstärke \parallel zueinander liegen.

Bleche müssen sich in der Walzrichtung bei Stärken von 6, 8, 10 mm im Winkel von 140° , 120° , 110° biegen lassen. Die Verlängerung beim Bruche soll betragen:

in der Walzrichtung 17%
quer zur „ 13%
bei Winkelstahl 17%

§ 7. Haltbarmachung des Eisens.

I. Schutz des Eisens gegen Rost.

Da die Dauer einer Eisenkonstruktion wesentlich davon abhängt, in welchem Maße dem Rosten vorgebeugt ist, so setzt dies eine ständige Überwachung und gute Instandhaltung voraus.

Geschmiedetes Eisen rostet weniger als gewalztes, Gußeisen weniger als Schmiedeeisen und Stahl, gehärteter Stahl weniger als ungehärteter, Schweißeeisen weniger als Flußeisen.

Spezifisches Gewicht des Rostes = 4.

Schutzmittel gegen Rost sind:

I. Anstriche.

Vor allem ist das Eisen vom Roste und von etwaigen früheren Anstrichen durch Bestreichen mit Salzsäure und durch Abbürsten mit Drahtbürsten oder Abreiben mit Bimsstein oder Torf oder auch durch Eintauchen in verdünnte Säuren zu reinigen. Um diese wieder ganz zu beseitigen, muß man danach mit Kalkwasser abwaschen, hierauf mit reinem Wasser, und dann gut trocknen.

Die chemisch gereinigten Stücke soll man, sobald sie trocken sind, mit dünnflüssigem, schnell trocknendem Leinölfirnis oder mit Farbe anstreichen.

Zum Anstrich benützt man:

1. *Ölfarbe* — am gebräuchlichsten. Die nicht freiliegenden Teile werden nur grundiert.

Die Ölfarbanstriche werden zerstört durch verdünnte, rascher noch durch gasförmige Salz-, Salpeter-, schwefelige und Essigsäure, nicht aber durch verdünnte Schwefelsäure; weiters durch ätzende Alkalien, alkalische Flüssigkeiten und Gase, Ammoniak, Schwefelammonium, Sodalösung und durch die feine Asche der Schornsteingase.

a) Grundierung.

Sie wird in der Werkstätte aufgetragen und muß vor dem Aufstellen vollständig trocken und erhärtet sein. Man verwendet hiezu am besten *Leinölfirnis*, mit Bleimennige angerieben. Er trocknet nur langsam und wird nie recht fest, wenn auf den noch nicht getrockneten Anstrich ein Niederschlag kommt.

Leinölfirnis allein blättert leicht ab.

b) Deckanstrich.

Leinölfirnis + *Bleiweiß* — gut; sehr wetterbeständig, wenn man zum letzten Anstrich 12–15% Kreide zusetzt. (Silbergrau, Metallgrau.)

Leinölfirnis + *Zinkweiß* — weniger dauerhaft.

Diamantfarbe: fein gemahlener Graphit + gekochtes Leinöl + Terpentin.

Rathjens Patentkomposition: Farbe in Spiritus angemacht — hat sich gut bewährt.

Schuppenpanzerfarbe.

- | | | |
|---|---|---|
| <p>2. 8 Gew. <i>Teer</i> + 2 Gew. gepulvert
gebrannter <i>Kalk</i> + 1 Gew. <i>Terpen-
tinöl</i> (3mal anstreichen).</p> <p>3. 1 Gew. <i>Schwefel</i> + 2 Gew. <i>Teeröl</i>
+ 5 Gew. <i>Pech</i> oder <i>Asphalt</i> +
etwas <i>Wachs</i>.</p> | } | <p>Diese Anstriche sind heiß auf das
heiße Eisen aufzutragen. Man ver-
wendet sie für in Erde oder in
Wasser liegendes Eisen, namentlich
für Gußeisenrohre.</p> |
|---|---|---|

4. *Zement*: fein gemahlener, langsam bindender Portlandzement mit Wasser, wenn dem Wasser ausgesetzt, mit entrahmter Milch angemacht, gibt einen sehr guten, gut haftenden, gut schützenden, sehr dauerhaften Anstrich, der aber bei heftigen Erschütterungen leicht abspringt. Man soll 4—5mal anstreichen, immer nach dem jedesmaligem Erhärten.

Portlandzement-Mörtel und -Beton: geben einen guten Schutz und nehmen vorhandenen Rost auf.

5. *Wasserglas*: ist ebenso spröde wie der Zementanstrich.

6. Feste oder flüssige *Fette* werden von der Sonne abgeschmolzen und vom Regen abgewaschen.

Mineralische Fette, in Terpentin u. dgl. gelöst, haben sich gut bewährt.

II. Metallüberzüge.

Sie sind dauerhaft.

1. *Verzinkung* (am besten elektrolytisch): am besten und häufigsten. Der Zinküberzug ist 0.07—0.12 mm dick und wiegt 0.5 kg/cm².

2. *Verzinnung* — schützt weniger. Man macht sie hauptsächlich bei dünnen Blechen (Weißblech).

3. *Verbleiung* schützt gegen Salz- und Schwefelsäure und Dämpfe, ist aber teurer und haftet minder gut.

4. *Verzinkung* und danach *verbleit*: für Dachdeckungen, die Säuren und Dämpfen ausgesetzt sind, also bei chemischen Fabriken.

5. *Verkupferung*

6. *Vernickelung* (galvanisch) } schützt nur, wenn der Überzug
sehr stark ist.

7. *Bronzierung*

III. Brünierung.

Das Eisen erhält durch künstliche Oxydation einen 0.1...0.5 mm starken Überzug aus Eisenoxydoxydul (Inoxydationsverfahren von Bower und Barff). Die Brünierung ist billiger und den Temperaturänderungen gegenüber unveränderlicher als die Verzinkung.

IV. Emaillierung.

Das Eisen bekommt eine Bor- oder Zinnglasur. Sie ist sehr wirksam, aber teuer.

II. Schutz des Eisens gegen Feuer.

In der ersten Zeit des Aufschwunges, den der Eisenbau im verfloßenen Jahrhundert genommen hat, hielt man Konstruktionen aus Eisen für feuersicher. Aber nur zu bald erwiesen bittere Erlebnisse, daß dies nicht der Fall ist. Denn das Eisen ist nicht nur nicht feuersicher, sondern bei großen Bränden sogar sehr gefährlich. Wenn es auch erst bei einer viel größeren Hitze ganz zerstört wird als das Holz und weder verbrennt noch das Feuer

nährt, so ist dagegen zu beachten, daß es infolge der Erhitzung seine Festigkeit verliert.*) Außerdem kommt noch sein großer Ausdehnungskoeffizient unangenehm zur Geltung.**)

Wenn sich die eisernen Träger durch die Erwärmung ausdehnen, so üben sie einen starken Schub auf die Mauern und Pfeiler, die sie tragen, und haben diese in allen Fällen umgeworfen. Durch den Widerstand, den die Mauerkörper der Ausdehnung der Träger entgegensetzen, verbiegen sich diese; die zwischen ihnen liegenden Gewölbe usw. stürzen ein, schlagen die darunter befindlichen Decken durch und bahnen so dem Feuer den Weg in die übrigen Geschosse.

Ähnliche Gefahren bergen eiserne Stützen (Säulen, Ständer), sowohl die gußeisernen als auch die schmiedeisernen, die, wenn sie nicht geschützt sind, sogar noch weniger leisten als gußeiserne. Die eisernen Stützen zerspringen, entweder schon durch die Einwirkung des Feuers allein oder aber beim Bespritzen mit kaltem Wasser durch die Feuerwehr und verpflanzen, indem sie zusammenbrechen, den Brand in die anderen Geschosse. Ihre Ausdehnung infolge der Erwärmung ruft Zerstörungen in den Decken, die sie tragen, hervor.

Es können also die eisernen Träger und Stützen noch größere Verheerungen anrichten als das Feuer allein. Man darf daher dort, wo ein stärkerer Brand entstehen kann, wo größere Mengen leicht brennbarer und unter Entwicklung großer Hitze brennende Stoffe angesammelt sind, keine Träger oder Stützen verwenden, bei denen das Eisen bloßliegt, sondern muß es stets mittels einer feuersicheren, die Hitze schlecht leitenden *Isolierschichte* einhüllen.

1. Es sollen also immer die Unterflanschen der eisernen Träger von Beton umhüllt sein, oder wenn geeignete Formziegel zur Verfügung stehen, so kann man sie auch mit diesen umfassen. Aber auch die Oberflanschen sind mit Ziegelmauerwerk, besser mit Beton zu umgeben, damit auch ein Brand von oben keine Zerstörungen hervorrufen kann.

2. Die eisernen Stützen sind mit einem isolierenden Mantel zu umhüllen, den man herstellt aus

a) einem $\frac{1}{2}$ Stein (15 cm) starken Mauerwerk aus guten Ziegeln am besten aus Klinkern in Portlandzementmörtel,

b) aus Beton,

c) Eisenbeton, besser als (b),

d) einer Tonhülle, hinter die man Sägespäne, Sand, Asche u. dgl. einfüllt,

e) Korkplatten, die mit verzinkten Eisendrähten zusammengehalten werden, hinter sich eine mindest 1 cm weite Luftschichte haben und außen einen Zementputz erhalten.

f) Rabitzputz. Er widersteht zwar dem Feuer, nicht aber dem Bespritzen mit kaltem Wasser beim Löschen.

g) Gipsdielen, Zementdielen, Asbestzementplatten u. dgl.; bei geringerer Hitze sind sie genügend widerstandsfähig.

3. Feuersichere Türen (z. B. Bodentüren) macht man aus starkem Eisenblech oder man benagelt hölzerne Türen zuerst mit Asbest und danach mit Eisenblech. Der zweite Vorgang ist besser; beide Arten halten das

*) Siehe S. 180.

**) Siehe S. 176, 177.

Feuer gleich gut zurück, aber jene Türen sind im Falle eines Brandes schwerer aufzusprengen und verbiegen sich leicht.

Es ist also stets der Grundsatz vor Augen zu halten, daß Eisen, welches freiliegt, nicht feuersicher ist.

§ 8. Schmiedeeisensorten.

I. Bleche.

A. Ebene Bleche.

1. Glatte Bleche.

Dicke: 2—30 mm erhältlich

≤ 7...15 „ gewöhnlich

≤ 20 „ selten

≤ 45 mm *Feinblech*

≤ 5 „ *Grobblech*

Breite 0·7...0·2 m

Länge: so groß, daß das Gewicht ≤ 500 kg

≤ 4·5 m gewöhnlich

Flußeisenbleche.

Dicke: 2—30 mm

Größte Breite: 1·500—2·600 mm

„ Länge: 2·000—12·000 „

Schweißeisenbleche.

Dicke: 2—20 mm

Größte Breite: 1·500—1·800 m

„ Länge: 1·700—8·000 „

a) Schwarzblech oder Sturzblech.

Darunter versteht man das gewöhnliche ebene glatte Eisenblech.

Kesselblech: 5—20 mm dick.

b) Stahlblech.

c) Weißblech.

Damit bezeichnet man verzinnertes Schwarzblech.

Breite: bis 1·250 m

Länge: „ 2·500 „

Dicke: „ 0·4—2·5 mm

Doppelformat: 53 × 38 cm

Kreuzblech: 26·5 × 38 „

Pontonblech: 43 × 33 „

d) Verzinktes Eisenblech.

Darunter versteht man verzinktes Schwarzblech.

Es ist dauerhafter als Eisenblech, billiger und tragfähiger als Zinkblech.

Dicke: 0·1—1·6 mm und mehr

Länge: bis 4·0 m

Gewicht der beiderseitigen Verzinkung: $0\cdot5 \text{ kg/m}^2$.

Musterblech: $100 \times 2000 \times 0\cdot5 - 1\cdot75 \text{ mm}$

Dachblech: 632×948 und 650×1000 „

Verzinktes Rinnenblech.

Länge: $2\cdot000 \text{ m}$

Breite: $0\cdot300 - 0\cdot800 \text{ m}$

für Abfallrohre und leichte Rinnen:

Länge: $1\cdot000 \text{ m}$

Breite: $0\cdot260 - 0\cdot630 \text{ m}$.

Feinblech- und Drahtlehren.

Nr. der Lehre	Deutsche mm- Drahtlehre	Deutsche Feinblechlehre	Dillinger Feinblechlehre	Westfälische Stift-Drahtlehre	Englische Feinblech- u. Drahtlehre	Französische Feinblech- u. Drahtlehre	Nr. der Lehre	Deutsche mm- Drahtlehre	Deutsche Feinblechlehre	Dillinger Feinblechlehre	Westfälische Stift-Drahtlehre	Englische Feinblech- u. Drahtlehre	Französische Feinblech- u. Drahtlehre
0000					11-531		22	2-2	0-625	0-60	4-6	0-711	5-4
000					10-795		22 ^{1/2}			0-50			
00					9-652		23		0-562	0-40	5-5	0-635	5-9
0					8-636		24		0-500	0-30	6-0	0-559	6-4
1		5-50	5-50	0-6	7-620	0-6	25	2-5	0-438		7-0	0-508	7-0
2	0-20	5-00	5-00	0-7	7-213	0-7	26		0-375		7-6	0-457	7-6
2/2	0-22						27		0-300		8-8	0-406	8-2
2/4	0-24						28	2-8			9-4	0-356	8-8
2/6	0-26						29			10-0	0-330		9-4
2/8	0-28						30				0-310		10-0
3		4-50	4-50		6-579	0-8	31	3-1				0-280	
3/1	0-31						32					0-249	
3/4	0-34						33					0-221	
3/7	0-37						34	3-4				0-196	
4	0-40	4-25	4-25	0-8	6-045	0-9	35					0-175	
4/5	0-45						36					0-155	
5	0-50	4-00	4-00	0-9	5-588	1-0	37	3-7					
5/5	0-55						38	3-8					
6	0-6	3-75	3-50	1-0	5-154	1-1	39	3-9					
7	0-7	3-50	3-25	1-1	4-572	1-2	40	4-0					
8	0-8	3-25	3-00	1-2	4-191	1-3	42	4-2					
9	0-9	3-50	2-75	1-3	3-759	1-4	44	4-4					
10	1-0	2-75	2-50	1-4	3-404	1-5	46	4-6					
11	1-1	2-50	2-25	1-6	3-048	1-6	48	4-8					
12	1-2	2-25	2-00		2-769	1-8	50	5-0					
13	1-3	2-00	1-85	1-8	2-413	2-0	55	5-5					
14	1-4	1-75	1-70	2-0	2-108	2-2	60	6-0					
15		1-50	1-55	2-2	1-829	2-4	65	6-5					
16	1-6	1-075	1-40	2-5	1-651	2-7	70	7-0					
17		1-250	1-25	2-8	1-473	3-0	75	7-5					
18	1-8	1-125	1-00	3-1	1-245	3-4	80	8-0					
19		1-000	1-00	3-4	1-067	3-9	85	8-5					
20	2-0	0-875	0-90	3-8	0-889	4-4	90	9-0					
21		0-750	0-80	4-2	0-813	4-9	95	9-5					
21 ^{1/2}		0-688	0-70				100	10-0					

e) Verbleites Eisenblech.

Gewicht: und $0\cdot8 - 1\cdot0 \text{ kg/m}^2$ größer als bei Schwarzblech.

f) Verkupfertes (galvanisch) Eisenblech.

Der Kupferüberzug = 5–10% des Eisengewichtes.

Tafelgröße: bis 1·0 m lang
" 0·6 " breit.

g) Vernickeltes Eisenblech.

Der Nickelüberzug = 5–10% des Eisengewichtes.

2. Gerippte Bleche

(Riffelblech, Rippenblech)

aus Schweiß- und aus Flußeisen.

Diese Bleche haben sich kreuzende Erhöhungen (Rippen), wodurch sie eine gewisse Rauigkeit bekommen, die unter Umständen gewünscht wird.

Rippenhöhe = 1·5–3·0 mm

Rippenbreite = 4–5 "

Blechstärke mm	Größte Breite (m) bei einer Länge (m) von									
	0·5	0·6	0·7	0·8	0·9	1·0	1·1	1·2	1·3	1·4
5	5	5	4·7	4·5	4·2	4	3·5	3·2	3	
6	5	5	5	5	4·5	4·2	3·7	3·5	3·2	
7	6	6	5·4	5·5	5	4·5	4	3·7	3·5	
8	6	6	5·7	5·7	5·5	5	4·5	4	3·7	3·5
10	6	6	5·7	5·7	5·5	5	4·5	4	3·7	3·5
11–25										

3. Streckmetall.

Tragnetzblech.

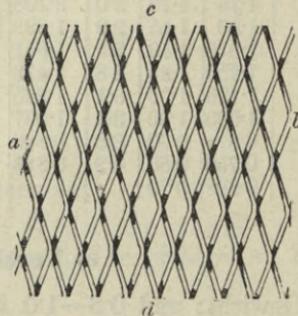
Engl.: expanded metal. — Französ.: métal déployé.

Weiches Stahlblech wird maschinell geschlitzt, so daß die Schlitzte in den benachbarten Reihen gegeneinander versetzt sind [108], und dann auseinander gezogen, wodurch ein Gitter entsteht [109].

Abb. 108.



Abb. 109.



Die Länge des Streckmetalls ist in der Richtung a—b und die Breite in der Richtung c—d zu messen [109].

Größte Breite: 2·42 m.

