Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 61/62 (1913)
Heft: 20

Artikel: Der biegungsfeste Rahmen mit Flächenlagerung
Autor: Ritter, Max
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-30718

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 22.07.2025

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

INHALT: Der biegungsfeste Rahmen mit Flächenlagerung. — Die Wasserkraftanlage Augst-Wyhlen. — Villengruppe „Uf und by alle Winde" in Zürich. — Doppelwohnhaus an der Mittelbergstrasse in Zürich. — Miscellanea: Ueber Anlagekapital der Eisenbahnen. Neue Jungfraubahn-Lokomobile. Hauenstein-Basistunnel. XCVI. Jahresversammlung der Schweizer. Naturforschenden Gesellschaft. Simplon-Tunnel II. Grenchenbergtunnel. Der Kuppelbau der Jahrhundertausstellung in Breslau. Internationale Baufachausstellung in Leipzig. Berninabahn, Winterbetrieb. Badische Jubiläumsausstellung in Karlsruhe 1915. Der Boulevard Haussmann in Paris. Eidgenössische Technische Hochschule. — Konkurrenzen: Neue Thermalwasserleitung in Bad Gastein. — Nekrologie: P. Moritz. — Literatur. — Vereinsnachrichten: Bernischer Ingenieur- und Architekten-Verein. Gesellschaft ehemaliger Studierender: Stellenvermittlung. Submissions-Anzeiger.
Tafel 56: Villengruppe „Uf und by alle Winde" in Zürich.
Tafel 57: Doppelwohnhaus an der Mittelbergstrasse.

Band 61. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und unter genauer Quellenangabe gestattet. Nr. 20.

Der biegungsfeste Rahmen mit Flächenlagerung.

Von Dr.-Ing. *Max Ritter* in Zürich.

Im Eisenbetonbau kommen nicht selten biegungsfeste Rahmen zur Anwendung, deren Kämpfer fussartig verbreitert auf dem mehr oder minder nachgiebigen Baugrunde aufruhen (Abbildung 1). Eine solche *Flächenlagerung* bedingt eine gewisse teilweise Einspannung der Kämpferquerschnitte; der *Einspannungsgrad* hängt ab von der Elastizität des Erdreiches und von den Abmessungen der Rahmenfüsse. Die Besonderheit der Lagerung bereitet einer einwandfreien, statischen Untersuchung Schwierigkeiten.

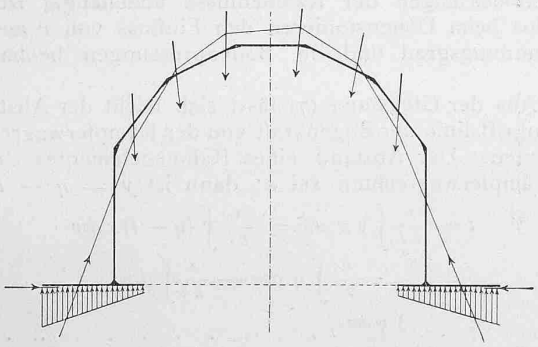

Abbildung 1.

Man hat diese bisher in der Praxis häufig so überwunden, dass man die statische Berechnung doppelt durchführte und dabei das eine Mal vollständige Einspannung, das andere Mal gelenkige Auflagerung der Kämpfer voraussetzte. Indem man dann zur Dimensionierung jeweilen die ungünstigern Werte der Schnittmomente benützte, ging man unbedingt sicher. Das ist jedoch ein Notbehelf, der zu Materialverschwendung führt; eine rationelle Berechnungsweise mit Berücksichtigung der Elastizität des Baugrundes wird im folgenden mitgeteilt. Wir beschränken die Betrachtung auf den symmetrischen Rahmen, dessen Füsse im Verhältnis zum Stabzug als starr angenommen werden dürfen.

