



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Universitätsbibliothek Paderborn

Lehrbuch des Hochbaues

Grundbau, Steinkonstruktionen, Holzkonstruktionen, Eisenkonstruktionen ,
Eisenbetonkonstruktionen

Esselborn, Karl

Leipzig, 1908

B. Das Material.

[urn:nbn:de:hbz:466:1-50294](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-50294)

Mit Rücksicht auf diese vielseitigen Vorteile ergibt sich ohne weiteres, daß die Anwendungsgebiete der Eisenbetonbauweise ganz beträchtlich sein müssen. Tatsächlich findet sie denn auch die vielseitigste Verwendung, und es gibt gegenwärtig kaum noch größere Neubauten, bei denen der Eisenbeton fehlt. In einzelnen Fällen wird er sogar ausschließlich verwendet, so daß schon Bauwerke ohne jedes andere Material vom Grundmauerwerk bis zum Dach aus Eisenbeton hergestellt wurden. In ganz besonderem Maße eignet sich dieser zur Ausführung von weit gespannten, schwer belasteten Decken in Lagerhäusern, Magazinen, Gasthöfen, Warenhäusern usw. Hier werden die sonst aus Eisen hergestellten Säulen, Träger und Unterzüge durch solche aus Eisenbeton ersetzt, wodurch das Gebäude eine wesentlich größere Steifigkeit und vor allen Dingen Feuer-sicherheit erhält. Da in den meisten Fällen sämtliche Teile an Ort und Stelle ausgeführt werden, so bildet das Ganze eine vollkommen steife Verbindung, die vielfach durch besondere Verstärkungen an den Säulen und Balken noch erhöht wird.

Die Auflagerung der Eisenbetonträger an den Außenmauern kann dabei entweder unmittelbar auf dem gewöhnlichen Mauerwerk erfolgen, oder es werden besondere Wandpfeiler vorgesehen, welche die Hauptlasten direkt auf die Fundamente übertragen. Im ersten Fall müssen die Umfassungen gut fundiert und möglichst in Zementmörtel gemauert werden, damit keine Setzungen eintreten. Wird hingegen die zweite Art der Ausführung gewählt, so kann die tragende Eisenbetonkonstruktion unabhängig von allem Mauerwerk für sich allein emporggeführt und fertiggestellt werden. Hierdurch wird es möglich, daß die Umfassungen nur als einfache Verkleidung von geringer Stärke ausgeführt werden. Doch nicht nur für Gebäude der genannten Art empfiehlt sich die Eisenbetonbauweise, auch bei solchen mit geringeren Belastungen, kann sie unter Umständen vorteilhaft Verwendung finden. So wird man in erster Linie Treppenanlagen und Deckenkonstruktionen in dieser Bauweise herstellen, da hierdurch die Gefahr bei Bränden wesentlich vermindert wird. Allgemein lassen sich die Verwendungsmöglichkeiten dahingehend zusammenfassen, daß es gegenwärtig im gesamten Hochbau wohl keine Bauteile mehr gibt, die nicht schon, wenigstens versuchsweise, in Eisenbeton ausgeführt wurden.

B. Das Material.

§ 4. Der Beton. Als Beton im allgemeinen bezeichnet man ein Gemisch von Zement, Sand und Kies oder Steinschlag, das mit einer entsprechenden Menge Wasser verarbeitet wird. Die Festigkeit dieser Masse hängt dabei im wesentlichen von der Menge und Beschaffenheit des Zementes ab, da dieser als das eigentliche Bindemittel wirkt und den innigen Zusammenhang aller Teile herbeiführt. Die Eigenschaften des Zementes sind deshalb in jedem Falle mit besonderer Sorgfalt zu prüfen, weshalb auch hier zunächst die notwendigen Angaben dazu folgen sollen.

a) **Die Zemente.** Allgemein versteht man unter Zement ein Material, welches hydraulische Eigenschaften besitzt und als Bindemittel zu Bauzwecken benutzt wird. Nach der Herstellungsweise unterscheidet man gegenwärtig zwei Zementarten, deren Bestandteile im wesentlichen dieselben sind; es ist dies der Portlandzement und der Puzzolan-zement (Schlackenzement). Für die Ausführung von Beton- und Eisenbetonbauten kommt indessen fast nur der Portlandzement in Betracht.