Nr.	Breite | Höhe		Litzenstärke mm	Gewicht kg/m ²	Verwendung
	der Maschen mm	der Maschen mm			
1a	42	10	2·0 × 0·6	1·60	Verkleidung von Säulen, Trägern und solchen Bauteilen, welche feuersicher umhüllt werden sollen. Stukkatur-(Einlage-)Netzblech für Decken und Wände.
1	42	6	2·0 × 0·6	1·60	
2	42	10	2·5 × 1·25	3·94	Einlage für freistehende Betonwände. Einbruchssichere Wände — besonders widerstandsfähig.
3	63	20	2·5 × 1·0	1·80	
4	63	20	2·5 × 1·5	3·00	Gartenzäune, Schutzgitter usw.
8	205	75	6·0 × 3·0	4·35	
9	205	75	4·5 × 3·0	3·15	Einlage bei Betondecken.
10	205	75	6·0 × 4·5	6·25	
11	205	75	4·5 × 4·5	5·00	
12	400	150	6·0 × 3·0	1·85	
13	400	150	6·0 × 4·5	3·12	Hürden für Rinder, Pferdeausläufe usw.
14	400	150	4·5 × 3·0	1·45	
15	205	75	3·0 × 3·0	2·17	Einlage bei Betondecken. wie Nr. 2.
17	42	10	2·5 × 1·5	5·16	
20	63	20	3·0 × 3·0	8·42	wie Nr. 3 und 4.
21	120	40	4·5 × 3·0	6·40	
24	120	40	3·0 × 3·0	4·10	

Nr. 1 und 1a werden auch verzinkt geliefert.

B. Gewellte Bleche.

I. Wellblech.

1. Gerades Wellblech.

Wellbleche erhält man durch Pressen glatter Bleche.

Gewöhnlich verwendet man verzinktes Eisenblech, da die Verzinkung einen vorzüglichen, dauerhaften Schutz gegen die Einwirkung der Atmosphäre bietet.

Wenn das Wellblech einen so guten Schutz nicht braucht, so genügt, daß es minisiert oder geteert wird.

Gewicht der beiderseitigen Verzinkung = 0·8 kg/m².

Die zulässige Inanspruchnahme $k = 1000 \text{ kg/cm}^2$.

h Wellenhöhe (mm)

b Wellenbreite "

d Blechstärke "

$$\frac{b}{h} = n$$

Abb. 110.

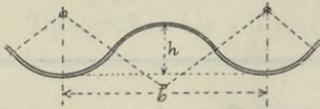
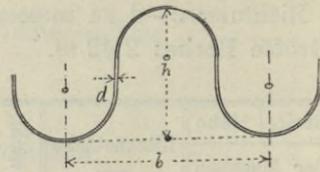


Abb. 111.



1. *Flaches-Wellblech*: $h \leq \frac{b}{2}$ $b = 60 \dots 180 \text{ mm}$ [110].
2. *Träger* " $h > \frac{b}{2}$ $b = 60 \dots 300 \text{ "}$ [111].
3. *Jalousie* " $h \leq \frac{b}{2}$ $b = 25 \dots 60 \text{ "}$

a) *Flaches Wellblech.*

Tafellänge = 2.0—3.5 m.

" breite = 0.65—0.95 m.

Widerstandsmoment:

$$W = \frac{2J}{h}$$

$$W = \left(196 + 354 \frac{h}{b}\right) h d \quad (\text{mm}^3)$$

Trägheitsmoment:

$$\text{Formel I: } J = \frac{n^2 + 4}{1024} d h^3 [(3n^4 - 8n^2 + 48) \arctan \frac{2}{n} - 6n(n^2 - 4)]$$

$$\text{Formel II: } J = \gamma d h^3$$

$n = \frac{b}{h} = 2.0$	$\gamma = 0.39270$
2.1	0.40173
2.2	0.41101
2.3	0.42051
2.4	0.43023
2.5	0.44014
2.6	0.45025
2.7	0.46051
2.8	0.47094
2.9	0.48151
3.0	0.49220

Formel III, falls die Wellen aus Parabelbögen bestehen:

$$J = \frac{b_1 h_1^3 - b_2 h_2^3}{420}$$

$$b_1 = b + 2.6 d \quad h_1 = h + d$$

$$b_2 = b - 2.6 d \quad h_2 = h - d$$

Flaches Wellblech.

Profil-Nr.	Blechdicke (schwarz)		Wellen-		Breite der Blechtafel	Querschnittsfläche		Widerstandsmoment		Gewicht			Zulässige gleichmäßig verteilte Belastung				
	d	d	höhe	breite		F	m ²	W	mm ³	Wellblech einsehl. seitlicher Überdeckung		fertige Wellblechdeckung		bei einer Freilage in m:			
			h	b	mm	mm ²	mm ³	mm ³	schwarz	verzinkt	schwarz	verzinkt	3·0	2·5	2·0	1·5	1·0
I	1	0·7				831	4160	6·87	8·25	7·22	8·67	37	53	83	148	333	
	2	0·8				950	4750	7·85	9·27	8·25	9·74	42	61	95	169	380	
	3	0·9			770	1069	5350	8·83	10·27	9·28	10·79	48	68	107	190	428	
	4	1·0	20	70		1188	5940	9·81	11·24	10·31	11·81	53	76	119	211	475	
	5	1·25				1484	7430	12·27	13·58	12·89	14·27	66	95	149	264	594	
	6	1·50				1781	8910	14·72	15·82	15·46	16·62	79	114	178	317	713	
II	1	0·7				835	5230	6·98	8·39	7·30	8·77	46	67	104	186	418	
	2	0·8				955	5980	7·98	9·43	8·35	9·86	53	76	119	213	478	
	3	0·9			774	1074	6720	8·98	10·44	9·39	10·92	60	86	134	239	538	
	4	1·0	25	86		1193	7470	9·98	11·43	10·43	11·95	67	96	149	265	598	
	5	1·25				1491	9340	12·47	13·80	13·04	14·44	83	120	187	332	747	
	6	1·50				1790	11210	14·96	16·08	15·64	16·81	100	143	224	398	896	
III	1	0·7				784	5770	6·78	8·14	7·03	8·45	51	74	115	205	461	
	2	0·8				895	6590	7·74	9·15	8·04	9·49	59	84	132	234	527	
	3	0·9			810	1007	7420	8·71	10·13	9·04	10·51	66	95	148	264	593	
	4	1·0	30	135		1119	8240	9·68	11·09	10·04	11·51	73	105	165	290	659	
	5	1·25				1399	10300	12·10	13·39	12·55	13·90	92	130	206	366	824	
	6	1·50				1679	12360	14·52	15·60	15·06	16·19	110	158	247	439	989	
IV	1	0·7				843	6350	7·12	8·55	7·45	8·94	56	81	127	226	505	
	2	0·8				963	7250	8·13	9·61	8·51	10·05	64	93	145	262	580	
	3	0·9			800	1084	8160	9·15	10·64	9·57	11·13	73	104	163	290	653	
	4	1·0	30	100		1204	9070	10·17	11·65	10·64	12·19	81	116	181	322	725	
	5	1·25				1505	11330	12·71	14·07	13·30	14·72	101	145	227	403	907	
	6	1·50				1807	13600	15·25	16·38	15·96	17·15	121	174	272	484	1088	

Flaches Wellblech.

Profil-Nr.	Wellen-		Breite der Blechtafel	Quer-schnitts-fläche F mm ²	Wider-stands-moment W mm ³	Gewicht kg/m ²		Zulässige gleichmäßig verteilte Belastung kg/m ²										
	Blech-dicke (schwarz) d	Wellen-höhe h				Wellen-breite b	Wellblech kg/m ²		bei einer Freilage in mm:									
							einseitig Überdeckung schwarz	verzinkt	fertige Well-blechdeckung schwarz	verzinkt	3-0	2-5	2-0	1-5	1-0			
V	1	0-7	35	100	700	887	7-49	8-99	7-97	9-57	70	100	157	279	637			
	2	0-8				1013	8-55	10-10	8-99	10-62	80	115	179	319	179	319	717	
	3	0-9				1140	9-62	11-19	10-11	11-76	90	129	201	358	201	358	806	
	4	1-0				1267	10-69	12-25	11-24	12-87	100	143	224	398	143	224	398	896
	5	1-25				1583	13-36	14-80	14-04	15-55	124	179	280	498	179	280	498	1120
	6	1-50				1900	16-04	17-23	16-85	18-11	149	215	336	597	215	336	597	1344
VI	1	0-7	35	125	750	827	7-05	8-46	7-46	8-96	64	93	145	257	578			
	2	0-8				945	8-06	9-51	8-52	10-07	73	106	165	294	165	294	661	
	3	0-9				1063	9-05	10-53	9-59	11-15	83	119	186	331	186	331	744	
	4	1-0				1181	10-06	11-53	10-65	12-21	92	132	207	367	132	207	367	826
	5	1-25				1476	12-58	13-93	13-32	14-74	115	165	258	459	165	258	459	1033
	6	1-50				1771	15-09	16-22	15-98	17-17	139	198	310	551	198	310	551	1240
VII	1	0-7	40	100	700	934	7-88	9-46	8-29	9-95	84	131	189	336	756			
	2	0-8				1067	8-05	10-64	8-47	11-19	96	138	216	384	138	216	384	864
	3	0-9				1200	10-13	11-78	10-65	12-39	108	156	243	432	156	243	432	972
	4	1-0				1334	11-26	12-90	11-88	13-56	120	173	270	480	173	270	480	1080
	5	1-25				1667	14-07	15-58	14-80	16-38	150	216	337	600	216	337	600	1350
	6	1-50				2001	16-89	18-14	17-75	19-08	180	259	405	720	259	405	720	1620
VIII	1	0-7	40	150	750	816	7-13	8-56	7-48	8-93	72	104	163	289	650			
	2	0-8				933	8-15	9-62	8-55	10-10	83	119	186	330	119	186	330	743
	3	0-9				1049	9-17	10-66	9-62	11-18	93	134	209	372	134	209	372	839
	4	1-0				1166	10-19	11-67	10-69	12-24	103	149	232	413	149	232	413	928
	5	1-25				1457	12-73	14-10	13-36	14-79	129	186	290	516	186	290	516	1160
	6	1-50				1749	15-28	16-41	16-03	17-22	155	223	348	620	223	348	620	1394
IX	1	0-7	45	150	750	843	7-37	8-84	7-75	9-31	85	132	190	338	762			
	2	0-8				963	8-42	9-94	8-85	10-46	97	139	218	387	139	218	387	870
	3	0-9				1084	9-47	11-01	9-96	11-07	109	157	245	435	157	245	435	979
	4	1-0				1204	10-52	12-05	11-07	12-68	121	174	272	484	174	272	484	1088
	5	1-25				1505	13-15	14-56	13-83	15-32	151	218	340	604	218	340	604	1360
	6	1-50				1807	15-78	16-95	16-60	17-84	181	261	408	725	261	408	725	1632

b) Trägerwellblech.

Tafellänge = 3—4 m

größte „ = 6 „

D Durchmesser des äußeren Wellenkreises (mm)

D₁ „ „ inneren „ „h₁ halbe Steghöhe (mm)

$$h_1 = \frac{h-D}{2}$$

Widerstandsmoment:

$$W = \frac{2}{h} \left[\frac{\pi}{64} (D^4 - D_1^4) + \frac{h_1}{3} (D^3 - D_1^3) + \frac{\pi}{4} h_1^2 (D^2 - D_1^2) + \right. \\ \left. + \frac{2}{3} h_1^3 (D - D_1) \right] \quad (mm^3)$$

$$W = \frac{2J}{h}$$

Trägheitsmoment:

$$\text{Formel I: } J = \frac{d h^3}{192} \left[(9\pi - 28)n^3 - 24(\pi - 3)n^2 + 24(\pi - 2)n + 32 \right]$$

$$\text{Formel II: } J = \gamma d h^3$$

$n = \frac{b}{h} = 0.5$	$\gamma = 0.23377$
0.6	0.24622
0.7	0.25837
0.8	0.27023
1.9	0.28180
0.0	0.29309
1.1	0.30412
1.2	0.31489
1.3	0.32540
1.4	0.33568
1.5	0.34571
1.6	0.35553
1.7	0.36512
1.8	0.37451
1.9	0.38370
2.0	0.39270

$$\text{Formel III: } J = \frac{d}{4} \left[\frac{\pi}{16} b^3 + b^2(h-D) + \frac{\pi}{2} b(h-D)^2 + \frac{2}{3} (h-D)^3 \right]$$

$$\text{Formel IV: } J = \left(0.103 + 0.093 \frac{h}{6} \right) h^2 d$$

Trägerwellblech.

Profil-Nr.	Blechdicke (schwarz)			Wellenhöhe	Wellenbreite	Breite der Blechtafel	Steghöhe	Radius	Wellenzahl	Quer-schnitts-fläche	Widerstands-moment	Gewicht		Zulässige gleichmäßig ver-teilte Belastung						
	d	h	b									F	W		Wellblech einschließl. seitlicher Über-deckung					
															schwarz	verzinkt				
I	1	1.00							f 1 m	Baudbreite			schwarz	verzinkt	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0
	2	1.25													133	181	261	408	726	1633
	3	1.50	50	90	540	5	22.5	$6+2 \times \frac{1}{4}$							166	226	325	508	903	2031
	4	1.75													198	270	388	607	1078	2426
	5	2.00													230	313	451	704	1252	2818
II	1	1.00													262	356	513	802	1425	3206
	2	1.25													177	242	348	544	967	2177
	3	1.50	60	90	450	15	22.5	$5+2 \times \frac{1}{4}$							221	301	434	678	1205	2710
	4	1.75													264	360	518	810	1440	3240
	5	2.00													307	418	602	941	1674	3766
III	1	1.00													350	476	686	1072	1905	4287
	2	1.25													227	309	445	696	1237	2782
	3	1.50	70	90	450	25	22.5	$5+2 \times \frac{1}{4}$							283	385	555	867	1541	3466
	4	1.75													338	461	663	1036	1842	4146
	5	2.00													394	536	771	1205	2143	4821
IV	1	1.00													448	610	879	1373	2441	5492
	2	1.25													264	360	518	810	1439	3238
	3	1.50	80	100	400	30	25	$4+2 \times \frac{1}{2}$							329	448	646	1009	1794	4036
	4	1.75													394	537	773	1207	2146	4830
	5	2.00													459	624	899	1404	2497	5618

Trägerwellblech.

Profil-Nr.	Blechkicke (schwarz)	Wellenhöhe		Wellenbreite		Breite der Blechtafel		Steghöhe		Radius		Wellenzahl		Querschnittsfläche		Widerstandsmoment		Gewicht		Zulässige gleichmäßig verteilte Belastung								
		d	h	b	b	h-2r	r	h-2r	r	F	W	mm ²	mm ³	mm	mm ²	mm ³	kg/m ²	kg/m ²	bei einer Freilage in m									
																			f. 1 m Baubreite		ver-schwarz	ver-zinkt	3·5	3·0	2·5	2·0	1·5	1·0
																			mm	mm								
V	1·00													2371	48930	20·46	23·37	320	435	626	979	1740	3914					
	1·25													2963	61000	25·58	28·59	398	542	781	1220	2169	4880					
	1·50	90	100	400	40	25	25	4	2	$\times \frac{1}{4}$				3556	73000	30·69	33·73	477	649	934	1460	2596	5840					
	1·75													4149	84950	35·81	38·86	555	755	1087	1699	3020	6796					
	2·00													4742	96830	40·92	43·99	632	861	1239	1937	3443	7746					
VI	1·00													2571	58050	22·57	25·78	379	516	743	1161	2064	4642					
	1·25													3213	72380	28·22	31·54	473	643	926	1448	2574	5790					
	1·50	100	100	300	50	25	25	3	2	$\times \frac{1}{4}$				3856	86650	33·86	37·21	566	770	1109	1733	3081	6932					
	1·75													4499	100850	39·50	42·87	659	896	1291	2017	3586	8068					
	2·00													5142	115000	45·15	48·53	751	1022	1472	2300	4089	9200					
VII	1·00													2771	67840	24·14	27·57	443	603	868	1357	2412	5427					
	1·25													3463	84610	30·18	33·73	553	752	1083	1692	3008	6769					
	1·50	110	100	300	60	25	25	3	2	$\times \frac{1}{4}$				4156	101310	36·21	39·80	662	901	1297	2026	3602	8105					
	1·75													4849	117940	42·25	45·85	770	1048	1510	2359	4193	9435					
	2·00													5542	134510	48·29	51·91	878	1196	1722	2690	4783	10761					
VIII	1·00													2971	78300	25·71	29·36	511	696	1002	1566	2784	6264					
	1·25													3713	97680	32·14	35·92	638	868	1250	1954	3473	7814					
	1·50	120	100	300	70	25	25	3	2	$\times \frac{1}{4}$				4456	116980	38·57	42·39	764	1040	1497	2340	4159	9358					
	1·75													5199	135210	45·00	48·83	890	1211	1743	2724	4843	10857					
	2·00													5942	155360	51·43	55·28	1015	1381	1989	3107	5524	12429					

c) Rollbalkenblech.

Wellenhöhe h	10	14	mm
Wellenbreite b	20	30	"
Dicke {	schwarz	0·50	0·50
	verzinkt	0·65	0·65
Länge	2·0	3·0	m
Deckbreite	380	390	mm

d) Jalousie-Wellblech

aus Flußeisen und Flußstahl.

Dicke = 1·000—0·375 mm.

b mm	h mm	Querschnittsfläche	Gewicht	Widerstandsmoment
		f. 1 m Tafelbreite	f. 1 m ² Wellblech	f. 1 m Tafelbreite
		und 1 mm Blechstärke		
		m ²	kg	cm ³
25	10	13·8	10·8	3·4
30	15	15·7	12·3	5·7
40	20	15·7	12·3	7·6
50	20	13·8	10·8	6·9
50	25	15·7	12·3	7·5

2. Bombiertes Wellblech.

Unter bombiertem Wellblech versteht man ein gerades Wellblech, das nach einer Kurve, gewöhnlich nach einem Kreissegment gebogen wurde. Da es wie ein Bogenträger wirkt, so hat es eine wesentlich größere Tragfähigkeit als das gerade Wellblech.

