

ARMIERTER BETON.

1918. Mai.

INHALT

Eisenziegelbeton. Von H. Kreüger, Professor a. d. Kgl. Techn. Hochschule zu Stockholm. S. 81.

Über den Sicherheitsgrad von bewehrten und unbewehrten Betonkörpern, die auf zentrischen und exzentrischen Druck beansprucht werden. Von Dr.-Ing. Heinrich Wohlers, z. Zt. im Felde. S. 84.

Beitrag zur Bestimmung exzentrisch belasteter Eisenbetonquerschnitte. Von H. Paepflow, Ingenieur bei Kell & Löser, Hamburg. S. 90.

Zuschriften an die Schriftleitung. S. 96.

Literaturschau. Bearbeitet von Dr.-Ing. W. Kunze (Dresden). S. 97.

Selbstanzeige: Verfahren zur Herstellung von Eisenbetondecken ohne Schalung („Setz“-Decke). S. 99.

Ehrung eines der Altmeister des Eisenbetonbaus. S. 100.

EISENZIEGELBETON.

Von H. Kreüger, Prof. a. d. Kgl. Techn. Hochschule zu Stockholm.

Die Grundregel für Eisenbetonkonstruktionen ist bekanntlich die, daß Eisen dort angeordnet wird, wo die zugelassene Zugfestigkeit des Betons überschritten wird.

Denkt man sich diese Grundregel weiter ausgebaut, so kann man den Grundsatz aufstellen, an den Stellen, wo die Druckfestigkeit des Betons überschritten wird, ein druckfesteres Material, beispielsweise Klinker oder Naturstein, anzuordnen. Bekanntlich versucht man ja oft, um die Konstruktionshöhe einzuschränken, die Betondruckzone durch Eisenbewehrung druckkräftiger zu machen, ein wirtschaftlich nicht vorteilhaftes Verfahren.

In diesem Falle erhält man einen Verbundkörper mit drei verschiedenen Materialien, welchen wir mit den Namen Eisen-klinkerbeton oder Eisen-ziegelbeton bezeichnen wollen. Die drei Verbundkörper haben folgende Aufgaben zu erfüllen:

Das Eisen soll die Zugspannungen aufnehmen, die Klinker bzw. Natursteine die größten Druckspannungen, der Beton soll das Bindemittel zwischen beiden bilden.

Ein nach diesem Grundsatz konstruierter Balken hat das Aussehen wie Fig. 1 zeigt.

Die Klinker oder anderes hartes Material werden auf der Strecke der Druckzone eingelegt, innerhalb welcher durch das Biegemoment größere Druckspannungen auftreten, als die für Beton zulässigen.

Für Beton mit 330 kg Zement auf 1 cbm wird gewöhnlich als zulässige Druckspannung 40 kg/cm² angenommen unter Voraussetzung einer Würfel-
festigkeit von 240 kg/cm². Einigermassen gute Klinkerziegel haben eine Bruchfestigkeit von annähernd 1000 kg/cm². Für derartige Klinkerziegel

kann man als zulässige Druckspannung 150 kg/cm² annehmen.

Wenn M_1 (Fig. 1) das Moment bedeutet, welches einer Druckspannung von 40 kg/cm² entspricht, so genügt es, die Druckspannungen auf den Strecken a durch Beton aufzunehmen. Da auf der Strecke b die für Beton zulässige Druck-

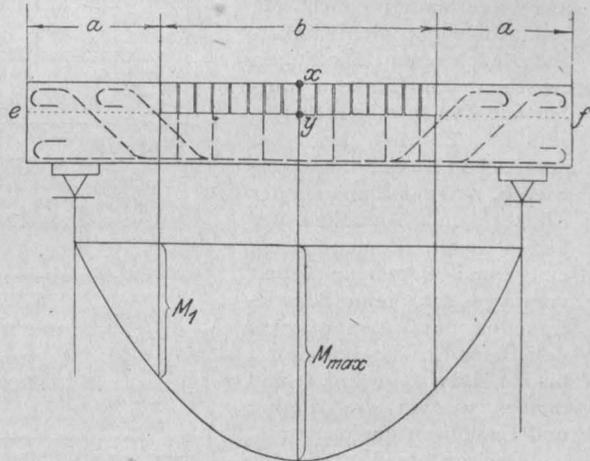


Fig. 1.

spannung überschritten wird, kann man dort ein härteres Material anordnen, z. B. Klinker oder Naturstein, nur muß man zusehen, daß die für dieses Material zulässige Druckfestigkeit beispielsweise 150 kg/cm² für Klinker infolge der Biegemomente nicht überschritten wird.

Die größte Druckspannung tritt im Punkte x auf und nimmt gegen die Neutralachse ab. Die Stärke xy der Klinkerschicht könnte man theoretisch so berechnen, daß die Spannung bei y

gleich der für Beton zulässigen wäre. Aus praktischen Rücksichten wird man jedoch Steine von den im Handel üblichen anwenden. Selbstverständlich muß die Unterkante der Klinker unterhalb der oben erwähnten Grenze der zulässigen Betonspannung liegen.

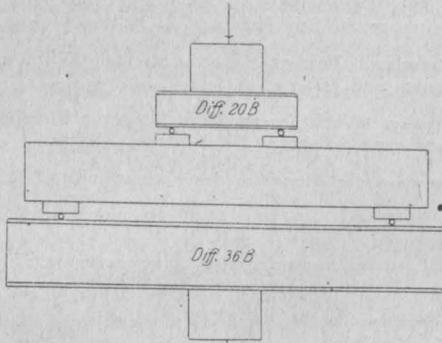


Fig. 2.

Zur Aufnahme der schiefen Hauptzugspannungen werden Bügel aus Band- oder Flacheisen in die etwa 3 mm starken Fugen zwischen den Steinen eingelegt. Diese Bügel verhindern auch ein evtl. Ausbiegen der Klinkerplatte nach oben. Die Fugen zwischen den Klinkern werden mit Zementmörtel 1c:2s gefüllt. Es hat sich bei praktischen Ausführungen erwiesen, daß das Einbauen der Klinker und Ausfüllen der Fugen mit Zementmörtel, einigermaßen genaue Arbeit vorausgesetzt, keine Schwierigkeiten bot. Man stampft den Beton in die Betonform bis zur Höhe e—f (Fig. 1) und danach werden die Klinker und Bandeisen eingesetzt.

Der größte Vorteil, den diese Konstruktion bietet, liegt darin, daß die Konstruktionshöhe sich bedeutend niedriger hält als bei gewöhnlichem Eisenbeton.

Der Verfasser hat nach diesem Verfahren Balken konstruiert, welche sogar niedriger waren als die derselben Belastung entsprechenden eisernen I-Träger.

Nach ausgeführten Ver-

suchen zu urteilen, bietet auch die Berechnung derartiger Konstruktionen keine Schwierigkeiten, obgleich sie aus drei Konstruktionselementen mit je verschiedener Elastizitätszahl bestehen.

Die Konstruktion dürfte ein weites Feld für interessante theoretische Erwägungen eröffnen. Es wäre wünschenswert, wenn Versuche in größerem Umfange ausgeführt würden.

Der Verfasser hat bis jetzt nur einige Biegeversuche mit Balken vorgenommen, welche folgende Ergebnisse lieferten:

Der für die Versuche verwendete Zement war schwedischer Portlandzement und erfüllte nach vorgenommenen Proben die schwedischen Normen, die im großen und ganzen mit den deutschen übereinstimmen.

Der verwendete Sand- und Granitkleinschlag wurde auf seine Zusammensetzung durch

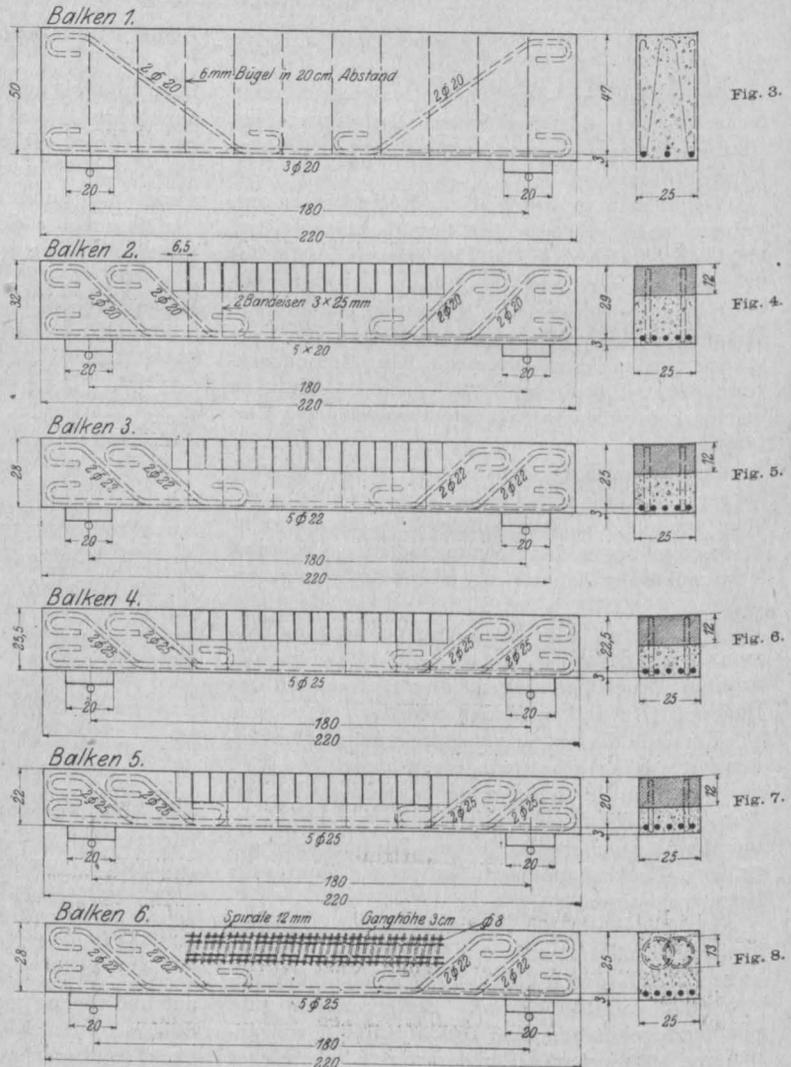


Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 8.

mechanische Analyse nach ideellen Kurven untersucht. Weiter wurde auch der Feuchtigkeitsgrad ermittelt.

Aus dem Beton wurden Probewürfel in hölzernen Formen mit 25 cm Seitenlänge hergestellt, die nach 28 Tagen eine Druckfestigkeit i. M. von 157 kg/cm² ergaben. Der Wasserzusatz war hierbei 12 v. H. des Gewichtes für Zement, Sand und Granitkleinschlag. Der Zementmörtel für die Klinkerfugen wurde in der Mischung 1 Zement: 2 Sand ausgeführt, mit Sand bis zu 2 mm Durchmesser. Würfel von 7 cm zeigten nach 7—8 Tagen i. M. 247 kg/cm². Die Klinker, Skromberga Fabrikat, hatten das Format 250 × 120 × 65 mm und eine Bruchfestigkeit von mindestens 850 kg/cm². Die Klinkerproben wurden in der bekannten Weise

Werte für Klinker = 120 und für Eisen = 1000 kg/cm², bei Balken Nr. 5 für Klinker = 140 und für Eisen = 1000 kg/cm².

Bei Balken Nr. 6 wurde die Druckzone in spiralbewehrtem Beton ausgeführt. Der Versuch mit diesen Balken zeigte, daß selbst die stärkste Spiralbewehrung dem Balken nicht dieselbe Biegezugfestigkeit verleiht wie die Einfügung der Klinker.

Die Balken waren bei der Prüfung 6 Wochen alt. Ihre Abmessungen waren so gewählt worden, daß die obengenannten Druck- und Zugspannungen im Beton und den Klinkern bzw. im Eisen bei einem Biegemoment von 375 000 kg/cm² auftraten, entsprechend einer ungefähr dreifachen Sicherheit.

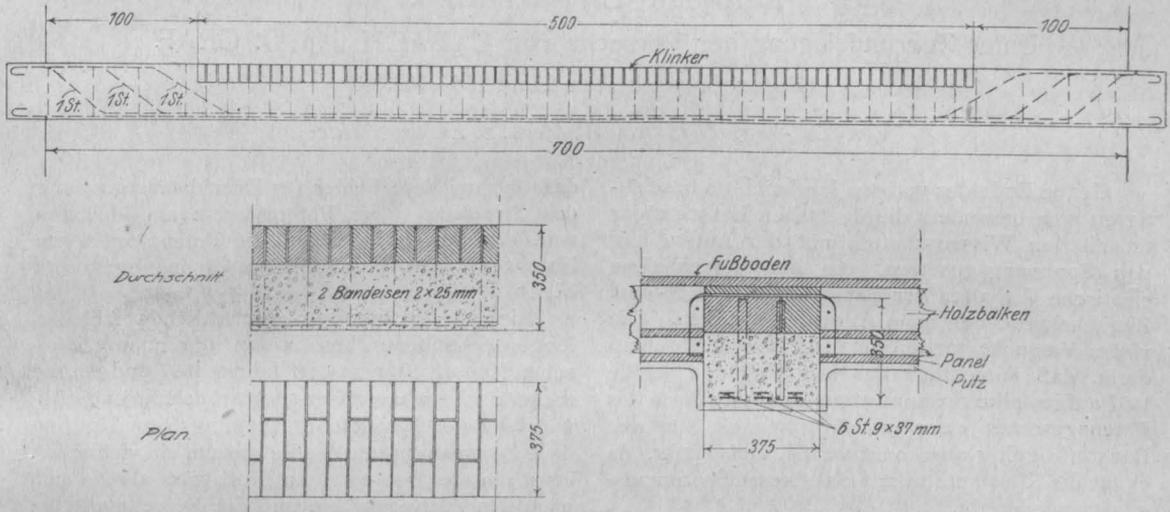


Fig. 9.

ausgeführt, daß je ein Stein in der Mitte geteilt und die beiden Hälften durch Zementmörtel zusammengefügt wurden.

Das Eisen hatte eine Streckgrenze von 2500 kg/cm² und eine Dehnbarkeit von 25 v. H. der normalen Meßlänge.

Fig. 2 zeigt die Aufstellung für Biegeprobe.

Aus den oben erwähnten Baustoffen wurden 6 Stück Balkentypen hergestellt, deren Abmessungen aus den Fig. 3—8 hervorgehen.

Balken Nr. 1 war so bemessen, daß die Betondruckspannung in Balkenmitte 40 kg/cm² und die entsprechende Zugspannung in Eisen 1000 kg/cm² betrug.

Balken Nr. 2 war so bemessen, daß die Klinkerdruckspannung in Balkenmitte 40 kg/cm² und die Eisenzugspannung 1000 kg/cm² betrug.

Balken Nr. 3 war so bemessen, daß die Klinkerdruckspannung in Balkenmitte 100 und die Eisenzugspannung 1000 kg/cm² betrug.

Bei Balken Nr. 4 waren die entsprechenden

Als Ergebnisse der Bruchbelastungen sind in folgender Tabelle die Biegemomente beim Bruch angegeben:

Balken 1.	$M_{\max} = 1,125,000$	kgcm,
" 2.	$M_{\max} = 1,035,000$	"
" 3.	$M_{\max} = 975,000$	"
" 4.	$M_{\max} = 1,110,000$	"
" 5.	$M_{\max} = 975,000$	"
" 6.	$M_{\max} = 725,000$	"

Schubspannungsrisse traten nirgends auf, sondern der Bruch zeigte sich durch senkrechte Risse in der Mitte der Balkenunterkanten.

Diese Probenreihe sollte nur eine Voruntersuchung für weitere Proben bilden; demgemäß wurde auch nur ein Balken jeder Type hergestellt und untersucht. Dessenungeachtet stimmen die Resultate recht gut mit der Berechnung überein, besonders wenn man bedenkt, daß nur ein oder zwei höher oder niedriger liegende Stücke der Eisenbewehrung einen verhältnismäßig großen Einfluß auf die niedrigen Balken ausübt.

Wie bereits oben erwähnt, sollte durch diese Proben nur die praktische Anwendbarkeit des Systems untersucht werden. Es war hierbei also nicht beabsichtigt, Koeffizienten und Erfahrungszahlen für die Berechnung aus den Versuchen herzu- leiten. Hierzu bedarf es viel umfangreicherer Untersuchungen.

Da infolge des Krieges gegenwärtig in Schweden Mangel an Eisenträgern herrscht,

können Balken aus Eisenziegelbeton solche I-Träger in geeigneter Weise ersetzen, wie Fig. 9 beispielsweise zeigt.

Das System kann natürlich auch für andere Konstruktionen als Balken auf zwei Stützen Anwendung finden. Bei Rahmenkonstruktionen, Gewölben und durchlaufenden Trägern dürfte es oft erwünscht sein, durch Anordnung von Klinkern die Konstruktionshöhe zu verringern.

ÜBER DEN SICHERHEITSGRAD VON BEWEHRTEN UND UNBEWEHRTEN BETONKÖRPERN, DIE AUF ZENTRISCHEN UND EXZENTRISCHEN DRUCK BEANSPRUCHT WERDEN.

Unter Zugrundelegung der Versuche von C. BACH und O. GRAF.