Portlandzement ist ein in seiner Masse gleichartiger, durch Zusatz von Wasser erhärtender Mörtelstoff, der dadurch erzeugt wird, daß man eine in bestimmten Verhältnissen zu einander hergestellte innige Mischung von Kalk und Ton, oder anderen Materialien, die Silikate enthalten, bis zur Sinterung brennt und dann durch Mahlen zerkleinert.

Die chemische Zusammensetzung normaler Portlandzemente schwankt zwischen folgenden Werten:

Kalk	58—65%
Kieselsäure	20—26 »
Tonerde und Eisenoxyd	7—14 »
Magnesia	1—3 »
Alkalien	0—3 »
Schwefelsäure	0—2 »

Die Rohmaterialien, Kalk, Ton usw. werden je nach ihrer Beschaffenheit auf nassem oder trockenem Wege innig gemischt und fein gemahlen. Sodann formt man aus der gewonnenen Masse Steine und brennt diese bei sehr hoher Temperatur bis zur Sinterung. Die auf diese Weise entstandenen Zementklinker werden nun zu einem feinen Pulver gemahlen, das den fertigen Zement darstellt.

Je nach der Beschaffenheit der Rohmaterialien, ihrer chemischen Zusammensetzung und dem Grade des Brandes bindet der Zement mehr oder weniger rasch ab, d. h. er erstarrt nach Hinzubringen von Wasser nach einer bestimmten Zeit (Bindezeit) derart, daß er einem leichten Druck mit dem Fingernagel widersteht. Für die Herstellung von Beton- und Eisenbetonbauten wird zumeist langsam bindender Portlandzement verwandt, das heißt solcher, der zum Erstarren 2 Stunden oder auch längere Zeit braucht.

Bei der Ausführung selbst soll man sich von dem regelrechten Abbinden des Zementes genau überzeugen, da hiervon die Verarbeitung direkt abhängig ist. Bindet z. B. ein Zement, trotzdem derselbe als Langsambinder zu bezeichnen ist, im Anfang ziemlich rasch ab, so ist der Beton nur in geringen Mengen zu mischen und möglichst schnell zu verarbeiten. Dasselbe gilt für schnell abbindende Zemente überhaupt. In der Praxis werden deshalb Schnellbinder, außer für Herstellung von Röhren, nur zu örtlichen Ausbesserungen und für Verputz von Einzelteilen angewendet.

b) Normen zur Prüfung des Zementes. Als Normen für die Prüfung von Portlandzementen wurden durch Erlaß des Königl. Preuß. Ministeriums vom 28. Juli 1887 folgende aufgestellt.

a) Verpackung und Gewicht. In der Regel soll Portlandzement in Normalfässern von 180 kg brutto und zirka 170 kg netto und in halben Normalfässern von 90 kg brutto und zirka 83 kg netto verpackt werden. Das Bruttogewicht soll auf den Fässern verzeichnet sein. Wird der Zement in Fässern von anderem Gewicht oder in Säcken verlangt, so muß das Bruttogewicht auf diesen Verpackungen ebenfalls durch deutliche Aufschrift kenntlich gemacht werden. Streuverlust sowie etwaige Schwankungen im Einzelgewicht können bis zu 2% nicht beanstandet werden. Die Fässer und Säcke sollen außer der Gewichtsangabe auch die Firma oder die Fabrikmarke der betreffenden Firma in deutlicher Schrift tragen.

β) Bindezeit. Je nach der Art der Verwendung kann Portlandzement langsam oder rasch bindend verlangt werden. Als langsam bindend sind solche Zemente zu bezeichnen, die erst in zwei Stunden oder in längerer Zeit abbinden.

Um die Bindezeit eines Zementes zu ermitteln, rühre man den reinen langsam bindenden Zement drei Minuten, den rasch bindenden eine Minute lang mit Wasser zu einem steifen Brei an und bilde auf einer Glasplatte durch nur einmaliges Aufgeben einen etwa 1,5 cm dicken, nach den Rändern hin dünn auslaufenden Kuchen. Die zur Herstellung dieses Kuchens erforderliche Dickflüssigkeit des Zementbreies soll so beschaffen sein, daß der mit einem Spachtel auf die Glasplatte gebrachte Brei erst durch mehrmaliges Aufstoßen der Glasplatte nach den Rändern hin ausläuft, wozu in den meisten Fällen 27—30% Anmachwasser genügen. Sobald der Kuchen soweit erstarrt

ist, daß derselbe einem leichten Druck mit dem Fingernagel widersteht, ist der Zement als abgebunden zu betrachten.

