

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



L. inw.

1774

LEHRBÜCHER FÜR
LEHRER AN
WERKSCHULEN

HERAUSGEBER:
GIRNDT IN MAGDEBURG

— 33 —



M. PREUSS

DIE AUSFÜHRUNG VON
EISENBETONBAUTEN



VERLAG VON B. G. TEUBNER IN LEIPZIG UND BERLIN

DER UNTERRICHT AN BAUGEWERKSCHULEN

EINE SAMMLUNG VON LEITFÄDEN

HERAUSGEBER:

PROFESSOR M. GIRDT

GERECHTER AN DER KGL. BAUGEWERKSCHULE ZU MAGDEBURG.

A. Hochbau

- | | |
|---|---|
| Baukonstruktionslehre. Von O. Frick und K. Knöll. | Gestaltungslehre. Von O. Frick. |
| Bürgerliche Baukunde. Baupolizei. Von C. Bussé. | Veranschlagen von Hochbauten. Von G. Blume. |
| Gewerbliche Baukunde. Von L. Comparé. | Bauführung. Von M. Gebhardt. |
| Landwirtschaftliche Baukunde. Von A. Schubert. | Umbauten und Wiederherstellungsarbeiten. Von M. Gebhardt. |
| | Feldmessen und Nivellieren. Von G. Volquards. |

B. Tiefbau

- | | |
|--|--|
| Städtischer Tiefbau. (Bebauungspläne, Stadtstraßenbau, Wasserversorgung, Stadtentwässerung.) Von R. Gürschner und M. Benzel. | Brückenbau. Von A. Schan. |
| Eisenbahnbau. Von A. Schan. | Wasserbau. Von F. Frosow. |
| | Erdb- und Straßenbau. Von H. Knauer. |
| | Feldmessen des Tiefbautechnikers. Von H. Friedrichs. |

C. Hoch- und Tiefbau

- | | |
|---|--|
| Baustofflehre. Von K. Jessen und M. Girtdt. | Mathematische und technische Tabellen. Von M. Girtdt und A. Liebmann. |
| Grundbau. Von M. Benzel. | Logarithmen- u. Kurventafeln für Tiefbau. Von M. Girtdt und A. Liebmann. |
| Statik. Von A. Schan. | Bautechnische Algebra. Von M. Girtdt. |
| Eisenkonstruktion. Von A. Göbel. Neubearbeitet von O. Henkel. | Sammlung bautechn.-algebraischer Aufgaben. Von M. Girtdt. |
| Ausführung von Eisenbetonbauten. Von M. Freuß. | Raumlehre für Baugewerkschulen. Von M. Girtdt. |
| Berechnung von Eisenbetonbauten. Von P. Wgiske. | Rechenbuch für Baugewerkschulen. Von Fr. Mensing. |
| Zeichenschlüssel. Von V. Horig. | Deutsch u. Geschäftskunde. Von P. Niehus, K. Hode u. Fr. Mensing. |
| Bautechnische Physik. Von P. Himmel. | |
| Bautechnische Chemie. Von M. Girtdt. | |

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000297180

VER

LEIPZIG UND BERLIN

J. v. L.

DIE AUSFÜHRUNG VON EISENBETONBAUTEN

ALS LEITFADEN FÜR DEN UNTERRICHT
AN BAUGEWERKSCHULEN

BEARBEITET VON

MARTIN PREUSZ

KGL. OBERLEHRER IN BRESLAU

MIT 31 ABBILDUNGEN



LEIPZIG UND BERLIN

DRUCK UND VERLAG VON B. G. TEUBNER

1912

G. 19 a
106.

xxx
1064

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

II 1174

ALLE RECHTE, EINSCHLIESSLICH DES ÜBERSETZUNGSRECHTS, VORBEHALTEN.

Akc. Nr. 318/49

VORWORT.

Kein Lehrbuch, kein Handbuch, sondern nur ein Leitfaden für den Unterricht, der dem Schüler das Wesen des Eisenbetonbaues erklären und ihn zum Verständnis der eigenartigen Verbundwirkung zwischen Zement und Eisen in den einfachen Bauteilen erziehen soll. Daher die ausführliche Behandlung der Grundlagen und der einfachsten Bauteile, auf die der Unterricht und später die eigene Selbstbelehrung alles Weitere aufbauen muß. Wer deshalb einen einzelnen Abschnitt herausgreift, wird manches vermissen — alles das, was der Unterricht bereits gebracht hat. Dem Zweck des Leitfadens entspricht auch die geringe Zahl der Abbildungen; nur das ist dargestellt, was sich nur unklar oder umständlich beschreiben läßt. Was der Schüler als geistiges Eigentum erwerben soll, muß er selbst zeichnerisch durcharbeiten, indem er aufmerksam dem Entstehen der Tafelskizze des Lehrers folgt. Der Besitz der Skizze im Leitfaden verleitet Manchen zu Flüchtigkeit und Unaufmerksamkeit.

Die Herausgabe des Leitfadens hat lange auf sich warten lassen; es waren hierfür hauptsächlich zwei Gründe maßgebend. Einmal erschien es angebracht, wirklich zu erproben, wieviel in der vom Lehrplan eingeräumten Zeit gebracht werden kann. Mit Sicherheit die Abschnitte I, II und III, von denen I nur eine etwas erweiterte Wiederholung aus der Baustofflehre ist. Der Inhalt des Abschnittes V wird im allgemeinen bei der Besprechung der einzelnen Teile des Abschnittes III miterledigt werden können. Nach meinen Erfahrungen wird es auch meist möglich sein, die besonderen Bauteile des Abschnittes IV zu besprechen und an einfachen Skizzen kurz zu erklären. — Der zweite Grund war der, daß gerade im letzten halben Jahre eine ganze Reihe wichtiger Veröffentlichungen des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton zu erwarten war. Da uns trotz aller Wissenschaft das Wesen des Eisenbetons immer noch ziemlich unbekannt ist, so erschien es dringend geboten, diese Versuchsergebnisse abzuwarten. Es konnte auf diese Weise noch Heft 16 der Veröffentlichungen berücksichtigt werden.

Schließlich möchte ich noch alle Fach- und Amtsgenossen bitten, mich auf Irrtümer, Verbesserungen u. dgl. aufmerksam zu machen.

Die Berechnung von Eisenbetonbauten ist in derselben Sammlung erschienen: Heft 17 bearbeitet vom Direktor Herrn **Dr. Ing. Paul Weiske**.

BRESLAU XVI, im September 1911.
Kaiserstraße 76.

MARTIN PREUSZ.

INHALT.

	Seite		Seite
Vorwort	III	B. Plattenbalken	33
I. Die Baustoffe.		C. Unterzüge	37
A. Der Beton	1	D. Stützen	41
1. Die Rohstoffe	5	E. Schalungen und Rüstungen	45
2. Das Mischungsverhältnis	6	F. Die Herstellung	50
3. Die Herstellung des Betons	8	G. Ausrüsten, Ausschalen und weitere Behandlung	53
4. Die Verarbeitung des Betons	9	IV. Einige besondere Bauteile.	
B. Das Eisen	11	A. Balkone und Erker	55
1. Die Eisensorten	11	B. Treppenstufen und Treppen	57
2. Querschnitte der Einlagen	12	C. Fenster- und Türsturze	61
3. Das Zurichten der Eisen	14	D. Unterzüge unter Wänden	63
4. Stöße der Eisen	18	E. Grundbauten	63
II. Das Zusammenwirken von Beton und Eisen.		F. Stützmauern und ähnliche Mauern	66
A. Die Haftfestigkeit zwischen Beton und Eisen	19	G. Kleine Brücken	67
B. Anordnung und Wirkung der Einlagen	20	V. Entwerfen, Veranschlagen und Bauführung.	
1. Wärmeänderung	20	A. Entwerfen	68
2. Zugkräfte	20	B. Veranschlagen	71
3. Druckkräfte	21	C. Die Bauführung	74
4. Schubkräfte	23	VI. Zusammenstellung der angeführten Formeln und deren Bedeutung.	
5. Biegung	25	Sachverzeichnis	
6. Knicken	26	Erwähnte Bücher und Zeitschriften	
7. Verdrehung	26	Erwähnte besondere Baustoffe	
III. Einfache Bauteile.			
A. Platten	27		
1. Frei aufliegende Platten	27		
2. Durchlaufende Platten	30		

Abkürzungen.

- EBB 07 = Bestimmungen für die Ausführung von Konstruktionen aus Eisenbeton bei Hochbauten vom 24. Mai 1907.
- Z. d. B. = Zentralblatt der Bauverwaltung.

I. Die Baustoffe.

A. Der Beton.

Der zum Eisenbetonbau verwendete Beton ist ein Gemisch von Portlandzement, Sand und Kies, an dessen Stelle in selteneren Fällen Steinschlag tritt; man kann auch sagen, er ist ein Gemisch von Zementmörtel und den Zuschlägen Kies oder Steinschlag, in dem der Mörtel die Verkittung der gröberen Bestandteile herbeiführt. Nicht zu vergessen ist das Wasser, das zur Lösung und zum Abbinden des Zementes nötig ist.

Die Eigenschaften eines solchen Gemenges sind naturgemäß nicht so einfach zu kennzeichnen wie die eines gleichartigen Baustoffes; Alter und Herkunft des Zementes, Form und Beschaffenheit der übrigen festen Bestandteile, Eigenschaften des Wassers, Mischungsverhältnisse der einzelnen Teile, Art der Mischung und der weiteren Verarbeitung, verschiedene Bedingungen während des Abbindens und das Alter des Betons sind hauptsächlich die Umstände, welche die Eigenschaften bestimmen. Es ist dementsprechend unmöglich, eine bestimmte Eigenschaft zahlenmäßig genau anzugeben; alle Zahlenangaben müssen innerhalb gewisser Grenzwerte schwanken.

Bei Bauteilen kommen folgende Eigenschaften in Frage: Gewicht, Festigkeit und Elastizität, Verhalten gegen Wärme in Bezug auf Längenänderung und Durchlässigkeit, Leitungsfähigkeit für Schallwirkungen, Verhalten gegen Feuchtigkeit und Wasser, gegen Einflüsse von Chemikalien, Säuren, Lösungen, Gasen oder Dämpfen, gegen Stoffe, mit denen der Beton im Baugrund, während des Baues oder im fertigen Gebäude in Berührung kommen kann. Von besonderer Wichtigkeit ist noch das Verhalten gegen offenes Feuer, dem ja schließlich jeder Bauteil bei einem Brande ausgesetzt sein kann.

Das Gewicht des Eisenbetons schwankt zwischen den Zahlen 1800 und 2450 kg/cbm. Die „Bestimmungen für die Ausführung von Konstruktionen aus Eisenbeton bei Hochbauten vom 24. Mai 1907“ — im folgenden immer kurz mit **EBB 07** bezeichnet — schreiben 2400 kg/cbm einschließlich der Eiseneinlagen vor (§ 13, 1), sofern nicht ein andres Gewicht nachgewiesen wird. Dieser Nachweis kann durch Rechnung oder durch Wiegen des fertigen Betons geführt werden; er wird im allgemeinen nur angebracht sein, wenn man einmal besonders leichte Zuschläge verwendet.

Die Festigkeitswerte sind außerordentlich schwankend. Die **EBB 07** gestatten als zulässige Beanspruchungen (§ 16): für Druck in auf Biegung beanspruchten Teilen $\frac{1}{6}$ der Druckfestigkeit, deren Grenzen etwa 120 und 270 kg/qcm sind; für Zug $\frac{2}{3}$ der Zugfestigkeit (selten mehr als 20 kg/qcm) oder bei fehlendem Nachweis der Zugfestigkeit bis $\frac{1}{10}$ der Druckfestigkeit; für Schub $\frac{1}{5}$ der Schubfestigkeit, ohne deren Nachweis 4,5 kg/qcm. In Stützen darf der Beton jedoch nur mit $\frac{1}{10}$ der Druckfestigkeit belastet werden. Die Verschiedenartigkeit der zulässigen Druckwerte in Stützen und bei Biegung ist begründet durch die der einfachen Rechnung wegen in den **EBB 07** angenommene Spannungsverteilung bei Biegung, die von der wirklich auftretenden erheblich abweicht; tatsächlich wird der Beton bei Biegung auch nur mit etwa $\frac{1}{10}$ der Druckfestigkeit beansprucht. Zur Beurteilung der Sicherheit von Eisenbetonbauten ist besonders zu beachten, daß die Druckfestigkeit des Beton nach 2 Jahren etwa doppelt so groß ist wie nach 28 Tagen, die Zugfestigkeit etwa 1,5 mal so groß.

Das Elastizitätsmaß ist außer von den vorher angeführten Umständen noch von der Beanspruchung abhängig und überdies verschieden für Zug und Druck. Für die Berechnung nach den **EBB 07** ist nur die Kenntnis der Elastizitätsziffer für Druck nötig. Die **EBB 07** schreiben vor — unter der Voraussetzung einer mittleren Mischung, einer mittleren Beanspruchung und unter Berücksichtigung der durch die angenommene Spannungsverteilung bedingten größeren Sicherheit — $E_{\text{Beton}} = \frac{1}{15} \cdot E_{\text{Eisen}}$, wenn nicht ein andres Elastizitätsmaß nachgewiesen wird (§ 15, 1). Mit $E_{\text{Flußeisen}} = 2150000$ kg/qcm ergibt sich also $E_{\text{Beton}} = \frac{1}{15} \cdot 2150000 = \text{rd } 143000$ kg/qcm. Die königliche Eisenbahn-Direktion Berlin verlangt bei der Berechnung von Straßen- und Eisenbahnbrücken $E_{\text{Beton}} = \frac{1}{10} \cdot E_{\text{Eisen}}$.

Gegen Wärmeeinflüsse verhält sich der Beton so günstig, daß die Längenänderungen bei mittleren Wärmegraden fast genau dieselben wie beim Eisen sind, so daß eine Trennung der beiden im Eisenbeton verbundenen Stoffe durch Wärmeschwankungen so gut wie ausgeschlossen ist. Die geringen Unterschiede äußern sich in geringfügigen Spannungen. Die Ausdehnungsziffern sind für 1°:

Flußeisen	0,000 012
Kiesbeton	0,000 010.

Bezüglich der Wärmedurchlässigkeit ist zu bemerken, daß Beton ein schlechter Wärmeleiter ist, erfahrungsgemäß aber ein erheblich besserer als gewöhnliches Mauerwerk. Ungünstig wirkt hierbei noch, daß Beton auch dem Durchgang von Luft weniger Widerstand entgegensetzt als Mauerwerk. Die schlechte Wärmeleitung verursacht, daß bei starken Abkühlungen die äußeren Teile sich erheblich schneller zusammenziehen

als die inneren, wodurch bei der geringen Zugfestigkeit an der Oberfläche Risse entstehen müssen.¹⁾

Die Hellhörigkeit der Betondecken gegenüber andern Decken hat weniger ihren Grund in einer vergleichsweise gesteigerten Leitungsfähigkeit des Betons für Schallwirkungen, als vielmehr in der durch die höhere Festigkeit möglichen und daher fast immer ausgenutzten geringen Stärke der Bauteile. Man hilft sich hier am einfachsten durch Sandschüttung. Im allgemeinen genügt eine Stärke von 3 ÷ 4 cm; eine 10 cm starke Sandschicht verschluckt fast jedes unmittelbar an der Decke erzeugte Geräusch. Für das Durchdringen von Geräuschen, die nicht an der Decke, sondern in dem darüber liegenden Raume entstehen (Musik u. dgl.) sind weniger die Decken als vielmehr die Wände verantwortlich zu machen. Bei Zwischenwänden hilft man sich durch Bekleidung mit Tafeln aus Preßtorf, Kork und ähnlichen Stoffen, die auch vielfach in Asphalt verlegt als Deckenbelag Anwendung finden; jedoch stellen sie sich trotz des erheblich leichteren Gewichts teurer als Sandschüttung.

Für Feuchtigkeit ist Beton sehr empfänglich; andererseits verschwindet die aufgenommene Feuchtigkeit bald wieder, z. T. durch chemisches Verarbeiten (Bildung von Silikaten), wobei noch eine Erhöhung der Festigkeit eintritt.

Die Wasserdichtigkeit ist sehr verschieden; sie nimmt wesentlich zu mit der Erhärtungsdauer. Befördern kann man die Dichtigkeit durch Zugabe von Fettkalk. Kommt es darauf an, von vornherein durchaus wasserdichten Beton herzustellen, so gibt man den äußeren Schichten Ceresit, Seccolyth, Aquabar oder ein ähnliches der neueren, ziemlich zahlreichen Dichtungsmittel zu. Geglätteter Zementputz führt auch ohne jeden Zusatz zum Ziel. Die chemische Untersuchung hat gezeigt, daß die dichtenden Bestandteile fast aller Zusätze hauptsächlich Kaliseifen (Schmierseifen) sind; und man hat auf Grund dieser Tatsache in neuerer Zeit verschiedentlich vollkommene Erfolge erzielt, indem man einfach dem Betonwasser Schmierseife (aus bestem Rüböl hergestellte Kaliseife) zugesetzt hat — etwa 2 ÷ 5%. Das Berliner Prüfungsamt hat bereits in den Jahren 1905 und 1906 den Einfluß von Alaun und Seife auf die Wasserdichtigkeit und Festigkeit des Betons untersucht und ist zu folgendem Ergebnis gekommen: Wasserdichtigkeit läßt sich erreichen durch Zusatz von Alaun und Seife oder durch Bestreichen mit den heißen Lösungen. Wie lange die Körper dicht bleiben, steht noch offen. An zugänglichen Stellen kann der Anstrich und damit die Dichtigkeit erneuert werden. Beide Zusätze beschleunigen die Bindezeit (große Vor-

1) Gröber gibt in Heft 104 der „Mitteilungen über Forschungsarbeiten“, herausgegeben vom Verein Deutscher Ingenieure, die Wärmeleitfähigkeit für Ziegelmauerwerk zu 0,35 ÷ 0,38, für Beton (1 : 2 : 2) zu 0,65 ÷ 0,66 an.

sicht bei warmem Wetter!) und setzen die Festigkeit u. U. auf die Hälfte herab (Beton und Eisen, 1911 Nr. 16).

Chemische Einflüsse wirken nachteilig durch Zerstörung des Zementes. Vorsicht ist geboten bei allen Mineralwassern, bei Moorwasser (Gründungen!), Kanalwassern; alle organischen Säuren (Milchsäure, Zuckersäure u. dgl.) zerstören ganz besonders den Zement. Weniger schädlich sind alle Säuren, die mit dem Kalk des Zements unlösliche oder schwer lösliche Salze bilden (z. B. Schwefelsäure, schwefliche Säure, Flußsäure), da durch deren Einwirkung bald eine natürliche Schutzhaut entsteht. Salze und Salzlösungen wirken verschieden: Magnesiumchlorid (im Steinholzbelag enthalten!) zerstört den Zement und ebenso das eingebettete Eisen; ebenso wirken alle schwefelsauren Salze nachteilig. Im Meerwasser ist Portlandzementbeton der geeignetste Baustoff. Gegen Teere und Mineralöle ist Zement unempfindlich. Dagegen wird er von allen fetten Ölen erweicht, indem der Kalk mit den Fettsäuren Kalkseifen bildet. Sehr weiches Wasser oder reines Wasser (destilliert) besitzt ebenfalls eine große Lösungsfähigkeit; deshalb ist auch überall da, wo sich Wasserdampf¹⁾ in größeren Mengen bildet, ein Schutz der Betonflächen zu empfehlen, da sich aus dem Dampf fast chemisch reines Wasser an den Betonflächen niederschlagen kann. Kohlensäure als Gas (Verbrennung!) wirkt erhärtend, in Lösungen jedoch meist schädlich wegen der Bildung des wasserlöslichen Kalziumbikarbonates. Kurz: Vorsicht ist überall geboten! Bei unbekanntem Einflüssen empfehlen sich Versuche! — Bewährte Schutzmittel sind Anstriche mit Siderosthen-Lubrose, Asphaltlack, Schutzfirnis Herdain, Nigrit, Emailit, Inertol, Preolit usw., Putz aus fettem Zementmörtel (1:1) und Abglätten mit reinem Zement, u. U. Zusatz einer Emulsion (Ceresit und ähnliche) zum Putz oder Beton. Kanalröhren haben meist nach kurzer Zeit einen natürlichen Schutz durch die gebildete Kanalhaut, die an der Sohle durch die Kanalgeschiebe allerdings immer wieder abgewaschen wird (daher besondere Sohlsteine!). — Zu erwähnen ist hier auch, daß Zement auf Blei und Zink (verzinktes Eisen) zerstörend wirkt, während er Eisen schützt (s. später!).

Im Feuer hat sich Beton sehr bewährt, im Eisenbetonbau besonders als Schutzmantel des Eisens, das bei höheren Wärmegraden seine Tragfähigkeit fast völlig verliert. Um einen durchaus sicheren Schutz zu bilden, muß die Betonschale 3 ÷ 5 cm stark sein. Alle von einem Schadenfeuer betroffenen Betonteile sind jedoch sorgfältig zu untersuchen, ob sie erneuert werden müssen; es zeigt sich nämlich häufig, daß der Beton ziemlich gelitten hat und sich leicht abschlagen läßt. Besonders ist dies bei denjenigen Teilen der Fall, die bei den Löscharbeiten wäh-

1) Wasserdampf an und für sich ist sogar ein sehr gutes Abbinde- und Härtemittel für frische Betonflächen (Kunststeine).

rend des Brandes naß geworden sind. Die Druckfestigkeit im Feuer gestandenen Betons vermindert sich nach den neueren Untersuchungen auf etwa $\frac{4}{10}$ der ursprünglichen (Heft 11 der Veröffentlichungen des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton.)

Die Wirkungen der Elektrizität auf Eisenbeton sind neuerdings auch Gegenstand von Versuchen geworden. Die Ergebnisse sind in Heft 15 der Veröffentlichungen des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton niedergelegt. Die Wirkung dauernder Ströme ist im Abschnitt E. Grundbauten besprochen. Die Versuche mit Blitzschlägen sind noch nicht abgeschlossen. Scheinbar haben diese aber keine andere Wirkung, als daß zwischen nicht leitend verbundenen Eisen feine Blitzröhren ausschmelzen, die sich bei Wiederholung der Entladungen etwas erweitern.

1. Die Rohstoffe.

Mit Rücksicht auf die in dieser Sammlung erschienene Baustofflehre¹⁾ soll dieser Abschnitt möglichst kurz gehalten und hier nur die wichtigsten Punkte wiederholt werden. Als Rohstoffe für den Beton kommen in Frage: Zement, Sand, Kies, Steinschlag und Wasser.

Als Zement darf bestimmungsgemäß für Eisenbetonarbeiten nur Portlandzement verwendet werden. Auch der annähernd die gleichen Eigenschaften aufweisende Eisenportlandzement ist ausgeschlossen. Der Grund hierfür ist, daß u. U. doch die immer etwas säurehaltigen Schlackenbestandteile einen ungünstigen Einfluß auf das Eisen ausüben könnten. Man verwendet zweckmäßig langsam bindenden Zement, den man als solchen von vornherein in der Fabrik bestellt; die eigenmächtige Regelung der Bindezeit durch Zusätze (Gips, Soda u. dgl.) sollte man immer unterlassen, da man doch nicht ein durchaus gleichmäßiges Erzeugnis herstellen kann, und man sich daher der Gefahr unangenehmer Folgeerscheinungen, wie Ausblühungen, Verringerung der Haftfestigkeit zwischen Eisen und Beton u. dgl. aussetzt. Im übrigen ist die Herstellung des Portlandzementes durch die Normen in so engen Bahnen geregelt, daß der Verbraucher, wenn er nur Portlandzement verlangt, nie Gefahr läuft, ein geringwertiges Erzeugnis zu erhalten. Die meisten Erzeugnisse übertreffen in Bezug auf Güte die Forderungen der Normen um ein erhebliches Maß. Der Verkauf eines andern Zementes unter der Bezeichnung Portlandzement wird als Betrug bestraft.

Der Sand soll möglichst reiner scharfer Quarzsand sein, dessen Körner zweckmäßig verschiedene Größe haben. Die Schärfe (Eckigkeit) der einzelnen Körner erhöht die Oberfläche im Verhältnis zur Raummasse und damit die Haftfestigkeit des einzelnen Kornes im Zementbrei. Die verschiedene Größe der einzelnen Körner vermindert die Zwischen-

1) Jessen-Girndt, Baustofflehre. 4. Aufl. Leipzig, B. G. Teubner 1912.

räume zwischen diesen, spart dadurch an Zement, ohne daß die Festigkeit und die Dichtigkeit des Betons ungünstig beeinflusst wird. Ein geringer, aber gut und gleichmäßig verteilter Zusatz von tonigen Bestandteilen (etwa 2 ÷ 3%) erhöht sowohl die Festigkeit wie die Dichtigkeit. Jedoch soll hiermit nicht etwa empfohlen werden, reinen Sand durch Beigabe von Ton zu verunreinigen. Auch bei der gewissenhaftesten und sorgfältigsten Ausführung könnte gerade an einer wichtigen Stelle eine Anhäufung der Tonteilchen und dadurch eine bedenkliche Minderwertigkeit entstehen.

„Über die beiden übrigen festen Zuschläge Kies und Steinschlag sagen die EBB 07 (§ 2, 3): „...müssen zur Betonbereitung und zu dem beabsichtigten Verwendungszweck geeignet sein. Das Korn der Zuschläge darf nur so grob sein, daß das Einbringen des Betons und das Einstampfen zwischen den Eiseneinlagen und zwischen der Schalung und den Eiseneinlagen noch mit Sicherheit und ohne Verschiebung der Eiseneinlagen möglich ist.“ Sonst gelten sinngemäß die bei Sand erwähnten Gesichtspunkte.

Bestimmte Eigenschaften oder das Fehlen von solchen verlangen die EBB 07 nicht für das Wasser. Hieraus geht schon hervor, daß das allgemein an der Erdoberfläche vorgefundene Wasser zur Betonbereitung geeignet ist. Das ist auch tatsächlich der Fall. Verunreinigt darf das Wasser natürlich nicht sein; besonders freie Schwefelsäure, von Schwefelkies herrührend, Humusstoffe, Torffasern u. dgl. darf es auf keinen Fall enthalten. Moorwasser ist immer ungeeignet; Brackwasser und Seewasser setzt die Festigkeit etwas herab; harte Wasser wirken verschieden; gipshaltige und Magnesia führende verringern die Festigkeit, der Gehalt an kohlen saurem Kalk erhöht diese. Wasser aus Mineralquellen ist gewöhnlich unbrauchbar. Regenwasser, wenn es nicht verunreinigt ist, sehr geeignet. Ebenso das Wasser unserer Flüsse, Teiche und aller Oberflächen-Wasserläufe, wenn diese nicht gerade durch Zuführung von gewerblichen Abwässern oder den Wässern von Rieselfeldern verunreinigt sind. Beim Bau der Düsseldorfer Hafenanlagen hat sich gezeigt, daß auch ein hoher Zusatz von Petroleum fast völlig unschädlich für die regelmäßige Erhärtung ist. Der dort verwendete Kies war durch früher am Orte gewesene Petroleumtanks stark mit diesem Mineralöl getränkt (Zentralblatt der Bauverwaltung 1912).

2. Das Mischungsverhältnis.

EBB 07 (§ 1,3): „Der Beton soll nach Gewichtseinheiten gemischt werden; als Einheit hat der Sack = 57 kg oder das Faß = 170 kg Zement zu gelten. Zuschläge können entweder zugewogen oder in Gefäßen zugemessen werden, deren Inhalt vorher so zu bestimmen ist, daß sein Gewicht dem vorgesehenen Mischungsverhältnis entspricht.“ Trotz der Be-

stimmung: „nach Gewichtseinheiten“ ist es allgemein üblich das Mischungsverhältnis nach Raumeinheiten anzugeben, da diese Angabe eben der praktischen Ausführung des Mischens entspricht. Für die Umrechnung können die folgenden Gewichtsangaben dienen, wenn man es nicht vorzieht, die genauen Gewichtseinheiten durch unmittelbares Abwiegen bestimmter Raumeinheiten festzustellen. Es wiegt 1 cbm loser Masse:

Zement . . . 1500 kg	Feiner Kies . . . 1570 kg
Sand 1500 „	Grober Schotter 1300 „
Grober Kies 1550 „	Feiner Schotter 1320 „

Gerade beim Schotter werden diese Zahlen aber je nach dem Stein, aus dem der Schotter gewonnen ist, erhebliche Abweichungen zeigen können. Will man von dem meist leicht zu messenden Einheitsgewicht der festen Masse ausgehen, dann können die Angaben der in der losen Masse zu erwartenden Hohlräume zur Ermittlung der Raumgewichte mit Vorteil benutzt werden. In der losen Masse sind im Mittel an Hohlräumen vorhanden:

im Zement rd. 52%	im Kies . . . rd. 35 ÷ 40%
„ Sand . . . „ 30 ÷ 35%	„ Schotter „ 40 ÷ 50%

Schließlich lassen sich die genauen Maße der Hohlräume auch durch Wasserzugabe zu einer bestimmten Masse leicht ermitteln.

Für einen dichten und möglichst festen Beton ist das Mischungsverhältnis so zu wählen, daß die feineren Bestandteile die Hohlräume zwischen den gröbereren voll ausfüllen, und daß die Kittmasse (Zement und Wasser) die unlöslichen Teile (Sand und Kies) völlig einschließt. Die erste Bedingung wird annähernd erfüllt, wenn die Kiesmasse etwa doppelt so groß ist als die Sandmasse. Der Zementzusatz muß dann nicht nur die Hohlräume im Sand und Kies ausfüllen, sondern etwa 10 ÷ 20% mehr betragen, damit jedes unlösliche Korn auch wirklich mit der Kittmasse gut und sicher umhüllt ist.

Beim Eisenbetonbau hat man das Bestreben, eher etwas zu viel Zement zu verwenden als zu wenig, da durch einen höheren Zementzusatz gerade in der ersten Zeit des Abbindens eine größere Festigkeit erreicht wird. Das gilt besonders für diejenigen Teile, die mit Rücksicht auf zahlreiche oder sperrende Eiseneinlagen aus ziemlich nassem Beton hergestellt (gegossen) werden müssen. So kommt es, daß man hier im allgemeinen mit Mischungsverhältnissen 1 : 3 ÷ 1 : 6 rechnen muß.

Zur Beurteilung der Frage, in welcher Weise ungefähr die 28-Tage-Druckfestigkeit des Betons vom Zementzusatz abhängig ist, kann die folgende Tafel dienen, die alle Ergebnisse des Prüfungsamtes zu Groß-Lichterfelde aus den Jahren 1906 bis 1910 zusammenfaßt:

Mischung Zement : Kies	Raumgewicht kg/cbm	Druckfestigkeit in kg/qcm		Zementgehalt in 1 cbm gestampft. Beton in kg
		Grenzwerte	Mittel	
1 : 2	2390	364	(364)	630
1 : 2½	2380	250 ÷ 419	350	600
1 : 3	2330	170 ÷ 366	250	460
1 : 4	2320	126 ÷ 382	240	380
1 : 5	2300	106 ÷ 310	200	330
1 : 6	2250	103 ÷ 222	160	250
1 : 8	2200	85 ÷ 237	130	190
1 : 10	2140	67 ÷ 167	110	160

Daß es mit dem Zementzusatz allein aber nicht getan ist, das zeigen deutlich die ziemlich weiten Grenzen der einzelnen Festigkeiten; deshalb hat auch der erste eingeklammerte Wert (364) keinen allzuhohen Anspruch auf Wahrscheinlichkeit, da er einer Einzelprobe sein Dasein verdankt.

3. Die Herstellung des Betons.

EBB 07 (§ 4,4): „Das Mischen des Betons muß derart erfolgen, daß die Menge der einzelnen Bestandteile dem vorgesehenen Mischungsverhältnis stets genau entspricht und jederzeit leicht genau gemessen werden kann. Bei Benutzung von Meßgefäßen ist die Füllung zur Erzielung möglichst gleichmäßig dichter Lagerung in stets gleicher Weise zu bewirken.“ Das Mischen erfolgt entweder mit der Hand oder mit der Maschine. Der mit der Maschine gemischte Beton wird im allgemeinen gleichmäßiger und erreicht daher auch eine etwas größere Festigkeit. Die Mehrfestigkeit der Maschinenmischung gegenüber der Handmischung beträgt etwa

42% nach 7 Tagen, 20% nach 6 Monaten,
30% „ 28 „ 14% „ 1 Jahr.

Bei größeren Massen ist die Maschinenmischung auch erheblich billiger als das Mischen von Hand aus.

Die Handmischung geschieht in der Weise, daß durch ein oder mehrere Arbeiterpaare auf einer hölzernen etwa 2,00 m breiten Bühne zunächst Zement und die Zuschläge trocken, dann unter Beigabe von Wasser mittels einer Brause vier bis fünf Mal durcheinander geschaufelt werden. Je nach der Zahl der zum Mischen angestellten Arbeiter müssen ein oder mehrere Zuträger der Rohstoffe und des Wassers vorgesehen werden. Auch hier hat es keinen Zweck, das Mischen zu übertreiben. Versuche haben gezeigt, daß eine Mischdauer von ungefähr 8 Minuten die größte Festigkeit ergibt. Durch weiteres Umschaukeln findet offenbar eine Entmischung statt.

Mischmaschinen empfehlen sich immer, wenn es sich um größere Betonmassen handelt; auch bei kleinen Tagesleistungen sind sie mit Vorteil verwendbar, wenn der Anschluß an elektrische Kraftleitungen bequem zu erreichen ist. Maschinen für Handbetrieb bieten keinen besonderen Vorteil. Die Maschinen sind zweckmäßig so eingerichtet, daß das Zumessen der Rohstoffe und die Zuführung der nötigen Wassermenge völlig selbsttätig erfolgt. Die Grenzen der Leistungsfähigkeit von Mischmaschinen liegen etwa zwischen Tagesleistungen von 5 bis zu 200 cbm; es ist selbstverständlich höchst unvorteilhaft, eine für große Leistungen gebaute Maschine zur Herstellung von wenig Beton zu verwenden. Es ist meist zu empfehlen, kleinere Maschinen — bis zu 6 cbm Stundenleistung — aufzustellen, bei größerem Bedarf besser mehrere, da sich diese allen Verhältnissen leicht anpassen lassen.

