

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 73/74 (1919)
Heft: 23

Artikel: Zugspannungen des Betons im Eisenbetonbau
Autor: Leuprecht, O.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-35639>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 15.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

widersinnig. Nur das schlanke Kelchkapitell kann hier Verwendung finden, aber auch nur so, dass sich das Blattwerk von ihm befreit, seine eigenen vorderen Relief-Ebenen sucht, ja die tektonische Grundform tunlichst leugnet. Die erste entschiedene Verselbständigung geschah durch das Knospenkapitell; seine Motive finden wir als äusserste Einfassung des Portalbogens. Die Knospen aber waren unter der Wärme einer liebevollen Naturbetrachtung aufgegangen und hatte sich zu allerlei Blättern und Blüten entfaltet, die nun nicht mehr als Teile der tektonischen Kelchform, sondern für sich betrachtet sein wollen. Unter den Säulen des Hauptportals wahr nur die Mittelsäule die geschlossene Form des Kapitells (Abbildung 4). An diesem gotischen Blattwerk gibt es keine Licht- und Schattenbahnen mehr, sondern die natürliche Struktur schafft sich weichere Uebergänge, aber auch einen grösseren Reichtum an Nuancen. Und nun die Bogenleibung! Sie überträgt die Einrahmung des Bogenfeldes nicht mehr einheitlichen, festgeprägten Formen und klaren Konturen, wie es die Galluspforte tat; Wulste und Kehlen sind wohl viel breiter als dort, aber dafür werden sie durch scharf ausgeprägte Birnstabprofile von einander getrennt und dienen im Grunde nur zur Aufnahme reichster figürlicher und pflanzlicher Dekoration. Während an der Galluspforte das Bogenfeld als Mittelpunkt figürlicher Plastik nur tektonische Umrahmung gestattete, breitet die Gotik ihren Gedankenreichtum auch an den Bogenläufen aus. Was der Gotik an Fläche verloren ging, ersetzt sie durch Höhe und Tiefe. Aus den tiefen Schattenhöhlen der Kehlen heraus leuchten die heitern beseligten Figuren der Engel, Könige und Propheten; in der mittleren Kehle rankt sich Rosengezweig und entfaltet sich stilisierter Hahnenfuss (?); statt des inneren Rundstabes meisselt der sorgfältige Bildhauer Reben. Die Rosen speziell sind wie mit feinen Schatten und minutiöser Beobachtung jedes Zweigleins und Blättchens auf dunkeln Grund gemalt, nur als Tiefengebilde erfassbar. Man fragt nicht mehr darnach, ob sie eine vordere Reliefebene einhalten, man bewundert nur die plastische Durchführung und den Reichtum an Lichtern und Schatten. So liegt es auch durchaus im Sinne dieses Stils, wenn bei den Figuren Flügel, Arme und Gewandteile die einrahmenden Birnstäbe überschneiden. Die realistische Dekoration will nicht mehr im Stein befangen bleiben, sondern ihr Eigenleben entfalten, und dem entsprechen ja die Mienen, Gebärden und Gewänder. In den Masken am Turmhelm greift der Humor in der Mischung von Mensch, Tier und Pflanze und in der Karrierung des menschlichen Mienenspiels Platz; diese Ungetümme werden also nicht mehr so ernst genommen wie früher.

Das nördlichste Joch im Westflügel des grossen Kreuzgangs (Abb. 6) gehört zu den Meisterleistungen der Spätgotik. Zwar ist es deutlich gegen die übrigen verselbständigt, aber durch sein metallisch feines Masswerk mit z. T. freien, z. T. sogar herabhängenden Teilen und mit seinen Durchschneidungen will es ein vom Gewölbefeld unabhängiges, möglichst reiches Eigenleben entfalten.

Die Gegenwart schenkt ihre Sympathie mehr dem romanischen Stil mit seiner strengen Wahrung der Fläche und Abneigung aller Illusion; das Basler Münster vermag wohl in ausreichendem Masse diesem Geschmack Genüge zu leisten. Vieles bietet es aber auch allen denen, die in der Kunst lieber das Abbild der Wirklichkeit sehen und als ihren höchsten Triumph technische Feinheit würdigen.