γ) *Volumbeständigkeit*. Portlandzement soll volumbeständig sein. Als entscheidende Probe soll gelten, daß ein auf einer Glasplatte hergestellter und vor Austrocknung geschützter Kuchen aus reinem Zement, nach 24 Stunden unter Wasser gelegt, auch nach längerer Beobachtungszeit durchaus keine Verkrümmungen oder Kantenrisse zeigen darf.

Zur Ausführung der Probe wird der zur Bestimmung der Bindezeit angefertigte Kuchen bei langsam bindendem Zement nach 24 Stunden, jedenfalls aber erst nach erfolgtem Abbinden unter Wasser gelegt. Bei rasch bindendem Zement kann dies schon nach kürzerer Frist geschehen. Die Kuchen, namentlich die von langsam bindendem Zement müssen bis nach erfolgtem Abbinden vor Zugluft und Sonnenschein geschützt werden, am besten durch Aufbewahren in einem bedeckten Kasten oder auch unter Tüchern. Es wird hierdurch die Entstehung von Schwindrissen vermieden, die sich in der Regel in der Mitte des Kuchens zeigen und von Unkundigen für Treibrisse gehalten werden können. Die Erscheinung des Treibens zeigt sich an den Kuchen in der Regel bereits nach drei Tagen, jedenfalls genügt eine Beobachtung von 28 Tagen.

δ) *Feinheit der Mahlung*. Portland-Zement soll so fein gemahlen sein, daß eine Probe desselben auf einem Sieb von 900 Maschen pro Quadratcentimeter höchstens 10% Rückstand hinterläßt. Die Drahtstärke des Siebes soll die Hälfte der Maschenweite betragen. Zu jeder Siebprobe sind 100 g Zement zu verwenden.

ε) *Festigkeitsproben*. Die Bindekraft von Portland-Zement soll durch Prüfung einer Mischung von Zement und Sand ermittelt werden. Die Prüfung soll auf Zug und Druckfestigkeit nach einheitlicher Methode geschehen und zwar mittels Probekörpern von gleicher Gestalt und gleichem Querschnitt und mit denselben Apparaten.

Daneben empfiehlt es sich auch die Festigkeit des reinen Zementes festzustellen. Die Zerreißungsproben sind an Probekörpern von 5 qcm Querschnitt der Bruchfläche, die Druckproben an Würfeln von 50 qcm Fläche vorzunehmen.

ζ) *Zug- und Druckfestigkeit*. Langsam bindender Portland-Zement soll bei der Probe mit 3 Gewichtsteilen Normalsand¹⁾ auf 1 Gewichtsteil Zement nach 28 Tagen Erhärtung (1 Tag an der Luft und 27 Tage unter Wasser) eine Minimalfestigkeit von 16 kg/qcm haben. Die Druckfestigkeit soll mindestens 160 kg/qcm betragen. Bei schnell bindenden Portland-Zementen ist die Festigkeit nach 28 Tagen im allgemeinen eine geringere als die oben angegebene. Es soll deshalb bei Angabe von Festigkeitszahlen stets auch die Bindezeit angeführt werden.

c) *Beimischungen*. Als Zusatzstoffe für Beton und Eisenbeton verwendet man in der Hauptsache Sand, Kies, Feinschlag oder Steingrus und Schotter. Die Wahl dieser Stoffe muß in jedem Fall mit größter Sorgfalt geschehen, weil deren Beschaffenheit großen Einfluß auf die Festigkeit des Betons hat. Allerdings wird man möglichst diejenigen Sand- und Kiesarten verwenden, die in der Gegend vorkommen; doch sollte man, falls jene den Anforderungen nicht entsprechen, kein Opfer scheuen und selbst aus großer Entfernung Baustoffe beziehen, deren Eigenschaften Gewähr für gute Haltbarkeit leisten.

