Dimensionierungsformeln
für einfach und doppelt bewehrte Betonplattenbalken.

Von

Ingenieur Leopold Herzka,

Bauoberkommissär der k. k. Nordwestbahndirektion, Wien.

Sonderabdruck aus der „Österr. Wochenschrift für den öffentlichen Baudienst", Heft 9 und 10, Jahrgang 1910.

Wien 1910.

Im Selbstverlage des Verfassers.

Druckerei- u. Verlags-Aktiengesellschaft,
vorm. R. v. WALDHEIM, JOS. EBERLE & Co.

Dimensionierungsformeln
für einfach und doppelt be= wehrte Betonplattenbalken.

Von

Ingenieur Leopold Herzka,

Bauoberkommissär der k. k. Nordwestbahndirektion, Wien.

Sonderabdruck aus der „Österr. Wochenschrift für den öffentlichen Baudienst", Heft 9 und 10, Jahrgang 1910.

Wien 1910.

Im Selbstverlage des Verfassers.

Druckerei- u. Verlags-Aktiengesellschaft,
vorm. R. v. WALDHEIM, JOS. EBERLE & Co.

Zweck der nachstehenden Untersuchung ist die Ableitung von Dimensionierungsformeln für einfach und doppelt bewehrte Betonplattenbalken (Rippen), und zwar im Anschlusse an den in „Beton und Eisen", VIII. Jahrgang, Heft VII erschienenen Aufsatz: „Dimensionierungsformeln für doppelt bewehrte Betonbalken" und unter besonderer Betonung des zwischen den Formeln dieser beiden, den Betoneisenbau vornehmlich beherrschenden Grundformen zweifellos bestehenden theoretischen Zusammenhanges. Derartige Formeln, welche durch Sonderwertung jeden in der Praxis möglichen Fall in einfacher Weise lösen, dürften dem entwerfenden Ingenieur als wesentliche Bereicherung seines mathematischen Rüstzeuges gewiß willkommen sein, auch schon darum, weil dieselben bei der vergleichsweisen Beurteilung der Konstruktionen vom wirtschaftlichen Gesichtspunkte aus zur Abfassung der erforderlichen Berechnungsgrundlagen mit Vorteil herangezogen werden können.

Bekanntlich bestehen die im oberwähnten Aufsatze mit 1), 2) und 7) bezeichneten Grundgleichungen[1]) auch für Plattenbalken zu Recht. Als notwendige Ergänzung tritt jedoch noch hinzu die aus den Bezeichnungen der Textfigur 1 (Seite 4) leicht herauszulesende Beziehung:

$$\sigma'_{bd} = \frac{x - d}{x} \sigma_{bd} \qquad \ldots\ldots\ldots\ a),$$

welche die Betonspannung in der Plattenunterkante als Funktion der Betondruckspannung σ_{bd} zum Ausdrucke bringt.

Mit den aus der Textfigur 1 ersichtlichen Eintragungen und unter Einführung der Abkürzungen:

$$\frac{b_0}{b} = \pi, \quad \frac{d}{h'} = \delta \quad \text{und} \quad \frac{a'}{h'} = \alpha'$$

---

[1]) Dieselben lauten:

$$\sigma_{ez} = n \frac{h' - x}{x} \cdot \sigma_{bd} \ \ldots\ldots\ldots\ldots\ 1),$$

$$\sigma_{ed} = n \frac{x - \alpha' h'}{x} \cdot \sigma_{bd} \ \ldots\ldots\ldots\ldots\ 2),$$

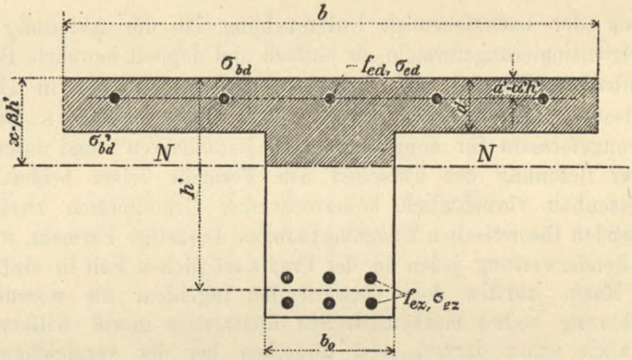
$$\beta = \frac{n\, s_{bd}}{s_{ez} + n\, s_{bd}} \ \ldots\ldots\ldots\ldots\ 7).$$

*

lassen sich, wenn von σ_{bd} und σ_{ez} auf die zulässigen Werte s_{bd} und s_{ez} übergegangen wird, die nachfolgenden Grundgleichungen aufstellen:

$$f_{ez}\, n\,(1-\beta) - f_{ed}\, n\,(\beta-\alpha') = \frac{1}{2}\, b\, h' \left[\beta^2 - (\beta-\delta)^2 (1-\pi)\right] \quad . \quad . \; b),$$

$$f_{ez}\, n\,(1-\beta)^2 + f_{ed}\, n\,(\beta-\alpha')^2 = \frac{M\,\beta}{h'\, s_{bd}} - \frac{1}{3}\, b\, h' \left[\beta^3 - (\beta-\delta)^3 (1-\pi)\right] \; . \, . \; c).$$



Figur 1.

Nach den Unbekannten f_{ez} und f_{ed} aufgelöst, lauten dieselben:

$$f_{ez} = \left.\begin{array}{l} \dfrac{M}{n\, s_{bd}\, h'\,(1-\alpha')} \cdot \dfrac{\beta}{(1-\beta)} + \dfrac{b\, h'}{2n\,(1-\alpha')} \cdot \dfrac{\beta^2\left(\dfrac{\beta}{3}-\alpha'\right)}{(1-\beta)} - \\ - \dfrac{b\, h'\,(1-\pi)\,(\beta-\delta)^2}{6\, n\,(1-\beta)\,(1-\alpha')} \left[\beta + 2\,\delta - 3\,\alpha'\right] \end{array}\right\} \; . \, . \, . \, d),$$

$$f_{ed} = \left.\begin{array}{l} \dfrac{M}{n\, s_{bd}\, h'\,(1-\alpha')} \cdot \dfrac{\beta}{(\beta-\alpha')} - \dfrac{b\, h'}{2n\,(1-\alpha')} \cdot \dfrac{\beta^2\left(1-\dfrac{\beta}{3}\right)}{(\beta-\alpha')} + \\ + \dfrac{b\, h'\,(1-\pi)\,(\beta-\delta)^2}{6\, n\,(\beta-\alpha')\,(1-\alpha')} \left[3 - 2\,\delta - \beta\right] \end{array}\right\} \; . \quad . \; e).$$

Diese Ausdrücke, welche sich von den Gleichungen 5′) und 6′) des erwähnten Aufsatzes nur durch das Endglied der rechten Seite unterscheiden, umfassen das gesamte Gebiet der einfach und doppelt bewehrten Platten und Rippen, da aus denselben durch Nullsetzung von α' auch der Fall der reinen Zugbewehrung abgeleitet werden kann.

Mit dem auf die Breiteneinheit bezogenen äußeren Momente $m = \frac{M}{b}$ und mit den auf die Fläche $b\,h'$ zurückgeführten Bewehrungsgehalten[1]) nehmen die letzten zwei Gleichungen die Form an:

$$p_{ez} = C_1 \cdot \frac{m}{h'^2} + C_2 - C_2' = C_1 \frac{m}{h'^2} + (C_2) \quad . \; . \; . \; A),$$

$$p_{ed} = C_3 \frac{m}{h'^2} - C_4 + C_4' = C_3 \frac{m}{h'^2} - (C_4) \quad . \; . \; . \; . \; B).$$

Über die Zusammensetzung von C_1 bis C_4 siehe den a. a. O. genannten Aufsatz, respektive die bezüglichen Rubriken der angeschlossenen Tabellen; die zusätzlichen Festwerte C_2' und C_4' lassen sich in der folgenden Fassung schreiben:

$$C_2' = \frac{100\,(\beta - \delta)^2}{6\,n\,(1 - \alpha')\,(1 - \beta)}\,[\beta + 2\,\delta - 3\,\alpha']\,(1 - \pi) \quad . \; . \; f),$$

$$C_4' = \frac{100\,(\beta - \delta)^2}{6\,n\,(1 - \alpha')\,(\beta - \alpha')}\,[3 - \beta - 2\,\delta]\,(1 - \pi) \quad . \; . \; g).$$

Sie sind unabhängig von dem den Balken ergreifenden äußeren Momente M und enthalten die zur Kennzeichnung einer Rippe erforderlichen Verhältniszahlen π und δ; für $\delta = \beta$, in welchem Falle die Nullachse mit der Plattenunterkante zusammenfällt oder wenn $\pi = 1$, das heißt $b = b_0$, fallen C_2' und C_4' aus der Rechnung. Da nun weiter:

$$3 > \beta + 2\,\delta > 3\,\alpha',$$

ferner $(\beta - \delta)^2$ und damit C_2' und C_4' positiv sind und es auch immer bleiben, resultiert, daß doppelt bewehrte Plattenbalken, bei gleichzeitiger Ausnützung der zulässigen Betondruck- und Eisenzugspannung s_{bd} beziehungsweise s_{ez}, gegenüber den in gleicher Art bewehrten Betonbalken eine Erhöhung der Druckbewehrung beziehungsweise eine Verminderung der Zugbewehrung bedingen. Ob sich der Gesamtaufwand an Bewehrungsgehalt bei Rippen höher stellt als bei Balken, erkennt man am besten aus der aus den Gleichungen A) und B) abzulesenden Beziehung

$$\Delta\,C = C_4' - C_2' \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; h),$$

welche für die in Vergleich gezogenen Querschnittsformen den perzentuellen Mehraufwand, bezogen auf die Fläche $b\,h'$, in einfachster Weise zum Ausdruck bringt. Um über das Vorzeichen von $\Delta\,C$ entscheiden zu können, geben wir f) und g), unter Verwendung der den Festwerten C_1 bis C_4 entsprechenden Zusammensetzung, die

---

[1]) Bei Plattenbalken wird im allgemeinen, ebenso wie bei den Platten, der Bewehrungsgehalt auf die tatsächlich vorhandene Betonfläche bezogen; man erhält denselben aus p_{ez}, beziehungsweise p_{ed} aus den Beziehungen:

$$p_{ez}^{\circ} = \frac{p_{ez}}{\pi + (1 - \pi)\,\delta} \quad \text{und} \quad p_{ed}^{\circ} = \frac{p_{ed}}{\pi + (1 - \pi)\,\delta}.$$

nachstehende, für die später angegebenen Tabellen mit Vorteil zu verwendende Form:

$$C_2' = \left\{C_2 + \frac{1}{3}\delta\beta s_{bd} C_1\right\}\left(1 - \frac{\delta}{\beta}\right)^2 (1 - \pi) \quad . \; . \; . \; f'),$$

$$C_4' = \left\{C_4 - \frac{1}{3}\delta\beta s_{bd} C_3\right\}\left(1 - \frac{\delta}{\beta}\right)^2 (1 - \pi) \quad . \; . \; . \; g').$$

Wir erhalten sodann:

$$\Delta C = \left\{(C_4 - C_2) - (C_1 + C_3)\frac{\delta\beta s_{bd}}{3}\right\}\left(1 - \frac{\delta}{\beta}\right)^2 (1 - \pi) \quad . \; . \; . \; h').$$

Da die Giltigkeitsgrenzen für diese, sowie überhaupt für sämtliche die Plattenbalken betreffenden Beziehungen durch $\delta < \beta$ und $\pi < 1$ gezogen sind, die letzten zwei Faktoren von h') daher stets positiv bleiben, hängt die Gattung des Vorzeichens nur von dem ersten Klammerausdruck ab; es bleibt daher $\Delta C > 0$, solange:

$$(C_4 - C_2) > \frac{1}{3}(C_1 + C_3)\,\delta\beta s_{bd}.$$

Nach Einführung der den einzelnen Festwerten entsprechenden Sonderwerte liefert eine kurze Zwischenrechnung:

$$1 + \alpha' - \frac{4}{3}\beta > \frac{2}{3}\delta,$$

welche für den größten Wert β, den das Verhältnis δ überhaupt annehmen kann, übergeht in:

$$1 + \alpha' > 2\beta \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; i)$$

wodurch das durchaus positive Vorzeichen von ΔC erwiesen ist; daraus folgt:

Bei gleicher statischer Höhe h' und für dasselbe Moment M erfordern doppelt bewehrte Plattenbalken einen größeren Eisenaufwand als Balken (Platten) von der nämlichen Bewehrungsart und Breite b.

Da aber ΔC einerseits linear abhängig von $(1 - \pi)$ ist und daher mit wachsendem π abnimmt, anderseits mit zunehmendem δ sich der Nulle nähert, so gilt auch weiters:

Ein doppelt bewehrter Plattenbalken ist hinsichtlich seines Bewehrungsgehaltes um so wirtschaftlicher, je größer die Stegbreite b_0 und bei gegebener Stegbreite, je näher die Plattenunterkante an die Nullachse heranrückt.

Welcher der eben genannten Grundformen vom wirtschaftlichen Standpunkte aus der Vorrang zu geben ist, muß in jedem einzelnen Falle durch eine besondere Untersuchung und zwar unter Berücksichtigung des Betonaufwandes und der Schalungskosten erhoben werden, und behält sich der Verfasser vor, hierüber in einem besonderen Artikel zu berichten.

Treten in den Querschnitten eines Tragwerkes in Betoneisen Momente verschiedenen Drehungssinnes auf, dann wird unter allen Umständen eine Doppelbewehrung durchzuführen sein; ferner auch in jenen Fällen, bei welchen für die Konstruktion nur eine beschränkte Höhe zur Verfügung steht. Die Grenze, von der ab die Anordnung einer Druckbewehrung notwendig wird, findet man durch Nullsetzung der Gleichung B) mit:

$$h_o' = \sqrt{m} \cdot \sqrt{\frac{C_3}{(C_4)}} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; k).$$

Wie man sich leicht überzeugen kann, ist h_o' selbstverständlich unabhängig von α'; mit $\delta = \beta$ oder $\pi = 1$ resultiert Gleichung III) des mehrfach erwähnten Aufsatzes.

Bezeichnen wir nach Haberkalt und Postuvanschitz[1]) den der Höhe h_o' zugeordneten Bewehrungsgehalt als den „idealen Bewehrungsgehalt p_{ez}^i“, so ergibt sich derselbe durch Einführung von Gleichung k) in Gleichung A) mit:

$$(p_{ez}^i) = \frac{C_1 (C_4) + (C_2) C_3}{C_3} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; C),$$

für Rippenbalken und mit:

$$p_{ez}^i = \frac{C_1 C_4 + C_2 C_3}{C_3} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; C')$$

für gewöhnliche Platten; daraus der Schluß:

Der ideale Bewehrungsgehalt von Platten und Plattenbalken ist unabhängig vom äußeren Momente und der statischen Höhe und ist bei gegebenen Materialinanspruchnahmen, für Plattenbalken auch bei den gleichen Abmessungsverhältnissen $\delta = \frac{d}{h_o'}$ und $\pi = \frac{b_o}{h}$, eine konstante Größe.

Der vollkommen gleiche Aufbau von A) und B), beziehungsweise der Gleichung I) und II) der öfters genannten Veröffentlichung läßt die Erweiterung der dortselbst gezogenen Schlüsse auch auf Rippenbalken zu. Wir erhalten demnach für den Fall gleich starker Zug- und Druckeinlagen (Gleichung IV):

$$(p_{zd}) = \frac{C_1 (C_4) + (C_2) C_3}{C_3 - C_1} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; D)$$

und für die diesen Verhältnissen entsprechende statische Höhe (Gleichung V) ganz allgemein:

$$h_1' = \sqrt{m} \sqrt{\frac{C_3 - C_1}{(C_2) + (C_4)}} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; E).$$

---

[1]) Siehe: „Die Berechnung der Tragwerke aus Betoneisen oder Stampfbeton bei Hochbauten und Straßenbrücken.“ Von k. k. Oberbaurat K. Haberkalt und k. k. Bauoberkommissär Dr. F. Postuvanschitz.

Aus Gleichung D) folgt mithin der erweiterte Satz:

Der Bewehrungsgehalt für gleiche Zug- und Druckbewehrung bei Platten und für feststehende Verhältnisse δ und π auch bei Rippen ist vom Momente und der statischen Höhe unabhängig und bei gegebenen Inanspruchnahmen eine konstante Größe.

Der Zusammenhang zwischen Zug- und Druckbewehrung ist gegeben durch (Gleichung VI'):

$$(p_{ed}) = (p_{ez})\, C_8 - (C_9) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; F),$$

wobei:

$$C_8 = \frac{C_3}{C_1} \text{ und } (C_9) = (p_{zd}) \cdot \frac{C_3 - C_1}{C_1}$$

zu setzen ist; da aber zufolge Gleichung C) und Gleichung D)

$$(p_{zd}) = (p^i_{ez}) \cdot \frac{C_3}{C_3 - C_1},$$

so daß bei bekanntem idealen Bewehrungsgehalte die Reduktion auf den der gleichen Zug- und Druckbewehrung entsprechenden Eisengehalt in einfachster Weise möglich ist, besteht auch:

$$(C_9) = (p^i_{ez})\, C_8$$

und daher die interessante Beziehung:

$$(p_{ed}) = C_8 \left[(p_{ez}) - (p^i_{ez})\right] \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; F').$$

Dieselbe besagt ganz allgemein, daß sowohl bei Platten als auch bei Rippen die Anordnung einer Druckbewehrung nur möglich ist, wenn:

$$(p_{ez}) > (p^i_{ez}),$$

wodurch der bereits bekannte Satz bewiesen erscheint, daß jede Druckbewehrung auch eine Vermehrung der Zugbewehrung über den idealen Bewehrungsgehalt hinaus nach sich zieht; der Mehraufwand des Eisengehaltes auf der Zugseite stellt sich auf:

$$\Delta\,(p_{ez}) = (p_{ez}) - (p^i_{ez}).$$

Mit $C_8 = \frac{C_3}{C_1} = \frac{1-\beta}{\beta - \alpha'}$ (siehe Gleichung 10) a. a. O.) ergibt sich daher aus Gleichung F'):

$$\frac{(p_{ed})}{\Delta\,(p_{ez})} = \frac{1-\beta}{\beta - \alpha'} = \frac{(f_{ed})}{\Delta\,(f_{ez})} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; m),$$

eine Relation, welche besagt, daß die zur Erzielung einer doppelten Bewehrung erforderlichen Zusatzzug- und Druckeisenflächen ihren bezüglichen Schwerpunktsabständen von der neutralen Achse verkehrt proportional sind; da weiter wegen des linearen Spannungsverlaufes auch die Beziehung:

$$\frac{\sigma_{ed}}{s_{ez}} = \frac{\beta - \alpha'}{1 - \beta} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; n)$$

gilt, resultiert durch entsprechende Verbindung von Gleichung *m*) und *n*):

$$(f_{ed})\,\sigma_{ed} = \Delta\,(f_{ez})\,s_{ez} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; G).$$

Die in den zusätzlichen Eiseneinlagen (f_{ed}) und $\Delta\,(f_{ez})$ einer doppelt bewehrten Platte oder Rippe auftretenden Kräfte sind einander gleich und bilden daher ein an dem Hebelsarme $(1 - \alpha')\,h'$ wirkendes Kräftepaar.

Dasselbe vermag daher einem äußeren Momente:

$$\Delta\,M = \Delta\,(f_{ez})\,s_{ez}\,(1 - \alpha')\,h' = (f_{ed})\,\sigma_{ed}\,(1 - \alpha')\,h' \quad . \; . \quad o)$$

das Gleichgewicht zu halten. Ist nun ein Träger einem äußeren Gesamtmomente M_{I} ausgesetzt, so kann derselbe bei beschränkter Höhe h_o', welche dem idealen Bewehrungsgehalte (p^i_{ez}) entspricht, nur ein ganz bestimmtes Moment aufnehmen, dessen Größe durch Gleichung *k*) gegeben ist mit:

$$M = m\,.\,b = \frac{(C_4)}{C_3}\,.\,h_o'^2\,b.$$

Den Überschuß $\Delta\,M = M_{\mathrm{I}} - M$ übernimmt das vorgenannte Kräftepaar[1]). Aus Gleichung *o*) folgt somit:

$$\Delta\,(f_{ez}) = \frac{\Delta\,M}{(1 - \alpha')\,h'\,s_{ez}}$$

und mit *n*):

$$(f_{ed}) = \frac{\Delta\,M\,(1 - \beta)}{(1 - \alpha')\,(\beta - \alpha')\,h'\,s_{ez}}.$$

Auf die Bewehrungsprozente übergehend finden wir, wenn $\dfrac{\Delta\,M}{b} = \Delta\,m$ gesetzt wird:

$$\left.\begin{aligned} \Delta\,(p_{ez}) &= \frac{\Delta\,m}{h_o'^2}\,.\,C_1 \\ (p_{ed}) &= \frac{\Delta\,m}{h_o'^2}\,.\,C_3 \end{aligned}\right| \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; H).$$

Von dem idealen Bewehrungsgehalte ausgehend, nehmen somit die zur Dimensionierung der Eiseneinlagen notwendigen Formeln die folgende einfache Gestalt an:

$$\left.\begin{aligned} (p_{ez}) &= \frac{\Delta\,m}{h_o'^2}\,C_1 + (p^i_{ez}) \\ (p_{ed}) &= \frac{\Delta\,m}{h_o'^2}\,C_3 \end{aligned}\right| \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; H');$$

die Anwendung derselben soll an einem weiter unten durchgerechneten Beispiele erläutert werden.