Vorläufig geschieht das Mischen des Betons fast ausschließlich auf der Baustelle; doch haben die neuen Festigkeitsprüfungen des Förderbetons (Transportbetons) gezeigt, daß dessen Festigkeit durchaus nicht geringer ist als die des auf der Baustelle gemischten Betons. Regierungsbaumeister a. D. Magens in Hamburg machte, soviel mir bekannt ist, als Erster den Vorschlag, den Beton ebenso wie den Mörtel in Betonwerken herzustellen und von diesen aus die einzelnen Baustellen zu versorgen. Durch eigne Versuche widerlegte er die erhobenen Einwände, nach denen einmal durch die Beförderung eine Entmischung des Betons eintreten sollte, nach denen außerdem der bereits im Abbinden begriffene Beton eine erheblich geringere Festigkeit aufweisen müßte, als der auf der Baustelle gemischte. Seine Versuche zeigten, daß der Förderbeton sogar eine ziemlich erheblich größere Festigkeit erreicht — etwa um 38% mehr. Die Nachprüfung der Versuche hat gezeigt, daß in Ausnahmefällen eine ganz geringe Verminderung der Festigkeit eintreten könne, daß man im allgemeinen aber mit einer Erhöhung von im Mittel 11% rechnen darf. Man erklärt sich die Vergrößerung der Festigkeit dadurch, daß bei der Beförderung des Betons dieser durch die unvermeidlichen Erschütterungen des Fahrzeuges bereits zusammengerüttelt wird und infolgedessen im Bau eine dichtere Masse ergibt, daß gewissermaßen durch das Zusammenrütteln das Stampfen unterstützt wird. Der Errichtung von Betonwerken steht also eigentlich nichts im Wege. Daß diese eine ganze Reihe von Vorteilen bieten würden, liegt auf der Hand: vermutlich würden sie besonders den kleineren Unternehmern einen gleichmäßigeren und besseren Beton billiger liefern als diese sich selbst herstellen könnten.

4. Die Verarbeitung des Betons.

Die EBB 07 sagen in § 5:

„1. Die Verarbeitung der Betonmasse muß in der Regel sofort nach ihrer Fertigstellung begonnen werden und vor Beginn ihres Abbindens beendet sein.“

2. Die Betonmasse darf bei warmer und trockener Witterung nicht länger als eine Stunde, bei kühler oder nasser Witterung nicht länger als zwei Stunden unverarbeitet liegen bleiben. Nicht sofort verarbeitete Betonmasse ist vor Witterungseinflüssen wie Sonne, Wind, starkem Regen zu schützen und vor der Verwendung umzuschaukeln.

3. Die Verarbeitung der eingebrachten Betonmasse muß stets ohne Unterbrechung bis zur Beendigung des Stampfens durchgeführt werden.

4. Die Betonmasse ist in Schichten von höchstens 15 cm Stärke einzubringen und in einem dem Wasserzusatz entsprechenden Maße durch Stampfen zu verdichten. Zum Einstampfen sind passend geformte Stampfen von angemessenem Gewicht zu verwenden.“

Besondere Vorteile für die Erhaltung der Güte des Beton scheint ein neues Verteilungsverfahren zu bieten, das in Amerika schon seit einigen Jahren erprobt ist. Es besteht darin, daß die Betonmasse von einem Verteilungsturm aus in Röhren zur Verwendungsstelle durch die eigene Schwerkraft gleitet. Die Höhe des Turmes richtet sich demgemäß nach der Ausdehnung der Baustelle. Andere Vorteile sind: Ersparnis an Arbeitslöhnen — bei den hohen amerikanischen Löhnen sehr wichtig! —, an rollendem Gut (Karren u. dgl.), an Laufbahnen, Vermeidung von Erschütterungen der bereits fertigen Teile, Abschluß des Betons von der Luft, Zuführung zur Verwendungsstelle, damit Vermeidung oder wenigstens Einschränkung von Schubfugen (Z. d. B. 1912).

Zu erwähnen ist noch, daß im § 6,1 gesagt ist, daß alle Eisen mit entsprechend feinerer Betonmasse umkleidet werden müssen, damit durch grobe Steinstücke die Haftfestigkeit zwischen Eisen und Beton nicht gestört wird. Man verwendet dementsprechend an diesen Stellen ein Gemisch, das man eher als Zementmörtel (1 : 3 ÷ 1 : 4) bezeichnen müßte. Je nach der Sperrigkeit der Eiseneinlagen muß dieser mit mehr oder weniger Wasser angemacht werden, und u. U. mehr gegossen als gestampft werden. Bei sehr nassem Beton — etwa 20% Wasser — ist durch Stampfen eine Verdichtung und damit eine Erhöhung der Festigkeit nicht mehr zu erzielen.

Der Grad des Stampfens hängt unmittelbar vom Wasserzusatz ab. Soweit es geht, wird man mit dem Wasser möglichst sparsam sein, da ein hoher Wasserzusatz die Festigkeit sowieso verringert, dann noch die Wirkung des Stampfens herabsetzt und dichte Schalungen erfordert. Der Wassergehalt beträgt etwa 10% bei erdfeuchtem, 20% bei nassem Beton. Bei undichten Schalungen liegt die Gefahr vor, daß Wasser und mit diesem ein Teil des Zements — wenigstens der unteren Schichten — herausläuft. Das Stampfen geschieht vorsichtig, um die Schalungen und Rüstungen und damit die bereits fertigen Betonteile möglichst wenig zu erschüttern, mit gußeisernen Stampfen im Gewicht bis zu 5 kg. Deren Grundfläche ist besser eckig als rund, da man dann auch die Ecken

gut ausstampfen kann. Zum Einstampfen zwischen den Eiseneinlagen macht man sich zweckmäßig selbst aus vorhandenen Rundeisen hakenförmige Stampfen, mit denen man auch nicht ganz nassen Beton sehr gut zwischen und unter die Eisen stopfen kann. Neuerdings werden auch vielfach Preßluftstampfen verwendet, die eine besonders gleichmäßige Ausführung der Stampfarbeit gewährleisten.

Der Beton soll in der ganzen Höhe möglichst gleichmäßig gestampft werden, und nicht etwa die Druckkräfte aufnehmenden oberen Teil mehr als die unteren, da durch die Verdichtung infolge des Stampfens auch die Zugfestigkeit vergrößert, damit die Gefahr der Rissebildung verringert und die Sicherheit des Baues zweifellos erhöht wird. Ein Kennzeichen dafür, wann der Beton genügend gestampft oder verdichtet ist, läßt sich nur schlecht angeben; bei einer dünnen etwa 10 cm starken Platte genügt es im allgemeinen, wenn die ungefähr 1000 qcm in der Grundfläche messende Stampfe jeden Teil vier bis fünf Mal aus 10 bis 15 cm Fallhöhe gedrückt hat. Der letzte Druck wird dann nur noch eine ganz geringe Eindringtiefe erzeugen. Das sonst bei Stampfarbeiten übliche Kennzeichen — das Heraustreten des Wassers an die Oberfläche — ist hier bei nur feuchtem Beton nicht maßgeblich, da hierzu große Stampfdrucke, nötig sind, die man wegen der empfindlichen Schalung und Rüstung vermeiden muß. Zum Einebnen der letzten Schicht wird vielfach die Betonplattsche verwendet, eine etwa 1000 qcm große eiserne Platte an einem schief angesetzten Stiel, so daß der Arbeiter nicht unmittelbar neben der Druckplatte zu stehen braucht.

Wie das Stampfen die Festigkeit beeinflusst, zeigen folgende Zahlen: 216 Schläge ergaben eine um 50% höhere Festigkeit als 54 Schläge gleicher Kraftwirkung (Zeitschr. d. Verb. Deutsch. Arch.- und Ing.-Vereine, 1912).

B. Das Eisen.

1. Die Eisensorten.

Als Einlagen im Eisenbeton kommen in Frage: Schweiß Eisen, Flußeisen und Flußstahl. Schweiß Eisen wird heute nur noch ausnahmsweise verwendet, da es teurer ist als Flußeisen und in bezug auf Festigkeit und Elastizität geringwertiger. Auf das meist verwendete Flußeisen beziehen sich auch die Zahlenangaben der **EBB 07** bezüglich der zulässigen Beanspruchung und der Elastizitätsziffer, während für Schweiß Eisen etwa um 10% niedrigere Werte anzusetzen wären. In besonderen Fällen findet auch wohl Flußstahl Verwendung, für den dann eine höhere Beanspruchung zugelassen werden kann (bis zu 1600 kg/qcm). Die Kruppschen Kahneisen dürfen nach einem neueren Minist.-Erl. (Jan. 1912) mit 1200 kg/qcm beansprucht werden. In wieweit der

Nickelstahl im Eisenbetonbau eine Rolle zu spielen berufen ist, bleibt vorläufig abzuwarten. Es ist nicht ausgeschlossen, daß er bei großen Bauteilen hier ebenso wie im Eisenbau mit Vorteil verwendet werden kann. Der höhere Preis wäre kein Hinderungsgrund, da er durch höhere Beanspruchung mehr als ausgeglichen wird. Der Einbau schwerer Eisengerippe in hochbelasteten Trägern würde bei Verwendung eines hochwertigen Eisens durch die Verringerung des Gewichtes erheblich erleichtert werden. Jedoch fehlen vorläufig noch alle Versuchsergebnisse über die Haftfestigkeit und Haltbarkeit des Nickelstahles im Beton.

Die Festigkeits- und Elastizitätsziffern der genannten Baustoffe sind folgende:

Stoff	Bruchfestigkeit für Zug kg/qcm	entspr. zul. Beanspruchung kg/qcm	Elastizitäts- ziffer kg/qcm
Schweißeisen	3300 ÷ 4000	900	2 000 000
Flußeisen	3400 ÷ 4400	1000	2 150 000
Flußstahl	4500 u. mehr	1200 ÷ 1600	2 200 000
Nickelstahl	rd. 6900	1600	2 089 000

Die Erkennung und Unterscheidung der einzelnen Eisen- und Stahlsorten auf der Baustelle bietet namentlich dem Ungeübten große Schwierigkeiten. Schon aus diesem Grunde wird man zweckmäßig bei ein und demselben Bau möglichst nur eine Eisensorte verwenden, oder außer der gewöhnlichen noch eine hochwertige für besondere Teile, die sich schon durch Form und Stärke leicht unterscheiden lassen. Durch Vergleich mit sicher bezeichneten Probestäben können als Kennzeichen zur Unterscheidung dienen: Das mehr oder weniger feinkörnige Gefüge an der Bruchstelle (je hochwertiger desto feiner), das Verhalten beim Kalt- und Warmbiegen und die Schweißbarkeit. Für den Gehalt an Beimengungen (Kohlenstoff, Kiesel usw.) bietet die in neuerer Zeit vielfach angewandte Funkenprobe recht gute und sichere Erkennungsmerkmale; aus Form, Farbe und Größe der beim Schleifen an einer Schmirgelscheibe entstehenden Funkengarbe kann man bis zu etwa 0,2% jede Beimengung auch in Legierungen mit Sicherheit erkennen.¹⁾

2. Querschnitte der Einlagen.

An erster Stelle steht für uns immer das Rundeisen, bzw. der Kreisquerschnitt. Rundeisen sind fast überall in den üblichen Querschnitts- und Längenabmessungen käuflich, lassen sich leicht verarbeiten

1) Vgl. Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure 1909 Nr. 5.

und bieten den Versuchen nach noch den weiteren Vorteil, daß die mit ihnen ausgeführten Bauteile gegenüber den mit anders geformten Einlagen versehenen eine größere Bruchsicherheit besitzen. Zur Vereinfachung empfiehlt es sich sehr, Stärken von $5 \div 20$ mm in 1 mm Abständen, von $20 \div 40$ mm in 2 mm Abständen, von $40 \div 60$ mm in 5 mm Abständen zu verwenden.

Die Verwendung dünner Drähte an Stelle kräftiger Rundeisen, wie sie das System „Stahlbeton Schroiff (Bielefeld)“ vorsieht, scheint noch nicht genügend erprobt. Es sollen hierbei hochwertige Stahldrähte verwendet und dementsprechend mit 3000 kg/qcm in Anspruch genommen werden. Manche Vorteile des Systems sind ohne weiteres klar ersichtlich: das Arbeiten mit leichten einzelnen Stücken, die sich bequem biegen lassen, die große Erleichterung des Gewichts usw. Nur erscheint es schwer, die dünnen Einlagen beim Betonieren in der vorgesehenen Lage zu erhalten.

Vierkanteisen mit quadratischem Querschnitt werden auch häufig verwendet; mehr aber als Lückenbüßer für gerade nicht vorhandene Rundeisen als aus sonstigen Gründen. Der Vorteil der größeren Oberfläche gegenüber dem Querschnitt (im Vergleich mit Rundeisen), also die Verringerung der Haftbeanspruchungen steht meist nur auf dem Papier, da mit Rücksicht auf die Gleichgewichtslage die Eisen doch meist nicht auf die Kante gestellt werden. Liegen sie aber auf einer Seite, dann scheidet die entsprechende Fläche als Haftfläche für die Aufnahme der wagerechten Schubkräfte aus.

Flacheisen werden auch heute noch häufig verwendet. In aufrechter Stellung bieten sie den

Vorteil einer großen Haftfläche, aber den Nachteil einer veringerten statisch wirksamen Höhe. In flacher Lage wird die letztere möglichst groß, dafür fällt aber fast die Hälfte der Oberfläche als Haftfläche fort.

Viele Vorteile bietet der Querschnitt der Kahneisen (Abb. 1 und 2), die in vier Größen von 2,55, 5,10, 8,95 und 12,75 qcm Querschnittsfläche gewalzt werden. Die seitlichen Flügel können von da aus, wo

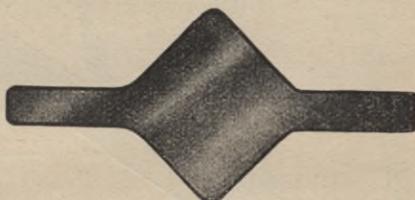


Abb. 1. Kahneisen.

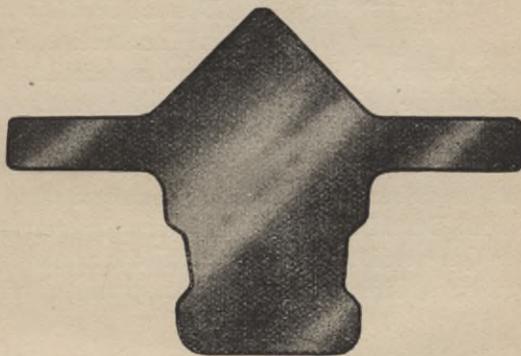


Abb. 2. Kahneisen.

der ganze Querschnitt nicht mehr zur Aufnahme des Biegemomentes nötig ist, hoch gebogen werden und bilden in Trägern so gleichzeitig in steter Verbindung mit den Haupteinlagen die Bewehrung gegen die wagerechten Schubkräfte (Abb. 3), in Stützen die knicksichere Verankerung der Längseisen mit dem Betonkern. Die Flügel werden genau

nach Berechnung im Werk aufgeschnitten und so zur Baustelle geliefert, wo sie mit leichter Mühe aufgebogen werden können.



Abb. 3. Kahnseisen.

Biegungefeste Einlagen (I-Querschnitte und andere Normalprofile, Fachwerkträger, Bauweise Melan usw.) sollen hier nur

der Vollständigkeit wegen erwähnt werden. Die Verteilung der Kräfte auf die beiden Baustoffe ist in allen diesen Fällen nicht so einfach, daß sie in der kurzen Zeit des Unterrichts auf der Baugewerkschule besprochen werden könnte.

Besondere Eisen mit wechselndem Querschnitt (Thachereisen, Ransomeisen, Johnstoneisen, Muesereisen, Goldingeisen und andere aus dem Betonkalender näher ersichtliche) sind in der Absicht gewalzt worden, die Haftfestigkeit durch Verdickungen, Beulen, Wellenform usw. zu erhöhen. Für unsere Eisenbetonbauten spielen sie nur eine geringe Rolle, da sie nicht allorts zu haben und außerdem teurer sind als die gewöhnlichen Rundeisen. Dann haben auch die Versuche gezeigt, daß die Unstetigkeiten der Querschnitte infolge verschiedener Ausdehnung der einzelnen Längen eines Eisens auf den Beton sprengend wirken.

3. Das Zurichten der Eisen.

Das Zurichten besteht im Abschneiden auf die richtige Länge und im Biegen. Das Abschneiden kann man vermeiden, indem man die Eisen von vornherein in richtigen Längen bestellt. Bei allen stärkeren Eisen — etwa von 20 mm Durchmesser an — ist dies sicher zu empfehlen, da man deren Abfälle, mit denen man immer rechnen muß, schwer nutzbringend verwenden kann. Man bezahlt zwar oft einen etwas höhe-

ren Einheitspreis für die richtig gelängten Stücke, spart dafür aber die Arbeit des Schneidens und die Abfälle.

Das einfachste Werkzeug zum Abschneiden ist der Flachmeißel; starke Eisen werden zweckmäßig heiß gemacht. Bei nur einigermaßen

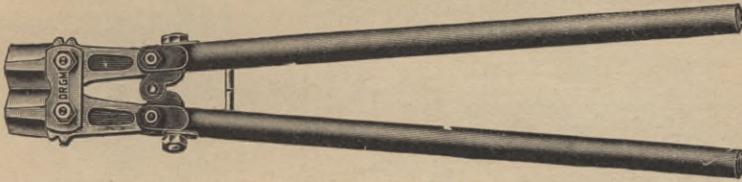


Abb. 4. Bolzenschneider.

großen Bauausführungen bieten besondere Schneidevorrichtungen erhebliche Vorteile; deren Anschaffung ist daher eigentlich immer zu empfehlen. Der Bolzenschneider (Abb. 4) genügt für Rundeisen bis zu 17 mm Stärke. Die Messer haben zwei Schneiden, können daher leicht umgesetzt werden, wenn eine Schneide schadhaft geworden ist. Für Rundeisen bis zu 40 mm, für Vierkanteisen bis zu 35 mm Stärke ist die Schere (Abb. 5) eingerichtet. Jeder Eisenquerschnitt erfordert besondere Messer. Auch die starken Eisen werden ohne besondere Anstrengung kalt geschnitten. Neuerdings sind auch brauchbare Universal-Schneidemaschinen auf den Markt gekommen, die Eisen jeder Stärke — bis zu 60 mm — und jeder Querschnittsform schneiden, ohne daß man erst nötig hat, die Messer auszuwechseln.

Beim Biegen ist zu beachten, daß sich nicht jedes Eisen in jeder Stärke bis zu jeder Schmiege kalt umbiegen läßt. Schweiß Eisen ist geduldiger als Flußeisen, das eher zum Kaltbruch neigt. Doch lassen sich gewöhnlich auch bei vorsichtiger Handhabung 20 mm starke Eisen ohne Bruchgefahr rechtwinklig umbiegen. Ein geringer Mehrgehalt an Kiesel (Silizium) oder Phosphor, der die Festigkeit fast gar nicht beeinflußt, wird beim Biegen schon unangenehm bemerkbar. Auch die Art des Biegens ist von

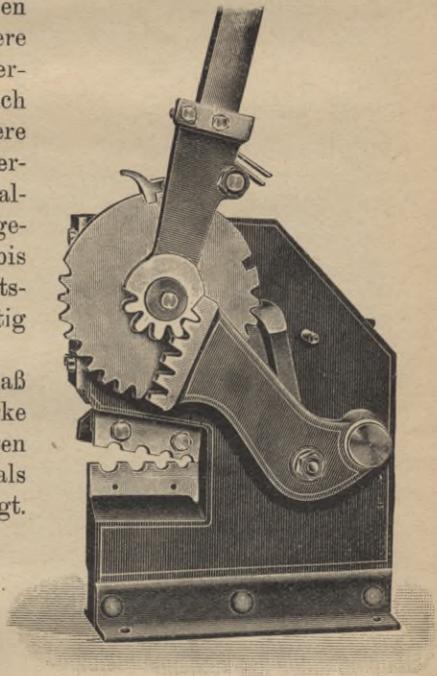


Abb. 5. Rundeisenschere.

wesentlichem Einfluß. Möglichst stetiges und langsames Biegen ist nötig,

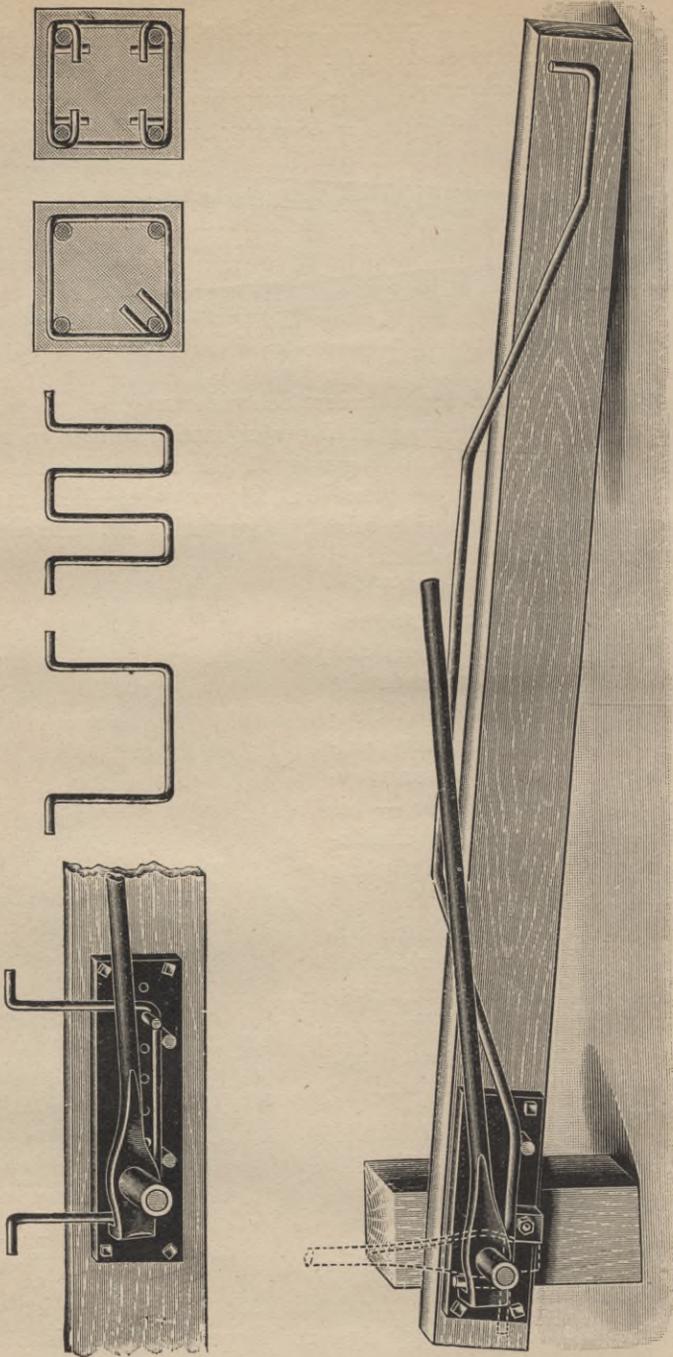


Abb. 6 und 7. Einfache Biegeplatte und ihre Anwendung.

um bei größeren Stärken bruchfreie Biegungen zu erzielen. Die käuflichen Biegevorrichtungen sind meist so eingerichtet, daß nur eine stetige und langsam eintretende Formänderung möglich ist. Ganz starke Eisen wird man u. U. heiß machen, besonders wenn die Biegungen an Stellen liegen, die noch eine wesentliche Zugbeanspruchung auszuhalten haben.

Die Abb. 6 und 7 zeigen eine der einfachsten Formen einer Biegevorrichtung und ihrer Anwendung. Auch diese einfache Biegeplatte gestattet das Kaltbiegen von Rundeisen bis zu 50 mm Durchmesser. Ein und dieselbe Platte ist mit Hilfe eines verstellbaren Anschlages zum Biegen von Eisen verschiedener Stärken eingerichtet. Abb.

8 zeigt einen Drahtbieger in Tätigkeit, der für die zwischen Walzträgern eingespannten Eisenbetonplatten außerordentlich handlich ist. Die Biegemaschine in Abb. 9 gestattet auch bei Handbetrieb einem Arbeiter, ohne erhebliche Kraftentfaltung 40 mm starke Eisen kalt zu biegen.

Die vorstehenden Abbildungen sind dem ausführlichen Preisverzeichnis von H. Sartorius Nachfolger in Düsseldorf 3 entnommen.

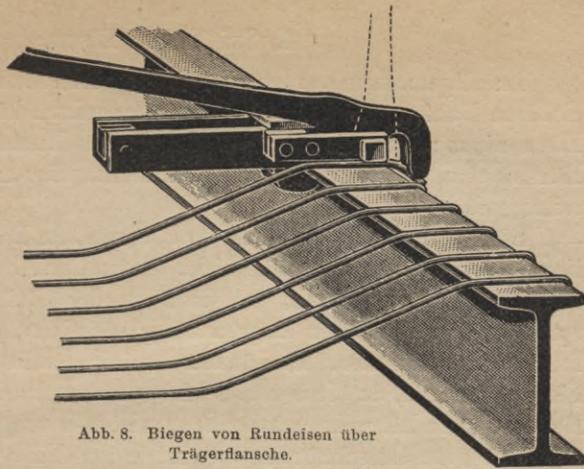


Abb. 8. Biegen von Rundeisen über Trägerflansche.



Abb. 9. Biegemaschine.

4. Stöße der Eisen.

Im allgemeinen werden sich Stöße vermeiden lassen; insbesondere einfache Bauten wird man immer so anordnen können, daß Stöße der Eisen nicht notwendig werden. Bei großen Bauteilen macht schon die Rücksicht auf Wärmeschwankungen Dehnungsfugen und damit eine Unterteilung nötig.

Sind mehrere Eisen in ein und demselben Bauteil zu stoßen, dann liegen zweckmäßig die Stöße nicht alle an derselben Stelle. Fast immer kann man es vermeiden, den Stoß an der Stelle der größten Beanspruchung, der größten Zugspannung im Eisen, der größten Knickgefahr usw. anzuordnen. In dünnen Bauteilen sollte man Stöße auf alle Fälle vermeiden, da diese dort leicht sprengend auf den wenig massigen Beton wirken können. Ist der Stoß nicht zu umgehen, dann empfiehlt sich eine gute Umschnürung an und in der Nähe der Stoßstelle. Jeder Stoß ist im einzelnen sorgfältig so zu gestalten, daß die Stoßstelle annähernd gleiche Festigkeit wie die Querschnitte des ungestoßenen Stabes erhält, bzw. man muß versuchen, den Verlust der Festigkeit möglichst genau einzuschätzen und danach den Stoß so zu legen, daß die Sicherheit des Ganzen nicht leidet. Es ist ziemlich schwierig, einwandfreie Versuche über die Festigkeit der Eisenstöße im Beton anzustellen, mehr oder weniger ist man immer auf das Schätzen angewiesen.

Stöße in Druckstäben lassen sich in folgender Weise herstellen:

1. Stumpfer Stoß in Rohrmuffe ohne Gewinde; die Stabstärke ist von vornherein nach der Lichtweite der verfügbaren Rohre (Gasrohre) zu wählen; möglichst wenig Spielraum im Rohr; zwischen den genau quer geschnittenen Enden ein Hartbleiblättchen.

2. Stoß durch mittelbare Kraftübertragung im Beton; Stabenden nebeneinander ohne Verbindung; die Kraft wird von dem einen Stab auf den andern durch Haft- und Schubfestigkeit des Betons übertragen, wonach die Länge des Übergreifens zu bestimmen ist (in dünnen Teilen besser länger als die Rechnung ergibt). Ein derartiger Stoß darf selbstverständlich nie da angeordnet werden, wo auch nur die entfernteste Wahrscheinlichkeit von Wärmerissen vorhanden ist. Eine Umschnürung der Stoßstelle ist dringend nötig.

3. Stoß durch dichtes Aneinanderlegen und feste dichte Verbindung mit Draht; Querschnitt der Drahtwicklung etwa gleich dem $1 \div 1\frac{1}{2}$ -fachen des Stabes.

4. Stoß durch Schweißen; bei Flußeisen nicht immer anwendbar; die Stäbe müssen vor dem Einbau zusammengeschweißt werden; die Festigkeit sinkt um $\frac{1}{4} \div \frac{1}{3}$.

Stoß durch autogenes Schweißen; auch bei Flußeisen und Stahl immer anwendbar; die Stäbe brauchen u. U. nicht vor dem Einbau ge-

schweißt zu werden, die Schweißung läßt sich aber auch nicht immer an Stäben in allen möglichen Lagen ausführen; Eisen stumpf gestoßen oder Blattstoß; der Festigkeitsverlust kommt nur bei Zugstäben in Frage, läßt sich durch Stoßdeckung mit herumgelegten dünneren Stäben vermeiden.

In Zugstäben können alle außer der unter 1 genannten Ausführungsart angewendet werden, diese auch mit aufgeschraubter Muffe (wirksam nur der Kernquerschnitt, daher Stoffverlust; durch Anstauchen der Enden wird auch nichts an Zugfestigkeit gewonnen!). Es kommt sonst noch eine Stoßausbildung mit ineinander greifenden, sich möglichst unmittelbar berührenden Haken in Frage; die Haken sind so zu gestalten, daß weder eine zu große Beanspruchung des Betons an den Leibungsdruckstellen, noch eine einseitige (exzentrische) Belastung der Zugstäbe eintritt.

Heft 14 der „Veröffentlichungen des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton“ gibt die Versuchsergebnisse zur Ermittlung der Widerstandsfähigkeit von Stoßverbindungen in Zugstäben bei Biegung wieder. Geprüft wurden: Einfach nebeneinander liegende Eisen und Eisen mit Haken mit und ohne Drahtumwicklung. Schlußfolgerungen aus den Versuchen: „. . . ist es möglich, durch Anwendung geeigneter Stoßverbindungen durchgehende Eiseneinlagen zu ersetzen. . . In jedem Falle sind Stoßverbindungen mit hakenförmig umgebogenen Eiseneinlagen denjenigen mit geraden Eiseneinlagen überlegen.“

II. Das Zusammenwirken von Beton und Eisen.

A. Die Haftfestigkeit zwischen Beton und Eisen.

Die hohe Festigkeit der Eisenbetonbauten wird nicht zum wenigsten durch die innige Verbundwirkung zwischen dem Beton und dem Eisen gewährleistet. Diese beruht, solange nur reines Haften in Frage kommt, in der chemischen Verbindung zwischen dem Zement und dem Eisen — es bildet sich kieselsaures Eisenoxydul¹⁾ — und in der leimartig (kolloid) wirksamen Kittbefähigung der im Wasser sich lösenden Zementkörner. Ist jedoch die Haftfestigkeit als Gleitwiderstand wirksam, dann wird sie noch unterstützt durch die innige Umklammerung des beim Abbinden meist schwindenden Zementbreies, der sich in auf Biegung beanspruchten Bauteilen noch die Reibung infolge der aufliegenden Belastung zugesellt. An gedrückten Stäben wird ebenfalls Reibung wirksam auftreten, da die querdehnenden Kräfte auf den ringsum liegenden Beton einen allseitigen Reibungswiderstand erzeugenden Druck ausüben.

1) Das Bestehen dieser Oxydschicht wird neuerdings bezweifelt. Vgl. Rohland, Der Eisenbetonbau.

Die Größe der wirklich auftretenden Haftfestigkeit ist nach den neueren vielfachen Versuchen sehr schwankend. Für uns genügt die Angabe, daß der zulässige Wert der Haftspannung das Maß von 4,5 kg/qcm nicht überschreiten darf — EBB 07, § 16, 5 und 6. Die Haftspannung ist stets rechnerisch nachzuweisen — EBB 07, § 15, 5.

Außerdem ist es immer zu empfehlen, die Haftfestigkeit durch um- und zurückgebogene Haken zu unterstützen. Einfach aufgebogene Haken wirken nur genau so viel wie die Verlängerung des geraden Eisens um das Hakenende ausmachen würde (Versuche von Bach).

B. Anordnung und Wirkung der Einlagen.

1. Wärmeänderung.

Die Dehnungsziffern für 1° betragen:

Eisen	0,000 012,
Beton	0,000 010.

Der geringe Unterschied hat zur Folge, daß bei gleichmäßiger Wärmeänderung beider Stoffe geringe Haftspannungen in den Berührungsflächen entstehen. Es lohnt jedoch nicht, diese näher zu verfolgen.

Immerhin ist es zweckmäßig, darauf zu achten, daß beim Bau die Einlagen von vornherein annähernd gleiche Wärme wie der Beton haben; man vermeidet dadurch das u. U. das Haften beim Abbinden störende Arbeiten des Eisens. So wird man z. B. Eisen, die längerer Sonnenbestrahlung ausgesetzt waren, vor dem Betonieren mit Wasser abkühlen.

2. Zugkräfte.

Zugkräfte müssen immer voll von den Einlagen aufgenommen werden, trotzdem ja in der Tat auch der Beton eine gewisse Zugfestigkeit besitzt. Bei Entstehen von Haarrissen wird diese jedoch = 0. Die Einlagen haben eine größere Dehnbarkeit des Betons zur Folge, so daß dieser, solange er unversehrt ist, in der Nähe der Eisen eine Zugbeanspruchung von 40 bis 50 kg/qcm aushält. Diese Tatsache ist zu beachten, wenn bei in der Erde liegenden Ankerstangen eine Betonumhüllung als Rostschutz gewählt wird. Diese ist dann wenigstens so stark zu bemessen, daß höhere Beanspruchungen als 40 kg/qcm im Beton nicht auftreten, damit der Rostmantel nicht infolge zu hoher Belastung reißt.

Gegen Herausziehen werden die Einlagen durch Haken oder durch Haken mit Quereinlagen gesichert. Man sieht gewöhnlich davon ab, die Haken so anzuordnen, daß die Eisen nur genau mittlere (zentrische) Belastung erfahren.

Zu erwähnen ist noch, daß die Zugfestigkeit des einbetonierten Eisens größer ist als die freien Eisens sonst gleicher Beschaffenheit. Die Steigerung kommt daher, daß durch das feste Haften des Betons am Eisen dessen Quersammenziehung teilweise verhindert wird. Gleichzeitig werden im umhüllenden Beton ringförmig um die Einlage verlaufende Druckspannungen erzeugt. Die hieraus folgende Querdehnung in der Richtung der Einlage (also der Zugkraft) erklärt auch die Tatsache, daß dieser auch bei rechnerisch höherer Zugbeanspruchung rissefrei bleibt.

3. Druckkräfte.

Im Gegensatz hierzu üben Druckkräfte immer eine sprengende Wirkung auf den Beton aus. Schon aus diesem Grunde ist es bei dickeren Stäben und großen Kraftwirkungen immer zweckmäßig, die Betonhülle zu umschnüren. Die Eisen können rechnerisch immer nur mit dem $n = 15$ fachen Wert der zulässigen Betonbeanspruchung belastet werden. Die Kraft wird vom Stab auf den Beton und umgekehrt mittels der Haftfestigkeit übertragen; nach der Haftlänge bestimmt sich z. B. die Höhe vom Fuß und Kopf der Stützen. Umgebogene Enden werden ja oft aus Rücksicht auf leichteres oder sichereres Aufstellen der Eisengerippe angeordnet, einer Kraftübertragung sollen sie aber nicht dienen. Trotz dessen wird man bei Anlage der Umbiegung darauf achten, daß durch mögliche einseitige Kraftwirkung das Knickbestreben der Eisen (in Stützen z. B. nach außen) nicht gerade noch unterstützt wird.