Während bei gewöhnlichem Beton immer Mischungen von Zement, Sand oder Kies und Schotter hergestellt werden, verwendet man bei Eisenbeton in vielen Fällen nur

¹⁾ Normalsand wird gewonnen, indem man möglichst reinen Quarzsand wäscht, trocknet und durch ein Sieb von 50 Maschen auf das qcm siebt; sodann bringt man den gewonnenen Sand in ein Sieb mit 120 Maschen auf ein qcm und entfernt dadurch die feinsten Teile. Die Drahtstärke der Siebe soll 0,38 bzw. 0,32 mm betragen.

Mischungen von Zement und Sand oder Kies in mörtelähnlicher Zusammensetzung. Dies geschieht z. B. bei Herstellung von Bauteilen mit geringen Stärken, ebenso bei Bauweisen, wo die Einlage aus Gitterwerk mit geringen Öffnungen besteht. Dort, wo größere Stärken notwendig sind, wählt man zweckmäßig auch gröberes Material. In solchen Fällen ist die Verwendung von verschiedenen Korngrößen besonders empfehlenswert, da hierbei weniger Zwischenräume entstehen und die Festigkeit größer wird. Im allgemeinen geht man bei Eisenbeton jedoch nicht über eine Korngröße von 25 bis 35 mm.

a) *Kies und Sand.* Die Beurteilung dieser Zusatzstoffe soll in bezug auf Festigkeit, Reinheit, Korngröße und Kornbeschaffenheit erfolgen, und zwar sind alle Sandarten von der Verwendung auszuschließen, deren Körner unter leichtem Druck zerfallen. Außerdem auch solche, die Lehm, Torf, Schwefelkies oder sonstige erdige Bestandteile enthalten, denn die hierdurch bedingten Säuren wirken zerstörend auf den erhärteten Zement ein. Die Korngröße soll für gewöhnlichen Beton möglichst verschiedenartig sein, da hierbei die geringsten Hohlräume entstehen; dasselbe gilt auch für Eisenbeton, doch ist hier die höchstzulässige Größe von der Entfernung der Einlagen abhängig. Ist genügend reiner Sand oder Kies ausnahmsweise nur mit großem Kostenaufwand zu beschaffen, so kann es sich unter Umständen empfehlen, den in nächster Nähe gewonnenen durch waschen und sieben soweit zu reinigen, daß er den gestellten Anforderungen entspricht. Dabei ist zu beachten, daß der hier ausgeschiedene feine Sand vielfach noch für Verputzzwecke Verwendung finden kann.

β) *Feinschlag (Steingrus) und Steinmehl.* Diese Zusätze bewirken, wenn sie aus Abfällen harter Gesteinsmassen bestehen, eine wesentlich größere Festigkeit und sind deshalb sehr zu empfehlen.

γ) *Steinschlag oder Schotter* ist gleichfalls für Beton ohne Einlagen eine sehr zweckmäßige Beimischung, um so mehr als die meist rauhen Flächen des Schotters eine innige Verbindung mit dem Zement und den Sandteilen begünstigen. Beachtenswert ist jedoch dabei, daß der Schotter aus harten und dichten Gesteinen, wie Granit, Gneis, Quarzit, Grünstein, Basalt usw. gewonnen werden muß.

δ) *Eisen- und Kohlenschlacke* findet für verschiedene Bauweisen ebenfalls Verwendung und ist infolge ihrer Leichtigkeit und Billigkeit ziemlich beliebt. Der damit hergestellte sog. Schlackenbeton erreicht jedoch nie dieselbe Festigkeit wie der aus Kies und Kleinschlag zusammengesetzte, er ist deshalb nur für Teile mit geringen Spannweiten und Belastungen zulässig. Doch auch hier ist große Vorsicht notwendig, da verschiedene Schlacken durch eingelagerten Kalk oder durch Kalksilikate im Laufe der Zeit zerstört werden.

ε) *Bimsstein.* Der Vorteil geringen Eigengewichtes wie er bei Verwendung von Schlacken erreicht wird, kann auch durch Beimischung von Bimsstein herbeigeführt werden, der sich nach den bisherigen Erfahrungen im Beton sogar wesentlich fester als Schlacke zeigt und keinerlei Zersetzungen befürchten läßt.