* * *

---

[1]) Siehe auch: „Statische Berechnung von Eisenbetonträgern mit doppelten Eiseneinlagen.“ Von Dr. Ing. P. Weiske, Cassel, „Zement und Beton“, 1907, Nr. 9.

Für einfach armierte Profile gilt nur Gleichung A) und wird daher:

$$\Delta C = -C_2'$$

Daraus folgt mit Bezug auf Gleichung f'):

Einfach bewehrte Plattenbalken erfordern stets einen geringeren Eisengehalt als die in gleicher Weise bewehrten Platten derselben Höhe.

Weiters ergibt sich wegen des linearen Abhängigkeitsverhältnisses der Gleichung f') von $(1 - \pi)$ und da $\left(1 - \frac{\delta}{\beta}\right)^2$ immer positiv ist:

Bei einfach bewehrten Plattenbalken gleicher Höhe nimmt der Eisenaufwand mit abnehmender Plattendicke ab und wird bei konstantem $\delta = \frac{d}{h'}$ um so sparsamer ausfallen, je kleiner die Stegbreite b_0 im Verhältnisse zur Plattenbreite b ist.

Auf Grund der bisher gewonnenen Ergebnisse wurden nunmehr die Tabellen I, II und III, und zwar unter Berücksichtigung der für die Herstellung von Tragwerken aus Betoneisen geltenden österreichischen Vorschriften berechnet. Dieselben erscheinen im Vergleiche zu der a. a. O. gegebenen Tabelle dahin ergänzt, beziehungsweise erweitert, daß außer den üblichen $\alpha' = 0{\cdot}08$ und $0{\cdot}10$ auch noch $\alpha' = 0{\cdot}12$ und $\alpha' = 0{\cdot}00$ Berücksichtigung fanden. Die für die Dimensionierung von Plattenbalken in Betracht kommenden Zusatzfestwerte wurden für die Verhältnisse $\pi = 0{\cdot}1$, $0{\cdot}15$, $0{\cdot}2$, $0{\cdot}25$ und $0{\cdot}3$ beziehungsweise $\delta = 0{\cdot}08$, $0{\cdot}1$, $0{\cdot}15$, $0{\cdot}2$, $0{\cdot}25$ und $0{\cdot}3$ ermittelt. Die Tabellen umfassen somit sämtliche für die Dimensionierung einfach und doppelt bewehrter Platten und Rippen erforderlichen Grundlagen und gestatten die Aufsuchung der Festwerte für den Fall, daß andere als die berechneten Verhältnisse α', π und δ vorliegen, auf dem Wege der geradlinigen Interpolation. Dort, wo die Eiseneinlagen in mehreren Reihen zur Verlegung kommen, kann man die Berechnung mit Rücksicht auf den Spannungszuwachs in der dem Zugrande zunächst gelegenen Eisenbewehrung derart führen, daß man die Eisenmengen für eine geringere statische Höhe, als diejenige, welche tatsächlich zur Ausführung gelangt, berechnet. Bei einiger Übung gewinnt man ein ziemlich sicheres Urteil über die Größe, um welche die statische Höhe verringert werden muß, damit in den zu unterst gelegenen Eisen das zulässige Maß der Inanspruchnahme gerade erreicht werde.

1. Beispiel. Ein Unterzug habe ein Moment $M = 5070000$ *kgcm* aufzunehmen; ferner sei: $b = 300$ *cm*, $b_0 = 30$ *cm* und $d = 10$ *cm*.

Der Balken ist unter der Bedingung, daß $\frac{d}{h'} = 0{\cdot}2$, ideal zu bewehren; gesucht d, h'_0 und (p^i_{ez}) für ein Mischungsverhältnis 1 : 3.

Aus der Tabelle I finden wir mit $\pi = 0{\cdot}1$, $\delta = 0{\cdot}2$ und wegen

$$\sqrt{m} = \sqrt{\frac{5070000}{300}} = 130$$

$$h'_0 = 0{\cdot}425 \,.\, 130 = 55{\cdot}25 \; cm,$$

daher

$$d = 55{\cdot}25 \,.\, 0{\cdot}2 = 11{\cdot}05 \; cm$$

und

$$(p^i_{ez}) = 0{\cdot}6435.$$

Die Zugbewehrung ist somit:

$$f_{ez} = 106{\cdot}66 \; cm^2.$$

Eine genaue Nachrechnung liefert:

$$\sigma_{bd} = 40{\cdot}0 \; kg/cm^2, \quad \sigma_{ez} = 949{\cdot}0 \; kg/cm^2.$$

2. Beispiel. Dieselben Grundlagen wie sub 1, nur muß unbedingt an $d = 10$ cm festgehalten werden. Es ist der Bewehrungsgehalt des ideal bewehrten Balkens und dessen statische Höhe zu bestimmen.

Aus der Tabelle I entnimmt man für $\pi = 0{\cdot}1$:

$\delta = 0{\cdot}10$, $h'_0 = 130 \,.\, 0{\cdot}523 = 68{\cdot}00$ cm und daher $d = 6{\cdot}80$ cm,
$\delta = 0{\cdot}15$, $h'_0 = 130 \,.\, 0{\cdot}460 = 59{\cdot}80$ cm „ „ $d = 8{\cdot}97$ cm,
$\delta = 0{\cdot}20$, $h'_0 = 130 \,.\, 0{\cdot}425 = 55{\cdot}25$ cm „ „ $d = 11{\cdot}05$ cm.

Die gesuchte Höhe liegt sonach zwischen $\delta = 0{\cdot}15$ und $\delta = 0{\cdot}20$ und findet sich durch Interpolation mit $h'_0 = 57{\cdot}55$ cm; die zugehörige Bewehrungsziffer ist somit $(p^i_{ez}) = 0{\cdot}5911$ und damit endlich $f_{ez} = 102{\cdot}05$ cm^2; die rechnerische Überprüfung liefert:

$$\sigma_{bd} = 39{\cdot}7 \; kg/cm^2 \quad \text{und} \quad \sigma_{ez} = 943 \; kg/cm^2.$$

Handelt es sich um Rippen mit $h' > h'_0$, dann läßt sich wohl das Eisen, nicht aber der Beton bis an das zulässige Maß ausnützen. Die Dimensionierung derartig bewehrter Profile erfolgt in der Regel näherungsweise und sei diesbezüglich auf die einschlägige Literatur verwiesen.

Nachstehend wird eine Methode abgeleitet, welche abweichend von den üblichen Rechnungsweisen ziemlich rasch zum Ziele führt.

Gleichung d) nimmt für $\alpha' = 0$ und auf den Bewehrungsgehalt zurückgeführt die Form an:

$$(p'_{ez}) = \frac{100\,m}{h'^2 s_{ez}} + \frac{10}{9} \cdot \frac{\beta^3}{(1-\beta)} - \frac{10}{9}(1-\pi)\frac{(\beta-\delta)^2(\beta+2\,\delta)}{(1-\beta)} \ldots d').$$

Durch Nullsetzung der Gleichung e) und durch Verbindung mit d') erhält man nach Reduktion:

$$(p''_{ez}) = \frac{10}{3} \cdot \frac{\beta^2 - (1-\pi)(\beta-\delta)^2}{(1-\beta)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad e'),$$

ein Ausdruck, welcher sich übrigens auch aus der Bedingung der Gleichheit der statischen Momente der Eisenzug- und Betondruckflächen, bezogen auf die Nullachse, ableiten läßt.

Die Werte (p'_{ez}) und (p''_{ez}) werden für ein frei gewähltes β verschieden ausfallen; erst für den richtigen Wurzelwert β_o werden sie gleich.

Die Ableitung nach β liefert:

$$d(p'_{ez}) = \frac{1}{1-\beta}\left[(p'_{ez}) + \frac{10}{3}\left\{\beta^2 - (1-\pi)(\beta^2 - \delta^2)\right\}\right] d\beta = A\,d\beta \ldots p)$$

beziehungsweise

$$d(p''_{ez}) = \frac{1}{1-\beta}\left[(p''_{ez}) + \frac{20}{3}\left\{\beta - (1-\pi)(\beta-\delta)\right\}\right] d\beta = B\,d\beta \ldots q).$$

Für ein angenommenes β, dessen beiläufige Größe sich leicht einschätzen läßt, sind somit (p'_{ez}), (p''_{ez}), A und B bekannt; die gesuchte Lösung wird an jener Stelle liegen, welche sich aus der Bedingung:

$$(p_{ez}) = (p'_{ez}) + d\,(p'_{ez}) = (p''_{ez}) + d\,(p''_{ez}) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad r)$$

bestimmen läßt und wird umsomehr der Wirklichkeit entsprechen, je richtiger das β eingeschätzt wurde; Gleichung r) nimmt mit den Gleichungen p) und q) die Form an:

$$(p'_{ez}) - (p''_{ez}) = (B - A)\,d\beta$$

und daraus endlich:

$$d\beta = \frac{(p'_{ez}) - (p''_{ez})}{B - A} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad J).$$

Damit läßt sich die erforderliche Verbesserung des angenommenen β durchführen:

$$\beta_o = \beta + d\beta \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad K)$$

und ebenso kann man mit Hilfe von p) und q) der Bedingung r) Rechnung tragen.

3. B e i s p i e l. Die Annahmen des 1. Beispiels bleiben dieselben; ferner werde jedoch festgesetzt, daß $d = 10\ cm$ und $h' = 80\ cm$ sein müssen.

Wegen $h' > h'_o$ benützen wir die Formeln des vorstehenden Rechnungsganges.