Besonders wirksam gegen Druckkräfte ist die Umschnürung¹⁾ — **EBB, Nachtrag vom 18. September und vom 31. Dezember 1909**, namentlich in Verbindung mit Längseisen. In Deutschland üblich sind die beiden Anordnungen: nach Considère, nach der eine einzige Spirale den Betonkern umschließt, und nach Magid-Abramoff, nach deren Bauart je zwei Längsstäbe von spiralartig umschließenden Drähten zusammengefaßt werden (**Abb. 10**). Diese Umschnürung ist besonders bei Querschnitten zu empfehlen, die vom Kreisquerschnitt erheblich abweichen (Rechteck, Quadrat, Dreieck).

Jede Umschnürung wirkt dadurch, daß sie die Querdehnung des umschnürten Betonkerns teilweise verhindert und so unmittelbar dessen Druckfestigkeit steigert. Sie ist immer in dreifacher Beziehung von Wert: einmal durch die Steigerung der Druckfestigkeit des Betons; dann läßt sie infolgedessen eine höhere Eisenbeanspruchung zu, und schließlich macht sie die sowieso nötigen Knickverankerungen (Querbügel) der Längseisen entbehrlich.

Die Anordnung von schrägen oder sonstigen Einlagen im Querverbände, die den Querschnitt zerteilen, ist wegen der dadurch beförderten

1) Min. Erl. v. 9. 2. 12 (Umschnürung in Balken).

Rissebildung zu vermeiden (Versuche mit Eisenbetonsäulen, Heft 5 der Veröffentlichungen des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton).

4. Schubkräfte.

Die Sicherung des Betons gegen Schubkräfte ist einer der wesentlichsten Punkte der Eisenbetonbauten. Bei Holz und Eisen ist man im allgemeinen gewohnt, auf die Wirkung der Schubkräfte keine besondere Rücksicht zu nehmen, da die Schubfestigkeit des Baustoffes meist ohne weiteres den auftretenden Schubkräften genügt. Anders im Beton, dessen Schubfestigkeit nur gering ist. Die EBB 07 gestatten nur eine zulässige Belastung von 4,5 kg/qcm — § 16, 5; ein Mehr muß deshalb durch Eisenbewehrung aufgenommen werden.

Diese wird in verschiedener Weise angeordnet, jedoch haben alle Anordnungen gemein, daß die Verteilung der Schubkräfte auf Beton und Eisen noch durchaus ungeklärt ist; man begnügt sich mit annähernd zutreffenden Rechnungsannahmen, die nach den bisherigen Erfahrungen auch völlig genügen.

In der Wirkung am übersichtlichsten scheinen die Quereinlagen (Bügel) zu sein, die senkrecht zu den wagerechten Schubkräften angeordnet werden. Eine völlige Zerstörung des Eisenbetonkörpers kann erst nach Durchscheren der Bügel eintreten. Ihre Beanspruchung ist jedoch nur scheinbar eine einfache; tatsächlich werden sie auf Biegung, Zug und Abscheren belastet. Durch genügende Zahl dünner Stäbe — anstatt weniger dicker — ist dafür zu sorgen, daß die Leibungsdruckbeanspruchung für den anschließenden Beton nicht zu groß wird. Man wähle deshalb die Stärke etwa $\geq \frac{1}{20}$ der Länge (bei Rundeisen). In Trägern sind Bügel nicht nur da anzuordnen, wo die Schubbeanspruchung rechnerisch größer ist als 4,5 kg/qcm, sondern ohne Rücksicht auf die Rechnung auch überall dort, wo die Trägerhöhe zwei oder mehr Stampfschichten erfordert, da zwischen diesen auch bei nur kurzer Unterbrechung der Stampfarbeit die Anbindekraft und damit die Schubfestigkeit schon erheblich leidet. Versuche über die Anbindefähigkeit (Haftfestigkeit, Schubfestigkeit) zwischen verschiedenen Stampfschichten haben gezeigt, daß schon eine Unterbrechung der Stampfarbeit von $\frac{1}{2}$ Stunde genügt, um diese Festigkeit auf $\frac{1}{3}$ ihres sonstigen Wertes herabzusetzen; daß dann allerdings weiter ein erhebliches Sinken bis zu einer Unterbrechungszeit von 14 Stunden nicht mehr festzustellen ist (Ostdeutsche Bauzeitung 1910, Seite 336 und 611).

Schon weniger einfach zu verstehen ist die Wirkung von schrägen Einlagen oder Aufbiegungen der Haupteisen gegen die Schubkräfte in auf Biegung beanspruchten Bauteilen (Balken usw.), besonders wenn man den Versuch macht, sich genau über den Verbleib der Kräfte klar

zu werden. Man kann sich die Wirkung des Schrägstabes etwa nach **Abb. 11** als Verankerung des abgeschobenen Teiles denken.

Die Aufbiegungen werden fast immer unter 45° gegen die Wagerechte oder die Trägerachse (Treppenlauf- und sonstige schief liegende Träger) angeordnet. Bei der Bestimmung der Zahl der aufzubiegenden Eisen ist u. U. darauf Rücksicht zu nehmen, daß die nicht aufgebogenen Eisen noch für die Haftspannungen genügen — **EBB 07**, Beispiel 6. Schon die Versuche von Bach haben allerdings gezeigt, daß man bei der Berechnung der Haftspannungen berechtigt ist, den Umfang der aufgebogenen Eisen

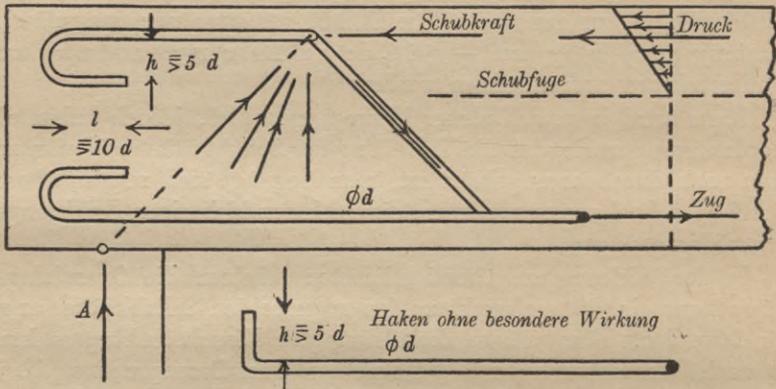


Abb. 11. Wirkung der Aufbiegungen.

mitzurechnen, die ja nach **Abb. 11** tatsächlich auch das Verschieben des oberen Teiles verhindern. Die durch die Aufbiegungen völlig veränderte Lage der Nulllinie wird meist nicht berücksichtigt, so daß alle Rechnungen nur mögliche Annäherungswerte ergeben können.

Die üblichste und wirksamste Sicherung bietet die Verwendung von Bügeln und Aufbiegungen zusammen. Hier ist allerdings der Annahme der Kräfteverteilung noch mehr Raum gelassen. Man kann sich die Wirkung ungefähr so vorstellen, daß die Bügel zunächst einmal die Schubfestigkeit des Betons verstärken, damit das Maß der Verschiebung herabsetzen, und daß dann der Rest durch die Aufbiegungen unschädlich gemacht wird. Vielfach rechnet man so: Bis 2 kg/qcm werden dem Beton zugemutet, auf Bügel wird so viel gerechnet, daß deren Zahl das Stampfen oder Gießen nicht beeinträchtigt, der Rest für die Aufbiegungen, die ja auf die Masse gerechnet erheblich wirksamer sind als Bügel.

Ob letztere übrigens nach Maßgabe der Querkräfte — also nach den Auflagern zu enger — oder gleichmäßig über die Länge des Trägers verteilt werden, ist nach den Versuchen in der Wirkung ziemlich gleichgültig. Auch ist u. U. die Anordnung einer möglichen Probelast zu berücksichtigen; eine Einzellast in der Mitte würde immer die gleichmäßige

Verteilung der Bügel verlangen; desgl. 2 Einzellasten, wie sie bei Probelastungen vorhanden sind (Abb. 30).

Durch Verbreiterung der auf Schub beanspruchten Betonteile hat man es außerdem noch in der Hand, die Spannung herabzusetzen; doch erschwert die verschiedene Stegstärke das Einschalen und Einrüsten, so daß man nur ausnahmsweise dazu greift, die Stege an den Auflagern zu verbreitern.

Die sehr eingehenden Versuche über die Wirksamkeit der Schubbewehrung in Eisenbetonbalken des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton — Heft 10, 11 und 12 der Veröffentlichungen — haben folgende Ergebnisse gehabt:

„Die Höchstlast wächst mit der Stegbreite, wobei es gleich ist, ob Bügel vorhanden sind oder nicht.“

„Bügel haben einen die Höchstlast wesentlich steigernden Einfluß.“

„Die Höchstlast der Balken mit Haken ist um 51% höher ermittelt worden als die der Balken ohne Haken; bei gleichzeitigem Vorhandensein von Bügeln sogar um 64%.“

„Schwächere Bügel erweisen sich wirksamer als stärkere gleichen Gesamtgewichts.“

Über die Wirkung der Aufbiegungen geben die Veröffentlichungen im Heft 12 eingehend Aufschluß. Es zeigt sich, daß Aufbiegungen, Haken an den Enden und gleichzeitige Verwendung von Bügeln die Tragkraft am meisten erhöhen. Besonders erwähnt sei das eine Ergebnis: *„... daß es unrichtig ist, für die Berechnung von τ_1 nur die geraden Einlagen als an der Übertragung beteiligt aufzufassen...“*

5. Biegung.

Bezüglich der bei der Biegung auftretenden Zug- und Schubkräfte genügt es, auf die vorgehenden Abschnitte zu verweisen.

Einlagen in der Druckschicht werden u. U. notwendig bei beschränkter Bauhöhe zum Verringern der Betonbeanspruchung. Sie sind jedoch wenig wirtschaftlich, da sie rechnerisch nur mit der $n = 15$ -fachen Betonbeanspruchung belastet werden dürfen. Auch darf nicht vergessen werden, die Einlagen mit dem unteren Kern des Trägers zu verankern, da sie zweifellos ein Knickbestreben haben und u. U. die dünne obere Betonschale heraussprengen können. Durch Umschnürung¹⁾ der Druckschicht, die bei schwer belasteten Trägern sehr zu empfehlen ist, wird außer den andern Vorteilen der Umschnürung auch dieses Knickbestreben der Eiseneinlagen wesentlich hintangehalten, da nun der ganze umschnürte Betonteil mitknicken müßte. Bei Wahl der Abstände der Knickverankerungen ist nicht zu vergessen, daß die Stäbe nicht auf die ganze Länge mit der größten Druckkraft belastet sind, sondern daß diese von 0 an (Auflager) bis zur größten Kraft (größtes Moment) wächst.

1) Min. Erl. v. 9. 2. 12 (Umschnürung in Balken).

6. Knicken.

Durch Einlagen wird auch die Knicksicherheit eines Betonquerschnitts (sein Trägheitsmoment) erhöht, indem der Querschnitt der Eisen mit dem $n = 15$ -fachen Wert in Rechnung zu stellen ist. EBB 07, Beispiel 9. Über die Sicherung der Eisen gegen Ausknicken verweise ich auf die Abschnitte: „Druckkräfte“ und „Biegung“.

Man kann auch umgekehrt eine Betonhülle benutzen, um einen schwachen Eisenkern gegen Knicken zu sichern, dessen Querschnitt gerade der Druckbeanspruchung genügen würde (1200 kg/qcm). Die Betonhülle bildet dann gleichzeitig einen sehr guten Rostmantel. Die Versuche von Tetmajer haben eine unerwartet hohe Knicksicherheit derartiger Stützen ergeben, so daß offenbar der Sicherheitsgrad erheblich größer ist als die Rechnung annimmt. Auf den außerordentlich günstigen Einfluß einer Eisenbetonhülle auf gußeiserne Stützen machen neuerdings die Versuche von Emperger aufmerksam, die dieser in der Schrift „Eine neue Verwendung des Gußeisens bei Säulen und Bogenbrücken“ (Berlin 1811, W. Ernst und Sohn) veröffentlicht; vgl. auch „Beton und Eisen“, 1912, Heft 3.

7. Verdrehung.

Die Drehungsfestigkeit wird häufiger in Anspruch genommen als gemeinhin beachtet wird. Grade durch den innigen Zusammenhang aller Teile beim Eisenbetonbau finden vielfach Drehbeanspruchungen statt (Balkonträger, Erkerträger, eingespannte Träger, Treppenstufen, Grundträger unter runden Türmen usw.). Es sei deshalb hier kurz auf die Versuchsergebnisse hingewiesen (Heft 16 der Veröffentlichungen des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton). Die Drehungsfestigkeit hat sich als abhängig von der Querschnittsform gezeigt; und zwar ergab sich bei einer Würfelfestigkeit von 248 und einer Zugfestigkeit von 18,6 kg/qcm für

das Quadrat	$K_d = 30,4$	kg/qcm	= 1,63 · Zugfestigkeit	= 0,12 · Würfelfestigkeit
„ Rechteck	$K_d = 32,5$	„	= 1,75 · „	= 0,13 · „
den Kreis	$K_d = 25,6$	„	= 1,38 · „	= 0,10 · „
den Kreisring	$K_d = 17,1$	„	= 0,92 · „	= 0,07 · „

Wegen der Berechnung der Beanspruchungen muß auf die obengenannte Schrift verwiesen werden, da der Unterricht im allgemeinen die Drehungsfestigkeit nicht berücksichtigt. Durch Bewehrung ist die Widerstandsfähigkeit gegen Verdrehung nur dann wesentlich erhöht worden, wenn dem Sinne des Verdrehungsmomentes entsprechend verlaufende Spiralen eingelegt waren. Solche bewirkten beim quadratischen Querschnitt eine Erhöhung der Festigkeit um 55%, beim Rechteck 71%.

III. Einfache Bauteile.

A. Platten.

Für alle Platten gemeinsam verlangen die EBB 07 in § 6,1, daß unterhalb der Eiseneinlagen noch eine Betonstärke von wenigstens 1 cm vorhanden sein soll; in § 14,8: *Die rechnermäßig sich ergebende Dicke der Platten ist überall auf mindestens 8 cm zu bringen.*

Die letztere Bestimmung wird allgemein üblich so gehandhabt, daß man sie nur auf Platten bezieht, die wirkliche Nutzlasten zu tragen haben, während man Dachplatten, Wandplatten und dergleichen Platten, bei denen eine eigentliche Nutzlast nicht vorhanden ist, in Stärken von 6 u. U. auch von 4 cm zuläßt. Die alten Bestimmungen gestatteten ja sowieso für alle Platten eine geringste Stärke von 6 cm.

1. Frei aufliegende Platten.

Aus § 14,2: „Bei frei aufliegenden Platten ist die Freilänge zuzüglich der Deckenstärke in der Feldmitte als Stützweite in die Berechnung einzuführen“ könnte man schließen, daß die Auflagerlänge immer gleich der Plattenstärke sein müsse; dies ist aber durchaus nicht der

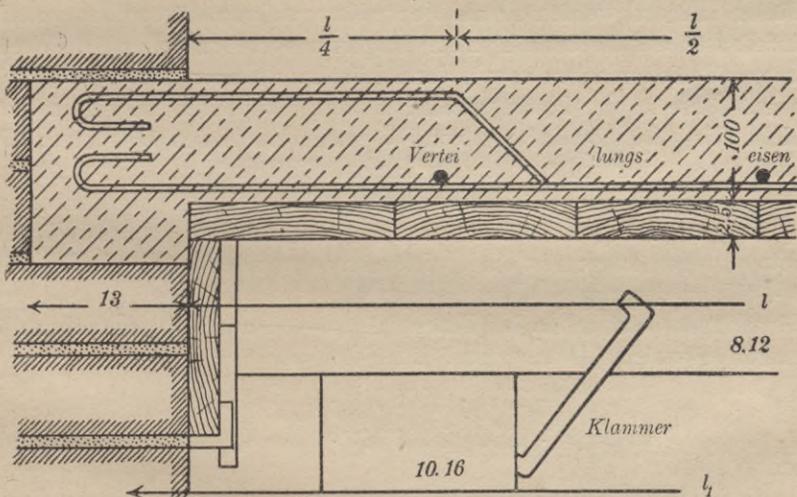


Abb. 12. Frei aufliegende Platte.

Fall. Abgesehen von besonders schwer belasteten Platten größerer Stützweite wird man immer mit einem halben Stein + Fuge = 13 cm Auflagerlänge auskommen, andererseits dieses Maß aber zweckmäßig auch für dünnere Platten als 13 cm verwenden, da sich so die Eisenbetonplatte dem Mauerwerk am besten anpaßt. Auch wird man aus diesem

Grunde u. U. das Lager nach unten ziehen (Abb. 12), wenn das aufgehende Mauerwerk über der Platte in gleicher Stärke wie unter ihr weiter geht. Die Schalung der lotrechten vorderen Kante besteht meist und am einfachsten aus einem mit Mauerhaken an die Wand gehefteten Schalbrett.

Bezüglich der Eisen ist zu bemerken, daß deren Stärke nach den zulässigen Haftspannungen zu bestimmen ist. Sie darf höchstens betragen (für Rundeisen)

$$1. \quad d = \frac{\tau_1}{\sigma_e} \cdot l_1 = 0,0045 \cdot l_1,$$

worin l_1 die Stützweite der Platte ist. Diese Formel gilt für alle frei aufliegenden und gleichmäßig verteilt belastet gedachten Bauteile. Wählt man die Eisen hiernach, dann kann man sich bei Platten mit den einfach senkrecht aufgebogenen Enden der Abb. 7 begnügen, während man bei stärkeren Eisen den vollen Haken der Abb. 11 und 12 vorziehen wird.

Sicherungen gegen Schubkräfte sind im allgemeinen in Platten völlig entbehrlich. Die Rechnung ergibt fast immer außerordentlich geringe Schubspannungen. Zu den Haupteisen senkrechte Einlagen (meist von derselben Stärke wie diese) können einen zweifachen Zweck erfüllen. Einmal werden sie als Verteilungseisen angeordnet, welche Einzellasten auf die benachbarten Trageisen verteilen sollen (Brückenplatten, Speicherdecken usw.), dann können sie aber auch den Zweck haben, Risse in der Platte parallel zu den Haupteisen zu verhindern. Solche Risse können infolge von Wärmeunterschieden entstehen; die Quereinlagen verhindern sie. In langen Plattenzügen wird man der Rissebildung auch durch Anordnung von Wärmefugen entgegengetreten. Bei im Freien liegenden Bauteilen, die also ziemlich großen Wärmeschwankungen ausgesetzt sind, wird man wenigstens in Abständen von 10 ÷ 15 m derartige Dehnungsfugen anordnen. Dieser Abstand der Wärmefugen setzt schon bei Unterschieden von nur 30° gegenüber der Herstellungswärme Dehnungsmöglichkeiten von

$$10,00 \cdot 1000 \cdot 0,000010 \cdot 30 = 3 \text{ mm}$$

$$\text{bis } 15,00 \cdot 1000 \cdot 0,000010 \cdot 30 = 4,5 \text{ mm}$$

voraus.

Ist bei sonst frei aufliegenden Platten ein Spannungsmoment möglich, wenn auch vielleicht nicht gerade wahrscheinlich, so wird man doch dieser Möglichkeit Rechnung tragen, indem man einige von den Haupteisen an den Enden aufbiegt (Abb. 12). Es wäre sonst doch möglich, daß sich auf der Oberseite der Platte am eingespannten Ende ein Riß bildet, der u. U. Reinigungswasser eindringen lassen könnte, das natürlich nicht gerade zur Haltbarkeit des Eisens beitragen wird.

Es ist zum Schlusse noch einer besonderen Eisenanordnung zu gedenken, durch die u. U. eine ganze Menge Eisen gespart werden kann. Es ist ja klar, daß ähnlich wie beim Blechträger der volle Eisenquerschnitt nicht auf die ganze Länge erforderlich ist, daß also schließlich nicht alle Eisen voll durchzugehen brauchen. Rechnet man aus,

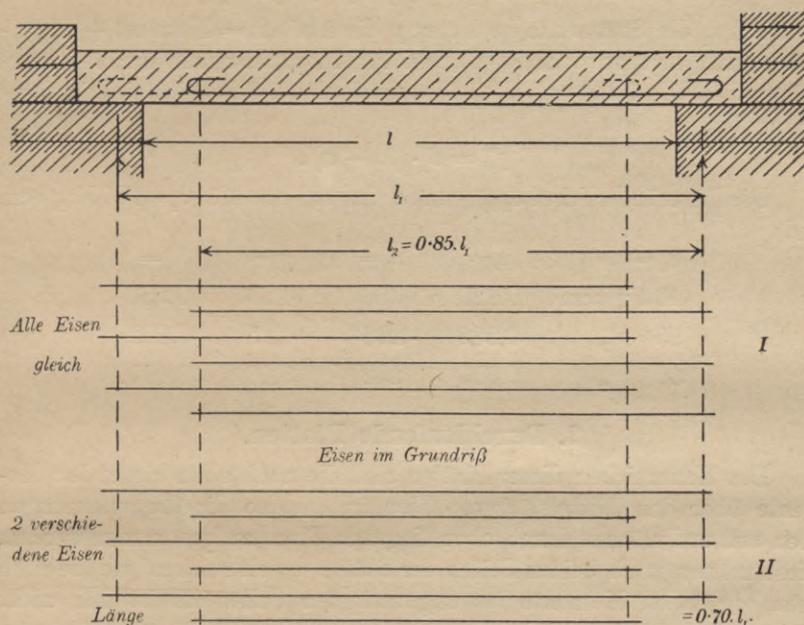


Abb. 13. Platte mit sparsamer Verwendung von Eisen.

wie weit vom Lager aus man mit dem halben Eisenquerschnitt auskommt (bei gleichmäßig verteilter Belastung), dann findet man dieses Maß zu $0,15 \cdot l_1$ ($l_1 =$ Stützweite) und damit die Länge der Eisenstäbe (Abb. 13)

$$2. \quad l_2 = 0,85 \cdot l_1,$$

so daß immerhin rd. 15% an Eisen gespart werden kann. Die Eisen erhalten mit Rücksicht auf die meist zu großen Haftspannungen den vollen Haken der Abb. 11. Belastungen derartiger Platten haben sie als ebenso tragfähig erwiesen wie die mit voll durchlaufenden Einlagen; nur wird naturgemäß die Durchbiegung ein kleines Bißchen größer, was aber bei den sowieso sehr geringen Biegungsmaßen der Eisenbetonteile keine ausschlaggebende Rolle spielt. Bei der Berechnung ist nur noch zu berücksichtigen, daß am Auflager nicht mehr der volle Eisenquerschnitt vorhanden ist, demnach x einen anderen Wert erhält als in der Mitte; große Unterschiede ergeben sich jedoch nicht.

Ohne Proberechnungen kann man die notwendigen Maße der Platten bestimmen nach den Formeln:

$$3. \quad \text{genau } h - a = \alpha l_1^2 \left(1 + \sqrt{1 + \frac{\beta}{l_1^2} (p + 0,040)} \right)$$

$$4. \quad \text{etwas zu klein } h - a = l_1 (1 + \gamma \sqrt{p + 0,040}),$$

in denen l_1 die Stützweite in Meter, p die Auflast = Nutzlast + Eigenlast ohne Plattengewicht in Tonnen für 1 qm zu setzen ist; $h - a$ erhält man in Zentimetern. Der Eisenquerschnitt f_e ergibt sich in Quadratcentimetern aus

$$5. \quad f_e = \delta \cdot (h - a).$$

Die Unveränderlichen α, β, γ und δ sind zu setzen für $\sigma_e = 1000 \text{ kg/qcm}$ und

$\sigma_b =$	$\alpha =$	$\beta =$	$\gamma =$	$\delta =$
40 kg/qcm	0,228	366	4,36	0,751
35 „	0,282	296	4,85	0,602
30 „	0,359	232	5,46	0,467.

2. Durchlaufende Platten.

Das Kennzeichen dieser Platten sind die nach oben biegenden Momente über den Mittelstützen. Hier treten also die Zugspannungen oben auf und müssen durch oben liegende Eisen aufgenommen werden. Diese müssen nach beiden Seiten der Stütze soweit reichen wie die nach oben biegenden Momente im ungünstigsten Falle. Es ist nun nicht nötig, daß man hierzu jedesmal eine besondere Rechnung anstellt; man kann sich auch bei drei Feldern gleicher Teilung — mehr gestatten die Bestimmungen für die Rechnung ja sowieso nicht (§ 14,5) — mit den für zwei Felder und volle Belastung geltenden Maßen begnügen: ein Viertel der Stützweite nach jeder Seite hin; hiervon ist in der mittleren Hälfte der volle ausgerechnete Eisenquerschnitt, in den äußeren Teilen nur noch die Hälfte davon erforderlich (wobei man sich genau genug die M-Fläche über der Stütze als Dreieck denkt).

Die Anordnung der Eisen kann den Zugspannungen in verschiedener Weise gerecht werden: es können die oberen Einlagen von den unteren völlig getrennt gehalten werden, oder es werden die unteren ganz oder teilweise — je nach dem oben erforderlichen Eisenquerschnitt — über den Stützen hochgebogen; es kann auch notwendig werden, oben besondere Einlagen zuzugeben — wenn nämlich der oben nötige Eisenquerschnitt mehr als das Doppelte des der unteren Einlagen ausmacht. Beim Hochbiegen der unteren Eisen ist noch zu beachten, daß diese auch unten wenigstens soweit reichen müssen wie ungünstigsten Falls nach unten biegende Momente auftreten können.

Alle diese Maße sind von dem Verhältnis

$$\varepsilon = \frac{Q}{P} = \frac{\text{ständige Belastung}}{\text{volle Belastung}}$$

abhängig, und die Zahlen U, V, X, Y und Z der Abb. 14 ergeben sich zu:

6. $U = \frac{1}{30} \cdot (7 - \varepsilon)$
7. $V = \frac{1}{12} \cdot (7 - \varepsilon) \left\{ 1 - \sqrt{1 - 4,8 \cdot \frac{1}{7 - \varepsilon}} \right\}$
8. $X = \frac{1}{8} \cdot (1 + \varepsilon)$
9. $Y = \frac{1}{10} \cdot (1 + \varepsilon)$
10. $Z = \frac{1}{2} \cdot \left\{ 1 - \sqrt{1 - 0,4 \cdot (1 + \varepsilon)} \right\}$.

Nach diesen Formeln ist die folgende **Tafel** zusammengestellt:

$\varepsilon = \frac{Q}{P} =$	0,000	0,100	0,200	0,300	0,400	0,500	0,600	0,700	0,800	0,900	1,000
$U =$	0,234	0,230	0,227	0,224	0,220	0,217	0,214	0,210	0,207	0,204	0,200
$V =$	0,257	0,259	0,260	0,262	0,264	0,265	0,267	0,270	0,272	0,274	0,276
$X =$	0,125	0,137	0,150	0,162	0,175	0,187	0,200	0,212	0,225	0,237	0,250
$Y =$	0,100	0,110	0,120	0,130	0,140	0,150	0,160	0,170	0,180	0,190	0,200
$Z =$	0,112	0,124	0,140	0,153	0,168	0,183	0,200	0,217	0,235	0,255	0,276

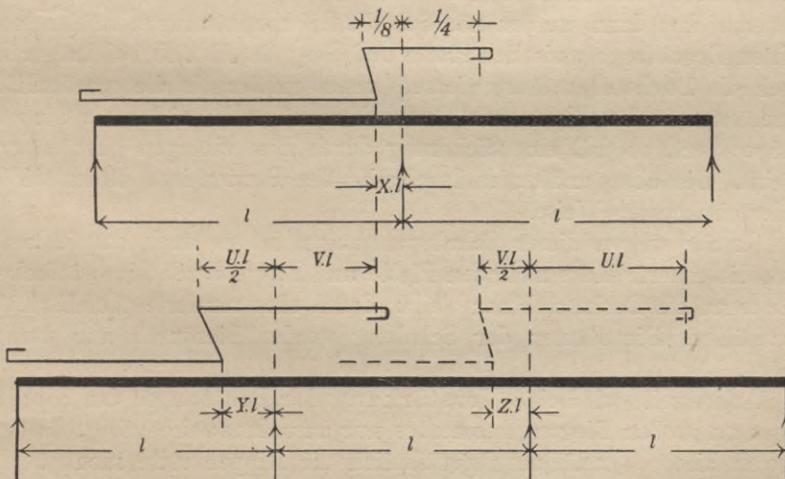


Abb. 14. Aufbiegungen der Eisen in durchlaufenden Platten.

Die Werte X , Y und Z werden nie $= 0$, d. h. es gibt in der Nähe der Zwischenstützen unten immer einen Bereich, in dem Zugspannungen nie auftreten. Trotz dessen wäre es verfehlt, diesen von Eiseneinlagen vollkommen zu entblößen. Denn: nur nach unserer vereinfachten Rechnung, die immer die Felder voll belastet annimmt und die Durchbiegungen garnicht berücksichtigt, treten keine Zugspannungen auf; in Wirklichkeit kann dies doch der Fall sein. Bei der Verteilung der Nutzlast nach Abb. 15 wird der Unterschied der Belastungen der Plattenbalken I und II am größten, und damit auch der Unterschied ihrer Durchbiegungen, wodurch bei genügend großer Nutzlast der Einspannungszustand der Platte der in der Abb. 15 angedeutete werden kann.

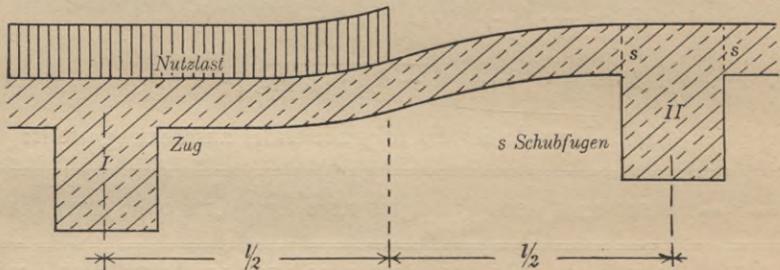


Abb. 15. Notwendigkeit unten durchlaufender Eisen in durchlaufenden Platten.

Will man also Längsrisse neben den Rippen sicher vermeiden, so wird man gut tun, wenigstens einige Eisen vollständig unten durchgehen zu lassen. Es kommt noch ein anderer Umstand hinzu, der dies empfehlenswert erscheinen läßt: Das ist die schubsichere Verbindung der Platte mit dem Steg des Balkens. Ist dessen Rippe breiter als die doppelte Plattenstärke, dann werden nämlich die Schubspannungen in den lotrechten Bruchfugen zwischen Platte und Steg (in Abb. 15 bei Träger II durch die Buchstaben s angedeutet) meist größer als die gewöhnlich berechneten in der Rippe, und demnach meist auch größer als der zulässige Wert, so daß eine Sicherung durch Eiseneinlagen geboten erscheint. Die oben und unten durchgehenden Platteneisen bilden diese in der einfachsten Weise.

Gerade wegen dieser Schubspannungen ist es auch empfehlenswert, die scharfe Ecke zwischen Platte und Rippe durch eine einfache, oder wenn die Decke sichtbar bleibt, durch eine verzierte Kehlleiste auszufüllen. Die Kosten der Schalung werden hierdurch nur wenig erhöht.

Andrerseits wird eine Verstärkung der Platten an den Rippen wegen zu großen Biegemomentes nur ausnahmsweise nötig, da der Bereich dieser Verstärkung gewöhnlich die Rippenbreite nicht überschreitet.

Die Bestimmung der Stärke kann in folgender Weise geschehen: $h - a$ nach Formel 3 oder 4 für freiaufliegende Platten, hiervon $\frac{9}{10}$ für die Endfelder, $\frac{7}{10} \div \frac{9}{10}$ für die Mittelfelder — $\frac{7}{10}$ für $\varepsilon = 1$, $\frac{9}{10}$ für $\varepsilon = 0$ —, Berechnungen der Belastungen, Auflagerdrucke und Momente, $h - a$ und f_e nach Zusammenstellung II der EBB 07.

Für 3 aufeinander folgende Felder gleicher Stützweite mit den Lasten Q_1 , Q_2 und Q_3 werden die Lagerdrucke — von links nach rechts A , B , C und D —:

$$11. \quad A = \frac{1}{60} (26 Q_1 - 3 Q_2 + Q_3) \text{ und}$$

$$12. \quad B = \frac{1}{20} (13 Q_1 + 11 Q_2 - Q_3).$$

C und D ergeben sich aus 12 und 11 durch Vertauschen von Q_3 mit Q_1 oder aus den Gleichgewichtsbedingungen $\Sigma L = 0$ und $\Sigma M = 0$; im übrigen werden sie fast nie gebraucht.

Der Eisendurchmesser ist zu bestimmen aus

$$13. \quad d \geq \frac{16 \cdot (h - a) \cdot f_e}{V},$$

worin V die größte Querkraft in Kilogramm ist. Es genügt, den Durchmesser für das Endfeld zu bestimmen und für die Mittelfelder denselben zu verwenden.

B. Plattenbalken.

Sie bestehen aus der den Druckgurt bildenden Platte und dem die Eisen aufnehmenden schmalen Steg (Rippe). Die Breite dieses richtet sich nach der Zahl, dem Durchmesser und der Anordnung der Eisen, je nachdem diese in einer oder in mehreren Reihen übereinander gelegt werden sollen. Die Breite etwa nach der zulässigen Schubspannung zu bestimmen, ist nicht vorteilhaft, da Schubkräfte immer billiger durch Bügel oder durch aufgebogene Haupteisen aufgenommen werden. Dies gilt auch für die früher vielfach üblichen Stegverbreiterungen am Auflager, die außerdem noch in der Schalung Unbequemlichkeiten im Gefolge haben und auch meist recht unschön wirken. Die untere Grenze der Rippenbreite ist mit Rücksicht auf die Bequemlichkeit und damit Sorgfalt des Stampfens gewissermaßen von der Höhe der Rippe abhängig; es werden bei Decken mit Hohlkörpereinlagen, welche dann auch die sonst teure seitliche Schalung ersetzen, vielfach recht schmale Rippen angewendet, die natürlich auch einen mehr breiigen als erdfesten Beton zur Ausfüllung erfordern.

Als Auflagerlänge genügt immer 1 Stein + Fuge = 26 cm; ein längeres Lager kommt doch nicht zur Wirkung, da sich auch der Betonträger durchbiegt — wenn auch weniger als der eiserne — und so das

hintere Ende des Trägers vom Lager abhebt. Wird die Kantenpressung für dieses zu groß, dann muß die Rippe im ganzen oder auch nur im Lager verbreitert werden. Auch hier darf jedenfalls nicht mit einer gleichmäßigen Verteilung des Lagerdruckes gerechnet werden, doch darf man mit Rücksicht auf die große Steifigkeit der Eisenbetonträger mit einer Verteilungslänge von 20 bis zu 26 cm rechnen (bei eisernen Trägern meist nur mit 10 ÷ 15 cm!). Um den Druck von der Kante abzuhalten, kann man das Lager hinter einer leicht vorgesetzten, $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{2}$ Stein starken Blende (Abb. 16) betonieren, die beim Ausschalen mit weggenommen und erst später wieder vorgesetzt wird.

