Zugspannungen des Betons im Eisenbetonbau

Autor(en): **Leuprecht, O.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **69/70 (1917)**

Heft 13

PDF erstellt am: **17.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-33945

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

INHALT: Zugspannungen des Betons im Eisenbetonbau. — Das Gasthaus zur Rebleuten in Chur. — Beziehungen der Baustatik zum Brückenbau. — Zur 99. Jahresversammlung der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft in Zürich 1917. — Schweizerische Prüfanstalt für hydrometrische Flügel in Papiermühle bei Bern. — Miscellanea: XCIX. Jmhresversammlung der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft. Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein. Die Bergung des Dampfers Gneisenau im Hafen von Antwerpen. Die Wahl der Farbe für Heizkörper. Schwellen aus Eisenbeton. Ausnützung der Wasserkräfte und Elektrizitätsversorgung der Schweiz. Schweizerischer Elektrotechnischer Verein. Der Washingtonsee-Kanal. — † Felix Lincke. — Preisausschreiben: Preisfragen der Schläflistiftung. — Literatur. — Vereinsnachrichten: Section Neuchâteloise de la Société suisse des Ingénieurs et des Architectes. Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein. Gesellschaft ehemaliger Studierender: † Theodor Geiser; Stellenvermittlung.

Tafeln 12 und 13: Das Gasthaus zur Rebleuten in Chur.

Band 70. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet. Nr. 13.

Zugspannungen des Betons im Eisenbetonbau.

Von Ing. *O. Leuprecht* im Ing.-Bureau Klingler & Leuprecht, Basel.

Von Prof. Mörsch wurde im „Zentralblatt der Bauverwaltung“ (Jahrgang 1914, Nr. 26) ein Verfahren gegeben, nach dem die Rippenbreite von Plattenbalken für eine bestimmte Beton-Zugspannung σ_z direkt bemessen werden kann. Die berechneten Zahlenwerte wurden sodann von Prof. Hager in genannter Zeitschrift (Jahrgang 1915, Nr. 59) in die Form einer Kurventafel gebracht, die auch den neuen einschlägigen Bestimmungen Deutschlands vom 13. Januar 1916 angegliedert ist. Die Tafel ist gültig für das Spannungsverhältnis $\sigma_z : \sigma_e = 24 : 750$, $n = 15$ und für gleiche Elastizitätsziffern $E_d = E_z$.

Die neuen Eisenbeton-Vorschriften der Schweizer. Bundesbahnen vom 26. November 1915 bestimmen für Brücken, Gehstege und Landungsanlagen, sodann für diejenigen Teile von Hochbauten, die Rauchgasen oder andern schädlichen Einflüssen ausgesetzt sind, den Nachweis der Beton-Zugspannungen für $n = 20$ und $E_d = E_z$. Die zulässigen Grenzen sind festgesetzt mit $\sigma_z = 25$ *kg/cm²* bei Eisenbahnbrücken, 30 *kg/cm²* bei den übrigen Bauten.

Nach den österreichischen Vorschriften beträgt das zulässige σ_z je nach der Betonmischung 21,5 bis 24 *kg/cm²* mit $n = 15$ und $E_d = 2{,}5\, E_z$.

Aus dieser kurzen Darlegung erhellt zur Genüge, wie sehr die verschiedenen Vorschriften auseinander gehen, und welche Umständlichkeiten einer einheitlichen Durchbildung der direkten Dimensionierung im Wege stehen. Der Verfasser hat daher die auf Seite 153 wiedergegebene Kurventafel aufgestellt[1]), die all diesen Veränderlichkeiten Rechnung trägt und weder an ein bestimmtes Spannungs-Verhältnis, noch an bestimmte n-Werte gebunden ist; auch E_d und E_z können beliebig verschieden sein.

Die Tafel dient zur direkten Ermittlung der Rippenbreite von Plattenbalken, sowie zur Bestimmung von x und aller Spannungswerte; sie ermöglicht auch die Berechnung des für ein beliebiges σ_z erforderlichen Zugeisen-Querschnittes. Die Schaulinien auf der rechten Seite beziehen sich auf den *rechteckigen* Querschnitt. Das im Folgenden angegebene Verfahren gilt für alle Fälle der „reinen Biegung“, wenn die Betonzugzone mitwirkt und einfache Armierung vorliegt. Doch lässt es sich unschwer erweitern auch auf doppelt bewehrte und exzentrisch beanspruchte Querschnitte, was jedoch Gegenstand einer späteren Abhandlung sein soll.

Alle die im Folgenden vorkommenden Bezeichnungen sind auf der Tafel angeschrieben.