1. *Die Drehung der Kämpfer.*

Die Nachgiebigkeit des Baugrundes werde wie in der Theorie des Eisenbahnoberbaues in die Rechnung einbezogen. Darnach ist die Einsenkung δ irgend eines Punktes der Fundamentsohle proportional dem spezifischen Bodendruck σ an dieser Stelle,

$$\delta = \frac{\sigma}{C}, \quad . \quad . \quad (1)$$

wo C einen von der Beschaffenheit der Fundamentsohle abhängigen Koeffizienten, die „Bettungsziffer", darstellt. Die lotrechte Komponente A der linken Kämpferkraft R_a verursacht eine Drehung α des linken Kämpfers. Ist $M_a = A r_a$ das Kämpfermoment bezüglich eines Punktes A, r die Entfernung des Schwerpunktes S der Fundamentsohle vom Punkte A, so ergibt sich mit den in Abb. 2 eingetragenen Bezeichnungen

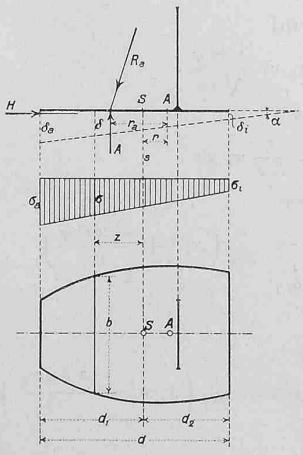

Abbildung 2.

$$\sigma = \sigma_a \frac{d_2 + z}{d} + \sigma_i \frac{d_1 - z}{d},$$

$$M_a - A r = \int_F \sigma\, b\, z\, d z$$

$$= \frac{\sigma_a - \sigma_i}{d} \int_F b\, z^2\, d z,$$

$$\alpha = \frac{\delta_a - \delta_i}{d} = \frac{\sigma_a - \sigma_i}{d \cdot C}$$

$$\alpha = \frac{M_a - A r}{C\, J_F}, \quad J_F = \int_F b z^2\, d z. \quad . \quad (2\,a)$$

J_F bezeichnet das Trägheitsmoment der Fundamentsohle bezüglich der Schwerpunktsaxe s. In analoger Weise findet man die Drehung des rechten Kämpferfusses zu

$$\beta = \frac{M_b - B r}{C\, J_F} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2\,b)$$

2. *Die Elastizitätsgleichungen.*

Der biegungsfeste Rahmen ohne Gelenke ist dreifach statisch unbestimmt, erfordert also zur Berechnung die Aufstellung dreier Elastizitätsgleichungen. Wir wählen als statisch bestimmtes Hauptsystem den einfachen Balken mit den Auflagern A und B, vergl. Abbildung 3; statisch unbestimmte Grössen sind die an den Kämpfern angreifenden Momente M_1 und M_2, sowie eine Bogenkraft H, die in einer wagrechten Angrifflinie in der Höhe t über den Kämpferwagrechten wirkt. Man denke sich etwa an den Kämpfern starre Scheiben angebracht, an deren Endpunkten O_1 und O_2 die Bogenkraft angreift. Unter dem Einflusse der Kräfte P und der statisch unbestimmten Grössen M_1, M_2 und H entsteht in irgend einem Schnitte im Abstande x vom linken Auflager das Biegungsmoment

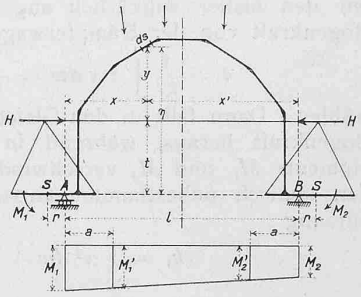

Abbildung 3.