(Forschungsarbeiten Heft 166—169.)

Von Dr.-Ing. Heinrich Wohlers, z. Zt. im Felde¹⁾.

Gegen Ende des vorigen Jahrhunderts beschäftigten sich besonders die deutschen Forscher der technischen Wissenschaften mit der Aufstellung von Spannungsgesetzen, die das verschiedene elastische Verhalten der Baustoffe bei Druck- und Zugbeanspruchung zum Ausdruck bringen. Die vielen Versuche fanden einen gewissen Abschluß darin, daß namentlich das von Bach und Schüle 1897 aufgestellte Spannungsgesetz in der Form des Potenzgesetzes $\epsilon = \alpha \cdot \sigma^m$ als allgemein für alle Baustoffe gültig anerkannt wurde, umsomehr, da es für die Konstante $m = 1$ das lineare Spannungsgesetz wiedergibt.

Professor R. Mehmcke, Stuttgart, betonte in seiner Abhandlung: „Zum Gesetz der elastischen Dehnungen“, die 1897 im Schlußheft der Zeitschrift für Mathematik und Physik erschien, daß die Grundlage der Elastizitätstheorie; das Hookesche Gesetz, infolge seiner Nichtgültigkeit für gewisse Baustoffe, z. B. Gußeisen und Beton, erschütterter wäre und untersuchte die Genauigkeit der aufgestellten Spannungsgesetze auf Grund der Bachschen Versuchsergebnisse für die gebräuchlichen Baustoffe. Unter anderem kam er zu dem Schluß,

daß der mittlere Fehler für Druckbeanspruchung des Gußeisens beim Potenzgesetz am kleinsten war, dagegen beim Beton die Potenzformel im Nachteil zum parabolischen Spannungsgesetz blieb.

Eine Reihe von wissenschaftlichen Abhandlungen erschienen dann in den führenden technischen Zeitschriften in den Jahren 1897 und 98, die rechnerisch nachzuweisen suchten; daß die unter Anwendung der Navierschen Biegungsformel gefundene Zuganstrengung des Betons um ein vielfaches, etwa um das Doppelte, zu groß war, als sie sich nach den Zugversuchen und der Berechnung bei Anwendung des Potenzgesetzes ergab. (Siehe L. Geusen, Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1898, S. 463). Zu ähnlichem Ergebnis kam später auch Mörsch in seinem Werk „Der Eisenbetonbau“. Zu erwähnen ist auch der Aufsatz: Über die Berechnung von Monierplatten von Prof. v. Thullie in der Zeitschrift des Österreichischen Architekten- und Ingenieur-Vereins, Jahrgang 97, in welchem die Veränderlichkeit des Elastizitätskoeffizienten mit der Größe σ bei der Berechnung durch Festlegung einer den Versuchen entsprechenden Konstanten zwischen zwei Spannungswerten vorgeschlagen wurde. Das Ziel, unter Beobachtung der Gültigkeit des Potenzgesetzes analytisch oder graphisch die Spannungen der auf reiner und auf Biegung mit achsialem Druck beanspruchten Betonkörper zu berechnen, war infolge der mathematischen Schwierigkeiten schwer zu erreichen. Dipl.-Ing. Petermann unterzog sich in seiner Doktorarbeit, die 1914 von der Technischen Hochschule in Berlin genehmigt wurde, der Aufgabe, unter Zugrundelegung des Potenzgesetzes die verwickelten Beziehungen zwischen Randspannungen und Moment-, bzw. Randspannungen und exzentrisch angreifender Normalkraft auf einfache Nähe-

1) Verzeichnis der verwendeten Werke.

1. Versuche mit bewehrten und unbewehrten Betonkörpern, die durch zentrischen und exzentrischen Druck belastet wurden. Von C. Bach und O. Graf. Heft 166—169 Forschungsarbeiten, herausgegeben vom Verein deutscher Ingenieure.
2. Handbuch für Eisenbetonbau, Band I, herausgegeben von Dr.-Ing. v. Emperger.
3. Elastizität und Festigkeit. Von Baudirektor Prof. Dr.-Ing. C. Bach.
4. Der Eisenbetonbau. Seine Theorie und Anwendung. Von Prof. Dr.-Ing. Mörsch.
5. Neue Versuche mit ringbewehrten Eisenbetonsäulen. Von Dr.-Ing. Kleinogel.
6. In der Abhandlung angeführte Aufsätze technischer Zeitschriften.

rungsformel zu bringen. Eine brauchbare Lösung erzielte er für die Beurteilung der Spannungsverhältnisse für Körper aus bewehrtem und unbewehrtem Beton nicht.

Die nachfolgende Arbeit soll dem Zwecke dienen, die umfangreichen Versuche, die im Auftrage des Eisenbetonausschusses der Jubiläumstiftung der Deutschen Industrie von der Materialprüfungsanstalt an der Kgl. Techn. Hochschule in Stuttgart 1914 ausgeführt wurden, als Grundlage zu benutzen, um über den Sicherheitsgrad von bewehrten und unbewehrten Betonkörpern, die auf zentrischen und exzentrischen Druck beansprucht wurden, ein klares Bild zu gewinnen. Die besondere Eignung dieser Versuche als Unterlage für solche Feststellungen rechtfertigt sich durch die zutreffende Voraussetzung, daß die Bürgschaft besteht, daß alle vorher gemachten Erfahrungen im Versuchswesen des bewehrten und unbewehrten Betons bei diesen Versuchen zur vollen Geltung gekommen sind. Hervorzuheben ist auch, daß die Ablesungen der gesamten und federnden Dehnungen, an einer 100 cm langen Meßstrecke bei 2,50 m hohen Versuchskörpern vorgenommen, alle Nebenerscheinungen wie Formänderungen durch die Querkraft und Gleiten der Eiseneinlagen durch Überwindung der Haftfestigkeit durch die zweckmäßige Versuchsanordnung ausgeschaltet und endlich ein in der Bauindustrie für Beton und Eisenbeton gebräuchliches Mischungsverhältnis

- 1 Raumteil Portlandzement,
- 2 Raumteile Rheinsand und
- 3 Raumteile Rheinkies

gewählt wurden.

I.

Allgemeines über das Spannungsgesetz.

Stoffe von durchaus gleichmäßiger Beschaffenheit (homogenes Material) wie Schmiedeeisen, Stahl usw. folgen innerhalb der Proportionalitätsgrenze einem Spannungsgesetz für Zug und Druck. Die Spannungen und Dehnungen sind innerhalb bestimmter Grenzen verhältnismäßig, also

$$\epsilon = \pm a \cdot \sigma = \frac{\sigma}{E}$$

ϵ bezeichnet die Dehnung, σ die Spannung, a die Dehnungsziffer und $E = \frac{1}{a}$ die Elastizitätszahl.

Körper von ungleichmäßigem Gefüge sind für Zug und Druck verschiedenen Spannungsgesetzen unterworfen; die Dehnung ϵ ist eine Funktion der Spannung

$$\begin{aligned} \epsilon_z &= f(\sigma_z) \text{ für Zug- und} \\ \epsilon_d &= f(\sigma_d) \text{ für Druckbeanspruchung.} \end{aligned}$$

Die Biegezugfestigkeit eines Stoffes ist durch

das Zusammenwirken seiner Zug- und Druckfestigkeit bedingt

bleiben nun bei einem auf Biegung beanspruchten Körper von symmetrischem Querschnitt nach eingetretener Formveränderung die Querschnitte nicht eben, dann ist die Dehnung des Körperelementes d_k auch abhängig von dem Abstände y der Nulllinie. Die Dehnung ist also eine Funktion der Spannung und des Nulllinienabstandes:

$$\epsilon = f(y, \sigma).$$

Entsprechend den zugrunde gelegten Versuchsergebnissen von Bach und Graf wird bei der folgenden Betrachtung die **Voraussetzung** gemacht, daß die Querschnitte der auf Biegung beanspruchten Körper nach eingetretener Formänderung eben bleiben²⁾.

Bei homogenen Körpern von symmetrischem Querschnitt, d. h. bei solchen mit gleichem Spannungsgesetz $\epsilon = a \cdot \sigma$ für Zug und Druck, hat, wenn Körper auf Biegung beansprucht werden, jedes kleinste Teilchen zweier unendlich benachbarter Querschnitte beiderseits der Spannungsnulllinie die gleiche Dehnungsziffer, ist also gleichwertig bezüglich der Spannungsaufnahmefähigkeit.

Bei reiner Biegung (Fig. 1 a) ergibt sich aus der Gleichgewichtsbedingung

$$\int_{-y_2}^{+y_1} \sigma \cdot dF = \frac{\sigma_1}{y_1} \int_{-y_2}^{y_1} y \cdot dF = 0,$$

daß das statische Moment auf die Spannungsnulllinie = 0 wird. Die Nulllinie geht also durch den Schwerpunkt des Querschnittes.

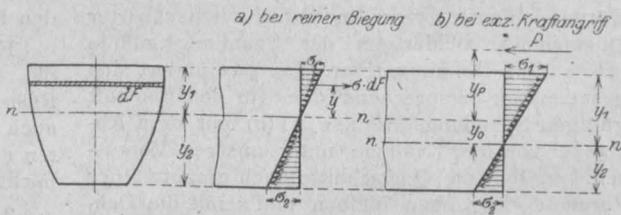


Fig. 1.

Bei exzentrischem Kraftangriff (Fig. 1 b) folgt aus den Gleichgewichtsbedingungen

²⁾ Daß nach der Fußnote auf S. 28 der vorliegenden Forschungsarbeiten diese Voraussetzung für Beton, der sich ganz ähnlich wie Gußeisen verhält, ausreichend zutrifft, ist seit den über ein Vierteljahrhundert zurückliegenden Versuchen von Bach mit Gußeisen, an die sich Mitte der neunziger Jahre des vorigen Jahrhunderts die Elastizitätsversuche mit Beton anschlossen, bekannt. Wenn die Lage der Nulllinie unter der gemachten Voraussetzung bestimmt wird, so geschieht dies der Einfachheit wegen und mit Rücksicht darauf, daß die bisher für Körper mit rechteckigem Querschnitt tatsächlich festgestellten Abweichungen nicht bedeutend sind (vergl. auch O. Graf im Handbuch für Eisenbeton, 2. Aufl., Bd. I S. 404 u. f.).

$$P = \int_{y_2}^{y_1} \sigma \cdot dF = \frac{\sigma_1}{y_1} \int_{y_2}^{y_1} y \cdot dF = \frac{\sigma_1}{y_1} \cdot S_n,$$

$$(y_p + y_0)P = \int_{y_2}^{y_1} \sigma \cdot dF \cdot y = \frac{\sigma_1}{y_1} \int_{y_2}^{y_1} y^2 \cdot dF = \frac{\sigma_1}{y_1} \cdot J_n.$$

$$y_p + y_0 = \frac{J_n}{S_n} = \frac{\text{Trägheitsmom. bez. a. d. Nulllin.}}{\text{Stat. Moment bez. a. d. Nulllin.}} \quad (1)$$

für $J_n = J_0 + F \cdot y_0^2$ und $S_n = F \cdot y_0$

$$y_0 = \frac{J_0}{F \cdot y_p} \dots \dots \dots (1a)$$

Gl. (1) ist, wie später gezeigt wird, die allgemeine Formel zur Bestimmung des Nulllinienabstandes bei exzentrischem Kraftangriff. Gl. (1a) läßt erkennen, daß die Verschiebung der Nulllinienlage lediglich durch die Größe des Abstandes der angreifenden Kraft vom Schwerpunkt bedingt wird, wenn das Hook'sche Spannungsgesetz gilt.

Körper von ungleichmäßigem Gefüge (Beton, Holz, Stein usw.) folgen einem für Zug und Druck verschiedenem Spannungsgesetz. Betrachtet man auf gleiche Weise einen solchen auf Biegung beanspruchten Körper, so hat jedes

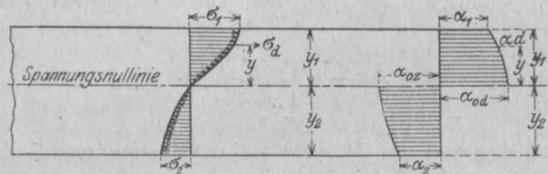


Fig. 2.

Körperelement zweier unendlich benachbarter Querschnitte beiderseits der Spannungsnulllinie eine andere Dehnungsziffer. Letztere ändert sich gesetzmäßig entsprechend dem für den Baustoff gültigen Spannungsgesetz $\epsilon = f(\sigma)$ mit dem Abstände von der Nulllinie unter unserer Voraussetzung, daß die Querschnitte nach eingetretener Formänderung eben bleiben und somit die Dehnungen verhältnismäßig den Nulllinienabständen sind.

Die Spannungsnulllinie geht nicht mehr durch den Schwerpunkt bei einem auf reiner Biegung beanspruchten Körper symmetrischen Querschnitts, auch wird sie nicht mehr beim exzentrischen Kraftangriff durch die Exzentrizität allein in ihrer Lage bestimmt; sondern die Spannungsnulllinie wird je nach dem für den Körper gültigen Spannungsgesetz eine Verrückung erfahren, auf die vor allem auch die Größe der auftretenden Randspannungen und die im ursächlichen Zu-

sammenhang damit stehende Größe der äußeren Kraftwirkungen von maßgebendem Einfluß sind.

Figur 2 veranschaulicht z. B. die Verteilung der im Querschnitte auftretenden Spannungen eines solchen auf Biegung beanspruchten Körpers. Bezeichnet man mit α die im Abstände y zutreffende Dehnungsziffer, dann sind die Randspannungen

$$\sigma_2 = \frac{\epsilon_2}{\alpha_2} \quad \text{und} \quad \sigma_1 = \frac{\epsilon_1}{\alpha_1}.$$

Die der Nulllinie unendlich nahen Körperteilen haben die unendlich kleinen Spannungen $d\sigma$ und werden im allgemeinen die endlichen Dehnungsziffern α_{0d} und α_{0z} besitzen. Es findet somit das allgemeine Spannungsgesetz seinen Ausdruck durch eine bestimmte, gesetzmäßige Änderung der Dehnungszahl α zwischen der Nulllinie und den Randfasern, deren Werte zwischen α_{0z} und α_2 bzw. α_{0d} und α_1 liegen. Führt man die Dehnungszahlen der Randfasern mit $\alpha_{1,2}$ als

Einheit ein, dann gibt $\frac{\alpha}{\alpha_{1,2}}$ das Maß an, um welches die Dehnungsziffer sich gesetzmäßig ändert. Sobald also das Gesetz für die Änderung der Dehnungsziffer und die Randspannungen bekannt sind, liegt die Spannungsverteilung über dem Querschnitt unter Berücksichtigung der äußeren Kräftewirkungen ohne weiteres fest³⁾.

1. Beim Hookschen Spannungsgesetz $\sigma = \frac{\epsilon}{\alpha}$,

das innerhalb der Proportionalitätsgrenze für homogene Körper gilt, ist die Dehnungsziffer $\frac{d\epsilon}{d\sigma} = \alpha$ konstant; die Spannungen eines solchen auf Biegung beanspruchten Körpers nehmen mit den Nulllinienabständen gradlinig zu.

Für die Körper mit ungleichartigem Gefüge, die keine Elastizitätsgrenze besitzen, ist eine Reihe von Spannungsgesetzen mit 2 und mehreren, auch für Zug und Druck verschiedenen Konstanten aufgestellt worden, deren Dehnungsziffer sich mit der Spannung gesetzmäßig ändert⁴⁾.

2. Nach C. Bach und W. Schüle gilt in guter Übereinstimmung mit den Versuchsergebnissen für die meisten Baustoffe das Potenzgesetz:

$$\epsilon = \alpha_0 \cdot \sigma^m.$$

Die beiden Konstanten α und m haben auch für Zug und Druck andere Werte. Die Dehnungszahl α_0 bei der Spannung σ ergibt sich aus dem Gesetz der elastischen Dehnungen

³⁾ Siehe auch Fr. Engesser, Zeitschr. des Vereins Deutscher Ingenieure, Jahrgang 1898, S. 903 und 927.

⁴⁾ Siehe R. Mehmke-Stuttgart: „Zum Gesetz der elastischen Dehnungen“ im Schlußheft der Zeitschrift für Mathematik und Physik. Jahrgang 1897.

$$\epsilon = \alpha_0 \cdot \sigma^m = \int_0^{\sigma} \alpha_0 \cdot d\sigma$$

zu
$$\frac{d\epsilon}{d\sigma} = \alpha_{\sigma} = m \cdot \alpha_0 \cdot \sigma^{m-1}.$$

Im Querschnitt würde für die der Nulllinie unendlich nahen Fasern, also für den spannungslosen Zustand, die Dehnungsziffer $\alpha_{\sigma} = 0$ bzw. $E_{\sigma} = \frac{1}{\alpha_{\sigma}} = \infty$ sein, ein Wert, welcher der Wahrscheinlichkeit widerspricht.