Zugspannungen des Betons im Eisenbetonbau.

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

Unter obigem Titel hatten wir in Bd. LXX, S. 151 (vom 29. September 1917) dieser Zeitschrift ein Berechnungs-Verfahren veröffentlicht, das die Lösung aller mit den Beton-Zugspannungen zusammenhängenden Aufgaben mit Hilfe einer dort abgebildeten Kurventafel in einfacher Weise ermöglicht; die Handhabung der Tafel wurde durch neun Zahlenbeispiele erläutert. Ob nun die Beton-Zug-

Spannungen σ_z oder die erforderliche Rippenbreite dafür gefunden werden soll, oder ob für ein vorgeschriebenes σ_z das entsprechende f_e zu bestimmen ist, der Vorgang ist immer gleich einfach und wird auch nicht verwickelter, wenn Zug- und Druckzone verschiedene Elastizitätszahlen aufweisen. Die auf Seite 271 nochmals wiedergegebene Tafel¹⁾ gilt für alle Werte $E_e : E_b = n$ und umfasst die rechteckigen, quadratischen und plattenbalkenförmigen Eisenbeton-Querschnitte mit einfacher Bewehrung in der Zugzone.

Bisher ist nur der wichtigste Fall, nämlich die *reine Biegung*, behandelt worden. Der rege Bezug der Tafel in Originalgrösse berechtigt zu der Annahme, dass das Verfahren Eingang gefunden hat, und dass seine Vervollständigung nicht zwecklos ist. Im folgenden erweitern wir daher das Verfahren auf *doppelt armierte Querschnitte*, sowie auf *exzentrische Druck- oder Zugbelastung*, beschränken uns jedoch auf die Ermittlung der Beton-Zugspannung σ_z .

I. Reine Biegung, doppelte Armierung.

1. Rechteckiger und quadratischer Querschnitt.

Fall a) $E_d = E_z$.

Wir ergänzen die Hauptgleichung III (Bd. LXX, S. 152 rechts) und gelangen zur Betonzugspannung

$$\sigma_z = \frac{m}{r + \mu} (1 - \mu'); \quad \dots \quad (25)$$

Hierin bedeutet:

$$m = i \frac{M}{0,58 \cdot b \cdot h^2} \text{ (Gl. 11) }, \quad i = 0,92 \frac{h}{h_0},$$

$$\mu = \frac{n \cdot f_e}{b \cdot h}, \quad \mu' = \frac{n' \cdot f_e'}{b \cdot h};$$

r ist ein Tafelwert, b = Breite, h = ganze Höhe des Querschnittes, $h_0 = h - a$. Für die verschiedenen i -Werte enthält die Tafel besondere Kurven. Interessieren auch die übrigen Spannungen, so rechnen wir nach Gl. (5) und (6):

$$\sigma_d = \sigma_z \cdot \frac{x}{h - x} = \sigma_z \frac{\varphi'}{1 - \varphi'} = \sigma_z \frac{x}{v}$$

$$\sigma_e = n \cdot \sigma_z \cdot \xi,$$

wo $\xi = \frac{v - a}{v}$ und $v = h - x$ bedeuten. Die Höhe der Druckzone setzen wir für den *doppelt* bewehrten Querschnitt $x = \varphi' \cdot h$ und schreiben mit hinreichender Genauigkeit

$$\varphi' = \varphi (1 - \mu'). \quad \dots \quad (26)$$

φ gilt für den *einfach* bewehrten Querschnitt und wird der Tafel entnommen.

Den *genauen* Wert erhalten wir aus

$$\varphi' = \frac{0,5 + \gamma \cdot \mu + \alpha' \cdot \mu'}{1 + \mu + \mu'} \quad \dots \quad (27)$$

mit den Grössen $\gamma = h_0 : h$, $\alpha' = a' : h$.

Alle mit Strich (') behafteten Bezeichnungen beziehen sich auf die Druckeisen f_e' .