Außer diesen, für die Betonmischungen in Betracht kommenden Rohstoffen ist auch die Beschaffenheit des Wassers von wesentlichem Einfluß auf die Festigkeit und Dauer der Betonbauten. Es ist deshalb nur reines, von tierischen und pflanzlichen Fetten freies Wasser zu verwenden. Außerdem ist zu beachten, daß auch kohlen-saures und aus Moorboden entnommenes Wasser unbrauchbar ist, da die darin enthaltenen Säuren den Zement angreifen. In der Regel wird man deshalb dort, wo den Wasserläufen die Abwässer direkt zugeführt werden, besser Leitungs- oder Regenwasser verwenden und zwar die letzteren auch nur dann, wenn sie in besonderen Gefäßen aufgefangen werden, also genügend rein sind.

§ 5. Die Mischungsverhältnisse für Eisenbeton und Beton. Soll für einen Bauteil das Mischungsverhältnis bestimmt werden, so ist in den meisten Fällen die erforderliche Festigkeit maßgebend. In einzelnen Fällen dagegen wird außerdem noch möglichst vollständige Wasserundurchlässigkeit verlangt.

Obwohl nun bezüglich der Festigkeit zu empfehlen ist, möglichst fette Mischungen anzuwenden, so muß andererseits darauf hingewiesen werden, daß gerade diesen mit Bezug auf die Volumbeständigkeit ernste Nachteile anhaften. In der Praxis werden deshalb Bauteile, bei denen nur die Standfestigkeit zu berücksichtigen ist, gewöhnlich aus Beton mit 250 bis 450 kg Zementgehalt für das cbm hergestellt. Oftmals wendet man auch bei einem Bauwerk, je nach der größeren oder kleineren Beanspruchung, verschiedene Mischungen an. Dieses Verfahren ist jedoch nicht immer zu empfehlen, namentlich dann nicht, wenn selbsttragende Bauteile in Frage kommen. Die Praxis hat nämlich gezeigt, daß an den Berührungsflächen verschiedener Mischungen leicht Risse entstehen.

Bei Eisenbetonbauten wird das Mischungsverhältnis meist in Zement und Sand ausgedrückt. Für Deckenplatten z. B. mischt man in der Regel 1 Teil Zement mit 3 Teilen Sand, für größere Stärken auch 1 Teil Zement mit 3,5 bis 4 Teilen Sand. Bei Gewölben geht man vielfach bis 1 : 4 und 1 : 4,5 herunter. Indessen ist das Verhältnis 1 : 3 bis 1 : 4 als das Vorteilhafteste zu betrachten, denn hierbei ist außer der bedeutenden Festigkeit des Betons auch die Haftfestigkeit zwischen Eisen und Beton genügend groß. Eine magerere Mischung als 1 : 5 wendet man bei Eisenbeton nur selten an, da hier immer ziemlich hohe Beanspruchungen auftreten und deshalb große Festigkeit des Betons notwendig ist.

Wenn der Beton gut gestampft wird, enthält ein cbm durchschnittlich:

	bei Mischung 1 : 3	rund 450 kg Zement
>	> 1 : 4	> 350 >
>	> 1 : 5	> 300 >

Dabei können die Beimengungen entweder nur aus Sand oder auch aus Sand und Feinschlag oder Kies bestehen.

Bei Hennebique-Ausführungen ist es üblich, Sand und Kies bzw. Kleinschlag gesondert zu bestimmen.

Als Durchschnittswert gilt hierbei:

Zement	300 kg
Sand	0,400 cbm
Kies oder Kleinschlag	0,850 cbm.

Rechnet man dabei 1 cbm Zement zu 1400 kg, so ergibt dies nach Raumteilen: 1 Teil Zement mit 1,9 Teilen Sand und 4 Teilen Kies oder Steinschlag.

In derselben Weise werden auch die Mischungsverhältnisse des gewöhnlichen Betons bestimmt und zwar kommt auch hier in erster Linie die verlangte Festigkeit in Betracht. Außerdem ist aber besonders zu beachten, daß bei größeren Schottermengen auch genügendes Material, Sand zum Ausfüllen der Hohlräume notwendig ist. Um die verschiedenen Mischungsverhältnisse nach dieser Richtung hin richtig zu bestimmen, bringt man in ein Gefäß eine entsprechende Menge Schotter oder Kies und gießt dann soviel Wasser zu, daß es an der Oberfläche sichtbar wird. Die hierzu notwendige Wassermenge entspricht nun den vorhandenen Hohlräumen und ist durch Sand zu ersetzen. In derselben Weise läßt sich auch die notwendige Zementmenge ermitteln und zwar sind zu diesem Zweck die Hohlräume des betr. Sandmaterials festzustellen.

