Einheitliches Verfahren zur Bemessung einfach und doppelt bewehrter Platten und Rippen in Eisenbeton.

Von

Ingenieur **Leopold Herzka,**

Bauoberkommissär der k. k. Nordwestbahndirektion in Wien.

Wien 1912.

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

Einheitliches Verfahren zur Bemessung einfach und doppelt bewehrter Platten und Rippen in Eisenbeton.

Von

Ingenieur **Leopold Herzka,**

Bauoberkommissär der k. k. Nordwestbahndirektion in Wien.

Wien 1912.

Druckerei- und Verlags-Aktiengesellschaft

vorm. R. v. WALDHEIM, JOS. EBERLE & Co.

Sonderabdruck aus der „Österreichischen Wochenschrift für den öffentlichen Baudienst“, Heft 29 und 30, Jahrgang 1912.

Die vielfachen wirtschaftlichen Vorteile, welche die Verwendung des Eisenbetons in fast allen Zweigen des Bauwesens zeitigte, die zahlreichen dem Ingenieur gebotenen Möglichkeiten, durch dessen Benützung die schwierigsten Aufgaben konstruktiver Natur in eleganter und bislang kaum gewagter Weise zu lösen, endlich die aus der Herstellungsart dieses Baustoffes unmittelbar entspringende Eignung desselben, den — in jüngster Zeit selbst bei Nutzbauten — gestellten Forderungen nach künstlerischer Durchbildung der Bauwerke ohne sonderlichen Kostenaufwand gerecht werden zu können, lassen es begreiflich erscheinen, wenn die vor ungefähr einem Jahrzehnt eingesetzte wissenschaftliche und versuchstechnische Arbeit, zum Zwecke der Erforschung und Klarstellung der bautechnischen und baumechanischen Eigenschaften des Eisenbetons, bis zum heutigen Tage nicht nur anhält, sondern mit unverminderter Kraft auch weiter geführt wird.

Die derart gewonnenen Ergebnisse, im Vereine mit den aus der Praxis geschöpften Erfahrungen, bilden in ihrer Gesamtheit die Grundlagen für die Abfassung der seitens der einzelnen Regierungen jeweils hinausgegebenen Vorschriften für die Berechnung, Durchbildung und für die Herstellung von in Eisenbeton auszuführenden Bauwerken. Man kann mit gutem Rechte behaupten, daß die ersten, nur unter dem Zwange der Verhältnisse erlassenen Vorschriften, deren Härte seitens der beteiligten Kreise oft unliebsam empfunden wurde, bereits durchwegs durch neuzeitliche ersetzt sind und daß in denselben der Fülle der auf dem Sondergebiete des Eisenbetons gesammelten Erfahrungen theoretischer, versuchstechnischer und praktischer Richtung in mehr oder weniger glücklicher Form Ausdruck geliehen wird.

Die im Jahre 1911 erschienenen österreichischen Vorschriften über die Herstellung von Tragwerken aus Betoneisen oder Stampfbeton schaffen gegenüber den aus dem Jahre 1907 stammenden wesentliche Erleichterungen; die zulässigen Inanspruchnahmen des Betons auf Druck und des Eisens auf Zug (bei Biegung) sind jedoch für die Berechnung von Straßenbrücken beibehalten worden, während für Hochbauten gewisse, für die Praxis allerdings wenig belangreiche Erhöhungen der früheren Spannungswerte zugelassen werden. Inwieweit in diesem Belange den mehrfach geäußerten Wünschen der Fachwelt entsprochen wurde, mag hier — weil außerhalb des Rahmens dieser Untersuchung gelegen — nicht weiter erörtert werden; jedenfalls läßt aber das Festhalten an den bezüglichen Bestimmungen der älteren Vorschrift vermuten, daß die Schöpfer der nunmehrigen Vorschrift das gegenwärtig zur Verfügung stehende Erfahrungsmaterial nicht als ausreichend befunden haben, um daraus die Berechtigung für weitergehende Erleichterungen in den zulässigen Spannungswerten ableiten zu dürfen.

Wie dem auch sei, die Praxis sieht sich innerhalb weniger Jahre wieder bemüßigt, ihre auf bestimmte Spannungswerte abgestimmten Formeln entsprechend abzuändern, eine Tatsache, welche von den Konstrukteuren sicherlich nicht angenehm empfunden werden dürfte.

In der folgenden Untersuchung wird nun der Versuch gemacht, Dimensionierungsformeln mit unbeschränkter Gültigkeitsgrenze hinsichtlich der gestatteten oder gewünschten Inanspruchnahmen von Beton und Eisen aufzustellen und die gewonnenen Ergebnisse zum Zwecke der leichteren Anwendung zu tabellarisieren; hiedurch glaubt Verfasser ein den Bedürfnissen der Praxis in weitestem Maße entsprechendes Hilfsmittel geschaffen zu haben, dessen Brauchbarkeit auf absehbare Zeit hinaus verbürgt erscheint.

Die Grundlagen für die angestrebte Lösung wurden vom Verfasser bereits an anderer Stelle [1]) entwickelt; die Auswertung der Ergebnisse erfolgte jedoch nur in Anlehnung an die österreichischen Vorschriften vom Jahre 1907 für Zwecke des Hochbaues. Nachstehend soll daher ein weiterer Ausbau versucht und insbesondere gezeigt werden, daß die gewonnenen Formeln tatsächlich geeignet sind, den weiter oben gestellten Bedingungen zu entsprechen.

Für die Berechnung einfach bewehrter Platten- und Rippenbalken bestehen folgende zwei Gleichungen [Gleichung d') und e') der letzterwähnten Veröffentlichung]:

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

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

welche mit $\pi = 1$ beziehungsweise $\delta = \beta$ in die nur für Platten gültigen Werte:

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

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

übergehen; hierin bedeuten, soweit die Bezeichnungen nicht der Textfigur 1 zu entnehmen sind:

$$(p'_{ez}) \doteq (p''_{ez}) = \frac{100\,(f_{ez})}{b\,h'}$$

den auf die Fläche $b\,h'$ bezogenen Bewehrungsgehalt, wobei die gesuchte Lösung immer an die gleichzeitige Befriedigung der obigen Gleichungspaare gebunden ist; $m = \frac{M}{b}$ das auf die Breiteneinheit des

---

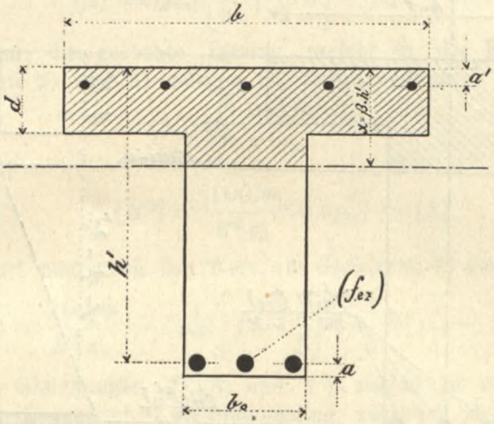
[1]) „Beton und Eisen“, VIII. Jahrgang, Heft VII, „Dimensionierungsformeln für doppelt bewehrte Betonbalken“ und „Österr. Wochenschrift für den öffentlichen Baudienst“, 1910, Heft 9 und 10, „Dimensionierungsformeln für einfach und doppelt bewehrte Betonplattenbalken“.

Trägers reduzierte äußere Moment;

$$\beta = \frac{n\, s_{bd}}{s_{ez} + n\, s_{bd}} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; 3),$$

worin $n = 15 = \frac{E_e}{E_b}$ das Verhältnis der Elastizitätsziffern, s_{ez} und s_{bd} die gestatteten oder gewünschten Inanspruchnahmen von Eisen und Beton bedeuten; endlich ist $\pi = \frac{b_0}{b}$ und $\delta = \frac{d}{h'}$.

Ein besonderer Vorteil der obigen Grundgleichungen besteht darin, daß deren Anwendung, wie am Schlusse an Beispielen dargelegt werden wird, die vorherige Feststellung der Nullachse überflüssig macht [1]).



Figur 1.

Der Gleichung für (p''_{ez}) kommt eine besondere Bedeutung zu; dieselbe stellt für ein durch die Verhältnisse π und δ gekennzeichnetes Profil den einem gegebenen oder angenommenen „β" zugeordneten „idealen Bewehrungsgehalt" dar [2]); tatsächlich läßt sich die in dem mehrerwähnten Aufsatze [in der Fußnote [1]) an zweiter Stelle genannt] für den idealen Bewehrungsgehalt (p^i_{ez}) abgeleitete Beziehung C:

$$(p^i_{ez}) = \frac{C_1\,(C_4) + (C_2)\,C_3}{C_3}$$

---

[1]) Die Erbringung des Spannungsnachweises erfordert jedoch stets die vorherige Festlegung der Nullachse; wie dies in einfachster Weise erfolgen kann, wird weiter unten gezeigt. [Siehe Gleichung 26) und 26 *a*).]

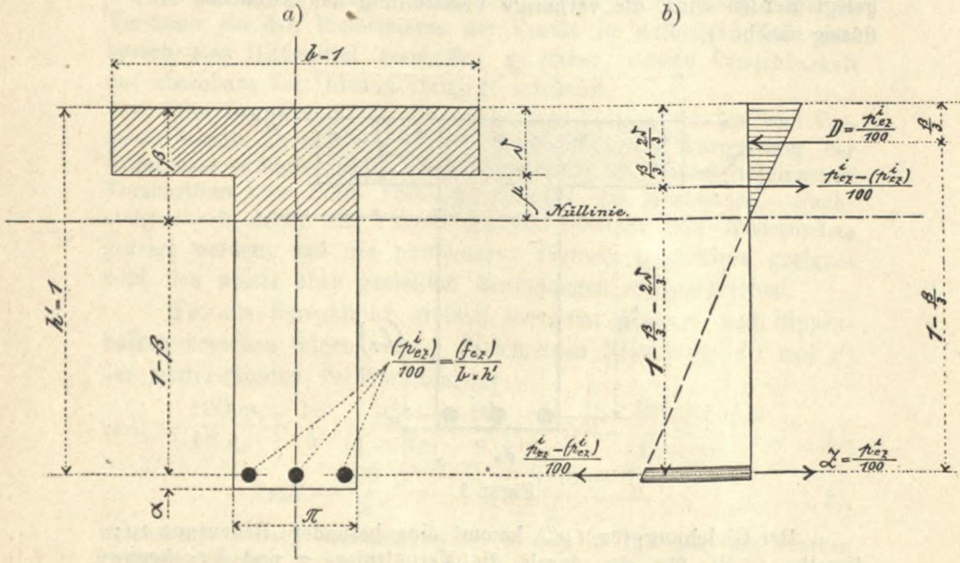
[2]) Diese Bedeutung kommt auch der für Platten gültigen Gleichung für p''_{ez} zu.