Bezeichnungen:

l Stützweite des Bogens

f Pfeilhöhe " "

$$\text{bei Decken: } f = \frac{1}{10} \dots \frac{1}{15}$$

$$\text{„ Dächern: } f = \frac{1}{5} \dots \frac{1}{7}$$

F Querschnittsfläche (mm²) des WellblechsW Widerstandsmoment (mm³) f. 1 m Baubreiteg Eigengewicht des Daches (kg/m² Grundriß)

p Schneelast " "

q = g + p " "

e Entfernung der Spannstangen " "

k zulässige Inanspruchnahme (kg/cm²)T Tragfähigkeit (kg/m²)

u. zw.

k_1 und T_1 (siehe S. 196 u. 197) für gerades Wellblech
 k_2 „ T_2 „ „ bombiertes „

$k_1 = 1000$ kg/cm^2
 $k_2 = 500-600$ „ bei Decken
 $= 1200$ „ „ Dächern
 $= 500$ „ nach der „Hütte“: für Zug u. Druck,

$$T_2 = \left(1 + F f \frac{100 k_2 - 250 k_1}{W k_1}\right) T_1 \quad (kg/m^2)$$

Die größte Spannung im Wellblech, $\max \sigma$, tritt in $\frac{1}{4}$ auf. Sie ist für einseitige Schneelast zu rechnen, da diese nahezu dieselbe Wirkung hat wie der Winddruck, und der größte Winddruck mit der größten Schneelast nicht zusammentrifft.

Die Druckspannung im gefährlichsten Querschnitt ist

$$\max \sigma_d = \left(\frac{p}{8 W} + \frac{g + \frac{p}{2}}{F f}\right) l^2 \quad (kg/cm^2)$$

Der Zug in der Spannstange beträgt für totale Schneelast

$$\max \sigma_z = \frac{q l^2 e}{8 f} \quad (kg/cm^2)$$

Geeignetste Profilnummern

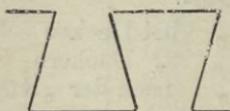
für $f = \frac{1}{12}$ und $k_z = 600 kg/cm^2$.

Nutzlast P (kg/m^2)	Spannweite l (m)						angenommenes Eigengewicht g kg/m^2		
	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	$l = \begin{cases} 1.5 m \\ u. \\ 2.0 m \end{cases}$	$l = \begin{cases} 2.5 m \\ u. \\ 3.0 m \end{cases}$	$l = \begin{cases} 3.5 m \\ u. \\ 4.0 m \end{cases}$
200	Flache Wellbleche					I_1	300	400	500
400					II_1	III_1			
600				II_1	IV_1	V_1			
800			II_1	III_1	IV_2	IV_3	400	500	600
1000	I_1	III_1	V_1	V_2	V_5				
1200	II_1	IV_1	V_2	V_3	V_6				
1400		V_1	V_4	V_7					
1600	I_1	III_1	V_3	V_5	V_8				
1800		IV_2	V_4	V_6	V_9				
2000	I_2	IV_1							

II. Stukkaturblech.

Verwendung: Ersatz für die Stukkaturung und deren Schalung;
Wände usw.

Abb. 112.



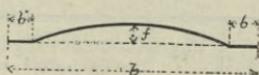
Nr.	h	d	Zulässige gleichmäßig verteilte Belastung in kg/m^2 bei einer Inanspruchnahme von $900 kg/cm^2$ und einer Stützweite von m :						
			mm						
			0·8	1·0	1·2	1·4	1·6	1·8	2·0
a	40	0·6	2310	1480	1030	760	580	460	370
b	45	0·6	3610	1670	1160	850	650	520	420
c	50	0·6	2910	1860	1290	950	730	670	470

C. Gewölbte Bleche.

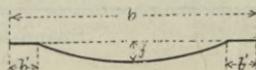
I. Tonnenbleche.

Wölb- und Hängbleche
aus Schweiß- und aus Flußeisen.

1. Wölbblech.
Abb. 113.



2. Hängblech.
Abb. 114.



Länge: 0·500—3·000 *m*
Breite: 0·500—2·000 "
Tafelgröße: 4 *m*²
Blechedicke: 3—10 *mm*
Pfeilhöhe $f = (\frac{1}{8} \dots \frac{1}{12}) (b - b')$

II. Buckelplatten.

Trogbleche

aus Schweißeisen, besser aber aus Flußeisen.

Die Buckelplatten haben die Gestalt eines Klostergewölbes mit ebenen Rändern

Abb. 115.



Buckelplatten der Gewerkschaft „Union“ in Dortmund.

Nr.	b	l	b'	f	Gewicht einer Platte (kg) bei einer Blechdecke von mm:									
					mm					6	6.5	7	7.5	8	8.5	9	9.5	10
1	1490	1400	78	130	104	112.5	121.5	130	139	147.5	156.5	165.5	173.5	
2	1140	1140	40	85	61	66	71	76	81	86	91	96	101	
3	4098	1098	40	75	56.5	61	66	70.5	76	81	85	90	94	
4	1098	1098	78	78	56.5	61	66	70.5	76	81	85	90	94	
5	1000	1000	60	72	47	51	54.5	58.5	62	66.5	70.5	74	78	
6	750	750	60	45	26.5	28.5	20.5	33	35	37	39.5	41.5	44	
7	500	500	60	27	11.5	12.5	13.5	14.5	15.5	16.5	17.5	18.5	19.5	
8	1630	1270	80	130	96.5	105	113	121.5	129.5	137.5	145.5	153.5	161.5	
9	1100	770	55	80	39.5	43	46	49.5	53	56.5	59.0	63	76	
10	1265	1665	80	100	75	81	87.5	94	100	106.5	112.5	118.5	124.5	

Bezeichnen:

l die Plattenlänge

b die Plattenbreite

b die Randbreite

$$\left. \begin{array}{l} l_1 = l - b' \\ b_1 = b - b' \end{array} \right\} \text{ die Lichtmaße der Wölbung}$$

$$f = \left(\frac{1}{10} \dots \frac{1}{15} \right) l_1 \text{ die Pfeilhöhe}$$

$$g = F d \gamma$$
p die zulässige gleichmäßig verteilte Belastung (kg) für eine Buckelplatte von $l = 1 \text{ m}$ und $b = 1 \text{ m}$ g das Eigengewicht (kg/m^2) für die Blechdicke d γ das Einheitsgewicht (siehe S. 176)

so ist für:

d =	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0	8.0	mm
g =	14.8	19.0	23.2	31.0	38.6	46.8	55.0	63.2	kg/m ²
p =	560	730	1160	2000	3400	4900	6300	7700	kg

$$F = l b + 2 \frac{l_1^2 + b_1^2}{l_1 b_1} f^2$$

II. Fassoneisen.

Die Fassoneisen werden gewalzt. Ihre Gestalt muß möglichst einfach sein, damit man sie leicht walzen kann und damit Verbindungen einzelner Fassoneisen miteinander leicht durchgeführt werden können.

Die bereits in der Werkstätte zusammengesetzten (vernieteten) Teile der ganzen Eisenkonstruktion sollen, um den Transport nicht zu erschweren, nicht länger als 14 m und nicht schwerer als 500 kg sein.

Um eine Einheitlichkeit in die Formen der Fassoneisen zu bringen, wurden Normalien aufgestellt; so vom österreichischen Ingenieur- und Architekten-Verein die Typen für Walzeisen.

Breit- und Universaleisen.

Breite: 120—700 mm

Dicke: 4—25 "

Gewöhnliche Fabrikationslänge = 7 m.

Bandeisen.

Breite: 10—105 mm

Dicke: 1·00—4·00 mm *korrektes* *Bandeisen*1·50—4·00 " *Spezial-* "**Schließeneisen.**

Länge: 2·5 m

Schließeneisen ^{*)}	Breite mm	Stärke mm	Gewicht kg/m
2 er	53	24	10·3
3 "	53	18	7·4
4 "	46	14	5·0
5 "	46	12	4·3
6 "	46	10	3·6
7 "	46	8	2·8

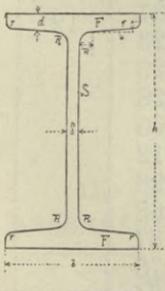
*) Nr. n heißt: in 1 Bündel zu 50 kg sind n Stück.

3. I-Eisen.**Doppel-T-Eisen oder J-Eisen^{*)}**

nur aus Flußeisen.

Sie spielen im Bauwesen eine hervorragende Rolle, namentlich als Träger (Traversen).

Abb. 116.



R Steg

F Flanschen: Oberflansch und Unterflansch

h Steghöhe

b Flanschbreite

d Stegdicke: konstant

d mittlere Flanschdicke, da die Flanschen einen „Anzug“ von p % haben.

*) Zu 3—15: Ausführliche Angaben enthalten.

Typen für Walzeisen. Herausgegeben vom österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereine.

Deutsches Normalprofilbuch für Walzeisen zu Bau- und Schiffbauzwecken. Herausgegeben vom Vereine Deutscher Ingenieure, vom Verbands Deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine, vom Vereine Deutscher Eisenhüttenloute.

Ausgenommen die Bauträger Nr. 18a, 22a, 24a und 28a und einzelne Abmessungen der Profile für Schiffbau und Waggonbau und der Kleineisen-Profile gilt:

	$h \leq 160 \text{ mm}$	$h > 160 \text{ mm}$
Flanscbreite b	$0.4 h + 20 \text{ mm}$	$0.3 h + 36 \text{ mm}$
Stegdickte δ	$0.03 h + 1.6 \text{ „}$	$0.04 h$
Flanschdicke d	1.5δ	
R	1.2δ	
r	0.6δ	
Anzug p	$0.02 h \text{ mm} + 7\%$	

Diese Abmessungen werden stets auf den nächsten ganzen *mm* abgerundet.

a) Bauträger.*)

Profil-Nr.	h	b	d	δ	g kg/m	F cm ²	W _x cm ³	L m
	mm							
8	80	52	6	4	6.99	8.96	24.02	10
10	100	60	7	4.5	9.57	12.27	41.16	
12	120	68	8	5	12.54	16.08	64.77	
13	130	72	8.5	5.5	14.39	18.46	79.78	
14	140	76	8.5	6	15.83	20.30	93.19	
15	150	80	9	6	17.41	22.32	110.89	
16	160	84	9.5	6.5	19.60	25.13	132.10	
18	180	90	11	7	24.07	30.86	182.87	
18a	180	135	11	7	31.79	40.76	261.53	
20	200	96	12	8	28.95	37.12	240.20	
21	210	99	12.5	8.5	31.57	40.48	272.88	12
22	220	102	13	9	34.30	43.98	308.38	
22a	220	135	13	9	41.00	52.56	392.05	
23	230	105	14	9	37.11	47.58	352.37	
24	240	108	14.5	9.5	40.06	51.36	394.23	
24a	240	135	14.5	9.5	46.17	59.20	477.29	
25	250	111	15	10	43.13	55.30	439.28	
26	260	114	15.5	10.5	46.32	59.39	487.65	
28	280	120	17	11	52.93	67.86	602.12	
28a	280	150	17	11	60.89	78.06	728.28	
30	300	126	18	12	60.09	77.04	724.68	
32	320	132	19	13	67.72	86.82	862.87	
35	350	141	21	14	79.83	102.34	1111.75	
40	400	156	24	16	100.34	131.20	1615.84	
45	450	171	27	18	127.62	163.62	2252.30	
50	500	190	30	20	157.56	202.00	3089.56	

*) Siehe die Fußnoten auf S. 203.

b) Kleineisen. *)

Profil-Nr.	h	b	d	δ	g kg/m	F cm ²	W _x cm ³
	mm						
4	40	36	5	4	3.74	4.80	6.00
6	60	40	5	4	5.30	6.80	13.33

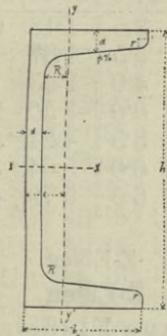
Die *Kotierung* erfolgt durch Angabe der *Profil-Nr.*: der in *cm* ausgedrückten Trägerhöhe.

4. □-Eisen

C-Eisen oder U-Eisen.

nur aus Flußeisen.

Abb. 117.



	Bauträger	Kleineisen
b	0.25 h + 25 mm	0.6 h + 4 mm
δ	0.025 h + 4 "	0.025 h + 3 "
d	1.5 δ	0.06 " + 3 "
R	d	
r	0.6 δ	
p ^{0/0}	0.01 h + 7	7 ^{0/0}

Die *Kotierung* erfolgt durch Angabe der *Profil-Nr.*: der in *cm* ausgedrückten Trägerhöhe.

*) In den zu 3—15 gehörigen Tabellen bedeuten:

g das Gewicht des Fassadeisens (kg/m)

F dessen Querschnittsfläche (cm²)

W_x dessen Widerstandsmoment (cm³) bezüglich der Achse *aa'*

die *xx'* Achse gilt \perp Steg

" *yy'*

" " " " " "

L ist die gewöhnliche Fabrikationslänge (m).

	Profil-Nr.	h	b	δ	d	F	$\frac{G}{m}$	e	L	W_x	W_y
		mm				cm^2	kg/m	mm	m	cm^3	cm^3
Bauträger*)	6	60	40	5.5	8.0	8.82	6.88	15.3	—	15.84	5.59
	8	80	45	6.0	9.0	11.82	9.22	16.4	—	28.64	8.20
	10	100	50	6.5	9.5	14.77	11.52	17.3	—	44.60	10.98
	12	120	55	7.0	10.5	18.48	14.41	18.5	10	67.31	14.89
	13	130	60	7.0	10.5	20.23	15.78	20.0	—	81.00	17.88
	14	140	60	7.5	11.0	22.05	17.20	19.5	—	93.31	18.89
	16	160	65	8.0	12.0	26.48	20.65	20.8	—	127.98	24.39
	18	180	70	8.5	12.5	30.68	23.93	21.8	—	165.95	29.71
	20	200	75	9.0	13.5	35.82	27.94	23.2	14	215.23	37.00
	22	220	80	9.5	14.0	40.64	31.70	24.2	—	267.31	44.02
	24	240	85	10.0	15.0	46.50	36.27	25.6	—	333.66	53.39
	26	260	90	10.5	15.5	51.95	40.52	26.6	—	402.00	62.24
	28	280	95	11.0	16.5	58.52	45.65	28.0	15	487.87	73.92
30	300	100	11.5	17.0	64.59	50.38	29.0	—	574.63	84.84	
Kleineisen*)	2	20	16	2.5	2.5	1.18	0.92	5.8	—	0.687	0.285
	2½	25	19	3.0	3.5	1.87	1.46	7.2	—	1.357	0.550
	3	30	22	3.5	4.0	2.53	1.97	8.2	—	2.206	0.851
	3½	35	25	4.0	0.0	3.50	2.73	9.5	—	3.541	1.357
	4	40	28	4.0	5.5	4.24	3.31	10.7	—	5.028	1.876
	4½	45	31	4.0	6.0	5.04	3.93	12.0	—	6.869	2.506
	5	50	34	4.5	6.0	5.79	4.52	12.6	—	8.771	3.084

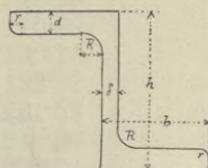
5. Z-Eisen.

Abb. 118

Z-Eisen

nur aus Flußeisen.

Die Flanschen haben keinen Anzug. Sonst gelten die Formeln der C-Eisen.



Bauträger.**)

Pr.-Nr.	h	b	δ	d	F	$\frac{G}{m}$	W_1	W_2
	mm				cm^2	kg/m	cm^3	cm^3
6	60	40	5.5	8.0	8.82	6.88	15.84	5.28
8	80	45	6.0	9.0	11.82	9.22	28.64	9.88
10	100	50	6.5	9.5	14.77	11.52	44.80	16.10
12	120	55	7.0	10.5	18.48	14.42	67.31	24.66
14	140	60	7.5	11.0	22.05	17.20	93.31	35.17
16	160	65	8.0	12.0	26.48	20.65	127.98	48.76
18	180	70	8.5	12.5	30.68	23.92	165.95	64.53
20	200	75	9.0	13.5	34.82	27.94	215.23	84.23

W_1 ist das Widerstandsmoment für vertikale Belastung bei Verhinderung seitlicher Ausbiegung.

W_2 desgleichen bei freier Ausbiegung zur Seite.

*) Siehe die Fußnoten auf Seite 203 u. 205.

Die *Kotierung* erfolgt durch Angabe der *Profil-Nr.*: der in *cm* ausgedrückten Trägerhöhe.

Gewöhnliche Fabrikationslänge = 10 m.

6. T-Eisen.

T-Eisen

nur aus Flußeisen.

Der Steg hat einen Anzug; die Flanschen sind gleichmäßig dick.

Bei den Kleiseisenprofilen hat der Steg keinen Anzug, und die Ecken sind nicht abgerundet.

Für die normalen Profile gilt

$$h = 0.77 b$$

$$d = \delta = 0.1 b + 1 \text{ mm}$$

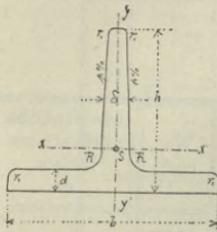
$$R = 0.8 d$$

$$r_2 = 0.4 d$$

$$r_1 = 0.2 d$$

$$p = 4\%$$

Abb. 119.