So ergibt sich z. B. für 540 l Kies oder Schotter, der 40% Hohlräume enthält, die erforderliche Mörtelmenge zu $540 \cdot \frac{40}{100} = 216$ l. Rechnet man hierzu noch 15% zur innigen Umhüllung der einzelnen Steine, so ergeben sich $216 \cdot \frac{15}{100} = 32,41 + 216 = 248$ l Sandmörtel. Betragen nun die Hohlräume dieses Sandmörtels 35% und rechnet man hierzu wie üblich noch 5% als Zuschlag, so sind $248 \cdot \frac{40}{100} = 99$ l Zement erforderlich. Das Mischungsverhältnis muß demnach rund 1 : 2,5 : 5,4 sein. Würde man in einzelnen Fällen weniger Zement oder Sandmörtel begeben als Hohlräume vorhanden sind, so entsteht undichter Beton, dessen Festigkeit naturgemäß geringer ist. In der Praxis führt man diese Untersuchungen trotzdem nicht immer aus, da vielfach eines der als normal bekannten Mischungsverhältnisse Anwendung findet. Oft angewandte Verhältnisse dieser Art sind:

1	Teil Zement :	2	Teilen Sand :	4	Teilen Kies oder	3	Teilen Schotter
I	>	>	: 3	>	>	: 6	> > > 4,5 > >
I	>	>	: 4	>	>	: 8	> > > 6 > >
I	>	>	: 5	>	>	: 10	> > > 7,5 > >
I	>	>	: 6	>	>	: 12	> > > 8—9 > >

Bei Verwendung der einen oder andern Mischung wird man besonders beachten, daß größerer Zementgehalt zwar erhöhte Festigkeit mit sich bringt, ebenso aber auch die nachteiligen Formänderungen. Man wird deshalb überall dort, wo nicht außergewöhnliche Bedingungen zu erfüllen sind, nicht zu fette Mischungen verwenden, um so mehr als auch mit magerem, gut verarbeiteten Beton bedeutende Festigkeit zu erzielen ist.

Zur Ermittlung der für die einzelnen Mischungen notwendigen Materialien kann folgende Tabelle dienen:

Mischungsverhältnis			Bedarf für 1 cbm Beton			
			Zement		Sand	Steinschlag (Schotter)
Zement	Sand	Steinschlag	1	1	1	1
I	2	3	282	395	600	900
I	3	4,5	200	280	600	900
I	4	6	154	215	600	900
I	5	7,5	120	168	600	900
I	6	9	105	147	600	900

§ 6. Wasserdurchlässigkeit und Frostschutz. Ebenso wie jedes andere Mauerwerk läßt auch Beton und Eisenbeton Wasser durch; doch hat der Beton den Vorteil, daß seine Dichtigkeit im Laufe der Zeit, durch Ablagerung kalkhaltiger Salze, zunimmt und dabei um so vollkommener wird, je fetter die Mischung ist.

Bei Behälterbauten, bei denen der zu leistende Widerstand größere Stärken verlangt, genügt es indessen, einen inneren Mörtelputz von fetter Mischung herzustellen, auf den man zweckmäßig noch eine dünne Schicht (2 bis 3 mm) reinen Zement bringt. So wurde unter andern der rund 1800 cbm fassende Versuchskanal in Dresden-Übigau in sehr magerer Mischung (1 : 6 : 8) ausgeführt und nur an der Innenseite mit Zementmörtel 1 : 3 geputzt. Auf diese Schicht wurde ein reiner Zementüberzug von 2 mm Stärke gebracht und gut geglättet. Die Ausführung zeigte trotz des bedeutenden Wasserdruckes (3,6 m) von Anfang an keine Durchlässigkeit.