3. Aus dem bereits 1849 von Hodgkinson aufgestellten parabolischen Spannungsgesetz

$$\sigma = a \cdot \epsilon - b \cdot \epsilon^2$$

mit den beiden Konstanten a und b folgt die Beziehung

$$\frac{d\epsilon}{d\sigma} = \alpha_{\sigma} = \frac{1}{a \left(1 - \frac{2b}{a} \cdot \epsilon\right)}$$

oder, wenn statt $\frac{1}{\alpha_{\sigma}}$ der Elastizitätsmodul E_{σ} bei der Spannung σ und $a = E_0$ derjenige für den spannungslosen Zustand $\sigma = 0$ und $\frac{2b}{a} = \alpha$ eingeführt wird,

$$\frac{d\sigma}{d\epsilon} = E_{\sigma} = E_0 (1 - \alpha \cdot \epsilon).$$

Es nimmt also der Elastizitätsmodul gradlinig mit den Dehnungen ab; für $\sigma = 0$ wird E ein Größtwert und für σ_{\max} im Augenblicke des Bruches erreicht der Elastizitätsmodul seinen Kleinstwert.

4. Das kubisch-parabolische Spannungsgesetz

$$\sigma = \alpha \cdot \epsilon + \beta \cdot \epsilon^2 + \gamma \cdot \epsilon^3$$

(Cox 1850) hat 3 Konstanten α , β und γ

$$\frac{d\sigma}{d\epsilon} = E_{\sigma} = E_0 (1 - a \cdot \epsilon - b \cdot \epsilon^2).$$

Der Elastizitätsmodul nimmt mit den Dehnungen parabolisch bis zu seinem Kleinstwerte ab.

5. Hodgkinson stellte 1849 das biquadratisch-parabolische Spannungsgesetz mit 4 Konstanten

$$\gamma = E \cdot \epsilon (1 - a \cdot \epsilon - b \cdot \epsilon^2 - c \cdot \epsilon^3 - d \cdot \epsilon^4)$$

auf.

$$E_{\sigma} = \frac{d\sigma}{d\epsilon} = E \cdot (1 - \alpha \cdot \epsilon - \beta \cdot \epsilon^2 - \gamma \cdot \epsilon^3).$$

Der Elastizitätsmodul nimmt mit den Dehnungen kubisch-parabolisch ab.

6. Von Cox wurde 1850 durch Versuche das hyperbolische Spannungsgesetz

$$\epsilon = \frac{\sigma}{a - b \cdot \sigma}$$

gefunden, welches später Professor Lang unter Berücksichtigung von Temperatureinwirkung erweiterte. Danach ist

$$\frac{d\sigma}{d\epsilon} = E_{\sigma} = \frac{a - b \cdot \sigma}{1 + b \cdot \epsilon};$$

für den spannungslosen Zustand wird der Elastizitätsmodul $E_0 = a$, welcher mit wachsenden Spannungen schneller abnimmt, als beim parabolischen Spannungsgesetz.

II. Das für die Versuchskörper gültige Spannungsgesetz.

Um die Elastizität des für die Versuchskörper verwendeten Betons (in dem für die Herstellung der Betonbauten üblichen Mischungsverhältnis) 1 Teil Zement:2 Teile Rheinsand und 3 Teile Rheinkies, festzustellen, wurden Betonprismen von 20×20 cm Querschnitt unter verschiedenen Belastungen zentrisch auf Druck und Zug beansprucht, und die eingetretenen Dehnungen, die Zusammendrückungen an einer 50 cm langen und die Verlängerungen an einer 45 cm betragenden Meßstrecke, als gesamte, bleibende und federnde ermittelt.

Die Versuchsergebnisse über das elastische Verhalten der Betonprismen bei den verschiedenen Belastungsstufen und ihre Druckfestigkeiten und Zugfestigkeiten sind für 7 bzw. 8 solche Körper einzeln und als Mittelwerte in Zusammenstellung 22 und 23 niedergelegt worden. Wichtig ist die strenge Unterscheidung zwischen der gesamten, federnden und bleibenden Dehnung für die Beurteilung der Elastizität des Betons. Einen möglichst einwandfreien Maßstab für das elastische Verhalten des Betons geben nur die federnden Zusammendrückungen und Verlängerungen, da nur sie als Formänderungen durch das Zurückgehen in den spannungslosen Zustand allein ausgelöst werden. Die wechselseitigen Beziehungen, die zwischen den federnden Dehnungen und den Spannungen bestehen, sind in mathematische Formen gebracht und, wie weiter oben angegeben ist, in bestimmte, auf Versuchsergebnisse gegründete Spannungsgesetze gekleidet worden.

Alle bisher auf Grund umfangreicher Versuche aufgestellten Spannungsgesetze sind eine Funktion (F) zwischen den beiden unabhängigen Veränderlichen, der Spannung σ und der Dehnung ϵ , und einer bzw. mehreren Unveränderlichen $\alpha, \beta, \gamma, \dots$, die als Konstanten bezeichnet werden. Durch Beobachtungen von gleichem Gewicht werden durch Versuche eine große Reihe von Werten für F ermittelt, die denen von σ und ϵ entsprechen, so daß die unbekanntenen Konstanten mittels der Ausgleichsrechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate zu berechnen sind.

Werden mit F die bekannte Funktion benannt, mit x, y, z ... die unabhängig Veränderlichen und

mit a, b, c ... die Unveränderlichen, so ergeben sich die wahrscheinlichsten Größen der Konstanten aus den Gleichungen unter der Voraussetzung gleichen Gewichts aller gemachten Beobachtungen:

$$\begin{aligned} [F \cdot x] &= a[x^2] + b[x \cdot y] + c[x \cdot z] + \dots, \\ [F \cdot y] &= a[y \cdot x] + b[x^2] + c[y \cdot z] + \dots, \\ [F \cdot z] &= a[z \cdot x] + b[z \cdot y] + c[z^2] + \dots \end{aligned}$$

Von den genannten Spannungsgesetzen sollen das lineare, Potenz-, parabolische und hyperbolische Spannungsgesetz auf ihre Gültigkeit für den für die Versuche verwendeten Beton als Baustoff untersucht werden. Nach den oben stehenden Gleichungen erhalten die Konstanten folgende Werte als die wahrscheinlichsten:

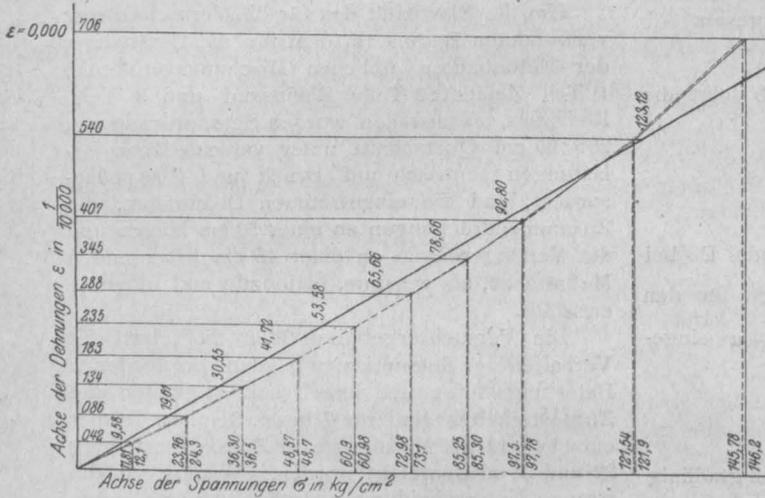


Fig. 3.

1. Aus den Versuchsergebnissen der Zusammenstellung 22 und 23 ermittelte Spannungsgesetze für die Druck- und Zugelastizität der Betonprismen.

Für die Berechnung der Konstanten und die Aufstellung der für diesen Beton vorgeschlagenen Spannungsgesetze für Druck und Zug kommen die aus 7 bzw. 8 Einzelversuchsgruppen errechneten Mittelwerte der Zusammenstellung 22 und 23 in Betracht: den Spannungen entsprechen die Belastungen und den Dehnungen die federnden Zusammendrückungen bzw. Verlängerungen.

Die vier gewählten Spannungsgesetze nehmen die Form an:

$$\begin{aligned} 1. \text{ für Druck } \epsilon_d &= \frac{\sigma_d}{228\,000}, \\ \text{für Zug } \epsilon_z &= \frac{\sigma_z}{281\,000}, \\ 2. \epsilon_d &= \frac{1}{414\,000} \cdot \sigma_d^{1,12}, \\ \epsilon_z &= \frac{1}{324\,000} \cdot \sigma_z^{1,06}. \end{aligned}$$

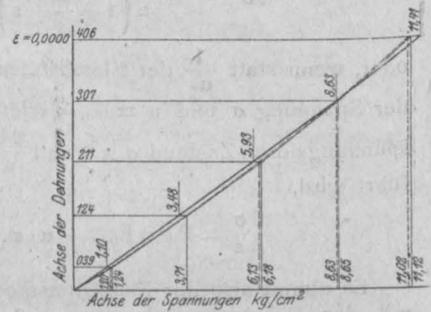


Fig. 4.

1. für das Hooksche Spannungsgesetz:

$$\epsilon = \frac{\sigma}{E}; \quad E = \frac{[\sigma \cdot \epsilon]}{[\epsilon^2]}$$

2. Potenzgesetz:

$$\begin{aligned} \epsilon &= \alpha \cdot \sigma^n, \\ n &= \text{Anzahl der Beobachtungen,} \\ m &= \frac{n \cdot [\log \epsilon \cdot \log \sigma] - [\log \epsilon] \cdot [\log \sigma]}{n \cdot [\log^2 \sigma] - [\log \sigma]^2}, \\ \log \sigma &= \frac{[\log^2 \sigma] \cdot [\log \epsilon] - [\log \sigma] \cdot [\log \sigma \cdot \log \epsilon]}{n \cdot [\log^2 \sigma] - [\log \sigma]^2} \end{aligned}$$

3. Parabolisches Spannungsgesetz:

$$\begin{aligned} \sigma &= E \cdot \epsilon (1 - a \cdot \epsilon), \\ E &= \frac{[\sigma^2] \cdot [\epsilon^3] - [\epsilon \cdot \sigma] \cdot [\sigma \cdot \epsilon^2]}{[\sigma \cdot \epsilon] \cdot [\epsilon^3] - [\epsilon^2] \cdot [\sigma \cdot \epsilon^2]}, \\ a &= \frac{[\sigma^2] \cdot [\epsilon^2] - [\epsilon \cdot \sigma]^2}{[\sigma^2] \cdot [\epsilon^3] - [\sigma \cdot \epsilon] \cdot [\sigma \cdot \epsilon^2]} \end{aligned}$$

4. Hyperbolisches Spannungsgesetz:

$$\begin{aligned} \epsilon &= \frac{\sigma}{a - b \cdot \sigma}, \\ a &= \frac{[\sigma^2] \cdot [\epsilon^2 \cdot \sigma] - [\epsilon \cdot \sigma^2] \cdot [\sigma \cdot \epsilon]}{[\sigma \cdot \epsilon] \cdot [\epsilon^2 \cdot \sigma] - [\epsilon \cdot \sigma^2] \cdot [\epsilon^2]}, \\ b &= \frac{[\sigma^2] \cdot [\epsilon^2] - [\sigma \cdot \epsilon]^2}{[\epsilon^2 \cdot \sigma] \cdot [\sigma \cdot \epsilon] - [\epsilon \cdot \sigma^2] \cdot [\epsilon^2]} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3. \sigma_d &= 286\,000 \cdot \epsilon_d \cdot (1 - 394 \cdot \epsilon_d), \\ \sigma_z &= 311\,000 \cdot \epsilon_z \cdot (1 - 3130 \cdot \epsilon_z). \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4. \epsilon_d &= \frac{\sigma_d}{275\,000 - 412 \cdot \sigma_d}, \\ \epsilon_z &= \frac{\sigma_z}{316\,000 - 3\,800 \cdot \sigma_z} \end{aligned}$$

Werden in diese Gleichungen die Dehnungswerte eingeführt und die Spannungen berechnet, dann ergeben sich Vergleichsgrößen zwischen den mit den verschiedenen Gesetzen ausgemittelten und den wahren Spannungen. Ihre durchschnittlichen Abweichungen vom wahren Werte lassen klar die Zusammenstellung (Tabelle 1) und die Abweichung nach dem parabolischen Spannungsgesetz insbesondere die graphische Darstellung Fig. 3 und 4 erkennen.

Das Hooksche Gesetz befriedigt wenig (Spalte 1); die Abweichungen der Potenzgesetze (Spalte 2) bei den höheren Spannungen sind so erheblich, daß auch deren Gültigkeit für diesen Beton nicht als zutreffend mehr zu bezeichnen ist. Besser schneidet das hyperbolische Spannungs-

gesetzt ab (Spalte 3). Auffallend gut stimmen die Rechnungsergebnisse nach den parabolischen Spannungsgesetzen (Spalte 4) mit den wahren Spannungswerten überein, so daß ihre durchschnittlichen Abweichungen, namentlich auch bei den höheren Belastungsstufen, praktisch ohne jede Bedeutung sind (siehe Fig. 3).

also selbst bei der hohen Druckbeanspruchung von 146,2 kg/cm² und Zugbeanspruchung von 11,12 kg/cm² dem parabolischen Spannungsgesetz ohne merklichen zahlenmäßigen Unterschied so sicher, daß wohl anzunehmen ist, daß die Gültigkeit dieses Gesetzes bis zu der Druck- und Zugfestigkeit bestehen bleibt. Daß diese Annahme zutrifft, wird weiter unten festgestellt.

Der für die Versuche verwendete Beton folgt

Tabelle 1.

Abweichungen der nach den linearen, Bach-Schüleschen, parabolischen und hyperbolischen Spannungsgesetzen ermittelten Spannungsgrößen von den wahren Werten nach den Versuchen zur

Ermittlung der

Druckelastizität der Betonprismen (Zusammenstellung 22).

	Versuchswerte		$\epsilon_d = \frac{\sigma_d}{228\,000}$		$\epsilon_d = \frac{1}{414\,000} \cdot \sigma_d^{1,12}$			$\epsilon_d = \frac{\sigma_d}{275\,000 - 412\sigma_d}$			$\sigma_d = 286\,000 \cdot \epsilon_d$ (1 - 394 · ε _d)			
	σ_d	ϵ_d	σ_d	Abweichung + -	σ_d	Abweichung + -		σ_d	Abweichung + -		σ_d	Abweichung + -		
1	12,1	0,000 042	9,58	2,52	12,80	0,70		11,35	0,75	11,81		0,29		
2	24,3	0,000 086	19,61	4,69	24,30			22,84	1,46	23,76		0,54		
3	36,5	0,000 134	30,55	5,95	36,06	0,44		34,92	1,58	36,30		0,20		
4	48,7	0,000 183	41,72	6,98	47,60	1,10		46,80	1,90	48,57		0,13		
5	60,9	0,000 235	53,58	7,32	59,56	1,34		58,92	1,98	60,98	0,08			
6	73,1	0,000 288	65,66	7,44	71,37	1,73		70,81	2,29	72,98		0,12		
7	85,3	0,000 345	78,66	6,64	83,95	1,35		83,08	2,22	85,25		0,05		
8	97,5	0,000 407	92,80	4,70	97,35	0,15		95,86	1,64	97,78	0,28			
9	121,9	0,000 540	123,12	1,22	125,10	3,20		121,47	0,43	121,54		0,36		
10	146,2	0,000 706	160,97	14,77	159,12	12,92		150,44	4,24	145,78		0,42		
Σ der Abweichungen : durchschnittliche Abweichungen				15,99	46,24		16,82	6,09		4,24	14,25		0,36	2,11
					8,00	5,78		5,61	1,02		4,24	1,58		0,18

Zugelastizität der Betonprismen (Zusammenstellung 23)

	Versuchswerte		$\epsilon_z = \frac{\sigma_z}{281\,000}$		$\epsilon_z = \frac{1}{324\,000} \cdot \sigma_z^{1,06}$			$\epsilon_z = \frac{\sigma_z}{316\,000 - 3800 \cdot \sigma_z}$			$\sigma_z = 311\,000 \cdot \epsilon_z$ (1 - 3130 ε _z)		
	σ_z	ϵ_z	σ_z	Abweichung + -	σ_z	Abweichung + -		σ_z	Abweichung + -		σ_z	Abweichung + -	
1	1,24	0,0000 039	1,10	0,14	1,25	0,01		1,21		0,03	1,20		0,04
2	3,71	0,0000 124	3,48	0,23	3,71			3,74	0,03		3,71		
3	6,18	0,0000 211	5,93	0,25	6,13		0,05	6,16		0,01	6,13		0,05
4	8,65	0,0000 307	8,63	0,02	8,73	0,08		8,69	0,04		8,63		0,02
5	11,12	0,0000 406	11,41	0,29	11,38	0,26		11,12			11,02		0,10
Σ der Abweichungen : durchschnittliche Abweichungen				0,64		0,35	0,05		0,07	0,04		0	0,21
					0,16		0,12	0,03		0,02	0,02		0

Die allgemeine Betrachtung dieses Spannungsgesetzes (Spalte 4)

$$\sigma = E \cdot \varepsilon \cdot (1 - a \cdot \varepsilon)$$

zeigt, daß die Spannungen nicht verhältnismäßig, sondern parabolisch mit den Dehnungen zunehmen. Wird die Konstante $a = 0$, dann geht die Gleichung in die lineare Form, das Spannungsgesetz in das Hooksche Gesetz über.