$$M_x = M_o + M_1 \frac{x'}{l} + M_2 \frac{x}{l} - H y, \quad . \quad . \quad (3)$$

wo M_o das Moment des einfachen Balkens bezeichnet. An den Kämpfern entstehen die Momente

$$M_a = M_1 + H t,$$
$$M_b = M_2 + H t,$$

und die lotrechten Auflagerkräfte

$$A = A_o + \frac{M_2 - M_1}{l},$$
$$B = B_o + \frac{M_1 - M_2}{l};$$

darin bedeuten A_o und B_o die Auflagerkräfte für den einfachen Balken. Die Formeln (2) gehen jetzt mit der Abkürzung

$$k = \frac{1}{C\, J_F}$$

über in

$$\left.\begin{aligned} \alpha &= k\left[M_1\left(1 + \frac{r}{l}\right) - M_2 \frac{r}{l} + H t - A_o r\right], \\ \beta &= k\left[M_2\left(1 + \frac{r}{l}\right) - M_1 \frac{r}{l} + H t - B_o r\right]. \end{aligned}\right\} \quad (4)$$

Die Winkel α und β lassen sich nun leicht auch mit der Formänderung des Rahmens in Beziehung setzen. Beschränkt man sich, was mit seltener Ausnahme zulässig ist, auf den Einfluss der Biegungsmomente, so ist nach bekannten Formeln der Festigkeitslehre

$$\alpha = -\int M_x \frac{x'}{l}\, dw, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5\,a)$$

$$\beta = -\int M_x \frac{x}{l}\, dw, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5\,b)$$

wo zur Abkürzung für ein sehr kleines Rahmenelement von der Länge ds und dem Trägheitsmoment J, $dw = \frac{ds}{EJ}$ gesetzt ist und die Integrale über den ganzen Stabzug auszudehnen sind. Das Minuszeichen ist den Formeln beigefügt, da positive Werte von M_x negative Werte von α und β verursachen.

Die Winkel α und β bedingen eine Aenderung Δl der Entfernung der Angriffspunkte O_1 und O_2 der Bogenkraft. Sofern der Baugrund in wagrechtem Sinne unnachgiebig ist, so ergibt sich Δl zu

$$\Delta l = (\alpha + \beta)\, t = + \int M_x\, y\, dw \quad . \quad . \quad . \quad (5\,c)$$

Ersetzen wir in den Gleichungen (5) M_x durch den Ausdruck (3) und führen für α und β die Werte von (4) ein, so erhalten wir die drei Elastizitätsgleichungen des biegungsfesten Rahmens mit Flächenlagerung:

$$k\,l^2 \left[M_1 \left(1 + \frac{r}{l}\right) - M_2 \frac{r}{l} + H\,t - A_o\, r \right] + l \int M_o\, x'\, dw + \\ + M_1 \int x'^2\, dw + M_2 \int x\, x'\, dw - H\,l \int y\, x'\, dw = 0, \quad (6\,a)$$

$$k\,l^2 \left[M_2 \left(1 + \frac{r}{l}\right) - M_1 \frac{r}{l} + H\,t - B_o\, r \right] + l \int M_o\, x\, dw + \\ + M_1 \int x\, x'\, dw + M_2 \int x^2\, dw - H\,l \int y\, x\, dw = 0, \quad (6\,b)$$

$$k\,t\,l \left[- M_1 - M_2 - 2\,H\,t + (A_o + B_o)\, r \right] + l \int M_o\, y\, dw + \\ + M_1 \int y\, x'\, dw + M_2 \int y\, x\, dw - H\,l \int y^2\, dw = 0. \quad (6\,c)$$

3. *Die statisch unbestimmten Grössen.*

Die Gleichungen (6) vereinfachen sich erheblich, wenn wir den bisher willkürlich angenommenen Abstand t der Bogenkraft von der Kämpferwagrechten zu

$$t = \frac{1}{k\,l} \int y\, x\, dw = \frac{1}{k\,l} \int y\, x'\, dw \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

wählen. Dann fällt in den Gleichungen (6 a) und (6 b) die Bogenkraft heraus, während in der Gleichung (6 c) die Momente M_1 und M_2 verschwinden. Die Auflösung nach den statisch unbestimmten Grössen liefert, wenn zur Abkürzung

$$k_1 = \int x^2\, dw + k\,(l + r)\, l$$

$$k_2 = \int x\, x'\, dw - k\, r\, l$$

gesetzt wird,

$$M_1 = \frac{\left(A_o\, r\, k\, l - \int M_o\, x'\, dw\right) k_1 - \left(B_o\, r\, k\, l - \int M_o\, x\, dw\right) k_2}{k_1^2 - k_2^2}\, l, \quad (8\,a)$$

$$M_2 = \frac{\left(B_o\, r\, k\, l - \int M_o\, x\, dw\right) k_1 - \left(A_o\, r\, k\, l - \int M_o\, x'\, dw\right) k_2}{k_1^2 - k_2^2}\, l, \quad (8\,b)$$

$$H = \frac{\int M_o\, y\, dw + (A_o + B_o)\, r\, k\, t}{\int y^2\, dw + 2\, k\, l^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8\,c)$$

Für die Anwendung ist es bequem, analog dem beim elastisch eingespannten Balken mit Vorteil benützten Verfahren die Momente M_1 und M_2 mit Zuhilfenahme von Festpunkten und Festlinienabschnitten zu ermitteln. Definieren wir darnach zwei Festpunkte F_1 und F_2 im Abstande

$$a = \frac{k_2}{k_1 + k_2}\, l \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9)$$

von den Auflagern A und B, legen durch F_1 und F_2 die Festlinien, so ergeben sich gemäss Abb. 3 die Festlinienabschnitte zu

$$M_1' = M_1 \frac{l - a}{l} + M_2 \frac{a}{l},$$

$$M_2' = M_2 \frac{l - a}{l} + M_1 \frac{a}{l};$$

werden hierin für M_1 und M_2 die Ausdrücke (8) eingesetzt, so folgt

$$\left.\begin{aligned} M_1' &= \frac{a}{k_2}\left(A_o\, r\, k\, l - \int M_o\, x'\, dw\right) \\ M_2' &= \frac{a}{k_2}\left(B_o\, r\, k\, l - \int M_o\, x\, dw\right) \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (10)$$

Wie aus der vorstehenden Ableitung hervorgeht, sind die Momente M_1 und M_2 von dem Widerstande der Widerlager in wagrechtem Sinne unabhängig. M_1 und M_2 sind darnach die Auflagermomente des als eingespannter Balken gelagerten Rahmens. Die Einspannung ist jedoch im allgemeinen Falle keine rein elastische. Nur in dem Sonderfalle, wo das Hauptsystem in den Schwerpunkten der Fundamentsohle gestützt wird, ergeben sich wegen $r = o$ die Drehwinkel α und β den Einspannmomenten direkt proportional und man hat dann die Formeln für vollkommen elastische Einspannung, nämlich

$$a = \frac{\int x\, x'\, dw}{\frac{l}{2}\left(\int dw + 2\, k\right)},$$

$$M_1' = - a\, \frac{\int M_o\, x'\, dw}{\int x\, x'\, dw}, \qquad M_2' = - a\, \frac{\int M_o\, x\, dw}{\int x\, x'\, dw},$$

$$H = \frac{\int M_o\, y\, dw}{\int y^2\, dw + 2\, k\, l^2}.$$

Man wird indessen meistens vorziehen, das statisch bestimmte Hauptsystem direkt unter den Rahmenpfosten zu stützen und die allgemeinern Formeln (10) anzuwenden, weil man alsdann bei der Ermittlung der Integrale von den Abmessungen der Rahmenfüsse unabhängig ist und mühelos beim Dimensionieren den Einfluss von r auf den Einspannungsgrad und die Bodenpressungen beobachten kann.

Aus der Gleichung (7) lässt sich leicht der Abstand t der Angriffslinie der Bogenkraft von der Kämpferwagrechten berechnen. Der Abstand eines Rahmenelementes ds von der Kämpferwagrechten sei η; dann ist $y = \eta - t$ und

$$t = \frac{1}{k\,l} \int y\, x\, dw = \frac{1}{k\,l} \int (\eta - t)\, x\, dw$$

$$= \frac{1}{k\,l} \cdot \frac{l}{2} \int \eta\, dw - \frac{t}{2\,k} \int dw$$

$$t = \frac{\int \eta\, dw}{\int dw + 2\, k} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (11)$$

4. *Umformung der Formeln für den Stabzug.*

Der Rahmen bestehe aus einem Zuge gerader Stäbe, die biegungsfest miteinander verbunden sind.

Wir bezeichnen die Länge eines Stabes mit s, das massgebende Trägheitsmoment des längs der Stabaxe konstanten Querschnittes mit J, die Abstände des Schwerpunktes S des Stabes von den Auflagerlotrechten, der Angriffslinie der Bogenkraft und der Kämpferwagrechten mit x_s, x_s', y_s, η_s, vergl. Abb. 4.

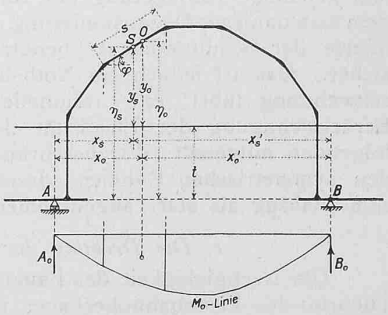

Abbildung 4.

Ferner setzen wir abkürzend

$$s_x = \frac{s \cos \varphi}{\sqrt{12}}, \qquad s_y = \frac{s \sin \varphi}{\sqrt{12}}.$$

Dann haben wir für den Stab s

$$\int dw = \int \frac{ds}{EJ} = \frac{s}{EJ} = w$$

$$\int x^2\, dw = \frac{1}{EJ \cos \varphi} \cdot \int_{x_s - \frac{1}{2} s \cos \varphi}^{x_s + \frac{1}{2} s \cos \varphi} x^2\, dx = \frac{s}{EJ}\left(x_s^2 + \frac{s^2 \cos^2 \varphi}{12}\right)$$

$$= w\,(x_s^2 + s_x^2),$$

$$\int x\, x'\, dw = \frac{1}{EJ \cos \varphi} \cdot \int_{x_s - \frac{1}{2} s \cos \varphi}^{x_s + \frac{1}{2} s \cos \varphi} x\,(l - x)\, dx = \frac{s}{EJ}\left(x_s\, x_s' - \frac{s^2 \cos^2 \varphi}{12}\right)$$

$$= w\,(x_s\, x_s' - s_x^2),$$

$$\int y^2\,dw = \frac{1}{E\,J\sin\varphi}\cdot\int_{y_s-\frac{1}{2}s\sin\varphi}^{y_s+\frac{1}{2}s\sin\varphi} y^2\,dy = \frac{s}{E\,J}\left(y_s^2+\frac{s^2\sin^2\varphi}{12}\right)$$

$$= w\,(y_s^2+s_y^2),$$

$$\int \eta\,dw = w\,\eta_s\,.$$

Begrenzen wir das unter dem Stabe s liegende Stück der M_o-Fläche, bestimmen die Abstände x_o, x'_o, y_o der Projektion O des Schwerpunktes dieses Flächenstückes von den Auflagerlotrechten und der Angriffslinie der Bogenkraft (Abbildung 4), so erhalten wir

$$\int M_o\,x\,dw = x_o\cdot\psi_o,$$
$$\int M_o\,x'\,dw = x'_o\cdot\psi_o,$$
$$\int M_o\,y\,dw = y_o\cdot\psi_o,$$

wo $\psi_o = \int M_o\,dw = \frac{1}{E\,J\cos\varphi}\cdot\left[M_o\text{-Fläche unter } s\right]$ den Winkel bezeichnet, den die Endquerschnitte des Stabes s nach der Deformation durch die Momente M_o miteinander bilden.

Indem wir die obigen Werte auf den gesamten Stabzug ausdehnen und in die Gleichungen (8 bis 10) einführen, finden wir schliesslich

$$k_1 = \Sigma\,w\,(x_s^2+s_x^2)+k\,l\,(l+r).$$
$$k_2 = \Sigma\,w\,(x_s\,x_s'-s_x^2)-k\,r\,l,$$
$$a = \frac{k_2}{k_1+k_2}\cdot l,$$
$$\left.\begin{aligned} M_1' &= \frac{a}{k_2}\left(A_o\,r\,k\,l-\Sigma\,x_o'\cdot\psi_o\right)\\ M_2' &= \frac{a}{k_2}\left(B_o\,r\,k\,l-\Sigma\,x_o\cdot\psi_o\right)\end{aligned}\right\}\quad\ldots\ldots(12)$$
$$t = \frac{\Sigma\,w\,\eta_s}{\Sigma\,w+2\,k}\quad\ldots\ldots\ldots\ldots(13)$$
$$H = \frac{(A_o+B_o)\,r\,k\,t+\Sigma\,y_o\,\psi_o}{\Sigma\,w\,(y_s^2+s_y^2)+2\,k\,t^2}\quad\ldots\ldots(14)$$

5. *Schlussbemerkungen.*

Die Abmessungen der Rahmenfüsse werden meistens durch die zulässige Bodenpressung bedingt sein. Je kleiner die letztere gewählt wird, desto grösser fällt die erforderliche Fundamentfläche bezw. das Trägheitsmoment J_F aus, desto grösser aber auch der Einspannungsgrad und damit die Biegungsbeanspruchung in den Rahmenpfosten. Die direkte Ermittelung der Fundamentbreite führt auf unverhältnismässig verwickelte Ausdrücke; man kommt durch Probieren rascher zum Ziel. In der Regel wird man die Fundamentsohle nicht grösser wählen als

$$F = \frac{A_{\max}}{\sigma_{\text{zul.}}},$$

um unnötig hohe Biegungsspannungen in den Rahmenpfosten zu vermeiden. Infolge der ungleichmässigen Verteilung der Spannungen wird dann am Rande der Fundamentsohle $\sigma = \frac{A_{\max}}{F}$ überschritten; indessen ist diese Ueberschreitung ganz ungefährlich, da die dadurch bewirkte Deformation die Exzentrizität der Kämpferkraft verkleinert, also den Rahmenpfosten zugute kommt.

Wenn man die vorstehende Berechnungsmethode zahlenmässig anwendet, so erkennt man bald, dass in der Mehrzahl der Fälle von einer annähernd vollständigen Einspannung der Kämpferfüsse nicht die Rede sein kann; die Korrektur der Stützlinie infolge der Nachgiebigkeit des Baugrundes ist meist ziemlich beträchtlich. Bei starker Exzentrizität der Kämpferdrücke ergibt eine erste Rechnung oft Zugspannungen an der Fundamentsohle, die der Natur der Auflagerung nach ausgeschlossen sind. Man hat alsdann die Rechnung zu wiederholen und dabei für J_F und r nur die Werte des gedrückten Teils der Fundamentsohle einzuführen. Durch fortgesetzte Wiederholung erreicht man, dass das eingeführte J_F mit dem unter Spannung stehenden zusammenfällt.

Was schliesslich die Bettungsziffer C anbelangt, so kann man dafür nach den Angaben der Literatur des Eisenbahnoberbaues für mittelfesten Sand- und Kiesboden etwa $C = 5$ bis $15\ kg/cm^3$ annehmen. Solange man über die Grösse von C nicht durch Versuche speziell orientiert ist, erscheint natürlich das geschilderte Verfahren in seiner Anwendung entsprechend unzuverlässig und läuft im Grunde auf eine Schätzung des Einspannungsgrades hinaus. Diese Schätzung auf dem Wege über C verdient aber zweifellos den Vorzug vor der unmittelbaren und darum willkürlichern Wahl des Einspannungsgrades.

Zürich, im Dezember 1912.

Die Wasserkraftanlage Augst-Wyhlen.

I. Das Stauwehr.

Von Dipl.-Ing. *G. Hunziker-Habich*, Rheinfelden.

(Fortsetzung von Seite 257.)

Die Beleuchtung des Stauwehrs erfolgt durch 50-kerzige Metallfadenlampen, von denen je zwei in einer Fassung an einem Kandelaber hängen. In der Mitte jeder Wehröffnung befindet sich ausserhalb des Geländers stromab ein solcher Lichtmast und ausserdem an den beiden Schnabelenden je einer, sodass insgesamt 12 Kandelaber den Dienststeg beleuchten. Die Windwerk- und Motorhäuschen sind mit ein bis zwei festen Lampen und mit ein bis zwei Steckkontakten für Handlampen versehen.

An jedem Pfeiler ist stromab ein Wandarm für eine 50-kerzige Lampe befestigt, mit denen die Wehrbrücke beleuchtet wird; nur der Strompfeiler V in der Mitte trägt zwei Wandarme. Das Lichtkabel ist auf dem Dienststeg in dem Holzkasten untergebracht, der auch das Kraftkabel schützt. Darin liegt auch das Telephonkabel nach dem Stauwärterhäuschen, das mit einem Grundriss von 4,0 × 1,60 *m* vor dem Motorhäuschen der Oeffnung No. 5, also auf Schweizerseite liegt und mit zwei Mikrophonen (für jede Kraftzentrale eines) ausgerüstet ist. Ferner ist darin auch der Zeiger eines im Oberwasser auf der Schweizerseite liegenden pneumatischen Fernpegels untergebracht, sowie ein elektrischer Ofen, der an das Kraftkabel angeschlossen ist.

9. Oberer Dammbalken-Abschluss. Durch die an den Pfeilern ausgesparten Dammbalkenfalze ist die Möglichkeit gegeben, jede Wehröffnung zum Zwecke vorzunehmender Revision und Reparatur oberhalb und unterhalb der Schütze abzusperren und dadurch die Schwelle trocken zu legen. Dies muss natürlich während des Betriebs, also bei gestautem Oberwasser geschehen können und es müssen die einzusetzenden Dammbalken dementsprechend kräftig gebaut sein.

Wenn auch die Notwendigkeit, solche Dammbalken zu besitzen, zum Zwecke der Ermöglichung von Reparaturen sich erst im Laufe der Betriebszeit ergeben hätte, so führte die Verzögerung, die der Baufortschritt insbesondere durch die schlechten Fundierungsverhältnisse und durch die Hochwasser des Jahres 1910 erlitten hatte dazu, die Betriebs-Dammbalken für den oberwasserseitigen Abschluss schon vor der Vollendung des ganzen Stauwehrs zu beschaffen. Sobald nämlich die letzte der zehn Wehrschwellen fertig fundiert und gemauert war, hätten dort, wie bei den übrigen Oeffnungen, die Schützen und Dienststegkonstruktionen und daran anschliessend die Aufzugsvorrichtungen eingebaut werden sollen. Nun war aber anzunehmen, dass während der Fertigstellung der Mauerwerksarbeiten in dieser letzten Wehröffnung das ganze übrige Wehr und die beiden Kraftzentralen, sowie die rheinaufwärts vor dem Einstau noch auszuführenden Bauarbeiten vollendet werden konnten. Der Eröffnungstermin für den Betrieb der Anlage wäre somit allein von der Betriebsbereitschaft der letzten Wehröffnung abhängig geworden. Es lag daher der Wunsch nahe, die letzte Wehröffnung sofort nach Vollendung der letzten Wehrschwelle (No. 6) absperren zu können, d. h. *bevor* die zugehörige Schütze daselbst eingebaut war. Durch die rechtzeitige Beschaffung der oberwasserseitigen Betriebs-Dammbalken sollte also erreicht werden, den Termin zum Einstau des Rheins und damit die Betriebseröffnung um denjenigen Zeitabschnitt rückwärts zu verschieben, der für die Montage der Schütze mit deren Windwerken, elek-