

DEUTSCHE
BAUZEITUNG
 MITTEILUNGEN ÜBER ZEMENT,
 BETON- UND EISENBETONBAU
 * * * * *
 UNTER MITWIRKUNG DES VEREINS DEUTSCHER PORTLAND-
 CEMENT-FABRIKANTEN UND DES DEUTSCHEN BETON-VEREINS

18. Jahrgang 1921.

№ 5.

Eisenbeton-Druckrohre.

Von Staatsbaumeister Reg.-Baumeister a. D. Müller in Bremen. Hierzu die Abbildungen S. 36 und 37.



Die nachstehende Abhandlung war zur Veröffentlichung im Jahr 1915 bestimmt, die Veröffentlichung mußte jedoch wegen Einberufung des Verfassers zum Heeresdienst bis jetzt zurückgestellt werden.*

Während im Ausland, besonders in Frankreich (vgl. Abhandlung in der „Deutschen Bauzeitung“ „Mitteilungen“ 1912 No. 22 und 23 über Eisenbetonrohre, die größeren Innendrucke ausgesetzt sind, bereits vielseitige Erfahrungen vorliegen, ist man in

Deutschland erst seit etwa 10 Jahren dazu übergegangen, anstatt der bis dahin allgemein üblichen eisernen Druckrohrleitungen Eisenbetonrohre zu verwenden.

In den Jahren 1913/1915 sind in Bremen anlässlich des Ausbaues der Kanalisation und der Neuregelung der Abwasserbeseitigung zwei Druckrohrleitungen in Eisenbeton von rd. 1400 und rd. 1800 m Länge hergestellt worden. Einige Mitteilungen über die bei der Ausführung dieser Rohrleitungen gemachten Erfahrungen dürften von allgemeinerem Interesse sein.

Die Rohre hatten eine Länge von 3 m, einen lichten Durchmesser von 1,3 m, eine Wandstärke von 0,13 m und waren für Innendrucke von 1,5 at und für eine Scheitellast von 3500 kg/m² berechnet. Sie wurden für den lfd. m mit einer inneren und äußeren Bewehrung aus je 25 Stahldrähten von 4,6 mm Durchm. versehen. Der

* Anmerkung der Schriftleitung. Die Arbeit liegt bei uns schon seit reichlich Jahresfrist, konnte wegen Raummangets aber erst jetzt veröffentlicht werden.

Die Rohre hatten eine Länge von 3 m, einen lichten Durchmesser von 1,3 m, eine Wandstärke von 0,13 m und waren für Innendrucke von 1,5 at und für eine Scheitellast von 3500 kg/m² berechnet. Sie wurden für den lfd. m mit einer inneren und äußeren Bewehrung aus je 25 Stahldrähten von 4,6 mm Durchm. versehen. Der



Abbildung 10. Verlegen der Rohre mit Portalkran.



Abbildung 11. Forastücke zur Bildung der Knicke.

Stahlquerschnitt war so bemessen, daß bei gleichzeitiger Wirkung des Ueberdruckes und der Scheitellast die gesamten Zugspannungen nur vom Stahl aufgenommen wurden und unter 2000 kg/cm^2 blieben.

Um die Bildung von Rissen im Beton zu vermeiden, sollten andererseits die bei gleichzeitiger Wirkung beider Belastungen auftretenden Zugspannungen im Beton nicht über das Maß von 20 kg/cm^2 hinausgehen.

Die Herstellung der Rohre geschah unmittelbar neben der später auszuschachtenden Baugrube, sodaß ein längerer Transport der fertigen Rohre nicht erforderlich wurde.

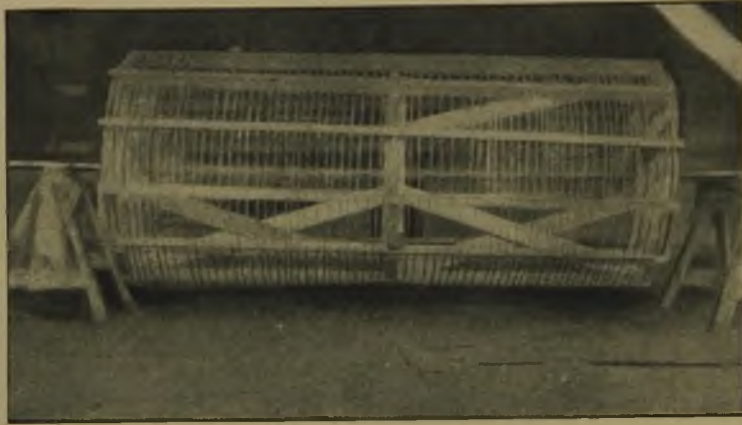


Abbildung 4. Aufwicklung der Bewehrung auf Holztrommeln.



Abbildung 7. Einförmung der Ueberschiebringe der Stöße.



Abbildung 6. Sohlböcke für die Auflagerung der Rohre.

Zur Verwendung kamen eiserne Formen, in denen die Rohre stehend gegossen wurden. Die Formen bestanden aus einem inneren Kern und einem äußeren Mantel (Abbildung 1—3, S. 37), die durch geeignete Vorrichtungen so zentriert wurden, daß sie überall 13 cm (= vorgeschriebene Wandstärke) Abstand von einander hatten. Sowohl der äußere Mantel als auch der innere Kern bestanden je aus 2 halbkreisförmigen Schalen. Die Mantelschalen wurden durch Schrauben, die beiden Kernhälften durch ein keilförmiges Paßstück mit einander verbunden (Abbildung 1).

Die Stahlbewehrungen wurden auf Trommeln in

der erforderlichen Länge aus einem einzigen Stahldraht spiralförmig gewickelt (Abbildung 4). Die einzelnen 4 cm von einander entfernten Windungen der Stahlbewehrungen wurden durch auf den ganzen Umfang verteilte Längseisen von 8 mm Durchm. mit einander verbunden, sodaß beim Herabnehmen der Spiralen von den Trommeln eine Verschiebung der Windungen gegeneinander nicht eintreten konnte.

Nach dem Herabnehmen von den Trommeln wurde die innere Stahlbewehrung in die äußere geschoben und mit dieser durch Drähte verbunden. Hierauf wurden beide Drahtspiralen um den aufgestellten eisernen Kern gesetzt und dann der äußere Mantel aufgestellt. Der richtige Abstand der beiden Bewehrungen voneinander und von den eisernen Formen wurde durch Eisenstäbchen von Durchmesser-Länge, die mit Ausklinkungen versehen waren, erzielt. Außerdem wurde durch Einstecken von Führungseisen eine Verschiebung der Stahlbewehrung gegen Mantel und Kern verhindert.

Als Mischungsverhältnis des Betons war für die 1400 m lange Druckrohrleitung 1 Teil Zement, $\frac{1}{2}$ Teil Traß und 3 Teile Kiessand, für die 1800 m lange Leitung 1 Teil Zement und 3 Teile Kiessand vorgesehn. Nachdem jedoch festgestellt war, daß bei einer Betonmischung ohne Traßzusatz sich sogen. Sandadern, d. h. Streifen bildeten, aus denen der Zement ausgewaschen war, wurde sämtlichen Rohren Traß zugesetzt. Diese Sandadern zeigten sich ausschließlich an den oberen, zuletzt gegossenen Rohrenden, während sie an den unteren vollkommen fehlten. Dies dürfte seine Ursache darin haben, daß der untere zuerst gegossene Beton durch das auf ihm lastende Gewicht des oberen ein dichteres Gefüge bekommt als der zu oberst eingebrachte Beton. Um die Dichtigkeit des am oberen Rohrende befindlichen Betons zu erhöhen, wurde das fertig gegossene Rohr mit einem Beschwerungsring versehen, durch den ein Zusammenpressen des Betons am oberen Ende bewirkt wurde (Abbildung 3, S. 37).