Einzelne Fachleute, die sich hauptsächlich mit der Herstellung von Behältern mit dünnen Wandungen beschäftigen, verwenden dazu einen sehr fetten Mörtel und zwar

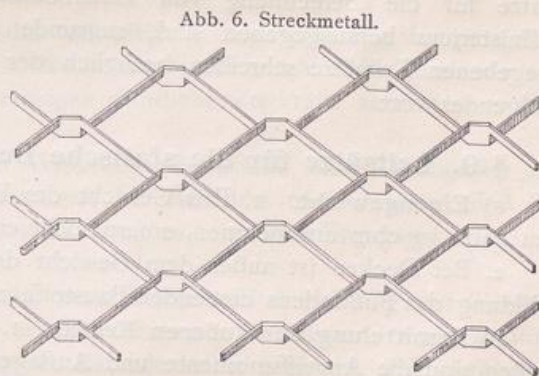
nach Raumteilen 1 : 2 oder 1 : 1,5. Nach dem Gewicht setzt man dabei für 1 cbm Sand 700 bis 800 kg Zement zu. Die Mischung erhöht nicht nur die Undurchlässigkeit, sondern sie vermehrt auch die Widerstandsfähigkeit gegen die chemische Einwirkung von Flüssigkeiten²⁾.

Obwohl die Betonierungsarbeiten bei Frostwetter meist unterbrochen werden, kommt es doch vor, daß einzelne Bauwerke trotz starkem Frost fertig gestellt werden müssen. In solchen Fällen wurde als Frostschutz dem Wasser bei der Betonbereitung verschiedentlich 2 bis 4 % Salz beigegeben, die Zusatzstoffe vor der Mischung aufgetaut und der Beton möglichst schnell verarbeitet. Von anderen Fachleuten wurde als Zusatz Chlorkalium in Mengen von 10 bis 20 % verwandt und auch hiermit günstige Resultate erzielt.

Für Abdichtungsarbeiten, wo es auf möglichst schnelles Abbinden des Betons oder Mörtels ankommt, empfiehlt sich eine Beimengung von Soda. Bei Anwendung der eben angeführten Frostschutzmittel ist jedoch zu beachten, daß der Zusatz von Salzen vielfach ein Ausblühen (Ausschlagen) des Betons zur Folge hat. Es empfiehlt sich deshalb ihre Verwendung nur dort, wo es auf gutes Aussehen der Sichtflächen nicht besonders ankommt. Sollen die Ansichtsflächen jedoch trotzdem möglichst gleichartig erscheinen, so wird man zweckmäßig einen Anstrich mit KESZLERSchen Fluaten (vgl. § 30: Putz) vorsehen.

§ 7. Das Eisen. Für die zur Aufnahme der Zug- und Schubkräfte notwendigen Armierungen verwendet man in der Hauptsache Flußeisen. Zwar würde für die bisher zulässigen Spannungen auch das weniger feste Schmiedeeisen genügen, doch ist dessen Preis ebenso hoch wie der für Flußeisen, so daß die Verwendung des letzteren immerhin größere Vorteile bietet.

Besonders zweckmäßig und in allen gewöhnlichen Fällen empfehlenswert, hat sich die Rundeisenform erwiesen, weshalb gerade diese im weitgehendsten Maße Verwendung findet. Außerdem legt man verschiedentlich auch I-, L-, + und S-Formen ein und für einfache Deckenplatten das sog. Streckmetall. Das letztere wurde von dem Amerikaner GOLDING eingeführt und besteht aus gewöhnlichen Blechen die durch Stanzen und Biegen in eine aus Abb. 6³⁾ ersichtliche Form gebracht werden. Für Deutschland wird das Streckmetall durch SCHÜCHTERMANN & KREMER in Dortmund geliefert und zwar sind die handelsüblichen Stärken und Maschenweiten dieser Einlagen verschieden, so daß sie den aufzunehmenden Spannungen entsprechend zu wählen sind.



In Amerika finden außerdem noch die mit besonderen Ansätzen versehenen Thacher- oder Knoteneisen Verwendung. Da sich diese aber nur für stärkere Bauteile eignen und die hierbei vergrößerte Haftfestigkeit durch einfaches umbiegen auch bei gewöhnlichen

²⁾ In einzelnen Fällen versieht man diesen Zementputz auch noch mit besonderen Anstrichen wie KESZLERSchen Fluaten, Siderosthen-Lubrose, Leinöl und dgl. (siehe auch unter Anstriche). Auch der sog. Asbestzement fand schon mehrfach vorteilhafte Anwendung.

³⁾ Die Abb. 6 bis 16, 18, 20 bis 23, 30 bis 32, 34 bis 52, 54 bis 83 u. 86 bis 130 sind entnommen aus: R. WEDER, »Leitfaden des Eisenbetonbaues«, Leipzig 1906.

Rundeisen erreicht werden kann, scheint ihre Verwendung nicht allgemein empfehlenswert, um so mehr, als sie wesentlich teurer als Rundeisen sind. Zur Verbindung der einzelnen Einlagen ist in jedem Fall noch Eisendraht erforderlich, der vorher gegliht werden muß.

Eine besondere Prüfung des Eisens ist nicht immer notwendig, da die ziemlich vollkommenen Herstellungsverfahren nur selten fehlerhaftes Material liefern. Ebenso ist auch eine besondere Reinigung vor dem Einlegen überflüssig, vorausgesetzt, daß keine losen Rostkrusten und Schmutzteile vorhanden sind. Fest sitzender Rost kann also ohne Bedenken mit einbetoniert werden, da er nach den praktischen Erfahrungen und Versuchen eher eine Vergrößerung als eine Verminderung der Haftfestigkeit herbeiführt.

C. Berechnung der Eisenbetonkonstruktionen.

§ 8. Allgemeines. Ähnlich wie bei den verschiedenen Baukonstruktionen aus einheitlichem Material, sind auch im Eisenbetonbau die ersten Anwendungen lediglich nach praktischen Gesichtspunkten erfolgt. Erst nachdem man erkannte, daß die Entwicklung dieser Bauweise nur dann eine bedeutungsvolle werden konnte, wenn eine zutreffende theoretische Untersuchung und Berechnung die Möglichkeit bietet, bei geringstem Materialaufwand genügende Sicherheit nachzuweisen, beschäftigten sich verschiedene Theoretiker eingehend mit dieser Frage.

Wie schon früher erwähnt, war es vor allem Regierungs-Baumeister KOENEN, der auf Grund der von Ingenieur A. WAYSZ und Prof. BAUSCHINGER angestellten Versuche eine Theorie entwickelte, die als erste dieser Art überhaupt gelten kann. Diese Berechnungsart findet noch heute, trotzdem innerhalb der letzten Jahre eine große Zahl ähnlicher Theorien aufgestellt wurden, vielfach Anwendung. Sie wurde durch Regierungs-Baumeister KOENEN neuerdings durch Berücksichtigung der von Prof. v. BACH festgestellten Formänderungsgesetze wesentlich verbessert und ist auch den Vorschriften, die als Leitsätze für die Berechnung von Eisenbetonkonstruktionen vom Königl. Preußischen Ministerium herausgegeben sind, zugrunde gelegt. Diese im Mai 1907 neu herausgegebenen Leitsätze schreiben bezüglich der Annahmen für die statische Berechnung folgendes vor:

§ 9. Leitsätze für die statische Berechnung.

a) **Eigengewicht.** 1. Das Gewicht des Betons einschließlich der Eiseneinlagen ist zu 2400 kg/cbm anzunehmen, sofern nicht ein anderes Gewicht nachgewiesen wird.

2. Bei Decken ist außer dem Gewicht der tragenden Bauteile das Gewicht der zur Bildung des Fußbodens dienenden Baustoffe nach bekannten Einheitssätzen zu ermitteln.

b) **Ermittlung der äußeren Kräfte.** 1. Bei den auf Biegung beanspruchten Bauteilen sind die Angriffsmomente und Auflagerkräfte je nach der Art der Belastung und Auflagerung den für frei aufliegende oder durchgehende Balken geltenden Regeln gemäß zu berechnen.

2. Bei frei aufliegenden Platten ist die Freilänge zuzüglich der Deckenstärke in der Feldmitte, bei durchgehenden Platten die Entfernung zwischen den Mitten der Stützen als Stützweite in die Berechnung einzuführen. Bei Balken gilt die um die erforderliche Auflagerlänge vergrößerte freie Spannweite als Stützweite.

3. Bei Platten und Balken, die über mehrere Felder durchgehen, darf, falls die wirklich auftretenden Momente und Auflagerkräfte nicht rechnerisch nach den für durchgehende Balken geltenden Regeln unter Voraussetzung freier Auflagerung auf den Mittel- und Endstützen oder durch Versuche nachgewiesen werden, das Biegemoment in den