I. Fall. Elastizitätszahl $E_d = E_z$.

1. Plattenbalken.

Die bekannte Formel für x lautet mit unseren Bezeichnungen und $\gamma = h_0 : h$

$$x = \frac{\beta\, b\, h^2 + b\,(1-\beta)\,\delta^2 h^2 + 2\,\mu\, b\, h^2\,\gamma}{2\,\beta\, b\, h + 2\, b\,(1-\beta)\,\delta\, h + 2\,\mu\, b\, h}$$

und liefert die Gleichung für die φ-Linien in der einfachen Form

$$x : h = \varphi = \frac{1}{2}\,\frac{\beta + (1-\beta)\,\delta^2 + 2\,\mu\,\gamma}{\beta + (1-\beta)\,\delta + \mu} \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

wobei $\gamma = 0{,}94$ gewählt ist.[2])

[1]) Die Kurventafel ist im Format 50×80 *cm* beim Verfasser zum Selbstkostenpreis zu beziehen.

[2]) Die Tafel gibt zuverlässige Werte für Plattenbalken bis $\gamma = 0{,}91$ herab, was praktisch auch der Kleinstwert sein wird.

Bezieht man das statische Moment der gezogenen Zone auf den Druckmittelpunkt und wählt diesen zunächst bei $^1/_4\, x$ vom oberen Plattenrande, so erhält man mit $v = h - x$ und $\frac{v-a}{v} = \xi$ die Momenten-Gleichung:

$$M = \sigma_z\,\frac{v}{2}\, b_0\left(h - \frac{x}{4} - \frac{v}{3}\right) + \sigma_z\, n\, \xi\, f_e\left(h_0 - \frac{x}{4}\right)$$

und mit $\xi = 0{,}885$ und $\mu = \frac{n f_e}{b\, h}$ den für die r-Linien gesuchten Ausdruck:

$$\frac{M}{\sigma_z\, b\, h^2} \cong 0{,}35\,\beta\,(1-\varphi) + \mu\,(0{,}83 - 0{,}25\,\varphi) = r \qquad (I)$$

oder

$$r = \frac{m}{\sigma_z} - \mu \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

$$m = i\,\frac{M}{0{,}72\, b\, h^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

$$i = \frac{0{,}94\, h}{h_0}$$

Aus Gleichung (2) findet man sodann

$$\sigma_z = \frac{m}{r + \mu} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

Die δ-Linien berechnen sich mittels Gleichung (1) aus

$$\mu = \frac{\beta + (1-\beta)\,\delta^2 - 2\,\varphi\,[\beta + (1-\beta)\,\delta]}{2\,\varphi - 1{,}88} \quad . \quad . \quad (II)$$

Die Verhältniszahl i in Gleichung (3) braucht nur bei wesentlicher Abweichung des γ von 0,94 berücksichtigt zu werden.

Die folgenden Beispiele erläutern den Gebrauch der Tafel auf Seite 153.

Beispiel 1.[1]) *Gesucht* b_0. Plattenbalken für $M = 7{,}6$ *tm* habe die Abmessungen $b = 100$, $h = 59$, $h_0 = 55{,}4$, $d = 14$ *cm* und sei für $n = 15$ bewehrt mit $f_e = 21$ *cm²*. Vorgeschrieben sei $\sigma_z = 23{,}8$, $\delta = 0{,}237$, $\gamma = 0{,}94$, also $i = 1{,}0$

$m = \frac{760\,000}{0{,}72 \cdot 100 \cdot 59^2} = 3{,}03$, $\mu = \frac{15 \cdot 21}{100 \cdot 59} = 0{,}0534$. Laut Gleichung (2) $r = \frac{3{,}03}{23{,}8} - 0{,}0534 = 0{,}0731$. Von der μ-Teilung aus wagrecht bis zur δ-Linie findet man lotrecht ober- oder unterhalb derselben den r-Punkt (gleichzeitig φ) und wagrecht zurückgehend auf der β-Teilung den gesuchten Wert $\beta = 0{,}26$, sodass $b_0 = b\,\beta = 26$ *cm* wird. Die Nachrechnung bestätigt die Richtigkeit.

Beispiel 2. *Gesucht* σ_z. Plattenbalken für $M = 22{,}0$ *tm* und $n = 20$ sei wie folgt bemessen: $b = 100$, $b_0 = 53{,}3$, $h = 65$, $h_0 = 61$, $d = 10{,}5$ *cm*, $f_e = 40$ *cm²*. Es ist daher $\gamma = 0{,}94$ ($i = 1{,}00$), $\beta = 0{,}533$, $\delta = 0{,}16$, $\mu = \frac{20 \cdot 40}{100 \cdot 65} = 0{,}123$,

$m = \frac{2\,200\,000}{0{,}72 \cdot 100 \cdot 65^2} = 7{,}23$.