Auch ein Abklopfen der Formen mit schweren Hämmern hatte guten Erfolg, da auch auf diese Weise der frische Beton zusammengerüttelt und verdichtet wurde. Ein solches Abklopfen hat jedoch naturgemäß den Nachteil, daß die ziemlich kostspieligen eisernen Formen unter den Schlägen stark leiden.

Die Rohre blieben 12—24 Stunden in den Formen. Nach dem Entfernen der letzteren wurden die Rohre innen und außen mit einer Schlemme von 1 Teil Zement, $\frac{1}{2}$ Teil Traß und $1\frac{1}{2}$ Teilen scharfem Sand gründlich geschlemmt. (Abbildung 5, S. 36, zeigt ein Lager entformter Rohre längs der Baustelle.)

Zum Schutz gegen Moorwasser wurden die Rohre schließlich noch mit einem zweifachen äußeren Anstrich versehen. Als Anstrichmittel wurden Siderosthen, Nigrit und Inertol verwendet.

Das Streichen der Rohre darf nur bei trockener, nicht zu kalter Witterung vorgenommen werden, da die Anstrichmittel auf feuchtem Beton nicht genügend haften und bei kalter Witterung zu dickflüssig sind, und infolgedessen der Materialverbrauch gegenüber einem Streichen bei warmem Wetter sehr viel größer ist.

28 Tage nach der Fertigstellung wurden Druckproben vorgenommen. Die hierbei festgestellten Druckfestigkeiten wiesen bei den einzelnen abgedrückten Rohren ziemlich bedeutende Schwankungen auf. Bei den im Winter 1913 hergestellten Rohren der 1400 m langen Leitung konnte der Druck bis auf $2,5 \text{ at}$, teilweise sogar bis auf 3 at gesteigert werden, ohne daß sich Undichtigkeiten zeigten. Bei weiterer Steigerung des Druckes bildeten sich feine Haarrisse, durch die das Wasser austrat. Sämtliche Undichtigkeiten traten an dem oberen, d. h. dem zuletzt gegossenen Ende des Rohres auf. Es zeigte sich also auch bei den Druckproben, daß die Rohre an ihren oberen Enden ein weniger dichtes Gefüge hat-

ten, als an den unteren. Bei den im Frühjahr 1914 hergestellten Rohren der 1800 m langen Druckrohrleitung waren die erzielten Druckfestigkeiten geringer.

Die Verlegung der Rohre erfolgte auf je 2 Betonböcken. Abbildung 6 zeigt einen Lagerplatz mit fertig gestellten Böcken. Diese Unterlagsböcke sind bei gut entwässerten Baugruben nicht unbedingt erforderlich. Immerhin bietet ihre Anwendung den Vorteil, daß die Rohre leicht und bequem in die richtige Lage gebracht werden können.

Die in der Baugrube dicht aneinander geschobenen Rohre wurden an der Stoßstelle mit einem Ueberschiebring umgeben, der vorher in einer hölzernen Form gestampft war (Abbildung 7). Die Ringe waren 8 cm stark und 20 cm breit, sodaß sie also den Stoß nach jeder Seite hin um 10 cm überdeckten. Die Ringe erhielten wie die Rohre eine innere und äußere Bewehrung aus Stahlstäben.

Die Zwischenräume zwischen den Rohren und den Ueberschiebringen und zwischen den Rohren selbst wurden mit Asphalt ausgegossen. Zur Erzielung einer größeren Dichtungsfläche wurden die Rohre an beiden Enden mit einer Nut versehen, in die die Asphaltmasse eindrang. Es ist zweckmäßig, die Stöße nur bei trok-

ener Witterung herzustellen, da sonst der Asphaltverguß nicht genügend haftet.

In den Abbildungen 8—9, S. 36, u. Abb. 10, S. 33 ist das Verlegen der Rohre mittels fahrbaren Kranes dargestellt.

Besonderer Erwähnung bedarf noch die Ausbildung der Knickpunkte in den Rohrleitungen. Die Rohrstücke an den Knickpunkten wurden in hölzernen Formen hergestellt. Ihre Länge betrug in der Achse gemessen etwa 3 m (Abbildung 10 und 11, S. 33).

In den Knickpunkten wurden Einsteigeöffnungen angeordnet. Die gußeisernen Rahmen dieser Einsteigeöffnungen wurden in Zementmörtel verlegt und an einbetonierten Schraubenbolzen befestigt. Die Schachtdeckel, die auf einem Dichtungsring aus Blei ruhten, wurden gleichfalls durch Schrauben befestigt.

Bezüglich des Baufortschrittes ist zu bemerken, daß täglich bis zu 10 Rohre gegossen und bis zu 14 Rohre verlegt werden konnten.

Die Kosten für 1 lfd. m verlegtes Rohr betragen bei 2 m tiefer Baugrube ohne Wasserhaltung 0,65 M. für 1 cm lichten Rohrdurchmesser.

Die Ausführung der gesamten Arbeiten war der Firma Paul Kossel & Co. in Bremen übertragen. —

Aus dem Jahresbericht des Deutschen Beton-Vereins 1920.



Aus dem der 24. Hauptversammlung des Deutschen Beton-Vereins vorgelegten Jahresbericht ist zu entnehmen, daß die Zahl der Mitglieder von 277 im Vorjahr auf 315 am Schluß des Berichtsjahres angewachsen ist. Davon waren 211 ordentliche, 79 außerordentliche und 25 beratende Mitglieder.

Gestiegen ist durch Einführung des Höchstbeitrages für den Anteil die Gesamtbetragssumme von 91 240 M. auf 165 260 M., trotzdem hat die Steigerung der Einnahmen mit den Ausgaben nicht Schritt gehalten, sodaß nur durch eine besondere Umlage Deckung geschaffen werden konnte.

Die Bücherei des Vereins am Sitz der Geschäftsstelle umfaßt jetzt 625 Schriftwerke ohne die Zeitschriften. Im Laufe des vergangenen Jahres sind ihr eine ganze Reihe von Schriften überwiesen worden.

Der Verein hat außer seiner 23. Hauptversammlung am 5.—7. Mai in Berlin (vergl. Bericht in den „Mitteilungen“ 1920, S. 42 u. ff.) vom 15.—18. September in München eine Wanderversammlung abgehalten mit Festversammlung im Deutschen Museum und Besuch des Walchensee-Kraftwerkes (vergl. Bericht in den „Mitteilungen“ 1920, S. 119 ff.). Der Geschäftsbericht verbreitet sich eingehender über die beiden Veranstaltungen, namentlich über den Besuch in München und die Besichtigung des Walchensee-Kraftwerkes.

Aus den Arbeiten des Vereins auf seinem fachlichen Gebiet ist zunächst die Sammlung technischer Auskünfte auf dem Gebiet des Beton- und Eisenbetonbaues zu erwähnen. Im Jahr 1913 ist eine Sammlung A herausgekommen, der jetzt eine Sammlung B*) folgt, die bald zur Versendung kommen soll. Sie enthält einige Wiederholungen aus Sammlung A, aber in neuer Bearbeitung auf Grund neuer Erfahrungen. Es handelt sich um folgenden Inhalt: Abzug der Putzstärken bei der Abrechnung von Betonbauten; Boden- und Wandbelag in Schwimmbassins; Dichtung von Beton; Einwirkung von Gas- und Ammoniakwasser auf Beton; Einwirkung von Oel auf Beton; Einwirkung von Säuren und Salzen auf Beton; Gärbottiche aus Eisenbeton; Getreidespeicher aus Eisenbeton; Grubenstempel aus Beton; Kühltürme aus Eisenbeton; Schußwirkung auf Beton und Eisenbeton; Steinholzfußböden auf Eisenbetondecken; Unfälle an Eisenbetonbauten 1911—1918; Verhalten des Betons im Moor; Weinbottiche aus Beton.