Beispiel. $M = 8,5 \text{ mt}$, $b = 30$, $h = 60$, $h_0 = 56 \text{ cm}$, $f_e = 15$, $f_e' = 10 \text{ cm}^2$, $a = a' = 4 \text{ cm}$, $n = 20$, $n' = 10$.
 $\mu = \frac{20 \cdot 15}{1800} = 0,167$, $\mu' = \frac{10 \cdot 10}{1800} = 0,0555$, $i = 0,92 (60 : 56) = 0,985$; nach Gl. (11): $m = 0,985 \frac{850000}{0,58 \cdot 30 \cdot 3600} = 13,35$.

Für $\gamma = 56 : 60 = 0,94$ liefert die Tafel zu diesem μ und γ ein $r = 0,253$ und $\varphi = 0,563$, sodass nach Gl. (25)

$$\sigma_z = \frac{13,35}{0,253 + 0,167} (1 - 0,0555) = 31,8 \cdot 0,944 = 30 \text{ kg},$$

$$\varphi' = 0,563 \cdot 0,944 = 0,533, \quad x = 32, \quad v = 28, \quad \xi = 0,855,$$

$$\sigma_d = 30 \frac{0,533}{0,467} = 34,2, \quad \sigma_e = 20 \cdot 30 \cdot 0,855 = 514 \text{ kg/cm}^2.$$

Das genaue φ' nach Gl. (27) wäre 0,538, womit $\sigma_d = 34$, $\sigma_e = 500$, $\sigma_z = 29,7 \text{ kg/cm}^2$. Die Nachrechnung lohnt sich also nicht.

Fall b) $E_d : E_z = \varepsilon$.

Wenn E_d und E_z verschiedene Werte haben, wie beispielsweise nach den österreichischen Vorschriften, wo-

¹⁾ Im Format 50 x 80 cm vom Verfasser zu beziehen.

dividiert werden. Die Gleichungen (32) und (35) für φ' führen zu etwas grösseren Werten von σ_d , können daher ohne Bedenken im Interesse einer einfacheren Handhabung angewendet werden.

II. Exzentrische Belastung.

Handelt es sich um exzentrischen Druck oder Zug N , so zerlegt man (wie sonst üblich) dessen Wirkung in ein Schwerpunkt-Moment $M = N \cdot e_s$ und in den axial angreifenden Normaldruck oder -Zug und addiert die einzelnen Einflüsse; $e_s = M : N$ der Hebelarm von N in bezug auf den Schwerpunkt, der bei $x = \varphi' \cdot h$ gelegen ist. Sind unter σ_z , σ_d und σ_e die im vorigen gefundenen Werte für reine Biegung $M = N \cdot e_s$ und unter F_i der ideelle Querschnitt verstanden, so berechnen sich im Sinne der Navierschen Biegungsgleichung die aus der exzentrischen Belastung entstehenden Spannungen

$$\bar{\sigma}_z = \sigma_z \mp \frac{N}{F_i} \quad \bar{\sigma}_d = \sigma_d \pm \frac{N}{F_i} \quad \bar{\sigma}_e = \sigma_e \mp n \frac{N}{F_i} \quad (37)$$

Das obere Vorzeichen gilt für Druck, das untere für Zug.

Mit den ohnehin zu bestimmenden Grössen μ , μ' , β und δ erhalten wir F_i wie folgt:

1. Rechteck und Quadrat:

$$\begin{array}{ll} \text{einfach armiert} & \text{doppelt armiert} \\ F_i = b \cdot h (1 + \mu) & b \cdot h (1 + \mu + \mu') \end{array}$$

2. Plattenbalken:

$$\begin{array}{ll} \text{einfach armiert} & \text{doppelt armiert} \\ F_i = b \cdot h (1 - \mu) - b_1 \cdot h_1 & b \cdot h (1 + \mu + \mu') - b_1 \cdot h_1 \\ \text{oder} & \text{oder} \\ b \cdot h [\mu + \beta + \delta (1 - \beta)] & b \cdot h [\mu + \mu' + \beta + \delta (1 - \beta)] \\ b_1 = b - b_0, & h_1 = h - d. \end{array}$$

Beim plattenbalkenförmigen Querschnitt muss nach unsern Ausführungen die Platte in der gedrückten Zone liegen, andernfalls behandelt man für reine Biegung nur den Stegquerschnitt $b_0 \cdot h$ und verfährt sodann wie bisher.

Beispiel. Plattenbalken von $h = 65$, $h_0 = 61$, $b = 100$, $b_0 = 53,3$, $f_e = 40$, $f'_e = 24$ und $d = 10,5$ cm sei für $M = 22$ mt und $N = 80$ t Druck auf die Betonzugspannung zu untersuchen, wenn $\epsilon = 1$, $n = 20$, $n' = 10$ vorgeschrieben und $i = 1$ beträgt.

$$\mu = \frac{20 \cdot 40}{6500} = 0,123, \quad \mu' = \frac{10 \cdot 24}{6500} = 0,037, \quad \beta = 0,533, \\ \delta = 0,16, \quad m = \frac{2 \cdot 200 \cdot 000}{0,72 \cdot 100 \cdot 65^2} = 7,23.$$

Die Tafel liefert $r = 0,118$ und $\varphi = 0,534$, folglich nach Gleichung (31):

$$\sigma_z = \frac{7,23}{0,118 + 0,123} (1 - 0,037 \cdot 0,533) = 30 \cdot 0,98 = 29,4,$$

$$\text{ferner: } \varphi' = 0,534 \cdot 0,98 = 0,522 \text{ (nach Gleichung 32),} \\ x = 34, \quad v = 31,$$

$$\sigma_d = 29,4 \frac{0,522}{0,478} = 32, \quad \sigma_e = 20 \cdot 29,4 \frac{27}{31} = 513$$

(siehe unter I, Fall 1),

$$F_i = 5000; \quad \sigma_N = 16; \quad \bar{\sigma}_z = \sigma_z - \sigma_N = 13,4;$$

$$\bar{\sigma}_d = \sigma_d + \sigma_N = 48,0; \quad \bar{\sigma}_e = \sigma_e - n' \sigma_N = 353.$$

Die Nachrechnung ergibt $\bar{\sigma}_z = 13,0$; $\bar{\sigma}_d = 47,1$; $\sigma_e = 345$.

Ein Schweizerischer Normalien-Bund

„S N B“.

„Normalisierung“ und „wissenschaftliche Betriebsführung“ sind aus mehr oder weniger unsympathisch beurteilten Begriffen rasch zu dringenden *Notwendigkeiten* geworden. Ebenso wie früher die vielen Mass- und Münzarten müssen heute unzählige Varianten anderer Dinge einer höheren Einfachheit und Ordnung weichen und zu einer Erleichterung führen. Normalien für die immer wieder verwendeten Bestandteile fertiger Erzeugnisse und ganze Reihen solcher Erzeugnisse müssen als wohltätige Vereinfachung bestätigt oder neu geschaffen und so aufgefasst werden. Normalien für deren Herstellung bilden das

Wesen der wissenschaftlichen Betriebsführung. Gute Normalien sind kein starres System, sondern von vornherein das wohlherwogene Ergebnis von Erfahrung und Bedarf; sie sind und bleiben anpassungs- und entwicklungsfähig, aber der Willkür entzogen.

Verschiedene Firma- und Verband-Normalien für einzelne Fachgebiete sind im Laufe der Zeit entstanden, angewendet und gegenseitig vorgeschrieben worden. Sie müssen für die Zukunft einander angepasst werden. Normalien verschiedener Länder und internationale sind zu wenig bekannt und werden zu wenig beachtet. In allen wichtigen Industrieländern wird eifrig daran gearbeitet; die schweizerische Industrie muss dasselbe tun.

In diesem Sinne hat der Verein Schweizerischer Maschinenindustrieller letztes Jahr begonnen und im Dezember ein Rundschreiben an seine Mitglieder gerichtet, aus dem hier folgendes mitgeteilt sei:

„Der Vorstand des Vereins hat seinerzeit Fachmänner der in ihm vertretenen Firmen beauftragt, die Zusammensetzung der Kommission in einer Konferenz zu beraten und hat deren sorgfältig erwogene Anträge am 2. August genehmigt. Die Normalienkommission des Vereins Schweizerischer Maschinen-Industrieller oder kurz VSM-Normalienkommission besteht demgemäss aus Mitgliederfirmen des Vereins bzw. deren Vertretern, die zugleich die verschiedenen Landesgegenden und je eine der wichtigsten Branchen der Maschinen-Industrie repräsentieren:

Ortskreis	Firma	Vertreten durch	Fach
Arbon	Adolph Saurer	Herrn H. Mayer	Automobile, Textilmasch.
Winterthur	Gebrüder Sulzer	G. Baumann	Allg. Maschinenbau
Zürich	Escher Wyss & Cie.	J. Moser	Wasserturbinen
Baden	Brown, Boveri & Cie.	C. Hoenig	Elektrotechnik
Gerlafingen	v. Roll'sche Eisenwerke	W. Frölicher	Schwerindustrie
Couvvet (Jura)	Ed. Dubied & Cie.	R. de Vallière	Kleinmaschinenbau
Genf	Sté. Gen. d'Instr. de Physique	Strittmatter	Feinmechanik

Den Vorsitz in der VSM-Normalienkommission führt Herr C. Hoenig. Da das Sekretariat des Vereins die grosse technisch-organisatorische Arbeit nicht durchführen könnte, wird die VSM-Normalienkommission, ihr Vorsitzender oder ihr ausführendes Organ, das VSM-Normalienbureau, mit den Vereinsmitgliedern und andern Firmen und Verbänden direkt verkehren.

Das VSM-Normalienbureau ist unter der Leitung des Vorsitzenden schon seit Anfang 1918 in Tätigkeit; es ist bei der A.-G. Brown, Boveri & Cie. in Baden untergebracht, wo ihm alle Hilfsmittel für zeichnerische Arbeiten und Vervielfältigungen zur Verfügung stehen, und arbeitet mit besondern Angestellten und eigener Abrechnung zu Handen des Vereins. Für gewisse Fragen ist die Behandlung in den einzelnen VSM-Ortskreisen in Aussicht genommen, wobei die betreffenden Kommissionsmitglieder als Vorsitzende ihres Ortskreises fungieren. Für andere Fragen eignet sich besser die Behandlung in sogenannten VSM-Fachkreisen, die auf Grund der Einteilung des offiziellen schweizerischen Export-Adressbuches von der Normalienkommission organisiert werden. Die Einteilung in VSM-Fachkreise ist vorbereitet.

Andere berufliche und staatliche Vereinigungen, z. B. die Schweizerischen Bundesbahnen, auch einzelne Firmen, die nicht Mitglieder sind, will die VSM-Normalienkommission auf gutscheidendem Wege zu einer Verständigung gewinnen und zur Mitarbeit heranzuziehen suchen. Sie hofft, dass ihre auf nationalem Boden durchzuführenden, aber international blickenden Bestrebungen zu einem „Schweizerischen Normalien-Bund“ (SNB) führen, dessen Zweck die gegenseitige Orientierung, Anpassung und Zusammenarbeit in allen einschlägigen Fragen wäre. Sie hofft ferner, dass es einem solchen Bund gelinge, die unterbrochenen internationalen Bestrebungen auf dem Gebiete der Normalien wieder anzuknüpfen und zu beleben.

Wir sind von der Notwendigkeit dieser Tätigkeit im eigenen Lande überzeugt angesichts der Bestrebungen in den uns umgebenden Grosstaaten. Durch Vereinfachung müssen wir zur Modernisierung und Stärkung der schweizerischen Industrie beitragen. Hierzu ist die freiwillige Mitarbeit aller Interessenten nötig, und wir bitten Sie von vornherein, die VSM-Normalienkommission zu unterstützen und ihr Anregungen zukommen zu lassen. Ein Arbeitsprogramm ist vorbereitet, ohne dass sich die Kommission zu einer bestimmten Reihenfolge verpflichten kann. Mitteilungen werden Sie in nächster Zeit erhalten.