Dafür ist abzulesen $r = 0{,}118$ und $\varphi = 0{,}531$, folglich laut Gleichung (4)

$$\sigma_z = \frac{7{,}23}{0{,}118 + 0{,}123} = 30\ kg/cm^2.$$

Nachrechnung:

$53{,}3 \cdot 65$	$= 3470 \cdot 32{,}5 =$	$113\,000 \cdot {}^2/_3 \cdot 65$	$= 4\,925\,000$
$46{,}7 \cdot 10{,}5 =$	$491 \cdot 5{,}25 =$	$2580 \cdot {}^2/_3 \cdot 10{,}5 =$	$18\,200$
$20 \cdot 40$	$= 800 \cdot 61 =$	$48\,800 \cdot 61$	$= 2\,975\,000$
$F =$	4761	$164\,380$	$7\,918\,200$

$x = \frac{164\,380}{4761} = 34{,}5$ $\qquad$ $4761 \cdot 34{,}5^2 = -5\,670\,000$

$v = h - x = 30{,}5$ $\qquad$ $J_x = 2\,248\,200$

$\varphi = 0{,}53$

$$\sigma_z = \frac{2\,200\,000}{2\,248\,200} \cdot 30{,}5 = 30\ kg/cm^2$$

[1]) Dieses Beispiel ist vergleichshalber der eingangs erwähnten Arbeit von Prof. Mörsch entlehnt.

Beispiel 3. *Gesucht* b_0, σ_d, σ_e. Der Plattenbalken sei zu berechnen für $M = 14{,}0$ *tm*, $\sigma_z = 41{,}3$, $n = 20$; gegebene Abmessungen $b = 100$, $h = 50$, $h_0 = 47$, $d = 10$ *cm*, also $\gamma = 0{,}94$ ($i = 1{,}0$), $\delta = 0{,}20$.

$$f_e = \frac{M}{\sigma_e\left(h_0 - \frac{d}{2}\right)} = 28{,}0\ cm^2 \qquad m = \frac{1\,400\,000}{0{,}72\cdot 100\cdot 50^2} = 7{,}75$$

$$\mu = \frac{20\cdot 28}{100\cdot 50} = 0{,}112 \qquad r = \frac{7{,}75}{41{,}3} - 0{,}112 = 0{,}075$$

Aus der Tafel erhält man $\beta = 0{,}30$ und $\varphi = 0{,}489$, womit

$$x = \varphi\, h = 24{,}45\ cm, \qquad \xi = 0{,}884,$$

$$b_0 = b\,\beta = 30\ cm, \qquad v \cong 25{,}6,$$

$$\sigma_e = n\,\sigma_z\,\xi = 20\cdot 41{,}3\cdot 0{,}884 = 728\ kg/cm^2 \quad . \quad (5)$$

$$\sigma_d = \sigma_z\,\frac{x}{v} = 41{,}3\,\frac{24{,}45}{25{,}6} = 39{,}5\ kg/cm^2 \quad . \; . \; . \quad (6)$$

Nachrechnung:

$$30\cdot 50 = 1500\cdot 25 = 37\,500\cdot {}^2/_3\cdot 50 = 1\,250\,000$$
$$70\cdot 10 = 700\cdot 5 = 3\,500\cdot {}^2/_3\cdot 10 = 23\,333$$
$$20\cdot 28 = 560\cdot 47 = 26\,320\cdot 47 = 1\,237\,040$$
$$2760 \qquad 67\,320 \qquad 2\,510\,370$$
$$x = \frac{67\,320}{2760} = 24{,}4 \qquad 2760\cdot 24{,}4^2 = -\,1\,642\,000$$
$$v = 25{,}6 \qquad J_x = 868\,373$$
$$\sigma_z = \frac{1\,400\,000}{868\,373}\cdot 25{,}6 = 1{,}61\cdot 25{,}6 = 41{,}3\ kg/cm^2$$
$$\sigma_d = 1{,}61\cdot 24{,}4 = 39{,}6,$$
$$\sigma_e = 1{,}61\cdot 22{,}6\cdot 20 = 729\ kg/cm^2.$$

Gesucht f_e. Kann von den gegebenen Querschnitts-Abmessungen des Plattenbalkens aus irgend einem Grunde nicht abgewichen werden, obwohl das zulässige max. σ_z *überschritten* wird, so ist f_e dementsprechend zu bestimmen.

Führt man für μ in Gleichung (I) den Wert von Gleichung (II) ein, so gelangt man zu dem Ausdruck

$$0{,}97\,\beta\,\varphi^2 + c\,\varphi = z, \text{ woraus}$$

$$\varphi = \frac{-c + \sqrt{c^2 + 3{,}88\,\beta\,z}}{1{,}94\,\beta} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (7)$$

Hierin bedeuten:

$$\left.\begin{aligned} c &= 2\left(\frac{m}{\sigma_z} + t\right) - 1{,}88\,\beta \\ z &= 1{,}88\,\frac{m}{\sigma_z} + t_1 - 0{,}91\,\beta \\ t &= \beta + (1-\beta)\,\delta \qquad t_1 = \beta + (1-\beta)\,\delta^2 \end{aligned}\right\} \quad . \quad (8)$$

Es ist also für das gegebene β und δ mit Hilfe von Formel (7) das φ zu berechnen und auf der Kurventafel einzustellen; doch ist dabei in *entgegengesetzter* Richtung vorzugehen, indem man, von der β-Teilung ausgehend, wagrecht das berechnete φ aufsucht, lotrecht die δ-Linie angeht und sodann wagrecht zurück nach der μ-Teilung wandert. Der erforderliche Eisenquerschnitt wird dann erhalten aus

$$f_e = \mu\,\frac{b\,h}{n} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (9)$$

Beispiel 4. *Gesucht* f_e. Zum Vergleich sei der in Beispiel 1 behandelte Plattenbalken in Betracht gezogen, wo $\beta = 0{,}26$, $\delta = 0{,}237$, $\gamma = 0{,}94$, $m = 3{,}03$, $\sigma_z = 23{,}8$ und $n = 15$ gegeben war.