Angenommen werde schätzungsweise $\beta = 0{\cdot}32$; wir haben dann der Reihe nach:

$(p'_{ez}) = 0{\cdot}29963$, $(p''_{ez}) = 0{\cdot}33420$, $A = 0{\cdot}5598$, $B = 1{\cdot}9081$ und daher $d\beta = -\,0{\cdot}0256$; endlich ist:

$$\beta_o = 0{\cdot}32 - 0{\cdot}0256 = 0{\cdot}2944,$$
$$d(p'_{ez}) = -\,0{\cdot}01435,$$
$$d(p''_{ez}) = -\,0{\cdot}48850$$

und schließlich:

$$(p_{ez}) = 0{\cdot}2853 \text{ und } f_{ez} = 68{\cdot}47\ cm^2.$$

Die Nachrechnung der Spannungen liefert:

$$\sigma_{bd} = 27{\cdot}4\ kg/cm^2 \text{ und } \sigma_{ez} = 989{\cdot}5\ kg/cm^2.$$

Dieses Ergebnis stand zu erwarten; da nämlich den Gleichungen d') und e') für die in Betracht kommenden Größen δ, π und β ein $\frac{d\,(p_{ez})}{d\beta} > 0$ und $\frac{d^2\,(p_{ez})}{d\beta^2} > 0$ zukommt, die Kurven somit ihre konvexe Seite der Achse der β zuwenden, entspricht einem negativen $d\beta$ ein β_o beziehungsweise (p_{ez}), welche kleiner sind als die tatsächlichen Werte der gesuchten Größen. Für die endgiltige Berechnung der notwendigen Eiseneinlagen genügt in der Regel eine Korrektur des Bewehrungsgehaltes (p_{ez}) um ein bis drei Einheiten der zweiten Stelle; eine Nachrechnung von β_o ist im allgemeinen überflüssig. Führt man die Rechnung nochmals mit $\beta = 0{\cdot}3$ durch, so findet man:

$(p'_{ez}) = 0{\cdot}29675$, $(p''_{ez}) = 0{\cdot}29732$, $A = 0{\cdot}5338$, $B = 1{\cdot}7819$, $d\beta = -\,0{\cdot}000454$, $\beta_o = 0{\cdot}2995$, $d(p'_{ez}) = -\,0{\cdot}00024$, $d(p''_{ez}) = -\,0{\cdot}000809$ und $(p_{ez}) = 0{\cdot}2965$, daher $f_{ez} = 71{\cdot}16\ cm^2$; die genaue Berechnung der Spannungen liefert:

$$\sigma_{bd} = 27{\cdot}1\ kg/cm^2 \text{ und } \sigma_{ez} = 951{\cdot}4\ kg/cm^2.$$

4. Beispiel. Die Annahmen des 1. Beispiels bleiben dieselben, nur werde $d = 10\ cm$ und die Balkenhöhe mit $h' = 40{\cdot}0\ cm$ festgesetzt.

Wegen $h' < h'_o$ ist eine doppelte Bewehrung erforderlich; mit $\alpha' = 0{\cdot}1$, $\pi = \frac{b_o}{b} = 0{\cdot}1$, $\delta = \frac{d}{h'} = 0{\cdot}25$ findet man direkt aus der Tabelle I:

$$(p_{ez}) = \frac{m}{h'^2} \cdot 0{\cdot}11695 + 0{\cdot}02628 - 0{\cdot}0200 = 1{\cdot}2416$$

$$(p_{ed}) = \frac{m}{h'^2} \cdot 0{\cdot}2497 - 1{\cdot}6837 + 0{\cdot}1537 = 1{\cdot}1075$$

und daher:

$$f_{ez} = 148{\cdot}98\ cm^2,\quad f_{ed} = 132{\cdot}90\ cm^2.$$

Wir wollen zur Berechnung dieses Beispiels noch die Formeln J) beziehungsweise K) anwenden.

Der ideale Bewehrungsgehalt unseres Balkenprofils beträgt: $(p^i_{ez}) = 0{\cdot}7227$; aufzunehmen vermag derselbe daher nur das Moment:

$$M = m\,b = \frac{(C_4)}{C_3}\,h_o'^2\,b = \frac{40^2 \,.\, 300}{0{\cdot}404^2} = 2940888\ kgcm,$$

folglich:

$$\Delta\,M = 5070000 - 2940888 = 2129112\ kgcm$$

und $\Delta\,m = 7097\ kgcm$; somit endlich:

$$\Delta\,(p_{ez}) = \frac{\Delta\,m}{h'^2} \,.\, 0{\cdot}11695 = 0{\cdot}51875,$$

$$(p_{ed}) = \frac{\Delta\,m}{h'^2} \,.\, 0{\cdot}2497 \quad = 1{\cdot}1076$$

und

$$(p_{ez}) = (p^i_{ez}) + \Delta\,(p_{ez}) = 1{\cdot}2415.$$

Die Anwendung dieser Methode erfolgt sohin ohne Benützung der erweiterten Tabelle für doppelt bewehrte Plattenbalken, beziehungsweise Platten.

Wien, im Oktober 1909.

I. Tabelle.

Mischungsverhältnis 1 : 3, zulässige Betondruckspannung $s_{bd} = 40\, kg/cm^2$, zulässige Eisenzugspannung $s_{ez} = 950\, kg/cm^2$, $\beta = \frac{15\, s_{bd}}{s_{ez} + 15\, s_{bd}} = 0·3871$.

$\delta = \frac{d}{h'} =$ | $\pi = \frac{b_0}{b} =$

Bewehrungsgehalt der Eiseneinlagen auf der Zugseite

$(p_{ez}) = \frac{m}{h'^2} . C_1 + (C_2 - C_2') = \frac{m}{h'^2} . C_1 + (C_2) = \frac{100 f_{ez}}{b\, h'}$

$C_1 = \frac{100}{(1 - \alpha')\, s_{ez}} =$ | $C_2 = C_1 . \frac{\beta}{2} \left(\frac{\beta}{3} - \alpha' \right) s_{bd} =$

Für Plattenbalken beträgt die Verminderung des Bewehrungsgehaltes:
$C_2' = \left\{ C_2 + C_1 . \frac{\delta\, \beta\, s_{bd}}{3} \right\} \left(1 - \frac{\delta}{\beta} \right)^2 (1 - \pi) =$

δ	π \ α'	C_1: 0·00 einfach bewehrt	0·08	0·10	0·12	C_2: 0·00 einfach bewehrt	0·08	0·10	0·12
Platten β	1	0·1053	0·11442	0·11695	0·11962	0·1052	0·04341	0·02628	0·00834
	(0·00)	—	—	—	—	(0·0878)	(0·0564)	—	—
	0·08	—	—	—	—	0·0808	0·0519	—	—
	0·10	—	—	—	—	0·0790	0·0508	—	—
0·10	0·15	—	—	—	—	0·0746	0·0479	—	—
	0·20	—	—	—	—	0·0702	0·0451	—	—
	0·25	—	—	—	—	0·0659	0·0423	—	—
	0·30	—	—	—	—	0·0615	0·0395	—	—
	(0·00)	—	—	—	—	(0·0700)	(0·0495)	(0·0438)	(0·0379)
	0·08	—	—	—	—	0·0644	0·0455	0·0403	0·0349
	0·10	—	—	—	—	0·0630	0·0446	0·0394	0·0341
0·15	0·15	—	—	—	—	0·0595	0·0421	0·0372	0·0322
	0·20	—	—	—	—	0·0560	0·0396	0·0350	0·0303
	0·25	—	—	—	—	0·0525	0·0371	0·0329	0·0284
	0·30	—	—	—	—	0·0490	0·0347	0·0307	0·0265
	(0·00)	—	—	—	—	(0·0500)	(0·0377)	(0·0343)	(0·0308)
	0·08	—	—	—	—	0·0460	0·0347	0·0316	0·0283
	0·10	—	—	—	—	0·0450	0·0339	0·0309	0·0277
0·20	0·15	—	—	—	—	0·0425	0·0321	0·0292	0·0262
	0·20	—	—	—	—	0·0400	0·0302	0·0274	0·0246
	0·25	—	—	—	—	0·0375	0·0283	0·0257	0·0231
	0·30	—	—	—	—	0·0350	0·0264	0·0240	0·0216
	(0·00)	—	—	—	—	(0·0302)	(0·0240)	(0·0222)	(0·0204)
	0·08	—	—	—	—	0·0278	0·0221	0·0204	0·0188
	0·10	—	—	—	—	0·0272	0·0216	0·0200	0·0184
0·25	0·15	—	—	—	—	0·0257	0·0204	0·0189	0·0173
	0·20	—	—	—	—	0·0242	0·0192	0·0178	0·0163
	0·25	—	—	—	—	0·0217	0·0180	0·0167	0·0153
	0·30	—	—	—	—	0·0211	0·0168	0·0155	0·0143
	(0·00)	—	—	—	—	(0·0136)	(0·0112)	(0·0105)	(0·0098)
	0·08	—	—	—	—	0·0125	0·0103	0·0097	0·0090
	0·10	—	—	—	—	0·0122	0·0101	0·0095	0·0088
0·30	0·15	—	—	—	—	0·0116	0·0095	0·0089	0·0083
	0·20	—	—	—	—	0·0109	0·0090	0·0084	0·0078
	0·25	—	—	—	—	0·0102	0·0084	0·0079	0·0074
	0·30	—	—	—	—	0·0095	0·0078	0·0074	0·0067

Bewehrungsgehalt der Eiseneinlagen auf der Druckseite

$(p_{ed}) = \frac{m}{h'^2} C_3 - (C_4 - C_4') = \frac{m}{h'^2} C_3 - (C_4) = \frac{100 f_{ed}}{b\, h'}$

$C_3 = C_1 \frac{1 - \beta}{\beta - \alpha'} =$ | $C_4 = C_3 . \frac{\beta}{2} \left(1 - \frac{\beta}{3} \right) s_{bd} =$

Für Plattenbalken beträgt die Vermehrung des Bewehrungsgehaltes:
$C_4' = \left\{ C_4 - C_3 . \frac{\delta\, \beta\, s_{bd}}{3} \right\} \left(1 - \frac{\delta}{\beta} \right)^2 (1 - \pi) =$

$\Delta C = C_4' - C_2' = \frac{100\, (\Delta f_e)}{b\, h'} =$
Mehraufwand an Bewehrungsgehalt gegenüber gewöhnlichen Platten bei einfach | doppelt bewehrten Plattenbalken