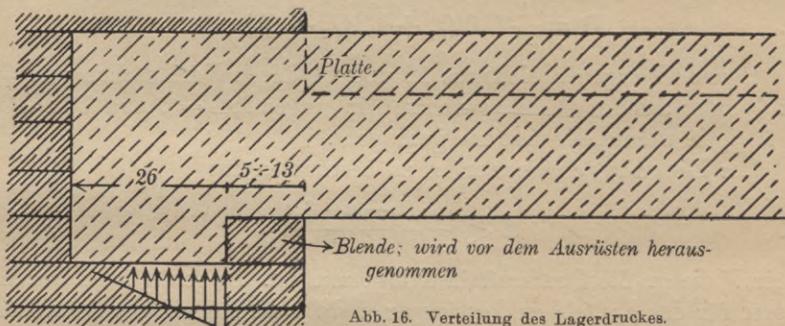


Abb. 16. Verteilung des Lagerdruckes.

Der schmale Steg bringt es mit sich, daß die Schubspannungen meist das zulässige Maß überschreiten. Wegen der Bewehrung gegen diese verweise ich in der Hauptsache auf den Abschnitt IIB 4 „Schubkräfte“. Bügel sind jedenfalls immer anzuordnen wegen des Zusammenhaltens der einzelnen Stampfschichten; ob außerdem noch Aufbiegungen nötig sind, kommt auf die Größe der aufzunehmenden Schubkraft an. Ein Eisen wird man im allgemeinen immer aufbiegen, schon mit Rücksicht auf ein mögliches Einspannungsmoment am Auflager. Die Bügel werden auch auf Zug beansprucht, sie greifen deshalb zweckmäßig um die Haupteisen herum. Die mathematisch genaue Verteilung der Bügel und Aufbiegungen nach der Größe der Querkraft hat scheinbar nicht die Bedeutung, die ihr oft beigelegt wird. Bei der Anordnung der Schubbewehrung ist u. U. auf Probelastung Rücksicht zu nehmen, die gewöhnlich wegen Ersparnis an Lasten durch Einzellasten bewirkt wird.

Bei durchlaufenden Plattenbalken wird die Rippe an den Zwischenauflagern (Unterzug oder Stütze) höher als in der Mitte, da sie hier den Druckgurt bildet, der viel schmäler ist als der Plattendruckgurt und noch ein größeres Biegemoment aufzunehmen hat. Die Rippe schließt sich kopfbandartig an. An Unterzügen ist diese Höhe beschränkt durch die Höhe der Unterzugrippen, so daß hier u. U. Einlagen in dem Druckbereich nötig werden. Es steht aber schließlich

auch nichts dagegen, die Rippen bandartig um den Unterzug herumlaufen zu lassen, wobei man allerdings das Band auch zweckmäßig bewehren würde (Abb. 17). Über den Mittelstützen erhalten die anschließenden Platten auch geringe Zugeinlagen gleichlaufend mit dem Balken, da sonst zu große Dehnungen Risse verursachen können. Sinngemäß gelten auch hier die Zahlen der Tafel im Abschnitt „Durchlaufende Platten“.

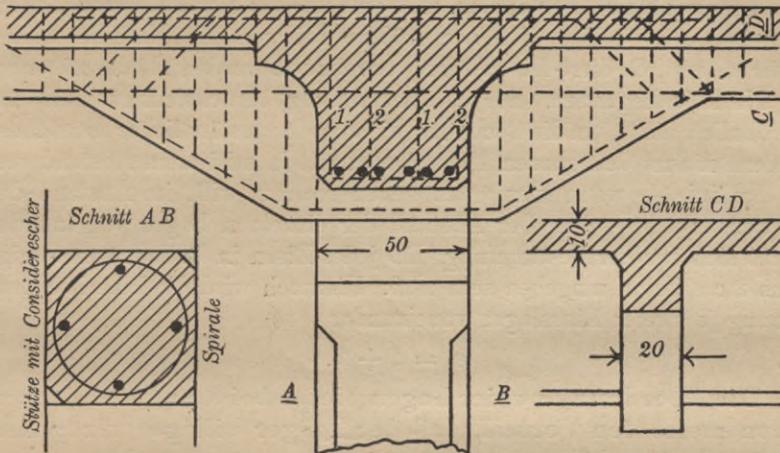


Abb. 17. Stütze mit Unterzug und anschließenden Plattenbalken.

Die Haupteinlagen wird man so eng wie möglich legen, um nicht zu breite und damit zu schwere Rippen zu erhalten. Doch ist ihre Entfernung voneinander beschränkt durch die Schubfestigkeit des dazwischen liegenden Betonstreifens, der ja offenbar die Hälfte der auf ein Eisen entfallenden Schubkraft auf die untere Hälfte des Eisenumfanges übertragen muß. Aus dieser Bedingung ergibt sich die Teilung

$$14. \quad \begin{aligned} e &= d \cdot (1 + \pi/2) \\ &= \text{rd. } 2,6d \div 3d. \end{aligned}$$

Nach außen zu müssen die Eisen noch mit wenigstens 2 cm Beton umhüllt sein (EBB 07 § 6, 1). Das ergibt als geringste Rippenbreite bei m nebeneinander liegenden Eisen

$$15. \quad b_1 = (m - 1) \cdot 2,6 \cdot d + d + 2 \cdot 2.$$

Bei allen Balken ist auch ganz besonders darauf zu achten, daß die Eisen nur von feinem Sandbeton umgeben sind, damit durch etwa anliegende Kiesel- oder Schottersteine das Haften nicht gestört wird (§ 6, 1).

Die Anordnung zweier oder noch mehrerer Eiseneinlagen übereinander wird man, wenn es irgend geht, vermeiden. Das richtige Einlegen der Eisen, das Betonieren, kurz die ganze Arbeit wird dadurch umständlicher und die Genauigkeit leidet meist darunter. Immer-

hin kommt es oft genug vor, daß man mehrfache Lagen anordnen will. Dann wählt man zweckmäßig die Zahl der Eisen so, daß in jeder Lage gleich viel Eisen liegen, damit die Schubkräfte auch auf die untersten Eisen durch einfache lotrechte Betonstege übertragen werden können und nicht sozusagen erst Umwege machen müssen, die sicher spreizende Längsrisse begünstigende Kräfte im Gefolge haben. Wählt man aber doch die Eisen anders, z. B. eine ungerade Zahl für zwei Lagen, dann ist so zu teilen, daß der größere Teil von der Nulllinie weiter entfernt liegt, da diese Eisen besser ausgenutzt werden als die näher an der Nulllinie liegenden. Bei der Berechnung berücksichtigt man dies gewöhnlich nicht, um die Rechnung nicht noch umständlicher zu machen, sondern nimmt den ganzen Eisenquerschnitt in mittlerem Abstand von der Nulllinie — wenn man ganz genau rechnen will, im Abstand des Schwerpunktes — an. Der Abstand der einzelnen Lagen voneinander ergibt sich aus der Bestimmung, daß jedes Eisen in Balken von wenigstens 2 cm Beton umgeben sein muß. Hiernach wird die lotrechte Entfernung je zweier Eisenebenen voneinander

$$16. \quad e_1 = d + 2.$$

Die Anordnung zweier Lagen bietet bei 3 und mehr Eisen schon meist den Vorteil, daß der Träger billiger wird; allerdings auch etwas höher.

Einlagen im Druckgurt kann man bei Plattenbalken fast immer vermeiden, da die Bauhöhe meist durch die Unterzüge bestimmt und daher für die Plattenbalken nicht beschränkt ist. Bei frei aufliegenden Balken muß man allerdings manchmal mit den nur unvollkommen auszunutzenden Druckgurteinlagen rechnen ($\sigma_e = n \cdot \sigma_b$). Ich verweise hier auf den nächsten Abschnitt: „Unterzüge“, bei denen sie sehr häufig unvermeidbar sind.

Die Träger der geringsten Kosten sind im nächsten Abschnitt behandelt.

Zur Bestimmung der Querschnittsmaße ist die Belastung zum größten Teil bekannt, zu schätzen die der Rippe — annähernd bei $\sigma_b = 40 \text{ kg/qcm}$ für 1 m Länge in Kilogramm

$$17. \quad g = \frac{b \cdot l}{3} \sqrt{q},$$

worin b der Abstand der Rippen voneinander, l die Stützweite in Meter und q die Belastung in kg/qm ist —, dann das größte Moment zu berechnen und schließlich aus Zusammenstellung II der EBB 07 $h - a$ und f_e zu bestimmen.

Die Lagerdrucke durchlaufender Balken über 2 Öffnungen gleicher Stützweite werden bei Belastungen Q_1 und Q_2 (alle Buchstaben von links nach rechts)

$$18. \quad A = \frac{1}{16} (7 Q_1 - Q_2),$$

$$19. \quad B = \frac{10}{16} (Q_1 + Q_2),$$

und

$$20. \quad C = \frac{1}{16} (7 Q_2 - Q_1).$$

Die Eisenstärken ergeben sich für freiaufliegende Balken nach Formel 1, für durchlaufende nach Formel 13.

C. Unterzüge.

Der Unterschied zwischen Unterzügen und Plattenbalken liegt darin, daß bei den Unterzügen der plattenförmige breite Druckgurt fortfällt. In der Tat ist er ja vorhanden und wirkt auch ganz sicher bis zu einem gewissen Grade beim Tragen mit; wir dürfen aber nicht mit ihm rechnen, da wir dann dem Beton eine doppelte Beanspruchung zuweisen würden. Beim Plattenbalken wird der plattenförmige Teil ja auch in zweifacher Weise in Anspruch genommen, jedoch durch zueinander senkrechte Kräfte, wodurch die Beanspruchung nicht erhöht wird, der Beton sogar an tatsächlicher Festigkeit gewinnt, da durch die eine Kraftwirkung die Querdehnung nach der einen Richtung infolge der andern Kraftwirkung aufgehoben wird. Bei Unterzügen wirken in den Platten die beiden Kräfte in gleicher Richtung, so daß hier die beiden Beanspruchungen einfach zusammenzuzählen sind. Nun könnte man ja dem entsprechend die Beanspruchung von vornherein sowohl für die Platte wie für den Unterzug so niedrig wählen, daß im ganzen nicht eine zu große Spannung herauskommt; dem steht aber fast immer die dann zu große Höhe des Unterzuges entgegen. Tatsächlich ist man also meist gezwungen, die anschließende Platte für den Unterzug unberücksichtigt zu lassen und nur mit dem Rechteckquerschnitt dieses selbst zu rechnen, also mit einer geringen wirksamen Betonbreite.

Hieraus ergeben sich vier hauptsächlich verschiedene Querschnittsanordnungen:

1. Einfacher Rechteckquerschnitt mit Einlagen unten. Geringe Haupteinlagen, geringe Schubspannungen, meist die billigste Anordnung, aber große Höhe und deshalb nur unter besonderen Verhältnissen (z. B. hohe Hallen u. dgl.) anwendbar.

2. T-förmiger Querschnitt mit Einlagen unten. Verbreiteter Betonkopf, daher geringere Höhe als bei 1. Etwas mehr Haupteinlagen als dort und auch größere Schubspannungen, daher im allgemeinen teurer. Kopfbreite höchstens etwa = dreifacher Rippenbreite; Anschlüsse an Rippe und an die Platte mit Rundung oder Kehlleiste.

3. Querschnitt 2 bei beschränkter Bauhöhe. Zu große Beanspruchungen des Betons, die durch Einlagen im Druckgurt herabgesetzt werden. Kräftige Schubbewehrung nötig.

4. Fast beliebig niedrige Bauhöhe läßt sich erreichen durch zwei im Querschnitt gleiche Eisengurte bei voller Ausnutzung der Festigkeit auch im Druckgurt. Der Betonsteg dazwischen bildet nur die schubfeste Verbindung der Eisengurte, die selbstverständlich ziemlich kräftig bewehrt sein muß. Die Druckfestigkeit des Betons wird vernachlässigt. In der Tat werden eiserne Träger bei der jetzt zulässigen hohen Eisenbeanspruchung meist billiger als derartige Unterzüge, trotzdem spricht zu ihren Gunsten die Einheitlichkeit der Bauweise, die es auch gestattet, die Plattenbalken als durchlaufende auszuführen. Bei eisernen Trägern ist dies zwar nicht durchaus unmöglich, aber immerhin bietet der Eisenbetonunterzug doch manchen Vorteil (unabhängig von der Eisenwerkstatt; erheblich kleinere Gewichte zu verlegen und noch manches Andere). Unter Umständen können aber auch eiserne Unterzüge erwünscht sein als Stütze für die Schalung, besonders wenn diese z. B. in sehr hohen Räumen viele und lange Stiele erfordern würde.

Die Druckeinlagen werden nicht nur auf Druck, sondern auch auf Knicken beansprucht und müssen gegen Ausknicken gesichert werden. Das Knicken könnte natürlich nur nach oben durch Absprengen der obersten Betonschale erfolgen, die Einlagen sind also nach unten mit dem Kern der Rippe zu verankern. Das geschieht am einfachsten mit Hilfe der sowieso vorhandenen Bügel, die länger als sonst nötig gewählt und deren obere überstehende Enden entweder unmittelbar um die Eisen oder um Quereisen gebogen werden, die dann gleichzeitig mehrere Haupteisen nach unten zu festhalten können. Liegen die Eisen in mehr als einer Lage, dann genügt es vielfach schon, die lotrecht übereinander liegenden Eisen miteinander zu verbinden; immer, wenn man zwischen den Eisenlagen Platteneisen durchführen kann, die dann einen großen knicksicheren Betonquerschnitt zum Mitwirken bringen.

Auf die bereits erwähnte Umschnürung¹⁾ des Betons im Druckgurt sei hier nochmals hingewiesen (vgl. II B 3 „Druckkräfte“).

Für die Auflager gilt im allgemeinen dasselbe wie bei den Plattenbalken; nur kann man hier mit Rücksicht auf die sehr große Steifigkeit der Träger vielleicht mit einer wirksamen Länge des Lagers von $1\frac{1}{2}$ Stein + Fuge = 39 cm rechnen. Das Lager für große Drucke etwa noch tiefer in das Mauerwerk einbinden zu lassen, wird aber sicher verfehlt sein, da das hintere Ende infolge der Durchbiegung des Trägers doch nicht mehr zur Wirkung kommen kann. Ist dennoch eine Verteilung des Druckes auf eine größere Fläche nötig, dann kann das eben nur durch Verbreiterung der Lagerfläche nach den Seiten zu geschehen.

1) Min. Erl. v. 9. 2. 12 (Umschnürung in Balken).

Hierbei erhalten die seitlich ansetzenden Haken des Lagers sinngemäß unten Eiseneinlagen, welche die Biegungszugspannungen in diesen Teilen aufnehmen sollen (größtes Moment in der Mitte). Die Beanspruchung des Lagerkörpers ist ja eine ganz ähnliche wie bei eisernen Lagerplatten.

Durchlaufende Unterzüge werden aus denselben Gründen wie die Plattenbalken an den Stützen kopfbandartig anschließen. Im allgemeinen wird man Unterzüge nur über zwei Felder oder nur innerhalb der einzelnen abgeschlossenen Räume als durchlaufende ausbilden. Einmal muß man auf Dehnungsfugen Rücksicht nehmen (die Fuge teilt die Plattenbalken und die Stützen lotrecht in zwei Teile), dann u. U. auch darauf, daß im Falle eines Brandes die Zerstörung (auch die teilweise) eines Unterzuges alle in demselben durchlaufenden Zuge liegenden mit beeinflusst.

Die manchmal unbequeme Verbindung von Plattenbalken mit Unterzügen kann man überall da vermeiden, wo es die Benutzungsart des Raumes gestattet, in größeren Abständen gleichmäßig verteilte Stützen zu stellen, die mit Rippenträgern — es ist hier gleich, ob man sie Unterzüge oder Plattenbalken nennen will — verbunden werden. Über diese Rippen werden dann Platten mit sich kreuzenden Einlagen gespannt, die sich gleichmäßig auf alle vier Träger stützen. Für die Rechnung bieten diese sich kreuzenden Anordnungen — auch sich kreuzende Plattenbalken — noch manche Schwierigkeit; mit der einfachen Bestimmung der **EBB 07** § 14, 7 ist nicht viel anzufangen. Jede derartige Platte ist ohne die Einspannungsmomente schon dreifach statisch unbestimmt. Bei völlig frei lagernden quadratischen, genügend steifen Platten kann man für gleichmäßig verteilte Belastung auch die Lagerdrucke gleichmäßig verteilt annehmen und erhält dann für einen Mittelschnitt das Moment $= \frac{Q \cdot l}{16}$, worin Q die Belastung der ganzen Platte ist. Auch die Entscheidung über die Mitwirkung der Platte beim Rippenträger ist nicht so einfach zu treffen.

Zur Bestimmung der Querschnitte genügt es zunächst immer, die Belastung als gleichmäßig verteilt anzunehmen und das Gewicht der Rippe auch nach Formel 17 zu schätzen; für die Anordnungen 1 und 2 wird dann $h - a$ und f_e nach Zusammenstellung II der **EBB 07** bestimmt; für Anordnung 3 σ_b berechnet, und der oben nötige Eisenquerschnitt annähernd nach der Formel bestimmt

$$21. \quad f_e' = \frac{b x^2}{2 n (x - a)} \cdot \left(\frac{\sigma_b}{40} - 1 \right),$$

worin 40 die zulässige Betonbeanspruchung ist. Dann ist mit Hilfe der Formeln 20 und 21 der **EBB 07** zu prüfen und u. U. zu verbessern. Bei Anordnung 4 wird der oben und unten nötige Eisenquerschnitt

$$22. \quad f_e = \frac{M}{\sigma_e \cdot (h - 2a)}$$

Eisendurchmesser wie beim Plattenbalken nach Formel I oder 13.

Man hat vielfach sowohl Plattenbalken wie Unterzüge als Träger der geringsten Kosten auszubilden. Hierbei geht man zweckmäßig in folgender Weise vor: Nach Tafel II der EBB 07 wird für ein σ_b und $\sigma_e = 1000 \text{ kg/qcm}$ $h - a$ bestimmt, dann dieses mit Hilfe der folgenden Tafel I und II verändert in

$$23. \quad h - a + y = A \cdot B \cdot (h - a).^1$$

Tafel I, Werte für A:

$\sigma_e = 1000 \text{ kg/qcm}$	Nutzbare Plattenbreite $= \frac{b}{b_1} =$ Rippenbreite										
	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	12,00
$\sigma_b = 40$ „	0,77	1,08	1,33	1,53	1,71	1,88	2,03	2,17	2,30	2,43	2,57
„ = 35 „	0,69	0,97	1,19	1,37	1,54	1,68	1,82	1,94	2,06	2,17	2,31
„ = 30 „	0,60	0,84	1,02	1,18	1,32	1,45	1,56	1,67	1,77	1,87	2,02
„ = 25 „	0,52	0,73	0,90	1,03	1,15	1,26	1,36	1,46	1,55	1,63	1,73
„ = 20 „	0,43	0,60	0,74	0,85	0,95	1,04	1,13	1,21	1,28	1,35	1,43

Tafel II, Werte für B:

Kosten des Betons K_b in $\mathcal{M}/1 \text{ cbm}$	Kosten des Eisens K_e in $\mathcal{M} \% \text{ kg}$							
	16,00	18,00	20,00	22,00	24,00	26,00	28,00	30,00
28,00	0,76	0,80	0,85	0,89	0,93	0,96	1,00	1,04
30,00	0,73	0,77	0,82	0,86	0,90	0,93	0,97	1,00
32,00	0,71	0,75	0,79	0,83	0,87	0,90	0,94	0,97
34,00	0,69	0,73	0,77	0,80	0,84	0,87	0,91	0,94
36,00	0,67	0,71	0,75	0,78	0,82	0,85	0,88	0,91
38,00	0,65	0,69	0,73	0,76	0,80	0,83	0,86	0,89
40,00	0,63	0,67	0,71	0,74	0,78	0,81	0,84	0,87
42,00	0,62	0,66	0,69	0,73	0,76	0,79	0,82	0,85

K_e , K_b und b sind immer gegeben, b_1 muß zunächst geschätzt (rund $b_1 = \frac{b}{10}$) oder nach dem Ergebnis des erst ausgerechneten $h - a$, vielmehr nach dem zugehörigen f_e , angenommen werden.

Aus den Tafelzahlen geht noch hervor, daß für alle rechteckigen Querschnitte — Platten, Unterzüge in Wänden, die eingespannten Teile durchlaufender Plattenbalken, Konsolträger usw.,

1) Der Nachweis der Tafelzahlen findet sich in Beton und Eisen 1912, Nr. 2.

kurz überall da, wo $\frac{b}{b_1} = 1$ ist — der niedrigste Träger auch der billigste ist.

Der neue Eisenquerschnitt wird

$$24. \quad f_e'' = f_e \frac{h-a}{h-a+y}.$$

D. Stützen.

EBB § 16, 4: „In Stützen darf der Beton mit nicht mehr als einem Zehntel seiner Druckfestigkeit beansprucht werden.“ Der Widerspruch gegenüber der zulässigen Beanspruchung in den auf Biegung beanspruchten Bauteilen ist, wie schon erwähnt, nur ein scheinbarer, indem die ministerielle Rechnungsweise der Einfachheit wegen eine dreieckförmige Verteilung der Biegungsspannungen an Stelle der wirklich vorhandenen annähernd hyperbelförmigen annimmt und dadurch zu hohe Werte herausrechnet, was wieder durch Zulassen der höheren Beanspruchungen ($\frac{1}{6}$ statt $\frac{1}{10}$ der Bruchfestigkeit) ausgeglichen wird.

Die Eisenbetonstütze besteht wie jede andere aus Fuß, Schaft und Kopf. Der Schaft ist im allgemeinen der schlanke frei im Raume sichtbare Teil, während Kopf und Fuß die Aufgabe haben, die Kräfte von dem bewehrten Schaft in den unbewehrten Beton oder in die belastenden Teile (Unterzüge und dgl.) zu übertragen. Es muß demnach z. B. im Fuß die in den Eisen wirksame Druckkraft auf den umgebenden Beton abgegeben werden. Dies geschieht an der Oberfläche der Eisen mittels der Haftfestigkeit, die demnach für die Höhe des Fußes das Bestimmende ist. Mit $\tau_1 = 4,5$ kg/qcm ergibt sich diese zu

$$25. \quad h_1 = 0,835 \cdot \sigma_6 \cdot d.$$

Auf dieser Länge muß die Betonfläche zunehmen um das $n = 15$ -fache des Eisenquerschnitts, damit beim Aufhören der Eisen der Beton allein imstande ist, die gesamte Belastung mit der vorgeschriebenen Sicherheit aufzunehmen. Für die Umschnürung fehlt ein derartiges Bestimmungsmaß; es hätte auch keinen Zweck, sich zu diesem Zwecke die Umschnürung durch Längseisen ersetzt zu denken, da man in der Wahl des Durchmessers wieder ganz willkürlich vorgehen müßte. Jedenfalls wird man den Fuß immer höher machen als das geringste Querschnittsmaß des Schaftes beträgt. Bei niedrigen Füßen ist meist ein unterer Eisenrost zur Aufnahme der Biegungszugspannungen nicht zu entbehren. Vielfach ist für den Schaft der sehr geschickt aussehende quadratische Querschnitt mit abgefasten Ecken üblich; man wählt dann die Eckfasen so, daß der volle quadratische Querschnitt den Betonfuß bildet.

Will man als Schaftquerschnitt ein regelmäßiges Achteck, als Fußquerschnitt das umhüllende Quadrat haben, dann muß der Eisen-

querschnitt $f_e = 0,0138 \cdot F_b$ gewählt werden. Die Achteckseite wird

$$26. \quad a_1 = 0,415 \sqrt{\frac{P}{\sigma_b}},$$

$$27. \quad f_e = 0,0657 \cdot a_1^2$$

und die Seite des Fußquadrates

$$28. \quad a_2 = 2,412 a_1.$$

Im Schaft wird die Druckkraft zum Teil vom Beton, zum Teil von den Längseisen oder der Umschnürung aufgenommen. Im Großen und Ganzen kann ich hier auf die Abschnitte II B 3 und 6 „Druckkräfte“ und „Knicken“ verweisen. Wir verteilen rechnermäßig den Druck auf Eisen und Beton unter der Annahme, daß die elastischen Verkürzungen beider Stoffe gleich sind. Die Annahme trifft aber nicht unter allen Umständen zu, wie es auch aus den umfangreichen Versuchen mit Eisenbetonstützen des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton hervorgeht. Ferner hat man aus den Versuchsergebnissen die Überzeugung gewonnen, daß es unzweckmäßig ist, den Anteil der Eisenbewehrung (Längsbewehrung) unter 0,8% und über 2,4% des Querschnitts zu bemessen.

Je weniger Eisen, desto billiger wird die Stütze.

Wird allgemein $f_e = \eta \cdot F_b$ gesetzt, dann gestaltet sich die Berechnung der Querschnittsmaße wie folgt:

$$29. \quad F_b = \frac{P}{\sigma_b(1 + n \cdot \eta)}$$

$$30. \quad f_e = \eta \cdot F_b$$

$$31. \quad F_b + f_e = \text{ganzer Querschnitt.}$$

Die Berechnung der Umschnürung (Runderlass vom 18. September 1909) ist unmittelbar aus Versuchsergebnissen hervorgegangen. Da das Eisen in der Umschnürung noch einmal so gut ausgenutzt wird als in den Längseisen, wird man im allgemeinen das Bestreben haben, möglichst viel der Belastung durch Umschnürung aufzunehmen. Die Längseisen aber ganz fortzulassen wäre verfehlt, da man immer auf eine einseitige Belastung Rücksicht nehmen muß, wenn diese auch nicht gerade durch die Rechnung besonders hervorgehoben wird. Der innige Zusammenhang (Monolithät) aller Teile, hier der Unterzüge mit den Stützen, veranlaßt immer derartige unbeabsichtigte Kraftwirkungen, denen man bei der Ausführung Rechnung tragen muß. Brauchbare Maße für die Eisenteile erhält man fast immer, wenn man den Betonquerschnitt für reine Längseisenbewehrung bestimmt und dann die Hälfte der Längseisen durch Umschnürung ersetzt.

Mit Bezug auf die Bezeichnungen des Runderlasses vom 18. September 1909 bestimmt man die Querschnitte und sonstigen Maße dann in folgender Weise:

$$32. \quad F_b = \frac{P}{\sigma_b(1+n \cdot \eta)}$$

$$33. \quad f_e = \eta \cdot F_b$$

$$34. \quad F_e = \frac{f_e}{2}$$

$$35. \quad F_i = \frac{P}{\sigma_b}$$

$$36. \quad F'_s = \frac{1}{30} (F_i - F_b) - \frac{F_e}{2}$$

Die Ganghöhe h_2 der Considèreschen Spirale (Abb. 17) ergibt sich dann bei einem Durchmesser dieser von D zu

$$h_2 = \frac{D}{F'_s} \cdot 0,89 \quad \cdot 1,58 \quad \cdot 2,46 \quad \cdot 3,56 \quad \cdot 4,85 \quad \cdot 6,33$$

für $d = \quad 6 \quad \quad 8 \quad \quad 10 \quad \quad 12 \quad \quad 14 \quad \quad 16 \text{ mm.}$

Bei einfachen Stützen wird man für die Umschnürung nicht zu starke Eisen wählen, da sich sonst die Spiralen schlecht biegen lassen. 10 mm starke Rundeisen lassen sich noch bequem ohne zu großen Kraftaufwand und ohne besondere Hilfsmittel verarbeiten. Das Biegen der Considère'schen Spiralen geschieht am einfachsten um ein Rundholz herum, oder um die genügend aufgefutterte Trommel einer einfachen Bauwinde, oder um in eine kräftige Platte eingeschlagene Dorne, die allerdings so hoch sein müssen, daß die Ringe der ganzen Eisenlänge darauf Platz haben. Die Magid-Abramoffschen Spiralen werden um zwei Dorne mit Leichtigkeit gebogen. In beiden Fällen genügen zwei Leute zur Herstellung der Spiralen. Im Stoß genügt es, die Spiralen um $\frac{1}{4} \div \frac{1}{2}$ Windung übereinander zu führen und dort mit Draht gut zu bewickeln; die Enden können umgebogen werden.

Wenn keine Umschnürung angewendet wird, dann müssen die Längseisen doch sicher miteinander verbunden werden. Diese Querverbindung erhöht die Tragfähigkeit nicht unerheblich, wie die umfassenden Versuche des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton dargetan haben. Am wirksamsten ist eine solche, die nur am Rande des Querschnitts die Eisen umfaßt, ohne den Querschnitt durch schräge oder sonstige Teile zu zerschneiden; geschieht dies, dann zeigen die Stützen immer viel eher Neigung zu Querrissen. Die Querverbindungen sind ja auch nötig zur Knicksicherung der Längseisen. Diese müssen in Abständen

$$37. \quad h_3 = 134 \cdot d \cdot \sqrt{\frac{1}{\sigma_b}}$$

gefaßt werden. h_3 soll annähernd der kleinsten Querschnittsabmessung entsprechen und andererseits nicht größer als $30 \cdot d$ werden (EBB 07 § 15,6).

Bei einseitiger Belastung muß die Längsbewehrung wenigstens so stark sein, daß sie mit dem Beton für das Biegemoment genügt; der Rest kann der Umschnürung überlassen werden. Treten in den Eisen Zugspannungen auf, dann sind diese an den Enden mit vollen Haken zu versehen, welche die Zugkräfte in die anschließenden Bauteile (nach oben und unten) sicher und unschädlich übertragen. Die Kernweite eines rechteckigen oder quadratischen Querschnitts kann man auch hier zunächst genau genug zu $\frac{1}{6}$ der Breite oder Höhe annehmen. Das genaue Maß ergibt sich wie sonst zu

$$38. \quad k = \frac{W}{F} = \frac{2 \cdot I}{F \cdot h},$$

worin sowohl in I wie in F die Eiseneinlagen zu berücksichtigen sind. Die Umschnürung darf hier nicht zum Zulassen einer höheren Betonbeanspruchung verleiten, da die größte Betonpressung am Rande liegt, und diese Betonteile sinngemäß nicht mehr von der Umschnürung beeinflusst werden können.

Bei der Bestimmung der Querschnittsmaße begnügt man sich vielfach wie bei gußeisernen Stützen damit, daß man die 1,5 fache Last der Rechnung zugrunde legt und damit nach den Formeln 28 ÷ 30 rechnet. Bei genauem Vorgehen rechnet man für diese Maße die Betonbeanspruchung nach Beispiel 10 der EBB 07 aus und verbessert nach dem Ergebnis den Querschnitt.

Die Grundplatte wird immer am einfachsten mit quadratischem oder rechteckigem Grundriß ausgeführt. Sie erhält unten Biegeeinlagen, die wie die Höhe der Platte nach dem größten Biegemoment (in der Mittelachse) zu bestimmen sind. Lotrechte Einlage (Bügel) zum Zusammenhalt der einzelnen Stampfschichten, unter Umständen auch zur Aufnahme zu großer Querkräfte (größte am Rande des Stützenfußes) sind ebenfalls zu empfehlen. Es genügt immer, die Haupteisen in zwei einander senkrecht kreuzenden Lagen anzuordnen; eine dritte Lage in schräger Richtung ist überflüssig, da die überstehenden Ecken bei Verteilung der ersten beiden Lagen über die ganze Fläche genügend ausgesteift werden. Bei Schaufensterstützen, an der Grenze von Grundstücken und in ähnlichen Fällen tritt meist besser an Stelle einer Platte ein Träger, der dann je nach der Belastung sinngemäß zu bewehren ist. Es genügt, den Druck auf den Baugrund gleichmäßig verteilt oder das Biegemoment für den Träger gleich dem größten der Träger über den Stützen anzunehmen.

Für quadratische Platte a_3^2 und quadratischen Fußquerschnitt a_2^2 wird das größte Moment

$$39. \quad M = \frac{P}{8} (a_3 - a_2)$$

und die größte Querkraft

$$40. \quad V = \frac{P}{2} \cdot \frac{a_3 - a_2}{a_3},$$

woraus sich nach Zusammenstellung II der EBB 07 und nach Formel 13 die nötigen Maße berechnen lassen.

Neuerdings werden auch Stützen nach dem Rentzschens Schleuderverfahren fertig hergestellt mit Kopf und Fuß und wie eiserne Stützen eingebaut. Gußeiserne Kopfplatten zum Auflegen von Trägern können sofort eingeschleudert werden. Die Stützen bieten manche Vorteile, erfordern nur 6 ÷ 10 Wochen Lieferfrist. Der Beton wird in Formen etwa 10 Minuten lang in Umdrehungen von ungefähr 800 ÷ 1200 in der Minute erhalten und durch die kräftig wirkende Fliehkraft an den Wänden verdichtet. Die Stütze wird hohl; es trägt nur die starke Eisenbewehrung, die durch den Beton zusammen gehalten und geschützt wird. Eine Beschreibung des Verfahrens findet man in der Zeitschrift „Eisenbeton“ 1908, Nr. 7.

E. Schalungen und Rüstungen.

Die Bestimmungen sagen hierüber im § 6,2 und 3:

„2. Die Schalungen und Stützen der Decken und Balken müssen vollkommenen Widerstand gegen Durchbiegungen und ausreichende Festigkeit gegen die Einwirkungen des Stampfens bieten. Die Schalungen sind so anzuordnen, daß sie unter Belassung der bis zur völligen Erhärtung des Betons notwendigen Stützen gefahrlos entfernt werden können. Zu den Stützen sind tunlichst nur ungestoßene Hölzer zu verwenden. Sind Stöße unvermeidlich, so müssen die Stützen an den Stoßstellen fest und sicher verbunden werden.

3. Verschalungen von Säulen sind so anzuordnen, daß das Einbringen und Einstampfen der Betonmasse von einer offenen, mit dem Fortschreiten der Arbeit zu schließenden Seite erfolgen und genau beobachtet werden kann.“

Was zunächst die Durchbiegung und die Festigkeit betrifft, so ist zu bemerken, daß hiervon tatsächlich die Güte der Bauausführung wesentlich abhängt. Die sparsame Verwendung der Rüst- und Schalhölzer gestattet nicht, diese von vornherein in kurze Stücke zu zerschneiden, da man solche u. U. beim nächsten Bau nicht wieder benutzen kann, sondern sie bei der erstmaligen Verwendung so lang wie möglich zu lassen. Infolgedessen pflanzt sich auch jede Erschütterung wenigstens so weit fort wie das einzelne gerade getroffene Holz reicht.