Die vom Beton-Verein in Gemeinschaft mit dem Beton- und Tiefbau-Arbeitgeber-Verband aufgestellten Bedingungen für Beton- und Eisenbetonarbeiten sollen auf Veranlassung des deutschen Städtetages durch die „Vereinigung der technischen Oberbeamten deutscher Städte“ einer Prüfung unterzogen werden. Zur Bearbeitung und Beschlußfassung über die von dieser Vereinigung zu machenden Vorschläge soll ein gemeinsamer Ausschuß gebildet werden.

An die Aufstellung von Bauvorschriften für Eisenbetonschiffe ist der Verein in Gemeinschaft mit dem Germanischen Lloyd in Berlin herantreten. Ein

gemeinsamer Ausschuß hat am 8. Mai 1920 in Berlin getagt. Es fanden Vorbesprechungen statt über die rechnerische Ermittlung der Biegemomente, über die Frage des Traßzusatzes und der Materialeigenschaften der Bewehrungseisen. Ueber die letzten Fragen ist i. allg. Uebereinstimmung erzielt, während die Ermittlungen bezüglich Berechnung der Biegemomente noch nicht abgeschlossen sind. Zunächst muß noch der eingesetzte Unterausschuß seine Arbeiten abschließen, dann kann die endgültige Festsetzung der Vorschriften erfolgen.

An den Arbeiten des Normenausschusses für Beton und Eisenbeton, der unter Leitung von Prof. Dr.-Ing. Gehler, Dresden, steht, hat sich der Verein lebhaft beteiligt. In Arbeit sind 2 Hauptgruppen: A. Zementwaren, B. Baugeräte und Arbeitsverfahren. Die Gruppe A zerfällt in 2 Hauptabteilungen: I. Tiefbau-Zementwaren, II. Hochbau-Zementwaren, die Gruppe B ebenfalls in 2 Abteilungen: I. Baugeräte, II. Arbeitsverfahren.

Aus der Abteilung der Tiefbau-Zementwaren sind die Beratungen über Kanalisationsbauteile, Zementrohre usw. abgeschlossen, die Veröffentlichung des Normenblattentwurfes wird demnächst erfolgen. Es wird die vom Deutschen Beton-Verein in den Leitsätzen für die Prüfung von Zementrohren aufgestellten Mindesttraglasten (Bruchlasten) enthalten, ferner Maßangaben für die runden eiförmigen Rohre, jedoch keine Festsetzung von Wandstärken aus den in den „Leitsätzen“ angegebenen Gründen, da die Widerstandsfähigkeit eines Rohres gegen äußeren Druck auf zu verschiedenen Gründen beruht. Mitgewirkt bei der Festsetzung des Normenblattes haben auch Vertreter der „Vereinigung der städt. Oberbeamten deutscher Städte“ und des „Verbandes deutscher Arch.- und Ing.-Vereine“. Nicht genormt sind die Falzverbindungen, außerdem wurde die Vorschrift einer Verbindung mittels vorstehender Muffe nach Art der Steinzeugröhre abgelehnt als unzumutbar in bezug auf Herstellung und Transport. Genormt sind dagegen die Seiteneinlässe, ferner Schacht- oder Brunnenringe und Verjüngungsringe, sowie Paßstücke.

Für Zementplatten für Gehwegbefestigungen sowie für überdeckte Räume ist das Normenblatt nunmehr endgültig angenommen und wird als solches nunmehr veröffentlicht, soweit es die Gehwegbefestigung betrifft. Für Fußboden- und Wandplatten ist der erste Entwurf eines Normenblattes demnächst fertig.

Für Bord-schwellen und Bordsteine ist ebenfalls ein endgültiges Normenblatt aufgestellt. Für Grenz- und Nummernsteine ist die Einspruchsfrist gegen den Entwurf soeben abgelaufen. Gegen das Normenblatt für Kabelformstücke hat der Verein Einspruch erhoben, weil darin eine bestimmte Maßangabe für den Muffeneinsatz enthalten ist, die sich bei Anfertigung der Kabelformstücke doch nicht genau einhalten läßt. Ueber Einfriedigungsposten haben von Dyckerhoff & Widmann in Cossebaude durchgeführte Vorversuche so auffallende Ergebnisse gezeigt, daß weitere Versuche über ihre Tragfähigkeit durchgeführt werden müssen, ehe an die Normung herantreten werden kann.

Bei den Hochbau-Zementwaren sind hinsicht-

*) Preis 10 M., für Mitglieder des Beton-Vereins 25%, Ermäßigung.

lich der Deckenbauteile (Zementdielen und Betonbalken), sowie der Beton-Ueberlagsträger die Arbeiten zur Festlegung der Normung noch nicht abgeschlossen. Bezüglich der Treppenbauteile ist ein Normenblattentwurf zustande gekommen. Bezüglich der Abmessungen der Trägerstufen sind aber noch Erhebungen im Gange. Bezüglich der Arbeiten für Wandbauteile ist zu erwähnen, daß ein Entwurf von Leitsätzen für Hohlmauern aus Betonsteinen aufgestellt ist, aber an einen

Normung der Schornstein-Abdeckplatten aus Beton ist bis auf weiteres abgesehen, da zunächst durch die „Reichshochbaunormung“ die Schornsteinlichtweiten selbst genormt sein müssen. Die Normung von Traufplatten ist als nicht dringlich zunächst zurückgestellt.

Von den Baugeräten ist zunächst die Normung der Fördergefäße, d. h. der Schubkarren, Mulden- und Rundkipper sowie Holzkastenkipper in Angriff genommen worden. Als Normalkarre soll die 75^l-Karre gelten und es sind 4 eiserne und 2 Holzkarren ausgewählt, die nunmehr in der Dresdener Forschungsstelle für arbeitsparenden Baubetrieb und auf einer Anzahl von Baustellen von Mitgliedsfirmen des Ausschusses im Betrieb von Zementwarenfabriken ausprobiert werden sollen. Die Normung der Kipper wird durch einen vom „Bund deutscher Feldbahn-Industrieller“ ins Leben gerufenen Sonder-Ausschuß, in den Vertreter des Beton- und Eisenbeton-Ausschusses entsandt sind, bearbeitet werden. Als Verbraucher hat letzterer Ausschuß bestimmte Forderungen gestellt, die sich auf Inhalt ($\frac{1}{2}$ und $\frac{3}{4}$ cbm), sowie Abmessungen und bestimmte Konstruktionsanordnung beziehen für Kipper für 600 mm-Spur.

Nächst den Fördergefäßen hat der Ausschuß die Mischmaschinen auf sein Arbeitsprogramm gesetzt. Es wurde ein Normenblattentwurf aufgestellt und veröffentlicht. Inzwischen hat aber auch der „Mischmaschinen-Verband“, Berlin, sich mit der Normung befaßt und es sollen nun gemeinsame Beratungen stattfinden, wobei der Betonausschuß wieder die Interessen der Verbraucher vor allem zu vertreten hat. Die Normung der Mischmaschinen hat folgende Punkte zu beachten: Fassungsraum, erforderliche Güte des Mischgutes bzw. die nötige Mindestleistung der Maschine, Verwendbarkeit der Maschine auf der Baustelle, wobei der Kraftantrieb eine besonders wichtige Frage ist. Es haben bereits gemeinsame Beratungen stattgefunden, wobei der Deutsche Beton-Verein sehr eingehende Wünsche bezüglich der Ausstattung der Maschinen ausgesprochen hat, die vielfach als berechtigt anerkannt wurden. Bezüglich des Füllinhaltes, der in dem früheren Normenblatt-Entwurf schon festgelegt war, hat der Mischmaschinen-Verband i. Allgem. zugestimmt, aber ersucht die 375^l-Füllung fallen zu lassen, da eine solche Type bisher nicht gebaut war und daher die Beschaffung ganz neuer Modelle nötig mache.

Auch mit der Normung der Feldbahngleise, Weichen, Drehscheiben hat sich der Ausschuß befaßt. Genormt werden soll nur die 600- und 900 mm-Spur, da auf eine Verringerung der Typen hinzuwirken ist. Ferner soll die 70 mm hohe und 10 kg schwere, die 80 mm hohe und 14 kg schwere, sowie die aus den Beständen der Eisenbahnverwaltung zu entnehmende 115 mm hohe und 27,5 kg/m schwere Schiene genormt werden. Nur die beiden leichten Schienen für die 600 mm-Spur kommen für Betonbauten i. Allgem. in Betracht, die schwere Schiene nur für 900 mm-Spur und vorwiegend für Erdarbeiten. Ein Normenblattentwurf ist bereits aufgestellt. Auch die Laschennormung ist in Angriff genommen. Die Arbeiten für die Normung der Weichen und Drehscheiben ist Sache des Ausschusses für Feldbahngerät, in den der Betonausschuß nur Vertreter entsendet, die wieder die Wünsche der Verbraucher zur Geltung zu bringen haben.

Bezüglich der Abteilung für Arbeitsverfahren ist zu erwähnen, daß die Arbeiten zur Vereinfachung von Arbeitsverfahren zunächst noch zurückgestellt sind, ebenso ist von einer Normung der Baugerüste und Schalungen so lange abzusehen, bis eine Vereinheitlichung auf dem Gebiet der Erzeugung und des Handels mit Schmittholz herbei geführt ist. Ein besonderer Arbeitsausschuß für Holz befaßt sich hiermit. Die Vereinheitlichung der Rundenisen-Durchmesser ist erst in ihrem Anfangsstadium. Es sind Vorschläge für Durchmesserreihen gemacht und es wird von einem Unterausschuß die Frage geprüft, ob für die Querschnitte der Rundenisen ganzzahlige Werte in cm² vorgeschlagen werden sollen, sodaß die Eisenarten zwar wie jetzt nach Durchmessern benannt, aber bequem nach den Querschnittsflächen für die praktische Verwendung ausgewählt werden können.



Abbildung 5. Lager fertiger Rohre längs der Baustelle.



Abbildung 8. Verlegen der Rohre in die Baugrube.



Abbildung 9. Laufkran zum Verlegen der Rohre, Eisenbeton-Druckrohre.

Unterausschuß zur weiteren Bearbeitung übertragen ist, der noch gutachtliche Äußerungen von Firmen, die sich mit dieser Bauweise befassen, einholen soll. Eine Normung der Hohlsteine selbst hat der Beton- und Eisenbeton-Ausschuß aber abgelehnt, da für eine solche kein Bedürfnis bestehe. Gegen den Normenblattentwurf für Mauerabdeckplatten ist Einspruch erhoben worden, da die Putzstärke bei den Bauten nicht berücksichtigt sei. Das ist jetzt nachgeholt, ein neuer Entwurf wird demnächst veröffentlicht. Von einer

Außer dem Normenausschuß besteht noch der Röhren- und Betonwerkstein-Ausschuß. Hier arbeitet der Deutsche Beton-Verein mit dem „Bund der Deutschen Zementwaren- und Kunststeinindustrie“ zusammen. Letzterer besitzt eine technische Auskunftstelle in Kupferdreh, deren Direktor Arns jetzt der Vorsitzende des gemeinsamen Ausschusses geworden ist. Der Ausschuß nimmt jetzt seine Sitzungen auf und hat zunächst ein Arbeitsprogramm aufgestellt. Dem Ausschuß sind auch Vorarbeiten des Deutschen Beton-Vereins überwiesen, die sich auf den jetzt häufiger aufgetretenen Bruch von Zementrohren bei Eisenbahn-Verbindungen und auf die Wertigkeit und Brauchbarkeit der verschiedenen Sparbauweisen aus Beton beziehen. Es sind und werden hierüber Auskünfte der ausführenden Firmen, von Behörden und sonstigen Bauherren gesammelt, um ein Urteil über Wirtschaftlichkeit und technische Brauchbarkeit der sparsamen Bauweisen zu gewinnen.

Bezüglich der Schiedsgerichtsordnung des Deutschen Beton-Vereins kann der Bericht feststellen, daß diese auch im verflochtenen Berichtsjahr wieder sehr viel benutzt worden ist. Die zugehörige Sachverständigenliste ist in wesentlich übersichtlicherer und einfacherer Form neu gedruckt worden. Der Verein ist aber auch dem „Deutschen Ausschuß für das Schiedsgerichtswesen“ beigetreten, der 1920 ins Leben gerufen worden ist und eine allgemeine Regelung des technischen Schiedsgerichtswesens anstrebt. Gelingt es mit dieser Schiedsgerichtsordnung tatsächlich das ganze Gebiet der Technik zu umfassen, so wird der Verein seine Schiedsgerichtsordnung aufgeben.

Für die technische Hochschulen, unter Umständen auch für die Baugewerkschulen bemüht sich der Beton-Verein Anschauungs- und Unterrichtsmaterial aus dem Gebiet des Eisenbetonbaues in größerem Umfange zu beschaffen. Das ist bisher noch nicht wünschgemäß gelungen und die Vereinsmitgliedfirmen, die auf den Nutzen aufmerksam gemacht werden, die in dieser Sache für den Eisenbetonbau stecken, werden um Mithilfe ersucht.

Eine eingehendere Darstellung ist schließlich der Mitwirkung des Deutschen Beton-Vereins im Deutschen Ausschuß für Eisenbeton gewidmet. Die Arbeiten sind durch den Krieg behindert worden, Anfang 1920 wieder aufgenommen, leiden aber sehr unter der Teuerung, die eine Reihe von Versuchen z. Zt. als undurchführbar erscheinen läßt. So würden z. B. die Versuche über das Schwinden bewehrten und unbewehrten Betons, die s. Zt. mit 35 000 M. veranschlagt waren, jetzt nach demselben Programm 100—120 000 M. kosten. Außerdem ist mit Rücksicht auf die Schwierigkeiten, mit denen z. Zt. die Zementherzeugung zu kämpfen hat, und auf Umänderungen im Fabrikationsverfahren die augenblickliche Zeit auch nicht zweckmäßig ausgewählt zur Feststellung mittlerer Schwindungswerte durch Versuche. Diese Untersuchungen sind also zunächst zurückgestellt. Dagegen sind sowohl im Materialprüfungsamt Lichterfelde wie im Laboratorium des Vereins Deutscher Eisenportland-Zementwerke Versuche im Gange über die Einwirkung gewisser Zusätze zum Zement auf das Schwindmaß.

Genehmigt wurde ein neuer Arbeitsplan über Versuche zur Feststellung der Neigung des Eisenbetons zur Riß- und Rostbildung im Freien. Es soll dabei auch das Verhalten des Eisens in den 3 Zementarten untersucht werden. Die Versuche schließen sich an die bekannten Perkuhn'schen Veröffentlichungen an und ergänzen die früher in Dresden ausgeführten Versuche. Es werden zunächst Vorversuche mit Eisenplättchen in Zementlösungen und dann Hauptversuche an Betonkörpern Mischung 1:3, 1:4, 1:5 mit Portland-, Eisenportland- und Hochofen-Zement gemacht. Es sollen dabei 2 Verfahren zur Anwendung kommen, das eine Mal nach Passow mit Hohlkörpern die unter Wasserdruck gesetzt werden, das andere Mal nach einem Verfahren des Materialprüfungsamtes Lichterfelde mit Plattenbalken.