Den Formeln (8) gemäss wird

$$t = 0{,}26 + 0{,}74\cdot 0{,}237 = 0{,}4353$$
$$t_1 = 0{,}26 + 0{,}74\cdot 0{,}237^2 = 0{,}3016 \qquad m : \sigma_z = 0{,}1274$$
$$c = 2\,(0{,}1274 + 0{,}4357) - 1{,}88\cdot 0{,}26 = 0{,}6366$$
$$z = 1{,}88\cdot 0{,}1274 + 0{,}3016 - 0{,}91\cdot 0{,}26 = 0{,}3038.$$

Gleichung (7) gibt nun

$$\varphi = \frac{-0{,}6366 + \sqrt{0{,}6366^2 + 3{,}88\cdot 0{,}26\cdot 0{,}3038}}{1{,}94\cdot 0{,}26} = 0{,}412$$

Für dieses φ folgt aus der Tafel $\mu = 0{,}0531$ und mit Formel (9) endlich

$$f_e = 0{,}0531\,\frac{100\cdot 59}{15} \cong 21\ cm^2$$

2. Rechteckige Querschnitte.

Die bekannte Beziehung

$$x = \frac{{}^1/_2\,b\,h^2 + n\,f_e\,h_0}{b\,h + n\,f_e}$$

geht mit unseren Bezeichnungen über in die Form

$$\varphi = \frac{0{,}5 + \gamma\,\mu}{1 + \mu} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (10)$$

Die Momentgleichung lautet

$$M = \sigma_z\,\frac{v}{2}\,b\left(h - \frac{v}{3} - \frac{x}{3}\right) + \sigma_z\,n\,\xi\,f_e\left(h_0 - \frac{x}{3}\right);$$

mit den praktisch brauchbaren Grössen $\xi = 0{,}78$ und $h_0 - \frac{x}{3} = 0{,}74\,h$ erhalten wir für die r-Teilung die Gleichung

$$\frac{M}{\sigma_z\,b\,h^2} = \frac{1}{3}\,(1 - \varphi) + 0{,}58\,\mu \quad . \; . \; . \quad \text{(III)}$$

oder $\quad r = \frac{m}{\sigma_z} - \mu$ (wie Gleichung 1)

$$m = i\,\frac{M}{0{,}58\,b\,h^2} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (11)$$

wo $\quad i = \frac{0{,}92\,h}{h_0}.$

Die Formeln 4, 5, 6 bleiben unverändert.

Beispiel 5. *Gesucht* σ_z, σ_e, σ_d. Der rechteckige Querschnitt einer Platte besitze die Abmessungen $b = 100$, $h = 20$, $h_0 = 18$ *cm* und sei für $M = 1{,}6$ *tm* und $n = 15$ bewehrt mit $f_e = 13{,}5$ *cm*². $\gamma = 0{,}9$, $\mu = \frac{15\cdot 13{,}5}{100\cdot 20} = 0{,}101$, $i = 0{,}92\,\frac{h}{h_0} = 1{,}025$. In der Tafel steht hierfür $r = 0{,}269$ und $\varphi = 0{,}537$, also $x = 0{,}537\cdot 20 = 10{,}74$ *cm*, $v = 9{,}26$ *cm*, $\xi = 0{,}785$, $m = 1{,}025\,\frac{160\,000}{0{,}58\cdot 100\cdot 20^2} = 7{,}05$,

$$\sigma_z = \frac{7{,}05}{0{,}269 + 0{,}101} = 19\ kg/cm^2 \text{ (Formel 4)}$$

$$\sigma_e = 15\cdot 19\cdot 0{,}785 = 225\ kg/cm^2 \qquad \text{[Gl. 5]}$$

$$\sigma_d = 19\,\frac{10{,}74}{9{,}26} \cong 22\ kg/cm^2 \qquad \text{[Gl. 6]}$$

Beispiel 6. *Gesucht* σ_z. Rechteckiger Balkenquerschnitt für $M = 6{,}0$ *tm* und $n = 20$, $h = 60$, $h_0 = 56$ *cm*, $f_e = 22$ *cm*². $\gamma = 0{,}935$, $i = 0{,}98$, $m = 0{,}98\,\frac{600\,000}{0{,}58\cdot 30\cdot 60^2} = 9{,}38$,

$$\mu = \frac{20\cdot 22}{30\cdot 60} = 0{,}244.$$

Dem entspricht in der Tafel $r = 0{,}2405$ und $\varphi = 0{,}585$, mithin

$$\sigma_z = \frac{9{,}38}{0{,}241 + 0{,}244} = 19{,}3\ kg/cm^2$$

Die Nachrechnung ergibt $J_x = 790\,940$, $x = 35$, das ist $\varphi = 0{,}585$, $\sigma_z = 19$ *kg/cm*².

Gesucht f_e. Gleichung 10 nach μ aufgelöst, liefert $\mu = \frac{\varphi - 0{,}5}{\gamma - \varphi}$; dies in Gleichung (III) eingesetzt, führt schliesslich zu $\varphi^2 + \varphi\,c_1 = z_1$, woraus

$$\varphi = -\frac{c_1}{2} + \sqrt{z_1 + \left(\frac{c_1}{2}\right)^2} \quad . \; . \; . \; . \quad (12)$$

Darin bezeichnen:

$$\left.\begin{aligned} c_1 &= 0{,}74 + 3\,m_1 - \gamma \\ z_1 &= 0{,}87 + 3\,m_1\,\gamma - \gamma \\ m_1 &= \frac{M}{\sigma_z\,b\,h^2}, \qquad \gamma = h_0 : h \end{aligned}\right\} \quad . \; . \quad (13)$$

Formel 9 bleibt unverändert.

Beispiel 7. *Gesucht* f_e. Zum Vergleich wird der in Beispiel 5 berechnete Rechteck-Querschnitt angenommen, wo $\sigma_z = 19$, $\gamma = 0{,}9$, $n = 15$.

Die Formeln 13 ergeben die Grössen

$$m_1 = \frac{160\,000}{19\cdot 100\cdot 20^2} = 0{,}211$$

$c_1 = 0{,}74 + 3\cdot 0{,}211 - 0{,}9 = 0{,}473$

$z_1 = 0{,}87 + 0{,}633\cdot 0{,}9 - 0{,}9 = 0{,}539$ und Formel (12) ein $\varphi = -0{,}237 + \sqrt{0{,}539 + 0{,}237^2} = 0{,}537$. Der Tafelwert $r = 0{,}269$, $\mu = 0{,}101$, mithin nach Formel (9)

$$f_e = 0{,}101\,\frac{100\cdot 20}{15} = 13{,}5\ cm^2.$$

II. Fall. Elastizitätszahl $E_d : E_z = \varepsilon$.

1. Plattenbalken.

Wenn $E_d : E_z = \varepsilon$, so lautet die Gleichung für x

$$\frac{b\,x^2}{2} - \frac{b - b_0}{2}(x - d)^2 - \frac{b_0 v^2}{2\varepsilon} - n f_e (v - a) = 0$$ und hieraus

$$x = -c + \sqrt{c^2 + z} \quad \ldots\ldots (14)$$

$$\left.\begin{aligned} c &= \frac{5}{3\,b_0}\left(b'\,d + \frac{b_0 h}{\varepsilon} + n f_e\right) \\ z &= \frac{5}{3\,b_0}\left(b'\,d^2 + \frac{b_0 h^2}{\varepsilon} + 2\,n f_e h_0\right) \\ b' &= b - b_0 \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots (15)$$

Wird das erste Glied auf der rechten Seite der Gleichung (I) durch ε dividiert, so findet man schliesslich 0,85 als Verschiebungswert inbezug auf die Tafelkurven und für die Aufgabe:

$$x = 0{,}85\,\varphi\,h \quad \ldots\ldots (16)$$

$$r = 0{,}85\left(\frac{m}{\sigma_z} - \mu\,\varepsilon\right) \quad \ldots\ldots (17)$$

$$\sigma_z = \frac{m}{\mu\,\varepsilon + 1{,}18\,r} \quad \ldots\ldots (18)$$

$$\sigma_e = n\,\sigma_z\,\xi\,\varepsilon \quad \ldots\ldots (19)$$

$$\sigma_d = \sigma_z \frac{x}{v}\,\varepsilon \quad \ldots\ldots (20)$$

φ und r sind Tafelwerte.

Beispiel 8. *Gesucht* b_0. Für den in Beispiel 1 berechneten Plattenbalken sei b_0 zu bestimmen, wenn gegeben $\sigma_z = 13{,}7\ kg/cm^2$, $\varepsilon = 2{,}5$. Dort war gefunden $m = 3{,}03$, $\delta = 0{,}237$, $\mu = 0{,}0534$. Aus Gleichung (17) wird

$$r = 0{,}85\left(\frac{3{,}03}{13{,}7} - 0{,}0534 \cdot 2{,}5\right) = 0{,}075.$$

Die Tafelwerte sind dafür: $\beta = 0{,}262$, $\varphi = 0{,}411$, daher $b_0 \cong 26\ cm$ und $x = 0{,}85 \cdot 0{,}411 \cdot 59 = 20{,}6\ cm$.

Interessieren auch die übrigen Randspannungen, so findet man aus (19) und (20):

$$\sigma_e = 15 \cdot 13{,}7 \cdot 0{,}905 \cdot 2{,}5 = 465\ kg/cm^2 \text{ bezw.}$$

$$\sigma_d = 13{,}7\,\frac{20{,}6}{38{,}4} \cdot 2{,}5 = 18{,}5\ kg/cm^2$$

Nachrechnung:

$b' = 74\ cm$

$$\left.\begin{aligned} c &= \frac{5}{3 \cdot 26}\left(74 \cdot 14 + \frac{26 \cdot 59}{2{,}5} + 15 \cdot 21\right) = 126 \\ z &= \frac{5}{3 \cdot 26}\left(74 \cdot 14^2 + \frac{26 \cdot 59^2}{2{,}5} + 30 \cdot 21 \cdot 55{,}4\right) = 5520 \end{aligned}\right\} \text{[Gl. 15]}$$

$x = -126 + \sqrt{126^2 + 5520} = 20\ cm$ [Gleichung 14]

$h_0 - x = 35{,}4 \quad v = 39 \quad x - d = 6\ cm$

$$J_x = \frac{b\,x^3}{3} - \frac{b'}{3}(x - d)^3 + \frac{b_0}{3\,\varepsilon} v^3 + n f_e (v - a)^2$$

$$J_x = \frac{100 \cdot 20^3}{3} - \frac{74}{3} \cdot 6^3 + \frac{26}{7{,}5} \cdot 39^3 + 15 \cdot 21 \cdot 35{,}4^2 = 861940$$

$$\sigma_z = \frac{M}{J}\,\frac{v}{\varepsilon} = \frac{760000}{861940} \cdot \frac{39}{2{,}5} = 0{,}88 \cdot 15{,}7 = 13{,}7$$

$\sigma_e = 0{,}88 \cdot 34{,}8 \cdot 15 = 460$

$\sigma_d = 0{,}88 \cdot 20 = 17{,}6\ kg/cm^2$.

Die belanglose Differenz in den beiden x-Werten spricht zugunsten unserer Rechnungsweise, da wir damit ein etwas höheres σ_d erhalten.

2. Rechteckige Querschnitte.

$$\frac{b\,x^2}{2} - \frac{b}{2\varepsilon} v^2 - n f_e (v - a) = 0,$$ hieraus

$$x = \frac{-c_1 + \sqrt{c_1^2 + 4(\varepsilon - 1)z}}{2(\varepsilon - 1)} \quad \ldots\ldots (21)$$

$$\left.\begin{aligned} c &= 2\,(h + n\,\mu'\,\varepsilon) \\ z &= h^2 + 2\,n\,\mu'\,h_0\,\varepsilon \\ \mu' &= f_e : b \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots (22)$$

Damit sich nun die Tafel auch für diesen Fall ohne weiteres eignet, berechnen wir wie oben die Verschiebungszahl und erhalten $x = {}^7/_8\,\varphi\,h$ . . . . . (23)

$$\sigma_z = \frac{m}{\mu\,\varepsilon + {}^7/_8\,r} \quad \ldots\ldots (24)$$

φ und r sind wiederum die Tafel-Ablesungen.

Beispiel 9. *Gesucht* σ_z und x. Rechteckiger Platten-Querschnitt $b = 100$, $h = 20$, $h_0 = 18\ cm$, $f_e = 15{,}6$, $n = 20$, $\varepsilon = 2{,}5$, $M = 2{,}43\ tm$. $\gamma = 0{,}9$, also $i = 1{,}0$.

Nach Formeln (22) wird: $\mu' = 0{,}156$,

$c = 2\,(20 + 20 \cdot 0{,}156 \cdot 2{,}5) = 55{,}6$,

$z = 20^2 + 40 \cdot 0{,}156 \cdot 18 \cdot 2{,}5 = 681$, und aus Gleichung (21)

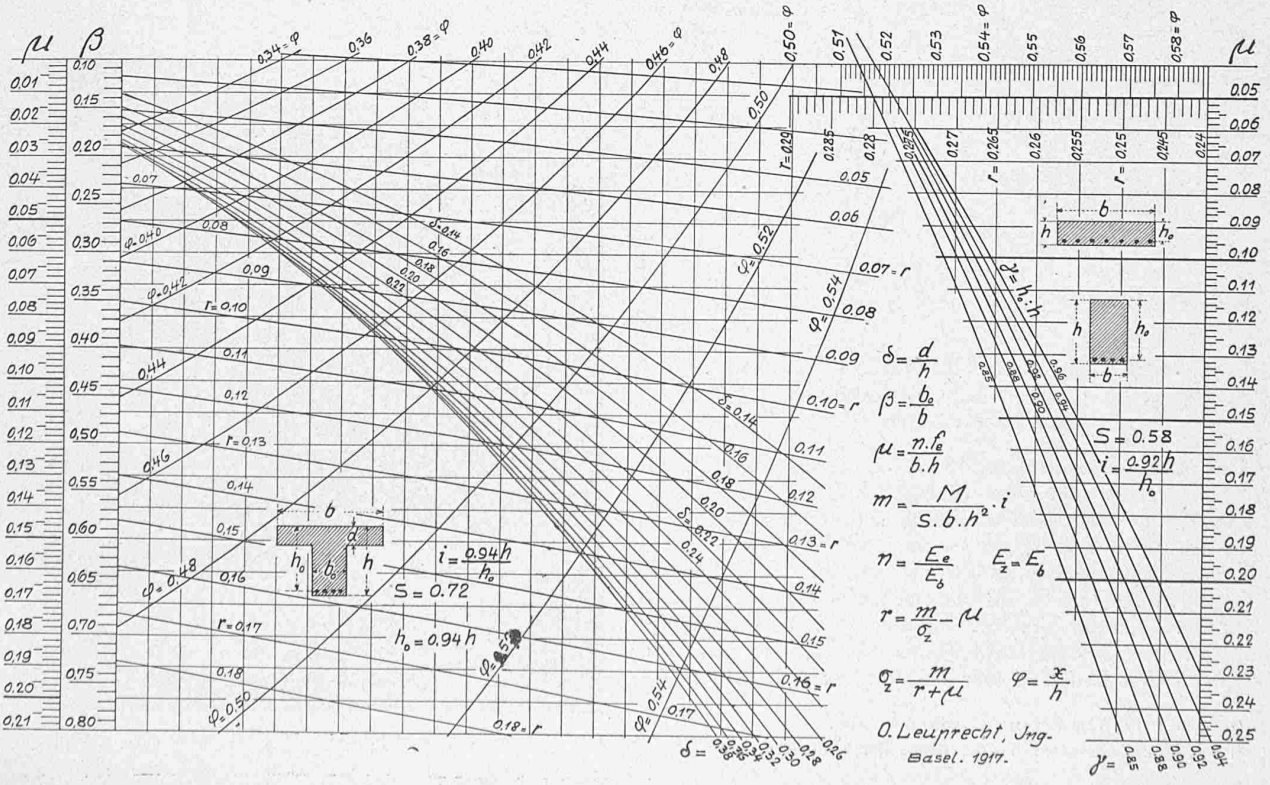
$$x = \frac{-55{,}6 + \sqrt{55.6^2 + 6 \cdot 681}}{3} = 9{,}7\ cm.$$ Folglich

$v = 10{,}3\ cm$, $h_0 - x = 8{,}3\ cm$,

$$\sigma_d = \frac{M x}{\frac{b\,x^3}{3} + \frac{b}{3\varepsilon} v^3 + n \cdot f_e (v - a)^2}$$

$$\sigma_d = \frac{243000 \cdot 9{,}7}{\frac{100}{3} \cdot 9{,}7^3 + \frac{100}{7{,}5} \cdot 10{,}3^3 + 20 \cdot 15{,}6 \cdot 8{,}3^2} = 35{,}5$$

$$\sigma_z = \sigma_d\,\frac{v}{x\,\varepsilon} = \frac{35{,}5 \cdot 10{,}3}{9{,}7 \cdot 2{,}5} = 15{,}1\ kg/cm^2$$



Nach unserem Verfahren finden wir dagegen mit

$m = \frac{243000}{0{,}58 \cdot 100 \cdot 20^2} = 10{,}5$, $\mu = \frac{20 \cdot 15{,}6}{100 \cdot 20} = 0{,}156$ aus der Tafel

$r = 0{,}2585$ und $\varphi = 0{,}554$, daher nach Gleichung (24):

$$\sigma_z = \frac{10{,}5}{0{,}156 \cdot 2{,}5 + \frac{7}{8} \cdot 0{,}2585} = 15{,}2\ kg/cm^2,$$

nach Gleichung (23): $x = \frac{7}{8} \cdot 0{,}554 \cdot 20 = 9{,}7\ cm$.

Gesucht f_e. Handelt es sich wie in Beispiel 4 und 7 um die Berechnung von f_e für ein gegebenes σ_z und ε, so können die Formeln 8, 9 und 13 unverändert beibehalten werden. Gleichung 7 hingegen ist mit dem Verschiebungswert 0,835, Gleichung 12 mit 0,885 zu multiplizieren. Das gesuchte μ wird der Tafel entnommen.

*

Schliesslich wird noch auf die Veröffentlichung von Professor K. Allitsch in Innsbruck: „Eisenbeton-Schaulinien für eine unmittelbare Dimensionierung einfach und ideal bewehrter Tragkonstruktionen" aufmerksam gemacht[1]), eine interessante Arbeit auf völlig anderer Basis. Die dieser beigegebenen sechs Tafeln für verschiedene Beton-Mischungsverhältnisse beziehen sich auf Werte von $n = 15$, $\varepsilon = 2{,}5$ und $M = \frac{1}{8} q\, l^2$. Die Rippenbreiten der Plattenbalken von $\beta = \delta = 0{,}20$ können direkt abgelesen werden, während die Bewehrung in Hundertteilen von $b\, h_0$ gegeben ist.

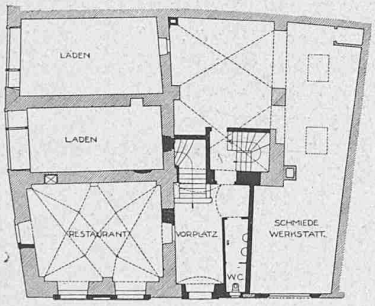


Abb. 3. Erdgeschoss, umgebaut.

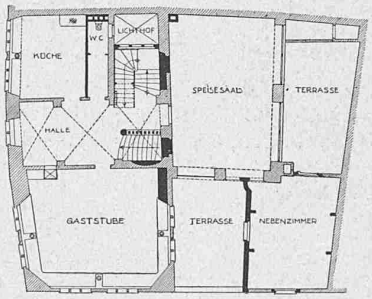


Abb. 4. I. Stock, umgebaut.

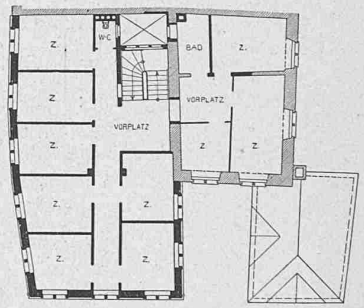


Abb. 5. II. Stock, aufgebaut.

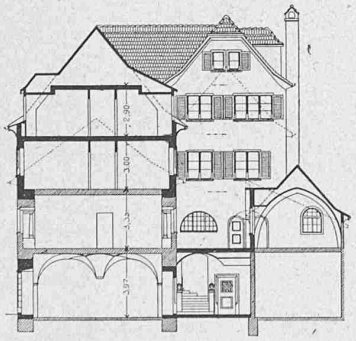


Abb. 6. Schnitt. — Masstab 1 : 400.

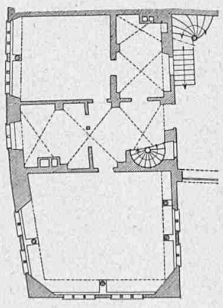


Abb. 2. Der I. Stock, im alten Zustand.

Das Gasthaus zur Rebleuten in Chur.

Umgebaut durch *Otto Manz*, Architekt in Chur.

(Mit Tafeln 12 und 13.)

Das frühere Zunfthaus der Rebleute in Chur stand bis vor kurzem in der äusserlich nüchternen Gestalt am Pfisterplatz, wie es unsere Abbildung 1 erkennen lässt. So stammte es aus der Zeit, da es nach dem grossen Stadt-Brand von 1674 wieder aufgebaut worden war. Stadtarchivar Dr. Fritz Jecklin in Chur schreibt darüber[2]), dass das Zunfthaus „unter Verwendung der stehen gebliebenen Parterregewölbe, Fenster und Fenstersäulen, durch Einbau einer gegen den Hof mit vier Rundbogen sich öffnenden Loggia mit verzierter Holzdecke eine wesentliche Verschönerung erfuhr. Auch die grosse Zunftstube erhielt damals eine gut profilierte Holzvertäferung im Geschmack des ausgehenden XVII. Jahrhunderts, sowie einen jetzt leider verschwundenen gemalten Ofen. Im Jahre 1682 war, wie eine Inschrift an der Decke der Loggia besagt, der Wiederaufbau vollendet." Ein erstes Mal war das Haus 1574, samt den am gleichen Platz stehenden Zunfthäusern der Metzger und Pfister, abgebrannt.

Das späterhin in Privatsitz übergegangene Haus ist nun neuerdings zum Gasthaus um- und aufgebaut worden; in den beigegebenen Zeichnungen (Abb. 2 bis 6) ist der alte Bestand schraffiert, das Neue schwarz gekennzeichnet. Mit Rücksicht auf das ausgesprochene, vom Pfisterbrunnen belebte Platzbild und die kleinbürgerliche Umgebung war der Architekt bestrebt, die hier auch den heutigen Verhältnissen noch entsprechende Stimmung nicht zu stören. Man wird ihm das Zeugnis ausstellen dürfen, dass ihm dies sowohl im Aeussern wie im Innern recht gut gelungen ist.

Von den Haupträumen gibt Tafel 13 Zunftsaal und ehemalige Loggia wieder; das zwischen beiden liegende gewölbte Treppenhaus ist zu einem wohnlichen Raum gestaltet worden, wie die Abbildungen 7 und 8 auf Seite 155 zeigen. Der Aufbau schaffte Platz für Gastzimmer, ausserdem für die Wohnung des Wirts.

Abb. 1. Das alte Zunfthaus der Rebleute am Pfisterplatz in Chur.

[1]) Wien 1912, Verlag vorm. R. von Waldheim.

[2]) «Geschichtliches über das Zunfthaus der Rebleute», Chur 1916.