Hierdurch wird das Abbinden des Betons immer wieder gestört; es kann daher durch zu schwache Schalung oder Rüstung eine sonst sehr sorgfältige Behandlung des Betons und Überwachung der Bauausführung vollkommen unwirksam gemacht werden. Man ist also gezwungen, sich auch über die Querschnitte der Hölzer genau Rechenschaft zu geben, wobei man mit einer gewissen Vorsicht zu Werke gehen muß. Es empfiehlt sich nicht, mit den für vorübergehende Bauten zugelassenen höheren Festigkeitszahlen zu rechnen, sondern mit den gewöhnlichen Werten. Sollen bei größeren Bauteilen nicht nur unangenehme sondern den Verband meist störende Senkungen vermieden werden, dann ist auch ganz besonders darauf zu achten, daß die Holzteile quer zur Faser nicht zu hoch belastet werden. Beim Bau der Corneliusbrücke in München haben z. B. schon Beanspruchungen von 26 kg/qcm (Kiefernholz quer zur Faser) zu bedenklichen Formänderungen geführt; bei der großen Grünwalder Eisenbetonbrücke über die Isar ist man dann vielleicht in etwas übergroßer Vorsicht auf 12 kg/qcm heruntergegangen. Vorauszusehende Durchbiegungen kann man auch durch Überhöhen der Rüstung ausgleichen. Die Eichenholzkeile dürfen unbedenklich so beansprucht werden, wie Kiefernholz parallel zur Faser, vorausgesetzt, daß nicht zufällig zu großjähriges Holz verwendet wird, bei dem der Unterschied zwischen Sommer- und Winterholz auch ganz erheblich sein kann. Ebenso dürfen natürlich die Belastungen nicht zu niedrig angenommen werden. Bei leichten Teilen (Platten und Plattenbalken) wird man etwa das Dreifache der Eigenlast der tragenden Betonteile, wenigstens aber die der statischen Berechnung zugrunde liegende Last, ansetzen; bei stärkeren, besonders bei höheren aus mehreren Stampfschichten bestehenden Teilen, kann man bis zum $1\frac{1}{2}$ -fachen der Betonbelastung herabgehen, da hier die bereits auflastenden Schichten schon ein erhebliches die Bewegungen verhinderndes Trägheitsmoment entgegenzusetzen. Die seitlichen Drucke auf die lotrechten Teile der Schalungen und die diese stützenden Hölzer kann man ungefähr zur Hälfte der Drucke auf die wagerechten Teile annehmen.

Die Rüstung bildet den Unterbau für die Schalung. Sie besteht aus lotrechten Stielen und wagerechten Balken, die durch Schwerlatten (Schwerter, Schwarten) so verbunden sein müssen, daß die Rüstung gegen wagerechte Kräfte eine gewisse Steifigkeit erhält. Für die Stiele dienen oft Rundhölzer, für die Balken sind solche meist unvorteilhaft; hier werden gewöhnlich Kreuzhölzer, Halbhölzer oder Bohlen verwendet. Alle Verbindungen sind so einfach wie möglich herzustellen — wenig Arbeit und wenig Verschnitt und Rücksicht darauf, daß die Hölzer wieder verwendet werden müssen! Zapfen und Zapfenlöcher werden möglichst vermieden, hingegen finden Klammern, Nägel, Schrauben, Bolzen, Flach- oder Bandisenverbindungen reichlich Verwendung. An-

blattungen kann man nicht immer vermeiden; sie müssen aber meist auch bei der nächsten Verwendung wieder weggesehritten werden. Hinreichende Festigkeit und leichte Lösbarkeit aller Verbindungen ohne Holzzerstörung muß immer angestrebt werden.

Die Stiele stehen unten auf Keilen, die einmal den Ausgleich kleiner Höhenunterschiede (auch Durchbiegungen und Senkungen) gestatten, dann aber auch für das Ausrüsten erforderlich sind. Die Schneide der Keile muß soweit abgestumpft sein, daß man sie vom spitzen Ende aus mittels eines Pufferholzes ohne Zerstörung des Keiles zurücktreiben kann (1,5 ÷ 2,0 cm). Die Keile bestehen aus Eichenholz. Nur bei großen Bauten kommen u. U. Sandtöpfe und auch Schraubensätze zur Anwendung. Unter den Keilen liegt je nach der notwendigen Verteilung des Druckes ein kürzeres Schwellenstück, eine durchgehende Schwelle oder eine Bohle, auf der auch die Keile gegen unwillkürliches Herausdrücken durch vorgeschlagene Nägel gesichert werden können.

Beim Zusammenbau der Rüstung ist schon sorgfältig auf das Ausrüsten Rücksicht zu nehmen. Sie ist so anzuordnen, daß alle Teile außer den Hauptstützen entfernt werden können. Meist ergibt sich das ganz von selbst, indem man nämlich umgekehrt anfängt, die Hauptstützen aufzustellen, an die dann alles Übrige angebaut wird. Beim Nageln und Anbringen sonstiger Verbindungsmittel ist zu bedenken, daß nachher beim Ausschalen die Schalungen von der Betonseite aus nicht mehr zugänglich sind.

Bei der Schalung ist zu berücksichtigen, daß diese mit dem Beton unmittelbar in Berührung kommt. Sie muß bis zu einem gewissen Grade dicht sein, damit der Beton nicht durchfällt oder durchläuft, wenn nasser Beton verwendet wird. Trockene Schalbretter dürfen aber nicht dicht an dicht verlegt werden, weil sie sofort Wasser aus dem Beton aufnehmen und sich dabei ausdehnen. Auf dieses Arbeiten der Schalung ist auch bei der Befestigung der Bretter Rücksicht zu nehmen; am besten wird jedes Brett nur an einer Stelle genagelt. Zu dicht oder zu fest liegende Bretter werfen sich sonst in ganz unübersehbarer Weise, und man erhält völlig unregelmäßige Ansichtsflächen. Glatte behobelte Bretter wird man verwenden, wenn es darauf ankommt, völlig glatte Ansichten zu erzielen. Bei Kastendecken oder auch sonst an Stellen, wo man ein schweres Lösen der Schalung befürchtet, wird diese geölt (Mineralöl, da fette Öle den Beton weich machen) oder auch mit billigem geöltem Papier belegt.

Ein gut durchdachtes Beispiel einer Einrüstung und Schalung für wagerechte Eisenbetonteile zeigt die in den **Abb. 18 und 19** wiedergegebene Einrüstung der Brenzbrücke bei Heidenheim, das dem für alle Betonausführungen sozusagen klassischen Werke „**Der Portlandzement und seine Anwendungen im Bauwesen**“ entnommen ist. Derartige freitragende

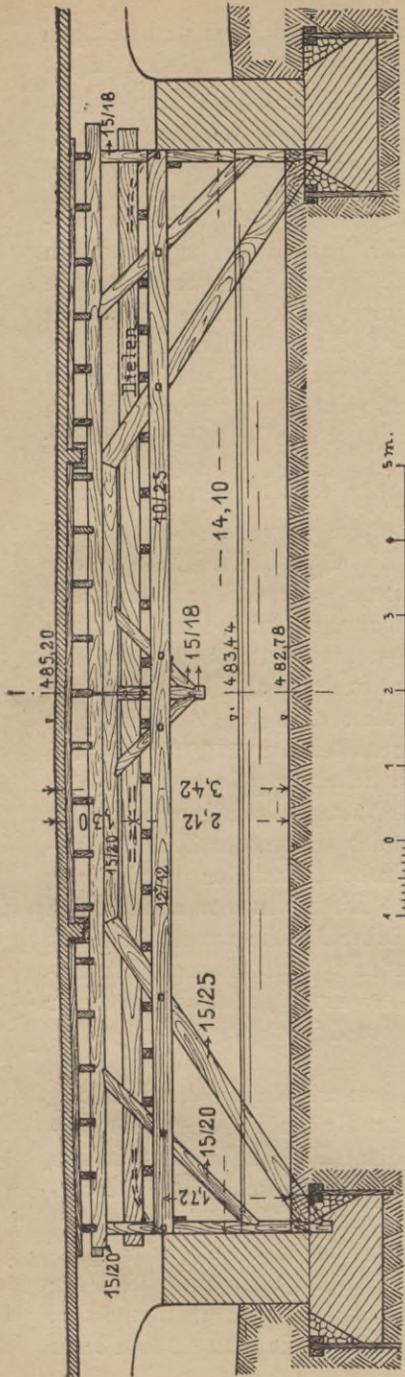


Abb. 19. Längsschnitt.

Rüstungen wird man nur anwenden, wo es durchaus erforderlich ist, da sie die Durchbiegungen und Erschütterungen begünstigen und außerdem erheblich teurer sind als stetig gestützte. Im Querschnitt fehlen leider die lotrechten Hölzer, welche die seitlichen Schalungen der Hauptträger halten. Alle derartigen Hölzer können durch den Beton der Rippe hindurch mit dünnen Rundeisen oder Draht miteinander verbunden werden. Diese werden nachher einfach an den Betonaußenseiten abgeschnitten und bleiben in der Rippe stecken. Will man Zuganker verwenden, die sich wieder gewinnen lassen, dann müssen diese innerhalb des Betons, also zwischen den Schalungen, gut mit geöltem Papier oder mit dünner Dachpappe umwickelt werden. Sie lassen sich dann leicht herausziehen.

Für Stützen besteht die Schalung meist aus einem in drei Seiten fest zusammengebauten Kasten, während die vierte Seite aus einzelnen wagerechten Brettchen je nach dem Fortschreiten des Stampfens eingefügt wird (Abb. 10). Bei größeren Querschnitten werden auch wohl einzelne Teile ringsherum aufeinander gebaut, so daß dann von allen Seiten Beton eingefüllt und gestampft werden kann. Bei kleineren Stützen beschränkt sich die Rüstung gewöhnlich auf einen einzigen Stiel, welcher die Schalung hält, bei größeren Querschnitten werden vier oder oft bequemer acht Stiele (an jeder Ecke zwei) nötig. Besonders bei freistehenden Stützen ist sorgfältig Formänderungen nach der Seite hin durch Riegel, Anker und dgl. entgegen zu

wirken, da sie später immer nur mangelhaft und schwer zu beseitigen sind und unangenehm ins Auge fallen. Für Eckfasen werden in die Schalung für den vollen Querschnitt Leisten gelegt.

F. Die Herstellung.

Während Rüstung und Schalung fertiggestellt wird, werden gleichzeitig alle erforderlichen Eisen in den richtigen Längen zugeschnitten und zurecht gebogen. Ehe das Betonieren beginnt, sind wenigstens alle in Rippen liegenden Eisen in ihre bestimmte Lage zu bringen und auch gleich so zu sichern, daß sie sich während des Betonierens nicht verschieben können. Dies geschieht mit Hilfe von Draht und besonders zurecht gebogenen Bügeln, die einfach mit einbetoniert werden, durch Unterstützungen, die je nach dem Fortschritt des Betonierens weiter geschoben werden, durch zwischen den Schalungen gespannte Drähte und andere derartige einfache Mittel. Vielfach lassen sich als Abstandshalter die für Eisenguß käuflichen Kernstützen gut verwenden. Es gibt aber auch besondere Abstandshalter für Eisenbeton. Das Einlegen der Platteneisen erfordert weniger Zeit und kann während des Betonierens erfolgen; nur müssen auch alle Eisen zurecht geschnitten und gebogen sein, so daß keine Verzögerungen und unnütze Unterbrechungen der Betonarbeiten zu gewärtigen sind. Werden auch gleich alle Platteneisen verlegt, dann erschwert man sich oft die Herstellung der Zufuhrbahnen für den Beton, da deren Laufbohlen dann überall hohl gelegt werden müssen, während sie sonst einfach auf die Schalung gelegt werden können. Vor dem Einbau sind alle Eisen sorgfältig zu reinigen, besonders von Öl- und dgl. Flecken zu befreien, die das Haften des Zementes ungünstig beeinflussen können (§ 6,1). Grobe Roststellen werden mit Steinen oder Drahtbürsten abgerieben, alle Eisen von dem anhaftenden Staub durch Bebrausen mit Wasser gesäubert. Sehr zweckmäßig hat sich besonders bei großen länger dauernden Bauausführungen ein Anstrich aller Eisenteile mit Zementmilch (etwa 1:100) erwiesen, da dieser das Ansetzen neuen Rostes an den längere Zeit ungedeckt liegenden Eisen verhindert.

Gleichzeitig mit dem Verlegen der Eisen werden auf der Schalung die Lehren für nötige Aussparungen im Beton befestigt, die Gas- oder sonstigen Leitungsrohren dienen sollen. Diese Lehren müssen an der Schalung so befestigt sein, daß sie sich beim Ausschalen mit herauslösen. An den Oberseiten dürfen Rillen selbstverständlich nur parallel zu den Druckwirkungen angeordnet werden, oder müssen bei der Spannungsermittlung berücksichtigt werden. Getränkte Hartholzdübel für die Befestigung von Beleuchtungskörpern, Stuckteilen und dgl. dürfen andererseits wieder nur so lose angeheftet sein, daß sie sich beim

Betonieren nicht verschieben, aber beim Ausschalen fest im Beton stecken bleiben. Bei gewerblichen Bauten ist gewöhnlich noch besondere Rücksicht auf die Befestigung von Transmissionen zu nehmen. Kräftige Schraubenbolzen erfüllen meist den Zweck am besten, an denen nachher von unten mit oder ohne Holzzwischenlage die Wellenlager angeschraubt werden. Zum unmittelbaren Einbetonieren eignen sich nur solche Lagerböcke, in denen das Lager selbst nach allen Richtungen verstellbar ist, da doch nicht auf genaues Einhalten der richtigen Lage zu rechnen ist. Zur Befestigung von Wärmeschutz- oder Schalldecken dienen am einfachsten Bügel aus $2 \div 3$ mm starkem Draht, die je über zwei Platteneisen hinweggelegt und deren untere Enden durch die Fugen zwischen den Schalbrettern (auch durch gebohrte Löcher bei dichter Schalung) hindurchgesteckt werden. Das Haften von Putz an den wagerechten Deckenflächen kann man erheblich verbessern, indem man vor dem Betonieren die Schalung mit grobem Kies (etwa erbsengroße Körner) bestreut. Die Betonuntersicht gewinnt dadurch an Rauheit und vielen unterschrittenen kleinen Hohlräumen, in denen der Putz Halt findet. An den lotrechten Flächen kann man dasselbe durch einen größeren Vorsatzbeton erreichen, der mit Hilfe von Blechlehren eingebracht wird. Die Lehren werden nach Ausfüllen der Schicht mit dem gewöhnlichen Beton vor dem Stampfen hochgezogen. Auch kann man durch wagerechte an der Schalung befestigte hölzerne Leisten den Fugen einer gewöhnlichen Mauer ähnliche Rillen schaffen, in die der Putz einbinden kann.

Nun kann das Einbringen und Stampfen des Betons beginnen (siehe Abschnitt IA, 4). Vorher ist noch jedes Mal die Schalung des in Angriff zu nehmenden Teiles gut anzunässen, damit nicht sofort dem Beton zu viel Wasser entzogen und dadurch das Abbinden geschädigt wird. Geölte Schalung nimmt naturgemäß weniger Wasser an als ungeölte; rauhe mehr als glatte. Bei kleineren Stücken ist es ziemlich gleichgültig, wo man anfängt, bei größeren ist dies sehr genau zu überlegen, besonders wenn die Arbeit nicht an einem Tage fertiggestellt werden kann, sondern unterbrochen werden muß. Hier ist ein genauer Arbeitsplan festzulegen, in dem man sich von vornherein darüber klar sein muß, an welchen Stellen die Arbeit unbeschadet der Festigkeit unterbrochen werden darf. Mit Rücksicht auf unvorhergesehene Störungen muß auch hier ein gewisser Spielraum vorhanden sein. Immer ist auch darauf zu achten, daß nicht bereits fertig gestampfter Beton unter der Zufuhr neuen Betons und deren Erschütterungen leidet. Hat man genügend Leute zur Verfügung, dann bilden die Dehnungsfugen die natürlich gegebenen Unterbrechungsstellen; andernfalls Plattenbalken und Unterzüge oder Linien senkrecht dazu; im allgemeinen sind die Stellen der kleinsten Schubkräfte die geeigneten und in diesen Punkten

Trennungslinien senkrecht zu oder gleichlaufend mit den Kräften. Plötzliche nicht vorgesehene notwendige Unterbrechungen wird man durch besondere Einlagen von schwachem Rundeisen so gut wie es möglich ist sichern.

Ist die Arbeit vollendet, dann sind noch eine Reihe von Maßnahmen zum Schutze des Betons zu treffen. Dieser ist gegen Frost, trockne Hitze, Sonnenstrahlung, gegen zu schnelles Austrocknen durch Wind, gegen Regen und gegen Erschütterungen zu sichern. Die vier erstgenannten Wirkungen verzögern das Abbinden ganz erheblich durch Wasserentzug oder sie verhindern es überhaupt; Erschütterungen lockern immer wieder die bereits abgebundenen Teile.

In Frost wird man Eisenbetonarbeiten nur notgedrungen und dann auch nur unter besonderen Vorsichtsmaßregeln ausführen; die Arbeit wird immer sehr teuer und der Erfolg ist trotz aller erdenklichen Vorsicht zweifelhaft. Fertige Bauteile schützt man gegen Frost am besten durch Auflegen von Dachpappe oder sonst einem dichten Stoff, über den dann Mist, verwesendes Laub oder sonst ein chemisch arbeitender und daher Wärme erzeugender Belag in genügender Stärke gebreitet wird. Diesen selbst muß man gegen Durchfrieren und Auslaugen durch Regen wieder mit Pappe und aufgelegten Brettern sichern. Die noch beschalten Flächen bedürfen in der Regel keines besonderen Schutzes. Vielfach werden die durch Eisenbeton begrenzten Räume auch leicht geheizt. In Heft 13 der „Veröffentlichungen“ gibt der Deutsche Ausschuß für Eisenbeton die Ergebnisse der Versuche über Beton in Kälte und Wärme wieder:

1. Warmes Wetter beschleunigt das Erhärten und führt zu höherer Endfestigkeit, wenn das Abbinden bei mäßiger Wärme vorgeht und der Beton vor dem Austrocknen bewahrt wird.

2. Kühle Witterung (etwa $+ 5^{\circ}$) schadet der endgültigen Festigkeit nicht, wenn das Abbinden in den ersten Monaten bei gewöhnlicher Wärme ($15 \div 20^{\circ}$) geschieht.

3. Geringer Frost ($- 5^{\circ} \div - 10^{\circ}$) schadet nur wenig, wenn der Beton bei gewöhnlicher Wärme erzeugt wurde; er hält nur die Endfestigkeit zurück. Die Frostzeit spielt keine Rolle; der Beton erlangt seine natürliche Endfestigkeit, wenn er nur zur Nacherhärtung in gewöhnlicher Wärme Zeit hat.

Gegen Austrocknen werden die fertigen Teile immer genügend feucht gehalten. Aufgelegte Zementsäcke, Sandschüttung, Schalbretter leisten hierbei vorzügliche Dienste, indem sie die Feuchtigkeit ziemlich lange halten, also wenig Bedienung erforderlich machen.

Erschütterungen sind oft unvermeidbar, wenn die fertigen Decken zur Förderung von Baustoffen benutzt oder begangen werden müssen. Solange dies der Fall ist, sollte man immer die Rüstung stehen lassen,

wenigstens die Hauptstiele, und auch die Geh- oder Fahrbahn auf der Decke genau festlegen, so daß nur gut gestützte Teile benutzt werden können. Die Fahrbahn muß aus glatten, gut zusammengefügtten Laufdielen bestehen, die eine möglichst erschütterungsfreie Bewegung der Karren gestatten. Bei Verteilung des Betons durch Röhren (siehe I A, 4) wird jede Erschütterung vermieden!

G. Ausrüsten, Ausschalen und weitere Behandlung.

Das Ausrüsten geschieht durch Lösen der Keile. Es muß ganz planmäßig vorgenommen werden, indem die untergeordnetsten Teile zuerst stützlos gemacht und hiermit genau in der Reihenfolge der Stützung der Teile untereinander fortgeschritten wird; also z. B. in der Reihe: Platten, Plattenbalken, Unterzüge. Würde man umgekehrt vorgehen, also bei den Unterzügen anfangen, dann müßten die noch auf Stielen stehenden Teile infolge der unvermeidlichen Senkung der Unterzüge beim Entfernen der Stützen von den Unterzügen abreißen. Über die Fristen zwischen der Fertigstellung und der Ausrüstung oder Ausschalung vgl. § 10 der EBB 07.

Die Schalung der Platten, sowie der lotrechten Teile der Plattenbalken und Unterzüge kann bereits nach etwa acht Tagen entfernt werden, wenn von vornherein beim Bau der Schalung und Rüstung darauf Rücksicht genommen worden ist. Für die Güte der Arbeiten hat das

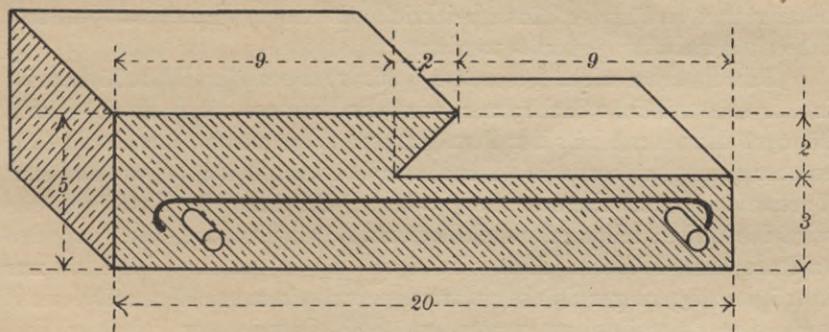


Abb. 20. Schalddiele aus Eisenbeton.

übrigens keinen besonderen Wert, da es doch immer mit geringen Erschütterungen verbunden ist, nur gewinnt man eben das Schalholz bereits nach kurzer Zeit zur weiteren Verwendung wieder. Es soll hier nicht unerwähnt bleiben, daß schon vielfach Bestrebungen aufgetaucht sind, die teure hölzerne Schalung durch Eisenbeton-Schalddiele zu ersetzen, die im Bau bleiben und gleichzeitig einen Teil dieses bilden. Die in Abb. 20 im Querschnitt dargestellten Dielen enthalten zu je zweien eine nach oben offene schwalbenschwanzförmige Rinne, in die der Druck-

gurtbeton der Platte eingreift (Setz, Idstein i. T.). Die Dielen sind den Einlagen entsprechend nur für frei aufliegende Platten zu verwenden.

Die weitere Behandlung sichtbar bleibender Betonflächen hat meist den Zweck, eine gleichmäßig aussehende Ansichtsfläche zu erzielen. Zu glatte Teile werden mit Zweispitz, Krönel oder Stockhammer geraut, zu rauhe Teile mit Karborundumsteinen abgeschliffen. Grate infolge der Schalungsfugen können mit dem Flachmeißel oder dem Stockhammer beseitigt werden. Ein gleichmäßiger Farbenton wird durch Abschleimmen mit Zementmilch erreicht. Im allgemeinen ist es nicht zweckmäßig, auf die nachherige Bearbeitung gar zu viel Wert zu legen, sondern lieber von vornherein durch gute glatte und gleichmäßige Schalung und durch Verwendung gleichartigen Betons sichtbar bleibenden Flächen ein gutes Aussehen zu sichern. Durch farbige Behandlung kann u. U. viel erreicht werden, wie z. B. in den Breslauer Markthallen. Es sind Mineralfarben und guter Leinölfirnis unter reichlicher Beigabe von Sikkativ zu verwenden. Es empfiehlt sich immer, vorher Proben zu machen, wenn man des Erfolges sicher sein will. Der Zement scheidet nämlich beim Abbinden feine Flüssigkeitströpfchen aus, die aus laugenhaltigem Wasser bestehen. Bei freier Betonoberfläche verdunsten diese Tropfen sofort, unter dem Anstrich aber bilden sie eine trennende Schicht zwischen Beton und Anstrich. Auch mit besonderem Vorsatzbeton lassen sich gute Wirkungen erzielen. Man kann z. B. zu diesem farbige Steine verwenden, die dann durch Abwaschen der Oberfläche mit Drahtbürsten und verdünnter Säure (reichlich mit reinem Wasser nachspülen!) besonders sichtbar gemacht werden.

Das Putzen nicht besonders dafür vorbereiteter Betonflächen ist immer eine mißliche Sache; man wird des Erfolges nie ganz sicher sein können. Manchmal hält der Putz gut und lange darauf, manchmal fällt er aber auch ohne besondere Ursache nach kurzer Zeit ab. Durch rauhen Vorsatzbeton und Kiesschüttung auf der Schalung für Deckenplatten wird das Haften schon erheblich begünstigt; ebenso durch die Putzrillen an lotrechten Flächen. Man wird doch immer gut tun, den Putz nur in möglichst geringer Stärke aufzutragen und einen reichlich mit Zement versetzten Putzmörtel zu verwenden. Soll ein reicherer Putz zur Verwendung kommen oder dieser gar den Untergrund für Malerei bilden, dann bleibt weiter nichts übrig, wenn man des Erfolges sicher sein will, als einen besonderen Putzträger zu verwenden, der erst nach der Ausschalung und am besten nach der völligen Austrocknung der Betonteile angebracht wird. Ob diese dann ein Rohrgeflecht, ein Drahtnetz, Drahtziegelgewebe (Stauß & Ruff in Cottbus) oder sonst ein Putzträger ist, wird von den verfügbaren Mitteln und der Eigenart des Putzes abhängen. Zur Befestigung müssen einbetonierte Drahtenden vorgesehen sein.

IV. Einige besondere Bauteile.

A. Balkone und Erker.

Balkone werden verhältnismäßig wenig aus Eisenbeton hergestellt, da sie mit gewöhnlichen eisernen Trägern meist billiger werden. Vielfach macht auch die Einrüstung zu viel Umstände. Die Verbindung eiserner Kragträger mit einer Eisenbetonplatte ist sehr zweckmäßig, da man durch die Träger einer besonderen Rüstung enthoben wird. Soll doch der ganze Balkon aus Eisenbeton hergestellt werden, dann geschieht dies am einfachsten in der Anordnung zweier eingespannter Träger ($1\frac{1}{2}$ Stein tief), über die eine Platte gelegt wird. Die Platte ragt gewöhnlich (von vorn gesehen) seitlich etwas über die Kragträger hinaus (vgl. die Formeln 40 und 41). Für diese muß die zur Einspannung nötige Auflast mit wenigstens zweifacher Sicherheit (ohne Nutzlasten) vorhanden sein. Unangenehm werden die großen Querkräfte, die eine ausreichende Schubbewehrung und bei Innehaltung der zulässigen Haftspannungen viele und dünne Haupteinlagen erfordern. Auch sind Abbiegungen der Haupteisen sehr zu empfehlen, da hier — wie bei allen eingespannten Trägern — das größte Moment und die größte Querkraft zusammenfallen. Die Brüstung wird dann meist auch aus Eisenbeton hergestellt. Sie ist für einen wagerechten Druck an der oberen Kante von etwa 100 kg/m zu bemessen; ihre Haupteisen greifen unten in die Platte ein und sind gleichzeitig für diese Verteilungseisen. Wagerechte Quereisen in der Brüstung sind nicht zu vergessen; sie sichern diese einmal gegen Wärmerisse, und werden außerdem an den Anschlüssen der Brüstung an die Mauer mit dieser fest verbunden. Die Brüstung kann aber auch genau so wie bei anders gebauten Balkonen auf die Platte frei aufgesetzt werden. $\frac{1}{2}$ Stein starke gemauerte Brüstungen werden einfach mit der Mauer verankert, $\frac{1}{4}$ Stein starke erhalten außerdem noch rings herumlaufende Einlagen. Für eiserne Brüstungen werden zweckmäßig an den Ecken Dübel einbetoniert zur Befestigung der Eckständer; auch sie müssen mit der Mauer verankert werden.

Bei Erkern genügen einfache eingespannte Träger fast nie mehr, sondern diese müssen meist bis zur nächsten Mauer durchgeführt werden. Infolgedessen ist der Eisenbau gewöhnlich recht kostspielig. Durch Eisenbeton können ganz erhebliche wirtschaftliche Vorteile erreicht werden. Schließen nicht unmittelbar an den Erker Querwände an, dann werden die in den Umfassungsmauern liegenden Zwischenteile der Erkerträger erheblich auf Verdrehen beansprucht und sind dementsprechend zu bewehren. Türen in den Querwänden stören anderer-

seits nicht, da der Eisenbetonträger sich unter der Tür durchführen läßt. Die Querwände müssen allerdings wenigstens 1 Stein stark sein, da

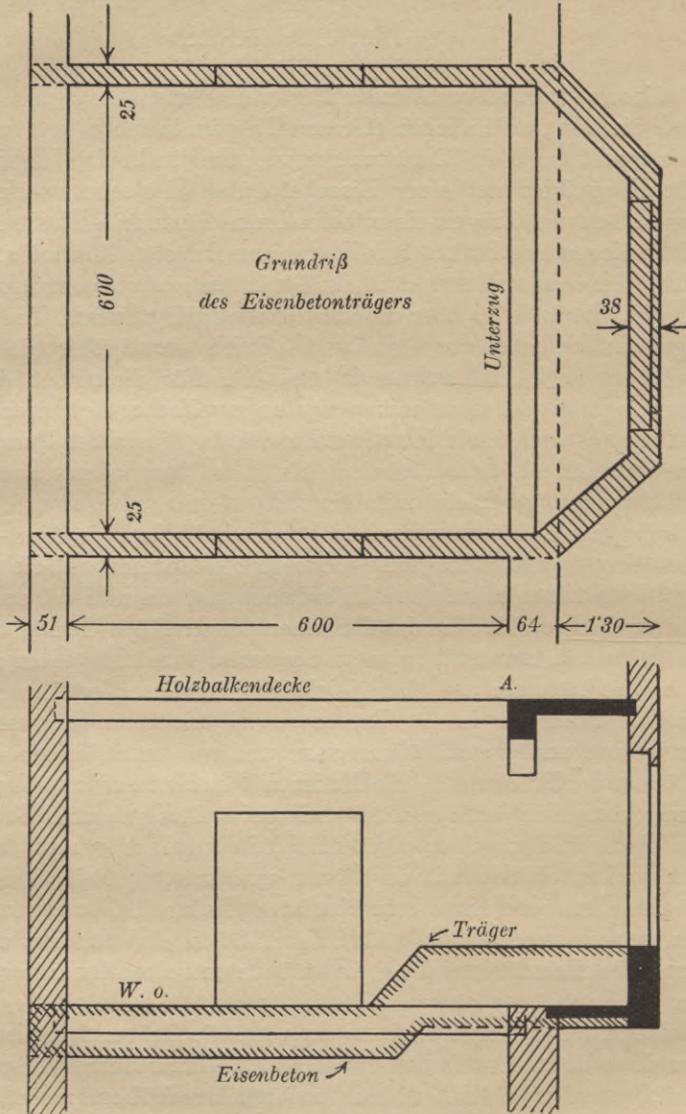


Abb. 21. Erkerträger.

sonst die Eisenbetonträger wegen ungenügender Betonbreite zu hoch werden, Einlagen im Druckgurt erfordern und sich die Haupteisen sehr schlecht unterbringen lassen. Erker nicht rechteckiger Grund-

rißform, die im Eisenbau schon eine ganze Reihe von Schwierigkeiten und Schwerfälligkeiten bieten, werden vom Eisenbeton mit derselben Leichtigkeit bewältigt wie rechteckige; hier bietet gerade die zusammenhängende (monolithe) Bauweise des Eisenbetons nicht nur wirtschaftliche, sondern auch Festigkeitsvorteile. Wie *Abb. 21* zeigt, bildet der vordere Brüstungsträger einen zusammenhängenden festen Körper mit den nach hinten durchgehenden Hauptträgern. Um diese zu entlasten, sind in den oberen Stockwerken die Deckenlasten durch Unterzüge abzufangen (im Eisenbau ebenso), die auch bei Holz-

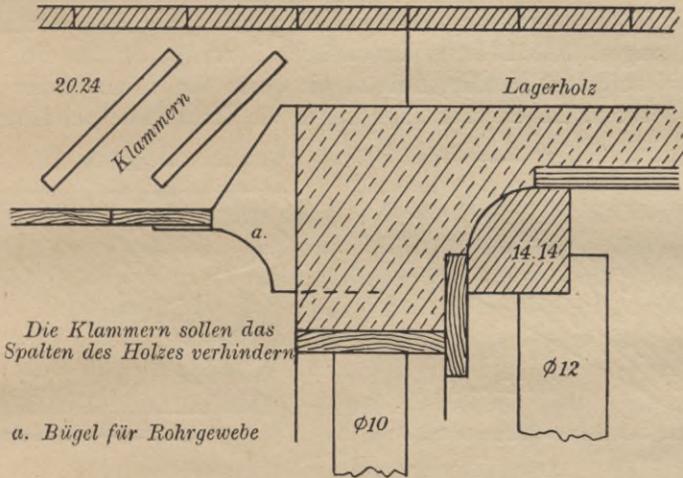


Abb. 22. Unterzug im Erker.

balkendecken im Zusammenhang mit der vorderen Deckenplatte aus Eisenbeton hergestellt werden können wie *Abb. 22* zeigt. Die unterste Erkerplatte muß eine besondere Wärmeschutzdecke erhalten. Bei den Hauptträgern ist wieder besonders zu berücksichtigen, daß auch hier das größte Moment und die größte Querkraft an derselben Stelle liegt. Man tut gut, bei rechteckigem Grundriß den Brüstungsträger durch Anordnung eines großen Fensters möglichst zu entlasten (zwei Fenster mit einem Pfeiler dazwischen ergeben ein erheblich größeres Biegemoment, für das meist Einlagen in der Druckzone nötig werden, da die Höhe des Brüstungsträgers beschränkt ist).

B. Treppenstufen und Treppen.

Treppenstufen aus Eisenbeton werden oft als Ersatz für Granitstufen verwendet; vielfach stellen sie sich auch billiger als hölzerne und haben immer vor diesen den Vorzug größerer Feuersicherheit voraus.

Sie werden in Formen hergestellt: die gewöhnlichen viel verwendeten in haltbaren eisernen Formen, Stufen für besondere Treppen mit eigenartigen Grundrissen in eigens angefertigten Holz- oder auch Gipsformen. Die Formen sind im Innern so zu halten, daß Nacharbeiten der Stufen nicht nötig wird. Auf die Befestigung der Vorstoßschiene ist gleich Rücksicht zu nehmen; meist wird diese selbst sofort mit eingestampft. Sie dient nicht nur der Haltbarkeit der Stufenkante, sondern meist auch zum Festhalten der vorderen Kante des Linoleumbelages, der mit Asphaltlack, Marineleim oder einem ähnlichen wasserfesten Kittstoff am besten in der ganzen Fläche aufgeklebt wird. Wegen des Einfomens wird der Querschnitt der Stufen möglichst einfach gewählt, wie die beiden **Abb. 23 und 24** zeigen. **Abb. 23** zeigt die einfache Form für Stufen, die beiderseits frei aufgelegt werden, **Abb. 24** die Form für in der Mauer eingespannte Stufen. Im ersteren Falle liegen die Eisen in der unteren Ecke,

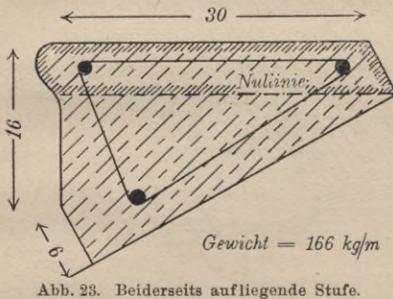


Abb. 23. Beiderseits aufliegende Stufe.