Der Sonderausschuß für Eisenbetonschiffe hat seinen Arbeitsplan anfangs des Jahres aufgestellt. Es werden darin auch Versuche mit Leichtbeton aufgenommen. Die Hauptaufgabe ist, Erfahrungen zu sammeln, um rechtzeitig die Unterlagen für die zuverlässige Berechnung von Schiffskörpern aus Eisenbeton zu gewinnen. Um den verschiedenen Anforderungen an geringen Tiefgang, Festigkeit, Widerstand gegen die wechselnden Beanspruchungen, Wasserdichtigkeit, Unempfindlichkeit gegen Seewasser zu genügen, müssen Betonmischungen gefunden werden, bei denen die Quotienten Druckfestigkeit : Raumgewicht, Biegefestigkeit : Raumgewicht möglichst hohe werden. Durch die Vorschrift des Germanischen Lloyd, daß auf 1 cbm Zuschlagmaterial mindestens 430 kg Zement gegeben werden müssen, ist eine gewisse Begrenzung gegeben. Falls es nicht gelingt, einen gleichzeitig leichten und genügend festen

Beton zu finden, so ist danach zu streben einen Beton größter Leichtigkeit und Dichtigkeit und andererseits einen Beton größter Festigkeit und Elastizität zu finden. Zunächst sollen die Versuche mit Leichtbeton, später die mit Fest-



Abbildung 1. Eiserne Rohrformen. Kern mit Paßstück.



Abbildung 2. Zusammensetzung der Formen mit Kran.



Abb. 3. Rohre in der Form mit oberem Beschwerungsring. Eisenbeton-Druckrohre.

beton durchgeführt werden. Als Bindemittel wird ein Portlandzement mit hoher Anfangsfestigkeit, ein normaler Portlandzement und ein Hochofenzement verwendet, außerdem kommen als Zugabe Traß und Kalkpulver in Betracht. Schlacken, Ziegelbims und Bimskies sollen die Zuschläge bilden.

Auch die Säulenversuche, für die 1918 ein neues Programm aufgestellt worden ist, werden jetzt fortgesetzt. Im Jahr 1919 sind Belastungs- und Brandversuche an einem aus Hochofenschlacke erbauten Eisenbetongebäude durchgeführt worden. Heft 46 der Veröffentlichungen des Deutschen Ausschusses berichtet darüber.*) Zu erwarten ist demnächst ein Bericht über in Dresden angestellte Dauerversuche mit 2 Rippenbalken. Auch über die dort durchgeführten Versuche über Kontinuität und Einspannung wird demnächst berichtet. Neu aufgenommen wurden dort Versuche über Pilzdecken und hochwertigen Zement. In Stuttgart sind die Versuche zur Ermittlung der Beziehungen zwischen Formänderungswinkel und Biegemoment zum Abschluß gebracht und in Heft 38 des deutschen Ausschusses veröffentlicht, in

*) Vergl. Besprechung in „Mitteilungen“ 1921, No. 2.
 **) Vergl. Besprechung in „Mitteilungen“ 1920, No. 19.
 ***) Vergl. Besprechung in „Mitteilungen“ 1921, No. 1.

Die wirtschaftliche Berechnung von Pfeilern aus Hartsteinen, Klinkern, Beton und Eisenbeton.¹⁾

Von Dipl.-Ing. E. Schubert in Hamburg.



ie von den Hrn. Dipl.-Ing. Henkel²⁾ und Dr.-Ing. Ellerbeck³⁾ hier mitgeteilten Formeln zur Berechnung von Pfeilern sind zur Auftragung von Kurventafeln für den praktischen Gebrauch wenig geeignet. Auch wirtschaftliche Vergleichsberechnungen lassen sich schwer daran anknüpfen.

Daher sind zunächst neue Formeln nebst Kurventafeln zur Bemessung von Pfeilern zu entwickeln. Die Untersuchung kann auf quadratische Pfeiler beschränkt werden, weil jede andere Form im Allgemeinen unwirtschaftlicher ist. Der Einfluß des Eigengewichtes soll vernachlässigt werden. Bei den amtlichen Bestimmungen ist s/h oder h/s unabhängige Veränderliche. In den folgenden Gleichungen wird der zunächst unbekannte Wert s/h als Parameter, der bekannte Wert P/h^2 als unabhängige und die gesuchte zulässige Beanspruchung k als abhängige Veränderliche verwendet. Die in Tabelle 1 zusammengestellten Gleichungen entsprechen genau den Bestimmungen, ihre Richtigkeit ist leicht nachzuprüfen. Maßeinheiten sind Tonnen und Meter.

Zur Auftragung einer Kurventafel können die ausgerechneten Werte der Tabelle 2 verwendet werden. Abbildung 1, S. 39 zeigt die Kurven für Hartsteine und Klinker, Abbildung 2, S. 39 für Beton I mit $K=2000$ und Beton II mit $K=2500$ $1/m^2$ Würfel Festigkeit. Im Allgemeinen braucht die Berechnung nicht genauer zu sein als durch Ablesung aus der Kurventafel möglich ist. Für ausnahmsweise genauere Berechnungen gibt die Kurventafel gut angenäherte Ausgangswerte zur probeweisen Auflösung der Gleichungen höheren Grades; verwickelte Lösungsmethoden erübrigen sich.

Heft 45**) Ermittlungen über statisch unbestimmte Einspannungsmomente.

Auch die Vorversuche über die in Rechnung zu stellende Plattenbreite bei konzentrierter Belastung von Deckenplatten sind veröffentlicht, dergl. die Versuche über Widerstandsfähigkeit von Betonkörpern mit und ohne Traß.

In Darmstadt sind die Versuche über den Einfluß des elektrischen Stromes auf Eisenbeton ziemlich abgeschlossen, desgl. die vergleichenden Versuche für Würfel Festigkeit und Bauwerksfestigkeit, und Hand- und Preßluftstumpfung.

München hat seine Versuche über Gleitwiderstand verzinkten Eisens im Beton in Heft 47 ***) bereits veröffentlicht.

Seit 1920 ist ferner ein Sonderausschuß für Neubearbeitung der Eisenbeton-Bestimmungen von 1916 tätig. Dem Ausschuß ist im Kreise der Mitglieder des Deutschen Beton-Vereins gesammeltes Material zur Prüfung überwiesen worden. —

Um diese Kurventafeln zu wirtschaftlichen Erwägungen auszunutzen, bedürfen sie einer Umformung. Aufgabe ist, das Material zu finden, das für die jeweils gegebenen Werte P und h die kleinsten Kosten \mathfrak{R} in M. für die Last und stgd.^m Pfeiler verursacht. Die Materialpreise seien für Hartsteinmauerwerk $\alpha M./m^3$, für Klinkermauerwerk $\beta M./m^3$, für Beton $\gamma M./m^3$ und dessen Schalung $\delta M./m^2$, endlich der Preis für fertig verlegtes Eisen $\varepsilon M./m^3$. Für Klinkerpfeiler wird $\beta/\mathfrak{R} = k$, für Hartsteinpfeiler $\beta/\mathfrak{R} = \beta/\alpha \cdot k$.

Lässt man in Abbildung 1 die Klinkerkurve unverändert und vergrößert die Ordinaten der Hartsteinkurve im Verhältnis β/α , so erhält man (Abbildung 3, S. 39) in der jeweils höheren Kurve das wirtschaftlich günstigere Material. In Abbildung 3 ist beispielsweise $\beta/\alpha = 1,5$ gesetzt worden. Die Grenze, oberhalb deren in diesem Fall Klinker vorzuziehen sind, ist $P/h^2 = 18$. Für Beton wird

$$\mathfrak{R} = \frac{\gamma}{k} + \frac{4\delta}{P}; \quad \beta/\mathfrak{R} = \beta/\gamma \cdot \frac{k}{1 + 4\delta\gamma \cdot \frac{\sqrt{k}}{\sqrt{P}}}$$

Eine absolute Größe ist hier neben der Verhältniszahl P/h^2 nicht zu eliminieren. Jeder Betonsorte entspricht eine Schar von Kurven, deren jede einem bestimmten Wert P entspricht (Abbildung 4, S. 39). Um die Frage nach dem günstigsten Mischungsverhältnis zu entscheiden, genügt es im Allgemeinen, die Schalung zu vernachlässigen und die Mischung auszusuchen, bei der k/γ am größten ist. Mischungsverhältnisse von 1:4 bis 1:5 genügen im Allgemeinen dieser Bedingung. Stehen verschiedenartige Zuschlagsstoffe zur Verfügung, die die Festigkeit oder

Tabelle 1.

Hartstein			Klinker			Beton		
s/h	k	P/h^2	k	P/h^2	s/h	k	P/h^2	
0,10	80	0,80	100	1,00	0,10	$K \cdot 0,05$	$K \cdot 0,0005$	
Abschnitt 3	$40 + 400 s/h$	$k \cdot s^2/h^2$	$1000 s/h$	$1000 s^3/h^3$	Abschnitt 3	$\frac{K}{100} (15 - h/s)$	$k \cdot s^2/h^2$	
0,25	140	8,76	250	15,62	0,20	$K \cdot 0,10$	$K \cdot 0,004$	
Abschnitt 2	$-60 + 800 s/h$	$k \cdot s^2/h^2$	$-250 + 2000 s/h$	$k \cdot s^2/h^2$	Abschnitt 2	$\frac{K}{40} (9 - h/s)$	$k \cdot s^2/h^2$	
0,30	180	16,20	350	31,50	1,00	$K \cdot 0,20$	$K \cdot 0,20$	
Abschnitt 1	180	$> 16,20$	350	$> 31,50$	Abschnitt 1	$K \cdot 0,20$	$> K \cdot 0,20$	

Tabelle 2.

Hartstein			Klinker		Beton		Beton I		Beton II	
s/h	k	P/h^2	k	P/h^2	$k:K$	$P/h^2:K$	$K=2000$	$K=2500$	k	P/h^2
0,10	80	0,80	100	1,00	0,050	0,00050	100	1,00	125	1,25
0,15	100	2,25	150	3,38	0,083	0,00188	167	3,76	208	4,70
0,20	120	4,80	200	8,00	0,100	0,00400	200	8,00	250	10,00
0,25	140	8,76	250	15,62	0,125	0,00778	250	15,56	312	19,45
0,275	160	12,08	300	22,70	—	—	—	—	—	—
0,30	180	16,20	350	31,50	0,142	0,01275	284	25,5	355	31,9
0,35	—	22,00	—	42,80	0,154	0,01875	308	37,5	385	46,9
0,40	—	28,80	—	56,00	0,162	0,0260	325	52,0	405	65,0
0,45	—	36,50	—	70,80	0,169	0,0343	338	68,6	422	85,8
0,50	—	45,00	—	87,50	0,175	0,0437	350	87,4	437	109,3
1,00	—	180,00	—	350,00	0,200	0,2000	400	400	500	500

den Preis wesentlich beeinflussen, so verlohnt es sich, für verschiedene Mischungen K und γ zu ermitteln, die Kurvenscharen für diese aufzutragen und danach das geeignetste Material zu wählen. Abbildung 4 zeigt als Beispiel für die Betonsorten I und II diese Kurvenscharen.

Beton I $K=2000$, $\beta/\gamma = 1,33$, $\delta/\gamma = 0,093$,

$$\sqrt{\mathfrak{R}} = \frac{1,33 k}{1 + 0,372 \frac{\sqrt{k}}{\sqrt{P}}}$$

¹⁾ Anmerkung der Schriftleitung: Das Thema scheint uns nun genügend erschöpft, sodaß wir von weiteren Veröffentlichungen absehen möchten.

²⁾ Deutsche Bauzeitung, Mitteilungen 1920, S. 98.

³⁾ Deutsche Bauzeitung, Mitteilungen 1920, S. 149.

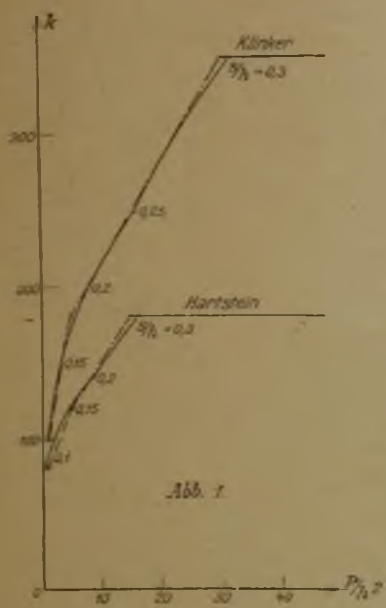


Abb. 1

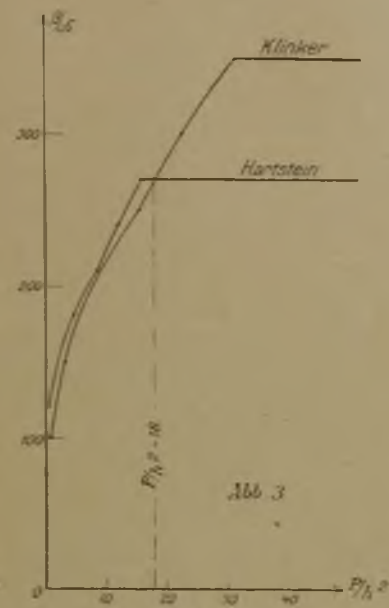


Abb. 3

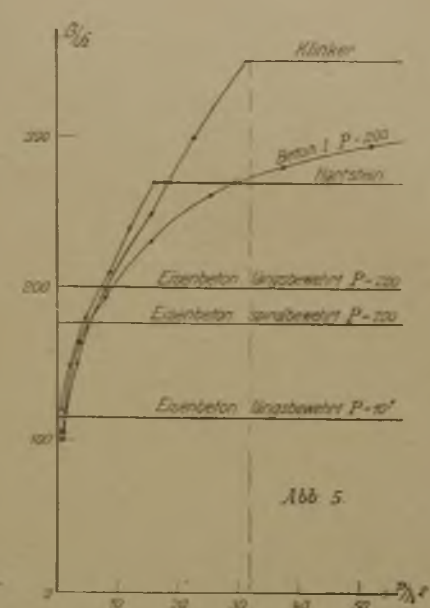


Abb. 5

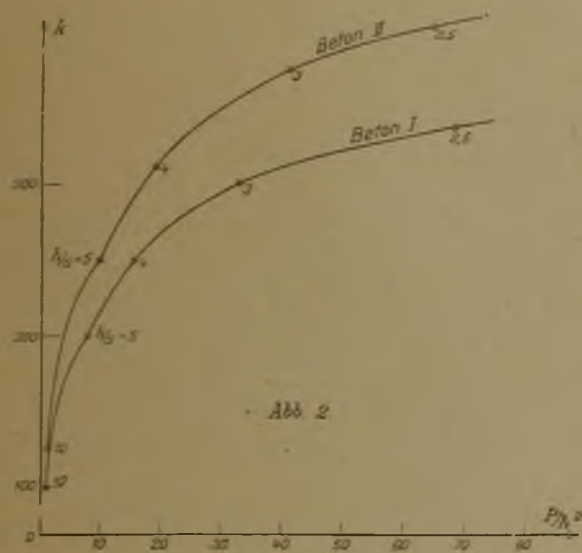


Abb. 2

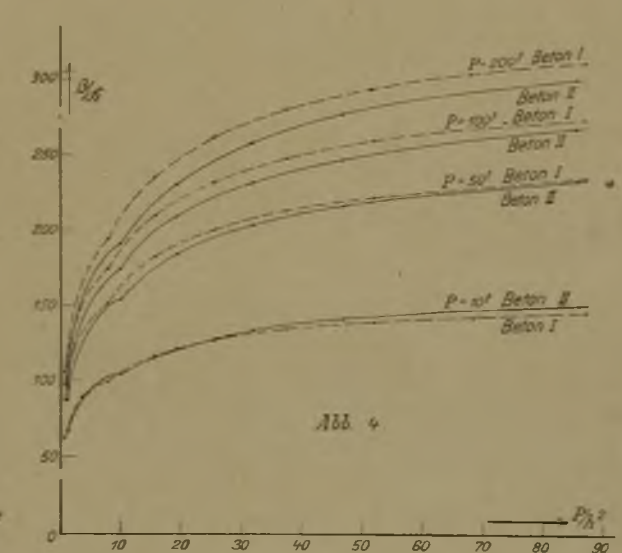


Abb. 4

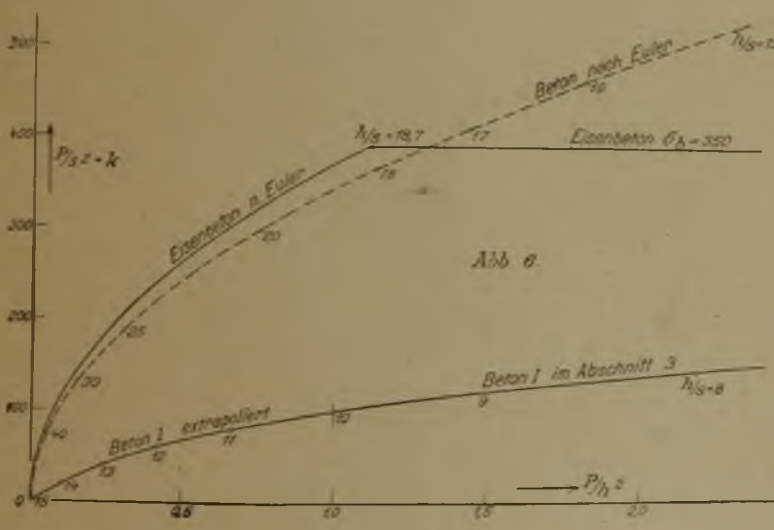


Abb. 6

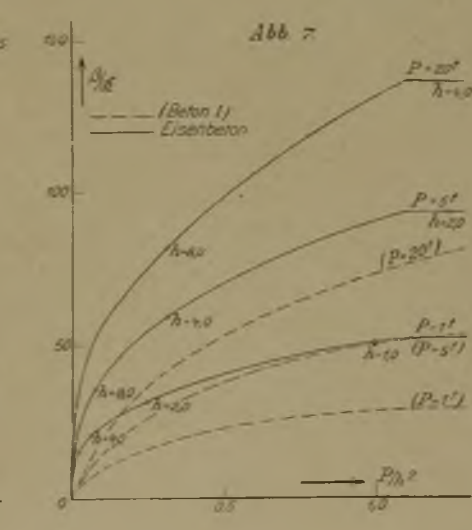


Abb. 7

Beton II $K = 2500$, $\beta/\gamma = 1,00$, $\delta/\gamma = 0,070$.

$$\beta R = \frac{k}{1 + 0,280 \frac{\sqrt{k}}{\sqrt{P}}}$$

Für $P = \text{rd. } 30 \text{ t}$ sind die beiden Betonsorten gleichwertig, oberhalb ist Sorte I, unterhalb Sorte II vorteilhafter.

12. März 1921.

Für Eisenbeton mit der Längsbewehrung μ und der Bügelbewehrung μ'' ist $R = \frac{s^2}{P} \cdot (\gamma + \mu \epsilon + \mu'' \epsilon) + \frac{4 s \delta}{P}$.

Im Hochbau ist in der Regel mit $\sigma_b = 350 \text{ kg/cm}^2$ zu rechnen:

$$\frac{P}{s^2} = 350 (1 + 15 \mu) :$$

$$\beta_1 R = \beta_1 \gamma \frac{350(1 + 15\mu)}{1 + \epsilon/\gamma(u + \mu'') + \delta_1 \gamma \cdot 75 \cdot \frac{\sqrt{1 + 15\mu}}{\sqrt{P}}}$$

Da ϵ/γ auch bei stärksten Preisschwankungen stets erheblich größer als 15 bleiben wird, ist die geringste zulässige Bewehrung $\mu = 0,008$ unbedingt die vorteilhafteste. Mittelwert der Querbewehrung ist etwa $\mu'' = 0,002$. Mit diesen Werten wird $P/s^2 = 392$ und

$$\beta R = \beta_1 \gamma \frac{392}{1 + \epsilon/\gamma \cdot 0,01 + \delta_1 \gamma \cdot 79,2 \cdot \frac{1}{\sqrt{P}}}$$

Ist z. B. $\beta_1 \gamma = 1,35$; $\epsilon/\gamma = \frac{7 \cdot 85 \cdot 3000}{220} = 107$; $\delta_1 \gamma = 0,102$,

so wird
$$\beta R = \frac{530}{2,07 + \frac{8,07}{\sqrt{P}}}$$

Für Eisenbetonpfeiler mit der Längsbewehrung μ und der Spiralbewehrung μ' wird als günstigste Querschnittsform das regelmäßige Achteck mit dem Durchmesser s des einbeschriebenen Kreises angenommen. Da die Längsbewehrung in sinngemäßer Anwendung der Eisenbeton-Vorschriften nicht unter $\mu = 0,008$ betragen darf, das Eisen der Querbewehrung aber dreimal so gut ausgenutzt wird als das der Längsbewehrung, so ist der spiralbewehrte Pfeiler, wenn überhaupt, dann mit der stärksten zulässigen Spiralbewehrung bei geringster Längsbewehrung wirtschaftlich berechtigt. Dann ist $\mu' = 3\mu$ einzusetzen. Als Betonkern-Querschnitt wird angenommen:

$$F_k = (s \cdot 0,9)^2 \cdot \frac{\pi}{4} = s^2 \cdot 0,64$$

Der ganze Achteck-Querschnitt ist $F_b = s^2 \cdot 0,828$.

Mit $\sigma_b = 350 \text{ t/m}^2$ wird $P = 350 s^2 (0,64 + 0,828 \cdot 150)$.

Mit $\mu = 0,008$ wird $P/s^2 = 572 \text{ t/m}^2$.

Mit der geringsten Längsbewehrung fällt zufällig die stärkste zulässige Gesamtbewehrung bei $\mu' = 3\mu$ ungefähr zusammen, weil $P/s^2 = 572 = \text{rd. } 2 \cdot 350 \cdot 0,828$.

Die Schalungskosten können etwa ebenso groß wie beim quadratischen Pfeiler angenommen werden.

$$\beta_1 R = \beta_1 \gamma \frac{690}{1 + 0,032 \epsilon/\gamma + 115,6 \delta_1 \gamma \cdot \frac{1}{\sqrt{P}}}$$

Mit denselben Preisverhältnissen wie bei den vorhergehenden Beispielen wird:

$$\beta_1 R = \frac{932}{4,42 + 11,8 \frac{1}{\sqrt{P}}}$$

Die wirtschaftliche Grenze zwischen reiner Längsbewehrung und Spiralbewehrung ergibt sich für das vorliegende Beispiel wie folgt:

$$\beta_1 R = \frac{530}{2,07 + 8,07 \frac{1}{\sqrt{P}}} = \frac{932}{4,42 + 11,8 \frac{1}{\sqrt{P}}}$$

hieraus: $P = 9,8 \text{ t}$.