Der Elastizitätsmodul E_σ

$$\frac{d\sigma}{d\varepsilon} = E_\sigma = E_0 (1 - 2a \cdot \varepsilon)$$

ändert sich verhältnismäßig mit dem Nulllinienabstande unter der zugrunde gelegten Voraussetzung, daß die Querschnitte nach eingetretener Formänderung eben bleiben (siehe Fußnote 2), Seite 85)

Für den **Beton der Versuchskörper** gilt das Elastizitätsmodulgesetz (siehe S. 87):
für Druck:

$$E_{\sigma_d} = 286\,000 \cdot (1 - 788 \varepsilon)$$

und für Zug:

$$E_{\sigma_z} = 311\,000 (1 - 6260 \varepsilon).$$

Im spannungslosen Zustand hat der Elastizitätsmodul seinen Größtwert und erreicht seinen Kleinstwert im Augenblick des Bruches. Da eine Elastizitätsgrenze bisher beim Beton nicht beobachtet wurde, so ist mit der Gültigkeit dieses Spannungsgesetzes bis zum Bruche vorläufig zu rechnen. Einfach in seiner Form und bequem in seiner Anwendung, wie später dargelegt wird, hat dieses Gesetz mit der vorzüglichen Übereinstimmung mit den Versuchsergebnissen den Vorzug vor den übrigen, daß es nächst dem Hookschen Spannungsgesetz

in die bequemste mathematische Form zu kleiden ist; der Elastizitätsmodul bleibt nicht mehr konstant, sondern ändert sich geradlinig mit den Nulllinienabständen, d. h. das Elastizitätsmodulgesetz ist linear.

Die Spannungen werden am größten für

$$\frac{d\sigma}{d\varepsilon} = E_\sigma = E_0 (1 - 2a \varepsilon) = 0.$$

Es liegt demnach die Vermutung nahe, daß der Bruch bei einem belasteten Betonkörper in dem Augenblick erfolgt, wo die Spannungen ihren Größtwert erreichen, also $E_\sigma = 0$ für

$$\varepsilon_{\max} = \frac{1}{2a}$$

wird.

Das ermittelte Spannungsgesetz liefert die Werte:

bei Druckbeanspruchung:

$$\varepsilon_d = \frac{1}{2a_d} = 0,00127,$$

$$\sigma_{d_{\max}} = 181,5 \text{ kg/cm}^2,$$

bei Zug:

$$\varepsilon_z = \frac{1}{2a_z} = 0,000131,$$

$$\sigma_{z_{\max}} = 24,9 \text{ kg/cm}^2.$$

Diese Ergebnisse befriedigen augenscheinlich nicht, da die Versuche eine höhere Druckfestigkeit im Mittel von 210 kg/cm^2 und eine niedrigere Zugfestigkeit von $18,6 - 1,2 = 17,4 \text{ kg/cm}^2$ im Durchschnitt erzielten. Hier liegt ein Widerspruch, der durch die folgenden Darlegungen aufgeklärt werden soll.

(Fortsetzung folgt.)

BEITRAG ZUR BESTIMMUNG EXZENTRISCH BELASTETER EISENBETONQUERSCHNITTE.

Von H. Paelow, Ingenieur bei Kell & Löser, Hamburg.

(Fortsetzung und Schluß von S. 65.)

In dem folgenden Kapitel soll noch eine für die Untersuchung des Rahmenquerriegels, wenn derselbe ein Plattenbalken ist, vorteilhafte Methode vorgeführt werden.

Bei der Berechnung des Plattenbalkens ist in der Praxis die Näherung üblich, daß für den Abstand der inneren Kräfte der Wert $h - \frac{d}{2}$ eingesetzt wird. Da hierdurch die ganze Rechnung ohne erheblichen Fehler bedeutend abgekürzt wird, soll auch in dem folgenden Verfahren diese Annahme gemacht werden. Die Ableitung der Formeln ist allgemein verständlich, sodaß sie hier ganz kurz vorgeführt werden kann.

Bekanntlich ergeben sich die Abmessungen eines exzentrisch belasteten Querschnitts, wenn

man ihn nach dem auf die Zugeiseneinlage bezogenen Moment M_0 dimensioniert und die Zugbewehrung um den Betrag $\frac{N}{\sigma_e}$ vermindert.

M_0 wird nach Fig. 5

$$M_0 = M + N s_e \dots \dots \dots (10)$$

worin s_e den Abstand des Schwerpunktes des statisch wirksamen Teils von den Eisen f_e bedeutet. Als statisch wirksamer Teil ist hier, wie üblich, die Platte und die Zugbewehrung angesehen und der Teil im Steg vernachlässigt. Daher wird

$$s_e = \frac{b d \left(h - \frac{d}{2} \right)}{b d + n f_e}$$

Der Abstand des Druckmittelpunktes vom Zug-

mittelpunkt sei, wie oben erwähnt, zu $h - \frac{d}{2}$ angenommen.

Aus Gleichung 10 folgt nach Division mit $h - \frac{d}{2}$

$$D = Z \left. \begin{aligned} &= \frac{M_0}{h - \frac{d}{2}} = \frac{M}{h - \frac{d}{2}} + \frac{N}{h - \frac{d}{2}} \frac{b d \left(h - \frac{d}{2} \right)}{b d + n f_e} \\ &= \frac{M}{h - \frac{d}{2}} + N \frac{b d}{b d + n f_e} \end{aligned} \right\} (11)$$

Subtrahiert man N und dividiert durch σ_e , so ergibt sich

$$f_e = \frac{Z}{\sigma_e} = \frac{M}{\sigma_e \left(h - \frac{d}{2} \right)} + \frac{N}{\sigma_e} \frac{b d}{b d + n f_e} - \frac{N}{\sigma_e}$$

Da $M = N e$, so vereinfacht sich diese Gleichung, wenn man noch $h - \frac{d}{2} = z$ setzt, zu

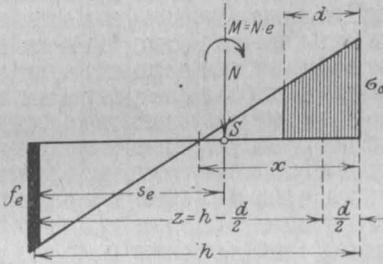


Fig. 5.

$$f_e = N \left(\frac{e}{z} + \frac{b d}{b d + n f_e} - 1 \right) \frac{1}{\sigma_e}$$

Hieraus folgt leicht:

$$\frac{b d}{N} = \frac{\frac{e}{z} - \frac{n f_e}{b d}}{\sigma_e \frac{f_e}{b d}} = k_1 \dots (12)$$

Wie man aus Gleichung (12) sieht, kann man für die verschiedenen Verhältnisse $\frac{e}{z}$ und Bewehrungsteile der Druckfläche $\frac{f_e}{b d}$ die Werte $\frac{b d}{N}$ für ein beliebiges σ_e bestimmen und tabellarisch zusammenstellen. Das ist in Tafel II geschehen, und zwar für $\frac{e}{z} = 1,0$ bis $3,5$ und $\frac{f_e}{b d} = 0,0050$ bis $0,0225$ mit den Intervallen $0,0005$. Als Eisenspannung ist $\sigma_e = 1200 \text{ kg/cm}^2$ gewählt.

Da f_e in den Formeln (11) und (12) von der Druckspannung im Beton ganz unabhängig ist, so bleibt noch zu untersuchen, wie σ_0 jeweils festzustellen

ist, damit die Maximalbeanspruchung nicht überschritten wird.

$$\text{Aus } D = \frac{M}{z} + N \frac{1}{1 + \frac{n f_e}{b d}} \quad (\text{Gl. 11})$$

folgt nach Division mit $b d$ die mittlere Betondruckspannung

$$\sigma_m = \frac{D}{b d} = \frac{N}{b d} \left(\frac{e}{z} + \frac{1}{1 + \frac{n f_e}{b d}} \right) \dots (13)$$

Da $\frac{N}{b d} = \frac{1}{k_1}$ ist, so erhält man σ_m zu

$$\sigma_m = \frac{\frac{e}{z} + \frac{1}{1 + \frac{n f_e}{b d}}}{k_1} = k_2 \dots (14)$$

Aus Fig. 6 ist weiter leicht abzulesen:

$$x = \frac{\sigma_m h + \frac{\sigma_e d}{n}}{\frac{\sigma_e}{n} + \sigma_m} \dots (15)$$

und

$$\sigma_0 = \frac{\sigma_e x}{n h - x} \dots (16)$$

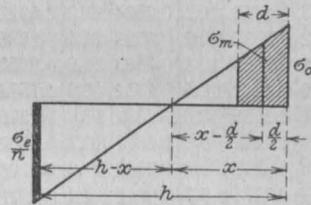


Fig. 6.

Gleichung (15) in (16) eingesetzt, ergibt nach Vereinfachung

$$\sigma_0 = \frac{\sigma_m h - \frac{\sigma_e d}{n}}{h - \frac{d}{2}} \dots (17)$$

Der Wert σ_m ist in Tafel II schon ermittelt und steht neben dem zugehörigen $\frac{b d}{N}$. Es kann nun durch eine einfache Rechnung die Maximalbeanspruchung im Beton jeweils nachgeprüft werden; meistens sieht man aber schon an dem in der Tabelle stehenden σ_m , ob die Höchstspannung erreicht wird oder nicht, und kann die Berechnung des σ_0 unterlassen.

Zu der Tafel II ist weiter zu bemerken, daß zwischen den Werten $\frac{b d}{N}$ auch interpoliert werden kann. Das betreffende $\frac{f_e}{b d}$ ist dann durch Schätzung zu bestimmen, doch sind die Intervalle so klein gewählt, daß sich ein Interpolieren meistens nicht verlohnt. Eine Erweiterung der Tabelle über $\frac{e}{z} = 3,5$ hinaus ist leicht möglich. Bei höheren

T a f e l I I,

zur Bestimmung einfach bewehrter Plattenbalken bei exzentrischem Druck. Eisenspannung $\sigma_e = 1200 \text{ kg/cm}^2$.

e z	$\frac{f_e}{bd} = 0,0050$		0,0055		0,0060		0,0065		0,0070		0,0075		0,0080		0,0085		0,0090		e z
	$\frac{bd}{N}$	σ_m	$\frac{bd}{N}$	σ_m	$\frac{bd}{N}$	σ_m	$\frac{bd}{N}$	σ_m	$\frac{bd}{N}$	σ_m	$\frac{bd}{N}$	σ_m	$\frac{bd}{N}$	σ_m	$\frac{bd}{N}$	σ_m	$\frac{bd}{N}$	σ_m	
1,00	0,1550	12,5	0,1400	13,7	0,1274	15,0	0,1168	16,4	0,1077	17,7	0,0999	19,0	0,0930	20,3	0,0870	21,7	0,0816	23,1	1,00
1,05	0,1634	12,2	0,1475	13,4	0,1343	14,6	0,1232	15,9	0,1137	17,2	0,1054	18,5	0,0982	19,8	0,0919	21,1	0,0862	22,4	1,05
1,10	0,1717	11,9	0,1551	13,1	0,1413	14,3	0,1296	15,5	0,1196	16,8	0,1110	18,0	0,1034	19,3	0,0968	20,5	0,0908	21,8	1,10
1,15	0,1800	11,6	0,1627	12,8	0,1482	14,0	0,1360	15,2	0,1256	16,4	0,1165	17,6	0,1086	18,8	0,1017	20,0	0,0955	21,3	1,15
1,20	0,1884	11,3	0,1703	12,5	0,1552	13,7	0,1424	14,8	0,1315	16,0	0,1221	17,2	0,1138	18,4	0,1066	19,6	0,1001	20,8	1,20
1,25	0,1967	11,1	0,1778	12,2	0,1621	13,4	0,1489	14,5	0,1375	15,7	0,1277	16,8	0,1190	18,0	0,1115	19,2	0,1047	20,3	1,25
1,30	0,2050	10,9	0,1854	12,0	0,1691	13,1	0,1553	14,2	0,1435	15,4	0,1332	16,5	0,1243	17,6	0,1164	18,8	0,1094	20,0	1,30
1,35	0,2134	10,7	0,1930	11,8	0,1760	12,9	0,1617	14,0	0,1494	15,1	0,1388	16,2	0,1295	17,3	0,1213	18,4	0,1140	19,6	1,35
1,40	0,2217	10,5	0,2006	11,6	0,1830	12,7	0,1681	13,8	0,1554	14,8	0,1443	15,9	0,1347	17,0	0,1262	18,1	0,1186	19,2	1,40
1,45	0,2300	10,3	0,2082	11,4	0,1899	12,5	0,1745	13,5	0,1613	14,6	0,1499	15,7	0,1399	16,7	0,1311	17,8	0,1232	18,9	1,45
1,50	0,2384	10,2	0,2157	11,2	0,1968	12,3	0,1809	13,3	0,1673	14,4	0,1554	15,4	0,1451	16,5	0,1360	17,5	0,1279	18,6	1,50
1,55	0,2467	10,1	0,2233	11,1	0,2038	12,1	0,1873	13,1	0,1732	14,2	0,1610	15,2	0,1503	16,3	0,1409	17,3	0,1325	18,4	1,55
1,60	0,2550	10,0	0,2309	11,0	0,2107	11,9	0,1937	13,0	0,1792	14,0	0,1665	15,0	0,1555	16,0	0,1458	17,1	0,1371	18,1	1,60
1,65	0,2634	9,8	0,2385	10,8	0,2177	11,8	0,2001	12,8	0,1851	13,8	0,1721	14,8	0,1607	15,8	0,1507	16,8	0,1418	17,8	1,65
1,70	0,2717	9,7	0,2460	10,7	0,2246	11,7	0,2065	12,6	0,1911	13,6	0,1777	14,6	0,1659	15,6	0,1556	16,6	0,1464	17,6	1,70
1,75	0,2800	9,6	0,2536	10,6	0,2316	11,5	0,2130	12,5	0,1970	13,5	0,1832	14,5	0,1711	15,4	0,1605	16,4	0,1510	17,4	1,75
1,80	0,2884	9,5	0,2612	10,5	0,2385	11,4	0,2194	12,4	0,2030	13,3	0,1888	14,3	0,1763	15,3	0,1654	16,2	0,1557	17,2	1,80
1,85	0,2967	9,4	0,2688	10,4	0,2455	11,3	0,2258	12,2	0,2090	13,2	0,1943	14,1	0,1815	15,1	0,1703	16,1	0,1603	17,1	1,85
1,90	0,3050	9,3	0,2763	10,3	0,2524	11,2	0,2322	12,1	0,2149	13,1	0,1999	14,0	0,1868	15,0	0,1752	15,9	0,1649	16,9	1,90
1,95	0,3134	9,2	0,2839	10,2	0,2593	11,1	0,2386	12,0	0,2208	12,9	0,2054	13,9	0,1920	14,8	0,1801	15,7	0,1695	16,7	1,95
2,00	0,3217	9,1	0,2915	10,1	0,2663	11,0	0,2450	11,9	0,2268	12,8	0,2110	13,7	0,1972	14,7	0,1850	15,6	0,1742	16,5	2,00
2,05	0,3300	9,0	0,2991	10,0	0,2732	10,9	0,2514	11,8	0,2327	12,7	0,2165	13,6	0,2024	14,5	0,1899	15,5	0,1788	16,4	2,05
2,10	0,3384	9,0	0,3066	10,0	0,2802	10,8	0,2578	11,7	0,2387	12,6	0,2221	13,5	0,2076	14,4	0,1948	15,3	0,1834	16,3	2,10
2,15	0,3467	8,9	0,3142	9,9	0,2871	10,7	0,2642	11,6	0,2446	12,5	0,2277	13,4	0,2128	14,3	0,1997	15,2	0,1881	16,1	2,15
2,20	0,3550	8,8	0,3218	9,8	0,2941	10,6	0,2706	11,5	0,2506	12,4	0,2332	13,3	0,2180	14,2	0,2046	15,1	0,1927	16,0	2,20
2,25	0,3634	8,8	0,3294	9,7	0,3010	10,5	0,2771	11,4	0,2565	12,3	0,2388	13,2	0,2232	14,1	0,2095	15,0	0,1973	15,9	2,25
2,30	0,3717	8,7	0,3369	9,6	0,3060	10,4	0,2835	11,3	0,2625	12,2	0,2443	13,1	0,2284	14,0	0,2144	14,9	0,2019	15,8	2,30
2,35	0,3800	8,7	0,3445	9,5	0,3149	10,4	0,2899	11,3	0,2685	12,1	0,2499	13,0	0,2336	13,9	0,2193	14,8	0,2066	15,7	2,35
2,40	0,3884	8,6	0,3521	9,5	0,3218	10,3	0,2963	11,2	0,2744	12,0	0,2554	12,9	0,2388	13,8	0,2242	14,7	0,2112	15,5	2,40
2,45	0,3967	8,6	0,3597	9,4	0,3288	10,3	0,3027	11,1	0,2804	12,0	0,2610	12,8	0,2440	13,7	0,2291	14,6	0,2158	15,4	2,45
2,50	0,4050	8,5	0,3672	9,3	0,3357	10,2	0,3091	11,0	0,2863	11,9	0,2665	12,7	0,2493	13,6	0,2340	14,5	0,2205	15,3	2,50
2,55	0,4134	8,5	0,3748	9,3	0,3427	10,2	0,3155	11,0	0,2923	11,8	0,2721	12,7	0,2545	13,5	0,2389	14,4	0,2251	15,2	2,55
2,60	0,4217	8,4	0,3824	9,2	0,3496	10,1	0,3219	10,9	0,2982	11,8	0,2777	12,6	0,2597	13,5	0,2438	14,3	0,2297	15,2	2,60
2,65	0,4300	8,4	0,3900	9,2	0,3566	10,1	0,3283	10,8	0,3042	11,7	0,2832	12,5	0,2649	13,4	0,2487	14,2	0,2344	15,1	2,65
2,70	0,4384	8,3	0,3975	9,1	0,3635	10,0	0,3347	10,8	0,3101	11,6	0,2888	12,5	0,2701	13,3	0,2536	14,1	0,2390	15,0	2,70
2,75	0,4467	8,3	0,4051	9,1	0,3705	10,0	0,3412	10,7	0,3161	11,6	0,2943	12,4	0,2753	13,2	0,2585	14,1	0,2431	14,9	2,75
2,80	0,4550	8,2	0,4127	9,0	0,3774	9,9	0,3476	10,7	0,3220	11,5	0,2999	12,3	0,2805	13,2	0,2634	14,0	0,2482	14,8	2,80
2,85	0,4634	8,2	0,4203	9,0	0,3843	9,9	0,3540	10,6	0,3280	11,5	0,3054	12,3	0,2857	13,1	0,2683	13,9	0,2529	14,8	2,85
2,90	0,4717	8,1	0,4278	8,9	0,3913	9,8	0,3604	10,6	0,3340	11,4	0,3110	12,2	0,2909	13,1	0,2732	13,9	0,2575	14,7	2,90
2,95	0,4800	8,1	0,4354	8,9	0,3982	9,8	0,3668	10,5	0,3399	11,4	0,3165	12,2	0,2961	13,0	0,2781	13,8	0,2621	14,6	2,95
3,00	0,4884	8,1	0,4430	8,8	0,4052	9,7	0,3732	10,5	0,3458	11,3	0,3221	12,1	0,3013	12,9	0,2830	13,7	0,2668	14,6	3,00
3,05	0,4967	8,0	0,4506	8,8	0,4121	9,7	0,3796	10,4	0,3518	11,2	0,3277	12,0	0,3065	12,9	0,2879	13,6	0,2714	14,5	3,05
3,10	0,5050	8,0	0,4581	8,8	0,4191	9,6	0,3860	10,4	0,3577	11,2	0,3332	12,0	0,3118	12,8	0,2928	13,5	0,2760	14,4	3,10
3,15	0,5134	8,0	0,4657	8,8	0,4260	9,6	0,3924	10,3	0,3637	11,1	0,3388	12,0	0,3170	12,8	0,2977	13,5	0,2807	14,4	3,15
3,20	0,5217	7,9	0,4733	8,7	0,4330	9,5	0,3989	10,3	0,3696	11,1	0,3443	11,9	0,3222	12,7	0,3026	13,5	0,2853	14,3	3,20
3,25	0,5300	7,9	0,4809	8,7	0,4399	9,5	0,4053	10,3	0,3756	11,1	0,3499	11,9	0,3274	12,7	0,3075	13,4	0,2899	14,3	3,25
3,30	0,5384	7,9	0,4885	8,7	0,4468	9,4	0,4117	10,2	0,3815	11,0	0,3554	11,8	0,3326	12,6	0,3124	13,4	0,2945	14,2	3,30
3,35	0,5467	7,8	0,4960	8,6	0,4538	9,4	0,4181	10,2	0,3875	11,0	0,3610	11,8	0,3378	12,6	0,3173	13,3	0,2992	14,2	3,35
3,40	0,5550	7,8	0,5036	8,6	0,4607	9,4	0,4245	10,2	0,3935	10,9	0,3665	11,7	0,3430	12,5	0,3222	13,3	0,3038	14,1	3,40
3,45	0,5634	7,8	0,5112	8,6	0,4677	9,3	0,4309	10,1	0,3994	10,9	0,3721	11,7	0,3482	12,5	0,3271	13,2	0,3084	14,0	3,45
3,50	0,5717	7,8	0,5188	8,6	0,4746	9,3	0,4373	10,1	0,4054	10,9	0,3777	11,7	0,3534	12,4	0,3321	13,2	0,3131	14,0	3,50