Zum Unterschiede von den für Platten gewählten Bezeichnungen sollen dieselben, im Falle es sich um Rippenbalken handelt, in Klammer (.) gesetzt werden.

mit Einführung der den einzelnen Festwerten zukommenden Ausdrücke in Gleichung 2) überführen, so daß also ist:

$$(p''_{ez}) = (p^i_{ez}).$$

Man ist demnach in der Lage, für ein bekanntes π und δ und für ein beliebiges β sofort (p^i_{ez}) anzugeben, ohne Rücksicht auf die erst zu ermittelnden wahren Abmessungen eines Profils. Gleichung 2) läßt auch eine einfache Deutung zu; denkt man sich das in Textfigur 2 dargestellte G r u n d p r o f i l von der Breite $b = 1$ und der Höhe $h' = 1$ mit $\frac{(p^i_{ez})}{100} = \frac{(f_{ez})}{b\,h'}$ bewehrt, so ist es das



Figur 2.

statische Moment dieser auf die Flächeneinheit bezogenen n-fachen Eisenbewehrung, welches dem statischen Momente der Betondruckzone gleich ist. Mit $n = 15$ gilt nämlich:

$$1 \,.\, \beta \,.\, \frac{\beta}{2} - (1 - \pi)(\beta - \delta)\frac{(\beta - \delta)}{2} = 15\,\frac{(p^i_{ez})}{100}(1 - \beta),$$

woraus unmittelbar Gleichung 2) resultiert.

Da nun wegen Gleichung 3) auch:

$$\frac{s_{bd}}{s_{ez}} = \gamma = \frac{\beta}{n\,(1 - \beta)} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; 4),$$

so folgt daraus, daß der Bewehrungsgehalt auch dann noch konstant bleibt, wenn bei gegebenem β die Inanspruchnahmen von Eisen und Beton dem durch Gleichung 4) ausgedrückten linearen Gesetze folgen.

Um für ein gegebenes äußeres Moment die erforderlichen Querschnittsabmessungen bestimmen zu können, muß Gleichung 1) als weitere Bedingung herangezogen werden; wir schreiben dieselbe in der Form:

$$(p'_{ez}) = \frac{100\, m}{h'^2\, s_{ez}} + (\Delta) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; 5).$$

Darin bedeutet:

$$(\Delta) = \frac{10}{9} \cdot \frac{\beta^3}{1-\beta} - \frac{10}{9}(1-\pi)\frac{(\beta-\delta)^2(\beta+2\,\delta)}{1-\beta} \quad . \; . \; 5')$$

und läßt sich dieser Ausdruck mit bezug auf Gleichung 2) beziehungsweise Gleichung 2') und wegen $(p''_{ez}) = (p^i_{ez})$, welche Gleichung für Platten die Form $p''_{ez} = p^i_{ez}$ annimmt, zu:

$$(\Delta) = (p^i_{ez})\left[\frac{\beta}{3} + \frac{2}{3}\,\delta\right] - p^i_{ez} \cdot \frac{2\,\delta}{3} \quad . \; . \; . \; . \; . \; 6)$$

vereinfachen; die gesuchte Lösung, welche in der Koexistenz der Gleichungen 2) und 5) gelegen ist, lautet endlich

$$(p^i_{ez}) = \frac{100\, m}{h'^2\, s_{ez}} + (\Delta)$$

und daraus

$$(K^2) = \frac{100\, m}{h'^2\, s_{ez}} = (p^i_{ez}) - (\Delta) \quad . \; . \; . \; . \; 7).$$

Führt man noch den Wert aus Gleichung 6) ein, so resultiert

$$(K^2) = \frac{100\, m}{h'^2\, s_{ez}} = (p^i_{ez})\left[1 - \frac{\beta}{3}\right] + \frac{2}{3}\,\delta\,[p^i_{ez} - (p^i_{ez})] \quad . \; . \; 7').$$

Die Gleichungen 2), 6) und 7') stellen in durchsichtigster Form den theoretischen Zusammenhang zwischen den Ausdrücken für Platten und Rippenbalken dar, da aus denselben für $\beta = \delta$, beziehungsweise $\pi = 1$ unmittelbar die nur für Platten gültigen Ausdrücke abgeleitet werden können; wir erhalten demnach (für Platten)

$$p^i_{ez} = \frac{10}{3} \cdot \frac{\beta^2}{1-\beta} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; 2'),$$

$$\Delta = p^i_{ez} \cdot \frac{\beta}{3} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; 6'),$$

$$K^2 = \frac{100\, m}{h'^2\, s_{ez}} = p^i_{ez}\left[1 - \frac{\beta}{3}\right] \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; 7'').$$

Aus den einzelnen Gleichungen lassen sich einige für die Beurteilung der Querschnittsformen wichtige Sätze ableiten. Ein Vergleich der Gleichungen 2) und 2') ergibt, daß $p^i_{ez} > (p^i_{ez})$, das heißt: Bei demselben Verhältnisse β erfordert die Platte stets einen größeren Bewehrungsgehalt als der Rippenbalken. Bringt man Gleichung 7') auf die Form:

$$\frac{(K^2)}{100} = \frac{p^i_{ez}}{100}\left(1 - \frac{\beta}{3}\right) - \frac{1}{100}\,[p^i_{ez} - (p^i_{ez})]\left(1 - \frac{\beta}{3} - \frac{2\,\delta}{3}\right) \; . \; . \; 7'''),$$

so erkennt man durch Gegenüberstellung dieser Gleichung mit Gleichung 7''):

$$\frac{K^2}{100} = \frac{\overset{i}{p}_{ez}}{100}\left(1 - \frac{\beta}{3}\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 7''),$$

daß $K^2 > (K^2)$.

Nun stellen die rechten Seiten der letzten zwei Ausdrücke die inneren Momente dar, welche von den bezüglichen Rippen- beziehungsweise Plattengrundquerschnitten aufgenommen werden können, und kommt insbesondere dem zweiten Gliede der Gleichung 7''') die Bedeutung eines Reduktionsmomentes zu (Textfigur 2 *b*), welches das innere Moment der Platte [Gleichung 7'')] in das der Rippe überführt; unter den gleichen Annahmen wie oben folgt demnach, daß das innere Moment eines Rippenbalkens stets kleiner ist als das einer Platte; die daraus resultierende Verminderung des Tragvermögens eines Rippenbalkens ist im Vergleiche zu demjenigen der Platte nur eine scheinbare und wird durch die Verringerung des Eigenlastmomentes nicht nur nicht ausgeglichen, sondern in den meisten Fällen sogar reichlich überholt. Dies läßt sich allgemein wie folgt beweisen:

Für das Moment aus Eigengewicht und Verkehrslast gelten mit Bezug auf Textfigur 2 folgende Gleichungen:

für die Platte:

$$m_p = \tfrac{1}{8}\, q_p\, l^2 + \tfrac{1}{8}\,\gamma\, l^2 h' (1 + \alpha) \quad . \quad . \quad . \quad 8),$$

für die Rippe:

$$m_r = \tfrac{1}{8}\, q_r\, l^2 + \tfrac{1}{8}\,\gamma\, l^2 h' \{\delta + \pi (1 - \delta) + \alpha\,\pi\} \quad . \quad . \quad . \quad 9).$$

Darin bedeuten l die Spannweite, q_p beziehungsweise q_r die Verkehrslasten pro Längeneinheit, welche von den bezüglichen Trägern aufgenommen werden können, $\alpha = \frac{a}{h}$ und γ das spezifische Gewicht des Trägermaterials; somit folgt, wenn $\Delta q = q_r - q_p$ gesetzt wird:

$$m_r - m_p = \tfrac{1}{8}\,\Delta q\, l^2 - \tfrac{1}{8}\,\gamma\, l^2 h' \{(1 - \pi)(1 + \alpha - \delta)\} \quad . \quad . \quad . \quad 10).$$

Die Gleichungen 7') und 7'') ergeben:

$$m_r - m_p = -\frac{h'^2 s_{ez}}{100}\left\{\overset{i}{p}_{ez} - (\overset{i}{p}_{ez})\right\}\left(1 - \frac{\beta}{3} - \frac{2\,\delta}{3}\right) \quad . \quad . \quad 10').$$

Die Gleichstellung der letzten zwei Ausdrücke liefert nach kurzer Zwischenrechnung und nach Einführung der den $\overset{i}{p}_{ez}$ und $(\overset{i}{p}_{ez})$ entsprechenden Festwerte, ferner unter Beachtung, daß

$$\frac{h'^2 s_{ez}}{100} = \frac{m_p}{K^2}$$

die Endgleichung:

$$\Delta q = \gamma h' (1 - \pi)(1 + \alpha - \delta)\left\{1 - R\left[1 + \alpha + \frac{q_p}{\gamma h'}\right]\right\} \ldots 11),$$

in welcher zur Abkürzung

$$\frac{\left(1 - \frac{\delta}{\beta}\right)^2 \left(1 - \frac{2\,\delta}{3 - \beta}\right)}{(1 + \alpha - \delta)} = R \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 12)$$

gesetzt wurde; daraus folgt, daß die Tragfähigkeit einer Rippe die der Platte überragt, beziehungsweise unterschreitet, je nachdem

$$1 \gtreqless R\left[1+\alpha+\frac{q_p}{\gamma\, h'}\right].$$

In einem gegebenen Falle kann also die gewünschte Entscheidung sofort getroffen werden. Über R wäre noch zu bemerken, daß dessen Wert für $\beta=\delta$ zu Null wird und Δq somit seinen Größtwert erreicht; mit wachsendem β und abnehmendem δ wächst R sehr rasch und ergibt sich z. B. für $\delta = 0{\cdot}05$ und $\beta = 0{\cdot}45$, wenn $\alpha = 0{\cdot}1$ gesetzt wird, $R = 0{\cdot}723$. Gleichung 11) könnte mit Vorteil auch dann Verwendung finden, wenn die Berechnung einer Platte für eine bestimmte Belastung q_p, Stützweite l und statische Höhe h' bereits vorliegt und es sich um die Ermittlung der Tragfähigkeit mehrerer Rippenbalken von der gleichen Stützweite und statischen Höhe handelt.

Aus Gleichung 7') beziehungsweise 7'') folgt ganz allgemein:

$$h' = \frac{10}{K}\sqrt{\frac{m}{s_{ez}}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots 13).$$

Bei Rippen muß jedoch nachgesehen werden, ob die als bekannt vorausgesetzte Plattendicke d wesentlich von der durch die Rechnung ermittelten Stärke $d' = \delta h'$ abweicht; ist dies der Fall und die Abweichung nicht angezeigt, so muß die brauchbare Lösung, wie weiter unten an einem Beispiele gezeigt werden wird, auf dem Wege der Interpolation gesucht werden. Zum Zwecke der leichteren Anwendung der einzelnen Formeln wurden die Ausdrücke für p^i_{ez}, K^2 und K für $\beta = 0{\cdot}10$, $0{\cdot}15$, $0{\cdot}20$, $0{\cdot}25$, $0{\cdot}30$, $0{\cdot}35$, $0{\cdot}40$ und außerdem für jene häufig vorkommenden „β" Sonderwerte berechnet, welche den aus der nachstehenden Tabelle[1]) ersichtlichen, zusammengehörenden Spannungszahlen von s_{bd} und s_{ez} entsprechen.

s_{bd} in kg/cm^2	s_{ez} in kg/cm^2	$\beta = \dfrac{15\,s_{bd}}{s_{ez}+15\,s_{bd}}$
32·0	1000	0·3243
33·3	1000	0·3333
37·0	1000	0·3569
40·0	1000	0·3750
42·0	1000	0·3865
50·0	1200	0·3846

[1]) Die Berechnung sämtlicher Tabellen (mit Rechenmaschine) führte Herr Maximilian Ružiczka, Adjunkt der k. k. Nordwestbahndirektion durch, wofür ich ihm an dieser Stelle nochmals meinen besten Dank ausspreche.