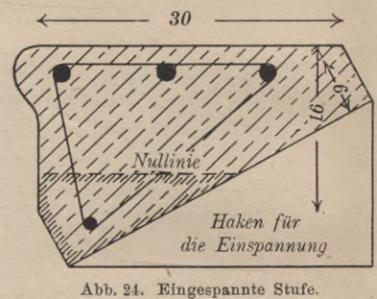


Abb. 24. Ringespannte Stufe.

während die ganze Trittbreite als nutzbare Betonbreite in Rechnung gestellt werden kann; im zweiten müssen die Eisen an der Oberseite liegen, während die Druckbreite des Betons nur gering ist (man begnügt sich hier auch meist mit einer Annäherungsrechnung oder wendet zur Ermittlung der Lage der Nulllinie das zeichnerische Verfahren an, indem man deren Richtung nach **Abb. 24** annimmt). Mit Rücksicht auf eine sichere Einspannung in der Mauer erhalten die Stufen am Einspannungsende einen Haken mit wagerechter Unterfläche. Bei den eingespannten Stufen ist ebenso wie bei den Balkenträgern auf das Vorhandensein der nötigen Auflast zu achten; jedenfalls empfiehlt es sich, alle Stufen 1 Stein tief einzuspannen. Die Bruchgefahr bei notwendiger Beförderung mit der Bahn oder mit Wagen wird erheblich verringert, wenn man die Zahl der Eiseneinlagen nicht gerade nach der Berechnung bestimmt, sondern auf beiden Seiten — oben und unten — jedenfalls in den Ecken des Querschnitts Eisen anordnet und diese miteinander durch Drahtwicklung verbindet; bei den eingespannten Stufen hat man hierdurch gleich eine sehr gute Sicherung gegen die ziemlich großen Querkräfte. Gut bewährte Universalformen sind von ver-

schiedenen Seiten in den Handel gebracht worden; sie dienen durch Verschiebung und Veränderung einzelner Teile der Herstellung verschiedener Steigungsverhältnisse, schiefer Stufen für Wendeltreppen, kurz man kann fast alle möglichen Querschnitte und Grundrisse, die im gewöhnlichen Treppenbau vorkommen, mit ihnen herstellen. Stufen mit winkelförmigem Querschnitt — Winkelstufen — werden ebenso für frei aufliegende wie für eingespannte Anordnung hergestellt (Abb. 25 und 26).

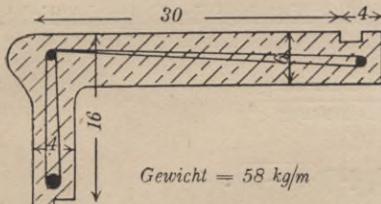


Abb. 25. Frei aufliegende Winkelstufe

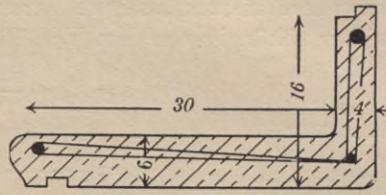


Abb. 26. Eingespannte Winkelstufe.

Eine besondere Ausführung der eingespannten Stufen möchte ich noch erwähnen, da bei dieser die Rechnungsschwierigkeiten wegfallen und durch volle Ausnutzung der größten Betonbreite die Einlagen erheblich beschränkt werden können. Man denkt sich nach Abb. 27 die Stufe senkrecht zur Lauflänge auf Biegung beansprucht, wobei allerdings das Podest einen wagerechten Schub und der Podestträger eine lotrechte Belastung des Laufes aufzunehmen hat; dies ist aber immer ohne jede Schwierigkeit möglich. Es tritt für die Stufe dabei die ganze untere schiefe Länge des Querschnitts als nutzbare Betonbreite ein, während die Eisen nur oben in der einen Ecke zu liegen brauchen.

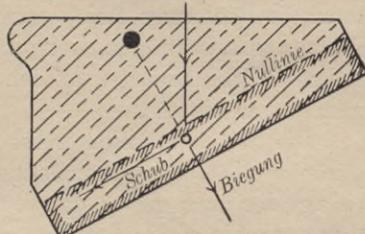


Abb. 27. Eingespannte Stufe.

Mit Rücksicht auf schnelles Ausschalen der Stufen, um die Formen möglichst bald wieder verwenden zu können, wird gewöhnlich eine ziemlich fette Mischung — 1 : 3 ÷ 1 : 4 — gewählt. Zum Härten der begehbaren Oberfläche verwendet man Zuschläge wie Glassplitter, Schamotte, Quarzbruch, Eisenspäne, Karborundum und ähnliche wenig abnutzbare harte Stoffe.

Treppen aus Eisenbeton werden im allgemeinen in genau denselben Anordnungen wie eiserne oder hölzerne Treppen ausgeführt: Laufplatte (in der Lotrechten 8 cm stark), Laufträger und Podestträger; auf die Laufplatte werden die Stufen meist aufgemauert oder auch sofort mit in Beton gestampft. Wegen der Einrüstung erhalten die Treppen zweckmäßig eine Durchsicht von 20 ÷ 25 cm. Bei kurzen Läufen können die Laufträger auch wegfallen und sich die Laufplatten unmittel-

bar auf die Podestträger stützen. Bei sehr breiten Läufen werden die Laufträger soweit nach innen gerückt, daß sich für die Platte infolge der überhängenden Enden ein möglichst geringes Biegemoment ergibt. Die Längen der überhängenden Enden x ergeben sich, wenn man mit nur gleichmäßig verteilter Last über die ganze Stufe rechnet, zu (l = Stufenlänge)

$$41. \quad x = 0,207 \cdot l = \text{rd. } \frac{1}{5} \cdot l;$$

wenn man die ungünstigste Verteilung der Nutzlast in Betracht zieht, wieder abhängig von dem Verhältnis

$$\varepsilon = \frac{Q}{P} = \frac{\text{ständige Belastung}}{\text{volle Belastung}},$$

und zwar

$$42. \quad x = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{\varepsilon} \cdot (-1 + \sqrt{1 - \varepsilon}).$$

Für die bei massiven Treppen üblichen Verhältnisse weicht der zweite Wert auch meist nur wenig von $\frac{1}{5} \cdot l$ ab.

In den schief liegenden Teilen ist darauf zu achten, daß die Aufbiegungen und Bügel unter 45° und senkrecht zur Lauflinie liegen, wie es ja die Biegungsbeanspruchung für schief liegende Träger erfordert. Je nach der Art des Stampfens kann es aber auch zweckmäßig sein, wenigstens die Bügel wie sonst lotrecht zu legen. Den Beanspruchungen von Wendeltreppen oder Treppen mit besonderer Grundrißanordnung kann die Rechnung meist garnicht folgen; man muß sich in solchen Fällen damit begnügen, sinngemäß einfachere Verhältnisse anzunehmen und reichliche Einlagen an den Stellen der irgend nur möglichen Zugspannungen einzulegen.

Die Stufen erhalten meist und auch am zweckmäßigsten einen an getränkten Dübeln oder auch nagelbaren Massivdübeln befestigten Holzbelag, der auch gleich die vortretende Stufenkante bildet. Man kann aber auch die glatte Laufplatte mit hölzernen oder eisernen Stufen belegen. Ein derartiger hölzerner Belag wird vielfach bei großen in freien Räumen sichtbaren Treppen angewendet in Verbindung mit einer vollständigen Verkleidung der Lauf- und Podestträger; ein eiserner Belag empfiehlt sich nicht besonders, da die Kosten zu hoch werden, ohne daß man für das Aussehen der Treppe viel erreicht. Für eine Verkleidung des Treppenbaues mit Marmorplatten oder mit Kunstmarmor (Stucco lustro) müssen besondere Vorkehrungen getroffen werden.

Die Befestigung des Geländers bietet im allgemeinen wenig Schwierigkeiten. Bei Anwendung von Betonstufen werden von vornherein einzelne Stufen mit eisernen Dübeln oder Gasrohren ausgerüstet, an denen die Docken angebracht werden können; bei Treppen aus einem Guß geschieht das im Podestträger und je nach der Länge des Laufes an ein oder zwei Stellen des Laufträgers.

C. Fenster- und Türsturze.

Die Sturzträger sind wie alle im Mauerwerk liegenden Träger besonders geeignet, auch im landläufigen Bauwesen an Stelle des Walzträgers den Eisenbeton treten zu lassen. Dieser passt sich dem Mauerverbände zwanglos an, macht die unangenehme und oft unhaltbare Ausmauerung überflüssig und bietet nebenbei durch den erheblich besseren Rostschutz des Eisens im Beton eine größere und länger dauernde Sicherheit als die niedrigen und dünnwandigen I-Eisen, die hier meist nur nötig werden. Rüstung und Schalung lassen sich in einfachster Weise herstellen. Der Eisenbetonträger wird hier fast immer billiger als der Eisenträger; besonders trifft dies zu bei gewerblichen Bauten mit größeren Nutzlasten. Aber auch im städtischen Wohnbau lassen sich u. U. erhebliche Ersparnisse erzielen. Gewölbte Sturze werden im allgemeinen billiger als Eisenbetonsturze, sobald keine Verankerung zur Aufnahme der Schübe notwendig ist. Entlastungsbögen werden durch Anwendung von Eisenbeton überflüssig, da meist eine geringe Erhöhung des Trägers für ein erheblich größeres Biegemoment genügt. Die Kosten wachsen andererseits nicht in demselben Verhältnis, da der Beton ja völlig im Mauerwerk liegt, dieses also ersetzt, und daher als Einheitskosten für 1 cbm nur der Unterschied zwischen Beton- und Mauerwerkskosten in Rechnung zu stellen ist.

Bei gewerblichen und bei Schulbauten wird oft möglichst viel Licht verlangt. Hier kann bei Verwendung von Massivdecken mit Eisenbetonstegen der Sturzträger völlig in der Decke verschwinden, da die Eisenbetonstege ohne Schwierigkeiten und Nachteile im Beton des Sturzträgers aufgenommen werden. Bei Decken mit Walzträgern ist dies nicht ganz möglich, da die Walzträger einige Zentimeter über den Einlagen des Sturzträgers liegen müssen. Bei Walzträgersturzen müssen sie über den Trägern liegen; es bleibt also auch hier noch ein Höhenunterschied zu Gunsten des Betonträgers übrig. Bei Holzbalkendecken allerdings müssen die Balken über dem Sturzträger liegen. Da diese aber hauptsächlich in Wohngebäuden mit den verhältnismäßig geringsten Nutzlasten angewendet werden, so wird die Höhe des Eisenbetonsturzes gering; außerdem wird hier meist sowieso ein deutlich vorstehender Sturz gefordert.

Der harte Beton ist nun allerdings nicht nagelbar. Die Befestigung von Gardinenhaken usw. in Beton ist daher so gut wie unmöglich. Es lassen sich aber immer ohne Erhöhung der Kosten Einrichtungen treffen, durch die das Loch des Betons vermieden werden kann. Haken mit nach oben gebogener Tragstange werden unter dem Betonsturz im Mauerwerk befestigt. Der Haken stört nicht, da er ja durch die Gardine verdeckt wird. Zweckmäßig werden derartige Einrichtungen — nicht nur bei Eisenbetonsturzen — vom Hauseigentümer von vornherein

angebracht, der sich und seinen Mietern dadurch viel Ärger und Kosten spart. Außerdem läßt sich auch das Auflager des Eisenbetonsturzes auf 13 cm beschränken, so daß schon 13 cm neben der Kante Haken ins Mauerwerk geschlagen werden können.

Die Behandlung der Sturze nach außen kann in verschiedener Weise geschehen. Das einfachste und für gewerbliche Bauten sicher empfehlenswerteste ist, den Sturz außen sichtbar zu lassen. Sowohl beim Putzbau wie beim Rohbau lassen sich damit gute Wirkungen erzielen. Es ist u. U. nur darauf zu achten, daß für die Außenseite gehobelte und gut gefugte Schalbretter verwendet werden. Aber auch rauher Beton wirkt gut, besonders eigens grobkörnig bereiteter Vorsatzbeton in wenigen Zentimetern Stärke. Sonst müssen die Schalgrate abgespitzt werden. Beim Putzbau liegt die Betonfläche zweckmäßig bündig mit dem Rohmauerwerk, so daß also der Putz vortritt, da die Schalung am einfachsten unmittelbar am Rohmauerwerk anliegt. Die Putzkante wird abgefast. Die Betonfläche außen zu putzen, ist ziemlich zwecklos; der gewöhnliche Putzmörtel würde gerade an dieser der Witterung ausgesetzten Fläche nur unsicher haften, ein besonderer Putzmörtel sich von dem andern wieder ebenso abheben wie die Betonfläche. Auch unter gewöhnlichem Putzmörtel, dessen sicheres Haften man schließlich durch Anwendung groben Vorsatzbetons erreichen kann, heben sich oft jahrelang bei Witterungswechsel die Betonflächen von den Mauerwerkflächen ab, da die Luftfeuchtigkeit von beiden in verschiedener Weise aufgenommen wird. Vermeiden kann man dies dadurch, daß dem Beton ein $\frac{1}{4} \div \frac{1}{2}$ Stein starker scheinrechter Bogen mit Übermauerung vorgeblendet wird, oder daß hierzu auch die zur Verblendung der Betonstege in Steineisendecken aus demselben Grunde viel benutzten 1 \div 2 cm starken Tonplättchen mit Nuten oder Rippen auf der dem Beton zugekehrten Seite verwendet werden. Bei Rohbau liegt die Betonfläche am einfachsten bündig mit der Verblenderfläche.

Durch geeignete Umrahmung der geputzten Flächen läßt sich der Farbenunterschied wenn auch nicht verwischen, so doch günstig ausnutzen. Werden die Fensterpfeiler auch aus Eisenbeton hergestellt, dann benutzt man auch wohl für den ganzen Bau oder auch stockwerkweise dünne polierte Platten aus Granit, Syenit oder einem ähnlichen farbigen und wetterbeständigen Stein zur Verkleidung, nicht nur der Betonflächen, sondern dann aller vollen Flächen. Die Vorkehrungen zur Befestigung dieser Platten müssen natürlich zweckmäßig schon beim Betonieren getroffen werden.

Auf den Innenseiten ist der Putz meist unentbehrlich. Hier sind aber die wechselnden Witterungseinflüsse nicht vorhanden; daher hat man hier auch meist gute Erfolge, besonders wenn der Putz in recht dünnen Lagen aufgebracht wird, von denen die am Beton liegenden

Zementzusatz erhalten, während die äußeren aus dem sonst verwendeten Putzmörtel bestehen. Gutes Haften gewöhnlichen Putzes läßt sich auch dadurch erreichen, daß man durch 1 ÷ 2 an der Schalung befestigte oder beim Stampfen eingelegte zweckmäßig geölte Leisten in der Betonfläche den Mauerwerkfugen gleich wirksame, etwa 3 cm tiefe Rillen herstellt, in die der Putz einbindet. Sollen die Wände tapeziert werden, dann empfiehlt es sich, den Sturz gut mit Papier zu überkleben, da es sonst vorkommen kann, daß die Farben der Tapete sich verändern.

D. Unterzüge unter Wänden.

Im allgemeinen trifft auch hier das im vorigen Abschnitt Erwähnte zu: die Träger liegen völlig im Mauerwerk, werden dadurch billig und bieten in ihrer Ausführung keine Schwierigkeiten. Gegenüber den meist leicht belasteten Sturzträgern fällt hier nur die hohe Belastung ins Gewicht, die bei der geringen nutzbaren Betonbreite meist eine ziemlich große Trägerhöhe erforderlich macht. Dadurch werden aber wieder die Haupteinlagen und die Schubspannungen gering, was beides dazu beiträgt, die Träger erheblich billiger zu machen als eiserne Unterzüge. Ist eine undurchbrochene volle Wand zu stützen, dann bildet der Unterzug selbstverständlich den untersten Teil dieser; auch wenn die Wand durch mehrere Stockwerke hindurchgeht, ist es am zweckmäßigsten, nur einen Unterzug unten anzuordnen anstatt etwa mehrerer in den verschiedenen Geschossen. Ist die Wand von einer Türöffnung durchbrochen, dann kann diese nicht von dem Unterzug durchschnitten werden; es ist nur möglich, den Unterzug über der Tür anzuordnen und den Teil der Wand darunter an kleineren Unterzügen und betonumhüllten Eisenstangen aufzuhängen. Andererseits kann man bei dieser Anordnung u. U. einen breiteren Betonkopf in der darüberliegenden Decke unterbringen. Der Eisenbetonbau bildet dann gewissermaßen ein Fachwerk, dessen einzelne Fache ausgemauert werden. Wird die Höhe über der Tür knapp, dann ist es hier besser, in jedem Stock den Unterzug zu wiederholen als einen zu niedrigen Unterzug mit teuren Haupteinlagen und teurer Schubbewehrung zu wählen.

E. Grundbauten.

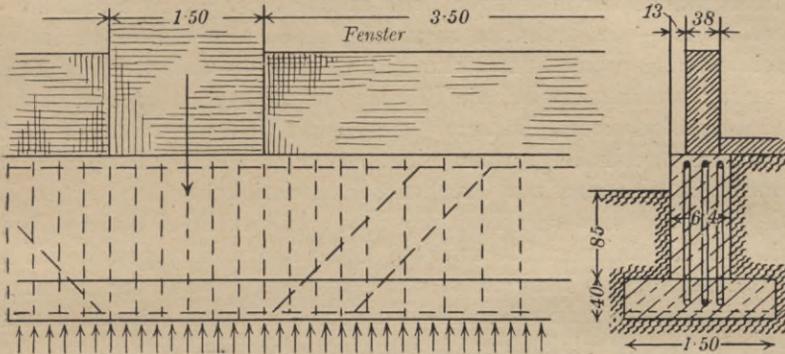
Auch für alle Grundbauten ist der Eisenbeton ein durchaus geeigneter Baustoff, müssen doch sowieso alle Gründungen mit Hilfe hydraulischer Bindemittel ausgeführt werden. Die durch die Eiseneinlagen erreichte Biegungsfestigkeit gestattet meist eine sehr geringe Tiefe auch bei großer Belastung und bedingt damit eine nicht unerhebliche Ersparnis an Erdarbeiten. Die frostfreie Lage muß natürlich auch hier gesichert sein, doch kann man bei hoher Lage des guten tragfähigen

Baugrundes im Innern von Gebäuden, wo Frost nie zu fürchten ist, sich auch mit einem Geringstmaß von Ausschachtung begnügen. Auf den Wasserstand braucht man gegenüber hölzernen Gründungsarten gar keine Rücksicht zu nehmen; das Wasser schadet auch den Einlagen nicht, selbst wenn es den Betonkörper völlig durchdringt. Eins ist scheinbar zu fürchten, das sind die in der Erdoberfläche herumirrenden elektrischen Ströme, die scheinbar zu einer Zerstörung des Betons führen und damit auch zu einer Verminderung der Verbundwirkung. Doch sind die Beobachtungen und Versuche hierüber noch nicht abgeschlossen. Hat man diese zu fürchten (Bauten zwischen vorhandenen oder zu erwartenden elektrischen Bahnlinien und dgl.), dann tut man auf jeden Fall gut, den Betonkörper durch eine besondere Schutzschicht (Asphalt, Gudron, geglätteter Zementputz usw.) gegen das Eindringen der Erdfeuchtigkeit und damit gegen das Eindringen der elektrischen Ströme zu sichern. Derartige Sicherungen sind fast immer schon aus andern Gründen hergestellt worden, was wohl auch der Grund ist, daß man auf die unangenehme Wirkung der Erdströme erst verhältnismäßig spät aufmerksam geworden ist. Versuche über den Einfluß der Elektrizität auf Eisenbeton sind in Heft 15 der Veröffentlichungen des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton wiedergegeben. Es hat sich erwiesen, daß die Ströme auf trockenem Beton keine Wirkung haben; daß bei feuchtem Beton Gleichstrom — nie Wechselstrom — an Eisenanoden Risse infolge Rostansatzes auftreten. Ein Mürbewerden des Betons ist nie beobachtet worden. Eine gute Isolierung gegen Feuchtigkeit wird also auch die in der Erde liegenden Eisenbetonkörper vollständig gegen Erdströme sichern.

Unter durchlaufenden ziemlich gleichmäßig verteilt belasteten Mauern können einfache den Bohlen- oder Schwellrosten ähnliche quer-ausladende Eisenbetonroste mit Vorteil zur besseren Druckverteilung auf nicht besonders tragfähigen Baugrund verwendet werden. Diese Roste ersparen eine ganze Menge Erdarbeiten und auch sonst zur Verbreiterung nötiges Mauerwerk; sie erhalten gewöhnlich nur den Zugspannungen entsprechende Einlagen unten. Ist der Baugrund ungleichmäßig, dann kann man sie sehr leicht durch einige Längseisen oben und unten gegen ungleichmäßige Setzungen und dadurch hervorgerufene Risse aussteifen.

Unter Längsmauern mit ungleichmäßig verteilten Lasten — z. B. lange Mauern von Speicher- oder Werkstattgebäuden mit einzelnen durch Unterzüge und Binder schwer belasteten Pfeilern, zwischen denen das übrige Mauerwerk nur die Ausfüllung bildet, — finden solche Roste in Verbindung mit Grundträgern zweckmäßige Anwendung. Zwischen den Pfeilern wird der Träger nach oben gebogen, der Rost bildet somit den Betondruckgurt, die Eisen liegen in der Rippe auf der Oberseite

(Abb. 28); unter den Pfeilern findet das Umgekehrte statt. Der ganze Grundträger bildet einen durchlaufenden Träger, der aber nicht statisch unbestimmt ist, da die Belastungen der Pfeiler — die Lagerdrucke — gegeben sind, während die des Baugrunds als gleichmäßig oder von den Pfeilern nach der Mitte zu abnehmend (je nach dem Baugrund) angenommen werden müssen. Man wird u. U. auch die Annahme der Verteilung für den Träger möglichst ungünstig zu wählen haben.



- Abb. 28. Mauerrost mit verteilendem Längsträger.

Ähnlich diesen Trägern sind die Träger über Brunnen oder Eisenbetonpfählen, die mit den sie tragenden lotrechten Teilen im Verband oder auf diese frei aufgelegt hergestellt werden können. Da Baugrund immer ein recht unsicherer Bauteil ist, wird man zweifellos gut tun, die Mittelmomente für freie Endauflage zu bestimmen, andererseits aber auch auf die Einspannung an den Auflagern Rücksicht nehmen.

Die Eisenbetonpfähle erhalten zweckmäßig quadratischen Querschnitt mit leicht abgefasten Ecken, die durch Einlegen kleiner Leisten in die Schalung gebildet werden. Andere Querschnitte werden unter besonderen Umständen aber auch verwendet. In den quadratischen Pfählen werden im allgemeinen vier Rundeisen mit Magid-Abramoffscher Umschnürung angeordnet. Die Spitze bedarf eines besonderen Schutzes, den man am einfachsten durch Zusammenführen der vier Pfahleisen erreicht, die unten erst in die Richtung der schrägen Kanten und dann wieder in die Richtung der Pfahlachse abgebogen und dort mit Draht oder schwachen Rundeisenbunden zusammengefaßt werden. Besondere und meist ziemlich teure Schuhe kann man sparen, ebenso eine besondere Sicherung des Pfahlkopfes, nur wird man in diesem die Umschnürung vielleicht etwas gedrängter anordnen. Zum Rammen ist eine besondere Rammhaube nötig, die einmal dem Pfahlkopf die nötige Schonung bietet, dann aber auch den Pfahlbeton durch eine nachgiebige Zwischenlage vor den scharfen Stößen der Ramme sichert. Man braucht hierbei aber durchaus nicht zu ängstlich zu sein, denn Beobachtungen

des Pfahles unter der Ramme zeigen, daß dieser ohne jeden Schaden für den Beton deutlich sichtbar sich seitlich ausbiegt.

Bei der Bemessung des Querschnitts ist nicht allein die spätere Auflast und die Belastung beim Rammen zu berücksichtigen, sondern — vor allem bei langen Pfählen — die infolge der Beförderung, Auf- und Abladen, Hochziehen usw. unvermeidlichen Biegungsbeanspruchungen: freie Auflage an den Enden, Stützung in der Mitte; unter Umständen ist der Einfluß der lebendigen Kraft infolge einer geringen Fallhöhe — etwa 10 cm — in Rechnung zu stellen. Man hat gerade durch die Vernachlässigung dieser Kraftwirkungen vielfach die unangenehme Erfahrung machen müssen, daß die Pfähle beim Transport brachen.

Grundplatten, die unter dem ganzen Gebäude durchgehen, sind besonders zweckmäßig, wenn nicht sicher tragfähiger Baugrund vorhanden ist oder man mit Grundwasserschwierigkeiten zu rechnen hat. Die Gründung wird sehr flach, und man erhält auch bei Wohngebäuden mit vier bewohnbaren Stockwerken und Massivdecken gewöhnlich nur eine Belastung des Baugrundes von 1 kg/qcm. Je nach der Anordnung der Scheidemauern oder deren Belastung finden Platten mit sich kreuzenden oder Platten mit Einlagen in nur einer Richtung Verwendung. Auch hier sind die Belastungen gegeben, die Platten also bis auf die Annahme der Lastverteilung auf den Baugrund statisch bestimmt. Die Grundplatten für frei stehende Stützen sind bereits in dem Abschnitt „Stützen“ erwähnt.

Bei Ausbrüchen von Schaufenster-, Laden- oder sonst größeren Öffnungen an Stelle einer durchlaufenden Wand oder einer mit gewöhnlicher Fensterteilung hat man oft Schwierigkeiten mit der Verteilung der durch den Umbau auf einzelne Punkte vereinten Lasten. Man hilft sich auch hier meist am besten mit einem Eisenbetonträger, der den Druck ganz ähnlich wie die alte abgebrochene Mauer auf den Baugrund gleichmäßig verteilt. Für die Bemessung dieses Trägers kann man ohne Weiteres das Widerstandsmoment des Überlagsträgers größter Stützweite zugrunde legen — sowohl für die freie Öffnung wie für das Einspannmoment unter der Stütze.

F. Stützmauern und ähnliche Mauern.

Frei stehende Einfriedigungsmauern, die dem Winddruck von beiden Seiten Widerstand zu leisten haben, werden bei Höhen gewöhnlicher Abmessung meist aus Betondielen zwischen Eisenbetonpfeilern ausgeführt. Die Dielen müssen dem zweiseitigen Angriff des Windes entsprechend auch Einlagen auf beiden Seiten erhalten, die Pfeiler nach beiden Seiten hin steif gegen die wagerechten Kräfte ausgebildet werden. Bei größerer Felderteilung wird ein schwerer Grundklotz nötig, wenn

man die wagerechte Kraft in der Sohle auf den Baugrund übertragen will. Man sieht deshalb meist hiervon ab und benutzt zur Aufnahme auch die Festigkeit des Baugrundes in wagerechtem Sinne — den widerstehenden (passiven) Erddruck, der natürlich an der Oberfläche = 0 zu setzen ist. Die Verteilung dieser wagerechten Kräfte ist naturgemäß eine ziemlich unsicher festzustellende; sie erfolgt wahrscheinlich in der in Abb. 29 angedeuteten Weise. Für die Rechnung nimmt man den oberen krummen Teil der Verteilungslinie als Parabel, den unteren Teil als Dreieck an. Man kann eine solche Mauer auch als fortlaufend im Baugrund eingespannte Platte ausbilden.

Stützmauern gegen Erddruck haben nur einen einseitigen Druck auszuhalten und sind dementsprechend etwas anders auszubilden, wenn auch u. U. die Form der Einfriedigungsmauern zweckmäßig sein kann. Die Stützmauern aus Eisenbeton werden meist als Winkelmauern ausgebildet, da diese Form im allgemeinen den geringsten Stoffverbrauch ergibt. Beim einfachen Winkel liegt der wagerechte Schenkel unter der gestützten Erdmasse, deren Gewicht — und nicht das der Mauer wie bei Vollmauern — hier das Standmoment schafft. Beide Schenkel sind

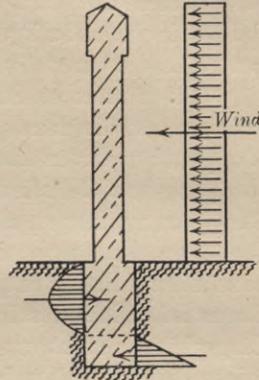


Abb. 29.
Freistehende Mauer; Wirkung der Windbelastung auf die Einspannung in der Erde.

gegen Aufreißen verbunden durch eisenbewehrte Streben. Der wagerechte Schenkel soll auch gleichzeitig die Druckverteilung auf den Baugrund übernehmen, muß also dementsprechend in seinen Abmessungen ausgebildet werden. Manchmal ist dies leichter zu erreichen durch Vorziehen des wagerechten Schenkels vor die Mauer; man erhält dadurch die Doppelwinkelmauer oder \perp -Mauer. Bei dieser Streben auf beiden Seiten.

Geschlossene Becken oder Gefäße zeigen in ihren Umwandlungen zum Teil das Kennzeichnende der Stützmauern, zum Teil werden diese den Druckverhältnissen entsprechend als Gefäßwandungen auf Zug oder Druck und Biegung zu berechnen und bemessen sein. Bei allen eckigen Grundrißformen wird man jedenfalls immer die Einspannungsmomente an den Ecken besonders zu berücksichtigen haben.

G. Kleine Brücken.

Plattenbalkenbrücken zeigen gegenüber den Deckenbauten nichts Besonderes, nur daß man hier immer durch Verteilungseisen in den Platten auf die Wirkung von Einzellasten Rücksicht nehmen muß. Für die Widerlagsmauern ist es immer zweckmäßig, die Balken der Fahrbahntafel nicht mit den Stützmauern zu verankern, im Gegen-

teil durch Papplage oder dgl. eine scharfe Trennung herbeizuführen. Durch eine Verankerung werden überflüssige Kippmomente in der Stützmauer hervorgerufen. Gestatten es die Verhältnisse, wird man deren Fuß etwas hervorziehen, um die Balkenbelastung für die Mauer mehr in die Mitte zu bringen. Zu überlegen ist dabei aber auch, daß man dadurch die Stützweite der Brückenbalken vergrößert. Bei beschränkter Bauhöhe muß man oft die Balken über die Platte verlegen; man gibt den beiden Hauptträgern dann der M-Fläche entsprechende Höhen und bildet sie ohne Druckgurteinlagen aus. Unter besonderen Umständen kann an Stelle der Querträger eine Platte mit sich kreuzenden Einlagen treten.

Oft können an Stelle von Plattenbalkenbrücken gewölbte Brücken treten, die dann gewöhnlich nur aus einer verhältnismäßig dünnen doppelt bewehrten Platte bestehen. Bei kleinen Brücken lohnt die Anordnung von Gelenken nicht, es bleibt deshalb für die Berechnung und Ausführung immer ein gewisser Spielraum in den statischen Größen bestehen, dem man sicher nur durch reichlich genügende Annahmen und Eiseneinlagen entgegenzutreten kann. Die Nachgiebigkeit der Widerlager ist z. B. eine solche Größe, die man auch bei kräftig ausgebildetem Lagerkörper nicht ungünstig genug in Anschlag bringen kann, da durch diese die Momente erheblich beeinflußt werden. Die Anordnung zweier Wölbrippen mit dazwischenliegender Plattenbalkentafel kommt bei kleineren Ausführungen seltener vor.

Die Fußsteige werden bei beiden Arten gewöhnlich von den Hauptträgern aus vorgekragt. Die Anordnung der Geländer bietet gegenüber den anderen massiven Brücken nichts Bemerkenswertes. Ebenso ist auch hier für eine gute Sicherung der Fahrbahntafel gegen das Durchsickern des Tagewassers Sorge zu tragen.

Fachwerkträger finden neuerdings auch manchmal bei kleineren Stützweiten Anwendung, dann meist in der Form des Vierendeel-Trägers, der ja auch für Dachbinder mit flacher Neigung der Dachfläche und für größere Fetten vielfach verwendet wird.

V. Entwerfen, Veranschlagen und Bauführung.

A. Entwerfen.¹⁾

Was zunächst die Gliederung eines ganzen zusammenhängenden Eisenbetonbaues in einzelne Bauteile betrifft, so sind hier im Grunde genommen dieselben Gesichtspunkte maßgebend wie bei andern Bau-

1) Betreffs Bestimmung der Querschnittmaße sei verwiesen auf des Verfassers „**Entwerfen von Eisenbeton**“, Tafeln und Formeln zur Bestimmung der Querschnitte einfacher Eisenbetonteile; Verlag der „Ostdeutschen Bauzeitung“ in Breslau, Preis 3,00 Mk.

stoffen, z. B. Holz und Eisen. Man kann bei den gewöhnlichen Belastungsfällen dem Eisenbeton mehr als dem Holz und fast beinahe so viel wie dem Eisen in bezug auf Stützweite und Tragfähigkeit im Verhältnis zu den Querschnittsabmessungen zutrauen. Nur besonders beschränkte Bauhöhen werden besondere Rücksichten erfordern. Bei der Verteilung der Rippen in einer Deckenplatte wird man aber auch auf die gute Ausnutzung des Betons zwischen den Rippen Rücksicht nehmen, um die Kosten des Baues nicht in unvorsichtiger Weise zu erhöhen; wir dürfen den Plattenbeton ja nur bis $\frac{1}{6}$ der Stützweite des Balkens nach jeder Seite als tragend in Rechnung stellen. Wählt man also die Teilung größer als dieses Maß, dann bleibt zwischen den Rippen ein nicht ausgenutzter Teil der Platte stehen. Zu enge Teilungen erhöhen andererseits wieder die Kosten der Einschalung, u. U. auch die der Rüstung. Bei Hohlkörperdecken richtet sich der Abstand der Rippen wieder nach den Maßen der Hohlkörper. Bei der Bemessung aller Teile, die mit dem Mauerwerk in Berührung kommen, wird man zweckmäßig auf die üblichen oder durch die Steingröße gegebenen Mauerwerkmaße Rücksicht nehmen, um die Arbeit nicht unnötig zu erschweren und den Verbrauch behauener Steine möglichst herabzusetzen.