Tafel II
(Fortsetzung).

e z	f _e = 0,0095		0,0100		0,0105		0,0110		0,0115		0,0120		0,0125		0,0130		0,0135		e z
	b/d	σ _m	b/d	σ _m	b/d	σ _m	b/d	σ _m	b/d	σ _m	b/d	σ _m	b/d	σ _m	b/d	σ _m	b/d	σ _m	
1.00	0,0768	24,4	0,0725	25,8	0,0686	27,2	0,0650	28,6	0,0618	30,0	0,0589	31,4	0,0561	32,9	0,0536	34,3	0,0513	35,7	1,00
1.05	0,0812	23,7	0,0766	25,0	0,0725	26,4	0,0688	27,7	0,0654	29,1	0,0623	31,0	0,0595	31,8	0,0568	33,2	0,0544	34,6	1,05
1.10	0,0856	23,1	0,0808	24,4	0,0765	25,7	0,0726	27,0	0,0690	28,3	0,0658	29,6	0,0628	30,9	0,0601	32,2	0,0575	33,6	1,10
1.15	0,0899	22,5	0,0850	23,8	0,0805	25,0	0,0764	26,3	0,0727	27,6	0,0693	28,8	0,0661	30,1	0,0633	31,4	0,0606	32,7	1,15
1.20	0,0943	22,0	0,0891	23,2	0,0844	24,5	0,0802	25,7	0,0763	26,9	0,0727	28,3	0,0695	29,4	0,0665	30,6	0,0637	32,0	1,20
1.25	0,0987	21,5	0,0933	22,7	0,0884	24,0	0,0840	25,1	0,0799	26,3	0,0762	27,5	0,0728	28,8	0,0697	29,9	0,0668	31,2	1,25
1.30	0,1031	21,1	0,0975	22,3	0,0924	23,5	0,0878	24,6	0,0835	25,8	0,0797	26,9	0,0761	28,2	0,0729	29,3	0,0699	30,5	1,30
1.35	0,1075	20,7	0,1016	21,8	0,0963	23,0	0,0915	24,1	0,0872	25,3	0,0832	26,4	0,0795	27,6	0,0761	28,7	0,0729	30,0	1,35
1.40	0,1119	20,3	0,1058	21,4	0,1003	22,6	0,0953	23,7	0,0908	24,8	0,0866	26,0	0,0828	27,1	0,0793	28,2	0,0760	29,4	1,40
1.45	0,1163	20,0	0,1100	21,1	0,1043	22,2	0,0991	23,3	0,0944	24,4	0,0901	25,5	0,0861	26,6	0,0825	27,7	0,0791	28,9	1,45
1.50	0,1206	19,7	0,1141	20,8	0,1082	21,8	0,1029	22,9	0,0980	24,1	0,0936	25,1	0,0895	26,3	0,0857	27,3	0,0822	28,4	1,50
1.55	0,1250	19,4	0,1183	20,4	0,1122	21,5	0,1067	22,6	0,1017	23,6	0,0970	24,7	0,0928	25,8	0,0889	26,8	0,0853	27,9	1,55
1.60	0,1294	19,1	0,1225	20,1	0,1162	21,2	0,1105	22,2	0,1053	23,3	0,1005	24,3	0,0961	25,4	0,0921	26,5	0,0884	27,5	1,60
1.65	0,1338	18,9	0,1266	19,9	0,1202	20,9	0,1143	21,9	0,1089	23,0	0,1040	24,0	0,0995	25,1	0,0953	26,1	0,0915	27,1	1,65
1.70	0,1382	18,6	0,1308	19,6	0,1241	20,7	0,1181	21,7	0,1125	22,7	0,1075	23,7	0,1028	24,7	0,0985	25,7	0,0945	26,8	1,70
1.75	0,1426	18,4	0,1350	19,4	0,1281	20,4	0,1218	21,4	0,1162	22,4	0,1109	23,4	0,1061	24,5	0,1017	25,4	0,0976	26,5	1,75
1.80	0,1470	18,2	0,1391	19,2	0,1321	20,2	0,1256	21,2	0,1198	22,2	0,1144	23,1	0,1095	24,1	0,1049	25,1	0,1007	26,1	1,80
1.85	0,1513	18,0	0,1433	19,0	0,1360	20,0	0,1294	20,9	0,1234	21,9	0,1179	22,9	0,1128	23,9	0,1081	24,9	0,1038	25,8	1,85
1.90	0,1557	17,8	0,1475	18,8	0,1400	19,8	0,1332	20,7	0,1270	21,7	0,1214	22,6	0,1161	23,6	0,1113	24,6	0,1069	25,6	1,90
1.95	0,1601	17,6	0,1516	18,6	0,1440	19,6	0,1370	20,5	0,1306	21,5	0,1248	22,4	0,1195	23,4	0,1145	24,3	0,1100	25,3	1,95
2.00	0,1645	17,5	0,1558	18,4	0,1479	19,4	0,1408	20,3	0,1343	21,3	0,1283	22,2	0,1228	23,2	0,1177	24,1	0,1131	25,0	2,00
2.05	0,1689	17,3	0,1600	18,3	0,1519	19,2	0,1446	20,1	0,1379	21,1	0,1318	22,0	0,1261	22,9	0,1210	23,9	0,1161	24,8	2,05
2.10	0,1733	17,2	0,1641	18,1	0,1559	19,0	0,1484	19,9	0,1415	20,9	0,1352	21,8	0,1295	22,7	0,1242	23,6	0,1192	24,6	2,10
2.15	0,1777	17,0	0,1683	17,9	0,1598	18,9	0,1521	19,8	0,1451	20,7	0,1387	21,6	0,1328	22,5	0,1274	23,4	0,1223	24,4	2,15
2.20	0,1820	16,9	0,1725	17,8	0,1638	18,7	0,1559	19,6	0,1488	20,5	0,1422	21,4	0,1361	22,4	0,1306	23,3	0,1254	24,2	2,20
2.25	0,1864	16,8	0,1766	17,6	0,1678	18,6	0,1597	19,5	0,1524	20,4	0,1457	21,2	0,1395	22,2	0,1338	23,1	0,1285	24,0	2,25
2.30	0,1908	16,6	0,1808	17,5	0,1717	18,4	0,1635	19,3	0,1560	20,2	0,1491	21,1	0,1428	22,0	0,1370	22,9	0,1316	23,8	2,30
2.35	0,1952	16,5	0,1850	17,4	0,1757	18,3	0,1673	19,2	0,1596	20,1	0,1526	21,0	0,1461	21,9	0,1402	22,7	0,1347	23,6	2,35
2.40	0,1996	16,4	0,1891	17,3	0,1797	18,2	0,1711	19,1	0,1633	19,9	0,1561	20,8	0,1495	21,7	0,1434	22,5	0,1378	23,5	2,40
2.45	0,2040	16,3	0,1933	17,2	0,1836	18,1	0,1749	18,9	0,1669	19,8	0,1595	20,7	0,1528	21,5	0,1466	22,4	0,1408	23,3	2,45
2.50	0,2084	16,2	0,1975	17,1	0,1876	17,9	0,1787	18,8	0,1705	19,7	0,1630	20,5	0,1561	21,4	0,1498	22,3	0,1439	23,2	2,50
2.55	0,2127	16,1	0,2016	17,0	0,1916	17,8	0,1825	18,7	0,1741	19,6	0,1665	20,4	0,1595	21,3	0,1530	22,1	0,1470	23,0	2,55
2.60	0,2171	16,0	0,2058	16,9	0,1956	17,7	0,1862	18,6	0,1777	19,4	0,1700	20,3	0,1628	21,2	0,1562	22,0	0,1501	22,9	2,60
2.65	0,2215	15,9	0,2100	16,8	0,1995	17,6	0,1900	18,5	0,1814	19,3	0,1734	20,2	0,1661	21,0	0,1594	21,9	0,1532	22,7	2,65
2.70	0,2259	15,8	0,2141	16,7	0,2035	17,5	0,1938	18,4	0,1850	19,2	0,1770	20,0	0,1695	20,9	0,1626	21,7	0,1563	22,6	2,70
2.75	0,2303	15,7	0,2183	16,6	0,2075	17,4	0,1976	18,3	0,1886	19,1	0,1804	19,9	0,1728	20,8	0,1658	21,6	0,1594	22,5	2,75
2.80	0,2347	15,7	0,2225	16,5	0,2114	17,3	0,2014	18,2	0,1922	19,0	0,1839	19,8	0,1761	20,7	0,1690	21,5	0,1624	22,4	2,80
2.85	0,2391	15,6	0,2266	16,4	0,2154	17,2	0,2052	18,1	0,1959	18,9	0,1873	19,7	0,1795	20,6	0,1722	21,4	0,1655	22,2	2,85
2.90	0,2434	15,5	0,2308	16,3	0,2194	17,1	0,2090	18,0	0,1995	18,8	0,1908	19,6	0,1828	20,5	0,1754	21,4	0,1686	22,1	2,90
2.95	0,2478	15,4	0,2350	16,3	0,2233	17,1	0,2128	17,9	0,2031	18,7	0,1948	19,5	0,1861	20,4	0,1786	21,2	0,1717	22,0	2,95
3.00	0,2522	15,4	0,2391	16,2	0,2273	17,0	0,2165	17,8	0,2067	18,6	0,1977	19,5	0,1895	20,3	0,1818	21,1	0,1748	21,9	3,00
3.05	0,2566	15,3	0,2433	16,1	0,2313	16,9	0,2203	17,7	0,2104	18,5	0,2012	19,4	0,1928	20,2	0,1851	21,0	0,1779	21,8	3,05
3.10	0,2610	15,2	0,2475	16,0	0,2352	16,9	0,2241	17,7	0,2140	18,5	0,2047	19,3	0,1961	20,1	0,1883	20,9	0,1810	21,7	3,10
3.15	0,2654	15,2	0,2516	16,0	0,2392	16,8	0,2280	17,6	0,2176	18,4	0,2082	19,2	0,1995	20,0	0,1915	20,8	0,1840	21,6	3,15
3.20	0,2698	15,1	0,2558	15,9	0,2432	16,7	0,2317	17,5	0,2212	18,3	0,2116	19,1	0,2028	19,9	0,1947	20,7	0,1871	21,5	3,20
3.25	0,2741	15,0	0,2600	15,8	0,2471	16,7	0,2355	17,4	0,2248	18,3	0,2151	19,1	0,2061	19,9	0,1979	20,6	0,1902	21,5	3,25
3.30	0,2785	15,0	0,2641	15,8	0,2511	16,6	0,2393	17,4	0,2285	18,2	0,2186	19,0	0,2095	19,8	0,2011	20,6	0,1933	21,4	3,30
3.35	0,2829	14,9	0,2683	15,7	0,2551	16,5	0,2431	17,3	0,2321	18,1	0,2220	18,9	0,2120	19,8	0,2043	20,5	0,1964	21,3	3,35
3.40	0,2873	14,9	0,2725	15,7	0,2590	16,5	0,2468	17,3	0,2357	18,1	0,2255	18,9	0,2161	19,6	0,2075	20,4	0,1995	21,2	3,40
3.45	0,2917	14,8	0,2766	15,6	0,2630	16,4	0,2506	17,2	0,2393	18,0	0,2290	18,8	0,2195	19,5	0,2107	20,3	0,2026	21,1	3,45
3.50	0,2961	14,8	0,2808	15,6	0,2670	16,4	0,2544	17,2	0,2430	17,9	0,2325	18,7	0,2228	19,5	0,2139	20,3	0,2057	21,1	3,50

T a f e l I I
(Fortsetzung).