δ	π \ α'	C_3: 0·08	0·10	0·12	C_4: 0·08	0·10	0·12	ΔC: 0·00 (einfach)	0·08 (doppelt)	0·10 (doppelt)	0·12 (doppelt)
Platten β	1	0·2284	0·2497	0·2745	1·5401	1·6837	1·8510				
	(0·00)	—	—	—	(0·7824)	—	—	negativ (0·0878)	(0·7260)	—	—
	0·08	—	—	—	0·7198	—	—	0·0808	0·6679	—	—
	0·10	—	—	—	0·7042	—	—	0·0790	0·6534	—	—
0·10	0·15	—	—	—	0·6650	—	—	0·0746	0·6171	—	—
	0·20	—	—	—	0·6259	—	—	0·0702	0·5808	—	—
	0·25	—	—	—	0·5868	—	—	0·0659	0·5445	—	—
	0·30	—	—	—	0·5477	—	—	0·0615	0·50[illegible]2	—	—
	(0·00)	—	—	—	(0·5115)	(0·5591)	(0·6147)	(0·0700)	(0·4620)	(0·5153)	(0·5768)
	0·08	—	—	—	0·4706	0·5144	0·5655	0·0644	0·4251	0·4741	0·5306
	0·10	—	—	—	0·4604	0·5032	0·5532	0·0630	0·4158	0·4638	0·5191
0·15	0·15	—	—	—	0·4348	0·4752	0·5225	0·0595	0·3927	0·4380	0·4903
	0·20	—	—	—	0·4092	0·4473	0·4918	0·0560	0·3696	0·4123	0·4615
	0·25	—	—	—	0·3836	0·4193	0·4610	0·0525	0·3465	0·3864	0·4326
	0·30	—	—	—	0·3581	0·3914	0·4303	0·0490	0·3234	0·3607	0·4038
	(0·00)	—	—	—	(0·3047)	(0·3331)	(0·3662)	(0·0500)	(0·2670)	(0·2988)	(0·3354)
	0·08	—	—	—	0·2803	0·3065	0·3369	0·0460	0·2456	0·2749	0·3086
	0·10	—	—	—	0·2742	0·2998	0·3296	0·0450	0·2403	0·2689	0·3019
0·20	0·15	—	—	—	0·2590	0·2831	0·3113	0·0425	0·2269	0·2539	0·2851
	0·20	—	—	—	0·2438	0·2665	0·2930	0·0400	0·2136	0·2391	0·2684
	0·25	—	—	—	0·2285	0·2498	0·2747	0·0375	0·2002	0·2241	0·2516
	0·30	—	—	—	0·2133	0·2332	0·2563	0·0350	0·1869	0·2092	0·2347
	(0·00)	—	—	—	(0·1562)	(0·1708)	(0·1878)	(0·0302)	(0·1322)	(0·1486)	(0·1674)
	0·08	—	—	—	0·1437	0·1571	0·1728	0·0278	0·1216	0·1367	0·1540
	0·10	—	—	—	0·1406	0·1537	0·1690	0·0272	0·1190	0·1337	0·1506
0·25	0·15	—	—	—	0·1328	0·1452	0·1596	0·0257	0·1124	0·1263	0·1423
	0·20	—	—	—	0·1250	0·1366	0·1502	0·0242	0·1058	0·1188	0·1339
	0·25	—	—	—	0·1172	0·1281	0·1409	0·0217	0·0992	0·1114	0·1256
	0·30	—	—	—	0·1093	0·1195	0·1315	0·0211	0·0925	0·1040	0·1172
	(0·00)	—	—	—	(0·0600)	(0·0657)	(0·0722)	(0·0136)	(0·0488)	(0·0552)	(0·0624)
	0·08	—	—	—	0·0552	0·0604	0·0664	0·0125	0·0449	0·0507	0·0574
	0·10	—	—	—	0·0540	0·0591	0·0650	0·0122	0·0439	0·0496	0·0562
0·30	0·15	—	—	—	0·0510	0·0558	0·0614	0·0116	0·0415	0·0469	0·0531
	0·20	—	—	—	0·0480	0·0526	0·0578	0·0109	0·0390	0·0442	0·0500
	0·25	—	—	—	0·0450	0·0493	0·0542	0·0102	0·0366	0·0414	0·0468
	0·30	—	—	—	0·0420	0·0460	0·0505	0·0095	0·0342	0·0386	0·0438

Eine Druckbewehrung ist erforderlich, wenn: $h_0' \leqq \sqrt{m} . \sqrt{\frac{C_3}{(C_4)}}$; $\sqrt{\frac{C_3}{(C_4)}} =$

Der Höhe h_0' entspricht eine ideale Zugbewehrung: $(p_{ez}^i) = (p_{zd}) \frac{C_3 - C_1}{C_3}$; $(p_{ez}) =$

Bei gleich großer Zug- und Druckbewehrung: Bewehrungsgehalt $(p_{zd}) = \frac{C_1 (C_4) + (C_2) C_3}{C_3 - C_1}$; $(p_{zd}) =$ — Höhe $h_1 = \sqrt{m} . \sqrt{\frac{C_3 - C_1}{(C_2) + (C_4)}}$; $\sqrt{\frac{C_3 - C_1}{(C_2) + (C_4)}} =$

Zusammenhang zwischen Zug- und Druckbewehrung $(p_{ed}) = C_8\, (p_{ez}) - (C_9)$; $C_8 = \frac{C_3}{C_1}$; $(C_9) = C_8\, (p_{ez}^i)$

Obere Zeile: bei Platten; übrige Zeilen: bei Plattenbalken

δ	π \ α'	Druckbewehrung $\sqrt{\frac{C_3}{(C_4)}}$	(p_{ez})	(p_{zd}): 0·08	0·10	0·12	Höhe: 0·08	0·10	0·12	C_8: 0·08	0·10	0·12	(C_9): 0·08	0·10	0·12
Platten β	1	0·3850	0·8149	1·6331	1·5328	1·4444	0·268	0·279	0·289	1·996	2·135	2·294	1·627	1·740	1·871
	(0·00)	—	—	—	—	—	—	—	—				—	—	—
	0·08	0·527	0·4023	0·8065	—	—	0·374	—	-				0·8033	—	—
	0·10	0·523	0·4111	0·8243	—	—	0·371	—	—				0·8211	—	- -
0·10	0·15	0·511	0·4337	0·8695	—	—	0·362	—	—				0·8661	—	—
	0·20	0·500	0·4560	0·9143	—	—	0·353	—	—				0·9107	—	—
	0·25	0·489	0·4780	0·9592	--	—	0·346	--	—				0·9555	—	—
	0·30	0·480	0·5008	1·0040	-	—	0·338	—	—				1·0000	—	—
	(0·00)	—	—	—	—	—	—	—	—				—	—	—
	0·08	0·462	0·5336	1·0694	1·0038	0·9458	0·327	0·339	0·351				1·0653	1·1394	1·2245
	0·10	0·460	0·5397	1·0815	1·0153	0·9567	0·325	0·337	0·349				1·0773	1·1525	1·2387
0·15	0·15	0·454	0·5550	1·1122	1·0442	0·9837	0·321	0·333	0·345				1·1080	1·1852	1·2737
	0·20	0·449	0·5703	1·1430	1·0729	1·0109	0·317	0·329	0·340				1·1385	1·2178	1·3088
	0·25	0·444	0·5855	1·1736	1·1013	1·0380	0·313	0·325	0·336				1·1691	1·2501	1·3440
	0·30	0·439	0·6009	1·2041	1·1302	1·0654	0·309	0·321	0·332				1·1905	1·2829	1·3795
	(0·00)	—	—	—	—	—	—	—	—				—	—	—
	0·08	0·426	0·6397	1·2822	1·2032	1·1341	0·300	0·311	0·322				1·2772	1·3658	1·4683
	0·10	0·425	0·6435	1·2899	1·2105	1·1409	0·299	0·310	0·321				1·2849	1·3741	1·4770
0·20	0·15	0·422	0·6529	1·3087	1·2284	1·1577	0·297	0·308	0·319	1·996	2·135	2·294	1·3037	1·3943	1·4988
	0·20	0·420	0·6625	1·3280	1·2464	1·1746	0·295	0·306	0·317				1·3230	1·4148	1·5207
	0·25	0·417	0·6720	1·3469	1·2624	1·1914	0·293	0·304	0·315				1·3418	1·4357	1·5424
	0·30	0·415	0·6816	1·3600	1·2822	1·2082	0·291	0·302	0·313				1·3607	1·4553	1·5642
	(0·00)	—	—	—	—	—	—	—	—				—	—	—
	0·08	0·404	0·7205	1·4436	1·3560	1·2776	0·284	0·294	0·305				1·4380	1·5391	1·6541
	0·10	0·404	0·7227	1·4486	1·3597	1·2813	0·283	0·294	0·304				1·4430	1·5434	1·6591
0·25	0·15	0·403	0·7277	1·4588	1·3693	1·2895	0·282	0·293	0·304				1·4532	1·5542	1·6696
	0·20	0·402	0·7330	1·4695	1·3790	1·2994	0·281	0·292	0·303				1·4639	1·5652	1·6825
	0·25	0·401	0·7380	1·4794	1·3885	1·3084	0·281	0·291	0·302				1·4737	1·5761	1·6941
	0·30	0·400	0·7431	1·4895	1·3983	1·3175	0·280	0·290	0·301				1·4838	1·5872	1·7058
	(0·00)	—	—	—	—	—	—	—	—				—	—	—
	0·08	0·392	0·7771	1·5573	1·4626	1·3771	0·274	0·285	0·295				1·5513	1·6602	1·7831
	0·10	0·392	0·7776	1·5586	1·4630	1·3786	0·274	0·284	0·295				1·5526	1·6605	1·7849
0·30	0·15	0·391	0·7795	1·5628	1·4662	1·3822	0·274	0·284	0·294				1·5568	1·6643	1·7896
	0·20	0·391	0·7817	1·5667	1·4706	1·3860	0·273	0·284	0·294				1·5607	1·6692	1·7945
	0·25	0·391	0·7837	1·5711	1·4744	1·3894	0·273	0·283	0·294				1·5651	1·6736	1·7990
	0·30	0·391	0·7859	1·5752	1·478[illegible]	1·3935	0·273	0·283	0·293				1·5692	1·6780	1·8042

II. Tabelle.

Mischungsverhältnis 1 : 4, zulässige Betondruckspannung $s_{bd} = 36\ kg/cm^2$, zulässige Eisenzugspannung $s_{ez} = 950\ kg/cm^2$, $\beta = \frac{15\ s_{bd}}{s_{ez} + 15\ s_{bd}} = 0{\cdot}3624$.