Um den Gebrauch der Tabellen zu erleichtern, wurden dieselben gesondert für Platten und Rippen aufgestellt; insbesondere sind dieselben für Rippen derart ausführlich angelegt, daß damit wohl für alle vorkommenden Fälle das Auslangen gefunden werden dürfte; die Anordnung wurde ferner derart getroffen, daß für jedes der angenommenen Verhältnisse π (0·10, 0·15, 0·20, 0·25, 0·30, 0·35 und 0·40) sämtliche der Gleichung 7) entsprechenden Festwerte für $\delta = 0{\cdot}10$, 0·15, 0·20, 0·25, 0·30 und 0·35 in eine eigene Tabelle zusammengefaßt wurden; für zwischenliegende δ genügt die (mit Rechenschieber durchzuführende) geradlinige Interpolation vollkommen; hingegen erübrigt sich jede Zwischenrechnung für andere als die berechneten π. Vielmehr wird man für ein vorliegendes π' immer den nächstgelegenen Tabellenwert benützen [1]). Gleichung 13) läßt sich auch schreiben:

$$h' = \frac{10}{K\sqrt{s_{ez}}} \cdot \sqrt{m} = D\sqrt{m} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 14).$$

Für gegebene Verhältnisse π, δ und β und für ein vorgeschriebenes s_{ez} ist D ein Festwert; derselbe wurde für die wichtigsten β und die entsprechenden s_{ez} gleichfalls berechnet und in eine besondere Tabelle der statischen Höhen aufgenommen; die für Platten ermittelten D-Werte konnten unmittelbar in die bezügliche Tabelle für Platten eingetragen werden.

Ein brauchbares Hilfsmittel dürfte die getroffene Anordnung der Tabellen bei der Berechnung von Tragwerksteilen für S t r a ß e n - b r ü c k e n bilden. Bekanntlich sind nach den bezüglichen österreichischen Vorschriften die zulässigen Beton- und Eiseninanspruchnahmen als Funktion der Stützweite l gegeben, wobei hinsichtlich der ersteren auch je nach dem gewählten Mischungsverhältnisse Unterschiede zu machen sind; allgemein gilt daher für die Stützweite l:

$$s_{bd} = a + b\,l,$$
$$s_{ez} = c + d\,l.$$

a, b, c und d sind die durch die genannte Vorschrift genau präzisierten Festwerte. Mit $n = \dfrac{E_e}{E_b}$ folgt somit:

$$\beta = \frac{n\,(a + b\,l)}{n\,a + c + (d + n\,b)\,l} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 15).$$

[1]) Wie aus der Gleichung für $\left(p^{\,i}_{ez}\right)$ entnommen werden kann (Gleichung 2), beeinflußt das Glied mit π, welches das Stegrechteck zwischen Nullachse und Plattenunterkante berücksichtigt, das Endergebnis nur in sehr geringem Maße, weshalb auch bei den allgemein im Gebrauche stehenden Dimensionierungsformeln, der Einfachheit wegen, auf dessen Einführung in die Rechnung verzichtet wird; aus diesem Grunde genügt es, bei einem gegebenen π' mit dem nächstgelegenen π der Tabellen ohne weitere Interpolation zu rechnen, umsomehr, als die einzelnen π-Werte nur um $\Delta\pi = 0{\cdot}05$ auseinanderliegen.

Die Einführung der Verordnungswerte liefert daher, wenn für die Bewehrung Flußeisen in Betracht kommt:

$$\left.\begin{aligned}\beta_{1:3} &= \frac{495 + 3\,l}{1295 + 6\,l}\\ \beta_{1:4} &= \frac{435 + 3\,l}{1235 + 6\,l}\\ \beta_{1:5} &= \frac{375 + 3\,l}{1175 + 6\,l}\end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ 15'\,[1])$$

wobei diese Formeln wegen der Einschränkung, daß

$$s_{ez\,\max} = 800 + 3\,l = 900\ kg/cm^2$$

nur bis $l = \frac{100}{3} = 33{\cdot}3\ m$ Geltung haben. Hinsichtlich der Betondruckspannungen sind jedoch keine Höchstgrenzen fixiert; Gleichung 15) nimmt daher für $l > \frac{100}{3}$ die Form an:

$$\beta = \frac{n\,(a + b\,l)}{900 + n\,(a + b\,l)} \quad \ldots\ldots\ 15\,a),$$

die mit den Sonderwerten der Betonvorschrift übergeht in:

$$\left.\begin{aligned}\beta_{1:3} &= \frac{495 + 3\,l}{1395 + 3\,l}\\ \beta_{1:4} &= \frac{435 + 3\,l}{1335 + 3\,l}\\ \beta_{1:5} &= \frac{375 + 3\,l}{1275 + 3\,l}\end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ 15'a).$$

Für einzelne Stützweiten wurden die entsprechenden β-Werte in eine eigene Tabelle aufgenommen.

Für die Dimensionierung doppelt bewehrter Platten und Rippen gilt ganz allgemein (Gleichung H' des in der „Österr. Wochenschrift“ 1910 veröffentlichten Aufsatzes):

$$\left.\begin{aligned}(p_{ez}) &= \frac{\Delta\,m}{h'^2}\,C_1 + (p_{ez}^{i})\\ (p_{ed}) &= \frac{\Delta\,m}{h'^2}\,C_3\end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ 16).$$

Darin bedeuten

$$\left.\begin{aligned}C_1 &= \frac{100}{(1-\alpha')\,s_{ez}}\\ C_3 &= C_1\,\frac{1-\beta}{\beta-\alpha'}\end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ 17),$$

[1]) Die gewählte Bezeichnung der üblichen Mischungsverhältnisse ist der außer Kraft getretenen österreichischen Vorschrift aus dem Jahre 1907 entnommen und wurde hier der Einfachheit halber beibehalten; demnach entspricht dem Mischungsverhältnisse

1 : 3 ein Gemenge von 1 m^3 Sand und Steinmaterial und 470 kg Portlandzement,
1 : 4 „ „ „ 1 m^3 „ „ „ „ 350 kg „
1 : 5 „ „ „ 1 m^3 „ „ „ „ 280 kg „
(Siehe § 6 der neuen Betonvorschrift.)

worin $\alpha' = \frac{a'}{h'}$ ist (Textfigur 1); Δm ist jener Momentenüberschuß, der vom einfach und hinsichtlich eines gegebenen β ideal bewehrten Profile nicht mehr aufgenommen werden kann; nach Gleichung 7) vermag dieses nur aufzunehmen:

$$m = \frac{(K^2)\, h'^2\, s_{ez}}{100} \quad \ldots \ldots \ldots 18),$$

so daß, wenn ein Gesamtmoment M_1 vorliegt, dem auf die Breiteneinheit reduziert ein $m_1 = \frac{M_1}{b}$ entspricht,

$$\Delta m = m_1 - m \quad \ldots \ldots \ldots 19).$$

Die Werte der letzten drei Gleichungen in Gleichung 16) eingeführt, liefern:

$$(p_{ez}) = \frac{m_1}{h'^2} C_1 - \frac{(K^2)}{1 - \alpha'} + (p^i_{ez}) \quad \ldots \ldots 20),$$

$$(p_{ed}) = \left\{\frac{m_1}{h'^2} C_1 - \frac{(K^2)}{1 - \alpha'}\right\} \frac{1 - \beta}{\beta - \alpha'} \quad \ldots \ldots 21).$$

Mit Hilfe der Tabellen ist daher auch die Berechnung der doppelt bewehrten Querschnitte überaus einfach.

Beispiele[1]).

I. Platten.

1. Ein Balken habe auf eine Breite $b = 100\,cm$ ein Moment $M = 62500\,kgcm$ aufzunehmen; wie groß muß dessen statische Höhe h' und Bewehrung f_{ez} sein, wenn $s_{bd} = 42\,kg/cm^2$ und $s_{ez} = 1000\,kg/cm^2$ (Mischungsverhältnis 1 : 3) eingehalten werden sollen?

Aus der Tabelle I entnimmt man der Reihe nach:

$\beta = 0{\cdot}3865$, $p^i_{ez} = 0{\cdot}81164$ und $D = 0{\cdot}3761$; mit $m = \frac{M}{100} = 625$ wird daher:

$$h' = D\sqrt{m} = 0{\cdot}3761 \,.\, 25 = 9{\cdot}4\,cm$$

und

$$f_{ez} = \frac{p^i_{ez} \,.\, b \,.\, h'}{100} = 7{\cdot}63\,cm^2.$$

---

[1]) Die Beispielsammlung umfaßt nur die wichtigsten, typischen Fälle, welche für die Praxis von Bedeutung sind; die Vorführung von Beispielen, welche nur theoretisches Interesse beanspruchen, wurde hier völlig unterlassen.

Es ist wohl selbstverständlich, daß die mit Hilfe der Tabellen ermittelten Abmessungen und Bewehrungen dann einer besonderen Überprüfung beziehungsweise Richtigstellung bedürfen, wenn es sich um die Berechnung von Tragwerken handelt, für welche die einschlägigen Bestimmungen der Betonvorschriften die Erbringung des Nachweises über die Größe der auftretenden Betonzugspannungen ausdrücklich vorschrieben.

2. Aus konstruktiven Gründen werde angenommen, daß ein Balken bei einem Größtmoment von $M = 450000\ kgcm$ eine Breite von $b = 90\ cm$ und eine statische Höhe $h' = 50\ cm$ erhalte. Welche Betondruckspannung s_{bd} tritt im Balken auf, wenn die Ausnützung des Eisens mit $s_{ez} = 1000\ kg/cm^2$ gefordert wird? Wie groß ist die notwendige Eisenbewehrung?

Mit $m = \dfrac{450000}{90} = 5000$ bestimmt man vorerst

$$K^2 = \frac{100\ m}{h'^2\ s_{ez}} = 0{\cdot}2.$$

Das berechnete K^2 liegt demnach zwischen den bezüglichen K^2-Werten von 0·15556 und 0·25463. Durch geradlinige Interpolation findet man $\beta = 0{\cdot}2224$ und dementsprechend wieder durch Einschaltung $p_{ez}^{i} = 0{\cdot}21644$; somit endlich:

$$f_{ez} = \frac{p_{ez}^{i}\ b\ h'}{100} = 9{\cdot}74\ cm^2$$

und

$$s_{bd} = \frac{\beta}{15\ (1 - \beta)} \cdot s_{ez} = 19{\cdot}1\ kg/cm^2.$$

3. Es liege ein Balken mit $b = 20\ cm$, $h' = 50\ cm$ und bewehrt mit $f_{ez} = 4{\cdot}52\ cm^2$ (4 Rundeisen vom Durchmesser 12 mm) zur Überprüfung vor; das äußere Moment betrage $M = 196000\ kgcm$. Welche Inanspruchnahmen treten im Beton und Eisen auf? (Spannungsnachweis.)