e z	f _e b d = 0,0140		0,0145		0,0150		0,0155		0,0160		0,0165		0,0170		0,0175		0,0180		e z
	b d N	σ _m	b d N	σ _m	b d N	σ _m	b d N	σ _m	b d N	σ _m	b d N	σ _m	b d N	σ _m	b d N	σ _m	b d N	σ _m	
1.00	0,0492	37,1	0,0472	38,6	0,0454	40,0	0,0436	41,5	0,0420	43,0	0,0405	44,5	0,0391	46,0	0,0377	47,5	0,0365	49,0	1,00
1.05	0,0522	36,0	0,0501	37,4	0,0481	38,8	0,0463	40,2	0,0446	41,6	0,0430	43,0	0,0415	44,5	0,0401	46,0	0,0388	47,3	1,05
1.10	0,0551	35,0	0,0530	36,3	0,0509	37,7	0,0490	39,0	0,0472	40,4	0,0455	41,8	0,0440	43,1	0,0425	44,6	0,0411	45,9	1,10
1.15	0,0581	34,0	0,0558	35,3	0,0537	36,6	0,0517	38,0	0,0498	39,3	0,0481	40,6	0,0464	42,0	0,0449	43,3	0,0434	44,7	1,15
1.20	0,0611	33,2	0,0587	34,5	0,0564	35,7	0,0544	37,0	0,0524	38,3	0,0506	39,6	0,0489	40,8	0,0472	42,2	0,0457	43,5	1,20
1.25	0,0641	32,4	0,0616	33,7	0,0592	34,9	0,0571	36,1	0,0550	37,4	0,0531	38,6	0,0513	39,8	0,0496	41,2	0,0480	42,5	1,25
1.30	0,0671	31,7	0,0644	33,0	0,0620	34,1	0,0598	35,3	0,0576	36,6	0,0556	37,8	0,0538	38,9	0,0520	40,3	0,0503	41,5	1,30
1.35	0,0700	31,1	0,0673	32,3	0,0648	33,4	0,0624	34,6	0,0602	35,8	0,0582	37,0	0,0562	38,2	0,0544	39,4	0,0527	40,6	1,35
1.40	0,0730	30,5	0,0702	31,7	0,0676	32,8	0,0651	34,0	0,0628	35,1	0,0607	36,3	0,0587	37,4	0,0568	38,6	0,0550	39,8	1,40
1.45	0,0760	30,0	0,0731	31,1	0,0704	32,2	0,0678	33,4	0,0654	34,5	0,0632	35,6	0,0611	36,7	0,0591	38,0	0,0573	39,1	1,45
1.50	0,0790	29,5	0,0759	30,6	0,0731	31,7	0,0705	32,8	0,0680	33,9	0,0657	35,1	0,0636	36,1	0,0615	37,3	0,0596	38,4	1,50
1.55	0,0819	29,0	0,0788	30,1	0,0759	31,2	0,0732	32,3	0,0706	33,4	0,0683	34,4	0,0660	35,5	0,0639	36,7	0,0619	37,8	1,55
1.60	0,0849	28,6	0,0817	29,7	0,0787	30,7	0,0759	31,8	0,0733	32,8	0,0708	34,0	0,0685	35,0	0,0663	36,1	0,0642	37,2	1,60
1.65	0,0879	28,2	0,0846	29,2	0,0815	30,3	0,0786	31,3	0,0759	32,4	0,0733	33,5	0,0709	34,5	0,0687	35,6	0,0665	36,6	1,65
1.70	0,0909	27,8	0,0874	28,9	0,0842	29,9	0,0813	30,9	0,0785	31,9	0,0758	33,0	0,0734	34,0	0,0711	35,1	0,0689	36,1	1,70
1.75	0,0938	27,5	0,0903	28,5	0,0870	29,5	0,0839	30,5	0,0811	31,5	0,0784	32,6	0,0758	33,6	0,0734	34,7	0,0712	35,6	1,75
1.80	0,0968	27,4	0,0932	28,2	0,0898	29,1	0,0866	30,2	0,0837	31,1	0,0809	32,2	0,0783	33,2	0,0758	34,2	0,0735	35,2	1,80
1.85	0,0998	26,8	0,0961	27,8	0,0926	28,8	0,0893	29,8	0,0863	30,8	0,0834	31,8	0,0807	32,8	0,0782	33,8	0,0758	34,8	1,85
1.90	0,1028	26,5	0,0989	27,5	0,0954	28,5	0,0920	29,5	0,0889	30,4	0,0859	31,5	0,0832	32,4	0,0806	33,4	0,0781	34,4	1,90
1.95	0,1057	26,2	0,1018	27,2	0,0981	28,2	0,0947	29,2	0,0914	30,1	0,0885	31,1	0,0856	32,1	0,0830	33,1	0,0804	34,1	1,95
2.00	0,1087	26,0	0,1047	27,0	0,1009	27,9	0,0974	28,9	0,0941	29,8	0,0910	30,8	0,0881	31,7	0,0853	32,7	0,0828	33,7	2,00
2.05	0,1117	25,7	0,1075	26,7	0,1037	27,6	0,1001	28,6	0,0967	29,5	0,0935	30,5	0,0905	31,5	0,0877	32,4	0,0851	33,4	2,05
2.10	0,1147	25,5	0,1104	26,5	0,1065	27,4	0,1028	28,3	0,0993	29,3	0,0960	30,2	0,0930	31,2	0,0901	32,1	0,0874	33,1	2,10
2.15	0,1176	25,3	0,1133	26,2	0,1092	27,2	0,1054	28,1	0,1019	29,0	0,0986	30,0	0,0954	30,9	0,0925	31,8	0,0897	32,8	2,15
2.20	0,1206	25,1	0,1162	26,0	0,1120	26,9	0,1081	27,9	0,1045	28,8	0,1011	29,7	0,0979	30,6	0,0949	31,5	0,0920	32,5	2,20
2.25	0,1236	24,9	0,1190	25,8	0,1148	26,7	0,1108	27,6	0,1071	28,5	0,1036	29,5	0,1003	30,3	0,0972	31,3	0,0943	32,2	2,25
2.30	0,1266	24,7	0,1219	25,6	0,1176	26,5	0,1135	27,4	0,1097	28,3	0,1061	29,2	0,1028	30,1	0,0996	31,1	0,0966	32,0	2,30
2.35	0,1296	24,5	0,1248	25,4	0,1204	26,3	0,1162	27,2	0,1123	28,1	0,1087	29,0	0,1052	29,9	0,1020	30,8	0,0990	31,7	2,35
2.40	0,1325	24,3	0,1277	25,2	0,1231	26,1	0,1189	27,0	0,1149	27,9	0,1112	28,8	0,1077	29,7	0,1044	30,6	0,1013	31,5	2,40
2.45	0,1355	24,2	0,1305	25,1	0,1259	25,9	0,1216	26,8	0,1175	27,7	0,1137	28,6	0,1101	29,5	0,1068	30,4	0,1036	31,3	2,45
2.50	0,1385	24,0	0,1334	24,9	0,1287	25,7	0,1243	26,6	0,1201	27,5	0,1162	28,4	0,1126	29,3	0,1091	30,2	0,1059	31,0	2,50
2.55	0,1415	23,8	0,1363	24,7	0,1315	25,6	0,1270	26,5	0,1227	27,3	0,1188	28,2	0,1150	29,1	0,1115	30,0	0,1082	30,8	2,55
2.60	0,1444	23,7	0,1392	24,6	0,1342	25,4	0,1296	26,3	0,1253	27,2	0,1213	28,0	0,1175	28,9	0,1139	29,8	0,1105	30,6	2,60
2.65	0,1474	23,6	0,1420	24,5	0,1370	25,3	0,1323	26,2	0,1279	27,0	0,1238	27,9	0,1199	28,7	0,1163	29,6	0,1128	30,5	2,65
2.70	0,1504	23,5	0,1449	24,3	0,1398	25,1	0,1350	26,0	0,1305	26,8	0,1263	27,7	0,1224	28,6	0,1187	29,4	0,1152	30,3	2,70
2.75	0,1534	23,4	0,1478	24,2	0,1428	25,0	0,1377	25,9	0,1331	26,7	0,1289	27,6	0,1248	28,4	0,1211	28,2	0,1175	30,1	2,75
2.80	0,1563	23,3	0,1507	24,0	0,1454	24,9	0,1404	25,7	0,1358	26,5	0,1314	27,4	0,1273	28,2	0,1234	29,1	0,1198	30,0	2,80
2.85	0,1593	23,2	0,1535	23,9	0,1481	24,7	0,1431	25,6	0,1384	26,4	0,1339	27,3	0,1297	28,1	0,1258	29,0	0,1221	29,8	2,85
2.90	0,1623	23,1	0,1564	23,8	0,1509	24,6	0,1458	25,5	0,1410	26,3	0,1364	27,2	0,1322	28,0	0,1282	28,8	0,1244	29,6	2,90
2.95	0,1653	23,0	0,1593	23,7	0,1537	24,5	0,1485	25,3	0,1436	26,1	0,1390	27,0	0,1346	27,8	0,1306	28,7	0,1267	29,5	2,95
3.00	0,1682	22,9	0,1621	23,6	0,1565	24,4	0,1511	25,2	0,1462	26,0	0,1415	26,9	0,1371	27,7	0,1330	28,5	0,1290	29,4	3,00
3.05	0,1712	22,8	0,1650	23,5	0,1592	24,3	0,1538	25,1	0,1488	25,9	0,1440	26,8	0,1395	27,6	0,1353	28,4	0,1314	29,3	3,05
3.10	0,1742	22,7	0,1679	23,4	0,1620	24,2	0,1565	25,0	0,1514	25,8	0,1465	26,7	0,1420	27,4	0,1377	28,3	0,1337	29,2	3,10
3.15	0,1772	22,6	0,1708	23,3	0,1648	24,1	0,1592	24,9	0,1540	25,7	0,1491	26,5	0,1444	27,3	0,1401	28,1	0,1360	29,0	3,15
3.20	0,1801	22,5	0,1736	23,2	0,1676	24,0	0,1619	24,8	0,1566	25,6	0,1516	26,4	0,1469	27,2	0,1425	28,0	0,1383	28,8	3,20
3.25	0,1831	22,4	0,1765	23,1	0,1704	23,9	0,1646	24,7	0,1592	25,5	0,1541	26,3	0,1494	27,1	0,1449	27,9	0,1406	28,7	3,25
3.30	0,1861	22,3	0,1794	23,0	0,1731	23,8	0,1673	24,6	0,1618	25,4	0,1566	26,2	0,1518	27,0	0,1472	27,8	0,1429	28,6	3,30
3.35	0,1891	22,2	0,1823	22,9	0,1759	23,7	0,1700	24,5	0,1644	25,3	0,1592	26,1	0,1543	26,9	0,1496	27,7	0,1453	28,5	3,35
3.40	0,1921	22,1	0,1851	22,8	0,1787	23,6	0,1727	24,4	0,1670	25,2	0,1617	26,0	0,1567	26,8	0,1520	27,6	0,1477	28,4	3,40
3.45	0,1950	22,0	0,1880	22,7	0,1815	23,5	0,1753	24,3	0,1696	25,1	0,1642	25,9	0,1592	26,7	0,1544	27,5	0,1499	28,3	3,45
3.50	0,1980	21,9	0,1909	22,6	0,1842	23,4	0,1780	24,2	0,1722	25,0	0,1667	25,8	0,1616	26,6	0,1568	27,4	0,1522	28,2	3,50

T a f e l I I
(Fortsetzung).

e z	$\frac{f_c}{bd} = 0,0185$		0,0190		0,0195		0,0200		0,0205		0,0210		0,0215		0,0220		0,0225		e z
	$\frac{bd}{N}$	σ_m	$\frac{bd}{N}$	σ_m	$\frac{bd}{N}$	σ_m	$\frac{bd}{N}$	σ_m	$\frac{bd}{N}$	σ_m	$\frac{bd}{N}$	σ_m	$\frac{bd}{N}$	σ_m	$\frac{bd}{N}$	σ_m	$\frac{bd}{N}$	σ_m	
1,00	0,0353	50,2	0,0341	52,1	0,0331	53,6	0,0321	55,2	0,0311	56,8	0,0302	58,3	0,0293	60,0	0,0285	61,4	0,0277	63,1	1,00
1,05	0,0375	48,9	0,0363	50,2	0,0352	51,8	0,0341	53,4	0,0331	54,8	0,0322	56,2	0,0312	57,6	0,0304	59,2	0,0295	61,0	1,05
1,10	0,0398	47,3	0,0385	48,8	0,0373	50,1	0,0362	51,6	0,0352	53,0	0,0341	54,5	0,0332	55,6	0,0323	57,2	0,0314	58,8	1,10
1,15	0,0420	46,0	0,0407	47,4	0,0395	48,7	0,0383	50,1	0,0372	51,4	0,0361	52,9	0,0351	54,0	0,0342	55,6	0,0332	57,2	1,15
1,20	0,0443	44,8	0,0429	46,1	0,0416	47,4	0,0404	48,8	0,0392	50,2	0,0381	51,4	0,0371	52,5	0,0361	54,0	0,0351	55,5	1,20
1,25	0,0465	43,7	0,0451	45,0	0,0437	46,3	0,0425	47,5	0,0413	48,8	0,0401	50,2	0,0390	51,2	0,0379	52,8	0,0370	54,0	1,25
1,30	0,0488	42,7	0,0473	43,9	0,0459	45,2	0,0446	46,4	0,0433	47,7	0,0421	48,9	0,0409	50,0	0,0398	51,6	0,0388	52,8	1,30
1,35	0,0510	41,9	0,0495	43,0	0,0480	44,2	0,0466	45,5	0,0453	46,7	0,0441	47,9	0,0429	48,9	0,0417	50,4	0,0407	51,5	1,35
1,40	0,0533	41,0	0,0517	42,1	0,0502	43,3	0,0487	44,5	0,0474	45,7	0,0460	47,0	0,0448	47,9	0,0436	49,3	0,0425	50,5	1,40
1,45	0,0555	40,2	0,0539	41,3	0,0523	42,5	0,0508	43,7	0,0494	44,9	0,0480	46,0	0,0467	47,0	0,0455	48,4	0,0444	49,5	1,45
1,50	0,0578	39,5	0,0561	40,6	0,0544	41,8	0,0529	42,9	0,0514	44,1	0,0500	45,2	0,0487	46,1	0,0474	47,5	0,0462	48,6	1,50
1,55	0,0600	38,9	0,0583	40,0	0,0566	41,1	0,0550	42,1	0,0534	43,3	0,0520	44,4	0,0506	45,4	0,0493	46,7	0,0481	47,7	1,55
1,60	0,0623	38,3	0,0604	39,4	0,0587	40,4	0,0571	41,5	0,0555	42,6	0,0540	43,7	0,0526	44,6	0,0512	45,9	0,0499	47,1	1,60
1,65	0,0645	37,7	0,0626	38,8	0,0608	39,9	0,0591	40,9	0,0575	42,0	0,0560	43,0	0,0545	43,9	0,0531	45,2	0,0518	46,3	1,65
1,70	0,0668	37,2	0,0648	38,2	0,0630	39,3	0,0612	40,4	0,0595	41,4	0,0580	42,4	0,0564	43,4	0,0550	44,6	0,0536	45,7	1,70
1,75	0,0690	36,7	0,0670	37,7	0,0651	38,8	0,0633	39,8	0,0616	40,8	0,0599	41,9	0,0584	42,7	0,0569	43,9	0,0555	45,0	1,75
1,80	0,0713	36,2	0,0692	37,3	0,0673	38,4	0,0654	39,8	0,0636	40,3	0,0619	41,4	0,0603	42,2	0,0588	43,4	0,0573	44,4	1,80
1,85	0,0736	35,8	0,0714	36,8	0,0694	37,8	0,0675	38,8	0,0656	39,9	0,0639	40,9	0,0623	41,6	0,0607	42,8	0,0592	43,9	1,85
1,90	0,0758	35,4	0,0736	36,4	0,0715	37,4	0,0696	38,3	0,0677	39,4	0,0659	40,4	0,0642	41,2	0,0626	42,4	0,0610	43,4	1,90
1,95	0,0781	35,0	0,0758	36,0	0,0737	37,0	0,0716	38,0	0,0697	39,0	0,0679	39,9	0,0661	40,8	0,0645	41,9	0,0629	42,9	1,95
2,00	0,0803	34,7	0,0780	35,6	0,0758	36,6	0,0737	37,6	0,0717	38,6	0,0699	39,5	0,0681	40,3	0,0664	41,4	0,0647	42,5	2,00
2,05	0,0826	34,3	0,0802	35,3	0,0779	36,2	0,0758	37,2	0,0738	38,2	0,0718	39,2	0,0700	39,9	0,0683	41,0	0,0666	42,0	2,05
2,10	0,0848	34,0	0,0824	34,9	0,0801	35,9	0,0779	36,8	0,0758	37,8	0,0738	38,8	0,0719	39,6	0,0701	40,7	0,0684	41,6	2,10
2,15	0,0871	33,7	0,0846	34,6	0,0822	35,6	0,0800	36,5	0,0778	37,5	0,0758	38,4	0,0739	39,4	0,0720	40,3	0,0703	41,4	2,15
2,20	0,0893	33,4	0,0868	34,3	0,0843	35,3	0,0821	36,2	0,0799	37,1	0,0778	38,1	0,0758	38,8	0,0739	39,9	0,0721	40,9	2,20
2,25	0,0916	33,1	0,0890	34,0	0,0865	35,0	0,0841	35,9	0,0819	36,8	0,0798	37,7	0,0778	38,5	0,0758	39,6	0,0740	40,5	2,25
2,30	0,0938	32,9	0,0911	33,8	0,0886	34,7	0,0862	35,6	0,0839	36,5	0,0818	37,4	0,0797	38,2	0,0777	39,3	0,0458	40,2	2,30
2,35	0,0961	32,6	0,0933	33,5	0,0908	34,4	0,0883	35,3	0,0860	36,2	0,0837	37,2	0,0816	37,9	0,0796	39,0	0,0777	39,9	2,35
2,40	0,0983	32,4	0,0955	33,3	0,0929	34,2	0,0904	35,1	0,0880	36,0	0,0857	36,9	0,0836	37,6	0,0815	38,7	0,0795	39,6	2,40
2,45	0,1006	32,1	0,0977	33,0	0,0950	33,9	0,0925	34,8	0,0900	35,7	0,0877	36,6	0,0855	37,4	0,0834	38,4	0,0814	39,3	2,45
2,50	0,1028	32,0	0,0999	32,8	0,0972	33,7	0,0946	34,6	0,0921	35,4	0,0897	36,3	0,0874	37,2	0,0853	38,1	0,0832	39,0	2,50
2,55	0,1051	31,7	0,1021	32,6	0,0993	33,5	0,0966	34,4	0,0941	35,2	0,0917	36,1	0,0894	37,0	0,0872	37,9	0,0851	38,7	2,55
2,60	0,1073	31,5	0,1043	32,4	0,1014	33,3	0,0987	34,1	0,0961	35,0	0,0937	35,9	0,0913	36,8	0,0891	37,6	0,0870	38,5	2,60
2,65	0,1096	31,3	0,1065	32,2	0,1036	33,0	0,1008	33,9	0,0982	34,8	0,0957	35,6	0,0933	36,5	0,0910	37,4	0,0888	38,3	2,65
2,70	0,1118	31,1	0,1087	32,0	0,1057	32,8	0,1029	33,7	0,1002	34,6	0,0976	35,4	0,0952	36,3	0,0929	37,2	0,0907	38,0	2,70
2,75	0,1141	31,0	0,1109	31,8	0,1079	32,6	0,1050	33,5	0,1022	34,4	0,0996	35,2	0,0971	36,1	0,0948	36,8	0,0925	37,8	2,75
2,80	0,1163	30,8	0,1131	31,6	0,1100	32,5	0,1071	33,3	0,1043	34,2	0,1016	35,0	0,0991	35,9	0,0967	36,7	0,0944	37,6	2,80
2,85	0,1186	30,6	0,1153	31,5	0,1121	32,3	0,1091	33,2	0,1063	34,0	0,1036	34,8	0,1010	35,7	0,0986	36,5	0,0962	37,4	2,85
2,90	0,1208	30,5	0,1175	31,3	0,1143	32,1	0,1112	33,0	0,1083	33,8	0,1056	34,6	0,1029	35,5	0,1004	36,4	0,0981	37,2	2,90
2,95	0,1231	30,3	0,1197	31,1	0,1164	32,0	0,1133	32,8	0,1104	33,7	0,1076	34,5	0,1049	35,3	0,1023	36,2	0,0999	37,0	2,95
3,00	0,1254	30,2	0,1219	31,0	0,1185	31,8	0,1154	32,7	0,1124	33,5	0,1094	34,4	0,1068	35,2	0,1042	36,0	0,1018	36,8	3,00
3,05	0,1276	30,0	0,1240	30,9	0,1207	31,7	0,1175	32,5	0,1144	33,3	0,1115	34,2	0,1088	35,0	0,1061	35,8	0,1036	36,6	3,05
3,10	0,1299	29,9	0,1262	30,7	0,1228	31,5	0,1196	32,3	0,1165	33,1	0,1135	34,1	0,1107	34,8	0,1080	35,6	0,1055	36,4	3,10
3,15	0,1321	29,8	0,1284	30,6	0,1249	31,4	0,1216	32,2	0,1185	33,0	0,1155	34,0	0,1126	34,7	0,1099	35,5	0,1073	36,2	3,15
3,20	0,1344	29,6	0,1306	30,5	0,1271	31,2	0,1237	32,1	0,1205	32,9	0,1175	33,9	0,1146	34,6	0,1118	35,4	0,1092	36,0	3,20
3,25	0,1366	29,5	0,1328	30,3	0,1291	31,1	0,1258	32,0	0,1226	32,8	0,1195	33,8	0,1165	34,5	0,1137	35,3	0,1110	35,9	3,25
3,30	0,1389	29,4	0,1350	30,2	0,1314	31,0	0,1279	31,9	0,1246	32,7	0,1214	33,7	0,1185	34,4	0,1156	35,2	0,1129	35,7	3,30
3,35	0,1411	29,3	0,1372	30,1	0,1335	30,9	0,1300	31,8	0,1266	32,6	0,1234	33,6	0,1204	34,3	0,1175	35,1	0,1147	35,6	3,35
3,40	0,1434	29,2	0,1394	30,0	0,1356	30,8	0,1321	31,7	0,1287	32,5	0,1254	33,5	0,1223	34,2	0,1194	35,0	0,1166	35,5	3,40
3,45	0,1456	29,1	0,1416	29,9	0,1378	30,7	0,1341	31,6	0,1307	32,4	0,1274	33,4	0,1243	34,1	0,1213	34,9	0,1184	35,4	3,45
3,50	0,1479	29,0	0,1438	29,8	0,1399	30,6	0,1362	31,5	0,1327	32,3	0,1294	33,3	0,1262	34,0	0,1232	34,8	0,1203	35,3	3,50

