der Bügel für τ zu derselben oberen Grenze 4·5 bis 5 *kg/cm*². Wir erhalten auch als Bedingung für gleiche Konstruktionsgüte an möglichst viel Stellen daß die Rippenbreite b bei Rippenplatten ohne Übergangsprismen mindestens gleich der doppelten Plattendicke sein soll. Sind Übergangsprismen vorgesehen, so soll $b_1 \geqq 2\,d$, und diese Prismen müssen möglichst tief herabreichen.

Damit sind alle die voranstehenden Formeln verwendbar. [Siehe die folgenden Beispiele.]

λ ist, wie Formel 33 zeigt, auch dem b_1 verkehrt proportional. Daraus geht hervor, daß man die nutzbare Plattenbreite durch Anwendung von Übergangsprismen zwischen Platte und Rippe vergrößern kann, daß also die Anwendung solcher Übergangsprismen zu empfehlen ist.

Für τ ist im Voranstehenden nur eine obere Grenze gegeben. Es ist damit wenigstens der erste Schritt zur Lösung der Frage von der nutzbaren Plattenbreite gemacht. Die Bestätigung der obigen Theorie durch den Versuch steht noch aus. Sie wäre einfach durch zwei parallele Proben eines Plattenbalkens mit Bügeln und eines ohne solche zu erbringen.

Vorschläge, wie innerhalb dieser Grenze zu dem Wert τ selbst zu gelangen wäre, behält Verfasser sich, um den Umfang dieser Arbeit nicht weiter zu vergrößern, für später vor.

Schließlich sei noch zur Vermeidung von Mißverständnissen ausdrücklich bemerkt, daß alles im II. Teil Gesagte nur dann Anwendung findet, wenn die neutrale Achse die Rippe schneidet, was allerdings in den meisten Fällen eintritt. Also für

$$k \geqq \alpha.$$

Beispiele zum II. Teil.

Beispiel 4.

Dieselbe Deckenkonstruktion wie im Beispiel 1 ist unter Berücksichtigung der nutzbaren Plattenbreite zu dimensionieren.

Auf die Platte selbst findet der II. Teil natürlich keine Anwendung. Sie bleibt also wie sie ist. Auf die Querrippen auch nicht, weil dort (siehe S. 23) $k < \alpha$ also die neutrale Achse in die Platte fällt.

Wohl aber auf die Hauptrippenplatte:

a) ohne Übergangsprismen.

In dem angeführten Beispiel (S. 22) war

$$s = 1000\ kg/cm^2$$
$$\sigma = 33^1/_3\ \text{"}$$
$$\text{also } \alpha = \tfrac{2}{3}$$
$$M = 1{,}551.825\ kgcm.$$
$$d = 10\ cm$$
$$b = 22\ cm.$$

Die Belastung pro laufenden *m* war 2850 *kg*. Die Rippenlänge 6·6 *m*.

Somit ist $$Q = \tfrac{1}{2}\,6{\cdot}6\,.\,2850 = 9405\ kg$$
$$b_1 = b = 22\ cm$$

Für $\tau = 5\ kg/cm^2$ ist

$$\lambda = 85{\cdot}5$$

Laut Gleichung XVI' ist die nutzbare Plattenbreite

$$B = \frac{1551\,825}{10\,.\,33{\cdot}3\,[85{\cdot}5 - \frac{5}{4}\,10]} = \text{rund } \underline{64\ cm.}$$

Aus XV' ergibt sich H mit

$$H = \frac{d}{2} + \lambda = \underline{90{\cdot}5\ cm.}$$

Hätte man zur Ermittelung von H die Gl. VII benützt, so wäre für $\alpha = \frac{2}{3}$

$$H = 1{\cdot}75\,\alpha + \frac{1}{d\sigma} \cdot \frac{M}{B}$$

mit $B = 64\ cm$ gleichfalls $H = 90{\cdot}5\ cm$ zum Vorschein gekommen.

Man sieht, wie riesig die Beschränkung der Plattenbreite ausgibt; wir wollen gleich, um H zu verringern, Übergangsprismen einführen:

b) mit Übergangsprismen. (Fig. 25.)

Wir wollen für b_1 die volle Anschlußbreite in Rechnung setzen. Dieselbe betrage:

$$b_1 = 40\ cm$$

somit $\underline{\lambda = 45{\cdot}2\ cm}$

Nach XVI' ist $\underline{B \text{ rund} = 142\ cm}$

Aus XV' ist dann $\underline{H = 50{\cdot}2\ cm}$

Nach VII hätte sich gleichfalls ergeben

$$\underline{H = 50{\cdot}2\ cm}$$

F_e ergibt sich aus Gl. IX für $\alpha = \frac{2}{3}$

$$F_e = \left(0{\cdot}0333 - 0{\cdot}05\,\frac{d}{H}\right) Bd$$

$$F_e = 33{\cdot}2\ cm^2.$$

Vergleicht man dies mit dem ohne Berücksichtigung der nutzbaren Plattenbreite Gefundenem, so findet man eine Zunahme der Konstruktionshöhe der Rippe, also eine Betonzunahme. Dafür aber eine Abnahme der Eisenquerschnittsfläche.