α'		0·00 einfach bewehrt	0·08	0·10	0·12	0·00 einfach bewehrt	0·08	0·10	0·12	0·08	0·10	0·12	0·08	0·10	0·12	0·00	0·08	0·10	0·12			0·08	0·10	0·12	0·08	0·10	0·12	0·08	0·10	0·12	0·08	0·10	0·12
$\delta = \frac{d}{h'} =$	$\pi = \frac{b_0}{b} =$	Bewehrungsgehalt der Eiseneinlagen auf der														$\Delta C = C_4' - C_2' = \frac{100\,(\Delta f_e)}{b\,h'} =$ Mehraufwand an Bewehrungsgehalt gegenüber gewöhnlichen Platten bei				Eine Druckbewehrung ist erforderlich, wenn: $h_0' \lesseqgtr \sqrt{m}\cdot\sqrt{\frac{C_3}{(C_4)}}$	Der Höhe h_0' entspricht eine ideale Zugbewehrung: $(p_{ez}^i) = (p_{zd})\cdot\frac{C_3 - C_1}{C_3}$	Bewehrungsgehalt $(p_{zd}) = \frac{C_4(C_4)+(C\;)C_3}{C_3 - C_1}$			Höhe $h_1' = \sqrt{m}\cdot\sqrt{\frac{C_3 - C_1}{(C_2)+(C_4)}}$			Zusammenhang zwischen Zug- und Druckbewehrung $(p_{ed}) = C_8\,(p_{ez}) - (C_9)$					
		Zugseite								Druckseite												bei gleich großer Zug- und Druckbewehrung											
		$(p_{ez}) = \frac{m}{h'^2}\cdot C_1 + (C_2 - C_2') = \frac{m}{h'^2}\,C_1 + (C_2) = \frac{100\,f_{ez}}{b\,h'}$								$(p_{ed}) = \frac{m}{h'^2}\,C_3 - (C_4 - C_4') = \frac{m}{h'^2}\,C_3 - (C_4) = \frac{100\,f_{ed}}{b\,h'}$										$\sqrt{\frac{C_3}{(C_4)}} =$	$(p_{ez}^i) =$	$(p_{zd}) =$			$\sqrt{\frac{C_3 - C_1}{(C_2) + (C_4)}} =$			$C_8 = \frac{C_3}{C_1}$			$(C_9) = C_8\,(p_{ez}^i)$		
Platten		$C_1 = \frac{100}{(1 - \alpha')\,s_{ez}} =$				$C_2 = C_1\cdot\frac{\beta}{2}\left(\frac{\beta}{3} - \alpha'\right)s_{bd} =$				$C_3 = C_1\,\frac{1 - \beta}{\beta - \alpha'} =$			$C_4 = C_3\cdot\frac{\beta}{2}\left(1 - \frac{\beta}{3}\right)s_{bd} =$			einfach	doppelt			bei Platten													
β	1	0·1053	0·11442	0·11695	0·11962	0·0830	0·03045	0·01587	0·00062	0·2583	0·2842	0·3146	1·4814	1·6300	1·8043					0·4176	0·6867	1·2328	1·1667	1·1080	0·309	0·319	0·329	2·257	2·430	2·620	1·550	1·669	1·806
Für Plattenbalken beträgt die Verminderung des Bewehrungsgehaltes: $C_2' = \left\{C_2 + C_1\cdot\frac{\delta\,\beta\,s_{bd}}{3}\right\}\left(1 - \frac{\delta}{\beta}\right)^2(1 - \pi) =$										Für Plattenbalken beträgt die Vermehrung des Bewehrungsgehaltes: $C_4' = \left\{C_4 - C_3\cdot\frac{\delta\,\beta\,s_{bd}}{3}\right\}\left(1 - \frac{\delta}{\beta}\right)^2(1 - \pi) =$						bewehrten Plattenbalken				bei Plattenbalken													
	(0·00)	—	—	—	—	(0·0675)	(0·0421)	—	—	—	—	—	(0·7178)	—	—	negativ (0·0675)	(0·6757)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				—	—	—
	0·08	—	—	—	—	0·0621	0·0387	—	—	—	—	—	0·6604	—	—	0·0621	0·6217	—	—	0·561	0·3554	0·6381	—	—	0·421	—	—				0·8024	—	—
	0·10	—	—	—	—	0·0608	0·0378	—	—	—	—	—	0·6460	—	—	0·0608	0·6082	—	—	0·556	0·3627	0·6512	—	—	0·417	—	—				0·818[illegible]	—	—
0·10	0·15	—	—	—	—	0·0574	0·0357	—	—	—	—	—	0·6101	—	—	0·0574	0·5744	—	—	0·545	0·3807	0·6834	—	—	0·408	—	—				0·8594	—	—
	0·20	—	—	—	—	0·0540	0·0336	—	—	—	—	—	0·5742	—	—	0·0540	0·5406	—	—	0·534	0·3987	0·7158	—	—	0·399	—	—				0·9001	—	—
	0·25	—	—	—	—	0·0506	0·0315	—	—	—	—	—	0·5384	—	—	0·0506	0·5069	—	—	0·523	0·4167	0·7481	—	—	0·391	—	—				0·9407	—	—
	0·30	—	—	—	—	0·0473	0·0294	—	—	—	—	—	0·5024	—	—	0·0473	0·4730	—	—	0·514	0·4347	0·7804	—	—	0·383	—	—				0·9813	—	—
	(0·00)	—	—	—	—	(0·0521)	(0·0361)	(0·0317)	(0·0270)	—	—	—	(0·4509)	(0·4962)	(0·5493)	(0·0521)	(0·4148)	(0·4645)	(0·5223)	—	—	—	—	—	—	—	—				—	—	—
	0·08	—	—	—	—	0·0479	0·0332	0·0291	0·0249	—	—	—	0·4149	0·4565	0·5054	0·0479	0·3817	0·4274	0·4805	0·492	0·4697	0·8432	0·7981	0·7577	0·368	0·380	0·391				1·0603	1·1414	1·2350
	0·10	—	—	—	—	0·0469	0·0325	0·0285	0·0243	—	—	—	0·4059	0·4466	0·4944	0·0469	0·3734	0·4181	0·4701	0·490	0·4744	0·8516	0·8060	0·7654	0·366	0·378	0·389				1·0709	1·1527	1·2476
0·15	0·15	—	—	—	—	0·0443	0·0307	0·0269	0·0230	—	—	—	0·3833	0·4218	0·4669	0·0443	0·3526	0·3949	0·4439	0·485	0·4862	0·8728	0·8261	0·7844	0·362	0·374	0·385				1·0975	1·1814	1·2786
	0·20	—	—	—	—	0·0417	0·0289	0·0253	0·0216	—	—	—	0·3608	0·3970	0·4394	0·0417	0·3319	0·3717	0·4178	0·480	0·4980	0·8939	0·8462	0·8035	0·358	0·370	0·381				1·1241	1·2101	1·3097
	0·25	—	—	—	—	0·0391	0·0271	0·0237	0·0203	—	—	—	0·3382	0·3722	0·4120	0·0391	0·3111	0·3485	0·3917	0·475	0·5097	0·9151	0·8662	0·8224	0·354	0·366	0·377				1·1507	1·2387	1·3405
	0·30	—	—	—	—	0·0365	0·0253	0·0222	0·0189	—	—	—	0·3157	0·3473	0·3845	0·0365	0·2904	0·3251	0·3656	0·471	0·5216	0·9363	0·8862	0·8416	0·351	0·362	0·373				1·1774	1·2673	1·3718
	(0·00)	—	—	—	—	(0·0351)	(0·0261)	(0·0236)	(0·0210)	—	—	—	(0·2523)	(0·2776)	(0·3074)	(0·0351)	(0·2262)	(0·2540)	(0·2864)	—	—	—	—	—	—	—	—				—	—	—
	0·08	—	—	—	—	0·0323	0·0240	0·0217	0·0193	—	—	—	0·2321	0·2554	0·2828	0·0323	0·2081	0·2337	0·2635	0·455	0·5598	1·0050	0·9513	0·9033	0·339	0·350	0·360				1·2638	1·3604	1·4724
	0·10	—	—	—	—	0·0316	0·0235	0·0212	0·0189	—	—	—	0·2271	0·2498	0·2767	0·0316	0·2036	0·2286	0·2578	0·454	0·5626	1·0100	0·9561	0·9077	0·338	0·349	0·359				1·2700	1·3673	1·4795
0·20	0·15	—	—	—	—	0·0298	0·0222	0·0201	0·0179	—	—	—	0·2144	0·2360	0·2613	0·0298	0·1922	0·2159	0·2434	0·452	0·5694	1·0224	0·9676	0·9187	0·336	0·347	0·358	2·257	2·430	2·620	1·2856	1·3838	1·4975
	0·20	—	—	—	—	0·0280	0·0209	0·0189	0·0168	—	—	—	0·2018	0·2221	0·2459	0·0280	0·1809	0·2032	0·2291	0·449	0·5764	1·0348	0·9793	0·9300	0·334	0·345	0·356				1·3012	1·4005	1·5159
	0·25	—	—	—	—	0·0263	0·0196	0·0177	0·0158	—	—	—	0·1892	0·2082	0·2306	0·0263	0·1696	0·1905	0·2148	0·447	0·5833	1·0471	0·9911	0·9410	0·332	0·343	0·354				1·3167	1·4174	1·5338
	0·30	—	—	—	—	0·0245	0·0183	0·0165	0·0147	—	—	—	0·1766	0·1943	0·2152	0·0245	0·1583	0·1778	0·2005	0·445	0·5902	1·0595	1·0029	0·9522	0·330	0·341	0·352				1·3323	1·4342	1·5521
	(0·00)	—	—	—	—	(0·0190)	(0·0149)	(0·0138)	(0·0126)	—	—	—	(0·1155)	(0·1271)	(0·1407)	(0·0190)	(0·1006)	(0·1133)	(0·1281)	—	—	—	—	—	—	—	—				—	—	—
	0·08	—	—	—	—	0·0175	0·0137	0·0127	0·0116	—	—	—	0·1063	0·1169	0·1294	0·0175	0·0926	0·1042	0·1178	0·433	0·6258	1·1236	1·0634	1·0098	0·322	0·332	0·342				1·4129	1·5208	1·6460
	0·10	—	—	—	—	0·0171	0·0134	0·0124	0·0113	—	—	—	0·1040	0·1144	0·1266	0·0171	0·0906	0·1020	0·1153	0·433	0·6272	1·1259	1·0657	1·0121	0·321	0·332	0·342				1·4158	1·5240	1·6497
0·25	0·15	—	—	—	—	0·0162	0·0127	0·0117	0·0107	—	—	—	0·0982	0·1080	0·1196	0·0162	0·0855	0·0963	0·1089	0·432	0·6305	1·1318	1·0713	1·0173	0·321	0·331	0·341				1·4232	1·5321	1·6582
	0·20	—	—	—	—	0·0152	0·0119	0·0110	0·0101	—	—	—	0·0924	0·1017	0·1126	0·0152	0·0805	0·0907	0·1025	0·431	0·6338	1·1379	1·0769	1·0226	0·320	0·330	0·341				1·4309	1·5401	1·6668
	0·25	—	—	—	—	0·0143	0·0112	0·0103	0·0094	—	—	—	0·0866	0·0953	0·1055	0·0143	0·0754	0·0850	0·0961	0·430	0·6371	1·1437	1·0826	1·0281	0·319	0·330	0·340				1·4382	1·5482	1·6758
	0·30	—	—	—	—	0·0133	0·0104	0·0096	0·0088	—	—	—	0·0809	0·0890	0·0985	0·0133	0·0705	0·0794	0·0897	0·429	0·6404	1·1498	1·0882	1·0333	0·318	0·329	0·339				1·4458	1·5562	1·6843
	(0·00)	—	—	—	—	(0·0065)	(0·0053)	(0·0050)	(0·0047)	—	—	—	(0·0339)	(0·0374)	(0·0413)	(0·0065)	(0·0286)	(0·0324)	(0·0366)	—	—	—	—	—	—		—				—	—	—
	0·08	—	—	—	—	0·0060	0·0049	0·0046	0·0043	—	—	—	0·0312	0·0344	0·0380	0·0060	0·0263	0·0298	0·0337	0·422	0·6679	1·1991	1·1349	1·0776	0·312	0·323	0·333				1·5078	1·6230	1·7565
	0·10	—	—	—	—	0·0059	0·0048	0·0045	0·0042	—	—	—	0·0305	0·0337	0·0372	0·0059	0·0257	0·0292	0·0330	0·422	0·6683	1·1999	1·1355	1·0783	0·312	0·323	0·333				1·5088	1·6239	1·7576
0·30	0·15	—	—	—	—	0·0056	0·0045	0·0042	0·0040	—	—	—	0·0288	0·0318	0·0351	0·0056	0·0243	0·0276	0·0311	0·422	0·6694	1·2018	1·1374	1·0800	0·312	0·322	0.332				1·5112	1·6266	1·7604
	0·20	—	—	—	—	0·0053	0·0043	0·0040	0·0037	—	—	—	0·0271	0·0299	0·0330	0·0053	0·0228	0·0259	0·0293	0·422	0·6703	1·2034	1·1390	1·0817	0·312	0·322	0·332				1·5132	1·6289	1·7632
	0·25	—	—	—	—	0·0049	0·0040	0·0037	0·0035	—	—	—	0·0254	0·0281	0·0310	0·0049	0·0214	0·0244	0·0275	0·421	0·6714	1·2054	1·1408	1·0832	0·312	0·322	0·332				1·5158	1·6314	1·7656
	0·30	—	—	—	—	0·0046	0·0037	0·0035	0·0033	—	—	—	0·0237	0·0262	0·0289	0·0046	0·0200	0·0227	0·0256	0·421	0·6724	1·2073	1·1425	1·0849	0·311	0·322	0·332				1·5181	1·6339	1·7684

III. Tabelle.

Mischungsverhältnis 1 : 5, zulässige Betondruckspannung $s_{bd} = 32\ kg/cm^2$, zulässige Eisenzugspannung $s_{ez} = 950\ kg/cm^2$, $\beta = \frac{15\ s_{bd}}{s_{ez} + 15\ s_{bd}} = 0{\cdot}3357$.

α'		0·00 einfach bewehrt	0·08	0·10	0·12	0·00 einfach bewehrt	0·08	0·10	0·12	0·08	0·10	0·12	0·08	0·10	0·12
		Bewehrungsgehalt der Eiseneinlagen auf der													
$\delta = \frac{d}{h'} =$	$\pi = \frac{b_0}{b} =$	Zugseite								Druckseite					
		$(p_{ez}) = \frac{m}{h'^2} \cdot C_1 + (C_2 - C_2') = \frac{m}{h'^2} \cdot C_1 + (C_2) = \frac{100 f_{ez}}{b\,h'}$								$(p_{ed}) = \frac{m}{h'^2} C_3 - (C_4 - C_4') = \frac{m}{h'^2} C_3 - (C_4) = \frac{100 f_{ed}}{b\,h'}$					
Platten		$C_1 = \frac{100}{(1-\alpha')\,s_{ez}} =$				$C_2 = C_1 \cdot \frac{\beta}{2}\left(\frac{\beta}{3} - \alpha'\right) s_{bd} =$				$C_3 = C_1 \frac{1-\beta}{\beta - \alpha'} =$			$C_4 = C_3 \cdot \frac{\beta}{2}\left(1 - \frac{\beta}{3}\right) s_{bd} =$		
β	1	0·1053	0·11442	0·11695	0·11962	0·06330	0·01960	0·00748	— 0·00520	0·2973	0·3296	0·3684	1·4182	1·5723	1·7573
Für Plattenbalken beträgt die Verminderung des Bewehrungsgehaltes: $C_2' = \left\{C_2 + C_1 \cdot \frac{\delta\,\beta\,s_{bd}}{3}\right\}\left(1 - \frac{\delta}{\beta}\right)^2 (1-\pi) =$										Für Plattenbalken beträgt die Vermehrung des Bewehrungsgehaltes: $C_4' = \left\{C_4 - C_3 \cdot \frac{\delta\,\beta\,s_{bd}}{3}\right\}\left(1 - \frac{\delta}{\beta}\right)^2 (1-\pi) =$					
	(0·00)	—	—	—	—	(0·0498)	(0·0298)	—	—	—	—	—	(0·6467)	—	—
	0·08	—	—	—	—	0·0458	0·0274	—	—	—	—	—	0·5949	—	—
	0·10	—	—	—	—	0·0448	0·0268	—	—	—	—	—	0·5820	—	—
0·10	0·15	—	—	—	—	0·0423	0·0254	—	—	—	—	—	0·5497	—	—
	0·20	—	—	—	—	0·0398	0·0239	—	—	—	—	—	0·5173	—	—
	0·25	—	—	—	—	0·0374	0·0224	—	—	—	—	—	0·4850	—	—
	0·30	—	—	—	—	0·0349	0·0209	—	—	—	—	—	0·4527	—	—
	(0·00)	—	—	—	—	(0·0367)	(0·0248)	(0·0215)	(0·0181)	—	—	—	(0·3851)	(0·4270)	(0·4772)
	0·08	—	—	—	—	0·0337	0·0228	0·0198	0·0166	—	—	—	0·3543	0·3928	0·4390
	0·10	—	—	—	—	0·0330	0·0223	0·0194	0·0163	—	—	—	0·3466	0·3843	0·4295
0·15	0·15	—	—	—	—	0·0312	0·0211	0·0183	0·0154	—	—	—	0·3273	0·3629	0·4056
	0·20	—	—	—	—	0·0293	0·0198	0·0172	0·0145	—	—	—	0·3081	0·3416	0·3817
	0·25	—	—	—	—	0·0275	0·0186	0·0161	0·0136	—	—	—	0·2888	0·3202	0·3579
	0·30	—	—	—	—	0·0257	0·0174	0·0151	0·0126	—	—	—	0·2696	0·2989	0·3340
	(0·00)	—	—	—	—	(0·0227)	(0·0166)	(0·0149)	(0·0132)	—	—	—	(0·1970)	(0·2184)	(0·2440)
	0·08	—	—	—	—	0·0209	0·0153	0·0137	0·0121	—	—	—	0·1812	0·2009	0·2245
	0·10	—	—	—	—	0·0204	0·0149	0·0134	0·0118	—	—	—	0·1773	0·1965	0·2196
0·20	0·15	—	—	—	—	0·0193	0·0141	0·0127	0·0112	—	—	—	0·1674	0·1856	0·2074
	0·20	—	—	—	—	0·0181	0·0133	0·0119	0·0105	—	—	—	0·1576	0·1747	0·1952
	0·25	—	—	—	—	0·0170	0·0124	0·0112	0·0099	—	—	—	0·1477	0·1638	0·1830
	0·30	—	—	—	—	0·0159	0·0116	0·0104	0·0092	—	—	—	0·1379	0·1528	0·1708
	(0·00)	—	—	—	—	(0·0103)	(0·0080)	(0·0073)	(0·0066)	—	—	—	(0·0751)	(0·0832)	(0·0930)
	0·08	—	—	—	—	0·0094	0·0073	0·0067	0·0061	—	—	—	0·0691	0·0766	0·0856
	0·10	—	—	—	—	0·0092	0·0072	0·0066	0·0060	—	—	—	0·0676	0·0749	0·0837
0·25	0·15	—	—	—	—	0·0087	0·0068	0·0062	0·0056	—	—	—	0·0638	0·0708	0·0791
	0·20	—	—	—	—	0·0082	0·0064	0·0058	0·0053	—	—	—	0·0601	0·0663	0·0744
	0·25	—	—	—	—	0·0077	0·0060	0·0055	0·0050	—	—	—	0·0563	0·0624	0·0698
	0·30	—	—	—	—	0·0072	0·0056	0·0051	0·0046	—	—	—	0·0526	0·0583	0·0651
	(0·00)	—	—	—	—	(0·0020)	(0·0016)	(0·0015)	(0·0014)	—	—	—	(0·0124)	(0·0138)	(0·0154)
	0·08	—	—	—	—	0·0018	0·0015	0·0014	0·0013	—	—	—	0·0114	0·0127	0·0142
	0·10	—	—	—	—	0·0018	0·0014	0·0014	0·0013	—	—	—	0·0112	0·0124	0·0139
0·30	0·15	—	—	—	—	0·0017	0·0014	0·0013	0·0012	—	—	—	0·0106	0·0117	0·0131
	0·20	—	—	—	—	0·0016	0·0013	0·0012	0·0011	—	—	—	0·0099	0·0110	0·0123
	0·25	—	—	—	—	0·0015	0·0012	0·0011	0·0010	—	—	—	0·0093	0·0103	0·0116
	0·30	—	—	—	—	0·0014	0·0011	0·0011	0·0010	—	—	—	0·0087	0·0096	0·0108

α'		0·00	0·08	0·10	0·12	Eine Druckbewehrung ist erforderlich, wenn: $h_0' \overline{\overline{<}} \sqrt{m}\sqrt{\frac{C_3}{(C_4)}}$	Der Höhe h_0' entspricht eine ideale Zugbewehrung: $(p_{ez}^i) = (p_{zd}) \cdot \frac{C_3 - C_1}{C_3}$	0·08	0·10	0·12	0·08	0·10	0·12	0·08	0·10	0·12	0·08	0·10	0·12
$\delta = \frac{d}{h'} =$	$\pi = \frac{b_0}{b} =$	$\Delta C = C_4' - C_2' = \frac{100\,(\Delta f_e)}{b\,h'} =$ Mehraufwand an Bewehrungsgehalt gegenüber gewöhnlichen Platten bei						Bewehrungsgehalt $(p_{zd}) = \frac{C_1(C_4) + (C_2)C_3}{C_3 - C_1}$			Höhe $h_1' = \sqrt{m}\sqrt{\frac{C_3 - C_1}{(C_2) + (C_4)}}$			Zusammenhang zwischen Zug- und Druckbewehrung $(p_{ed}) = C_8\,(p_{ez}) - (C_9)$					
								bei gleich großer Zug- und Druckbewehrung											
						$\sqrt{\frac{C_3}{(C_4)}} =$	$(p_{ez}^i) =$	$(p_{zd}) =$			$\sqrt{\frac{C_3 - C_1}{(C_2) + (C_4)}} =$			$C_8 = \frac{C_3}{C_1}$			$(C_9) = C_8\,(p_{ez}^i)$		
Platten		einfach	doppelt			bei Platten													
β	1					0·4578	0·5654	0·9192	0·8762	0·8373	0·3566	0·367	0·3768	2·598	2·818	3·080	1·4692	1·5932	1·7414
		bewehrten Plattenbalken				bei Plattenbalken													
	(0·00)	negativ (0·0498)	(0·6119)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				—	—	—
	0·08	0·0458	0·5630	—	—	0·601	0·3090	0·5024	—	—	0·474	—	—				0·8030	—	—
	0·10	0·0448	0·5507	—	—	0·596	0·3146	0·5115	—	—	0·470	—	—				0·8175	—	—
0·10	0·15	0·0423	0·5201	—	—	0·585	0·3285	0·5340	—	—	0·460	—	—				0·8535	—	—
	0·20	0·0398	0·4895	—	—	0·575	0·3424	0·5566	—	—	0·452	—	—				0·8896	—	—
	0·25	0·0374	0·4589	—	—	0·565	0·3564	0·5793	—	—	0·443	—	—				0·9259	—	—
	0·30	0·0349	0·4283	—	—	0·555	0·3703	0·6019	—	—	0·436	—	—				0·9620	—	—
	(0·00)	(0·0367)	(0·3603)	(0·4055)	(0·4591)	—	—	—	—	—	—	—	—				—	—	—
	0·08	0·0337	0·3315	0·3730	0·4224	0·529	0·4062	0·6604	0·6296	0·6016	0·415	0·427	0·438				1·0555	1·1448	1·2512
	0·10	0·0330	0·3243	0·3649	0·4132	0·527	0·4097	0·6661	0·6349	0·6066	0·414	0·425	0·436				1·0646	1·1544	1·2616
0·15	0·15	0·0312	0·3062	0·3446	0·3902	0·522	0·4183	0·6801	0·6484	0·6194	0·410	0·421	0·432				1·0870	1·1790	1·2882
	0·20	0·0293	0·2883	0·3244	0·3672	0·518	0·4270	0·6942	0·6618	0·6322	0·406	0·417	0·428				1·1096	1·2033	1·3148
	0·25	0·0275	0·2702	0·3041	0·3443	0·513	0·4557	0·7083	0·6753	0·6450	0·402	0·414	0·425				1·1321	1·2279	1·3414
	0·30	0·0257	0·2522	0·2838	0·3214	0·509	0·4443	0·7222	0·6885	0·6580	0·399	0·410	0·421				1·1543	1·2519	1·3685
	(0·00)	(0·0227)	(0·1804)	(0·2035)	(0·2308)	—	—	—	—	—	—	—	—				—	—	—
	0·08	0·0209	0·1659	0·1872	0·2124	0·490	0·4804	0·7809	0·7447	0·7114	0·384	0·395	0·405				1·2481	1·3541	1·4795
	0·10	0·0204	0·1624	0·1831	0·2078	0·490	0·4823	0·7840	0·7475	0·7142	0·383	0·394	0·405				1·2531	1·3592	1·4854
0·20	0·15	0·0193	0·1533	0·1729	0·1962	0·488	0·4869	0·7917	0·7546	0·7210	0·382	0·392	0·403	2·598	2·818	3·080	1·2654	1·3721	1·4995
	0·20	0·0181	0·1443	0·1628	0·1847	0·486	0·4915	0·7989	0·7618	0·7279	0·380	0·391	0·401				1·2769	1·3852	1·5139
	0·25	0·0170	0·1353	0·1526	0·1731	0·484	0·4961	0·8066	0·7689	0·7346	0·378	0·389	0·399				1·2892	1·3981	1·5278
	0·30	0·0159	0·1263	0·1424	0·1616	0·482	0·5007	0·8140	0·7762	0·7415	0·377	0·388	0·398				1·3010	1·4114	1·5421
	(0·00)	(0·0103)	(0·0671)	(0·0759)	(0·0864)	—	—	—	—	—	—	—	—				—	—	—
	0·08	0·0094	0·0618	0·0699	0·0795	0·469	0·5315	0·8641	0·8238	0·7871	0·367	0·377	0·387				1·3811	1·4979	1·6370
	0·10	0·0092	0·0604	0·0683	0·0777	0·469	0·5322	0·8652	0·8249	0·7881	0·366	0·377	0·387				1·3829	1·4999	1·6391
0·25	0·15	0·0087	0·0570	0·0646	0·0735	0·468	0·5341	0·8682	0·8278	0·7909	0·366	0·376	0·386				1·3877	1·5052	1·6449
	0·20	0·0082	0·0537	0·0608	0·0691	0·468	0·5559	0·8711	0·8307	0·7936	0·365	0·376	0·386				1·3923	1·5105	1·6505
	0·25	0·0077	0·0503	0·0569	0·0648	0·467	0·5378	0·8742	0·8335	0·7963	0·365	0·375	0·385				1·3973	1·5155	1·6561
	0·30	0·0072	0·0470	0·0532	0·0605	0·467	0·5396	0·8771	0·8364	0·7991	0·364	0·375	0·385				1·4019	1·5208	1·6619
	(0·00)	(0·0020)	(0·0108)	(0·0123)	(0·0140)	—	—	—	—	—	—	—	—				—	—	—
	0·08	0·0018	0·0099	0·0113	0·0129	0·460	0·5595	0·9096	0·8672	0·8285	0·358	0·369	0·379				1·4538	1·5768	1·7231
	0·10	0·0018	0·0098	0·0110	0·0126	0·460	0·5596	0·9099	0·8673	0·8287	0·358	0·369	0·379				1·4543	1·5770	1·7235
0·30	0·15	0·0017	0·0092	0·0104	0·0119	0·460	0·5600	0·9103	0·8679	0·8292	0·358	0·368	0·378				1·4550	1·5781	1·7245
	0·20	0·0016	0·0086	0·0098	0·0112	0·460	0·5603	0·9109	0·8684	0·8297	0·358	0·368	0·378				1·4559	1·5790	1·7256
	0·25	0·0015	0·0081	0·0092	0·0106	0·459	0·5606	0·9114	0·8690	0·8302	0·358	0·368	0·378				1·4567	1·5801	1·7266
	0·30	0·0014	0·0076	0·0085	0·0098	0·459	0·5609	0·9119	0·8694	0·8306	0·358	0·368	0·378				1·4575	1·5808	1·7274

Druckerei- u. Verla
vorm. R. v. WALDHEIM, JOS

Von dem *gleichen Verfasser* erschien im Herbste 1909 im obigen Verlage:

Theorie und Dimensionierung der durch einen oder zwei Unterzüge verstärkten Balken= (Träger=) Decke.

Oktavformat, 63 Seiten mit 15 Textfiguren, vier Tabellen und einer Tafel.

Broschiert: Preis K 4.50 = Mk. 3.80.

Aus den zahlreichen, durchwegs günstigen Besprechungen über dieses Werk sei die nachstehende hier wiedergegeben:

„Man kann mit gutem Rechte behaupten, daß das Bestreben nach weitestgehender Materialausnützung die Bautechnik des 20. Jahrhunderts kennzeichnet. Hand in Hand damit geht aber auch das Bestreben, die Probleme der Wirtschaftlichkeit von Fall zu Fall, ausgerüstet mit unseren modernen Forschungswerkzeugen — Mathematik und Versuchswesen — wissenschaftlich zu ergründen. Hier reiht sich das Buch Herzkas ein, das mit großer Gründlichkeit eine Aufgabe behandelt, an der bisher achtlos vorübergegangen wurde: die Erkenntnis des elastischen Zusammenwirkens von Deckenbalken und Unterzügen und die Abgrenzung ihres wirtschaftlichen Anwendungsgebietes. Der Verfasser behandelt zunächst den Einfluß der Unterzüge auf das wirtschaftliche Moment der Deckenbalken (Träme) und entwickelt hierauf unter Zuhilfenahme des Maxwellschen Lehrsatzes die allgemeine Theorie der Unterzugsanordnung. Den Schluß bilden Dimensionierungsformeln für die Unterzüge und Träme. Durch Zahlentafeln und durch eine übersichtliche Zusammenstellung der gewonnenen Ergebnisse wird die Nutzanwendung der durch Beispiele erläuterten Theorie erleichtert.

Das Buch ist allen jenen Ingenieuren angelegentlichst zu empfehlen, die häufig in die Lage kommen, Deckenkonstruktionen in Eisen, Eisenbeton oder Holz zu entwerfen."

„Der Eisenbau" (Leipzig), Februar 1910.