Exzentrizitäten ist es aber wohl durchweg gestattet, die Normalkraft zu vernachlässigen.

Das folgende Berechnungsbeispiel soll die Vorteile des Verfahrens zeigen.

Beispiel:

Gegeben:

$$M = 6\,300\,000 \text{ kgcm},$$

$$N = 18\,000 \text{ kg},$$

$$e = \frac{M}{N} = 350 \text{ cm}.$$

Plattenstärke:

$$d = 22,5 \text{ cm}.$$

Gewählt:

$$H = 135 \text{ cm},$$

$$h = 130 \text{ cm},$$

$$z = 130 - 11,25 = 118,5 \text{ cm},$$

$$b_0 = 30 \text{ cm},$$

$$b_{1 \max} = 4 \cdot 30 \cdot 2 = 240 \text{ cm}.$$

Um festzustellen, wann ein Minimum der Eiseneinlagen erreicht wird, sei die Rechnung mit verschiedenen Nutzbreiten b_1 durchgeführt.

$$1. \quad b_1 = b_{\max} = 240 \text{ cm},$$

$$\frac{b d}{N} = \frac{240 \cdot 22,5}{18\,000} = 0,300.$$

Wir finden in der Tabelle II unter $\frac{e}{z} = 2,95$ und dem Bewehrungsprozentsatz 0,008 den Wert 0,2961.

$$f_e = 0,008 \cdot 240 \cdot 22,5 = 43,15 \text{ cm}^2.$$

Aus der Tabelle folgt weiter:

$$\sigma_m = 13,0 \text{ kg/cm}^2$$

und hieraus:

$$\sigma_0 = \frac{13,0 \cdot 130 + \frac{1200}{15} \cdot 11,25}{118,5} = 21,9 \text{ kg/cm}^2.$$

$$2. \quad b_1 = 180 \text{ cm},$$

$$\frac{b d}{N} = \frac{180 \cdot 22,5}{18\,000} = 0,225.$$

In der Tabelle steht unter $\frac{f_e}{b d} = 0,0105$ der Wert 0,2233.

$$f_e = 0,0105 \cdot 180 \cdot 22,5 = 42,5 \text{ cm}^2,$$

$$\sigma_m = 17,1 \text{ kg/cm}^2,$$

$$\sigma_0 = \frac{17,1 \cdot 130 + \frac{1200}{15} \cdot 11,25}{118,5} = 26,4 \text{ kg/cm}^2.$$

$$3. \quad b_1 = 1,00 \text{ m}$$

$$\frac{b d}{N} = \frac{100 \cdot 22,5}{18\,000} = 0,125.$$

Dieser Wert steht unter $\frac{e}{z} = 2,95$ ungefähr in der Mitte zwischen $\frac{f_e}{b d} = 0,0180$ und 0,0185. Wir schätzen $\frac{f_e}{b d} = 0,0182$.

$$f_e = 0,0182 \cdot 100 \cdot 22,5 = 41,0 \text{ cm}^2.$$

Die mittlere Betonspannung ergibt sich ungefähr zu

$$\sigma_m = 30,0 \text{ kg/cm}^2.$$

Daher wird

$$\sigma_0 = \frac{30,0 \cdot 130 + \frac{1200}{15} \cdot 11,25}{118,5} = 40,5 \text{ kg/cm}^2.$$

Das letzte f_e stellt somit bei der Höchstspannung im Beton das Minimum an Zugbewehrung dar. Dem Konstrukteur ist es also an Hand des in der Tafel stehenden σ_m leicht möglich, die wirtschaftlichsten Abmessungen zu bestimmen.

ZUSCHRIFTEN AN DIE SCHRIFTFLEITUNG.

In der „Zeitschriftenschau“ des Heftes Nr. 1 vom Jahrgang 1918 der geschätzten Zeitschrift „Armierter Beton“ wird auch auf den im „Beton und Eisen“, Heft 19/20 von 1917 erschienenen Aufsatz „Über eine Beziehung zwischen den Wirkungen einer Einzellast und eines Drehmomentes“ von Dr.-Ing. O. Fröhlich, k. u. k. Lt. i. d. Res. hingewiesen.

Ich erlaube mir hiermit festzustellen, daß der darin enthaltene Satz, daß die Gleichung der Einflußlinie für ein Drehmoment = 1 tm durch Differenzierung der entsprechenden Gleichung für eine lotrechte Einzellast = 1 t erhalten wird, von mir bereits im Jahre 1912 in der „Österr. Wochenschrift für den öffentlichen Baudienst“ („Statische Berechnung der eingespannten Bogenträger bei beliebigen Lastangriffen“) veröffentlicht worden ist, nachdem ich auf diese Beziehung schon in der im Jahre 1904 überreichten Doktordissertation hingewiesen hatte. Von diesem Satze habe ich

auch gelegentlich der Untersuchung des Einflusses sekundärer Belastungen auf gewölbte Brücken vielfach erfolgreichen Gebrauch gemacht und auch einige andere Beziehungen zwischen verschiedenen Kräftepaaren abgeleitet. („Österr. Wochenschrift für den öffentl. Baudienst“, 1913, Hefte 13 und 14).

Hochachtungsvoll

Dr.-Ing. Siegmund Schwätzer,

k. k. Professor an der Staatsgewerbeschule in Czernowitz, dzt., Wien, II/1, Glockengasse 25.

Beobachtungen bei der statischen Untersuchung eines eingespannten Eisenbetongewölbes. Von Dr.-Ing. W. Kunze. Zu diesem in Heft 4 des Armierten Beton erschienenen Artikel ist folgende Fußnote nachzuholen:

Diese zunächst für den Gebrauch der Studierenden erfolgte Bearbeitung des bekannten Stoffes ist in dieser

Zeitschrift verpflichtet worden in der Annahme, daß eine erneute Darstellung auch Praktikern vielleicht nicht unwillkommen sein dürfte, zumal da die ursprüngliche Ver-

öffentlichung von Prof. Mörsch lange zurückliegt und auch nicht überall bequem zugänglich ist.

Der Verf.

LITERATURSCHAU.

Bearbeitet von Dr.-Ing. W. Kunze, Dresden.

I. Der Baustoff.

Seine Herstellung, Bearbeitung und Eigenschaften. Baustoffuntersuchungen.

Dichtigkeitsgrad und Undichtigkeitsgrad. In Tonind.-Ztg. 1918 Nr. 31 wird betont, daß versuchsmäßig festgestellter Luftdurchgang (eine einfache Versuchsanordnung nach Dr. Hans Hirsch wird vorgeführt) bessere Aufschlüsse für die Bedürfnisse der Praxis gebe als das Verhältnis: Raumgewicht zu Spez. Gewicht.

Verein deutscher Eisenportlandzementwerke. „Stahl & Eisen“ 1918 Nr. 11 (S. 222) bringt in ihrem Berichte über die Hauptversammlung 1918 dieses Vereins Mitteilungen von allgemeinem Interesse. Die Eisenportlandzementherzeugung ist 1917 bedeutend größer als in Friedensjahren gewesen. Bemerkungen über die Versuche betr. Moorwassereinfluß und betr. Schachtwassereinfluß. Versuche über das Schwinden haben u. a. einen günstigen Einfluß von Chloralkalziumzusatz gezeigt. Hierbei ist eine bedeutende Festigkeitszunahme (noch unerklärt) zu Tage getreten u. a. m.

Zerstörung von Beton durch Gaswasser. Zu den Ausführungen in Nr. 22 der Chemiker Zeitung 1917 schreibt der D. Beton-Verein in der D. Bau-Ztg., Mitteilungen für Zement und Beton 1918 Nr. 5, daß Beton und Eisenbeton zur Herstellung von Gaswasser und Ammoniakwasser-Behältern unbedenklich verwendet werden könnten. Seit den 80er Jahren sind derartige Behälter in Betrieb und in einwandfreiem Zustande. Schutzanstriche sind von Vorteil, aber nicht unerläßlich. Wegen des Fehlens von überschüssigem Kalke werden die Anwendung von Eisenportlandzement, Hochofenzement, Traß und kalkarmem Portlandzement in Erwägung gezogen. D. Bau-Ztg. 1918 Mitt. für Zement und Beton Nr. 5.

Versuche über die Einwirkung von Magnesiumsulfatlösung auf Zemente verschiedener Art. Aus dem Inhalte des Heftes 4/5 des Materialprüfungsamtes Lichterfelde, das über diese Versuche berichtet, bringt die D. Bau-Ztg. 1918 Mitteilungen f. Zement und Beton Nr. 7 das Wesentlichste. Die 3 Arten (Portland-, Eisenportland- und Hochofenzement) haben sich etwa gleichmäßig bewährt.

Kalkhydrat — Zementhydrat — neu? Dipl.-Ing. Gustav Hall, Fabrikdirektor, Stettin, greift die 3 in der Literaturschau Heft 4 besprochenen neuen Patente an. Nr. 293825 sei nicht neu

und schon vor der Anmeldung praktisch angewendet worden; Nr. 300397 und 301118 stimmten mit Jahrzehnte alten, teils veralteten Arbeitsweisen überein, es gebe vollkommenere Verfahren zur besseren Ausnutzung des gebr. Kalkes und Herstellung erstklassiger Zementkalke. Tonind. Ztg. 1918 Nr. 27.

Neue Mörtelstoffe. Auch Dr.-techn. Heinrich Fabesch bestreitet die Neuheit des D.R.P. 293825 des Herrn Joh. Mühlen, da das patentierte Verfahren in Königshofen (Wien) schon seit 18 Jahren fabrikmäßig betrieben werde. Tonind. Ztg. 1918 Nr. 32.

II. Theorie.

Statik, Festigkeitslehre, Bemessungsverfahren.

Wirtschaftliche Dimensionierung von Eisenbetonkonstruktionen. Von Engesser. Wissenschaftliche Behandlung der Frage, welche Verhältnisse von Eisen- zu Betonquerschnitt unter den verschiedensten Preisverhältnissen die wirtschaftlichsten sind. Die Untersuchung erstreckt sich nur auf den Rechtecksquerschnitt (Platten). I. Ohne Rücksicht auf die Änderung des Eigengewichts infolge wechselnder Plattenstärke. II. Berücksichtigung der Zementersparnis bei geringerer Betonspannung. III. Berücksichtigung der Veränderlichkeit des Eigengewichts. IV. Berücksichtigung der Betonqualität und des Eigengewichts. In knapper Form wird hier das Problem (auf 4 Seiten) unter Beifügung zweier Diagramme vollkommen erledigt. Der Normalfall, Ausnutzung von $\sigma_{e_{zul}}$ und $\sigma_{b_{zul}}$, erweist sich — wie zu erwarten — bei normalen Preisverhältnissen als der günstigste. Außer ihrem wissenschaftlichen Werte hat die Arbeit auch für die Praxis Nutzen, sofern absonderliche Preisverhältnisse vorliegen. Betonbau 1918 Nr. 3.

Biegung mit Achsialkraft. Eine Tabelle zur direkten Dimensionierung nach dem Verfahren von Wuczkowski. Von Dipl.-Ing. Georg Ehlers in Charlottenburg. Arm. Beton 1918 Heft 3. Die im Februarheft des A. B. durch die Tabellen von Dr.-Ing. Kunze gebotene Erleichterung beim Dimensionieren konzentrisch belasteter Eisenbetonquerschnitte wird hier durch andere Tabellen ermöglicht. Die Querschnittshöhe wird zunächst vergleichsweise angenommen und eine Reihe von Paaren f_e und f_e' werden gefunden, zwischen denen gewählt werden kann. Nicht ganz bequem sind

die Tabellen, wenn man ein festes Verhältnis $f_c : f_c'$ (z. B. = 1,0) einzuhalten wünscht. Während diese Tabellen auch für sehr niedrige Verhältnisse $\frac{e}{N}$ brauchbar sind, bedürfen die von Kunze für solche Fälle noch einer Ergänzung. Innerhalb ihres Bereiches dürften jedoch die letzteren bedeutend rascher zum Ziele führen.

Zur Dimensionierung exzentrisch gedrückter T-Querschnitte. Von Dr. Max R. v. Thullie. Tabellen und ihre Ableitung sowie Anwendungsbeispiel. Der Gedanke von Direktor Spangenberg (Gedächtnisschrift zu Otto Mohrs 80. Geburtstag) wird hier fruchtbar auf Plattenbalken angewendet. In Anbetracht der vielen einwirkenden Größen enthalten die Tabellen ziemlich erhebliche Intervalle und berücksichtigen einen verhältnismäßig geringeren Bereich von Grundwerten. Österr. Wochenschrift für den öffentl. Baudienst 1918 Nr. 9.

Zur Berechnung statisch unbestimmter Systeme. Mit 77 kleinen Abbildungen. Von W. Fr. Andree (dem Verfasser von „Statik des Eisenbaues“) in Der Brückenbau 1918 Nr. 5.

Berechnung des Rahmenbinders der Markthalle Mühlhausen. Nachrechnung dieses Binders nach der Methode von Ing. A. Straßner, Frankfurt a. M., in der D. Bauzeitung 1918 Mitt. für Zem. und Beton Nr. 6.

III. Versuche mit Eisenbeton.

Vergelijkende proeven op gewapend bimsbeton en — grindbeton. Von F. Poot. Gewapend Beton 1918 Nr. 4, 5, 6, 7. Mitteilung von Untersuchungsergebnissen.