Für Werte P oberhalb dieser Grenze sind theoretisch längsbewehrte, unterhalb spiralbewehrte Pfeiler vorteilhafter. Der hier erhaltene Wert $P = 9,8 \text{ t}$ ist allerdings praktisch zu klein, als daß spiralbewehrte Pfeiler überhaupt in Frage kämen. Wird aber ϵ/γ kleiner oder $\delta_1 \gamma$ größer, als hier angenommen war, so erhält der Grenzwert für P unter Umständen große praktische Bedeutung.

Abbildung 5, S. 39 enthält das Gesamtergebnis des bisher durchgerechneten Beispiels. Je nach der absoluten Größe der Belastung P ist Eisenbeton von $P/h^2 = \text{rd. } 0$ bis $P/h^2 = 32$ und Klinker das gesuchte Material. Nach Abbildung 1 und 2 wird für Klinker $k = 350$, für Hartstein $k = 180$, für Beton I $k = 296$ und für Eisenbeton bei reiner Längsbewehrung $k = 392$, bei Spiralbewehrung $k = 572 \text{ t/m}^2$. Dementsprechend wird $s = 0,76, 1,05, 0,82, 0,71, 0,59 \text{ m}$. Ist daher aus architektonischen oder betriebstechnischen Gründen die Säulenstärke beschränkt, so scheiden Hartsteine und Beton ohne weiteres aus, da sie in keiner Beziehung vorteilhaft sind. Klinkerpfeiler sind nur wenig dicker als längsbewehrte Eisenbetonpfeiler,

dafür aber wesentlich billiger; spiralbewehrter Eisenbeton liefert merklich dünnere Pfeiler, ist aber erheblich teurer. Die Kosten verhalten sich etwa wie 1 : 1,23 : 1,23 : 1,42 : 1,98.

In ein Sondergebiet gehören endlich noch die sehr schlanken, d. h. bei schwacher Belastung sehr hohen Pfeiler. Für Klinker ist $P/h^2 = 0,8$, für Hartsteine $P/h^2 = 1,0$ die Grenze, unter der ihre Anwendung „nur ausnahmsweise“ gestattet ist. Genaue Vorschriften über ihre Berechnung werden nicht gemacht. Für Beton wird zwischen $h/s = 10$ und 15 überhaupt keine Bestimmung getroffen. Extrapoliert man für dieses Gebiet aus dem vorhergehenden Abschnitt 3, so wird

$$k = \frac{K}{100} (15 - h/s); \quad P/h^2 = k \cdot s^2/h^2$$

Die Kurve für Beton I der Abbildung 6, S. 39 ist nach diesen Formeln aufgetragen.

Im Widerspruch hierzu steht die Bestimmung, daß für $h/s = 15$ nach derselben Euler'schen Knickformel wie für Eisenbeton zu rechnen ist. Die Formel ist unabhängig von der Festigkeit K und liefert für $h/s = 15$ ein $k = 530 \text{ t/m}^2$, eine Beanspruchung, die im Sinn der Bestimmung unbedingt unzulässig ist, obwohl sie ihrem Wortlaut genau entspricht. Die Euler'sche Knickformel für Beton anzuwenden, hat also mindestens für quadratische Pfeiler keinen Sinn.

Für Eisenbeton ist auch hier nur die geringste Bewehrung mit $\mu = 0,008$ wirtschaftlich berechtigt, und zwar soll es sich um 4 Längseisen in den Ecken handeln, deren Mitten $1/10 s$ vom äußeren Rande entfernt sind. Vorgeschieden ist:

$$J = \left(\frac{s^4}{12} + 0,08 \cdot 0,40^2 s^4 \right) \cdot 10^8 = 70 P/h^2, \\ k = s^2/h^2 \cdot 137400, \quad P/h^2 = s^4/h^4 \cdot 137400$$

Die obere Grenze der Gültigkeit dieser Formel erhält man aus $k = 392 = \frac{s^2}{4^2} \cdot 137400$, wobei $\sigma_b = 350 \text{ t/m}^2$ die

zulässige Betonbeanspruchung ist, mit $s/h = 0,0534$ und $P/h^2 = 1,11$. Zur Auftragung der Kurve Abbildung 6 dient am besten die Gleichung $P/h^2 = k^2/137400$. Die Kurve kann als gewöhnliche Parabel mit dem Scheitel im Nullpunkt aus einem Punkte genau genug aufgetragen werden.

Zum wirtschaftlichen Vergleich zwischen Beton und Eisenbeton dienen die oben bereits entwickelten Formeln.

Abbildung 7, S. 39 zeigt, daß Eisenbeton so erheblich vorteilhafter ist, daß selbst bei starken Preisverschiebungen zu Gunsten der Schalung oder zu Ungunsten des Eisens Beton nicht in Frage kommen wird. Wenn allerdings P sehr klein ist, verliert die vorstehende Untersuchung unter Umständen ihren praktischen Wert, weil für s der Ausführung halber gewisse Kleinstwerte einzuhalten sind. Dann kann Beton oder Mauerwerk vorteilhafter sein.

Für die Neubearbeitung der Betonbestimmungen ist aus vorstehenden Überlegungen zu entnehmen, daß die Verwendung von Pfeilern aus Beton für $h/s > 10$ ohne wirtschaftliche Nachteile verboten oder „nur in besonderen Fällen“ gestattet werden kann. Die Berechnung nach der Euler'schen Knickformel vorzuschreiben, kann zu gefährlichen Mißverständnissen führen und steht im Widerspruch zu dem sonstigen Inhalt der Bestimmungen (Abbildung 6).

In den Hochbauvorschriften kann für gemauerte Pfeiler mit Vorteil die zulässige Beanspruchung anstatt mit s/h mit dem Wert $P/h^2 \cdot s/b$ linear veränderlich gemacht werden. Zu diesem Zweck wäre im Kopf der Tabelle S. 38 in Spalte 8 statt s/h zu setzen $P/h^2 \cdot s/b$.

Die in Abbildung 1 strichpunktierten Geradenzüge entsprechen den Werten folgender Tabelle:

	$P/h^2 \cdot s/b$	kg/cm ²	
9. Hartbrandziegel . . .	15	18	Zwischenwerte sind geradlinig einzuschalten.
	5	12	
	1	8	
11. Klinker	< 1	< 8	
	30	35	
	5	18	
	1	10	
	< 1	< 10	

Da die Abweichung von den jetzigen Bestimmungen höchstens 1,7% beträgt, kann schon jetzt von der vorgeschlagenen neuen Formulierung bei nicht allzu genauer Berechnung Gebrauch gemacht werden. —

⁴⁾ $P = \text{Last in t}$, $h = \text{Höhe in m}$, $s = \text{geringste}$, $b = \text{größte Pfeilerstärke}$.

Inhalt: Eisenbeton-Druckrohre. — Aus dem Jahresbericht des Deutschen Beton-Vereins 1920. — Die wirtschaftliche Berechnung von Pfeilern aus Hartsteinen, Klinkern, Beton und Eisenbeton. —

Verlag der Deutschen Bauzeitung, G. m. b. H., in Berlin.
Für die Redaktion verantwortlich: Fritz Eisele in Berlin.
Buchdruckerei Gustav Schenck Nachflg. P. M. Weber in Berlin.