Es ist $m = \dfrac{196000}{20} = 9800$

$$p_{ez}^{i} = \frac{100 f_{ez}}{b\ h'} = 0{\cdot}452.$$

Das dem p_{ez}^{i} entsprechende β liegt zwischen 0·3 und 0·35 und findet sich durch Interpolation mit $\beta = 0{\cdot}3006$; somit ist mit Gleichung 7″):

$$K^2 = p_{ez}^{i} \left(1 - \frac{\beta}{3}\right) = 0{\cdot}407$$

und

$$s_{ez} = \frac{100\ m}{h'^2\ s_{ez}} = 963\ kg/cm^2,$$

$$s_{bd} = \frac{\beta}{15\ (1 - \beta)} \cdot s_{ez} = 27{\cdot}7\ kg/cm^2.$$

4. Ein Balken habe auf eine Breite $b = 20\ cm$ ein Moment $M_1 = 200000\ kgcm$ zu tragen; wie ist derselbe zu bewehren, wenn die statische Höhe $h' = 35\ cm$ nicht überschritten werden darf und wenn das Mischungsverhältnis 1 : 5 ($s_{bd} = 32\ kg/cm^2$, $s_{ez} = 1000\ kg/cm^2$) zur Anwendung kommen soll?

Da $\beta = 0{\cdot}3243$ ist, wird $D = 0{\cdot}4648$; somit wegen $m_1 = \dfrac{M_1}{b} = 10.000$ die für eine ideale Bewehrung notwendige statische Höhe $h'_1 = D\sqrt{m_1} = 46{\cdot}5\ cm$; es ist daher eine doppelte Bewehrung erforderlich. Für die Berechnung entnimmt man der Tabelle I: $K^2 = 0{\cdot}46274$ und $p^i_{ez} = 0{\cdot}51882$. Wird noch $\alpha' = 0{\cdot}08$ gewählt, so haben wir:

$$C_1 = \frac{100}{(1-\alpha')\,s_{ez}} = 0{\cdot}1087 \text{ [Gleichung 17)]}.$$

damit den Zwischenwert:

$$\frac{m_1}{h'^2} C_1 - \frac{K^2}{1-\alpha'} = 0{\cdot}3843$$

und schließlich:

$$p_{ez} = 0{\cdot}3843 + p^i_{ez} = 0{\cdot}9031 \text{ [Gleichung 20)]},$$

$$p_{ed} = \frac{0{\cdot}3843\,(1-\beta)}{(\beta-\alpha')} = 1{\cdot}063 \text{ [Gleichung 21)]},$$

sohin

$$f_{ez} = \frac{0{\cdot}9031\,.\,20\,.\,35}{100} = 6{\cdot}32\ cm^2,$$

$$f_{ed} = \frac{1{\cdot}063\,.\,20\,.\,35}{100} = 7{\cdot}44\ cm^2.$$

5. Ein Balken von $b = 60\ cm$ unterliege einem Moment $M_1 = 6000000\ kgcm$; welche statische Höhe h' ist unter der Annahme gleich großer Zug- und Druckbewehrung erforderlich, wenn $s_{bd} = 40\ kg/cm^2$ und $s_{ez} = 1000\ kg/cm^2$. $(\alpha' = 0{\cdot}1)$?

Die Gleichsetzung der Gleichungen 20) und 21) liefert, wenn

$$p_{ez} = p_{ed} = p_{zd},$$

$$p_{zd} = \frac{m_1}{h'^2}\,.\,C_1 - \frac{K^2}{1-\alpha'} + p^i_{ez} = \left\{\frac{m_1}{h'^2} C_1 - \frac{K^2}{1-\alpha'}\right\}\frac{1-\beta}{\beta-\alpha'}.$$

Daraus folgt

$$p_{zd} - p^i_{ez} = \frac{m_1}{h'^2} C_1 - \frac{K^2}{1-\alpha'},$$

weiters

$$p_{zd} = (p_{zd} - p^i_{ez})\,\frac{1-\beta}{\beta-\alpha'}$$

und schließlich

$$p_{zd} = p^i_{ez}\,\frac{1-\beta}{1-2\beta+\alpha'} \quad \ldots\ldots\ 22)^{1)}.$$

Mit $p^i_{ez} = 0{\cdot}750$ und $\beta = 0{\cdot}375$ findet man daher:

$$p_{zd} = 1{\cdot}339.$$

[1]) Nimmt man an, daß die Druckbewehrung p_{ed} einen aliquoten Teil der Zugbewehrung p_{ez} betrage, daß also:

$$p_{ed} = \xi\,.\,p_{ez},$$

so liefert der angegebene Rechnungsgang:

$$p_{ez} = p^i_{ez}\,\frac{1-\beta}{1-\beta-\xi\,(\beta-\alpha')},$$

welche Gleichung mit $\xi = 1$ in obige Beziehung 22) übergeht.

Ferner ist:

$$K^2 = 0{\cdot}65625, \quad C_1 = \frac{100}{(1 - \alpha') s_{ez}} = 0{\cdot}111, \quad m_1 = 100.000.$$

Gleichung 20) liefert demnach:

$$h' = \sqrt{m_1} \sqrt{\frac{C_1}{p_{zd} - \overset{i}{p}_{ez} + \frac{K^2}{1 - \alpha'}}} = 91{\cdot}8\ cm.$$

Die Größe der Eisenbewehrung ist also:

$$f_{ez} = f_{ed} = \frac{1{\cdot}339 . 60 . 91{\cdot}8}{100} = 73{\cdot}8\ cm^2.$$

6. Der Hauptträger einer Straßenbrücke habe eine Breite $b = 30\ cm$; das äußere Moment betrage $M = 2187000\ kgcm$. Wie groß ist bei einer Stützweite von $l = 10{\cdot}0\ m$ die statische Höhe h' und die Eisenbewehrung f_{ez}, wenn das Mischungsverhältnis 1 : 4 vorgeschrieben wird?

Nach der Verordnung ist:

$$s_{bd} = 29 + 0{\cdot}2 . 10 = 31\ kg/cm^2,$$
$$s_{ez} = 800 + 3 . 10 = 830\ kg/cm^2.$$

Ferner aus der Tabelle X: $\beta = 0{\cdot}3591$; durch Interpolation (Tabelle I) findet man: $K = 0{\cdot}7684$ und $\overset{i}{p}_{ez} = 0{\cdot}67078$. Mit $\sqrt{\frac{M}{b}} = \sqrt{m} = 270$ ergibt sich daher:

$$h' = \frac{10\sqrt{m}}{K\sqrt{s_{ez}}} = 122\ cm$$

und

$$f_{ez} = \frac{\overset{i}{p}_{ez} . b . h'}{100} = 24{\cdot}55\ cm^2.$$

II. Rippenbalken.

7. Ein Unterzug ist einem Momente $M = 5070000\ kgcm$ ausgesetzt; ferner sei $b = 300\ cm$, $b_0 = 30\ cm$, $d = 10\ cm$, $s_{bd} = 42\ kg/cm^2$ und $s_{ez} = 1000\ kgcm^2$ (1 : 3). Ideale Bewehrung vorausgesetzt, sind die statische Höhe h' und die Bewehrung f_{ez} zu bestimmen.

Vor allem ist: $\pi = \frac{b_0}{b} = 0{\cdot}1$, $\delta = \frac{d}{h'} = 0{\cdot}2$ (wird etwa mit Rücksicht auf konstruktive Forderungen angenommen), $m = 16900$, $\sqrt{m} = 130$.

Mit $\beta = 0{\cdot}3865$ findet man direkt aus der Tabelle II $\overset{i}{p}_{ez} = 0{\cdot}64155$ und aus der Tabelle IX der statischen Höhen

$$h' = 0{\cdot}415\sqrt{m} = 53{\cdot}95\ cm.$$

Dieser Höhe entspricht $d = \delta h' = 10{\cdot}8\ cm$ und

$$f_{ez} = \frac{\overset{i}{p}_{ez}\ b\ h'}{100} = 103{\cdot}84\ cm^2.$$

8. Die Rechnungsgrundlagen wie sub 7., nur muß an der Plattenstärke $d = 10\,cm$ unbedingt festgehalten werden.

Die Lösung ergibt sich wie folgt:

Für $\beta = 0{\cdot}3865$ und $\pi = 0{\cdot}1$ liefert die Tabelle IX der statischen Höhen für:

$$\delta_1 = 0{\cdot}15 \text{ eine Höhe } h_1' = 0{\cdot}449\sqrt{m} = 58{\cdot}35\,cm$$
$$\text{und daher } d_1 = \delta_1 h_1' = 8{\cdot}76\,cm;$$
$$\delta_2 = 0{\cdot}20 \text{ eine Höhe } h_2' = 0{\cdot}415\sqrt{m} = 53{\cdot}95\,cm$$
$$\text{und daher } d_2 = \delta_2 h_2' = 10{\cdot}79\,cm.$$

Das einem $d = 10\,cm$ entsprechende h' findet man durch Interpolation mit $h' = 55{\cdot}66\,cm$, dem ein $\delta = \frac{10}{55{\cdot}66} = 0{\cdot}18$ zukommt; endlich ermittelt sich der Bewehrungsgehalt mit $(p_{ez}^i) = 0{\cdot}6002$, dem daher eine Eisenbewehrung von:

$$f_{ez} = \frac{0{\cdot}6002 \,.\, 55{\cdot}66 \,.\, 300}{100} = 100{\cdot}22\,cm^2$$

entspricht.

9. Handelt es sich um die Führung des Spannungsnachweises, so erscheint die Anwendung der Tabellen II bis VIII nur dann geboten, wenn die Verhältnisse π und δ den Tabellen direkt entnommen werden können; andernfalls empfiehlt sich die Benützung des allgemein üblichen Rechnungsganges. Derselbe läßt sich jedoch, wie nachstehend gezeigt wird, etwas vereinfachen.

Gegeben sind die Abmessungen und der Eisenquerschnitt des Rippenbalkens, ferner das äußere Moment; der Nullinienabstand ist durch $\beta = \delta + \mu$ festgelegt (Textfigur $2a$). Die Berechnung als Rippenbalken hat wie bekannt nur dann zu erfolgen, wenn $\mu > 0$.

Zur Bestimmung von μ benützen wir Gleichung 2), in welcher β durch $(\delta + \mu)$ ersetzt wird; geordnet lautet diese Gleichung:

$$\mu^2 + 2A\mu = B \quad \ldots\ldots\ldots \quad 23),$$

wenn:

$$\left.\begin{aligned} A &= \frac{0{\cdot}15\,(p_{ez}^i) + \delta}{\pi} \\ B &= \frac{0{\cdot}30\,(p_{ez}^i)[1-\delta] - \delta^2}{\pi} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots \quad 24)$$

daher:

$$\mu = -A + \sqrt{A^2 + B} \quad \ldots\ldots \quad 25).$$

Aus der Bedingung $\mu > 0$ folgt unmittelbar auch $B > 0$; mit den besonderen Werten der Gleichung 24) resultiert daher die Bestimmungsgleichung:

$$(p_{ez}^i) > \frac{10}{3} \cdot \frac{\delta^2}{1-\delta} \quad \ldots\ldots \quad 26),$$

welche nach Zurückführung auf die einzelnen Querschnittsgrößen die Form annimmt:

$$f_{ez} > \frac{1}{30} \cdot \frac{b\,d^2}{(h' - d)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 26a)[1].$$

So lange die obigen Ungleichungen erfüllt sind, hat die Berechnung als Rippenbalken zu erfolgen; ist jedoch die linke Seite $\leqq$ als die rechte, dann gilt der Rechnungsgang für die gewöhnliche Platte.

Ferner ist nach früherem:

$$(K^2) = \frac{100\,m}{h'^2\,s_{ez}} = \left(p^i_{ez}\right) - (\Delta),$$

wobei (Δ) der Gleichung 5') zu entnehmen ist. Führt man die Substitution durch, so ergibt sich:

$$(K^2) = \left(p^i_{ez}\right)\left[1 - \delta - \frac{\mu}{3}\right] + \frac{20}{9} \cdot \frac{\delta\,\beta^2}{1 - \beta} \quad . \quad . \quad . \quad 27).$$

Wir wählen: $M = 2025000\,kgcm$, $b = 150\,cm$, $b_0 = 30\,cm$, $d = 10\,cm$, $h' = 53\,cm$ und $f_{ez} = 49{\cdot}28\,cm^2$. Wie groß sind die Inanspruchnahmen im Beton und Eisen [2]?

Gleichung $26\,a)$ ergibt:

$$49{\cdot}28 > \frac{10^2 \cdot 150}{30 \cdot (53 - 10)},$$

das heißt, die Nullachse schneidet den Steg; mit $\left(p^i_{ez}\right) = \frac{100 f_{ez}}{b\,h'} = 0{\cdot}62$, $\pi = \frac{b_0}{b} = 0{\cdot}2$ und $\delta = \frac{10}{53} = 0{\cdot}1887$ wird $A = 1{\cdot}409$, $B = 0{\cdot}57.65$ [3]) und $\mu = 0{\cdot}192$; daher $\beta = (\delta + \mu) = 0{\cdot}381$; endlich ist

---

[1]) Professor A. Cappilleri gibt in „Der Bautechniker" 1912, Nr. 2 gleichfalls eine sehr einfache Beziehung an, aus welcher unmittelbar auf die Lage der Nullachse geschlossen werden kann; dieselbe lautet:

$$\frac{M}{b\,d^2} = \frac{m}{d^2} \geqq \frac{s_{ez}}{30} + \frac{s_{bd}}{3}.$$

Solange diese Ungleichung besteht, geht die Nullachse durch den Steg. Ableiten läßt sich obige Beziehung aus der Gleichung 7''):

$$\frac{100\,m}{h'^2\,s_{ez}} = p^i_{ez}\left(1 - \frac{\beta}{3}\right) = \frac{10}{3} \cdot \frac{\beta^2}{1 - \beta} \cdot \left(1 - \frac{\beta}{3}\right),$$

wenn man für β den Ausdruck aus Gleichung 3) einführt und bedenkt, daß für $\beta = \delta$ die Plattendicke $d = \delta\,h'$ wird.

[2]) Siehe Beispiel Seite 83 in „Die Berechnung der Tragwerke aus Eisenbeton oder Stampfbeton bei Hochbauten und Straßenbrücken" von k. k. Ministerialrat C. Haberkalt und k. k. Baurat Dr. F. Postuvanschitz.

[3]) Der Ausdruck für B (Gleichung 24) läßt noch eine Vereinfachung zu. Da

$$\left(p^i_{ez}\right) - \frac{10}{3} \cdot \frac{\delta^2}{1 - \delta} = \Delta\left(p^i_{ez}\right)$$

stets berechnet werden muß, sohin bekannt ist, nimmt der Ausdruck für B die sehr einfache Form an:

$$B = \frac{0{\cdot}3\,(1 - \delta)}{\pi}\,\Delta\left(p^i_{ez}\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 24\,a).$$

$(K^2) = 0{\cdot}5616$. Da nun $m = \frac{M}{b} = 13500$, so folgt:

$$s_{ez} = \frac{100\,m}{(K^2)\,h'^2} = 855\ kg/cm^2 \text{ und}$$

$$s_{bd} = \frac{\beta}{15\,(1-\beta)}\,s_{ez} = 35{\cdot}1\ kg/cm^2.$$

10. Gegeben: $M = 5070000\,kg/cm$, $b = 300\,cm$, $b_0 = 30\,cm$, $d = 10\,cm$, $h' = 80\,cm$; wenn die Ausnützung des Eisens mit $s_{ez} = 1000\,kg/cm^2$ gewünscht wird, wie groß ist s_{bd} und welche Eisenbewehrung ist erforderlich?

Vor allem ist mit $m = \frac{M}{b} = 16900$

$$(K^2) = \frac{100\,m}{h'^2\,s_{ez}} = 0{\cdot}264.$$

Das entsprechende β findet man durch Interpolation aus der Tabelle für $\pi = 0{\cdot}2$ und für das Verhältnis $\delta = \frac{10}{80} = 0{\cdot}125$ mit $\beta = 0{\cdot}287$; die Zwischenrechnung gestaltet sich wie folgt:

Für $\delta_1 = 0{\cdot}1$ entspricht dem $(K^2) = 0{\cdot}264$ ein $\beta_1 = 0{\cdot}303$,
„ $\delta_2 = 0{\cdot}15$ „ „ $(K^2) = 0{\cdot}264$ „ $\beta_2 = 0{\cdot}271$; daher
„ $\delta = 0{\cdot}125$ „ „ $(K^2) = 0{\cdot}264$ „ $\beta = 0{\cdot}287$.

Den Bewehrungsgehalt bestimmt man einfacher durch Rechnung aus:

$$(\overset{i}{p}_{ez}) = \frac{10}{3}\cdot\frac{\beta^2 - (1-\pi)(\beta-\delta)^2}{1-\beta} = 0{\cdot}287,$$

somit endlich

$$f_{ez} = \frac{(\overset{i}{p}_{ez})\,b\,h'}{100} = 68{\cdot}88\,cm^2 \text{ und } s_{bd} = \frac{\beta}{15\,(1-\beta)}\,s_{ez} = 26{\cdot}8\,kg/cm^2$$

11. Ein Unterzug von $4{\cdot}5\,m$ Spannweite habe ein Moment von $M_1 = 1500000\,kgcm$ aufzunehmen, darf aber aus besonderen Gründen nur $35\,cm$ hoch werden. Die Plattenstärke der anschließenden Decke sei $d = 7{\cdot}5\,cm$; ferner werde angenommen $\alpha = \alpha' = \frac{1}{7}$, so daß also $a = a' = \frac{35}{7} = 5\,cm$ und $h' = 30\,cm$. Endlich ist gegeben: $b = 150\,cm$, $b_0 = 30\,cm$, $s_{bd} = 40\,kg/cm^2$ und $s_{ez} = 1000\,kg/cm^2$. Wie groß sind die Eisenbewehrungen? (Doppelte Bewehrung.)

Wir haben der Reihe nach: $\delta = 0{\cdot}25$, $\pi = 0{\cdot}2$, $\beta = 0{\cdot}375$

$\overset{i}{p}_{ez} = 0{\cdot}68333$, $(K^2) = 0{\cdot}60903$, $C_1 = \frac{100}{(1-\alpha')\,s_{ez}} = 0{\cdot}117$,

$m_1 = 10000$; ferner berechnet man den Zwischenwert:

$$\frac{m_1}{h'^2}\,C_1 - \frac{(K^2)}{1-\alpha'} = 0{\cdot}5895,$$

so daß endlich:

$$(p_{ez}) = 0{\cdot}5895 + 0{\cdot}6833 = 1{\cdot}2728$$

$$(p_{\underset{-}{e}d}) = 0{\cdot}5895\,\frac{1-\beta}{\beta-\alpha'} = 1{\cdot}5870$$

und

$$f_{ez} = \frac{(p_{ez})\,b\,h'}{100} = 57{\cdot}28\,cm^2,\quad f_{ed} = \frac{(p_{ed})\,b\,h'}{100} = 71{\cdot}42\,cm^2.$$

Tabelle I.

Festwerte für die Dimensionierung von Platten.

$\beta = \frac{15\, s_{bd}}{s_{ez} + 15\, s_{bd}}$	Bewehrungsgehalt $p^i_{ez} = \frac{10}{3} \cdot \frac{\beta^2}{1-\beta} = \frac{100\, f^i_{ez}}{b\, h'}$	$K^2 = \frac{100\, m}{h'^2\, s_{ez}}$		Erforderliche statische Höhe $h' = \frac{10}{K \sqrt{s_{ez}}} \cdot \sqrt{m} = D \sqrt{m}$			Anmerkung
		K^2	K	s_{ez} in kg/cm^2	s_{bd} in kg/cm^2	D	
0·10	0·03704	0·03581	0·1893	.	.	.	
0·15	0·08823	0·08382	0·2895	.	.	.	
0·20	0·16667	0·15556	0·3944	.	.	.	
0·25	0·27778	0·25463	0·5046	.	.	.	
0·30	0·42857	0·38571	0·6211	.	.	.	
0·3243	0·51882	0·46274	0·6803	1000	32	0·4648	
0·3333	0·55544	0·49373	0·7027	1000	33·3	0·4500	$m = \frac{M}{b} = \frac{\text{Moment in } kgcm}{\text{Balkenbreite in } cm}$
0·35	0·62820	0·55491	0·7449	.	.	.	
0·3569	0·66023	0·58168	0·7627	1000	37	0·4146	
0·3750	0·75000	0·65625	0·8101	1000	40	0·3904	
0·3846	0·80120	0·69849	0·8358	1200	50	0·3454	
0·3865	0·81164	0·70708	0·8409	1000	42	0·3761	
0·40	0·88889	0·77037	0·8777	.	.	.	
0·50	1·66667	1·38889	1·1785	.	.	.	

Tabelle II[1]).

Festwerte für die Dimensionierung von Plattenbalken für $\pi = 0·10$.

β	$\delta = 0·10$			$\delta = 0·15$			$\delta = 0·20$		
	(p_{ez}^{i})	(K^2)	(K)	(p_{ez}^{i})	(K^2)	(K)	(p_{ez}^{i})	(K^2)	(K)
0·10	0·03704	0·03581	0·1893	—	—	—	—	—	—
0·15	0·07941	0·07603	0·2757	0·08823	0·08382	0·2895	—	—	—
0·20	0·12917	0·12306	0·3508	0·15729	0·14774	0·3844	0·16667	0·15556	0·3944
0·25	0·18778	0·17813	0·4221	0·23778	0·22197	0·4711	0·26778	0·24680	0·4968
0·30	0·25714	0·24285	0·4928	0·33214	0·30857	0·5555	0·38571	0·35285	0·5940
0·3243	0·29514	0·27809	0·5273	0·38362	0·35560	0·5963	0·44991	0·41038	0·6406
0·3333	0·31052	0·29235	0·5407	0·40425	0·37446	0·6119	0·47549	0·43332	0·6583
0·35	0·33974	0·31933	0·5651	0·44359	0·41030	0·6406	0·52436	0·47703	0·6907
0·3569	0·35236	0·33097	0·5753	0·46054	0·42572	0·6525	0·54539	0·49582	0·7042
0·3750	0·38700	0·36283	0·6024	0·50700	0·46793	0·6841	0·60300	0·54723	0·7397
0·3846	0·40635	0·38058	0·6169	0·53290	0·49141	0·7010	0·63508	0·57581	0·7588
0·3865	0·41026	0·38416	0·6198	0·53813	0·49615	0·7044	0·64155	0·58157	0·7626
0·40	0·43889	0·41037	0·6406	0·57639	0·53080	0·7286	0·68889	0·62370	0·7898
0·45	0·55909	0·51978	0·7210	0·73636	0·67500	0·8216	0·88636	0·79887	0·8938
β	$\delta = 0·25$			$\delta = 0·30$			$\delta = 0·35$		
0·10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0·15	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0·20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0·25	0·27778	0·25463	0·5046	—	—	—	—	—	—
0·30	0·41786	0·37787	0·6147	0·42857	0·38571	0·6211	—	—	—
0·3243	0·49400	0·44465	0·6668	0·51589	0·46061	0·6787	—	—	—
0·3333	0·52424	0·47120	0·6864	0·55046	0·49030	0·7002	—	—	—
0·35	0·58205	0·52184	0·7224	0·61667	0·54703	0·7396	0·62820	0·55491	0·7449
0·3569	0·60692	0·54360	0·7373	0·64513	0·57140	0·7559	0·66001	0·58154	0·7626
0·3750	0·67500	0·60313	0·7766	0·72300	0·63803	0·7988	0·74700	0·65433	0·8089
0·3846	0·71288	0·63621	0·7976	0·76631	0·67505	0·8216	0·79536	0·69475	0·8335
0·3865	0·72053	0·64289	0·8018	0·77505	0·68251	0·8261	0·80512	0·70291	0·8384
0·40	0·77639	0·69163	0·8316	0·83889	0·73704	0·8585	0·87639	0·76246	0·8732
0·45	1·00901	0·89402	0·9455	1·10454	0·96341	0·9815	1·17273	1·00956	1·0048

Tabelle III[1]).

Festwerte für die Dimensionierung von Plattenbalken für $\pi = 0{\cdot}15$.

β	$\delta = 0{\cdot}10$ (p^i_{ez})	$\delta = 0{\cdot}10$ (K^2)	$\delta = 0{\cdot}10$ (K)	$\delta = 0{\cdot}15$ (p^i_{ez})	$\delta = 0{\cdot}15$ (K^2)	$\delta = 0{\cdot}15$ (K)	$\delta = 0{\cdot}20$ (p^i_{ez})	$\delta = 0{\cdot}20$ (K^2)	$\delta = 0{\cdot}20$ (K)
0·10	0·03704	0·03581	0·1893	—	—	—	—	—	—
0·15	0·07990	0·07646	0·2765	0·08823	0·08382	0·2895	—	—	—
0·20	0·13125	0·12486	0·3534	0·15781	0·14818	0·3849	0·16667	0·15556	0·3944
0·25	0·19278	0·18238	0·4271	0·24000	0·22378	0·4731	0·26833	0·24723	0·4972
0·30	0·26667	0·25080	0·5008	0·33750	0·31286	0·5593	0·38809	0·35468	0·5955
0·3243	0·30755	0·28833	0·5370	0·39112	0·36154	0·6013	0·45372	0·41327	0·6429
0·3333	0·32412	0·30353	0·5509	0·41265	0·38108	0·6173	0·47993	0·43668	0·6608
0·35	0·35577	0·33243	0·5766	0·45385	0·41834	0·6468	0·53013	0·48136	0·6938
0·3569	0·36946	0·34489	0·5873	0·47163	0·43438	0·6591	0·55177	0·50059	0·7075
0·3750	0·40717	0·37913	0·6157	0·52050	0·47839	0·6916	0·61117	0·55328	0·7438
0·3846	0·42829	0·39824	0·6311	0·54781	0·50292	0·7092	0·64431	0·58263	0·7633
0·3865	0·43256	0·40210	0·6341	0·55333	0·50787	0·7127	0·65100	0·58855	0·7672
0·40	0·46389	0·43037	0·6560	0·59375	0·54410	0·7376	0·70000	0·63185	0·7949
0·45	0·59621	0·54885	0·7408	0·76364	0·69546	0·8339	0·90530	0·81243	0·9014
β	$\delta = 0{\cdot}25$			$\delta = 0{\cdot}30$			$\delta = 0{\cdot}35$		
0·10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0·15	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0·20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0·25	0·27778	0·25463	0·5046	—	—	—	—	—	—
0·30	0·41845	0·37826	0·6150	0·42857	0·38571	0·6211	—	—	—
0·3243	0·49536	0·44563	0·6676	0·51603	0·46071	0·6788	—	—	—
0·3333	0·52597	0·47245	0·6873	0·55073	0·49049	0·7004	—	—	—
0·35	0·58461	0·52367	0·7237	0·61731	0·54747	0·7399	0·62820	0·55491	0·7449
0·3569	0·60988	0·54572	0·7387	0·64597	0·57197	0·7563	0·66002	0·58155	0·7626
0·3750	0·67917	0·60608	0·7785	0·72450	0·63904	0·7994	0·74717	0·65444	0·8090
0·3846	0·71779	0·63967	0·7998	0·76825	0·67635	0·8224	0·79569	0·69497	0·8336
0·3865	0·72559	0·64645	0·8040	0·77708	0·68388	0·8270	0·80549	0·70315	0·8385
0·40	0·78264	0·69600	0·8343	0·84167	0·73889	0·8596	0·87708	0·76289	0·8734
0·45	1·02121	0·90237	0·9499	1·11136	0·96784	0·9838	1·17576	1·01142	1·0057

[1]) In den Tabellen bedeuten: $\beta = \frac{15\, s_{bd}}{s_{ez} + 15\, s_{bd}}$, $(p^i_{ez}) = \frac{10}{3} \cdot \frac{\beta^2 - (1-\pi)(\beta-\delta)^2}{1-\beta} = \frac{100\,(f_{ez})}{b\, h'}$, $\pi = \frac{b_0}{b}$, $\delta = \frac{d}{h'}$, $(K^2) = \frac{100\, m}{h'^2\, s_{ez}}$, $m = \frac{M}{b} = \frac{\text{Moment in } kgcm}{\text{Plattenbreite in } cm}$.

Tabelle IV[1]).

Festwerte für die Dimensionierung von Plattenbalken für $\pi = 0{\cdot}20$.

β	$\delta = 0{\cdot}10$			$\delta = 0{\cdot}15$			$\delta = 0{\cdot}20$		
	(p^i_{ez})	(K^2)	(K)	(p^i_{ez})	(K^2)	(K)	(p^i_{ez})	(K^2)	(K)
0·10	0·03704	0·03581	0·1893	—	—	—	—	—	—
0·15	0·08039	0·07689	0·2773	0·08823	0·08382	0·2895	—	—	—
0·20	0·13333	0·12666	0·3559	0·15833	0·14861	0·3855	0·16667	0·15556	0·3944
0·25	0·19778	0·18663	0·4320	0·24222	0·22555	0·4750	0·26889	0·24767	0·4977
0·30	0·27619	0·25873	0·5087	0·34286	0·31715	0·5692	0·39048	0·35651	0·5971
0·3243	0·31996	0·29857	0·5464	0·39861	0·36747	0·6062	0·45753	0·41616	0·6451
0·3333	0·33773	0·31472	0·5610	0·42105	0·38771	0·6227	0·48437	0·44003	0·6634
0·35	0·37179	0·34551	0·5878	0·46410	0·42636	0·6530	0·53590	0·48369	0·6955
0·3569	0·38657	0·35883	0·5990	0·48273	0·44305	0·6656	0·55815	0·50536	0·7109
0·3750	0·42733	0·39542	0·6288	0·53400	0·48885	0·6992	0·61933	0·55933	0·7479
0·3846	0·45022	0·41590	0·6449	0·56271	0·51442	0·7172	0·65353	0·58944	0·7677
0·3865	0·45486	0·42004	0·6481	0·56852	0·51959	0·7208	0·66045	0·59552	0·7717
0·40	0·48889	0·45037	0·6711	0·61111	0·55741	0·7466	0·71111	0·64000	0·8000
0·45	0·63333	0·57793	0·7602	0·79091	0·71591	0·8461	0·92424	0·82601	0·9089
β	$\delta = 0{\cdot}25$			$\delta = 0{\cdot}30$			$\delta = 0{\cdot}35$		
0·10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0·15	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0·20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0·25	0·27778	0·25463	0·5046	—	—	—	—	—	—
0·30	0·41905	0·37873	0·6154	0·42857	0·38571	0·6211	—	—	—
0·3243	0·49672	0·44662	0·6683	0·51618	0·46081	0·6788	—	—	—
0·3333	0·52770	0·47370	0·6883	0·55101	0·49068	0·7005	—	—	—
0·35	0·58718	0·52551	0·7249	0·61795	0·54791	0·7402	0·62820	0·55491	0·7449
0·3569	0·61284	0·54783	0·7402	0·64681	0·57255	0·7567	0·66003	0·58156	0·7626
0·3750	0·68333	0·60903	0·7543	0·72600	0·64005	0·8000	0·74733	0·65454	0·8090
0·3846	0·72269	0·64312	0·8020	0·77018	0·67765	0·8232	0·79601	0·69517	0·8338
0·3865	0·73065	0·65002	0·8062	0·77912	0·68525	0·8278	0·80585	0·70338	0·8387
0·40	0·78889	0·70037	0·8369	0·84444	0·74074	0·8607	0·87778	0·76334	0·8737
0·45	1·03333	0·91065	0·9543	1·11818	0·97327	0·9865	1·17879	1·01329	1·0066

Tabelle V [1]).

Festwerte für die Dimensionierung von Plattenbalken für $\pi = 0{\cdot}25$.

β	$\delta = 0{\cdot}10$			$\delta = 0{\cdot}15$			$\delta = 0{\cdot}20$		
	(p_{ez}^{i})	(K^2)	(K)	(p_{ez}^{i})	(K^2)	(K)	(p_{ez}^{i})	(K^2)	(K)
0·10	0·03704	0·03581	0·1893	—	—	—	—	—	—
0·15	0·08088	0·07733	0·2781	0·08823	0·08382	0·2895	—	—	—
0·20	0·13542	0·12848	0·3584	0·15885	0·14904	0·3861	—	—	—
0·25	0·20278	0·19088	0·4369	0·24444	0·22740	0·4769	0·16667	0·15556	0·3944
0·30	0·28571	0·26666	0·5164	0·34821	0·32142	0·5670	0·26944	0·24810	0·4981
0·3243	0·33237	0·30882	0·5557	0·40610	0·37340	0·6111	0·39286	0·35834	0·5986
0·3333	0·35133	0·32590	0·5709	0·42945	0·39434	0·6280	0·46134	0·41905	0·6474
0·35	0·38782	0·35860	0·5989	0·47436	0·43440	0·6591	0·48881	0·44339	0·6659
0·3569	0·40367	0·37275	0·6105	0·49382	0·45171	0·6721	0·54167	0·49001	0·7000
0·3750	0·44750	0·41173	0·6417	0·54750	0·49931	0·7066	0·56453	0·51013	0·7142
0·3846	0·47215	0·43355	0·6585	0·57761	0·52592	0·7252	0·62750	0·56539	0·7519
0·3865	0·47716	0·43799	0·6618	0·58372	0·53131	0·7289	0·66276	0·59625	0·7722
0·40	0·51389	0·47037	0·6858	0·62847	0·57072	0·7555	0·66991	0·60250	0·7762
0·45	0·67045	0·60700	0·7791	0·81818	0·73636	0·8581	0·72222	0·64815	0·8051
							0·94318	0·83958	0·9163

β	$\delta = 0{\cdot}25$			$\delta = 0{\cdot}30$			$\delta = 0{\cdot}35$		
0·10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0·15	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0·20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0·25	0·27778	0·25463	0·5046	—	—	—	—	—	—
0·30	0·41964	0·37916	0·6158	0·42857	0·38571	0·6211	—	—	—
0·3243	0·49808	0·44760	0·6691	0·51632	0·46091	0·6789	—	—	—
0·3333	0·52944	0·47496	0·6892	0·55129	0·49087	0·7006	—	—	—
0·35	0·58974	0·52735	0·7262	0·61859	0·54834	0·7405	0·62820	0·55491	0·7449
0·3569	0·61580	0·54994	0·7416	0·64765	0·57311	0·7570	0·66004	0·58156	0·7626
0·3750	0·68750	0·61198	0·7823	0·72750	0·64106	0·8007	0·74750	0·65465	0·8091
0·3846	0·72760	0·64659	0·8041	0·77212	0·67895	0·8240	0·79633	0·69537	0·8339
0·3865	0·73571	0·65358	0·8084	0·78115	0·68661	0·8286	0·80621	0·70361	0·8388
0·40	0·79514	0·70474	0·8395	0·84722	0·74259	0·8617	0·87847	0·76377	0·8739
0·45	1·04545	0·91893	0·9586	1·12500	0·97671	0·9883	1·17576	1·00909	1·0045

[1]) In den Tabellen bedeuten: $\beta = \frac{15\, s_{bd}}{s_{ez} + 15\, s_{bd}}$, $(p_{ez}^{i}) = \frac{10}{3} \cdot \frac{\beta^2 - (1-\pi)(\beta-\delta)^2}{1-\beta} = \frac{100(f_{ez})}{b\, h'}$, $\pi = \frac{b_0}{b}$, $\delta = \frac{d}{h'}$, $(K^2) = \frac{100\, m}{h'^2\, s_{ez}}$, $m = \frac{M}{b} = \frac{\text{Moment in } kgcm}{\text{Plattenbreite in } cm}$

Tabelle VI [1]).

Festwerte für die Dimensionierung von Plattenbalken für $\pi = 0·30$.

β	$\delta = 0·10$ (p^i_{ez})	$\delta = 0·10$ (K^2)	$\delta = 0·10$ (K)	$\delta = 0·15$ (p^i_{ez})	$\delta = 0·15$ (K^2)	$\delta = 0·15$ (K)	$\delta = 0·20$ (p^i_{ez})	$\delta = 0·20$ (K^2)	$\delta = 0·20$ (K)
0·10	0·03704	0·03581	0·1893	—	—	—	—	—	—
0·15	0·08137	0·07776	0·2789	0·08823	0·08382	0·2895	—	—	—
0·20	0·13750	0·13028	0·3609	0·15938	0·14948	0·3866	0·16667	0·15556	0·3944
0·25	0·20778	0·19513	0·4418	0·24668	0·22924	0·4788	0·27000	0·24854	0·4985
0·30	0·29524	0·27461	0·5241	0·35357	0·32571	0·5707	0·39524	0·36016	0·6001
0·3243	0·34477	0·31905	0·5648	0·41360	0·37935	0·6159	0·46515	0·42194	0·6496
0·3333	0·36495	0·33710	0·5806	0·43785	0·40096	0·6332	0·49326	0·44675	0·6684
0·35	0·40369	0·37153	0·6095	0·48461	0·44243	0·6652	0·54743	0·49433	0·7031
0·3569	0·42077	0·38668	0·6218	0·50491	0·46038	0·6785	0·57091	0·51490	0·7176
0·3750	0·46767	0·42803	0·6542	0·56100	0·50977	0·7140	0·63567	0·57146	0·7559
0·3846	0·49409	0·45122	0·6717	0·59252	0·53743	0·7331	0·67199	0·60307	0·7766
0·3865	0·49946	0·45593	0·6752	0·59891	0·54302	0·7369	0·67935	0·60946	0·7807
0·40	0·53899	0·49047	0·7003	0·64583	0·58402	0·7642	0·73343	0·65639	0·8102
0·45	0·70758	0·63609	0·7976	0·84545	0·74681	0·8642	0·96212	0·85316	0·9237

β	$\delta = 0·25$ (p^i_{ez})	$\delta = 0·25$ (K^2)	$\delta = 0·25$ (K)	$\delta = 0·30$ (p^i_{ez})	$\delta = 0·30$ (K^2)	$\delta = 0·30$ (K)	$\delta = 0·35$ (p^i_{ez})	$\delta = 0·35$ (K^2)	$\delta = 0·35$ (K)
0·10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0·15	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0·20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0·25	0·27778	0·25463	0·5046	—	—	—	—	—	—
0·30	0·42024	0·37961	0·6161	0·42857	0·38571	0·6211	—	—	—
0·3243	0·49944	0·44859	0·6698	0·51647	0·46101	0·6790	—	—	—
0·3333	0·53117	0·47620	0·6901	0·55157	0·49107	0·7007	—	—	—
0·35	0·59231	0·52919	0·7275	0·61923	0·54878	0·7408	0·62820	0·55491	0·7449
0·3569	0·61876	0·55206	0·7430	0·64848	0·57368	0·7574	0·66005	0·58157	0·7626
0·3750	0·69167	0·61493	0·7842	0·72900	0·64207	0·8013	0·74767	0·65476	0·8092
0·3846	0·73250	0·65004	0·8063	0·77406	0·68025	0·8248	0·79666	0·69559	0·8340
0·3865	0·74078	0·65715	0·8107	0·78318	0·68797	0·8294	0·80658	0·70385	0·8390
0·40	0·80139	0·70912	0·8421	0·85010	0·74454	0·8629	0·87917	0·76421	0·8742
0·45	1·05757	0·92722	0·9629	1·13182	0·98114	0·9905	1·18485	1·01702	1·0085

Tabelle VII[1]).

Festwerte für die Dimensionierung von Plattenbalken für $\pi = 0{\cdot}35$.

β	$\delta = 0{\cdot}10$			$\delta = 0{\cdot}15$			$\delta = 0{\cdot}20$		
	(p^i_{ez})	(K^2)	(K)	(p^i_{ez})	(K^2)	(K)	(p^i_{ez})	(K^2)	(K)
0·10	0·03704	0·03581	0·1893	—	—	—	—	—	—
0·15	0·08186	0·07819	0·2796	0·08823	0·08382	0·2895	—	—	—
0·20	0·13958	0·13208	0·3634	0·15990	0·14992	0·3872	0·16667	0·15556	0·3944
0·25	0·21278	0·19938	0·4465	0·24889	0·23104	0·4807	0·25365	0·23207	0·4817
0·30	0·30476	0·28254	0·5316	0·35893	0·33000	0·5745	0·39762	0·36199	0·6017
0·3243	0·35719	0·32930	0·5738	0·42109	0·38528	0·6207	0·46897	0·42484	0·6518
0·3333	0·37855	0·34829	0·5901	0·44625	0·40759	0·6384	0·49770	0·45010	0·6709
0·35	0·41987	0·38477	0·6203	0·49487	0·45046	0·6712	0·55320	0·49866	0·7062
0·3569	0·43787	0·40060	0·6330	0·51601	0·46905	0·6849	0·57729	0·51967	0·7209
0·3750	0·48783	0·44433	0·6666	0·57450	0·52024	0·7213	0·64383	0·57751	0·7599
0·3846	0·51603	0·46889	0·6847	0·60743	0·54893	0·7409	0·68122	0·60988	0·7809
0·3865	0·52176	0·47387	0·6884	0·61411	0·55475	0·7448	0·68880	0·61644	0·7851
0·40	0·56389	0·51037	0·7144	0·66319	0·59733	0·7729	0·74444	0·66444	0·8151
0·45	0·74470	0·66517	0·8156	0·87273	0·77728	0·8816	0·98106	0·86673	0·9310
β	$\delta = 0{\cdot}25$			$\delta = 0{\cdot}30$			$\delta = 0{\cdot}35$		
0·10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0·15	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0·20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0·25	0·27778	0·25463	0·5046	—	—	—	—	—	—
0·30	0·42083	0·38004	0·6165	0·42857	0·38571	0·6211	—	—	—
0·3243	0·50081	0·44959	0·6705	0·51662	0·46112	0·6791	—	—	—
0·3333	0·53291	0·47746	0·6910	0·55184	0·49125	0·7009	—	—	—
0·35	0·58974	0·52589	0·7252	0·61987	0·54922	0·7411	0·62820	0·55491	0·7449
0·3569	0·62173	0·55418	0·7444	0·64932	0·57425	0·7578	0·66007	0·58158	0·7626
0·3750	0·69583	0·61788	0·7861	0·73050	0·64309	0·8019	0·74783	0·65486	0·8092
0·3846	0·73741	0·65350	0·8084	0·77600	0·68156	0·8256	0·79698	0·69579	0·8341
0·3865	0·74584	0·66072	0·8128	0·78522	0·68934	0·8303	0·80693	0·70407	0·8391
0·40	0·80764	0·71350	0·8447	0·85278	0·74630	0·8639	0·87986	0·76465	0·8744
0·45	1·06970	0·93551	0·9672	1·13864	0·98557	0·9928	1·18788	1·01889	1·0094

[1]) In den Tabellen bedeuten: $\beta = \frac{15\, s_{bd}}{s_{ez} + 15\, s_{bd}}$, $(p^i_{ez}) = \frac{10}{3} \cdot \frac{\beta^2 - (1-\pi)(\beta-\delta)^2}{1-\beta} = \frac{100\,(f_{ez})}{b\,h'}$, $\pi = \frac{b_0}{b}$, $\delta = \frac{d}{h'}$, $(K^2) = \frac{100\, m}{h'^2\, s_{ez}}$, $m = \frac{M}{b} = \frac{\text{Moment in } kgcm}{\text{Plattenbreite in } cm}$.

Tabelle VIII.

Festwerte für die Dimensionierung von Plattenbalken für $\pi = 0{\cdot}40$.

β	$\delta = 0{\cdot}10$			$\delta = 0{\cdot}15$			$\delta = 0{\cdot}20$		
	(p_{ez}^i)	(K^2)	(K)	(p_{ez}^i)	(K^2)	(K)	(p_{ez}^i)	(K^2)	(K)
0·10	0·03704	0·03581	0·1893	—	—	—	—	—	—
0·15	0·08235	0·07862	0·2804	0·08823	0·08382	0·2895	—	—	—
0·20	0·14167	0·13389	0·3659	0·16042	0·15035	0·3878	0·16677	0·15556	0·3944
0·25	0·21778	0·20363	0·4513	0·25111	0·23285	0·4826	0·27111	0·24941	0·4994
0·30	0·31429	0·29048	0·5390	0·36429	0·33429	0·5782	0·40000	0·36381	0·6032
0·3243	0·36959	0·33953	0·5827	0·42858	0·39121	0·6255	0·47277	0·42772	0·6540
0·3333	0·39216	0·35948	0·5996	0·45465	0·41422	0·6436	0·50214	0·45346	0·6734
0·35	0·43590	0·39787	0·6308	0·50513	0·45851	0·6771	0·55897	0·50299	0·7092
0·3569	0·45498	0·41453	0·6438	0·52710	0·47771	0·6912	0·58367	0·52444	0·7242
0·3750	0·50800	0·46063	0·6787	0·58800	0·53070	0·7285	0·65200	0·58357	0·7639
0·3846	0·53796	0·48654	0·6975	0·62233	0·56043	0·7486	0·69045	0·61670	0·7853
0·3865	0·54405	0·49180	0·7013	0·62930	0·56646	0·7526	0·69825	0·62341	0·7896
0·40	0·58889	0·53037	0·7283	0·68055	0·61064	0·7814	0·75555	0·67259	0·8201
0·45	0·78182	0·69424	0·8332	0·90000	0·79773	0·8932	1·00000	0·88030	0·9382

β	$\delta = 0{\cdot}25$			$\delta = 0{\cdot}30$			$\delta = 0{\cdot}35$		
0·10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0·15	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0·20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0·25	0·27778	0·25463	0·5046	—	—	—	—	—	—
0·30	0·42143	0·38048	0·6168	0·42857	0·38571	0·6211	—	—	—
0·3243	0·50217	0·45057	0·6712	0·51676	0·46121	0·6791	—	—	—
0·3333	0·53464	0·47871	0·6919	0·55212	0·49144	0·7010	—	—	—
0·35	0·59744	0·53287	0·7300	0·62051	0·54966	0·7414	0·62820	0·55491	0·7449
0·3569	0·62469	0·55630	0·7459	0·65016	0·57483	0·7582	0·66008	0·58159	0·7626
0·3750	0·70000	0·62083	0·7879	0·73200	0·64410	0·8026	0·74800	0·65497	0·8093
0·3846	0·74232	0·65697	0·8105	0·77794	0·68286	0·8263	0·79731	0·69600	0·8343
0·3865	0·75090	0·66428	0·8150	0·78725	0·69071	0·8311	0·80730	0·70431	0·8392
0·40	0·81389	0·71787	0·8473	0·85555	0·74814	0·8650	0·88055	0·76509	0·8747
0·45	1·08182	0·94379	0·9715	1·14545	0·99000	0·9950	1·19091	1·02076	1·0103

In den Tabellen bedeuten: $\beta = \dfrac{15\,s_{bd}}{s_{ez} + 15\,s_{bd}}$, $(p_{ez}^i) = \dfrac{10}{3} \cdot \dfrac{\beta^2 - (1-\pi)(\beta-\delta)^2}{1-\beta} = \dfrac{100\,(f_{ez})}{b\,h'}$, $\pi = \dfrac{b_0}{b}$, $\delta = \dfrac{d}{h'}$, $(K^2) = \dfrac{100\,m}{h'^2\,s_{ez}}$, $m = \dfrac{M}{b} = \dfrac{\text{Moment in } kgcm}{\text{Plattenbreite in } cm}$.

Tabelle IX.

Zusammenstellung der wichtigsten *D*-Werte für die Berechnung der statischen Höhen von Plattenbalken nach der Formel:

$$\overset{(cm)}{h'} = \frac{10}{K\sqrt{s_{ez}}}\sqrt{m} = D\sqrt{m} = D\sqrt{\frac{M\ (kgcm)}{b\,(cm)}}.$$

$\pi = \frac{b_0}{b}$	$\delta = \frac{d}{h'}$	$D = \frac{10}{K\sqrt{s_{ez}}} =$					
$\beta = \frac{15\, s_{bd}}{s_{ez} + 15\, s_{bd}}$		0·3243	0·3333	0·3569	0·3750	0·3846	0·3865
s_{bd} in kg/cm^2		32	33·3	37	40	50	42
s_{ez} in kg/cm^2		1000	1000	1000	1000	1200	1000
0·10	0·05	0·754	0·736	0·691	0·660	0·588	0·641
	0·10	0·600	0·585	0·550	0·525	0·468	0·510
	0·15	0·530	0·517	0·485	0·462	0·412	0·449
	0·20	0·494	0·480	0·449	0·427	0·380	0·415
	0·25	0·474	0·461	0·429	0·407	0·362	0·394
	0·30	0·466	0·452	0·418	0·396	0·351	0·383
	0·35	—	—	0·415	0·391	0·346	0·377
0·15	0·05	0·722	0·704	0·659	0·628	0·559	0·610
	0·10	0·589	0·574	0·538	0·513	0·457	0·499
	0·15	0·526	0·512	0·480	0·457	0·407	0·444
	0·20	0·492	0·478	0·447	0·425	0·378	0·412
	0·25	0·474	0·460	0·428	0·406	0·361	0·393
	0·30	0·466	0·451	0·418	0·395	0·351	0·382
	0·35	—	—	0·415	0·391	0·346	0·377
0·20	0·05	0·694	0·676	0·632	0·601	0·534	0·582
	0·10	0·579	0·564	0·528	0·503	0·448	0·488
	0·15	0·522	0·508	0·475	0·452	0·403	0·439
	0·20	0·490	0·477	0·445	0·423	0·376	0·410
	0·25	0·473	0·459	0·427	0·419	0·360	0·392
	0·30	0·466	0·451	0·418	0·395	0·351	0·382
	0·35	—	—	0·415	0·391	0·346	0·377

$\pi=\frac{b_0}{b}$	$\delta=\frac{d}{h'}$	$D=\frac{10}{K\sqrt{s_{ez}}}=$					
$\beta=\frac{15\,s_{bd}}{s_{ez}+15\,s_{bd}}$		0·3243	0·3333	0·3569	0·3750	0·3846	0·3865
s_{bd} in kg/cm^2		32	33·3	37	40	50	42
s_{ez} in kg/cm^2		1000	1000	1000	1000	1200	1000
0·25	0·05	0·671	0·651	0·607	0·577	0·513	0·559
	0·10	0·569	0·554	0·518	0·493	0·438	0·478
	0·15	0·517	0·504	0·471	0·448	0·398	0·434
	0·20	0·488	0·475	0·443	0·421	0·374	0·407
	0·25	0·473	0·459	0·426	0·404	0·359	0·391
	0·30	0·466	0·451	0·418	0·395	0·350	0·382
	0·35	—	—	0·415	0·391	0·346	0·377
0·30	0·05	0·646	0·628	0·585	0·555	0·493	0·537
	0·10	0·560	0·545	0·509	0·483	0·430	0·468
	0·15	0·513	0·499	0·466	0·443	0·394	0·429
	0·20	0·487	0·473	0·441	0·418	0·372	0·405
	0·25	0·472	0·458	0·426	0·403	0·358	0·390
	0·30	0·466	0·451	0·418	0·395	0·350	0·381
	0·35	—	—	0·415	0·391	0·346	0·377
0·35	0·05	0·626	0·608	0·566	0·536	0·476	0·518
	0·10	0·551	0·536	0·500	0·474	0·422	0·459
	0·15	0·509	0·495	0·462	0·438	0·390	0·425
	0·20	0·485	0·471	0·439	0·416	0·370	0·403
	0·25	0·472	0·458	0·425	0·402	0·357	0·389
	0·30	0·466	0·451	0·417	0·394	0·350	0·381
	0·35	—	—	0·415	0·391	0·346	0·377
0·40	0·05	0·607	0·590	0·548	0·519	0·464	0·501
	0·10	0·543	0·527	0·491	0·466	0·410	0·451
	0·15	0·506	0·491	0·458	0·434	0·386	0·420
	0·20	0·484	0·470	0·437	0·414	0·368	0·400
	0·25	0·471	0·457	0·424	0·401	0·356	0·388
	0·30	0·466	0·451	0·417	0·394	0·349	0·380
	0·35	—	—	0·415	0·391	0·346	0·377

Tabelle X.

„β"-Werte für nach der österreichischen Vorschrift zu berechnende Straßenbrücken $\left(\beta = \frac{15\, s_{bd}}{s_{ez} + 15\, s_{bd}}\right)$.

Stützweite l in m	Mischungsverhältnis		
	1:3	1:4	1:5
0·0	0·3822	0·3522	0·3191
5·0	0·3849	0·3557	0·3236
10·0	0·3875	0·3591	0·3279
15·0	0·3899	0·3623	0·3320
20·0	0·3922	0·3653	0·3359
25·0	0·3945	0·3682	0·3396
30·0	0·3966	0·3710	0·3432
$\frac{100}{3} = 33·3$	0·3980	0·3728	0·3455
35·0	0·4000	0·3750	0·3478
40·0	0·4059	0·3814	0·3548
45·0	0·4118	0·3878	0·3617
50·0	0·4175	0·3939	0·3684

Wien, im Februar 1912.

Im gleichen Verlage erschi[...]

Theorie und Dimensi[...] einen oder zwei Unterzüge verstärkten Balken=(Träger=)Decke.

Von Ingenieur **Leopold Herzka**, Bau-Oberkommissär der k. k. Nordwestbahndirektion in Wien.

Mit 15 Textfiguren, 4 Tabellen und 1 Tafel. Preis K 4·50 = Mk. 3·80

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.)

Dimensionierungsformeln für einfach und doppelt bewehrte Betonplattenbalken.

Von Ingenieur **Leopold Herzka**.

Mit 1 Textfigur und 3 Tabellen. Preis K —·80 = Mk. —·80.

(Sonderabdruck aus der „Österreichischen Wochenschrift für den öffentlichen Baudienst", Heft 9/10, Jahrgang 1910.)

Vierendeelträger mit parallelen Gurtungen.

Graphische Ermittlung der Einflußlinien mit Hilfe eines einzigen Seilpolygones, das ohne Rücksicht auf Spannweite und Felderanzahl für sämtliche Träger mit gleichem Verhältnis von Trägerhöhe zur Felderweite gilt.

Von Ingenieur **Emil Reich** (Laibach).

Mit 11 Textfiguren und 1 lithographischen Tafel. Preis K 1·50 = Mk. 1·30.

Eisenbeton-Schaulinien

für eine unmittelbare Dimensionierung einfach und ideal bewehrter Tragkonstruktionen (nebst einer Erläuterung).

Zusammengestellt auf Grund der neuen österreichischen Eisenbetonvorschrift vom 15. Juni 1911 für jede Kombination einer beliebigen Stützlänge mit einer beliebigen, gleichmäßig verteilten Nutzbelastung.

Vo[...]fessor.

Mit 6 Textfiguren un[...] Preis K 2·40 = Mk. 2·—.

Zu beziehen [...] und Auslandes.