Proefbelasting van riolen. Von Ir. C. M. Lugten. Die unter dieser Überschrift in Gewapend Beton 1918 Nr. 7 veröffentlichten Zeilen bezwecken, Einheitlichkeit in die Prüfung von Zementrohren zu bringen.

IV. Vorschriften und Leitsätze.

V. Anwendungen und Ausführungen.

1. Allgemeines über Beton- und Eisenbetonbauweise. Fertigerzeugnisse. Neue Anwendungen. Bauunfälle.

Untersuchung von 4 Eisenbetonbrücken im Bereich der württembergischen Eisenbahnverwaltung auf Riß- und Rostbildung. Von L. Wörnle, Rgbmstr. bei der Württemberg. Staatseisenbahn, Stuttgart. Im Anschlusse an die Ergebnisse der Perkuhnschen Untersuchungen im Eisenbahn-Direktionsbezirk Breslau und Kattowitz sind in Württemberg 4 Brücken untersucht worden. Risse sind allenthalben beobachtet worden, jedoch ist ihre Ausdehnung nicht bedenklich. Der Rost, der sich an den Rißstellen auf den Eiseneinlagen gezeigt hat, ist ein dünner Beschlag von hellrotbrauner Farbe. Abgesprengte Schalen von

Beton sind nur selten vorgekommen. Sehr lesenswert sind die eingehenden Schlußfolgerungen, deren Beachtung allen, die Eisenbetonbau betreiben, dringend zu empfehlen ist. Weitere Prüfungen werden von der Württembergischen Eisenbahnverwaltung geplant. Eine regelmäßige Untersuchung aller Eisenbetonbrücken soll alle 10 Jahre vorgenommen werden. Beton und Eisen 1917 Heft 19/20; 1918 Heft 1, 2/3, 4/5, 6.

Ergebnisse der Untersuchung von Eisenbetonbrücken der Schweizer Bundesbahnen. Von Ing. A. Bühler, Bern. Im Anschluß an die bekannten Perkuhnschen Veröffentlichungen hat man auch in der Schweiz 6 Brücken verschiedenster Verhältnisse untersucht, überall mehr oder weniger viele und ausgebildete Risse gefunden, die aber durchweg bedeutend geringer sind, als die von P. gefundenen: 0,1 mm Rißweite wird kaum je erreicht und noch seltener überschritten. Die Überdeckung der Eisen wurde oft so gering befunden, daß die Eisen „durchschienen“. Auch auf dies schlechte Anbinden des Vorsatzbetons und seine Porosität wird der stellenweise angetroffene Rost zurückgeführt, Kiesnester, Betonierungsfugen, poröse Stellen — grobe Mängel der Ausführung — wurden mehrfach angetroffen. Die Schlußfolgerungen des Verfassers verdienen vollste Zustimmung. Schweizer Bauzeitung 1918 Nr. 8.

Zukunftsfragen des Eisenbetons. Zu den Kleinlogelschen Anregungen nimmt Prof. Hager, München, auf Ansuchen der Schriftl. in Beton und Eisen 1918 Heft 6 Stellung. Weiterhin behandelt er Forderungen, die künftig an die Baustoffe zu stellen sein werden. Wenig schwindende Zemente, hochwertige Zemente nur für ganz besondere Zwecke, leichte Betone. (Hier wird die Zusammensetzung des patentierten Schiffbau-Leichtbetons von Max Rüdiger, Hamburg mitgeteilt: Kieselgur, Traß, Mg O, Mg SO₄). Geeignete Körnung des Betons durch selbsttätiges Abmessen an den Mischmaschinen. Zugeisen mit höherer Streckgrenze. Auf den dann folgenden sehr beachtenswerten Hinweis für eine wirtschaftliche Gestaltung der Arbeitsausführung bei Eisenbetonbauten sei verwiesen.

Desgleichen Zuschrift an die Schriftleitung von Beton und Eisen (1918 Heft 6) von Dipl.-Ing. Tornieport, Baumeister der Baupolizeibehörde, Hamburg, in welcher vom Standpunkte der Baupolizei zu den Kleinlogelschen Anregungen (betr. Überwachungsingenieure) Stellung genommen wird.

Unfallstatistik des d. A. f. E. 17. Einsturz einer Hohlsteindecke. Fehlerhafte Berechnung einer Verstärkungsrippe, Betonieren in nicht miteinander verbundenen Schichten, Auslaugung des frischen Betons durch Regen haben zusammengewirkt. Zentralblatt d. Bauv. 1918 Nr. 26. D. Bau-

Zeitung 1918, Mitt. f. Zement u. Beton Nr. 6, Beton und Eisen 1918 Heft 6. Arm. Beton Nr. 4.

2. Hochbau.

Schutz gegen die Hellhörigkeit von Eisenbeton- und Steineisendecken, sollen — nach Zentralblatt d. Bauv. 1918 Nr. 26 die „schwebenden Estriche“ nach Reg.-Bmstr. Trautwein † bieten, die auf geschüttetem Korkschröt ruhen und — nach dem Kriege von Fa. Körner & Pleitz, Weißfels, ausgeführt werden.

Kokksiebereinlage aus Eisenbeton. Von Dipl.-Ing. Skall, Leipzig. Mit 5 Abbildungen gibt Verf. eine kurze Beschreibung des Bauwerks, dem er einige Mitteilungen über die statische Berechnung beifügt, die trotz aller Kürze für denjenigen, der an eine ähnliche Entwurfsaufgabe herantritt, von Wert sein dürften, insbesondere gilt dies von den Hinweisen auf die zur statischen Behandlung mit Vorteil zu benutzende Literatur. Der Betonbau 1918 Heft 3.

3. Brückenbau.

Über den Bau der Verbindungslinie Jedlersdorf-Leopoldau mit besonderer Berücksichtigung des Betonviaduktes. Von Ingenieur Emil Engel, Oberstaatsbahnrat, Wien. Eine 6—8 m über Gelände liegende Vollbahnstrecke ist auf 2127 m Länge auf Kunstbauten (fast durchweg Betonsegmentbogen) verlegt worden. Ursprünglich waren Eisenbetonbalken in Aussicht genommen. Eingehende Mitteilungen über die Bauausführung. Zeitschrift des österr. Ing.- u. Arch.-Vereins 1918 Nr. 11.

Ausgeführte Lehrgerüstkonstruktionen für Bogen- und Balkenbrücken. Von Oberingenieur O. Muij der A.-G. Wayß & Freytag, Neustadt a. d. Hardt. Nach sehr beachtlichen Winken für das Entwerfen zweckmäßiger Lehrgerüste folgen einige vorbildlich durchgeführte Beispiele (I. Lehrgerüste des Eisenbahnviaduktes Martinsfuhrn, II. Lehrgerüst für die Kaiserstraßen-Überführung in Kaiserslautern, III. für die Eisenbahnbrücke über die Saar bei Völklingen, IV. für die Schlackenbahn der Adolf-Emil-Hütte in Esch, V. für die Überführung der Möschwitzter Straße in Plauen). Zahlreiche Abbildungen und reichlich erläuternder Text. Armierter Beton 1918 Heft 2 und 3.

Außerdem: Siehe Abt. V 1: Ergebnisse der Untersuchung von Brücken auf Risse und Rost.

4. Wasserbau.

— — —

5. Grundbau.

Pfahlgründungsbauweise.

Betonpalen. Von Jr. J. G. Christiaan, Ijmuiden. Theoretische Betrachtungen zu den Mitteilungen von Jr. Disselkoe in De Ingenieur 1917. Nr. 47. — De Ingenieur 1918. Nr. 4.

Desgleichen Betrachtungen hierzu von Ir. J. Th. Thijsse. De Ingenieur 1918. Nr. 7.

Betonpalen Postgebouw Rotterdam von Ir. C. M. Lugten. Gewapend Beton 1918. Nr. 7.

6. Straßen-, Eisenbahn-, Tunnel- und städt. Tiefbau.

— — —

7. Schiffbau.

Vorschriften für den Bau von Seeschiffen aus Eisenbeton. Von Prof. E. Suenson, Kopenhagen. Auf Veranlassung der Schriftleitung von „Beton und Eisen“ äußert sich Verf. in Heft 6 1918 über Forderungen, die er für den Bau von Eisenbeton-Seeschiffen gestellt sehen möchte. Der Stoff wird im Anschlusse an die Vorschriften des dänischen Ausschusses für Eisenbetonschiffe (April 1917) und diejenigen der Norsk Veritas (Sept. 1918) behandelt.

Nachdem sich die Erkenntnis, daß nur eine reichliche Überdeckung der Eiseneinlagen für die Dauer einen guten Rostschutz bietet, immer mehr verbreitet, dürften gegen Wandungen von 3 cm und wenig mehr Stärke wohl allgemein Bedenken bestehen.

VI. Sonstiges.

Nationalwirtschaftliche Aufgaben der deutschen Zement- und Betonindustrie. Nach einem Vortrage von Prof. Dr.-Ing. Gehler, z. Zt. Vorstand der Bautenprüfstelle im Kriegsamt, gehalten auf der Werktagung des Deutschen Zement-Bundes am 28. II. 1918 zu Berlin. Rückblicke auf die Leistungen im Kriege, Ausblicke und Anregungen für die Übergangszeit. Viele Zahlenangaben über Preise, Umsätze, Kapitalien, Dividenden, Erzeugung u. a. D. Bau-Ztg. 1918. Mitt. f. Zement u. Beton. Nr. 6.

SELBSTANZEIGE.

(Ohne Verantwortung der Schriftleitung.)

Verfahren zur Herstellung von Eisenbetondecken ohne Schalung („Setz“-Decke).

Das vom Baumeister Setz, Aachen, in den meisten Staaten zum Patent angemeldete Verfahren bezweckt, und erreicht auch einwandfrei auf richtiger statischer Grundlage gestützt, das vollständige Ausschalten der so überaus

teuren Holzverschalung bei der Ausführung von Platten- und Plattenbalkenkonstruktionen in Eisenbeton.

Unter Berücksichtigung des Umstandes, daß die Plattenbalkendecke die billigste und beste Form einer jeden Deckenkonstruktion darstellt, hat Baumeister Setz dieses Verfahren auch für Plattenbalkenkonstruktionen ausgearbeitet und erreicht damit, daß alle Decken, für

Wohnhäuser, Villen, Schulen, Fabriken und jeden anderen Zweck, mit nur einer, stets gleichbleibenden Normal-schalddiele (aus Zementbeton 1:4) ausgeführt werden, welche für alle Fälle immer 1,92 m lang, 25 cm breit und 4 cm stark ist und auch meist dieselben Eiseneinlagen erhält, nämlich 2 Zugeisen 8 mm und ein wellenförmiges Verbindungseisen 5 mm stark. Es ist nun für die Zementwarenfabriken, welche das alleinige Herstellungs- und Verkaufsrecht besitzen, leicht, sich für die Fabrikation der „Setz-Dielen“ einzurichten und diese an die Baugeschäfte zu verkaufen. — Formen und Modelle sind dazu nicht notwendig. Es genügt ein Holzrahmen aus 4 cm starken KANTHÖLZERN und ein ebener Arbeitsboden (am besten Zementfußboden).

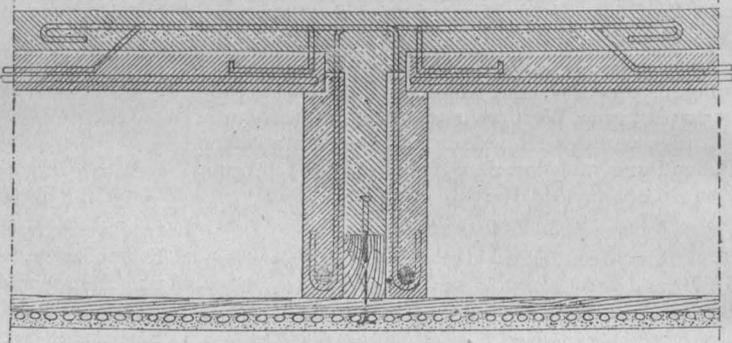
Die Ausführung der Plattenbalkendecke ist folgende (siehe Fig.): Entsprechend der stets gleichen Dielenlänge, werden auch die Eisenbetonunterzüge immer in einem Abstand von 2,00 m von Mitte zu Mitte angeordnet, soweit dies der Grundriß zuläßt. Über und unter den Zwischenwänden läßt man am besten die Decke einfach durchgehen und verteilt die Unterzüge ohne Rücksicht auf die Wände, da man dieselben doch durch die Unterputzdecke unsichtbar macht. Für die eventuell übrig bleibenden Endfelder gibt Baumeister Setz genaue Angaben, um auch dabei ohne besondere Dielenlängen auszukommen.

Die Seitenwandschalung der Unterzüge wird nun ebenfalls aus je 2 vorher fertiggestellten Schalddiehlen aus Eisenbeton hergestellt. Diese haben einen einfachen rechteckigen Querschnitt, sind 4–6 cm stark und 22 bis 42 cm hoch. Ihre Länge ist gleich der lichten Spannweite plus 50 cm für die Auflager. Jede Schalwanddiele enthält auch schon die Hälfte der für den Unterzug notwendigen Eiseneinlagen und außerdem eine Reihe von 5 mm Bügeln, welche die Eiseneinlage umfassen und nach oben noch mit einem etwa 60 cm langen Ende aus der Diele hervorsteht. Dieses Ende wird sodann umgeogen und greift tief in den später einzustampfenen Druckbeton der Deckenplatte ein, wodurch eine vollkommen innige Verbindung des Unterzuges mit der Platte erzielt wird. Auch nehmen diese Bügel die negativen Momente der durchlaufenden Platte über den Unterzügen auf.

Diese Wandschalddiehlen tragen sich nun, infolge ihres hohen Querschnittes und des großen Widerstandsmomentes nicht nur selbst, sondern sie sind auch mit absoluter Sicherheit imstande, die ganze Decke bis zu deren Fertig-

stellung zu tragen, wodurch jede Einsehalung und Unterstützung vollkommen wegfällt. — Die Wandschalddiehlen werden also paarweise auf die Umfassungswände verlegt und daselbst bis zu ihrer Oberkante eingemauert, so daß nur der Raum zwischen den Dielen frei bleibt. Zwischen die beiden Wandschalddiehlen eines Unterzuges legt man nun je eine 4×6 cm starke Dachlatte, in deren obere Fläche man in kurzen Abständen Holzschrauben derart einschraubt, daß diese noch ein großes Stück vorstehen. Mit diesen Holzschrauben hängt sich nun die Holzlatte in den zwischen die Dielen eingestampften Druckbeton ein. Diese Holzlatten bilden nun erstens den Boden des Schalkastens und zweitens dienen sie später als Träger einer beliebigen Unterputzdecke.

Damit sich die schwachen Holzlatten nicht vorher



durchhängen, werden sie von unten durch einige außen angesetzte Schraubzwingen in ihrer Lage festgehalten.

Alle zum Einbau gelangenden Dielen sind handlich und nicht zu schwer und besitzen einen einfachen rechteckigen Querschnitt. Sie lassen sich leicht herstellen, transportieren und verlegen, so daß auch die Arbeitslöhne für diese Arbeiten sehr niedrig in Rechnung gestellt werden können.

Die Deckenplatte selbst wird einschließlich der Schalddiehlen stets nur 8 cm stark und kann als durchlaufende Platte mit sehr niedrigen Momenten berechnet werden.

Diese neue Eisenbetonbauweise ist geeignet, die Holzbalkendecke auch aus dem privaten Wohnhausbau zu verdrängen und den Zementwarenfabriken ein neues großes Arbeitsfeld zu schaffen, denn sie vereinigt einen Mindestaufwand an Beton und Eisen mit einer sehr raschen und leichten Herstellungsart unter vollkommener Beseitigung jeder Holzschalung und Unterstützung.

EHRUNG EINES DER ALTMEISTER DES EISENBETONBAUES.

Dem Aufsichtsratsvorsitzenden der Weiß & Freytag Aktiengesellschaft, Kommerzienrat Freytag, hat die Technische Hochschule zu Darmstadt in Anerkennung seiner Verdienste für die Einführung und Entwicklung des Eisenbetons in Deutschland und in Würdigung seiner großzügigen Förderung der wissenschaftlichen Erforschung dieser Bauweise die Würde eines Doktor-Ingenieurs ehrenhalber verliehen. Freytag hat bekanntlich im Jahre 1884 die sogenannten

Monierpatente in Paris erworben und diese Bauweise nach Deutschland verpflanzt. Später hat er gemeinsam mit G. A. Wayß und Professor Dr.-Ing. h. c. Mörsch durch bahnbrechende wissenschaftliche Versuche die vielseitige Bedeutung des Eisenbetons für die gesamte Bautechnik dargetan und dadurch die Einführung dieser Bauweise in Deutschland und anderen Kulturstaaten vorbereitet und gefördert.

Den Verfassern größerer Originalbeiträge stehen je nach deren Umfang bis zu 5 Exemplaren des betr. vollständigen Heftes kostenfrei zur Verfügung, wenn bei Einsendung des Manuskriptes ein entsprechender Wunsch mitgeteilt wird. Sonderabdrücke werden nur bei rechtzeitiger Bestellung und gegen Erstattung der Kosten geliefert.