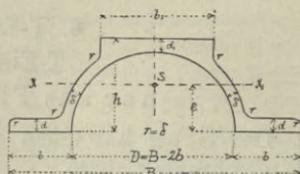
	Nr.	b	h	δ	d	e	F cm ³	g kg/m	L m	W _x	W _y
										cm ³	
mm											
normale Profile für Baukonstruktionen*)	3	30	23	4	4	16.54	1.96	1.53	5	0.52	0.61
	4	40	31	5	5	22.39	3.00	2.57		1.19	1.35
	5	50	39	6	6	28.25	4.98	3.88		2.27	2.52
	6	60	46	7	7	33.44	6.93	5.41		3.71	4.24
	7	70	54	8	8	39.29	9.28	7.24		5.85	6.59
	8	80	62	9	9	45.15	11.97	9.34		8.69	9.68
	9	90	69	10	10	50.34	14.90	11.62		11.98	13.61
	10	100	77	11	11	56.19	18.26	14.24	16.43	18.48	
	12	120	92	13	13	67.24	25.87	20.18	27.76	31.44	
	15	150	116	16	16	84.80	40.00	31.20	54.41	60.46	
	Hochstegprofile für Baukonstruktionen*)	20/2	96	97	8	12	73.00	18.32	14.29	19.48	18.51
		22/2	102	107	9	13	79.66	21.72	16.94	26.61	22.65
		24/2	108	117	9.5	14.5	87.32	25.40	19.81	33.61	28.32
		26/2	114	127	10.5	15.5	93.94	29.38	22.91	43.51	33.76
		28/2	120	137	11	11	101.59	33.60	26.21	53.09	41.02
Kleiseisen*)		1.6	16	16	3	3	10.91	0.87	0.68	0.182	0.132
	2	20	20	3	3	13.91	1.11	0.87	0.290	0.204	
	2 a	20	25	3	3	16.95	1.26	0.98	0.449	0.205	
	2 b	20	25	4	4	16.60	1.64	1.28	0.578	0.278	
	2 1/2	25	30	4	4	20.35	2.04	1.59	0.858	0.428	
	2 1/2 a	25	35	5	5	22.96	2.75	2.15	1.411	0.546	
	3	30	40	5	5	26.73	3.25	2.54	1.890	0.774	
	3 a	30	40	6	6	26.38	3.84	3.00	2.216	0.940	
	3 1/2	35	40	6	6	27.14	4.14	3.23	2.276	1.260	
	4	40	45	6	6	30.59	4.74	3.70	2.930	1.635	
	4 a	40	50	6	6	33.90	5.04	3.93	3.595	1.640	
	4 b	40	55	6	6	36.86	5.34	4.17	4.327	1.644	

*) Siehe die Fußnoten auf S. 203 u. 205.

7. Belageisen

Zorèseisen.

Abb. 120.*)



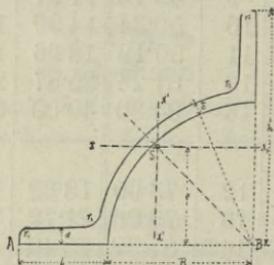
Nr.	B	h	b	b ₁	d	d ₁	δ	e	F	g	W _x	Gewöhnliche Fabrikations- länge m
	mm								cm ²	kg/m	cm ³	
11	110	35	25	42	5	5	4	1·76	7 52	5 87	6·97	—
16	160	55	30	45	6	5	4	2·66	10·84	8·46	16·01	7
18	280	63	34	50	7	7	4	3·08	13·90	10·84	24·42	—
21	210	75	37·5	60	8·5	7·5	5	3·70	19·32	15·07	39·98	8
24	240	87	42	69	10	9	5·5	4·32	25·39	19·81	61·81	8
26	260	95	45	75	11	10	6	4·74	30 20	23·56	80·44	10

***)

8. Viertelkreiseisen.

Quadranteisen oder Säuleneisen.

Abb. 121.*)



$$b = 0.2 \left(R + \frac{\delta}{2} \right) + 25 \text{ mm}$$

Nr.	R	b	d	δ	h	e	F	g	W ₁	W ₂	W ₃	Gewöhnliche Fabri- kations- länge m
	mm							cm ²	kg/m	cm ³ **)		
10	48	39	6	4	87	3·437	7·34	5·73	21·45	65·82	88·76	10
15	72	46	8	6	118	4·931	13·47	10·51	53·56	173·36	235·07	12
20	96	53	10	8	140	6·455	21·57	16·82	108·90	364·70	494·28	12
25	120	60	12	10	180	7·995	31·64	24·68	194·11	665·18	901·13	14
30	144	6 7	14	12	211	9·544	43·67	34·07	315·11	100·12	1489·99	14

***)

*) S = Schwerpunkt.

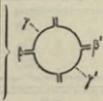
**) Über W₁, W₂ u. W₃ siehe die Tabelle auf S. 210.

***) Siehe die Fußnote auf S. 205.

Tragfähigkeit schmiedeiserner Säulen
aus 4 Quadranteisen
bei 5facher Sicherheit in t .

Nr. des Quadranteisens	10		15		20		25		30		
	2 R + δ mm		150		200		250		300		
kleinste und größte Wandstärke	δ | d mm		6 | 10		8 | 12		10 | 14		12 | 18		
Querschnittsfläche nach Abzug der Nietlöcher	cm ²		50·7 | 75·0		82·1 | 113·2		122·1 | 160·4		170·5 | 238·4		
Trägheitsmoment	cm ⁴		1646 | 2436		4473 | 6205		10239 | 13594		20376 | 28735		
Flanschenbreite b	mm		46		53		60		67		
Säulenhöhe in m	3·0	18·69	30·66	35·49	52·50	57·47	79·24	85·47	112·3	119·3	166·9
	3·2	16·30	26·87								
	3·6	12·87	21·23	34·01	50·33	57·47	79·24	85·47	112·3	119·3	166·9
	4·0	10·42	17·20	31·11	46·10						
	4·2	9·46	15·60	28·58	42·29	57·47	79·24	85·47	112·3	119·3	166·9
	4·4	8·62	14·21	26·34	38·98						
	4·6	7·88	13·10	24·35	36·03	57·47	79·24	85·47	112·3	119·3	166·9
	4·8	7·24	11·94	22·58	33·42						
	5·0	6·67	11·01	20·99	31·07	57·47	79·24	85·47	112·3	119·3	166·9
	5·2	6·17	10·18	19·57	28·97						
	5·4	5·72	9·44	18·29	27·07	57·47	79·24	85·47	112·3	119·3	166·9
	5·6	5·32	8·78	17·00	25·78						
	5·8	4·96	8·18	15·89	16·51	57·47	79·24	85·47	112·3	119·3	166·9
	6·0	4·63	7·64	14·82	15·56						
	7·0	—	—	13·43	13·43	57·47	79·24	85·47	112·3	119·3	166·9
	8·0	—	—	12·22	12·22						
9·0	—	—	11·03	11·03	57·47	79·24	85·47	112·3	119·3	166·9	
10·0	—	—	10·00	10·00							

Bedeutung von W_1 , W_2 und W_3
(zur Tabelle unter Abb. 121, S. 208).

Anzahl der zusammen- genieteten Quadranteisen		Widerstands- moment	Bezogen auf die Achse
2		W_1	$\alpha\alpha'$
4		W_2	$\beta\beta'$
4		W_3	$\gamma\gamma'$

9. Winkeleisen

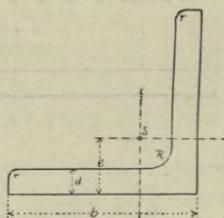
aus Schweiß- und aus Flußeisen.

Größte Länge = 14 m.

a) rechtwinklige Winkeleisen.

b) schiefwinklige Winkeleisen. Für diese bestehen keine Normalen, da sie nur ausnahmsweise vorkommen, und weil erforderlichenfalls rechtwinklige in rotglühendem Zustand auseinander- oder zusammengepreßt werden.

Abb. 122.



S = Schwerpunkt.

Die *Kotierung* der Winkeleisen erfolgt durch:

$$\frac{b \cdot b'}{d} \quad \text{oder} \quad b \cdot b' \cdot d$$

wobei bedeuten:

b die Breite des einen Schenkels (mm)
 b' " " " zweiten " "
 d " Dicke der Schenkel "

a) Gleichschenklige Winkeleisen.

$$R = d \quad r = \frac{d}{2}$$

b	d	F	g	e	J _x	J _y	J _z 	J ₄ 
mm		cm ²	kg/m	mm	cm ⁴			
20	3	1.11	0.87	6.1	0.64	0.17	0.82	3.26
	4	1.44	1.12	6.5	0.79	0.22	1.01	4.40
25	3	1.41	1.10	7.4	1.30	0.34	1.64	6.32
	4	1.84	1.44	7.7	1.63	0.44	2.06	8.52
	5	2.25	1.76	8.1	1.92	0.53	2.46	10.76
30	3	1.71	1.33	8.6	2.32	0.59	2.92	10.90
	4	2.24	1.75	9.0	2.94	0.77	3.71	14.62
	5	2.75	2.15	9.3	3.49	0.94	4.43	18.42
35	4	2.64	2.06	10.2	4.81	1.24	6.05	23.14
	5	3.25	2.54	10.6	5.76	1.51	7.27	28.08
	6	3.84	3.00	10.9	6.61	1.78	8.39	35.14
40	4	3.04	2.37	10.5	7.34	1.88	9.22	34.44
	5	3.75	2.93	11.8	8.83	2.29	11.12	43.26
	6	4.44	3.46	11.2	10.20	2.70	12.89	52.18
45	5	4.25	3.32	13.1	12.84	3.31	16.15	61.42
	6	5.04	3.93	13.4	14.89	3.89	18.79	74.02
	7	5.81	4.53	13.8	16.80	4.47	21.26	46.78
50	5	4.75	3.71	14.3	17.91	4.59	22.50	84.08
	6	5.64	4.40	14.7	20.85	5.40	26.25	101.26
	7	6.51	5.08	15.1	23.59	6.20	29.79	118.64
55	6	6.24	4.87	16.0	28.22	7.26	35.48	134.52
	7	7.21	5.62	16.3	32.02	8.34	40.36	157.48
	8	8.16	6.36	16.7	35.59	9.39	44.98	180.68
60	6	6.84	5.34	17.2	37.14	9.52	46.66	174.36
	7	7.91	6.17	17.6	42.25	10.91	53.16	204.02
	8	8.96	6.99	17.9	47.07	12.30	59.37	233.96
	9	9.99	7.79	18.3	51.62	13.66	65.28	264.16
65	6	7.44	5.80	18.5	47.78	12.20	59.97	222.40
	7	8.61	6.72	18.8	54.45	14.05	68.50	258.96
	8	9.76	7.61	19.2	60.79	15.79	76.57	296.82
	9	10.89	8.49	19.5	66.80	17.53	84.33	335.00
	10	12.00	9.36	19.9	72.50	19.25	91.75	373.50

*) siehe die Fußnote auf S. 205, — **) siehe die Fußnote auf S. 215.

b	d	F	g	e	J _x	J _y	J _z 	J ₄ 
70	7	9·31	7·26	20·1	68·81	17·62	86·43	323·04
	8	10·56	8·24	20·4	76·95	19·86	96·81	370·10
	9	11·79	9·20	20·8	84·70	22·07	106·77	417·52
	10	13·00	10·14	21·2	92·08	24·24	116·32	465·34
75	8	11·36	8·86	21·7	95·75	24·62	120·36	454·58
	9	12·69	9·90	22·1	105·55	27·35	132·90	512·66
	10	14·00	10·92	22·4	114·92	30·05	144·97	571·16
	11	15·29	11·93	22·8	123·86	32·70	156·56	630·10
80	12	16·56	12·92	23·1	132·40	35·32	167·72	689·52
	8	12·16	9·48	22·9	117·38	30·05	147·43	551·04
	9	13·59	10·60	23·3	129·57	33·42	162·99	621·30
	10	15·00	11·70	23·4	141·25	36·72	177·97	692·00
90	11	16·39	12·78	24·0	152·44	39·97	192·41	763·18
	12	17·76	13·85	24·4	163·16	43·15	206·31	834·86
	9	15·39	12·00	25·8	188·03	48·19	236·22	882·68
	10	17·00	13·26	26·2	205·42	52·95	258·37	982·66
	11	18·59	14·50	26·5	222·17	57·66	279·80	1083·22
100	12	20·16	15·72	26·9	238·29	62·29	300·58	1184·38
	13	21·71	16·93	27·2	253·81	66·89	320·70	1286·16
	10	19·00	14·82	28·7	286·58	73·42	360·00	1345·34
	11	20·79	16·22	29·0	310·48	79·98	390·46	1482·46
	12	22·56	17·60	29·4	333·59	86·44	420·02	1620·28
120	13	24·31	18·96	29·8	355·92	92·63	448·74	1758·82
	14	26·04	20·31	30·1	377·49	99·16	476·65	1898·14
	11	25·19	19·65	34·1	551·58	140·77	692·45	2553·74
	12	27·36	21·34	34·4	594·26	152·26	746·42	2789·68
	13	29·51	23·02	34·8	635·67	163·58	799·25	3026·54
140	14	31·64	24·68	35·1	675·94	174·77	850·71	3264·38
	15	33·75	26·33	35·5	715·08	185·88	900·96	3503·26
	13	34·71	27·07	39·8	1033·46	263·85	1297·31	4793·46
	14	37·24	29·05	40·2	1100·94	282·07	1382·89	5168·24
	15	39·75	31·01	40·5	1166·83	300·07	1466·90	5544·26
160	16	42·24	32·95	40·9	1231·16	317·82	1548·97	5921·60
	15	45·75	35·69	45·5	1777·58	454·04	2231·61	8257·22
	16	48·64	37·94	45·9	1878·15	481·20	2359·36	8816·74
	17	51·51	40·18	46·3	2976·65	508·11	2484·77	9377·98
	18	54·36	42·40	46·6	1073·11	534·77	2607·88	9940·86

*) Siehe die Fußnote auf S. 205.

**) Das Trägheitsmoment J_x (J_y) gilt für die xx' - (yy' -) Achse. Beide Achsen gehen durch den Schwerpunkt S. Jene halbiert den Winkel der Schenkel; diese steht normal dazu.

Schenkelbreite <i>mm</i>	gewöhnliche Fabrikationslänge
20—35	5 <i>m</i>
40—160	7 "

b) Ungleichschenklige Winkeleisen.

- a) normale }
 b) abnormale } Profile für Baukonstruktionen.
 c) Profile für den Waggonbau.
 d) Kleineisenprofile.

Größe	gewöhnliche Fabrikationslänge
$\frac{15 \cdot 30}{4} \dots \frac{40 \cdot 60}{7}$	5 <i>m</i>
$\frac{45 \cdot 60}{5} \dots \frac{100 \cdot 150}{4}$	7 "

10. T-Eisen mit Birnkopf*)

11. Winkeleisen mit Birnkopf*)

12. Abgekantete scharfkantige Winkeleisen (Kleineisenprofile)*)

13. Halbe T-Eisen (Kleineisenprofile)*)

$$h = 16-40 \text{ mm}$$

$$b = 10-23 \text{ "}$$

$$d = 3-6 \text{ "}$$

14. Z-Eisen (Kleineisenprofile)*)

$$h = 16-40 \text{ mm}$$

$$b = 12-20 \text{ "}$$

$$d = \delta = 3-5 \text{ mm}$$

15. Proflierte und glatte Fenstereisen aus Fluß- und Schweißeisen.*)

Gewöhnliche Fabrikationslänge = 6 *m*.

Einlagen für Eisenbeton.**)

Thacher-Eisen

Diamond-Bar.

Ransome-Eisen (twisted steel)

Johnson-(Conugated-)Eisen

Kahn'sche Eisen

Eisen nach De Mans

Welleneisen nach Doucas

Bulb-Eisen, System Pohlmann

Eisen nach Homan u. Rodgers (Manchester)

Franke-Kegelwelle

Nuteneisen von Golding

*) Vollständige Angaben enthalten die „Typen für Walzeisen“. Siehe die Fußnote auf S. 203.

**) Handbuch für Eisenbetonbau, IV. Bd., S. 9.

§ 9. Eisenverbände.

I. Löten.

Die zu verlötenden Flächen sind vorher zu reinigen durch Abschaben, Abfeilen und Bürsten mit Drahtbürsten oder Abwaschen mit verdünnten Säuren, Ammoniak u. dgl. und dann zu bestreichen:

a) beim *Weichlöten* mit Kolophonium oder Lötwasser, d. i. einer gesättigten Lösung von Zinn in Salzsäure;

b) beim *Hartlöten* mit Boraxpulver.

Das Weichlöten erfolgt bei dünnen Gegenständen (Spenglerarbeiten), das Hartlöten bei Schmied- und Schlosserarbeiten.

Lote.

Lote	Zinn	Blei	Wismut	Zink	Kupfer	Messing	Schmelzpunkt °C	
Weichlot (Schnelllot für leicht schmelzbares, bleihaltig. Zinn	15·5	32	52·5				96	
	20	26	54				101	
	20·6	26·8	52·6				103	
	21·4	27·8	50·8				107	
	24·8	22·1	53·1				114	
	20	20	60				121	
	15	25	60				125	
	für verzinn- tes Eisenblech, Kupfer, Messing, Zinn, Zink, Blei usw.	63·2	36·8					183
		60	40					189
		70	30					194
85		15					212	
50		50					213	
40·2		59·8					232	
30		70					257	
Hartlot (Strenglot, Schlaglot) für Messing, Kupfer, Eisen, Stahl				1		7		
				1		3-4		
				1		2-2·5		
	gelb {	1			4·7		12	
		1			10		22	
	halbweiß {	4			1		20	
		2			1		11	
	weiß {	1					4	
		10				6	4	

II. Schweiße.

Durch Schweißen können verbunden werden Schmiedeeisen oder Stahl bei Verlängerungen, wenn eine Querschnittsvergrößerung an der Verbindungsstelle ausgeschlossen ist.

Schmiedeeisen ist auf Weißglut zu bringen, Stahl auf Hellrotglut.

Die zu verschweißenden Flächen sind zu bestreuen:

bei Schweißeisen — mit reinem Quarzsand,
 bei Stahl — mit 8 Borax + 1 Salmiak + 1 Blutlaugensalz oder
 5 Borax + 1 Soda + 2 Blutlaugensalz + 4 Kochsalz.

VII. Kapitel.

Kupfer, Blei, Zink, Zinn und Legierungen.

§ 1. Kupfer.

Verwendung: zu Dachdeckungen, wenn die Bedeutung des Baues dieses kostspielige Material rechtfertigt.

Längen-Ausdehnungszahl für 100° $C = 0.001717$

$$0.001643 = \frac{1}{582}$$

I. Handelssorten.

1. **Rosetten-, Gar- oder Scheiben-Kupfer:** dünne Scheiben („Kuchen“) von 30 bis 60 *cm* Durchmesser.
2. **Barren- oder Platten-Kupfer:** 45 *cm* lange, 8—30 *cm* breite und 7—8 *cm* dicke Platten (Barren).
3. **Granalien:** gepulvert oder gekörnt.