Die Berücksichtigung der Kosten verlangt meist die Verwendung eines hochwertigen Betons mit großer Druckfestigkeit, die auch in den meisten Fällen voll auszunutzen ist. Man erhält auf diese Weise die dünnsten und leichtesten Bauteile. Es spielt dies besonders bei Deckenplatten eine große Rolle, von deren Gewicht die Plattenbalken, die Unterzüge und die Stützen nicht unerheblich beeinflusst werden. Über die Ausnutzung der Festigkeit des Betons und des Eisens für die einzelnen verschieden beanspruchten Bauteile feste Regeln zu geben, ist wegen der großen Verschiedenheit der Arbeitspreise und der Preise für die einzelnen Baustoffe unmöglich; man behilft sich hier, wenn es wirklich einmal darauf ankommt, den geringsten Kostenaufwand zu erzielen, mit Proberechnungen. Für Balken und Unterzüge vgl. den Schluß des Abschnitts „Unterzüge“.

Besonders wichtig für alle Beteiligten ist die zeichnerische Darstellung der einzelnen Bauteile. Klar, verständlich, übersichtlich ohne überflüssige, aber mit genügend Maßen versehen muß die Zeichnung nicht nur für die Ausführung der Schalung, sondern auch gleichzeitig für die Herstellung der Eisenbetonarbeiten einschl. des Ablängens und Zurichtens des Eisens dienen. Bei großen Bauten lassen sich allerdings nicht immer diese verschiedenen Zwecke in einer Zeichnung vereinen. In allen Unterlagen — Beschreibung, Berechnungen, Zeichnungen, Kostenanschlag usw. — erhält jeder Bauteil, bei Hochbauten besser jeder Raum und besondere Bauteile, immer ein und dieselbe Nummer, die dann auch den einzelnen Eiseneinlagen als Kennzeichen dient. Bei

einfachen Bauteilen ist das Einzeichnen der Schalung im allgemeinen nicht nötig, ebenso wie man in diesen Fällen gewöhnlich keine besondere statische Berechnung für die Schalung und Rüstung anfertigt.

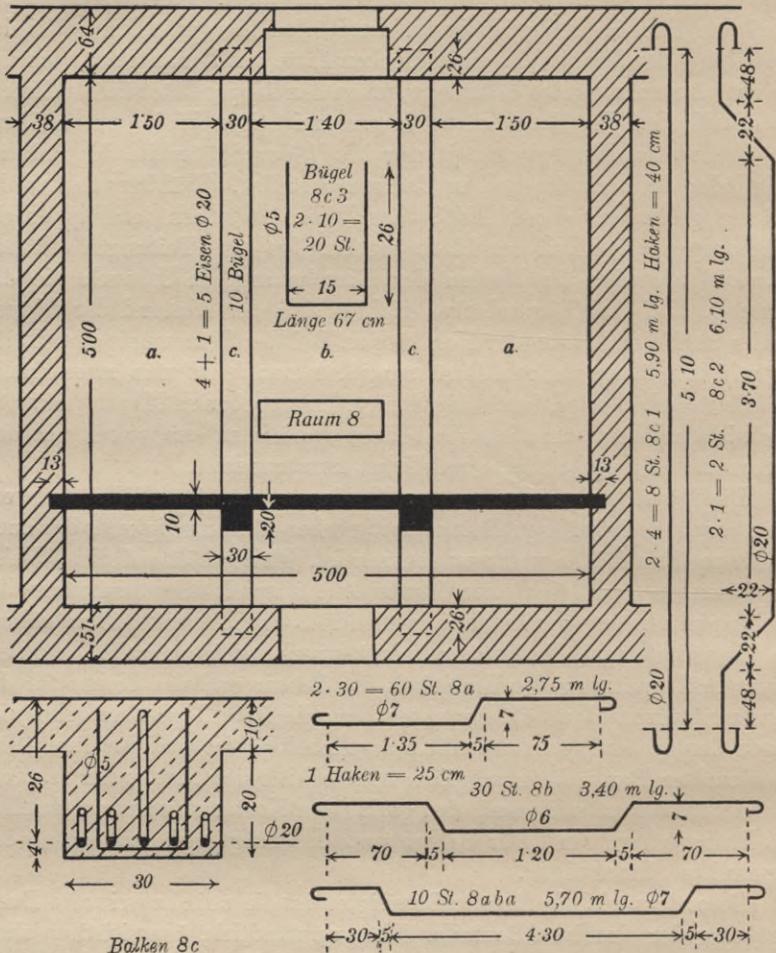


Abb. 30. Zeichnung einer einfachen Eisenbetondecke mit Angabe der nötigen Eiseneinlagen.

Die Baupolizei verlangt auch hier ebensowenig wie anderswo Zeichnungen und sonstige Ermittlungen für die Hilfsgerüste. Auch bei großen Bauausführungen sind diese Angaben Sache der örtlichen Bauleitung. Für ungewöhnliche Anordnungen oder auf besonderes Verlangen sind die Unterlagen hierzu selbstverständlich anzufertigen.

Die Abb. 30 zeigt an dem ganz einfachen Beispiel einer Decke über einem rechteckigen Raum, wie man es machen kann. Der Grund-

riß wird i. M. 1:100, wenn viel einzuschreiben ist besser 1:50 gezeichnet, und in ihm gleich der Betonkörper im Schnitt dargestellt. Die nötigen Maße sind eingeschrieben; an den Rippen die Zahl und der Durchmesser der Haupteisen angegeben, wenn Platz vorhanden ist und die Übersichtlichkeit nicht gestört wird, auch die Zahl der Bügel. Die Platteneisen hier auch noch einzuschreiben, ist meist unzweckmäßig, da die Übersichtlichkeit darunter leidet; es wird deren Anordnung in Querschnitten 1:10, und wenn es nötig ist, noch in besonderen Grundrissen dargestellt. Querschnitte im Maßstabe 1:10 sind auch von den Plattenbalken zu zeichnen; man soll aus diesen nicht nur die Verteilung der Haupteisen, sondern auch die Lage der Bügel ersehen. Die Grundrisse sind meist überflüssig. Nebenbei werden nun noch alle verschiedenen Eisen herausgezeichnet. Dies braucht nicht durchaus maßstäblich zu geschehen; es genügt auch, wenn deutliche, unmaßstäbliche Skizzen vorhanden sind, aus denen alle Maße genau ersehen werden können. Zu jedem Eisen wird die Nummer hinzugeschrieben und die nötige weitere Bezeichnung, so daß man auch aus den Skizzen genau Bescheid weiß, wohin das Stück gehört. Hierdurch erübrigt sich oft auch die Zeichnung der Querschnitte, fast immer die der Grundrisse in größerem Maßstabe. Für die Massenberechnung und das Zuschneiden ist es sehr zweckmäßig, nun auch noch an jedes skizzierte oder gezeichnete Stück die ganze Länge und die Stückzahl zu schreiben. Daß der Durchmesser dabeistehen muß, bedarf eigentlich keiner besonderen Erwähnung. Läßt sich dies alles auf einem Blatt vereinen, dann ist die Darstellung für alle Beteiligten jedenfalls am übersichtlichsten. Ist dies nicht möglich, dann trennt man am besten in der Weise, daß ein Blatt die Grundrisse 1:100 oder 1:50 enthält, ein anderes die Schnitte 1:10 und die Grundrisse in diesem Maßstabe, wenn solche nötig sind, und daß man schließlich die Eiseneinlagen ganz für sich behandelt und gleich mit der Massenberechnung vereint. Daß man als Größe für alle Blätter leicht zusammenfaltbare Vielfache des Aktenformates wählt (Reichsformat = $21 \cdot 33$ qcm) oder wenigstens so, daß sich jedes Blatt leicht auf das Aktenformat zusammenfalten läßt, schreibt fast jede Bauordnung vor. Daß es außer der hier gezeigten Darstellungsart noch andere ebenso einfache und brauchbare gibt, braucht kaum erwähnt zu werden; es sollte hier nur ein gerade für die kleinen Aufgaben der Schule passendes Muster gegeben werden.

B. Veranschlagen.

Die Massenberechnung der Eisen ist bereits erwähnt. Die Massen werden zunächst innerhalb der verschiedenen Eisenstärken nach den Längen und Stückzahlen der einzelnen Stücke zusammengestellt,

diese Längen am Schlusse zusammengezogen und dann zweckmäßig für jede Stärke das Gewicht (Flußeisen) berechnet. Häufig zählt man nämlich für die verschiedenen Stärken auch verschiedene Preise. Kauft man die Eisen im großen ein, läßt man sie sich also nicht im Werk in richtig abgelängten Stücken zuschneiden, dann darf man einen erfahrungsmäßigen Zuschlag für die Abfallstücke nicht vergessen, da deren Verwertung zum vollen Preise eine recht zweifelhafte Sache ist. Mehr als 3 bis höchstens 5% wird man allerdings kaum anrechnen dürfen.

Die Massenberechnung für den Beton geht von der Ermittlung der ganzen Betonmasse aus, deren Berechnung auf Grund der Zeichnung meist sehr einfach ist. Nicht zu vergessen sind die in den Auflagern steckenden Massen, die einen ganz erheblichen Teil ausmachen. Sollten deren Maße aus den Zeichnungen nicht zu entnehmen sein, dann rechnet man für die Platten 13, für die Plattenbalken 26 und für die Unterzüge 39 cm Auflagerlänge. Nun ist die Betonmasse in ihre Bestandteile weiter zu zerlegen; hierzu kann die folgende **Tafel** dienen:

1 cbm fertiger Beton erfordert, wenn die Mischung in Raumteilen (Zement: Zuschläge) beträgt:

Mischung	Sand cbm	Kies	Sand + Kies cbm	Zement kg
1 : 1	0,222	0,444	0,666	925
1 : 2	0,288	6,580	0,868	625
1 : 3	0,321	0,643	0,964	450
1 : 4	0,340	0,681	1,021	355
1 : 5	0,353	0,706	1,059	295
1 : 6	0,360	0,720	1,080	250
1 : 8	0,365	0,730	1,095	190
1 : 10	0,364	0,727	1,091	151
1 : 12	0,360	0,720	1,080	125

Diese Ermittlung der ganzen Eisenmasse und der ganzen Betonmasse bildet für den Anschlag eine Grundlage insofern, als man daraus ersieht, um welche Massen es sich handelt. Hiervon ist immer auch bis zu einem gewissen Grade der Einheitspreis abhängig. Bezieht man große Massen, dann kann man immer einen Preisnachlaß beanspruchen; hat man große Massen Beton zu mischen, dann trifft man u. U. ganz andre Vorbereitungen, als wenn es sich um wenige Kubikmeter handelt. So beeinflußt die ganze Masse den Einheitspreis nicht unwesentlich. Auch für die Vorkehrungen zur Wasserbeschaffung (man muß auf 1 cbm Beton etwa $\frac{1}{2} \div 1$ cbm Wasser rechnen) ist es nötig, die gesamte Masse zu kennen.

Von der Betonmasse geht ja eigentlich die Eisenmasse ab; andererseits ist wieder für Streu- und sonstige zufällige Verluste ein gewisser Satz hinzuzurechnen, so daß man gewöhnlich diese beiden Anteile sich aufheben läßt.

Nun stellt man bis zu einer gewissen durch die besondere Lage des Bauteiles gegebenen Grenze die Einheitspreise der Massen fest. Man kann z. B. beim Beton fertig ausrechnen:

1 cbm Stampfbeton im Mischungsverhältnis 1 : 5 kostet		
300 kg Portlandzement	4,50 <i>M</i> /100 kg	13,50 <i>M</i>
0,36 cbm Sand	4,00 <i>M</i> /cbm	1,44 „
0,71 cbm Kies	6,00 „	4,26 „
für Mischen mit der Maschine		3,00 „
$\frac{1}{2}$ cbm Wasser	0,30 „	0,15 „
etwa 2400 kg ungefähr 50 m auf wagrechter Bahn zu befördern (für 100 kg rd 10 m 0,01 <i>M</i>)		1,20 „
für das Einstampfen von 1 cbm Beton in Schichten von etwa 15 cm Höhe (für jede Schicht etwa 30 \mathcal{P} zu rechnen		rd 2,10 „
		<u>Summe 25,65 <i>M</i></u>
allgemeine Unkosten, Bauleitung, für Krankenkassen- und sonstige Abgaben, für Vorhalten aller Geräte und für Unternehmergewinn	etwa 30%	rd 7,70 „
1 cbm Beton kostet		33,35 <i>M</i>

In derselben Weise wird der Einheitspreis für das Eisen festgestellt, bei großen Verschiedenheiten der Stärken u. U. für jede einzelne Stärke, da besonders bei den starken Stücken die Biegungen erheblich teurer sind als bei den schwachen Eisen. Ohne so eingehende Ausführung wie oben soll hier nur erwähnt werden, daß sich dieser Preis zusammensetzt aus Eisenpreis, Abmessen auf die richtige Länge, Abschneiden, Biegen, wagerechte Beförderung und wieder dem Zuschlag von etwa 30%. In beiden Fällen verstehen sich die Preise der Baustoffe frei Baustelle.

Zu diesen Grundpreisen sind nun bei den einzelnen Nummern des Anschlages noch gewisse Zuschläge zu machen, mit denen sich die Einheitspreise der Anschlagsnummern ergeben. Diese Zuschläge bestehen aus den Kosten für die lotrechte Förderung (für 100 kg und jedes Meter ist etwa 0,01 *M* zu rechnen), für die Schalung und die Rüstung. Man rechnet zweckmäßig die Zuschläge nur für den Beton und setzt für das Eisen den oben gewonnenen Grundpreis ein. Für die Schalung und Rüstung kommt in Frage: Stoff, Arbeitslohn und der Verbrauch an Nägeln oder sonstigen Verbindungsmitteln. Schalbretter können ungefähr dreimal, Rüsthölzer etwa fünfmal benutzt werden.

Nun wird im allgemeinen ebenso veranschlagt wie bei andern Baustoffen, also z. B.

$$4,00 \cdot 5,26 =$$

21,04 qm Deckenplatte aus Eisenbeton im Raum Nr. 161, einschl. der Auflager gemessen, 10 cm stark unter sachgemäßer Verwendung der in der statischen Berechnung vorgeschriebenen Eisen rüst- und schalfrei herzustellen . . . (Der Einheitspreis würde sich also hier zusammensetzen aus: Beton, Grundpreis + Zuschlag für lotrechte Förderung; Eisen, Grundpreis; Zuschlag für Schalung und Rüstung; der Zusatz „einschl. der Auflager gemessen“ sollte zur Vermeidung von Mißverständnissen bei der Abnahme nie fortgelassen werden)

oder z. B.

$$4,00 + 2 \cdot 0,26 =$$

4,52 m Eisenbetonrippe zu der Deckenplatte in voriger Nummer, einschl. der Auflager gemessen, im Querschnitt 30 cm breit und 25 cm hoch (unter der Platte, daher „Rippe“ und nicht „Plattenbalken“, zu dem auch die Platte gehört) wie vor herzustellen . . . (Hier würde sich der Einheitspreis berechnen aus: Beton, wie vor; Eisen, wie vor, nur sind u. U. die Biegungen stärkerer Stücke zu berücksichtigen; Schalung nach dem Umfang der Rippe, wobei die lotrechten Teile etwas höher zu bewerten sind; Rüstung für 1 m Länge).

Nun kann es natürlich noch besondere Umstände geben, durch welche die Preise erhöht, unter Umständen auch erniedrigt werden können, obwohl das letztere seltener der Fall sein wird. Solche können z. B. sein: besonders ausgesetzte Lage der zu fertigenden Teile, die besondere Sicherheitsvorkehrungen erfordern, wie dies bei Arbeiten am Dach oder am Hauptgesims notwendig werden kann; ebenso werden Arbeiten bei Frostwetter erheblich teurer als zu gewöhnlicher Jahreszeit; auch wenn mit Nachtschichten gearbeitet werden muß; schließlich ist oft noch ein Punkt zu berücksichtigen, der zu einer allgemeinen Erhöhung aller Preise führen kann, das sind die Probebelastungen. Diese kosten gewöhnlich eine nicht unbedeutende Summe, die bei kleinen Ausführungen in keinem Verhältnis zum Verdienst des Unternehmers steht, der für die Kosten der Belastungsproben aufkommen muß.

C. Die Bauführung.

Im allgemeinen kann hier auf die §§ 4 ÷ 12 der EBB 07 verwiesen werden, deren genaue Beachtung jedem Bauleiter nicht genug empfohlen werden kann; er schützt sich und seinen Auftraggeber dadurch vor unangenehmen Überraschungen. Auf Einzelnes sei noch näher hingewiesen:

Da ist zunächst die Abnahme und Lagerung der Baustoffe. Zement muß trocken und gegen nasses Wetter geschützt gelagert werden. Man kauft am zweckmäßigsten in Säcken anstatt in Fässern, da der Sack beim Mischen eine handlicher zu verwertende Maßeinheit ist, auch die Zementsäcke nachher zum Abdecken der Betonflächen sehr gut verwendet werden können. U. U. ist diese Verwendung ziemlich kostspielig, da man sonst für unbeschädigte Säcke von der Zementfabrik gewöhnlich 40 Pfg. vergütet bekommt. Beim Eisen ist es immer zu empfehlen, sich nicht mit den Angaben des Lieferers zu begnügen, sondern immer selbst mit dem Taster (nicht durch Anhalten des Maßstockes) nachzumessen; es kommen zu leicht unbeabsichtigte Irrtümer vor. Alle Stoffe wird man von vornherein so lagern, daß man sie nachher bequem zur Hand hat; der Zement wird allerdings auch bei ausgedehnten Bauten wohl nur einen einzigen geschützten Lagerschuppen haben, der für manche Stelle des Baues unbequem liegen wird. Man wird auch immer darauf sehen, die wertvollen Stoffe — Zement und Eisen — so zu lagern, daß der Lagerplatz gut und häufig übersehen werden kann. Beim Hinlegen des Eisens achte man auch sofort darauf, daß die einzelnen Stärken zusammengelegt und die Plätze genau und deutlich bezeichnet (farbige Schilder) werden; wenn innerhalb derselben Stärke verschiedene Längen geliefert werden, dann trenne man diese auch sofort; man spart sich dadurch viel Arbeit. Es ist auch zweckmäßig, sofort mit einzelnen Stücken verschiedener Stärke Biegeproben zu machen, indem man einfach einige Stücke gleich zurecht biegen läßt. Zeigt es sich hierbei, daß das Eisen zum Bruche neigt, dann weise man die Lieferung zurück, oder lasse wenigstens das Biegen sofort vornehmen, um die unbrauchbaren Stücke ausscheiden zu können. Bei Sand und Kies ist darauf zu achten, daß diese vollkommen rein, vor allem frei sind von organischen (von Pflanzen oder Tieren herrührenden) und lehmigen Bestandteilen. Wenn auch ein geringer Zusatz von tonigen Teilen nichts schadet, sobald diese völlig gleichmäßig in der ganzen Masse verteilt sind, so ist es doch sehr schwer zu beurteilen, ob der gerade zutreffende Lehmgehalt noch unterhalb der unschädlichen Grenze liegt oder nicht. Die einfache Waschprobe genügt zur Untersuchung.

Über die Einteilung der Arbeiten ist das Wesentlichste schon in vorhergehenden Abschnitten gesagt worden. Es wird zweckmäßig ein Betonierungsplan aufgestellt, aus dem genau zu ersehen ist, wo die Arbeiten unter Umständen können unterbrochen werden. Da man wegen zu großer Kosten im allgemeinen nicht mit Nachtschichten arbeitet, muß manchmal der erst aufgestellte Plan wieder geändert werden. Doch ist es immer gut, wenn sich der Bauleiter von vornherein darüber klar wird, wo die geeigneten Unterbrechungsstellen liegen, und sich diese in auffallender Farbe (rot) in seine Zeichnungen einträgt. Es

ist ihm dann ein Leichtes, Veränderungen sofort in sachgemäßer Weise anzugeben.

Daß alle Arbeiten sorgfältig zu beaufsichtigen sind, ist eigentlich selbstverständlich. Besonderes Augenmerk ist wie überall immer den Arbeiten zu schenken, deren Ausführung mit einer gewissen Unbequemlichkeit für die Arbeiter verbunden ist, z. B. Drahtbunde an schwer zugänglichen Stellen usw.

Über alle Arbeiten ist ein Tagebuch zu führen — § 11 der EBB —, in dem zweckmäßig auch Alles einzutragen ist, nicht nur das, was gerade die Prüfungsbehörde besonders wegen der Sicherheit der Bauausführung verlangt. Das Tagebuch ist oft eine wichtige Handhabe in Streitfällen. Man veranlasse auch jedesmal den Prüfungsbeamten, davon Kenntnis zu nehmen und dies durch seine Unterschrift zu bestätigen. Für diese wird zweckmäßig eine besondere Spalte angelegt. Bei großen Bauausführungen lohnt es auch, ein Inhaltsverzeichnis anzulegen, das meist am besten einfach nach den Nummern der Räume geordnet wird; man kann dann ohne langes Nachblättern sofort finden, wann irgendeine Arbeit in dem fraglichen Raume ausgeführt worden ist.

Die Probelastungen möchte ich noch kurz erwähnen. Die einschlägigen Bestimmungen finden sich in § 12, 3 ÷ 5. Als Auflast benutzt man am billigsten das vorhandene Baugut: Ziegelsteine oder andre Steine, Kies, Sand, Schotter usw. Am wenigsten Last braucht man, wenn man die Last als Einzellast in der Mitte vereint; erscheint dies wegen der Natur des Schüttstoffes zu schwierig, dann baut man auch die Last als zwei möglichst dicht an der Mitte liegende Einzelasten auf. Werden Ziegelsteine als gleichmäßig verteilte Last verwendet, dann ist darauf zu achten, daß die Steine nicht im Verbande gesetzt werden, da hierdurch eine Abstützung der Steine untereinander stattfindet, die das Bild ganz wesentlich verändern kann. Im allgemeinen wird man wegen der nicht unerheblichen Kosten Probelastungen zu vermeiden suchen; man veranlasse lieber möglichst oft die Aufsichtsbehörde, sich vom Stande der Bauausführung zu überzeugen und versäume nie die vorgeschriebenen Benachrichtigungen an diese — § 6, 4; § 8; § 9, 2; § 10, 7.

Werden nun aber einmal die Kosten für die Belastung aufgewendet, dann sollte man auch immer versuchen, diese durch möglichst genaue Aufzeichnungen für die Wissenschaft nutzbar zu machen. Vorläufig sind unsre Kenntnisse vom Eisenbeton noch so mangelhaft, daß gar nicht genug Beobachtungsstoff herangeschafft werden kann. Ohne besondere Ausgaben kann man sich einen recht empfindlichen Biegunsmesser bauen (Abb. 31), und es kommt dann nur auf sachgemäße und gewissenhafte Beobachtung an, jede solche Messung wertvoll zu machen. Es darf nicht nur die größte Durchbiegung gemessen werden, sondern es kommt

ganz besonders darauf an, während des Wachsens der Belastung Angaben über das Arbeiten des Eisenbetonkörpers zu erhalten. Man wird also immer ablesen, wenn ein genau feststellbarer Zuwachs zur bereits vorhandenen Last hinzugekommen ist. Ist die Last völlig aufgebracht, dann liest man wieder ab. Wenn es nun irgend angängig ist, läßt man die Last stundenlang stehen und liest von Zeit zu Zeit wieder ab; man wird die Beobachtung machen, daß die Durchbiegung größer geworden ist. Wird dann die Last entfernt, so sind wieder in angemessenen Zeitabständen Ableesungen zu machen, wenn es möglich ist, den Biegemesser stehen zu lassen, bis die Durchbiegung auf das kleinste Maß

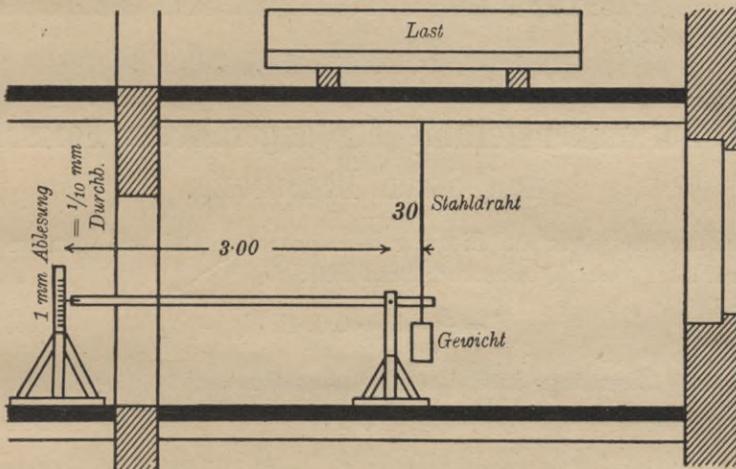


Abb. 31. Probelastung eines Trägers und Biegemesser.

zurückgegangen ist. Es ist selbstverständlich, daß alle diese Messungen nur Wert haben, wenn auch die Zeiten der Ableesungen, der Veränderung der Belastung, kurz überhaupt alle Umstände genau aufgezeichnet werden. Ein zur Weitergabe und wissenschaftlichen Verwertung geeignetes Belastungsprotokoll muß nun noch die genauen Skizzen über die Abmessungen und die Bewehrung des belasteten Teils einschl. der Angaben über den Zusammenhang mit den benachbarten Teilen — am besten die Zeichnung des betreffenden Teiles — enthalten und ebenso die genauen Angaben über das Alter, die Zusammensetzung, die Herkunft der Baustoffe usw. Besonders geeignet sind natürlich Messungen an Bauteilen, die vollständig für sich ohne Zusammenhang mit anderen stehen, da bei diesen die Biegungen ganz sicher von störenden Einflüssen unabhängig sind.

Es erscheint sehr zweckmäßig, die teuren Probelastungen durch die Empergersche Güteprobe mit Hilfe kleiner Kontrollbalken zu ersetzen. Wenn auch vorläufig die Ansichten über den Wert der Kon-

trollbalken zur Ermittlung der wahren Druckfestigkeit des Betons noch sehr auseinander gehen, so ist doch das Eine nicht zu bezweifeln, daß die Probe billig und überall ohne besondere Hilfsmittel leicht durchführbar ist und immer einen Anhalt über die Güte der Bauausführung gibt. Ausführlich beschrieben ist die Probe im Heft XIV der „Forscherarbeiten auf dem Gebiete des Eisenbetons“ (Verlag von Willh. Ernst & Sohn, Berlin).

Eine Verbesserung der Kontrollbalken bieten die Eiseneinlagen der Firma Buchheim und Heister in Frankfurt a. M., die mehrere Male verwendet werden können und außerdem vor der Druckprobe eine Prüfung der Zugfestigkeit des Betons gestatten („Beton und Eisen“, 1912, Heft 4).

VI. Zusammenstellung der angeführten Formeln und deren Bedeutung.

Eisendurchmesser in auf Biegung beanspruchten, frei aufliegenden und gleichmäßig verteilt belasteten Bauteilen:

$$1. \quad d = \frac{\tau_1}{\sigma_e} \cdot l_1 = 0,0045 \cdot l_1 \quad \text{Seite 28}$$

Verkürzte Eisenlänge in frei aufliegenden Platten:

$$2. \quad l_2 = 0,85 \cdot l_1 \quad \text{Seite 29}$$

Zur Bestimmung der Querschnittsmaße der frei aufliegenden Platte:

$$3. \quad h - a = \alpha \cdot l_1^2 \cdot \left(1 + \sqrt{1 + \frac{\beta}{l_1^2} (p + 0,040)}\right)$$

$$4. \quad h - a = l_1 \cdot (1 + \gamma \sqrt{p + 0,040}) \quad \text{Seite 30}$$

$$5. \quad f_e = \delta \cdot (h - a)$$

Lage der Aufbiegungen in durchlaufenden Platten:

$$6. \quad U = \frac{1}{30} (7 - \varepsilon)$$

$$7. \quad V = \frac{1}{12} \cdot (7 - \varepsilon) \cdot \left(1 - \sqrt{1 - 4,8 \frac{1}{7 - \varepsilon}}\right)$$

$$8. \quad X = \frac{1}{8} \cdot (1 + \varepsilon) \quad \text{Seite 31}$$

$$9. \quad Y = \frac{1}{10} \cdot (1 + \varepsilon)$$

$$10. \quad Z = \frac{1}{2} (1 - \sqrt{1 - 0,4(1 + \varepsilon)})$$

Lagerdrucke für durchlaufende Platten:

$$11. \quad A = \frac{1}{60} \cdot (26 \cdot Q_1 - 3 \cdot Q_2 + Q_3) \quad \text{Seite 33}$$

$$12. \quad B = \frac{1}{20} \cdot (13 \cdot Q_1 + 11 \cdot Q_2 - 2 \cdot Q_3)$$

Eisenstärke für alle auf Biegung beanspruchten Bauteile:

$$13. \quad d \geq \frac{16 \cdot (h - a) \cdot f_e}{V} \quad \text{Seite 33}$$

Entfernung der Eisen und Rippen voneinander:

$$14. \quad e = d \cdot \left(1 + \frac{\pi}{2}\right) = \text{rd } 2,6 \cdot d \div 3 \cdot d \quad \text{Seite 35}$$

Rippenbreite bei m nebeneinander liegenden Eisen vom Durchmesser d :

$$15. \quad b_1 = (m - 1) \cdot 2,6 \cdot d + d + 2 \cdot 2 \quad \text{Seite 35}$$

Entfernung zweier Eisenlagen voneinander:

$$16. \quad e_1 = d + 2 \quad \text{Seite 36}$$

Schätzungsweise Gewicht der Rippe für 1 m Länge in kg (b und l in Meter):

$$17. \quad g = \frac{b \cdot l}{3} \sqrt{q} \quad \text{Seite 36}$$

Lagerdrucke von Platten und Balken auf 3 Stützen:

$$18. \quad A = \frac{1}{16} \cdot (7 \cdot Q_1 - Q_2)$$

$$19. \quad B = \frac{10}{16} \cdot (Q_1 + Q_2) \quad \text{Seite 37}$$

$$20. \quad C = \frac{1}{16} \cdot (7 \cdot Q_2 - Q_1)$$

Eisenquerschnitt im Druckgurt von Unterzügen:

$$21. \quad f'_e = \frac{b x^2}{2 \cdot n \cdot (x - a)} \cdot \left(\frac{\sigma_n}{40} - 1\right) \quad \text{Seite 39}$$

Eisenquerschnitt oben und unten in Unterzügen:

$$22. \quad f_e = \frac{M}{\sigma_e \cdot (h - a)} \quad \text{Seite 39}$$

Höhe des Balkens der geringsten Kosten:

$$23. \quad h - a + y = A \cdot B \cdot (h - a) \quad \text{Seite 40}$$

Eisenquerschnitt im Balken der geringsten Kosten:

$$24. \quad f''_e = f_e \cdot \frac{h - a}{h - a + y} \quad \text{Seite 41}$$

Höhe des Stützenfußes:

$$25. \quad h_1 = 0,835 \cdot \sigma_b \cdot d \quad \text{Seite 41}$$

Seite des Schaftquerschnitts, Eisenquerschnitt und Seite des Fußquadrats der Achteckstütze:

26. $a_1 = 0,415 \cdot \sqrt{\frac{P}{\sigma_b}}$
 27. $f_e = 0,0657 \cdot a_1^2$ Seite 42
 28. $a_2 = 2,412 \cdot a_1$

Betonquerschnitt, Eisenquerschnitt und ganzer Querschnitt einer Stütze mit Längsbewehrung:

29. $F_b = \frac{P}{\sigma_b \cdot (1 + n \cdot \eta)}$ Seite 42
 30. $f_e = \eta \cdot F_b$
 31. $F_b + f_e = \text{ganzer Querschnitt.}$

Formeln zur Querschnittsbestimmung für Stützen mit Längsbewehrung und Umschnürung:

32. $F_b = \frac{P}{\sigma_b \cdot (1 + n \cdot \eta)}$
 33. $f_e = \eta \cdot F_b$
 34. $F_e = \frac{f_e}{2}$ Seite 43
 35. $F_i = \frac{P}{\sigma_b}$
 36. $F_s' = \frac{1}{30} \cdot (F_i - F_b) - \frac{F_e}{2}$

Bügelabstände in Stützen:

37. $h_3 = 134 \cdot d \cdot \sqrt{\frac{1}{\sigma_b}}$ Seite 43

Kernweite eines Stützenquerschnitts:

38. $k = \frac{W}{F} = \frac{2 \cdot J}{F \cdot h}$ Seite 44

Größtes Moment und größte Querkraft in quadratischen Stützenfundamenten:

39. $M = \frac{P}{8} \cdot (a_3 - a_2)$ Seite 45
 40. $V = \frac{P}{2} \cdot \frac{a_3 - a_2}{a_3}$

Länge von überhängenden Enden bei gleichmäßig verteilter Belastung ohne oder mit Berücksichtigung des Einflusses der Nutzlast:

41. $x = 0,207 \cdot l = \text{rd } \frac{1}{5} \cdot l$ Seite 60
 42. $x = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{\varepsilon} \cdot (-1 + \sqrt{1 + \varepsilon})$

SACHVERZEICHNIS.

- Abbiegungen 55
 Abbinden 20, 51
 Abfälle der Eisen 69
 Abladen 66
 Ablängen der Eisen 69
 Abnahme der Rohstoffe 75
 Abramoffsche Umschnürung 22, 43, 65
 Abschneiden der Eisen 14
 Abstand der Eisen von einander 35
 Abstandhalter 50
 Aktenformat 71
 Anbindefähigkeit 23
 Anblattungen 46, 47
 Anker 49
 Ankerstangen in der Erde 20
 Annäherungsrechnung 58
 Anoden 64
 Anordnungen, besondere 51
 Anschlag, Kosten- 73, 75
 Ansichtsflächen von Beton 47, 54
 Anstauchen 19
 Anstriche des Betons 4
 Arbeiten bei Frostwetter 53
 — des Eisens 20
 — des Eisenbetons 77
 — der Schalung 47
 Arbeitsgang 51
 Asphalt 3, 64
 Asphaltlack 4, 58
 Aufbiegungen 23, 24, 34, 60
 Aufladen 66
 Auflager 72
 — der Platten 27
 — der Plattenbalken 33
 — der Unterzüge 38
 Auflagerdruck durchl. Platten 33
 Auflast, bei Einspannung 55, 58
 — 30
 Ausblühungen 5
 Ausbruch von Öffnungen 66
 Ausgleich von Höhenunterschieden 47
 Ausknicken der Druckeinlagen 38
- Ausnutzung des Betons 69
 — der Festigkeit 69
 Ausrüsten 47, 53
 Ausschalen 53, 59
 Aussparungen für Einlagen 50
 Austrocknen 52
- Balken** der geringsten Kosten 40
 — der Rüstung 46
 Balkone 55
 Balkonträger 26
 Bandeisenverbindungen 46
 Bauführung 68, 74
 Baugrund 66
 Bauhöhe 25
 —, beschränkte 25, 38
 —, niedrige 38
 Bauweise Melan 14
 Beanspruchung durch zueinander senkr. Kr. 37
 —, zulässige d. Bet. 2
 Becken 67
 Beförderung mit Bahn oder Wagen 58, 66
 Beimengungen im Eisen 12, 15
 Belastung der Rüstung 46
 Beleuchtungskörper 50
 Benachrichtigung der Prüfungsbeh. 76
 Berechnungen 69
 Beschreibung 69
 Besondere Anordnungen 51
 Besondere Bauteile 55
 Bestimmung der Querschnittmaße 68
 Beton 1
 — als Rostschutz 20, 26
 Betondielen 53, 66
 Betonflächen, sichtbare 55
 Betonhülle für eiserne Stützen 26
 Betonieren 20
 Betonierungsplan 75
 Betonwerke 9
 Biegemaschine 17
 Biegen der Eisen 15
- Biegeplatte 16
 Biegeproben 75
 Biegevorrichtungen 17
 Biegungsfeste Einlagen 14
 Biegungmesser 77
 Binder 64
 Bindezeit, Regelung der 5
 Blattstoß 19
 Blechlehren beim Stampfen 51
 Blei 4
 Blende am Auflager 34
 Blitzröhren 5
 Blitzschläge 5
 Bogenbrücken 26
 Bohlen 46, 47
 Bohlenroste 76
 Bolzen 46
 Bolzenschneider 15
 Brackwasser 6
 Breite der Rippen 33
 Brenzbrücke 48, 49
 Breslauer Markthallen 54
 Bruchgefahr 58
 — beim Biegen von Eisen 15
 Bruchsicherheit 13
 Brücken 67, 69
 Brückenplatten 28
 Brunnen 65
 Brüstung, Balkon- 55
 Brüstungsträger in Erkern 57
 Buchheim u. Heister 78
 Bügel 23, 24, 25, 34, 38, 50, 51, 60
- Cement siehe Zement
 Ceresit 3, 4
 Chemische Einflüsse auf Beton 4
 — Verbindung zwischen Zement und Eisen 19
 colloid (leimartig) 19
 Consideresche Umschnürung 21, 43
 kontinuierlich s. durchlaufend
 Corneliusbrücke in München 46

- Dach 74
 Dachbinder 64
 Dachpappe 52, 68
 Dachplatten 27
 Dampf, Wasser- 4
 Darstellung, zeichnerische 69
 Deckung des Stoßes 19
 Dehnbarkeit des Betons 20
 Dehnungsfugen 18, 28, 39, 51
 Dehnungsmöglichkeiten 28
 Dehnungsziffern 20
 Destilliertes Wasser 4
 Diagonaleinlagen 21
 Dichter Beton 7
 Dichtigkeit 3, 6, 7
 Dicke von Platten 28
 Dielen 53, 66
 Docken 60
 Doppelwinkelmauer 67
 Draht 49, 50
 Drahtbieger 17
 Drahtbürsten 50, 54
 Drähte als Einlagen 13
 Drahtnetz 54
 Drahtumwicklung 18
 Drahtwicklung 18, 19, 58
 Drahtziegelgewebe 54
 Drehungsfestigkeit 26
 Druckeinlagen 36, 38
 Druckfestigkeit des Betons 8, 21, 69
 Druckurteinlagen 25, 36, 38, 68
 Druckkräfte 21
 Druckverteilung auf dem Baugrund 66, 67
 Dübel 50, 60
 Durchbiegung 29, 38, 77
 — der Schalung und Rüstung 45
 Durchlaufende Platten 30
 — Plattenbalken 34, 36
 — Unterzüge 39
 Durchsicht bei Treppen 39
 Düsseldorfer Hafen 6
- Eckfasen 41, 50
 Eichenholzkeile 46, 47
 Einbringen des Betons 45
 Einfriedigungsmauer 65
 Eingespannte Träger 26
 Einheitspreise 73
 Einlagen im Druckgurt 36, 38
 Einteilung der Arbeiten 75
 Einseitige (exz.) Belastung der Stützen 42, 44
 Einspannung der Stufen 59
- Einspannungsmoment 28
 — bei Gefäßen 67
 Einstampfen von Stützen 49
 Einzellasten 28, 67
 Eisen, verzinktes 4
 Eisenabfälle 14
 Eisenanoden 64
 Eisenbau 55
 Eisenbeanspruchung bei Umschnürung 21
 Eisenbetonpfähle 65
 Eisenbetonroste 64
 Eisenbetonschalldielen 53
 Eisendurchmesser 28, 33
 Eisengurte 38
 Eisenslagen, mehrere übereinander 36
 Eisenoxydul 19
 Eisenportlandzement 5
 Eisensorten, Erkennung der 12
 Eisenstärken 71
 Eisenquerschnitt in Platten 30
 Eiserne Formen für Stufen 58
 — Träger 38, 55
 — Unterzüge 38
 Elastische Verkürzung 42
 Elastizitätsziffer des Betons 2
 — des Flußeisens 2
 — verschiedener Eisenarten 12
 Elektrische Bahnen 64
 — Ströme 64
 Elektrizität 5, 64
 von Emperger 26
 Empergersche Güteprobe 77
 Emulsion 4
 Entfernung der Eisen voneinander 35
 Entmischung des Betons 8
 Entwerfen 68, 69
 — von Eisenbeton 68
 Erdarbeiten 63, 64
 Erddruck 67
 Erdfeuchtigkeit 64
 Erdströme 64
 Erker 55, 57
 Erkerträger 26, 55
 Erschütterungen 51, 53
 Exzentrisch siehe einseitig
 Exzentrische Belastung der Zugstäbe 19
- Fachwerkträger 14, 68
 Fahrbahn für Betonzufuhr 53
 Fahrbahntafel 68
 Fallhöhe 66
 — beim Stampfen 11
 Farbige Behandlung der Ansichtsfläche 54
 — Steine 54
 Fasen 41, 50
 Fässer, Zement- 75
 Feinde des Betons 5
 Fenster im Erker 57
 Fenstersturze 61, 63
 Festigkeit 26
 — des Betons 2, 8, 9, 11
 — des Eisens 12, 15
 — der Eisenbetonbauten 19
 — der Eisenstöße 18, 19
 — der Rüstung und Schalung 45
 Festigkeitserhöhung d. doppelte Beanspruchung 37
 Festigkeitsverlust bei Stößen 18, 19
 Festigkeitszahlen der Rüstholzer 46
 Festigkeitszunahme 8
 Fetten 68
 Fettsäuren 4
 Fettkalk 3
 Feuchtigkeit 64
 — im Beton 3
 Feuer, Wirkung des Feuers auf Beton 4
 Firnis, Schutz- Herdain 4
 Flacheisen 13
 Flacheisenverbindungen 46
 Flachmeißel 15, 54
 Flußeisen 14, 15, 18
 Flußsäure 4
 Flußstahl 11
 Förderbeton 9
 Förderung, lotrechte 73
 — wagerechte 73
 Formänderung beim Biegen der Eisen 15
 — der Rüstung 46
 — der Stützen 49
 Formeln 68, 79
 Formen für Treppenstufen 58
 —, Universal- für Treppenstufen 58
 Frei aufliegende Platten 27
 Frost 52
 Frostwetter 53, 74
 Fugen, Dehnungs- 18, 28
 Funkenprobe für Eisen 12
 Fuß der Stützen 21, 41
 Fußsteige der Brücken 68

- G**ardinenhaken 61
 Gas, Kohlensäure 4
 Gasrohre 18, 50, 60
 Gefäße 67
 Gefäßwandungen 67
 Gefüge des Eisens 12
 Geglätteter Zementputz 3
 Gehbahn 53
 Geländer bei Brücken 68
 —, Treppen- 60
 Gelenke für Brückenge-
 wölbe 68
 Geringste Kosten von Bal-
 ken 36
 Gewerbliche Bauten 61
 Gewicht des Betons 1
 Gewölbte Brücken 68
 Gießen des Betons 1
 Gips 5
 Gipsformen für Stufen 58
 Gipshaltiges Wasser 6
 Gleichstrom 64
 Gleitwiderstand 19
 Gliederung größerer Bau-
 teile 68
 Goldgeisen 14
 Granitplatten 62
 Granitstufen 57
 Grate in Ansichtsflächen 54
 Großjähriges Holz 46
 Größte Querkraft 33, 45
 Grundbauten 63
 Grundklotz von Pfeilern 66
 Grundmauern 67
 Grundpfähle 65
 Grundplatten 66
 — von Stützen 44
 Grundträger 26, 64
 Gründungen 4
 Grundwasser 66
 Grünwalder Brücke 46
 Gudron 64
 Gußeiserne Stützen 26
 Güteprobe nach Emperger
 77
Haarisse 20
 Haftbeanspruchung bei
 Vierkantseisen 13
 Haftan 18 : 21, 50
 Haftfestigkeit 5, 10, 18 : 21,
 23, 50
 — des Sandes im Zement 5
 Haftlänge 21
 Haftspannungen 20, 24, 28,
 55
 —, zulässige 20, 28
 Haken 19, 20, 25
 — als Stoßverbindung 19
 Halbhölzer 46
 Hallen 37
 Handmischung 8
 Hartbleiplättchen 18
 Härten von Beton 59
 Hartholzdübel 50
 Hauptgesims 74
 Hellhörigkeit der Beton-
 decken 3
 Herausziehen der Einlagen
 20
 Herdain, Schutzfirnis 4
 Herstellung des Betons 8
 Hitze 52
 Hochziehen 66
 Höhenunterschieden, Aus-
 gleich von 47
 Hohlkörperdecken 39
 Hohlkörperereinlagen 33
 Hohlräume in Sand, Kies
 usw. 7
 Holzbalkendecke 57, 61
 Holzbelag für Stufen 60
 Holzformen für Stufen 58
 Holzzerstörung 47
 Holzwischenlage 51
 Humusstoffe 6
Johnsoneisen 14
 Isolierung 64
Kahnseisen 11, 13
 Kalk 3
 Kalkhaltige Wasser 6
 Kalkseifen 4
 Kaliseife 3
 Kaltbiegen 15
 Kaltbruch 15
 Kanal 4
 Kantenpressung im Lager
 34
 Karborundumsteine 54
 Kastendecke 47
 Kehlleiste 32
 Keile 47
 Kennzeichen d. Eisensorten
 12
 Kernquerschnitt 19
 Kernstützen 50
 Kernweite d. Stützen 44
 Kies 6, 7, 73, 75
 Kiesel (Silizium) 12, 75
 Kieselsaures Eisenoxydul 19
 Kieselsteine 35
 Kiesschüttung 54
 Kippmomente 68
 Kittbefähigung des Zemen-
 tes 19
 Klammern 46
 Kleine Brücken 69
 Knickbestreben der Eisen
 21, 25
 Knicken 26, 38
 Knickgefahr 18
 Knicksicherheit 26
 Knickverankerungen 14, 21,
 25, 43
 —, Abstand der 25
 Kohlensäure 4
 Kohlenstoff 12
 Kontinuierlich siehe durch-
 laufend
 Kontrollbalken 79
 Kopf der Stützen 21
 Kork 3
 Kosten 73
 Kostenanschlag 73, 75
 Sich kreuzende Einlagen 39
 Kreuzhölzer 46
 Krönel 54
 Kruppsche Kahnseisen 11
 Kunstmarmor 60
Ladenöffnung 66
 Lage der Bügel 71
 Lager für Wellen 41
 Lagerböcke 51
 Lagerdrucke durchlaufen-
 der Platten 33
 —, Verteilung der 34
 Lagerkörper 68
 Längenänderung durch die
 Wärme 2
 Längseisen in Stützen 42
 — mit Umschnürung 21
 Längsrisse in Platten 32
 — in Rippen 36
 Laub 52
 Laufbohlen 50, 53
 Laufdielen 50, 53
 Laufplatte 59
 Laufträger 24, 59
 Lebendige Kraft 66
 Legierungen 12
 Lehmgehalt 75
 Lehmige Bestandteile 75
 Lehren für Aussparungen 50
 Leibungsdruck auf Beton
 19, 23
 Leimartig (colloid) 19
 Leinölfirnis 54
 Leisten 50
 Leitung des Schalles 3
 Leitungsrohre 50
 Lösbarkeit der Schalung 47
 Lösen der Schalung 47
 Lösungen (Kohlensäure) 4
 Lotrechte Schalung 46

- Magid-Abramoffsche Umschnürung** 21, 22, 43, 65
Magnesiahaltende Wasser 6
Magnesiumchlorid 4
Malerei 54
Marineleim 58
Markthallen in Breslau 54
Marmorplatten 60
Maschinenmischung 8
Massen 73
Massenberechnung 71
 — für Beton 72
 — für Eisen 71
Massivdecken 61
Massivdübel 60
Maße der Platten 30
Maßeinheit, Zementsack als 75
Mauern gegen wagerechte Kräfte 67
Mauerwerkmaße 69
Meerwasser 4, 6
Melan, Bauweise 14
Meißel 15
Milchsäure 4
Mineralfarben 54
Mineralöl 4, 6
Mineralquellen 6
Mineralwasser 4
Mischbühne 8
Mischdauer 8
Mischen des Betons 8
Mischmaschinen 9
Mischung für Treppenstufen 59
Mischungsverhältnis 6
Mist 52
Monolithät 42, 57
Moorwasser 4, 6
Müseraisen 14
Muffe 18
Mürbwerden des Betons 64

Nacharbeiten von Stufen 58
Nachgiebigkeit der Widerlager 68
Nachtschichten 74, 75
Nägels 46
Nässen der Schalung 51
Neigung der Dachflächen 68
Nickelstahl 12
Niedrige Bauhöhe 38
Nulllinie 24, 58

Öle 4, 47
Ölflecke auf Eisen 50
Organische Bestandteile in den Zuschl. 75
 — Säuren 4
- Papier** 47, 49, 63
Papplage 68
Petroleum 5
Pfähle 65
Phosphor 15
Platten 27
 — der geringsten Kosten 40
 — mit sich kreuzenden Einlagen 39, 66, 68
Plattenbalken 33
 — der geringsten Kosten 40
Plattenbalkenbrücken 67
Podest 59
Podestträger 59, 60
Portlandzement 5
Preßtorf 3
Probebelastungen 76
Probelasten 77
Prüfungsbehörde 76
Putz 54
 —, geglätteter Zement-3, 4
 —, Zementmörtel- 4
Putzbau 61
Putzen 54
Putzmörtel 54
Putzrillen 63
Putzträger 54

Quadratischer Querschnitt 13
Querbügel 21
Querdehnung 37
 — des Betons 21
Quereinlagen 20, 21, 23
Quereisen 38
 — in Brüstungen 55
Querkräfte 33
Querkräfte 24, 55
Querrisse in Stützen 43
Querschnitte der Einlagen 12
 — der Rüsthölzer 46
Querschnittmaße, Bestimmung der 68
 — der Plattenbalken 35
Querverband in Stützen 21, 42
Querwände der Erker 55
Querzusammenziehung des Eisens 21

Rammhaube 65
Rammen 66
Ransomeeisen 14
Raumgewichte von Beton 8
Regelung der Bindezeit 5
Regen 10, 52
Regenwasser 6
Reibung 19
- Rentzsch** 45
Riegel 49
Rieselfeldern, Wasser von 6
Rillen, Putz- 63
Rippe 33
Rippenbreite 33
Rippenträger 39
Risse in Platten 28, 32
Rissebildung 11, 20, 28, 32
Rissefreier Beton 21
Rohbau 62
Rohrgeflecht 54
Rost 50
Roste 64
Rostmantel, Beton als 20
Roststellen 50
Rüböl 3
Rundeisen 12, 15
Rundhölzer 46
Rüsthölzer 46, 73
Rüstungen 11, 49

Säcke, Zement- 75
Salze 4
 —, Lösungen 4
 —, schwefelsaure 4
Sand 5, 7, 75
Sandbeton 35
Sandschicht 3
Sandschüttung 52
Sandtöpfe 47
Säulen 26, 41
Säure, verdünnte 54
Säuren, organische 4
Schadenfeuer 4
Schaft von Stützen 42
Schalbretter 47, 53, 62, 73
Schalgrate 62
Schaldecken 51
Schalldurchlässigkeit der Betondecken 3
Schalungen 11, 47, 49, 53
Schaufensteröffnung 66
Schaufensterstützen 44
Schere für Eisen 15
Schiefe Stufen 59
Schief liegende Träger 24, 60
Schlackenbestandteile 5
Schleuderverfahren 45
Schneideife 3
Schneiden der Eisen 14
Schneidvorrichtungen für Eisen 15
Schotter 6, 7, 76
Schottergewicht 7
Schottersteine 35
Schrauben 46
Schraubenbolzen 51
Schraubensätze 47

- Schroiff 13
 Schub zwischen Steg und Platte 32
 Schubbewehrung 55
 —, Versuche 25
 Schubfestigkeit 2, 18, 23, 24, 35
 Schubkräfte 23, 51
 — in Platten 28
 — in Rippen 34, 38
 Schubspannung 34
 Schuhe für Pfähle 65
 Schulbauten 61
 Schutz des Betons 52
 Schutzfirnis Herdain 4
 Schwarten 46
 Schwefelsäure 4
 Schwefelsaure Salze 4
 Schweflige Säure 4
 Schweißbarkeit 12
 Schweißbeisen 11, 12, 15
 Schweißen 18
 Schwellen 47
 Schwellroste 64
 Schwerlatten 46
 Schwerter 46
 Seewasser 6
 Seitliche Drucke auf die Schalung 46
 Senkungen 47, 53
 — der Rüstung 46
 Setzungen des Baugrundes 64
 Sichtbare Betonflächen 54, 55
 Sicherheit der Bauausführung 76
 — der EB-bauten 2
 Sicherheitsvorkehrungen 74
 Siderosthen-Lubrose 4
 Sikkativ 54
 Silizium s. Kiesel
 Soda 5
 Sohlsteine in Kanälen 4
 Sonne 10
 Sonnenbestrahlung 20, 52
 Spannungsverteilung im Beton bei Biegung 2
 Speicherdecken 28
 Speichergebäude 64
 Spirale 21, 26, 43
 Stahl 11, 12, 18
 Stahlbeton Schroiff 13
 Stampfarbeit 23, 24
 Stampfen 10, 11, 24, 33, 45
 Stampfschichten 10, 23, 34
 Standmoment 67
 Stärke der Bügel 23
 — der Eisen 28, 75
 Stärke der Platten 27, 30
 Stärke durchlaufender Platten 33
 Staub 50
 Stauchen 19
 Stauß u. Ruff, Kottbus 54
 Steg 32
 Stegbreite 25
 Stegverbreiterung 25, 33
 Steifigkeit der Eisenbetonträger 34, 38
 — der Rüstung gegen wagerechte Kräfte 46
 Steigungsverhältnisse 59
 Steinholzbelag 4
 Steinschlag 6, 7
 Stiele der Rüstung 46
 Stockhammer 54
 Störung der Arbeiten 51
 Stoß von Zugstäben 19
 Stoßdeckung 19
 Stöße der Eisen 18
 — der hölzernen Steifen 45
 Stoßverbindungen 18
 Streitfälle 76
 Streuverluste 73
 Stucco lustro 60
 Stuckteile 50
 Stufen 57
 Stützen 14, 21, 41, 45
 Stützmauern 66
 Stützweite bei Brücken 68
 — der Platten 27
 Sturzträger 61
 Syenitplatten 62
 Tafeln 68
 Tagebuch 76
 Tagewasser 68
 Tapete 63
 Taster 75
 Teere 4
 Teilungen 69
 Thachereisen 14
 T-Mauer (Stützmauer) 67
 Tonige Beimengungen 6, 75
 Tonplättchen 62
 Torf, Preß- 3
 Torffasern 6
 Träger, eiserne 38
 Trägerhöhe (Bügel) 22
 Träger in Wänden 63
 Tragfähigkeit der Eisenbetonbauten 69
 Transmissionen 51
 Transport 66
 Treppen 57, 61
 Treppenlaufträger 24
 Treppenstufen 26, 57, 59
 Trittbreite (Stufen) 58
 Türme 26
 Türöffnung 56, 61
 Türsturze 61
 Überhängende Enden 60
 Überhöhen der Rüstung 46
 Umfassungsmauern 55
 Umschnürung 21, 25, 38, 42
 — der Stoßstellen 18
 Unbeabsichtigte Kraftwirkungen 42
 Unbequemlichkeit der Arbeit 76
 Universalformen 58
 Unterbrechung der Arbeit 51
 Unterbrechungsstellen 51, 75
 Unterscheidung der Eisensorten 12
 Unterteilung durch Dehnungsfugen 18
 Unterzug 37, 53
 Unterzüge der geringsten Kosten 40
 —, durchlaufende 39
 —, eiserne 38
 —, in Erkern 57
 —, unter Wänden 63
 —, Vermeidung von 39
 Verankerung 68
 — der Haupteisen in Stützen 14
 Veranschlagen 71
 Verarbeitung des Betons 9
 Verbindungen der Rüstholzer 46
 Verbindungsmittel 46, 73
 Verbrennung (Kohlensäure) 4
 Verbreiterung der Lagerflächen 38
 — der Stege 25, 33
 Verbundwirkung 19, 64
 Verdrehen 55
 Verdrehung 26
 Verdrehungsmoment 26
 Verkleidung von Treppen 60
 Verkürzungen, elastische 42
 Verlegen der Eisen 50
 Vermeidung von Unterzügen 39
 Verschalungen 45
 Verschiebung durch Schubkräfte 24
 Verschnitt 46
 Verstärkung der Platten 32

- Verstärkung des Steges 25, 33
 Verteilung der Biegespannungen 41
 — der Bügel 24, 34
 — des Druckes 47
 — der Haupteisen 71
 — des Lagerdruckes 34, 38
 — der Rippen 69
 — der Schubkräfte 23, 24
 — des Betons durch Röhren 10
 Verteilungseisen 27, 28, 55,
 Verzinktes Eisen 4 [67
 Vierendeelträger 68
 Vierkanteisen 13, 15
 Vorsatzbeton 51, 54, 62
 Vorstoßschiene 58
 Wagerechte Drucke an der
 Schalung 46
 — Kräfte 67
 Walzträger 14, 61
 Wandplatten 27
 Wärme, Einfluß auf die
 Tragfähigkeit des Eisens 4
 Wärmeänderung 20
 Wärmefugen 18, 28
 Wärmeleitung im Beton 2, 3
 Wärmerisse 55
 Wärmeschutzdecke 51, 57
 Wärmeschwankungen 20, 28
 Waschprobe 75
 Wasser 6
 Wasser, destilliertes 4
 —, hartes 6
 —, reines 4
 —, weiches 4
 Wasserbeschaffung 72
 Wasserdampf 4
 Wasserdichtigkeit des Be-
 tons 3
 Wassergehalt 10
 Wasserstand 64
 Wasserschutz 10
 Wechselstrom 64
 Wellenlager 51
 Wendeltreppen 60
 Werkstattgebäude 64
 Werkzeuge zum Abschnei-
 den des Eisens 15
 Widerlager 68
 Widerlagsmauern 67
 Wind 10, 52
 Winddruck 67
 Winkelmauern 67
 Winkelstufen 59
 Winterholz 46
 Wirkung der Bügel 23
 — der Einlagen 19
 Witterung 10
 Wölbrücken 68
 Zapfen 46
 Zeichnerische Darstellung
 69, 71
 Zeichnung 70
 Zement 6
 Zementgehalt im Beton 8
 Zementgewicht 7
 Zement, Hohlräume im 7
 Zementkörner 29
 Zementmilch 50, 54
 Zementputz, geglätteter 3,
 4, 64
 Zementsäcke 52
 Zementzusatz und Festig-
 keit 8
 Zentrische Belastung der
 Einlagen 21
 Ziegelsteine 76
 Zink 4
 Zuckersäure 4
 Zufuhrbahnen für den Be-
 ton 50
 Zugfestigkeit 11, 19
 — des Betons 2, 20
 — des einbetonierten Ei-
 sens 21
 Zugkräfte 20
 Zugstäben, Stoß von 19
 Zulässige Beanspruchung
 des Betons 2
 — — — in Stützen 41
 Zunahme der Festigkeit 8
 Zurichten der Eisen 14, 69
 Zusammenhang (Monoli-
 thät) 42, 57
 Zusammenwirken von Beton
 und Eisen 19
 Zweispitz 54
 Zwischenauflager 34

Erwähnte Bücher und Zeitschriften.

- Baustofflehre, Jessen-Girndt; Verlag von B. G. Teubner in Leipzig.
Bestimmungen für die Ausführung von Konstruktionen aus Eisenbeton bei Hochbauten vom 24. Mai 1907 und Nachträge; Verlag v. W. Ernst u. Sohn in Berlin.
Betonkalender; Verlag von W. Ernst u. Sohn in Berlin.
Beton und Eisen, Zeitschrift; Verlag von W. Ernst u. Sohn in Berlin.
Der Eisenbeton, Rohland; Verlag von Otto Spamer in Leipzig.
Der Portland-Zement und seine Anwendungen im Bauwesen, Büsing-Schumann; Verlag der „Deutschen Bauzeitung“ in Berlin.
Eine neue Verwendung des Gußeisens bei Säulen und Bogenbrücken, F. von Emperger; Verlag von W. Ernst u. Sohn in Berlin.
Eisenbeton, Zeitschrift; Verlag in Berlin SW. 29.
Forscherarbeiten a. d. Gebiete d. Eisenbetons; Verlag W. Ernst u. Sohn, Berlin.
Mitteilungen aus dem königlichen Materialprüfungsamt zu Groß-Lichterfelde-West; Verlag von Julius Springer in Berlin.
Mitteilungen über Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, Verein deutscher Ingenieure; Verlag Julius Springer, Berlin.
Ostdeutsche Bauzeitung, Verlag in Breslau.
Preisbuch der Kahneisengesellschaft in Berlin.
Preisbuch der Firma H. Sartorius Nachf. in Düsseldorf 3.
Veröffentlichungen des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton, Verlag von W. Ernst u. Sohn in Berlin.
Zeitschrift des Verbandes deutscher Architekten- und Ingenieurvereine; Verlag von Julius Springer in Berlin.
Zeitschrift d. Vereins deutscher Ingenieure; Verlag Julius Springer, Berlin.
Zentralblatt der Bauverwaltung; Verlag von W. Ernst u. Sohn in Berlin.

Erwähnte besondere Baustoffe.

- Aquabar; Dichten von Beton; Aquabar G. m. b. H. in Berlin N. 20, Prinzenallee 22.
Ceresit; Dichten von Beton; Wunnersche Bitumenwerke G. m. b. H. in Unna i. W.
Drahtziegel; Putzträger; Staß und Ruff in Kottbus.
Eiseneinlage für Prüfbalken; Buchheim u. Heister in Frankfurt a. M.
Emaillit; Schutzanstrich für Beton; C. F. Weber, Akt.-Ges. in Leipzig-Plagwitz 17.
v. Empergers Prüfungsvorrichtung für Probek balken; v. Emperger in Wien I, Dominikanerbastei 4.
Goldingeisen; M. Marum G. m. b. H., Eisengroßhandlung in Mannheim.
Inertol; Schutzanstrich für Beton; Paul Lechler in Stuttgart.
Johnsoneisen; M. Marum G. m. b. H., Eisengroßhandlung in Mannheim.
Kahneisen; Kahneisengesellschaft in Berlin SW. 68, Charlottenstraße 77.
Muesereisen; M. Marum G. m. b. H., Eisengroßhandlung in Mannheim.
Nigrit; Schutzanstrich für Beton; Rosenzweig u. Baumann in Kassel.
Preolit; Schutzanstrich gegen Feuchtigkeit; A. Prée in Dresden N.
Ransomeeisen; M. Marum G. m. b. H., Eisengroßhandlung in Mannheim.
Schutzfirnis Herdain; Schutzanstrich für Beton; Max Finger u. Co. in Breslau.
Seccolyth; Dichten von Beton; Adolf Wien und Eduard Massarek in Prag V.
Siderosthen-Lubrose; Schutzanstrich für Beton; Akt.-Ges. Jeserich, Chem. Fabrik in Hamburg.
Stahlbeton System Schroiff; Ingenieur J. Schroiff in Bielefeld.
Thachereisen; M. Marum G. m. b. H., Eisengroßhandlung in Mannheim

Druck von B. G. Teubner in Leipzig

S-96

Aus Natur und Geisteswelt

Jeder Band geheftet M. 1.—, in Leinwand geb. M. 1.25

Der Eisenbetonbau. Von Dipl.-Ing. E. Halmreich. Mit 81 Abbild. (Bd. 275.)

Gibt eine sachverständige und dabei doch völlig allgemeinverständliche Darstellung dieses jüngsten und interessantesten Zweiges der Technik, der schon sehr erhebliche Erfolge aufzuweisen hat und für den eine immer wachsende Bedeutung für Hoch- und Tiefbau, Brücken und Wasserbau zu erwarten steht.

Das Eisenerzgewinnungswesen. Von Geh. Bergrat Prof. Dr. S. Wedding. 3. Aufl. Mit 15 Figuren (Bd. 20.)

Schließt in gemeinverständlicher Weise, wie Eisen, das unerschöpflichste Metall, erzeugt und in seine Gebrauchsformen gebracht wird. Besonders wird der Hocherzeugung nach seinen chemischen, physikalischen und geologischen Grundlagen dargestellt und die Erzeugung der verschiedenen Eisensorten und die dabei in Betracht kommenden Prozesse erörtert.

Die Metalle. Von Prof. Dr. H. Schell. 2. Aufl. Mit 16 Abbild. (Bd. 29.)

Behandelt die für Kultur und Industrie wichtigsten Metalle, schildert die unermessliche Bildung der Erze, die Gewinnung der Metalle aus den Erzen, das Hüttenwesen mit seinen verschiedenen Systemen, die Fundorte der Metalle, ihre Eigenschaften und Verwendung, unter Angabe historischer, kulturgeschichtlicher und statistischer Daten, sowie die Verarbeitungen der Metalle.

Mechanik. Von Kais. Geh. Reg.-Rat A. v. Jhering. 3 Bde. (Bd. 303/305.)

Band I: Die Mechanik der festen Körper. Mit 61 Abbild. (Bd. 303.) Band II: Die Mechanik der flüssigen Körper. (3n. Vorb.) (Bd. 304.) Band III: Die Mechanik der gasförmigen Körper. (3n. Vorb.) (Bd. 305.)

Behandelt in der besten, einfachsten Form die Grundgesetze der Mechanik der festen Körper, die Stoffe als Lehre vom Gleichgewicht und die Dynamik als Lehre von der Bewegung, wobei und möglichst die rechnerische Methode durch die leichter verständliche graphische ersetzt wird, an der Hand zahlreicher instruktiver Beispiele die Lehre von der Bewegung und vom Fall, von der Arbeit, Leistung, Energie und den lebendigen Kräften, endlich das d'Alembertsche Prinzip und die Lehren von der Hebung und vom Stoß.

Hebezeuge. Das Heben fester, flüssiger und luftförmiger Körper. Von Prof. R. Vater. Mit 57 Abbild. (Bd. 196.)

Wird an der Hand einfacher Skizzen das Verständnis für die Wirkung der Hebezeuge einem weiteren Kreise zugänglich gemacht. So werden die Hebevorrichtungen fester, flüssiger und luftförmiger Körper nach dem neuesten Stand der Technik einer ausführlichen Betrachtung unterzogen, wobei wichtigere Abhänge, wie: Hebel und Seile etc. usw. besonders eingehend behandelt sind.

Dampf und Dampfmaschine. Von Prof. R. Vater. 2. Aufl. Mit 45 Abbild. (Bd. 63.)

Gibt an der Hand von jedem verständliche Zusammenhänge der einzelnen Teile der Dampfmaschine dar.

Einführung in die Theorie und den Bau der neueren Wärmekraftmaschinen (Gasmaschinen). Von Prof. R. Vater. 3. Aufl. Mit 33 Abbild. (Bd. 21.)

Nach kurzer Einführung der für das Verständnis des Wesens der Maschinen nötigen Sachausdrücke und Hauptgesetze werden unter ihrer Berücksichtigung der neuesten technischen Errungenschaften die verschiedenen Betriebsmittel, wie Leuchtgas, Kessigas usw., die Dierats- und Amalotwirkung, das Wichtigste über die Bauarten der immer wichtiger werdenden Gas-, Benzin-, Benzol-, Petroleum- und Spiritusmaschinen, sowie der Wärmemotor Daimler Diesel dargestellt.

Neuere Fortschritte auf dem Gebiete der Wärmekraftmaschinen. Von Prof. R. Vater. 2. Aufl. Mit 38 Abb. (Bd. 86.)

Der Verfasser behandelt die einzelnen Maschinenabteilungen mit Rücksicht auf ihre Vorteile und Nachteile, wobei im zweiten Teil, nach Erklärung der grundsätzlichen Art und Weise, in welcher durch bewegten Wasserdampf überhaupt Arbeit geteilt werden kann, der Versuch unternommen ist, eine möglichst einfache Einführung in die Theorie und den Bau der Dampfmaschine zu geben.

Die Wasserkraftmaschinen und die Ausnutzung der Wasserkräfte. Von Kais. Geh. Reg.-Rat A. v. Jhering. Mit 73 Figuren. (Bd. 228.)

Führt den Leser vom primitiven Mühlrad bis zu den großartigen Anlagen der modernen Technik und vermittelt an typischen Beispielen einen klaren Einblick in Bau, Wirkungsweise und Wichtigkeit dieser modernsten Anlagen.

Die Beleuchtungsarten der Gegenwart. Von Dr. W. Brasch. Mit 165 Abbild. (Bd. 108.)

Behandelt die technischen und wissenschaftlichen Bedingungen für die Herstellung einer wirtschaftlichen Lichtquelle und die Methoden für die Beurteilung ihres Wertes für den Verbraucher, und die einzelnen Beleuchtungsarten hinsichtlich ihrer physikalischen und chemischen Grundlagen, ihrer Technik und Herstellung.

Heizung und Lüftung. Von Ingenieur J. E. Mayer. Mit 40 Abbild. (Bd. 241.)

Gibt ein Bild von der modernen Heizungs- und Heizungsarten und ihrer Technik, wobei der Hauptwert darauf gelegt wird, die Anordnung der Anlagen darzulegen, die Vor- oder Nachteile der verschiedenen Systeme zum Bewußtsein zu bringen.

Industrielle Feuerungsanlagen u. Dampfkessel. Von Ingenieur J. E. Mayer. (Bd. 348.)

Begleitet dem Leser ein anschauliches Bild von den verschiedenen Feuerungs- und Dampfkesselkonstruktionen zu geben. Der Verfasser war bestrebt, überall den verständlichsten Ausdruck der verschiedenen Konstruktionsprinzipien und der verschiedenen Spezialkonstruktionen zu erlautern, mochte sich dann das jeweilige Verwendungsgebiet von selbst ablesen. Da die Maschinenkonstruktion in jedem Betriebe eine wichtige

wurde auch, der Wirtschaftlichkeit der Anordnungen ein besonderes Augenmerk hat das Buchchen wohl geeignet sein dürfte, aufstellen wichtige Dienste zu leisten.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000297180

Ausführliches

ist u. postfrei vom Verlag