Man hätte H auch (wie auf S. 32 angegeben) aus Gleichung XIV oder XV bestimmen können.

Dieser Vorgang ergäbe sich hier wie folgt:

Gl. XIV würde hier lauten (XIV')

$$H^2 - (2d + \lambda)\,H + \frac{d}{2}\,(2d + 3\lambda) = 0$$

$$H^2 - 65{\cdot}2\,H + 778 = 0$$

Hieraus $H = 49{\cdot}6.$

Aus Gl. XV^a (für $\alpha = \frac{2}{3}$)

$$H = \frac{d}{2} + \lambda - \frac{1}{4}\,\frac{d^2}{\lambda - d} = \underline{49{\cdot}5.}$$

Man erkennt, wie gering der Unterschied gegen das Ergebnis aus Formel XV' ist. Dieselbe kann bei dünnplattigen, weitrippigen Konstruktionen anstandslos verwendet werden.

Beispiel 5.

Dieselbe Fahrbahntafel, wie in Beispiel 2 und 3 ist mit Rücksicht auf begrenzte nutzbare Plattenbreite B zu dimensionieren; es wären zulässig:

Im Eisen $s = 1000$ *kg/cm²*
„ Beton $\sigma = 33\frac{1}{3}$ „ Druck.
$\tau = 5$ „ Schub.

a) Dimensionierung zur Erzielung des Betonminimums.

Wir gehen nach dem Obigen genau so vor, wie im I. Teil (S. 19 ff.) angegeben und wollen nur nachträglich die Untersuchung rücksichtlich der Notwendigkeit von Übergangsprismen anstellen:

In dem fraglichen Beispiel (S. 24 ff.) war die

Rippendistanz $= 1{\cdot}00\ m$
Rippenbreite $b = 0{\cdot}25\ m$
Spannweite $S = 9{\cdot}5\ m$
Last $1350\ kg/m^2$
$M = 2{,}710.469\ kgcm.$

Wir wollen vorläufig die volle Rippendistanz als nutzbare Breite B einführen.

Nach Formel X ist

$$d^2 = \frac{b}{B} \cdot \frac{M}{\sigma} \frac{1}{B - b + b C_4}$$

wobei für $\alpha = \frac{2}{3}$ . . . . . . $C_4 = 1{\cdot}75$

. Dies gibt $\underline{d = 13\ cm}$

Damit ist aus Gl. VII

$$H = 1{\cdot}75\ d + \frac{1}{d\sigma} \cdot \frac{M}{B}$$

$$\underline{\underline{H = 95\ cm.}}$$

Endlich aus Gl. IX

$$F_e = (0{\cdot}0333 - 0{\cdot}05\ \tfrac{1}{9}\tfrac{3}{5})\ 100.13 = \underline{34{\cdot}5\ cm^2.}$$

Nun ist die notwendige Anschlußbreite b_1 nach Gl. XVIII, bezw. da hier $\alpha = \frac{2}{3}$ nach Gl. XVIII^a

$$b_1 = \frac{Q}{2\tau} \frac{2H - 3d}{(H - d)^2}.$$

Mit obigen Werten und $Q = \frac{1}{2}\ 9{\cdot}5 \,.\, 1350 = 6412{\cdot}5\ kg$

$$b_1 = 14{\cdot}4\ cm.$$

Da die Rippenbreite $b = 25\ cm$ diesen Wert überschreitet, so ist die Untersuchung abgeschlossen, Übergangsprismen sind hier nicht notwendig.

b) Dimensionierung zur Erreichung der geringsten Konstruktionshöhe.

Bei $s = 1000\ kg/cm^2$.
$\sigma = 33\frac{1}{3}$ „
$\tau = 5$ „ .

Zunächst gehen wir wieder vor wie im I. Teil angegeben. Wir rechnen H unter Annahme der vollen Rippendistanz als nutzbare Plattenbreite aus Formel

$$\text{II} \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad H^2 = C' \frac{M}{B}$$

Hier ist $C' = 0{\cdot}2030$

$$\underline{H = 74\ cm}$$

$$\underline{d = (1 - \alpha)\ H = 25\ cm}$$

Endlich aus Gl. I: $\underline{F_e = 41{\cdot}11\ cm^2.}$

Untersuchung nach Gl. XVIII: Übergangsprismen nicht vorhanden, also

$$b_1 = b$$

$$\lambda = \frac{Q}{\tau b} = \frac{6412{\cdot}5}{5.20} = 64{\cdot}125$$

$$\frac{3\lambda}{2 + \alpha} = 72\ cm.$$

Mit Rücksicht auf die Schubkräfte müsste $H = 72\ cm$ sein. Da es nach dem Voranstehenden 74 cm ist, reicht es auch in der Hinsicht auf Schub aus.

Beispiel 6.

Betoneisendecke (Plattenbalkensystem), 6·4 m Spannweite, Schutt und Holzfußboden, Nutzlast 400 kg/m^2, Rippendistanz 4 m.