II. Bausorten.

1. **Rund- oder Vierkant-Kupfer-Stangen.**
 - a) **Quadrat-Kupfer.** Die Querschnittsfläche $\geq 2.25 \text{ cm}^2$.
 - b) **Rund-Kupfer.** Der Durchmesser $\geq 1.5 \text{ cm}$.

Dünnere Stangen als unter a) und b) werden als **Draht** bezeichnet.
2. **Kupfer-Bleche:** 1.5—6 *m* lang und 0.40—2.5 *m* breit, meistens: 1.5—2.0 *m* lang und 0.75—1.0 *m* breit.
Tafeln für Dachdeckungen: 0.8—2.0 *m*²
höchstens 1.0 *m* breit
0.5—1.0 *mm* dick
„ „ Abfallrohre, Rinnen: 0.8 *m* breit und 1.9—2.5 *m* lang.
Dünne Bleche (bis 2.4 *m* breit und bis 10.0 *m* lang) werden gewalzt, dicke Platten (1.0—2.4 *m* breit und 2—4 *m* lang) werden gehämmert.
Die Oberfläche muß rein und glatt sein, das Blech sehr biegsam.

Kupferblecharten.

- | | | |
|------------------------------------|------------------------|-----------------------|
| a) Roll- oder Flick-Kupfer: | 0.3—0.5 <i>mm</i> dick | |
| b) Dach-Kupferblech: | 0.5—1.7 | „ „ |
| am häufigsten: | 1.0—1.25 | „ „ |
| c) Rinnenblech: | 0.75 | „ „ |
| d) Lager „ : | 0.75—1.0 | „ „ 2.0 <i>m</i> lang |
| | 1.00—2.0 | „ „ 3.0 „ „ |
| | über 2.0 | „ „ 4.0 „ „ |
| e) Schlauch „ : | 1.23 | „ „ |
| f) Feuerkistenblech: | bis 2.6 | „ „ |

Kupfergattung	Gewicht (kg/m^3)	$E = \frac{1}{\alpha}$		σ_p Proportionalitäts- grenze	K _Z Zug- Festigkeit (kg/cm^2)	K _d Druck- Scher- Festigkeit	K _s	zulässige Inanspruchnahme	
		für						Zug	Druck
		Zug od. Druck	Ab- sicherung						
elektrolytisch gewonnenes Kupfer	—	—	—	—	3800	—	—	—	—
gegossenes Kupfer	8.8	—	—	—	1300—2600	1873	—	—	—
gehämmertes "	8.9—9.0	1100000	440000	—	2700	—	—	—	—
gezogenes "	—	—	—	—	3150 2100 ^{1) 2)}	—	—	—	—
gewalztes "	8.9—9.0	1150000	—	200—300	3150	—	—	200—400	150
Kupferblech*)	—	—	—	—	2000—2300 ⁷⁾	—	—	—	—
" gegülhtes	8.9—9.0	1070000	401200	1050—1400	> 2000	4100	—	900	700
" gehämmertes	8.9—9.0	1150000 (1070000)	440000	—	2000—2300 (2700)	7000 (4000)	—	1400	1400
Kupferdraht	8.8—9.0	1210000	—	1200	—	—	4000	700	—
Kupferstangen	—	—	—	—	> 23000	—	—	—	—

1) bei 15—150° C. — 2) falls ganz rein. — 3) 5) Antimon Gehalt: 0.351%, — 3) 0.26%, — 4) 0.329%, — 5) Arsengehalt: 808‰.

7) bei mehr als 5 mm Dicke.

*) Kupferblech, gewalzt: $\varphi = 35-38\%$ — $\psi = 45-50\%$. (Über φ und ψ siehe Seite 176).

3. Kupfer-Platten: 1.0—1 mm dick.
 4. Kupfer-Draht, meist ungeglüht und blank.
 a) Muster-Draht: 21.90—1.50 mm dick
 b) Scheiben- " : 1.50—0.21 " "
 Verzinnter Kupferdraht: für Telephonleitungen.
 5. Kupfer-Röhren:

Rohrgattung	Lichter Durchmesser mm	Wandstärke mm
ohne Naht, gewalzt .	10—250	1—5
" " gezogen.	10—250	1—5
mit " gelötet..	40—300	1—5
Feder-Röhren	40—300	2.5—1
Knie- "	40—309	2.5—4

§ 2. Blei.

Eigenschaften: gießbar, sehr dehnbar, biegsam, wetterbeständig, läßt sich schmieden.

Verwendung: Dachdeckungen, wenn auch nur ausnahmsweise; Isolierschichten, Verkleidung feuchter Wände, Unterlagsplatten, Röhren, Einfassung von Fensterverglasungen, Guß von Ornamenten, Statuen usw., Herstellung von Legierungen und zum Vergießen.

Vorzüge: unbegrenzte Dauer, da es allen schädlichen Einflüssen vorzüglich widersteht.

Mängel: große Kosten; hohes Eigengewicht.

Hartblei: hat 5—10% Antimonzusatz.

Linearer Ausdehnungskoeffizient für 1° C =

$$= 0.00002848 = \frac{1}{351}$$

Schmelzpunkt: 326° C.

Gewicht: 11250—11400 kg/m³.

Beschaffenheit	Elastizitäts ziffer	K _z	K _d	K _s
		Zug-	Druck-	Schub-
		Festigkeit		
(kg/cm ²)				
weiches Blei ..	50000	150	125—300	80
hartes " ..		300	500	120

Handelssorten.

1. Blei-Blech.

Nr.	größte			Gewicht <i>kg/m²</i>
	Breite <i>m</i>	Länge <i>m</i>	Dicke <i>m</i>	
1	2·35—2·45	10·00	10·5	115·0
2	2·35—2·45	10·00	9·0	103·5
3	2·35—2·45	10·00	8·0	92·0
4	2·35—2·45	10·00	7·0	80·5
5	2·35—2·45	10·00	6·0	69·0
6	2·35—2·45	10·00	5·0	57·5
7	2·35—2·45	10·00	4·5	52·0
8	2·35—2·45	10·00	4·0	46·9
9	2·4—2·3	10·00	3·5	40·0
10	2·3—2·4	10·00	3·0	34·5
11	2·3—2·4	10·00	2·5	29·0
12	2·0—2·25	10·00	2·25	26·0
13	2·0—2·25	10·00	2·0	23·0
14	1·5—2·0	8·00	1·75	20·0
15	1·5—2·0	8·00	1·5	17·0
16	1·0—1·3	8·00	1·375	15·5
17	1·0—1·3	8·00	1·25	14·0
18	1·0—1·3	8·00	1·00	11·5

Zu Dachdeckungen verwendet man 0·80—1·00 *m* breite, 10—15 *m* lange und 1·5—2·0 *mm* dicke Tafeln. (Nr. 13—15.)

2. Blei-Platten.

Länge: bis 15 *m*

Breite " 3·1 "

Dicke $d = 0·25 - 20$ *mm*

Für $d = 2·25 - 3$ *mm* ist die Zunahme der Dicke = 0·25 *mm*

3 - 10 " 0·50 "

10 - 20 " 5 "

Gewicht : 12 *d* (*kg/m*)

3. Blei-Draht.

Dicke $d = 0·1 - 20$ *mm*

Gewicht: 0·95 d^2 (*kg/m*)

4. Walz-Blei: 0·5—0·75 *mm* dick.

5. Blei-Röhren.

Rohrgattung	lichter	Wandstärke <i>mm</i>	Rohrlänge <i>m</i>
	Durchmesser <i>mm</i>		
Gas-Röhren . .	4—25	1·5—3	—
Wasser- " . .	10—80	2·5—2·75	5—30
Abfuß- " . .	30—150	2—7·5	2—4
Hartblei " . .	15—200	—	—

Der innere Durchmesser schwankt zwischen 1 und 150 *mm*,
 „ äußere „ „ „ 2 „ 166 „
 das Gewicht zwischen 0·08 und 42·00 *kg/m*.

Außer den gewöhnlichen Bleiröhren kommen auch noch vor:

- a) geschwefelte, } zum Schutze gegen die Einwirkung des
 b) innen verzinnte, } Wassers
 c) innen und außen verzinnte,
 d) mit Zinneinlagen versehene (Mantelrohre),
 e) solche mit Kupfereinlagen (mit Blei überpreßte Kupferrohre).

Weil es sehr dünnflüssig ist, füllt es die Formen gut aus.

§ 3. Zink.

Eigenschaften: große Dauer, sehr gut formbar, verhältnismäßig billig.

Verwendung: namentlich für Dachdecken und deren Nebenanlagen (Rinnen, Abfallrohre udgl.), für Gesimsabdeckungen, Badewannen usw.

Zerstörend wirken auf das Zink: galvanische Einflüsse, Kohlentheilchen, frischer Kalk-, Gips- oder Zementmörtel.

Linearer Ausdehnungskoeffizient für 1° C:

$$\text{gehämmertes Zink: } 0\cdot00003108 = \frac{1}{322}$$

$$\text{gegossenes „ } 0\cdot0000294 = \frac{1}{340}$$

Schmelzpunkt: 412° C (vor dem Glühen)

360 „ für gegossenes Zink

Zwischen 100 bis 150° ist es geschmeidig und gut verarbeitbar, sonst aber spröde.

Es verdampft bei hellroter Glühhitze und verbrennt bei Luftzutritt mit bläulicher Flamme.

Feuchte Luft erzeugt eine dünne, festhaftende, schützende Schicht aus Zinkoxyd, die in 25 Jahren 0·02 *mm* stark wird.

Die Elastizität ist gering und hängt ab von der Temperatur und der Art der Bearbeitung.

Zinkgattung	Gewicht (<i>kg/m</i> ³)	Elastizitätszahl	Zugfestigkeit (<i>K_Z</i>)		Druckfestigkeit (<i>K_d</i>)	<i>k_Z</i>	<i>k_d</i>	<i>k_Z</i>	<i>k_s</i>
			|| Faser	⊥ Faser					
			(<i>kg/cm</i> ²)						
Zinkblech	7200	150000	1315—1900	2500	900—1000				
Zinkdraht	{7132—7000					200	200	150	200
Gußzink	6860	(950000)	(526)						
		150000	880						

Gewicht, gegossen: 6868 *kg/m*³

gewalzt: 7130—7200 „

flüssig: 6480 „

Die Dehnbarkeit hängt ab von der Art und Größe der Inanspruchnahme und von der Temperatur.

falls bei 16° C	Dehnung (φ) in % bei °C			
	16°	100°	155°	175°
K _z || Faser = 1900 kg/cm ²	18	40	100	40
K _z ⊥ „ = 2500 „	15	20	80	26

Man macht es wetterbeständig durch:

- a) Anstrich mit Silikatfarbe
- b) galvanische Verkupferung.

Handelssorten.

1. **Schmelzzink** (Gußzink, Kaufzink): 4 cm dicke Platten.

Verwendung:

- a) Gießen,
- b) Verzinken von Eisenblech, Eisendraht,
- c) Herstellung von Legierungen.

Zinkguß ist gegen Rosten zu schützen durch einen

- a) Anstrich oder
- b) Metallüberzug (z. B. Kupfer).

Längenschwindmaß: $\frac{1}{62}$

2. Glattes Zink-Blech.

Tafelgröße: 0·65 × 2·0, 0·8 × 2·0, 1·0 × 2·0, 1·0 × 2·25, 1·0 × 2·5 m.

größte Breite = 1·65 m

„ Länge = 3·00 „

Verwendung: Dachdeckungen, Dachrinnen, Abfallrohre, Gesimsabdeckungen, Ornamente, Badewannen.

a) Belgische Lehre:

Für die Nr. 1—4 sind die Dicken: 0·05, 1·10, 0·15, 0·20 mm, sonst ist alles wie bei der schlesischen Lehre.

Nr.	Verwendung
1 bis 8	Fenstervorsätze, Siebe
9 und 10	Laternen, Lampen, Wandbekleidungen
11 und 13	Wasserrinnen, Eimer
12	Abfallrohre, Ausfütterung von Bodenrinnen
12 und 13	Dachdeckung, Eindeckung der Säume, Ixen, Brand- und Feuermauern, Rauchfang-, Lichthof-, Mauer-, Oberlichten-Einfassungen, Abdeckung von Gesimsen, Ballustraden
13	Einlaufstützen, Wassersammelkessel, Glasrahmen für Dachoberlichte, liegende Dachfenster
14	Dachdeckung, Dachrinnen
15	Kiesleisten der Holzzementdächer
15 und 16	Badewannen
17	Wasserkisten
18 bis 26	größere Wasserbehälter.

b) Schlesische Zinkblechlehre.

Nr.	neue Skala		alte Skala	
	Tafeldicke mm	Gewicht kg/m ²	Tafeldicke mm	Gewicht kg/m ²
1	0·100	0·72	0·100	0·70
2	0·143	1·03	0·143	1·00
3	0·186	1·34	0·186	1·30
4	0·228	1·64	0·228	1·60
5	0·250	1·80	0·271	1·90
6	0·300	2·16	0·318	2·23
7	0·350	2·52	0·366	2·56
8	0·400	2·88	0·413	2·89
9	0·450	3·24	0·460	3·22
10	0·500	3·60	0·554	3·88
11	0·580	4·18	0·648	4·54
12	0·660	4·75	0·743	5·20
13	0·740	5·33	0·837	5·86
14	0·820	5·90	0·932	6·52
15	0·950	6·84	1·025	7·18
16	1·080	7·78	1·119	7·84
17	1·210	8·71	1·309	9·16
18	1·340	9·65	1·497	10·48
19	1·470	10·60	1·686	11·80
20	1·600	11·50	1·873	13·12
21	1·780	12·80	2·062	14·44
22	1·960	14·1	2·252	15·76
23	2·140	15·4	2·439	17·08
24	2·320	16·7	2·631	18·40
25	2·500	18·10	2·817	19·72
26	2·680	19·3	3·000	21·70

Preiszuschläge werden verrechnet für:

die Nr. 1—7,

die Tafelgröße $1·0 \times 2·5$ m bei den Nr. 8—26.

3. Zink-Wellblech.

Schlesische Aktien-Gesellschaft für Bergbau- und Zinkhüttenbetrieb,
Lipine, Oberschlesien.

Profil	Stärke	Tafelgröße		Wellen-			Querschnitt- fläche*) (cm ²) für 1 m Tafelbreite	Gewicht*) (kg/m ²) Wellblech	Widerstands- moment (cm ³) für 1 m Tafelbreite
		Breite m	Länge m	Breite mm	Höhe mm	Länge mm			
A	bis Nr. 16	0·62	2·0	117	55	175	15·0	1·08	1·99
		0·89	3·0						
		1·17	3·0						
B	"	0·84	2·0	100	32	123	12·3	8·86	9·9
		1·08	3·0						
		1·30	3·0						
C	"	0·8	3·0	110	32	135	12·3	8·86	9·6
D	"	1·0	1·78	60	14	68	11·3	8·14	3·9
		1·5	2·67						
E	bis Nr. 12	1·6	2·64	20	6	24·8	12·4	8·93	1·8

*) Für eine Blechstärke von δ mm sind diese Werte δ -mal so groß.

A, B, C sind der Länge nach gewellt

D, E " " Breite " "

E ist nur auf Schalung oder Lattung zu verwenden.

Bei E soll die Überdeckung im Längsstoß 2 Wellen umfassen.

Bei A, B, C und D ist für die Überdeckung im Längs- und im Seitenstoß einschließl. Befestigung auf den Pfetten ein Gewichtszuschlag von 15 bis 18 % einzustellen.

Bombiertes Zinkwellblech

(Profil A).

Bombierungshalbmesser $\geq 1.5 m$.

§ 4. Zinn.

Eigenschaften: weich und geschmeidig, sehr dehnbar, härter als Blei.

Verwendung: Verzinnen des Eisens, der Bleiplatten und Bleiröhren und Herstellung von Legierungen.

Gewicht: gewalzt oder gehämmert: 7300—7350 kg/m^3
gegossen: 7200 "

Elastizitätszahl: 400000 kg/cm^2 .

Zugfestigkeit: $K_z = 350 kg/cm^2$.

Linearer Ausdehnungskoeffizient: $0.00001938 = \frac{1}{516}$.

Schmelzpunkt: $230^\circ C$.

I. Handelssorten.

Nach dem Lande, dem es entstammt, unterscheidet man: Banka- (bestes), Billiton-, Malakka-, australisches, englisches (Lamm-)Zinn; böhmisches, sächsisches, peruanisches (diese drei sind unrein).

- 60 *kg* schwere Blöcke,
- 5—6 *kg* schwere Stangen,
- Körner.

II. Bausorten.

a) Zinn-Rohre:

innerer Durchmesser = 3—60 *mm*

äußerer " = 5—66 "

Gewicht = 0.9—4.72 kg/m .

b) Stanniol (Zinnfolie): 0.2...0.008 *mm* dick.

c) Verzinnter Eisen-Draht.

Draht-Nr.: 5 6 7 8 9 10 11 12 13
m Länge auf 1 *kg*: 500, 400, 324, 252, 216, 176, 140, 120, 100,

14 16 18 20 22 25 28 31 34 38 42 46 50 55 60
 88, 68, 52, 44, 36, 28, 22, 16, 14, 12, 10, 8, 7, 6, 5.

§ 5. Legierungen.

Legierung	Bestandteile in Gewichtsprozenten					Phosphor	Spezifisches Gewicht	Schmelzpunkt ° C	Längen Ausdehnungszahl für 100° C
	Kupfer	Zink	Blei	Zinn					
Messing (Gelbguß)	70—57	30—43	—	—	—	—	8·687	—	$\frac{1}{517} = 0·001933$
Messingblech . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
draht . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Rollmessing . . .	—	—	—	—	—	—	8·52—8·62	—	—
Bug „ . . .	—	—	—	—	—	—	8·55	—	—
Guß- „ . . .	—	—	—	—	—	—	8·40—8·70	900	$\frac{1}{533} = 0·001875$
Stollberger Messing	64·8	32·8	2·0	0·4	—	—	—	—	—
Englisches	66·7	33·3	—	—	—	—	—	—	—
Tombak (Rotmessing)	85	15	—	—	—	—	—	—	—
Tombakblech . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
draht . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gußtombak . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Weiß-Messing . . .	50—20	50—80	—	—	—	—	—	—	—
Bronze (Rotguß)	75	—	—	—	—	—	—	—	—
Glocken-Bronze . . .	90	—	—	—	—	—	8·70—9·10	900	$\frac{1}{541} = 0·001820$
Geschütz- „ . . .	98	etwas	—	—	—	—	—	—	—
Medaillen- „ . . .	68	—	—	—	—	—	—	—	—
Spiegel- „ . . .	88	2	etwas	—	—	—	—	—	—
Statuen- „ . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Phosphor- „ . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Maximum- „ . . .	55	43	—	2	—	—	—	—	—
						0·5—1·0			

Legierung	Bestandteile in Gewichtsprozenten						Spezifisches Gewicht
	Kupfer	Zink	Blei	Zinn	Antimon	Ni = Nickel Al = Aluminium Mg = Magnesium Bi = Wismuth Hg = Quecksilber Cd = Kadmium	
Weißmetall (Weißgub)	1—45	—	—	15—90	2—12·6	—	—
Antimonblei	—	—	75—85	—	25—15	—	—
Britanniametall	1·85	—	—	81·9	16·25	—	7·32—7·36
"	—	—	—	90	10	—	—
Delta-	90	10	—	—	—	etwas Eisen	—
Neusilber (Argenton, Packfon)	56—65	30—20	—	—	—	20—15 Ni	8·40—8·70
Alfenide	59	30	—	—	—	10 Ni	—
Aluminium-Bronze	85—95	—	—	—	—	15—5 Al	7·68
" Messing	96·7	—	—	—	—	3·3 Al	—
Magnalium	—	—	—	—	—	77—98 Al + 23—2 Mg	—
Spiegelamalgam	—	—	—	—	—	2 Bi + 4 Hg	—
Roses Metall	—	—	1	1	—	2 Bi	—
Klischee-Legierung	—	—	2	2	—	5 Bi	—
Wood-Metall	—	—	8	4	—	15 Bi + 4 Cd	—
Lipowitz-	—	—	8	4	—	15 Bi + 3 Cd	—
Lettern-	—	—	84—75	—	16—25	auch 5—15 Al	—
Ehrhardts Lettern-Metall	4—2	89—93	3—2	4—3	—	—	—
Johnson's Typenmetall	—	33	—	59	25	—	—
"	—	—	—	75	20	—	—
"	—	—	80	—	—	—	—

1. **Messing-Blech:** 0.85×2.0 m große und 0.1—10 mm dicke Tafeln.

	Dicke mm	Breite mm	Länge m
a) <i>Roll-Messing</i>	0.12—0.4	120—460	6.5
b) <i>Bug-</i> „	0.3 —0.2	180—2.60	1.0—3.5
c) <i>Tafel-</i> „	1 —17	300—650	verschieden.

2. **Messing-Draht:** 18.80—0.19.

Im Handel: a) schwarz gebeizt, b) ein- und zweiseitig geschabt und poliert.

3. **Messing-Schrauben:** 3.5—8.5.

4. **Gußmessing.**

Messing ist härter als Kupfer und sehr dehnbar. Die Härte und die Festigkeit wachsen mit dem Gehalte an Zink, die Dehnbarkeit mit dem an Kupfer.

Tombac hat eine rötliche Farbe.

Weißmessing ist gelblichweiß.

Bronze ist dichter, härter und leichtflüssiger als Kupfer.

Glockenbronze ist rötlichgrau, sehr spröde, schwer bearbeitbar.

Geschützbronze ist gelblichrot, wenig dehnbar, hart, sehr fest.

Statuenbronze nimmt besonders leicht, wenn es zinkfrei ist,

„Patina“ an, einen grünen, blauen, blaugrauen Edelrost.

Phosphorbronze ist sehr fest, zäh, dünnflüssig, walz-, zieh- und schmiedbar.

Deltametall goldgelb, sehr fest, in Rotglut schmiedbar.

Bronze hat die größte Festigkeit bei 17.5% Zinn

„	„	„	„	Härte	„	28	„	„
„	„	„	„	ist kalt streckbar	„	5	„	„

Bleizusatz erhöht die Sprödigkeit, vermindert die Festigkeit, erniedrigt den Schmelzpunkt; Zinkzusatz vermindert die Festigkeit.

Legierung	Elastizitätsmaß	Proportionalitätsgrenze
	kg/cm ²	
Messing	800000	650
„ gegossen	650000	—
Messingdraht	800000	650
Rotguß	900000	900
Kanonenbronze	1100000	300
„ verdichtet	1100000	900
Glockenbronze	1100000	—
Deltametall	320000	2200
„ hart gewalzt	997700	—

Festigkeit.

1. Zugfestigkeit (K_z).

	kg/cm^2
Messing (Gelbguß)	1200—1500
Messingdraht	3450
Gußmessing	1500
Tombak (Rotguß)	2000
Argentandraht	
hartgezogen	7200—8000
ausgeglüht	5200
Bronze	
Geschütz-Bronze	3000
" verdichtet	3200
Phosphor-Bronze	2400
ungeglühter Phosphorbronze-Draht	14000
geglühter " " " "	6300
Aluminium-Bronze	5130
Maximum- "	12020
Glocken- "	—
Bronzedraht	7600
ungeglüht	14000
3·00 mm dick	7800—6500
0·9 " "	8500—8000
Doppel-Bronzedraht	7600
Silizium-	
" " " " " " "	
3·00 mm dick	7800—6500
0·9 " "	8500—8000
Delta-Metall	3400—3700
" " hart gewalzt	5880
" " überschmiedet	3600

2. Druckfestigkeit (K_a).

	kg/cm^2
Messing	800
Gußmessing	725
Aluminium-Bronze	9280
Deltametall	9540

VIII. Kapitel.

Glas.

§ 1. Eigenschaften des Glases.

1. Allgemeines.

Die Verwendung des Glases im Hochbau hat in der Neuzeit einen gewaltigen Aufschwung genommen. Während es früher nur für die Verglasung von Maueröffnungen (Fenstern, Glastüren) benützt worden ist, verwendet man es heute immer mehr auch für Dächer, Decken und Wände. Dieser mächtigen Ausbreitung des Glases hat namentlich die fortwährend steigende Verwendung des Eisens die Wege gebahnt.

Das Glas wird gewonnen, indem man Kieselerde (Quarzsand) mit Kali (Pottasche) oder Natron (Soda) unter Zusatz von Kalk oder Blei (Bleioxyd) zusammenschmilzt.

Gutes Glas soll möglichst farblos, durchsichtig, glänzend und hart sein.

Kieselerde macht das Glas hart. Der Kalk macht es dicht, hart, zäh, elastisch, glänzend, strengflüssig; er ersetzt einen Teil des teureren Kali oder Natron.

Kaliglas ist härter, aber minder widerstandsfähig als Natronglas. Dieses eignet sich daher vorzüglich zu Fensterscheiben. Kali- und Natronglas sind farblos oder grünlich.

Flintglas wird durch Zusammenschmelzen von Feuerstein (englisch = Flint) mit Bleioxyd gewonnen.

Bleiglas hat einen schönen Glanz, ist sehr elastisch, aber weich, wird bald matt und trübe und geht durch äußere Einflüsse leicht zu Grunde; es wird namentlich durch Salpetersäure rasch zersetzt.

Manganhaltiges Glas wird, dem Lichte ausgesetzt, rötlich-violett; es eignet sich daher nicht für photographische Ateliers oder für Gemäldegalerien.

Hartes Glas ist fester als weiches.

Sorgfältig gekühlte Gläser haben eine große Elastizität; zu langsam gekühlte sind sehr weich, entglasen leicht und werden bald undurchsichtig; zu rasch gekühlte sind sehr fest, aber auch sehr spröde.

Zerstörend auf das Glas wirken insbesondere: Ammoniak (bei Stallfenstern) und Wärme verbunden mit Feuchtigkeit (Treibhäuser).

Das Glas ist stets luftig zu verpacken und an trockenen Orten aufzubewahren.

Längen-Ausdehnungszahl für 1° C: $\frac{1}{1161} = 0.0000861$.

Schmelzpunkt: 1200° C.

2. Gefärbtes Glas.

Man unterscheidet:

1. in der ganzen Masse gefärbtes Glas, wobei die ganze Glasmasse mit dem Farbstoffe vermischt wird. Es ist

- a) durchsichtig,
- b) durchscheinend,
- c) undurchsichtig.

2. einseitig gefärbtes Glas, wobei farbloses Glas mit einer dünnen Schicht gefärbten Glases überzogen wird.

3. Dekoriertes Glas.

Die Dekoration erfolgt durch:

- 1. Einbrennen,
- 2. Gravieren, mittels Diamant oder elektrisch glühend gemachtem Platindraht,
- 3. Schleifen, mittels Sandsteinen oder Schmirgel,
- 4. Polieren,
- 5. Ätzen, mittels Flußsäure. Die Oberfläche des geätzten Glases ist glatter als die des mattierten; es schmutzt daher nicht so leicht.
- 6. Mattieren durch Ätzen mit Flußsäure oder Sandblasen oder Mattschleifen. Es wird ganz oder in Mustern mattiert und ist undurchsichtig. *Mattglas*: ist 2 mm dick.
- 7. gerippte, geriffelte oder gemusterte Oberflächen. *Rippenglas* ist 2 mm dick.

Geripptes oder geriffeltes Glas kann aus jeder Glasgattung hergestellt werden. Es ist undurchsichtig, läßt aber das Licht besser durch als mattiertes Glas.

8. *Mousselin-Glas* hat gewebeähnliche Muster auf der Oberfläche. Es ist undurchsichtig und schöner als das mattierte Glas.

Dicke = 2 mm.

4. Fehler des Glases.

- Ungelöste Quarzkörner als Höcker auf der Glasoberfläche.
- Bläschen, sogenannte „Gispfen“.
- „Schlieren“, „Winden“.
- Trübe Stellen.
- Haarrisse.
- Windschiefe Flächen.

5. Prüfung des Glases

1. auf *Güte*: man reinigt das Glas mit Alkohol, legt es durch 24 Stunden über eine Schale, in der sich starke, rauchende Salzsäure befindet und die mit einer Glasglocke überdeckt ist, und läßt es danach in einem vor Staub und Ammoniakdämpfen vollkommen sicheren Schranke durch 24 Stunden trocknen. Mangelhaftes Glas nimmt einen weißen Beschlag an; mittelgutes einen zarten Hauch.

2. auf Widerstandsfähigkeit gegen die Atmosphäre: man kocht Stücke des Glases in konzentrierter Schwefelsäure oder in Königswasser. Gutes Glas bleibt klar und durchsichtig.

3. auf *Farblosigkeit*: man legt mehrere Scheiben auf ein weißes Papier. Je weniger sich dieses verfärbt, desto farbloser ist das Glas.

6. Spezifisches Gewicht.

Mittelwert	2·60
Grünes Fensterglas	2·64
Halbweißes „	2·27—2·60
Gewöhnlich weißes Fensterglas	2·4—2·6
Spiegel- oder Kron-Glas	2·45—2·72 (2460)
Kristall-Glas	2·90—3·00
Flint- „	3·15—3·90
Kalk- „	2·40—2·80
Blei- „	3·00—4·90

7. Festigkeit.

Die Bruchfestigkeit des Drahtglases ist 1·4 mal so groß wie die des gewöhnlichen Glases.

Sicherheitsgrad: 2 oder 3,
5 bei Drahtglas.

Bezeichnen

l die Stützweite }
b „ Breite } der Glastafel (cm)
d „ Dicke }
P „ zulässige Einzellast in der Mitte von l (kg)
q „ „ gleichmäßig verteilte Belastung (kg/m²)
ε den Sicherheitsgrad (= 5)

so ist für

$$\text{Weich-Glas} \quad P = \frac{1}{\varepsilon} \frac{265 b d^2}{1+d} = \frac{53 b d^2}{1+d}$$

$$\text{Draht- „} \quad P = \frac{1}{\varepsilon} \frac{22 \cdot 3 b d^2}{0 \cdot 0792 1+d} = \frac{4 \cdot 5 b d^2}{0 \cdot 0792 1+d}$$

$$q = \frac{2P}{l}$$

Glasgattung	E Elastizitätsmaß (kg/cm^2)	K _z Zug-	K _d Druck-		K _z Biegungs-
			Festigkeit (kg/cm^2)		
Fenster-Glas	700000—800000 791700	250—300 176·3	1500 25		— —
Spiegel- "	701500	140·0	—		—
Kristall- "				für Zylinder	—
a) ungefärbtes	699000	100·2	—	für Würfel	—
b) weißes oder färbiges	547700	66·5	—		—
Flint-Glas	—	161—179	—	1940	—
grünes "	—	203	—	2241	—
Kron- "	—	179	—	2180	—
geblasenes Glas	750000	—	125	70	125
gegossenes "	750000—800000	—	—	70	60 40
Rob-Glas	—	—	$\frac{40}{3} [5 + 4(1·5 - d)^2]$		$\frac{40}{3} [5 + 4(1·5 - d)^2]$
Preß-Hartglas	—	—	—		1000

§ 2. Glasarten.

I. Tafelglas.

Gebogene Tafeln macht man aus extra starkem geblasenen Glase oder aus poliertem dünnen Rohglase.

A. Geblasenes Glas.

Rheinisches Glas.

Es hat eine größere Festigkeit und größere Widerstandsfähigkeit gegen Hagelschlag als gegossenes Glas. Die innere, glänzende Seite (Glanzseite) ist widerstandsfähiger als die äußere, rauhe.

Es ist aber nur in kleinen und dünnen Tafeln zu bekommen.

1. Walzenglas.

Es wird durch Aufsprengen einer geblasenen zylindrischen Walze hergestellt.

Länge: bis 1.65 m

Breite: „ 1.02 „

ausnahmsweise auch $3.05 \times 1.16 \text{ m} = 3.5 \text{ m}^2$

$\frac{7}{8}$	Glas	1.5 mm dick, wiegt	3.6 kg/m ²
$\frac{4}{4}$	„ oder einfaches Glas	2 „ „ „	5 „
$\frac{5}{4}$	„	2.5 „ „ „	6.0 „
$\frac{6}{4}$	„ oder anderthalbfaches Glas	3 „ „ „	7.5 „
$\frac{8}{4}$	„ „ Doppelglas	4 „ „ „	10 „

sind die gangbarsten Sorten.

Es kommt in 5 *Wahlen* (Qualitäten) vor. Die 1. Wahl ist ganz rein und tadellos, aber sehr teuer. Gewöhnlich benützt man die 2. und 3.; die 4. Wahl nur für untergeordnete Zwecke (Keller-, Speiskammern-, Bodenfenster, Treibhäuser, Oberlichten u. dgl.); die 5. nur für Oberlichten.

Gewöhnliches *Fensterglas*: 2...2.5 mm dick.

Geblasenes *Spiegelglas*: 3...4 „ „

Der Einheitspreis des Glases wächst im Verhältnisse zu den „*addierten Zentimetern*“, d. i. der in *cm* ausgedrückten Summe $(1 + b)$ aus der Länge (*l*) und Breite (*b*) der Glasscheibe.

Größe der Tafeln aus geblasenem Glas ≤ 300 add. *cm*.

Nach der Güte unterscheidet man

1. *ordinäres* oder *grünes* Glas: es wird fast gar nicht verwendet.
2. *halbgrünes* Glas: nur für ganz gewöhnliche Fenster.
3. *feineres* oder *halbweißes* Glas: es ist bläulich-grünlich, hat Bläschen, infolge der ungleichen Beschaffenheit Streifen und Knoten, sogenannte Schlieren, und wolkige Unebenheiten an der Oberfläche. *Verwendung*: nur für untergeordnete Räume.
4. $\frac{3}{4}$ *weißes* Glas: Verglasung von Fenstern, Türen usw.
5. *weißes* Glas (Kreide- oder Salinenglas): es ist klar, farblos und stark, aber teuer.

a) *Solinglas*: weißes Kaliglas, 2, 3 mm dick.

b) *Spiegelglas*: weißes Natronglas mit 1...2% Bleigehalt.

c) *Kristallglas*: Bleiglas.

2. Mondglas.

Es hat einen sehr schönen Glanz, ist sehr dünn und biegsam, hat eine gegen die Mitte zu wachsende Dicke, wovon der Name stammt.

Format	Länge <i>cm</i>	Breite <i>cm</i>
ordinäres	79	53
hohes	86	46

gewöhnliches Mondglas: 1.4 *mm* dick, 3.66 *kg/m*² schwer,
extra starkes " 2.1 " " 5.5 " "

B. Gegossenes Glas oder Gußglas.

Es wird am häufigsten verwendet, weil man größere und stärkere Tafeln erhalten kann als beim geblasenen. Tafeln von 16 *m*² (für Schau- fenster) sind nichts Außergewöhnliches.

Da die Oberfläche des gegossenen Glases der Verwitterung besser widersteht und fester ist als der Kern, so sind geschliffene Tafeln so zu legen, daß die nichtgeschliffene Seite nach außen zu liegen kommt.

1. Rohglas.

Es ist 4...30 (ja 90) *mm*, gewöhnlich aber nur 3...13 *mm* dick, glatt, geriffelt, gerautet oder mattiert.

Geriffelte Platten sind fester als ungeriffelte.

Rautenmuster schaden der Festigkeit,

Dicke	größte Tafeln
4—6 <i>mm</i>	2 <i>m</i> ²
6—13 "	3 × 5 = 15 "

Dachdeckungen: gewöhnlich 5, selten über 7 *mm* dick; stärkeres ist nicht geeignet, es hat leicht Gußfehler.

Deckenlichter: 4...6 *mm* dick, mit parallelen oder rauten- förmigen Riefen.

Fußbodenplatten, 20...26 *mm* dick. Gegen Ausgleiten ist die Ober- fläche zu quadrillieren.

Rohglas-Pflasterwürfel: 16.5 *cm* dick. Grundfläche: 15 × 15 *cm*.
Gewicht: 9 *kg*.

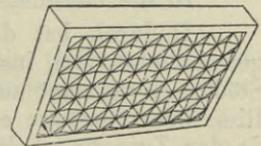
Glasfliese: 6...7 *cm* dick. Grundfläche: 35 × 35 *cm*. An der Oberfläche befinden sich 1 *cm* tiefe Riefen oder kreuzweise angelegte Furchen.

Fußbodenplatten aus Siemens'schem, ge- riefem, weißem oder halbweißem Glashart- guß: 2.5, 3.0 oder 3.5 *cm* dick. Grundfläche: 15—42 × 15—42 *cm*.

Dachziegel aus Gußglas, sowohl Flach- als auch Falzziegel. Ihr Gewicht = nur $\frac{5}{6}$ von dem der Tonziegel. Sie ermöglichen auf sehr einfache Weise einen

Abb. 123.

Glasflies.



einfache Weise einen

Lichteinfall.

2. Kathedralglas.

Es ist farbig, mit unregelmäßiger Oberfläche, dämpft das Licht, ist wenig durchsichtig, ohne matt zu sein.

Dicke: 2.....3 mm,
Tafelgröße: 0·7 × 1·5 m.

3. Spiegelglas.

Es wird gegossen, dann auf beiden Seiten geschliffen und poliert. Es ist weicher, aber schwieriger zu behandeln als geblasenes Glas. Mehr Klarheit erreicht man durch einen Zusatz von 2% Blei.

Man unterscheidet 3 Wahlen: die 1. und 2. verwendet man fast ausschließlich für Spiegel; nur die 3. für Bauzwecke.

Dicke: gewöhnlich 4·8 mm, aber auch größer.

³/₄ Spiegelglas: 3...3·5 mm stark.

Breite: bis 5 m

Länge: „ 8 „

gewöhnlich: 3ⁿ × 5 m = 15 m² groß.

C. Hartglas

Vulkanglas.

Das Glas wird bis zur Erweichung (Rotglut) erhitzt und dann plötzlich in einem Bade aus öligen Stoffen, Stearin, Sand, Salzen, Ton, Metallen, Wasserdampf usw. auf mindestens 200° abgekühlt und langsam erkalten gelassen. Es ist viel elastischer und härter als gewöhnliches Glas.

Siemens'sches Preßhartglas.

Rotglühendes Glas wird gepreßt, dabei mattiert oder mousselinert. Es ist sehr fest, widersteht sehr gut gegen Stoß, Zug und Druck, wird aber nur selten verwendet: da man es nur in geringen Abmessungen bekommt (0·2...0·5 m²); da es teurer ist und da man es genau nach der gewünschten Größe bestellen muß, weil es mit dem Diamant nicht geschnitten werden kann.

Dicke: 2—4 mm, für Oberlichten.

D. Drahtglas

von Siemens.

In die Glasmasse ist ein Drahtnetz eingebettet.

Dadurch hat das Drahtglas eine weit größere Festigkeit als das gewöhnliche Glas, insbesondere eine sehr große Widerstandsfähigkeit gegen Stöße. Es verträgt auch den jähesten Temperaturwechsel. Selbst wenn Risse oder Sprünge entstehen, wird die Tragfähigkeit nicht beeinträchtigt, da der Zusammenhalt aufrecht bleibt.

Das Drahtglas ist feuersicher. Auch wenn es beim Brande zerspringt, läßt es nur den Rauch, aber nicht die Flammen durch, da das Drahtnetz verhindert, daß einzelne Glasstücke herausfallen. Mit Draht-

Glas verschlossene Öffnungen werden auch von den Behörden als feuersichere Abschlüsse anerkannt.

Es ist auch bis zu einem gewissen Grade einbruchssicher.

Stärke	größte		Fläche <i>m</i> ²	Gewicht <i>kg/m</i> ²
	Länge	Breite		
<i>mm</i>				
4	3·0	1·0	0·60	11
6	3·0	1·0	2·50	19
7	3·0	1·0	2·50	19
8	2·5	1·0	2·00	22
10	2·5	1·0	1·50	28
15	2·0	0·8	1·50	44
20	1·8	0·7	1·20	55
25	1·8	0·7	1·20	65
30	1·8	0·7	1·20	80

Normale Abmessungen:

$$\text{Breite} = 25 \text{ cm} - 1·0 \text{ m}$$

$$\text{Fläche} \geq \frac{1}{2} \text{ m}^2$$

Bei Breiten $< 25 \text{ cm}$ erfolgt ein Aufschlag zum Preise von $20\% / \text{m}^2$.

Abb. 124.

E. Luxfergläser.

1. Luxferprismen.

Da sind quadratische, $10 \times 10 \text{ cm}$ große, 4–8 mm dicke Tafelchen aus weißem Kristallglas, deren Außenseiten glatt oder auch gemustert sind, während die Innenseiten parallele Rippen von der Gestalt dreiseitiger Prismen haben, welche die schräg auffallenden Lichtstrahlen derart brechen, daß sie tiefer in den Raum geleitet werden und dadurch auch die vom Fenster entfernter liegenden Teile desselben erhellen. [124]. Die Rippen liegen \parallel zu einer Seite oder \parallel zur Diagonale.

Die Verbindung der einzelnen Glasplatten miteinander erfolgt auf elektrolytischem Wege durch Kupferfassungen. Sie ist nicht nur außerordentlich dicht und gegen Witterungseinflüsse unempfindlich, sondern auch feuerbeständig.

2. Luxferglas.

Das sind bis 80 cm breite und bis 1·80 m hohe Glastafeln, die auf der Innenseite prismatische Rippen wie die Luxferprismen haben (gewalzt).

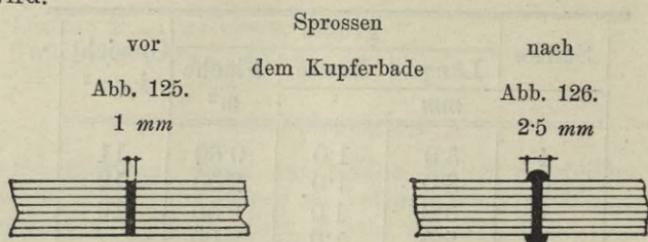
Man versetzt sie wie gewöhnliches Fensterglas.

Verwendung: Warenkeller, Fabriken, Krankensäle, Gewächshäuser, also dann, wenn weniger eine konzentrierte Beleuchtung einzelner Plätze als eine gleichmäßige Erhellung angestrebt wird.

Luxferglas ist billiger als die Luxferprismen.

F. Elektroglas.

Darunter versteht man irgend ein Glas, das wie die Luxferprismen auf elektrolytischem Wege mittels Kupferfassungen [125, 126] zusammengehalten wird.



Es ist feuersicher, da es, auch wenn es Risse bekommt, nicht eher zerfällt, als bis die Kupferfassung schmilzt.

Verwendung: auch als Ersatz für Bleifassungen.

II. Glasziegel

Glasbausteine.

Sie geben einen Ersatz für künstliche und natürliche Steine, wenn die Konstruktion lichtdurchlässig sein soll.

1. Glashohlsteine

von Falconnier.

Das sind hohle Körper aus Glas, die eine vollkommen geschlossene Oberfläche besitzen.

Abb. 127.

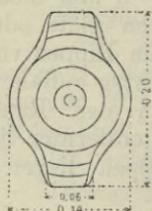


Abb. 128.

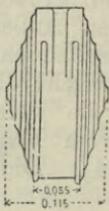


Abb. 131.

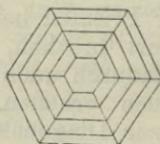


Abb. 132.

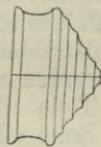


Abb. 133.

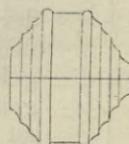


Abb. 129.

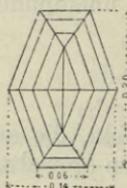


Abb. 130.

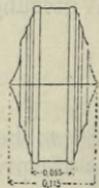


Abb. 134.

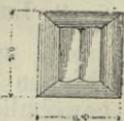


Abb. 135.



Abb. 128, 130, 132, 133, 135: Seitenansichten zu den Abb. 127, 129, 131, 134.

Man stellt sie her aus geblasenem Glase, gewöhnlich aus hellem, gehärtetem, halbweißem Glase; wo eine größere Helligkeit oder ein

schöneres Aussehen verlangt wird, aus weißem Glase, sonst auch aus gefärbtem (gelb, blau, grün, opal).

Verwendung: Fenster, Wände, Decken und Dächer, die sich dann durch ein hübsches Aussehen auszeichnen.

Sie geben ein stark zerstreutes Licht, sind nicht durchsichtig, sondern bloß durchscheinend, haben eine sehr große Dauer; isolieren gut gegen Wärme, Kälte, Feuchtigkeit, Staub, Elektrizität und Lärm, und ein Anlaufen oder Gefrieren tritt nicht ein. Infolge ihrer großen Festigkeit sind sie sehr widerstandsfähig gegen Hagel und gestatten ein Betreten. Bei Eindeckungen von geringer Weite sind stützende Eisenkonstruktionen in der Regel entbehrlich.

Ebene Flächen aus Glashohlsteinen sind gewöhnlich nicht teurer als eine doppelte Verglasung aus starkem Fensterglas; Deckungen stellen sich meistens billiger.

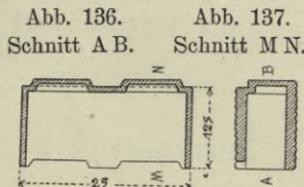
Verwendung	Nr.	Gewicht eines Glashohl- steines <i>kg</i>	1 <i>m</i> ² erfordert Stück
Stall- und Kellerfenster kleine ebene Wandflächen	6	0·40	100
gewöhnliche Wölbungen	7	1·20	45
	7½	0·850	67
größere ebene Wandflächen	8	0·70	60
	9	0·70	60
größere Wölbungen	10	1·70	45
	11	1·00	67

Bindemittel: 1 Portlandzement + ½ Weißkalk + 3 Sand.

2. Glashartguß-Mauersteine

von Siemens.

Sie sind halbweiß und hohl oder massiv und so groß wie die gewöhnlichen Mauerziegel.



3. Glashartguß-Wandverkleidungsplatten

von Siemens.

Dicke: 1·5, 2·2 oder 2·5 *cm*.

Seitenfläche: 22 × 22 *cm*, sonst wie (2).

Verwendung: Verkleidung von Wänden.

4. Glasdachziegel.

Um einen Lichtzutritt in Dachbodenräumen zu ermöglichen, ohne ein Fenster anbringen zu müssen, verwendet man aus Glas gegossene Glasdachziegel, welche dieselbe Gestalt und Größe wie die Ton-, Flach- und Falzziegel, oder wie Schieferplatten haben.

Abb. 138.

Luxfer-Glasflies,
zum Einlegen in
Multiprismen-
Rahmen.

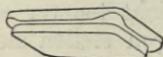
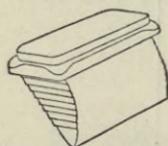


Abb. 139.

Luxfer-Multiprisma.



5. Luxfer-Glasfliese und Luxfer-Multiprismen.

Luxfer-Glasfliese sind ebene Platten aus weißem Glas, welche auf der Unterseite mit Diamantquadern versehen sind, die das einfallende Licht nur wenig zerstreuen und das Durchsehen verhindern, ohne Licht zu absorbieren.

Multiprismen sind prismatische Glasziegel, die eine Brechung der Lichtstrahlen hervorrufen.

Beide werden in eiserne Rahmen mittels Zement versetzt.

Größen: $63 \times 63 \times 20$ bis $360 \times 360 \times 35$ mm.

Verwendung: Oberlichten, namentlich zur Abdeckung von Lichtschachtöffnungen in den Trottoirs.

IX. Kapitel.

Asphalt.

Der *Asphalt* (das Erdpech) kommt in der Natur selten als reines bituminöses Harz (Erdharz, Bergteer) vor. Gewöhnlich ist er mit Sand, Kalk, Ton, Mergel usw. vermenget und mit diesen zum *Asphaltstein* zusammengebacken.

Der Asphalt ist sehr weich und elastisch, ein schlechter Wärmeleiter und wasserundurchlässig. Er brennt mit leuchtender, stark rußender Flamme. Bei 20—40° C wird er plastisch und bei 100° C schmilzt er.

§ 1. Asphaltstein.

Das ist ein Kalkstein, der von Bitumen gleichmäßig durchdrungen ist. Erhitzt, zerfällt er; unter Druck und Erkältung backt er wieder zusammen. Man gewinnt aus ihm durch Auskochen mit heißem Wasser oder durch Ausschmelzen den Asphalt.

Gehalt des Asphaltsteines an Bitumen.

Fundort	Gehalt an Bitumen %
Val de Travers, Kanton Neuchâtel . .	12—15
Seyssel, Departement de l'Ain	9
Bastennes, Departement des Landes . .	6—12
Insel Trinidad	
Limmer bei Hannover	17
Lobsann	20
Vorwohle bei Braunschweig	8·5
Iberg am Harz	12

§ 2. Goudron.

Wenn man das aus dem Asphaltstein gewonnene Bitumen reinigt, so erhält man *Goudron* (Asphaltteer). Es erstarrt bei 10° C und wird bei 40—50° C flüssig.

§ 3. Asphaltmastix.

Das reine Bitumen wird nicht unmittelbar verwendet, sondern vorher in *Asphaltmastix* umgewandelt, indem man in einem Kessel reines Goudron auf 180° C erhitzt, dann unter stetem Umrühren auf 3 mm Korngröße

zerkleinerten Asphaltstein zusetzt und die geschmolzene Masse in 25—30 kg schwere Blöcke (Brote) gießt. Der Asphaltmastix kann beliebig oft geschmolzen werden, nur soll man jedesmal etwas Goudron beimischen.

§ 4. Künstlicher Asphalt.

Darunter versteht man künstliche Mischungen aus reinem Kalkstein oder magerem Asphaltstein mit reinem Goudron.

Goudron und Asphaltmastix werden nachgeahmt und ersetzt durch Braun- oder Steinkohlenpech, die Rückstände von Schmieröl-, Paraffin- oder Petroleum-Destillation, Petroleumteer u. dgl. als Zusätze zu Trinidadasphalt.

§ 5. Technische Eigenschaften.

1. Gewicht (kg/cm^3).

Asphalt	1070—1160 (1100)
Asphaltstein	2150
Trinidadasphalt	1380
Goudron	1310
Asphaltmastix	2280
Braunkohlenpech	1200
Stampfasphalt	2040*)—2230 (1800)
Gußasphalt	1966—2020 (1600)
„	2100*) mit Riesenschotte.

*) Normalien des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines.

2. Festigkeit.

Zugfestigkeit des Asphalts	25—36·75 (kg/cm^2)
Druck „ „ „	52—148 „

§ 6. Verwendung.

Man verwendet den Asphalt hauptsächlich für:

- I. Isolierschichten,
- II. Bodenbeläge.

1. Gußasphalt.

(Asphalte coulé.)

Asphaltmastix wird unter Zusatz von 3—5% Goudron bei 150—170° C geschmolzen, worauf man reinen, lehm- und sandfreien 4—6 mm großen Kies oder erbsengroßen Sand zusetzt. Dann gießt man die geschmolzene Masse, ebnet sie und bestreut sie mit feinem 7 mm großem Sand.

Gußasphalt ist billiger, leichter herzustellen, aber minder fest als Stampfasphalt.

2. Stampfasphalt.

(Asphalte comprimé.)

Asphaltstein wird gepulvert, gesiebt, bis auf 130° C erhitzt, in geschmolzenem Zustande ausgegossen und hierauf gestampft oder gewalzt.

Stampfasphalt ist besser und fester als Gußasphalt, aber auch teurer.

Es wird auch Asphaltpulver aufgetragen und mit heißen Walzen zusammen gepreßt.

3. Asphaltplatten.

Roher Asphaltstein wird gepulvert, erhitzt, in Formen zu Platten gegossen und gepreßt. Diese Platten sind 25 cm lang und breit; glatt oder geriffelt.

Damit sie sich an ihre Unterlage gut anschmiegen, erwärmt man sie vor dem Verlegen an der Sonne oder in heißem Wasser.

Die Fugen füllt man aus mit einem Kite aus Asphaltmastix, den man in Bitumen schmilzt.

Asphaltfilzplatten.

Breite: 81 cm

Länge: gewöhnlich 3 m

Verwendung: namentlich für Isolierungen.

7 mm stark: horizontale Isolierschichten.

5 " " vertikale " "

4. Beschaffenheit der Asphalttschichten.

Verwendung	Unterlage	Beschaffenheit
	der Asphalttschichte	
Straßenpflaster	10—20 cm, meist 18 cm stark. Zementbeton a. 1 Portlandzement + 3 reiner Flußsand + 5 Schotter.	A. 5 cm starker Stampfasphalt B. I. Lage: 5 cm } starker II. " 3-5 " } Gußasphalt A.
Fußwege, Trottoirs, Tor - Einfahrten, Höfe, Perrons, Terrassen, Malz- tennen, Fabriks- und Stallfußböden	6—15 cm starker Zementbeton — wie oben. B. Ziegelrollschicht. C. doppelte Ziegelflachs- schicht. B und C werden in Zementmörtel verlegt. D. Bruchsteinpflaster mit Zementfugenverguß (insbesondere für Ställe). E.	1'5—4 cm starker Stampfasphalt B. 2—1'3 bis 1'5 cm starker Gußasphalt. C. Asphaltplatten aus Stampfasphalt in Mörtel gebettet. 3 cm stark für Fußwege, 4'5—5 cm stark für Tor- einfahrten Asphaltplatten aus Gußasphalt als Ersatz für Gußasphalt 1'5—4'5 cm stark für Fuß- wege, Höfe, Keller, Ställe, Scheunen
	bei schwachem Verkehr: Mörtelguß bei starkem Verkehr: 8 cm starke Betonschicht	

Verwendung	Unterlage	Beschaffenheit
	der Asphaltschicht	
Fußböden über Balkendecken	Über die Schuttschichtung legt man:	
	<p>A. eine Lage Dachpappe. Darauf gibt man eine 2 cm hohe Sand- oder Lehmschicht.</p> <p>B. festgestampften Lehm, darüber eine einfache oder doppelte in verlängertem Zementmörtel verlegte Ziegelflachschihte.</p>	2—1·0 bis 1·5 cm starke Lagen
Abdeckungen von Gewölben	Mörtelguß	1·5—2·5 cm Asphaltguß
Wasserdichte Keller-Fußböden	trockener, reiner Sand, Kies, Lehm oder Ton; darüber Ziegelpflaster oder eine 6 bis 15 cm starke Zementbetonschicht	Asphaltguß
Terrassen, Balkone, Altane	8 cm starke Betonunterlage	2—4 cm starker Asphaltguß
Waschküchen, Bäder, Pissours, Lichthöfe	5 cm starke "	1—2 cm starker Asphaltguß aus 5 Gewichtsteilen Asphaltmastix + 1·5—1 Goudron + 2 Sand a) horizontale Isolierschichten: 1·5 cm stark b) vertikale Isolierschichten: 0·75 cm stark
Isolierschichten		

5. Asphalt-Pflasterplatten }
6. Asphalt-Granitblöcke } s. II. Teil, Seite 350.

X. Kapitel,

Farben.

I. Lasurfarben.

Man kann sie nicht auf Kalkgrund und nur teilweise zu Ölfarben verwenden; vorzugsweise benützt man sie zum Beizen und Färben.

II. Deckfarben.

1. Wasserfarben.

Der Farbstoff wird in Wasser aufgelöst. Damit sie fester haften, setzt man noch zu: Firnis, Leimwasser oder Kalk. Ein Zusatz von Kali oder Sodalaugel ergibt einen gleichmäßigeren Anstrich.

2. Leimfarben.

Als Grundfarbe für sie nimmt man bei gröberen Arbeiten Schlemmkreide, bei feineren Arbeiten Barytweiß.

3. Ölfarben.

Sie sind widerstandsfähiger und wirkungsvoller als die Wasserfarben. Man macht sie an mit

- a) Leinöl. Durch Zusatz von Sikkativ wird das Erhärten beschleunigt; ein Zusatz von Terpentin macht die Farbe flüssiger,
- b) in Terpentin aufgelöstem Wachs (Wachsfarben).

4. Lacke.

Man erhält sie dadurch, daß man den Ölfarben Harze zusetzt u. dgl.



Seitenweiser.

A.

Abbinden des Mörtels 109.
Abbindeverhältnisse 144.
" zeit 145.
Abnützung der Steine 53.
Abraum 67.
Achteckeisen 202.
Ätzen von Glas 229.
" " Steinen 72.
Ätzkalk 111.
Alaungips 140.
Albolith 142.
Anlaßfarben 182.
Anstriche für Eisen 185.
" " Holz 11, 13.
" " Steine 71.
Argentan 225.
Asbestit 107.
" kitt 151.
" zement 151.
" " steine 103.
Asphalt 239.
" filzplatten 241.
" mastix 239.
" platten 241.
" stein 239.
Auswintern 74.

B.

Bandeisen 203.
Bast 7.
Bauholz 17.
Bauxitziegel 94.
Bearbeitbarkeit der Steine 57.
Beizeisen 69.
Belageisen 208.
Bergfeuchtigkeit 59.
Beton 152.
Bimssandstein 99.
Bindekraft des Mörtels 147.
Bitumelith 142.
Bitumen 239.
Blech, Blei- 219.
" , Eisen- 188.
" , Kupfer- 216.
" , Zink- 221.
Blei 218.
" glas 228.
Bödseite 19.
Bohlen 20.
Bohlstämmе
bombirtes Wellblech 199.

Boraxgips 140.
Borde 19.
Bossiereisen 69.
Brand 16.
Breiteisen 69, 203.
Brennen von Kalk 112.
" " Ziegeln 77.
Brennöfen 77.
" stube 80.
Bretter 19, 23.
Britanniametall 225.
Bronze 224, 226.
Bruchfeuchtigkeit 59.
" stein 67.
Brunnenziegel 85.
Buckelplatten 200.

C.

C-Eisen 205.
Chromitziegel
Coalithplatten 106.

D.

Dachziegel 76.
Dämpfen der Ziegel 83.
Darrprobe 146.
Dauer von Holz 14.
" " Stein 58.
dekoriertes Glas 229.
Deltametall 225.
Dickten 19.
Dielen 19.
Dinasziegel 94.
Dolomitzement 142.
" ziegel 94.
Doppel-T-Eisen 203.
Drahtglas 234.
Drehwuchs 16.
Durcharbeiten 75.
Durchtreten 75.

E.

Eisen 167.
Elastizität von Beton 158.
" " Eisen 177.
" " Holz 28.
" " Stein 31.
Elektroglass 236.
Engobieren 83.
Erhärtungsbeginn 145.
Eternitschiefer 103.

F.

Fällen der Bäume 16.
 Fällzeit 16.
 Fäule, Ast- 15.
 „ , Kern- 15.
 „ , Ring- 16.
 „ , Rot- 15.
 „ , Splint- 15.
 „ , Weiß- 16.
 Fäulnis 11.
 Falconnier 236.
 Farben 243.
 Fassoneisen 201.
 Fayence 73.
 feinjähriges Holz 6.
 Feldöfen 75, 113.
 Fenstereisen 213.
 Festigkeit von Asphalt 240.
 „ „ Beton 160.
 „ „ Eisen 177.
 „ „ Gips 139.
 „ „ Glas 230.
 „ „ Holz 29.
 „ „ Mörtel 115, 119, 121, 125,
 130, 133, 135.
 „ „ Stein 32.
 „ „ Ziegeln 96.
 Festmeter 17.
 fetter Kalk 112.
 Feuer, Schutz gegen
 bei Holz 13.
 „ Eisen 186.
 Flacheisen 202.
 Flader 6.
 Fläche 69.
 Flansch 203.
 Flintglas 228.
 Flußeisen 175, 184.
 „ stahl 175, 184.
 Formsteine 86.
 Friese 19.
 Frostbeständigkeit 60.
 Fuge, Lager- 82.
 „ , Stoß- 82.
 Furniere 19.
 Fußtafeln 19.

G.

Ganisterziegel 94.
 Ganzholz 17.
 Gargruben 75.
 geblasenes Glas 232.
 Gestätte 74.
 Gestein des Mörtels 109.
 Gewicht von Asphalt 240.
 „ „ Beton 158.
 „ „ Eisen 176.
 „ „ Gips 137.
 „ „ Glas 230.
 „ „ Holz 27.
 „ „ Mörtel 115—137.
 „ „ Sand 110.
 „ „ Stein 32—54, 61.
 „ „ Ziegeln 95.

Gewicht von Ziegelmauerwerk 95.
 Gewinnung der Bausteine 66.
 Gewölbbziegeln 84.
 Gips 136.
 „ dielen 103.
 „ marmor 141.
 „ schlackenplatten 104.
 „ stuck 141.
 Gispfen 229.
 Glas 228.
 „ bausteine 236.
 „ dachziegel 233.
 „ fliese 233.
 „ hohlsteine 237.
 Glasieren der Ziegel 83.
 Glassteine 236.
 „ ziegel 237.
 Glühfarben des Eisens 182.
 Goudron 239.
 Gravieren des Glases 229.
 grobjähriges Holz 6.
 Grobmörtel 152.
 Grundierung 185.
 Gußeisen 168, 182.
 Gußglas 233.

H.

Hackelsteine 67.
 Hängeblech 200.
 Halbisen 69.
 Halbholz 17.
 Halbporzellan 73.
 Handschlagziegel 75.
 Hartglas 234.
 Hausteine 67.
 Hoffmannscher Ringofen 78.
 Hohldielen 105.
 „ ziegel 90.
 Holz 5.
 „ ringe 6.
 „ schwamm 10.
 „ seilbretter 106.
 „ sortimente 22.
 hydraulischer Kalk 118.
 hydraulische Zuschläge 130.
 Hydrosandstein 99.
 Hygiol 107.
 Hylol 107.

I.

I-Eisen 203.
 Imprägnieren 11.
 Inanspruchnahme, zulässige, von
 Beton 165.
 Eisen 178.
 Holz 30.
 Stein 56.
 Ziegeln 96.
 Ironbricks 99.

J.

Jahresringe 6.
 Jalousie-Wellblech 198.

K.

Kalk 111.
 „ brei 112.
 „ , gebrannter 111.
 „ , gelöschter 111.
 „ gruben 113.
 „ Hydrat 111.
 „ milch 112.
 „ öfen 113.
 „ sandsteine 98.
 „ sandziegel 98.
 „ stuck 117.
 „ teig 112.
 „ wasser 112.
 „ zementmörtel 129.
 „ ziegel 98.
 Kantholz 17.
 Kathedralglas 234.
 Keenes Zement 140.
 Keilziegel 84.
 Kennzeichen der Güte bei
 Glas 229.
 Stein 66.
 Ziegel 84.
 Kern der Stämme 7.
 Kies 67.
 Klassifikation der Bausteine 66.
 Kleineisen 205—213.
 Klinker 73.
 Kochprobe 147.
 Kokolithplatten 106.
 Kokosgipsdielen 106.
 Koksziegel 94.
 Konferenzen, internationale 3.
 Korksteine 100.
 Kraushammer 69.
 Krebs 16.
 Kreideglas 232.
 Krenzholz 17.
 Kristallglas 232.
 Krönelhammer 69.
 Kropf 16.
 Kuchenprobe 146.
 Kunstsandsteine 99.
 Kupfer 216.

L.

Laden 19.
 Lapidit 107.
 Latten 21.
 Lattstämme
 Legierungen 224.
 Legnolith 107.
 Lehm 74.
 „ barren 97.
 „ mörtel 97.
 „ patzen 97.
 „ steine 97.
 Lochziegel 90.
 Löschen des Kalkes 114.
 Löschiegel 100.
 Löten 214.
 Loriotscher Mörtel 118.
 Lot 214.

Lot, Hart- 214.
 „ , Schlag- 214.
 „ , Weich- 214.
 Luftdurchlässigkeit 63.
 „ kalk 111, 115.
 „ trocken 10.
 „ ziegel 97.
 Luxferglas 235.
 „ prismen 235.

M.

Macks Gipsdielen 104.
 „ Zementgips 140.
 Mac Lean-Zement 140.
 magerer Kalk 112.
 Magnalium 225.
 Magnesiakalk 142.
 „ „ zement 142.
 „ zement 142.
 Magnesitziegel 94.
 Majolika 73.
 Marezzomarmor 141.
 Mark 7.
 „ strahlen 7.
 Marmorzement 140.
 Maschinziegel 75.
 Maser 6.
 Mastix, Asphalt- 239.
 Mattglas 229.
 Mauerziegel 82.
 Mediazement 142.
 Meiler 75, 113.
 Messing 224.
 Mettlacher Fliese 73.
 Mörtel 108.
 „ speise 108.
 Mondglas 233.
 Multiprismen 238.
 Musselnglas 229.

N.

Neomarmor 141.
 Neusilber 225.
 Normalien 3.
 Normalsand 110.
 Nuteisen 69.

O.

Öfen, Brenn-, für Kalk 113.
 „ „ „ Ziegel 77.

P.

Papyrolith 107.
 Pariazement 140.
 Parkettolith 107.
 Permeabilität 63.
 Pflasterziegel 85.
 Pfosten 20.
 Planken 20.
 Polieren von Glas 229.
 „ „ Steinen 71.
 poröse Ziegel 90.
 Porosität 63.
 Portlandzement 123.

Porzellan 73.
 Preßhartglas 234.
 Profilsteine 86.
 Prüfung von Eisen 182.
 „ „ Glas 229.
 „ „ hydraulischen Bindemitteln 143.
 „ „ Stahl 184.
 Prüfungsanstalten 2.
 Puzzuolanerde 131.

Q.

Quadern 67.
 Quadranteisen 208.
 Quadranteisen 202.
 Quarzziegel 94.
 Quellen des Holzes 18.

R.

Raummeter 17.
 Reibungskoeffizienten 181.
 Reliefstück 117.
 Richtscheit 68.
 Riemen 19.
 Riffelblech 190.
 Rinde 7.
 Ringöfen 78.
 Rippenblech 190.
 „ glas 229.
 Risse, Frost- 16.
 „ , Wald- 16.
 Roheisen 168.
 „ glas 233.
 Rohre, gußeiserne 170.
 Rollbalkenblech 198.
 Romanzement 120.
 Rost. Schutz gegen 185.
 Rundeisen 202.
 Rundholz 17.

S.

Säulen, gußeiserne 173.
 „ eisen 208.
 Saftgehalt 7.
 Sand 67, 109.
 „ steinziegel 98.
 Santorinerde 131.
 Scagliol 140.
 Schachtofen 113.
 Schamottemörtel 151.
 „ ziegel 94.
 Scharriereisen 69.
 Schichtsteine 67.
 Schieber 78.
 Schilfbretter 105.
 Schindel 21.
 Schlackenbeton 154.
 „ zement 135.
 „ ziegel 99.
 Schlägel 69.
 „ schotter 67.
 Schlag 68.
 Schlageisen 69.

Schlagen der Ziegel 75.
 Schleifen von Glas 229.
 „ „ Steinen 71.
 Schlemmen 75.
 Schlieren
 Schließen, Rast- 18.
 „ eisen 203.
 schmiedbares Eisen 174.
 Schmiedeeisen 174, 188.
 Schnittholz 19.
 „ steine 67.
 Schotter 67.
 Schwamm 13.
 Schwarzblech 188.
 Schweißen 215.
 Schweißisen 174.
 „ stahl 175.
 Schwemmstein 99.
 Schwinden 10.
 Scottscher Zement 118.
 Sechseckeisen 202.
 Selenitmörtel 118.
 Sicherheitsgrad 55.
 Siehmon- und Rostscher Ringofen 81.
 Siemensches Drahtglas 234.
 „ Preßhartglas 234.
 Solinglas 232.
 Sorel-Zement 142.
 Sortiment, Holz- 22.
 Spaltholz 21.
 Sparkalk 118.
 Spiegelglas 232, 234.
 Spitzeisen 69.
 Spitzer 69.
 Splint 7.
 Spreutafeln 105.
 Stabeisen 201.
 Staffel 20, 21.
 Stahl 175.
 „ blech 188.
 Stangeneisen 201.
 Staubhydrat 111.
 Steg 203.
 Stegzementdielen
 Steinbruch 67.
 Steine 31.
 „ , gebrannte 73.
 „ , künstliche 73.
 „ , natürliche 31.
 „ , ungebrannte 97.
 Steingut 73.
 „ holz 106.
 „ metzarbeiten 68.
 „ zeug 73.
 Stockhammer 69.
 Stollen 20.
 Stolltes Stegzementdielen
 Streckmetall 190.
 Streichen der Ziegel 75.
 Stucco 117.
 Stuck 141.
 Stukkaturblech 200.
 Sturzblech 188.
 Sumpf 75.

T.

Tafelglas 232.
 T-Eisen 207.
 Terrakotta 73.
 Tombak 224.
 Tonnenblech 200.
 Torgament 107.
 Tragnetzblech 190.
 Traß 131.
 Tripolith 141.
 Trockenschupfen 77.
 Trogblech 200.
 Tuffsteine 99.
 „ ziegel 99.

U.

Überfangglas 229.
 U-Eisen 205.
 Universaleisen 200.

V.

Verblendziegel 85.
 Verkleidungziegel 85.
 verlängerter Zementmörtel 118.
 verlorener Zementmörtel 118.
 Versuchsanstalten 3.
 Vierkanteisen 202.
 Volumenbeständigkeit 145.
 Vulkanglas 234.

W.

Wärmeleitungsfähigkeit 65.
 wahnkantig 17.
 waldkantig 17.
 Walzenglas 232.
 Wasseraufnahmefähigkeit 63.
 Weißblech 188.
 „ fäule 16.
 „ guß 225.
 „ kalk 111, 115.
 „ metall 225.
 „ stuck 141.
 „ zement 142.
 Wellblech aus Eisen 191.
 „ „ Zink 222.

Werfen des Holzes 10.
 Werksteine 67.
 Werkzeuge, Steinmetz- 69.
 Winkeleisen 210.
 Wölbblech 200.

X.

Xylolith 106.

Z.

Zahneisen 69.
 Z-Eisen 206.
 Zementdachplatten 101.
 „ dielen 102.
 „ gips 140.
 „ kalk 120.
 „ platten 101.
 „ röhren 101.
 „ steine 101.
 Ziegel 73.
 „ brennöfen 77.
 „ , Brunnen- 85.
 „ , Dach- 76.
 „ ei 74.
 „ erzeugung 74.
 „ , Gewölb- 84.
 „ , Handschlag- 75.
 „ , Hohl- 90.
 „ , Keil- 84.
 „ , Luft- 97.
 „ , Maschin- 76.
 „ , Mauer- 75.
 „ mehlzement 136.
 „ , Pflaster- 85.
 „ , poröse 90.
 „ , Tuff- 99.
 „ , Verblend- 85.
 „ , Verkleidungs- 85.
 „ , Voll- 81.
 Zink 220.
 „ zement 142.
 Zinn 223.
 Zoll, Steinmetz- 68.
 „ , Werk- 68.
 Zorèseisen 208.
 Zweispitz 69.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



II-351695

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000299171