Es soll die geringste Konstruktionshöhe bei $s = 1000\ kg/cm^2$.

$$\sigma = 33\tfrac{1}{3} \quad "$$

$$\tau = 5 \quad "$$

gesucht werden.

Die Dimensionierung der Platte (Querrippen vorhanden) nach den im I. Teil angegebenen Regeln liefert nutzbare Plattendicke 7·5 cm, somit total

$$d = 10\ cm.$$

Eigengewicht und Nutzlast rund 4000 kg auf jeden laufenden Meter des Plattenbalkens.

Hiemit $Q = 12000\ kg$

$M = 2048000\ kgcm$

und mit $b_1 = 40\ cm$

$\lambda = 60\ cm.$

Nach Gl. XIX ist $B = \dfrac{2\,M\,(2 + \alpha)}{3\,\sigma\,\lambda^2\,(1 - \alpha)} = \underline{182\ cm.}$

Nach Gl. 35 ist $H = \dfrac{3\lambda}{2 + \alpha} = \underline{67{\cdot}5\ cm.}$

Ferner $\underline{d_1 = (1 - \alpha)\ H = 22{\cdot}5\ cm.}$ (Vgl. Fig. 23, Taf. I.)

Nach Gl. I ist $F_e = \dfrac{182\ .\ 67{\cdot}5}{180} \doteq \underline{70\ cm^2.}$

Die Plattendicke d_1 braucht nur innerhalb der nutzbaren Breite B ausgeführt zu werden.

Das obige Beispiel läßt schon das Ziel erkennen, zu dem diese Theorie führt: Zwischen Rippe und Platte eine solche Übergangskurve einzuschalten, daß die ganze Rippendistanz zur nutzbaren Plattenbreite wird. Verfasser behält sich vor, demnächst hierauf zurückzukommen. (Vgl. Fig. 24, Taf. I.)

Es ist eine in Fachkreisen wohlbekannte Tatsache, daß es auf keinem Gebiete annähernd soviel Berechnungsmethoden gibt, wie auf dem des Betoneisens. Und fast jede liefert andere Ergebnisse. Da ist es zu verwundern, warum die Hand des Gesetzes in einer so wichtigen, ganze Gebiete des Bauwesens heutzutage beherrschenden Frage nicht ordnend eingreift. Das ist bei uns in Österreich bis heute nicht geschehen. Der im zweiten Teil dieser Arbeit besprochene Vorgang, wie ihn Betoneisenbaufirmen bei ihren Berechnungen einhalten, der wie oben gezeigt wurde, völlig unhaltbar ist, wäre durch das Gesetz zu verbieten, weil er gefährlich für Leben und Gut werden kann. Dies ist aber nicht die einzige Frage, in der unsere Bauordnungen einer Reform dringend bedürftig wären. Das ganze Gebiet des Eisenbetonbaues ist in unseren Bauordnungen überhaupt nicht erwähnt. Der Eisenhochbau wird nur in den „Eisenlieferungen“ unter den Schlosserarbeiten gestreift, nirgends wird auch nur eine einzige zulässige Materialinanspruchnahme, auch nur ein Sicherheitsgrad gesetzlich fixiert, u. s. w.

Warum unternimmt es der Österreichische Ingenieur- und Architekten-Verein, der u. a. durch die Arbeiten des „Gewölbe-Ausschusses“ seinerzeit so vortreffliche Grundlagen für die statische Berechnung von Gewölben geliefert hat, nicht auch, endlich auf dem Gebiete des Betoneisens durch Studien und Versuche die Grundlagen für das Gesetz zu schaffen? Kein Land hat soviele hervorragende Theoretiker und Praktiker des Betoneisenbaues wie Osterreich. Man blättere nur in den bezüglichen Publikationen und man wird dies bestätigt finden.

Mögen diese Zeilen dazu beitragen, daß hier endlich Ordnung und Einheit geschaffen werde.

Rekapitulation der wichtigsten Ergebnisse der vorliegenden Arbeit.

Bezeichnungen:

M maximales Angriffsmoment.

Q größte Querkraft.

σ zulässige Betondruckinanspruchnahme.

τ zulässige Betonschubinanspruchnahme.

s zulässige Eisenzuginanspruchnahme.

$\nu = \frac{E_e}{E_b}$ Verhältnis der Elastizitätsmoduli von Eisen und Beton.

$$\alpha = \frac{s}{\nu \sigma + s}.$$

Es ergeben sich die Abmessungen der Betoneisenkonstruktionen bei gegebener Belastung und bei voller Ausnützung der zulässigen Betondruck- und Eisenzuginanspruchnahme wie folgt:

1. Für Platten und Balken mit schlaffer Armierung, für Rippenplatten mit relativ niedrigen Rippen und dicker Platte [Plattendicke $d \gtrless (1 - \alpha) H$], also Querrippenplatten zwischen Hauptrippen und für Rippenplatten behufs Erreichung der geringsten Konstruktionshöhe: