DEUTSCHE BAUZEITUNG

MITTEILUNGEN ÜBER

ZEMENT, BETON- UND EISENBETONBAU

19. JAHRGANG. BERLIN, DEN 9. DEZEMBER 1922. No. 20.

Die Erz- und Kohlenverladestelle im Reiherwerder Hafen zu Stettin.

(Schluß.) Hierzu die Abbildungen S. 154.

Im Anschluß an die schwere Ufermauer wurde ein leichtes Bohlwerk gebaut (Abb 4a—c in No. 19). Der Unterbau besteht aus einer tragenden Spundwand von 22 cm Stärke, die am Kopfende von zwei Riegeln gefaßt wird, von denen sich der vordere auf eine Pfahlreihe mit einem Pfahlabstand von 1,26 m abstützt. Den rückwärtigen Halt bilden 10 m lange, in der Mitte unterstützte Rundeisenanker in 2,52 m Abstand, mit 56 mm Kerndurchmesser, die in Ankerbocke eingelassen sind.

Der Kopf des Bohlwerkes besteht aus doppelten U-Eisenständern im Abstand der Ankerentfernung, die in Winkeleisenschuhen gelenkig befestigt und am Kopf durch ein Winkeleisen unter sich verbunden sind. Der ganze Eisenrahmen wird rückwärts durch Rundeisen-Anker festgehalten, die sich auf dem hinteren Riegel gelenkig abstützen. Zwischen die Ständer sind Eisebetonplatten gespannt, die oben durch einen durchlaufenden Eisenbetonholm, in den die Bewehrung der Platten übergeht, verbunden sind. Die Ausbildung im einzelnen und die Anordnung der Bewehrung in dem Eisenbetonaufbau geht aus Abb. 5, S. 149, hervor.

Das Fundament der Drehscheiben ist eine Verbindung von Beton und Eisenbeton (s. Abb. 6 in Nr. 19). Der Kranz und der Stuhl bestehen aus Beton, der im unteren Teil, da in ihn die Pfahlverschnürung zu liegen kommt, ein Mischungsverhältnis 1 : 6 erhält, während der obere Teil 1 : 8 gemischt ist. Zwischen Kranz und Stuhl ist eine doppelt bewehrte Eisenbetonplatte mit schwacher Eiseneinlage eingespannt. Die Entwässerung der Drehscheibe erfolgt durch eine Tonrohrleitung, die soweit die Leitung durch den Beton des Kranzes geht, durch eine Gußeisenleitung ersetzt ist.

Das Fundament der Kohlenkippe (s. Abb. 7a—d) erhielt über der Pfahlverschnürung noch eine starke Bewehrung von längs und quer gelegten Eisenbahnschienen. Diese Vorsorge wurde getroffen, um der sehr starken Beanspruchung des Fundamentes durch die Bewegung der sehr großen Lasten gerecht zu werden. Diese Rücksicht bedingte auch die Anordnung der

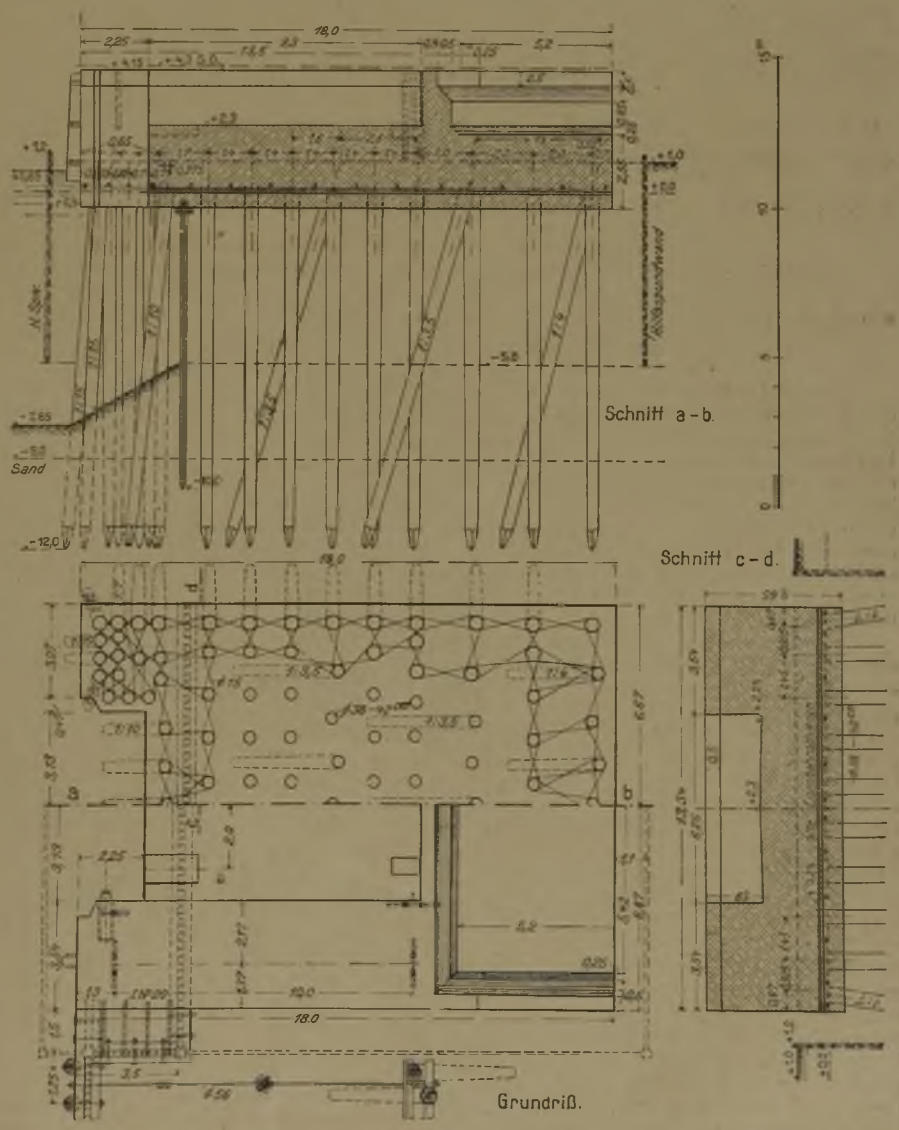


Abb. 7a—d. Fundament der Kohlenkippe.

Pfähle. Hier wurden die zwei Stellen des größten Auflagerdruckes durch je ein Pfahlbündel von 16 Pfählen unterrammt. Außerdem werden die durch das Ausschwingen des beladenen Eisenbahnwagens entstehenden Kräfte von einer Reihe in der Schwingrichtung schräg geschlagener Pfähle aufgenommen.

Besonderer Erwähnung als reiner Eisenbetonarbeit muß noch der Fußbodendecke des Umformerhauses für die Gesamtanlage getan werden (s. Abb. 8 a—d). Durch die ganze Länge des Gebäudes zieht sich ein Unterzug auf vier Zwischenstützen. Von diesem Unterzug gehen die Querbalken ab, zwischen die sich die Decke spannt. Die Bewehrung geht aus den Abbildungen hervor, so daß sich eine Erläuterung erübrigt. Auf die Berechnung braucht nicht eingegangen zu werden, da sie die übliche, jedem Ingenieur bekannte ist.

Die Gründung der Umformerstation geschah auch auf Holzpfählen mit Pfahlumschnürung (s. Abb. 9 a—c).

Die Ausführung der Ramm- und Betonarbeiten geschah durch die Firma Schmidt in Stettin. Die örtliche Bauleitung lag in den Händen des Ingenieurs Frank. Die Aufspülarbeiten wurden in städtischer Regie unter dem damaligen Stadtingenieur Schmidt ausgeführt. Die Kippe, Drehscheiben und Verladebrücken wurden von der Firma Deutsche Maschinenfabrik A.-G. Duisburg erstellt und mit elektrischen Einrichtungen der A. E. G. ausgerüstet. —

Torsionsbewehrung.

Von Dr. Ing. E. Rausch, Berlin. (Schluß aus No. 19.)

Die Art und Weise der Bewehrung gegen exzentrisch wirkende Querkraft oder gegen Schubkraft mit gleichzeitig auftretendem Drehmoment ist somit dargelegt, es ist nur noch anzugeben, wo mit den Abbiegungen bzw. — wenn Q außerhalb des Querschnitts wirkt — mit der verbundenen Bewehrung (Abbiegungen und Drehbewehrung) begonnen werden soll? Zu diesem Zweck muß derjenige Querschnitt aufgesucht werden, innerhalb dessen die aus Schub und Drehung folgende größte Spannung den zulässigen Wert von 4,0 kg/cm² erreicht.

Diese Größtspannung tritt an dem zur Querkraft näher liegenden Querschnittrande auf und ist in den einfacheren Fällen leicht zu bestimmen. Bei dem hochkant gestellten Rechteckquerschnitt mit lotrechter Querkraft (Abb. 10) fällt z. B. die Stelle der größten Drehspannung (τ_p) mit derjenigen der größten Schubspannung (τ_q) zusammen, und man erhält für den Punkt P:

$$\tau_{max} = \tau_{q\,max} + \tau_{d\,max} = \frac{Q}{b \cdot z} + \psi \frac{Q \cdot e}{b^2 \cdot h};$$

wird für den inneren Hebelarm $z = \sim {}^7/_8 (h - a) = \sim {}^7/_8 \, {}^9/_{10} h = \sim {}^3/_4 h$ und für $\frac{Q}{bh} = \tau_0$ gesetzt,

$$\text{so ist } \tau_{max} = \tau_0 \left(\frac{4}{3} + \psi \frac{e}{b} \right)$$

wobei $\psi = 3 + \frac{2{,}6}{\frac{h}{b} + 0{,}45}$ (s. Bach: Elastizität u. Festigkeit).

Ist die Kraftrichtung unter einem Winkel zur Symmetrieachse geneigt, dann treten die beiden Größtwerte nicht in ein und demselben Randpunkt auf und ihre Zusammenziehung ergibt eine zu große Spannung. Liegt außer einer beliebigen Kraftrichtung auch noch ein unregelmäßiger Querschnitt vor, so sind die Verhältnisse sehr verwickelt, es soll jedoch trotzdem versucht werden, auch für solch' allgemeine Fälle wenigstens einen zuverläßlichen Maßstab für die größte Randspannung zu finden.

Die verwickelte und z. T. ungelöste Spannungsverteilung bei Drehung und Schub läßt es nicht zu, eine allgemeine Formel für die größte Randspannung bei beliebigen Querschnitten aufzustellen. Nur bei Kreis- und Ellipsenquerschnitt folgen die Spannungen einfachen Gesetzen, und so muß die Untersuchung auf den Ellipsenquerschnitt — als den allgemeineren der beiden — beschränkt werden. Diese Einschränkung verhindert nicht die allgemeine Anwendbarkeit des hier zu gebenden Verfahrens, sie bedeutet nur eine mehr oder weniger große Ungenauigkeit zu Gunsten der Sicherheit, indem bei einem beliebigen Querschnitt die ausspringenden Ecken und Lappen vernachlässigt werden, und nur die eingeschriebene Ellipse — als zuverlässige Berechnungsbasis — in Betracht gezogen wird. Bei dem 4. Beispiel für die reine Verdrehung haben wir von dieser Vereinfachung schon Gebrauch gemacht; auch wird z. B in Foerster's Taschenbuch für die Berechnung der Drehspannungen der eingeschriebene Kreis vorgeschlagen.

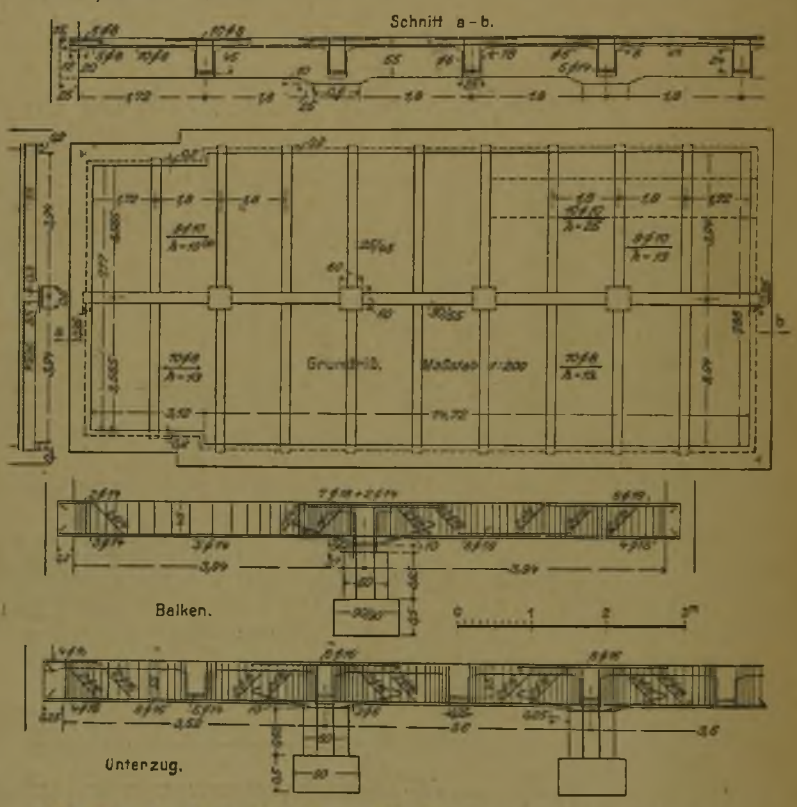


Abb. 8a—d. Grundriß und Fußbodenkonstruktion des Transformatorenhauses.

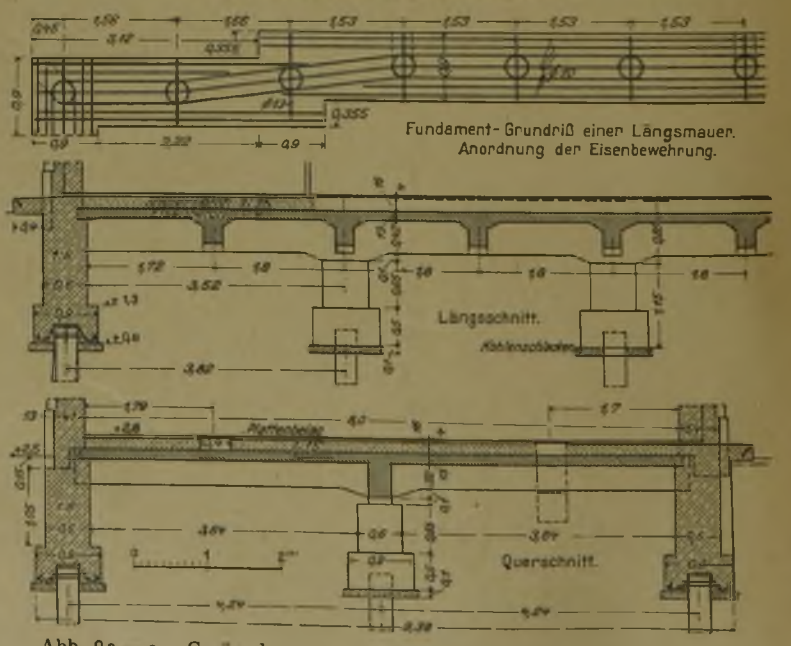


Abb. 9a—c. Gründung und Fundamentbewehrung des Transformatorenhauses.

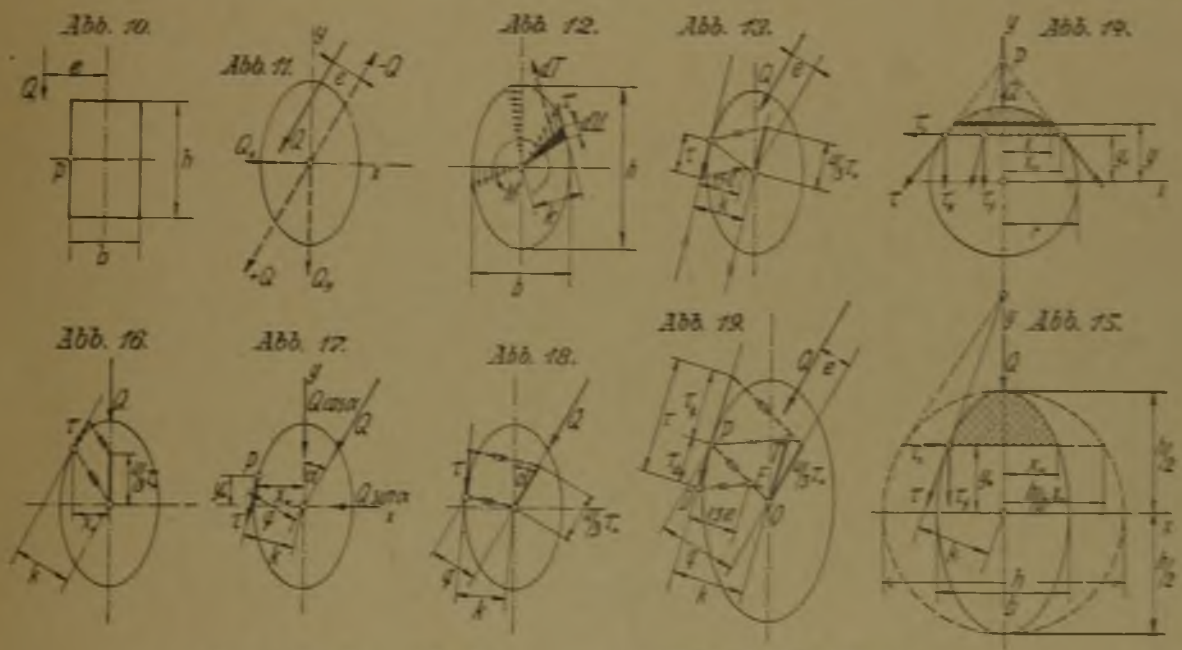
Die Erz- und Kohlenverladestelle im Reiherwerder Hafen zu Stettin

Die Aufgabe ist somit, die Randspannungen eines mit exzentrisch wirkender und beliebig gerichteter Querkraft beanspruchten Ellipsenquerschnitts (Abb. 11) zu bestimmen. Die Schubkraft zerlegen wir in ein Drehmoment ($Q \cdot e$) und zwei in den Hauptachsen wirkenden Querkräfte (Q_x, Q_y); der Einfluß dieser drei Komponenten wird gesondert untersucht.

Die vom Drehmoment verursachten und zu einem Halbmesser gehörenden Spannungen sind bekanntlich zur Randtangente parallel gerichtet und wachsen nach außen linear. Zur Bestimmung der Spannungsgröße besteht außerdem ein (auch für andere Querschnitte gültiges) Gesetz, wonach die Spannungsfiguren (bei der Ellipse die Spannungsdreiecke) überall inhaltgleich sind (Abb. 12 vergl. auch den Aufsatz im Zentralbl. d. Bauverw. 1921. S. 526). Die am unendlich kleinen Flächenausschnitt $dF = \frac{1}{2} k \cdot dU$ wirkenden Spannungen ergeben eine Mittelkraft $dT = \frac{1}{3} \cdot \tau \cdot k \cdot dU$ (Spannungspyramide) im Abstande $\frac{3}{4} k$ vom Mittelpunkt. Führt man auf Grund der inhaltsgleichen Spannungsdreiecke $\frac{1}{2} \cdot \tau \cdot k = \text{konstant} = c$ ein, dann ist

$$dT = \frac{2 \cdot c}{3} dU; \; M = \int \frac{3}{4} k \cdot dT = c \int \frac{1}{2} k \cdot dU = c \int dF = c \cdot F$$

daraus $c = \frac{M}{F}$ und die Randspannung:



$$3. \quad \ldots \ldots \quad \tau = \frac{2 \cdot c}{k} = \frac{2 \cdot M}{k \cdot F} = \frac{8 \cdot M}{k \cdot \pi \cdot b \cdot h}$$

wobei M das Drehmoment, F die Querschnittfläche (bzw. b und h die beiden Achsmaße der Ellipse) und k den Abstand der Randtangente bezeichnen. Für die größte Randspannung erhält man am Ende der kleinen Achse mit $k = \frac{b}{2}$ die bekannte Formel: $\tau_{max} = \frac{16 \cdot M}{\pi \cdot b^2 \cdot h}$

und für die kleinste am Ende der langen Achse (mit $k = \frac{h}{2}$):

$$\tau_{min} = \frac{16 \cdot M}{\pi \cdot b \cdot h^2}$$

Für den Kreis ist mit $b = h = D$, $k = \frac{D}{2}$: $\tau = \frac{16 \cdot M}{\pi \cdot D^3}$

Wird $M = Q \cdot e$ gesetzt und für $\frac{Q}{F}$ einfach τ_0 geschrieben, ferner, um die Dreh- und Schubspannungen auf dieselbe Basis zu bringen, $\frac{4}{3} \cdot \tau_0$ herausgehoben, dann lautet Formel 3:

$$\tau = \frac{2 \cdot Q \cdot e}{k \cdot F} = \tau_0 \frac{2 \cdot e}{k} = \frac{4}{3} \tau_0 \frac{1{,}5 \cdot e}{k}$$

Aus dem Verhältnis $\frac{\tau}{1{,}5\, e} = \frac{\frac{4}{3} \tau_0}{k}$ kann dann die von der exzentrisch wirkenden Querkraft verursachte Drehspannung im Randpunkt P, wie auf Abb. 13 gezeigt, konstruiert werden.

Zur Ermittlung der Schubspannungen die von einer symmetrisch wirkendenden Querkraft (Q_x bzw. Q_y) hervorgerufen werden, betrachten wir zunächst den Kreisquerschnitt (Abb. 14). Die Spannungsrichtung kann hierbei so angenommen werden, daß die Schubspannungen in jedem Punkt einer zur y-Achse senkrecht gezogenen Sehne alle durch jenen Punkt P gehen, in dem die Tangente die y-Achse trifft (Foeppl: Vorlesungen üb. techn. Mech. 1914. III. Bd. Festigkeitslehre S. 112 u. 144). Die lotrechte Seitenkraft der Spannung ergibt sich aus der allgemeinen Formel:

$$\tau_y = \frac{Q \cdot S}{2 \cdot x_0 \cdot J}$$

wobei Q die Querkraft, S das stat. Moment des schraffierten Abschnittes bezogen auf die x-Achse, $2x_0$ die Sehnenlänge und J das Trägheitsmoment des Querschnitts bedeuten. Für den Kreis ist:

$$x = \sqrt{r^2 - y^2}$$

$$S = \int_{y_0}^{r} y \cdot dF = \int 2 \cdot y \cdot x \cdot dy = 2 \int y \sqrt{r^2 - y^2}\, dy$$

$$= \frac{2}{3} \sqrt{(r^2 - y_0^2)^3} = \frac{2}{3} x_0^3.$$

Mit $J = \frac{\pi r^4}{4}$ wird dann $\tau_y = \frac{4}{3} \cdot \frac{Q \cdot x_0^3}{\pi \cdot r^4} = \frac{4}{3} \cdot \frac{Q}{F} \left(\frac{x_0}{r}\right)^3$

Ferner ist nach Abb. 14:

$$\frac{\tau_x}{\tau_y} = \frac{y_0}{x_0}; \; \tau_x = \tau_y \cdot \frac{y_0}{x_0} = \frac{4}{3} \cdot \frac{Q \cdot x_0 \cdot y_0}{F \cdot r^2}$$

und die Randspannung:

$$4. \quad \ldots \ldots \quad \tau = \sqrt{\tau_y^2 + \tau_x^2} = \frac{4}{3} \frac{Q}{F} \sqrt{\left(\frac{x_0}{r}\right)^4 + \frac{x_0^2 \cdot y_0^2}{r^4}}$$

$$= \frac{4}{3} \cdot \frac{Q}{F} \cdot \frac{x_0}{r} \sqrt{\frac{x_0^2 + y_0^2}{r^2}} = \frac{4}{3} \cdot \frac{Q}{F} \cdot \frac{x_0}{r} = \frac{4}{3} \cdot \tau_0 \frac{x_0}{r}$$

Den größten Wert nimmt die Schubspannung an der x-Achse auf, und wird mit $x_0 = r$

$$\tau_{max} = \frac{4}{3} \frac{Q}{F} = \frac{4}{3} \cdot \tau_0$$

Die größte Schubspannung ist also um $\frac{1}{3}$ größer, als wenn die Querkraft über den ganzen Querschnitt gleichmäßig verteilt wird. Auch bei der Schubspannungsberechnung von Eisenbetonbalken kommt man angenähert zu demselben Wert, wie dies auf S. 154 angegeben ist.

Für den Ellipsenquerschnitt können ähnliche Formeln abgeleitet werden. Die Ellipse ist als ein in der x-Richtung im Maßstab $\frac{b}{h}$ verzerrter Kreis zu betrachten (Abb. 15). Es ist

daher $$\tau_y = \frac{Q \cdot S \cdot \frac{b}{h}}{2 \cdot x_0 \cdot J \cdot \frac{b}{h}} = \frac{Q \cdot S}{2 \cdot x_0 \cdot J}$$

wobei S und J auf den umschriebenen Kreis bezogen sind. Die vorhin für den Kreis aufgeschriebenen Ausdrücke lauten jetzt:

$$S = \frac{2}{3}\left(\frac{h}{b}\,x_0\right)^3 = \frac{2}{3}\cdot\frac{h^3\cdot x_0^3}{b^3}\,;\quad J = \frac{\pi\left(\frac{h}{2}\right)^4}{4} = \frac{\pi\cdot h^4}{64}$$

Diese Werte eingesetzt ergibt sich

$$\tau_y = \frac{Q}{2\,x_0}\cdot\frac{2}{3}\cdot\frac{h^3\cdot x_0^3}{b^3}\cdot\frac{64}{\pi\cdot h^4} = \frac{16}{3}\cdot\frac{Q}{\frac{\pi\cdot b\cdot h}{4}}\cdot\frac{x_0^2}{b^2}$$

$$= \frac{4}{3}\cdot\frac{Q}{F}\cdot\left(\frac{x_0}{\frac{b}{2}}\right)^2$$

Ferner ist $\frac{\tau_x}{\tau_y} = \frac{b^2\,y_0}{h^2\,x_0}$ (Neigung der Tangente)

$$\tau_x = \frac{4}{3}\cdot\frac{Q}{F}\cdot\left(\frac{x_0}{\frac{b}{2}}\right)^2\cdot\frac{b^2\cdot y_0}{h^2\cdot x_0} = \frac{4}{3}\cdot\frac{Q}{F}\cdot\frac{x_0\cdot y_0}{\left(\frac{h}{2}\right)^2}$$

$$\tau = \sqrt{\tau_y^2+\tau_x^2} = \frac{4}{3}\cdot\frac{Q}{F}\sqrt{\left(\frac{x_0}{\frac{b}{2}}\right)^4+\frac{x_0^2\cdot y_0^2}{\left(\frac{h}{2}\right)^4}}$$

$$= \frac{4}{3}\cdot\frac{Q}{F}\,x_0\sqrt{\frac{x_0^2}{\left(\frac{b}{2}\right)^4}+\frac{y_0^2}{\left(\frac{h}{2}\right)^4}}$$

Der Wurzelausdruck bedeutet aber den Reziprokwert des Tangentenabstandes k*) und so ist

$$5.\quad \tau = \frac{4}{3}\cdot\frac{Q}{F}\cdot\frac{x_0}{k} = \frac{16}{3}\cdot\frac{Q}{\pi\cdot b\cdot h}\cdot\frac{x_0}{k}$$

Bezeichnet man wieder $\frac{Q}{F} = \tau_0$, dann ist $\tau = \frac{4}{3}\cdot\tau_0\cdot\frac{x_0}{k}$

und es besteht die Proportion: $\frac{\tau}{x_0} = \frac{\frac{4}{3}\cdot\tau_0}{k}$, woraus die betr. Randspannung einfach konstruiert werden kann, indem $\frac{4}{3}\cdot\tau_0$ in der Querkraftlinie vom Mittelpunkt aus aufgetragen, und dieser Vektor parallel mit dem zum Umfangspunkt führenden Strahl auf die Tangente projiciert wird (Abb. 16, S. 155).

Bei allgemeiner Querkraftlage treten gleichzeitig zwei in den Hauptebenen wirkende Querkraftkomponenten auf (Q_x und Q_y). Unter Hinweis auf Abb. 17, S. 155, ist $Q_x = Q\cdot\sin\alpha$, $Q_y = Q\cdot\cos\alpha$ und die Schubspannung im Randpunkte P (nach Gl. 5),

$$\tau = \frac{4}{3}\cdot\frac{1}{F\,k}\,(Q\cos\alpha\cdot x_0 + Q\sin\alpha\cdot y_0) = \frac{4}{3}\cdot\frac{Q}{F\,k}\,(x_0\cdot\cos\alpha + y_0\sin\alpha)$$

$$6.\quad \tau = \frac{4}{3}\cdot\frac{Q}{F}\cdot\frac{q}{k}$$

wobei q den Abstand des Randpunktes von der Kraftlinie bezeichnet. Führt man wieder $\frac{Q}{F} = \tau_0$ ein, so ist

$$\tau = \frac{4}{3}\cdot\tau_0\cdot\frac{q}{k}\quad\text{und}\quad \frac{\tau}{q} = \frac{\frac{4}{3}\cdot\tau_0}{k}$$

Die für symmetrische Belastung gegebene Konstruktion kann also in allgemeiner Form angewendet werden (Abb. 18); $\frac{4}{3}\cdot\tau_0$ wird wieder in der Kraftlinie vom Mittelpunkt aufgetragen, und parallel mit dem zum Randpunkte führenden Strahl auf die Tangente projiciert.

Die durch eine beliebig gerichtete und exzentrisch wirkende Querkraft verursachte Randspannung im Punkte P erhält man schließlich durch Zusammenzählung der Dreh- und Schubspannungen aus Gl. 3 und 6:

$$7.\quad \tau = \pm\frac{2\,M}{k\,F} + \frac{4}{3}\cdot\frac{Q}{F}\cdot\frac{q}{k} = \frac{4}{3}\cdot\tau_0\,\frac{\pm 1.5\,e + q}{k}$$

wobei $\tau_0 = \frac{Q}{F}$ und e die Exzentrizität der Querkraft, q die senkrecht zur Kraftrichtung k die senkrecht zur Tangente genommene Projektion des Halbmessers OP bedeuten.

*) Die Gleichung der Tangente: $\frac{x_0}{\left(\frac{b}{2}\right)^2}\,\xi + \frac{y_0}{\left(\frac{h}{2}\right)^2}\,\eta - 1 = 0.$

Das Lot vom Mittelpunkt auf die Tangente: $k = \frac{1}{\sqrt{\left[\frac{x_0}{\left(\frac{b}{2}\right)^2}\right]^2 + \left[\frac{y_0}{\left(\frac{h}{2}\right)^2}\right]^2}}$

Durch Zusammensetzung der beiden Konstruktionen für die beiden Spannungsarten kann auch diese kombinierte Randspannung wie folgt konstruiert werden (Abb. 19). Es wird $\frac{4}{3}\cdot\tau_0$ berechnet und vom O-Punkt in der Kraftrichtung aufgetragen. Die parallel zu OP auf die Tangente projicierte Strecke ergibt den Schubanteil τ_q der Randspannung (vgl. Abb. 18). Dann wird $\frac{4}{3}\cdot\tau_0$ parallel zur Tangente ebenfalls vom Mittelpunkt aus aufgetragen, der Halbmesser OP in $1{,}5\,e$ Entfernung (von der Tangente gemessen) durchschnitten (Punkt E) und es werden die Parallelen TP und ED gezogen (vergl. Abb. 13) wodurch sich der Drehanteil τ_d der Randspannung ergibt. Die gesamte Randspannung $\tau = \tau_q + \tau_d$

Die Randstelle, wo die Gesamtspannung τ ihren Größtwert erreicht, kann auf einfachem Wege nicht ermittelt werden. Sie liegt jedenfalls auf dem zur Querkraft näher liegenden Randteile, wo sich Dreh- und Schubspannungen zusammenzählen; auch kann die genauere Lage der Größtspannung gut geschätzt werden, wenn man bedenkt, daß der erste Teil des Ausdruckes für τ in Gl. 7 ihren Größtwert bei k_{min} erreicht, der zweite Teil bei $\left(\frac{q}{k}\right)_{max}$, und das Maximum zwischen diesen beiden Stellen auftreten wird. Es genügt vollkommen, in der so begrenzten gefährlichen Zone schätzungsweise einen Randpunkt anzunehmen und die zu diesem Punkt aus der Formel 7 oder durch Konstruktion ermittelte Spannung als Größtwert zu betrachten, denn es kommt dabei auf große Genauigkeit nicht an, da schon das Ersetzen des beliebigen Querschnittes durch die eingeschriebene Ellipse Ungenauigkeiten in sich schließt.

Die größten Randspannungen müssen in mehreren Querschnitten ermittelt werden, woraus sich dann die Stelle der Bewehrungsgrenze dort ergibt, wo die größte Querschnitts-Randspannung nicht größer ist als 4,0 kg/cm².

Damit soll die theoretische Erörterung auch für die kombinierte Beanspruchung durch Drehung und Schub abgeschlossen werden. Es bleibt vorbehalten, die Anwendung an einigen Beispielen später noch zu zeigen.

Nachtrag: Wie schon in der Fußnote auf S. 148 angedeutet, soll noch kurz auf die im neuerschienenen Werk von Prof. Dr. Ing. Mörsch* (S. 249 u. fgd.) angeführten Torsionsversuche eingegangen werden. Es handelt sich um Beton-Vollzylinder mit Kreisquerschnitt die mit Spiral- bzw. Bügel (Ring-) bewehrung versehen waren. Die zur Bestimmung der Eisenspannung von Prof. Mörsch angewendeten Formeln sind als Sonderfälle der hier benutzten und im obenerwähnten Aufsatz abgeleiteten allgemeinen Formeln zu betrachten, wodurch die hier entwickelte Berechnungsweise von anerkannter Seite unterstützt wird. Während bei der Spiralbewehrung die Eisenstäbe gut ausgenutzt werden konnten, zeigte sich bei den bügelbewehrten Körpern eine verhältnismäßig geringe Widerstandsfähigkeit. Prof. Mörsch nimmt als Ursache der früheren Zerstörung die weitgehende Verdrehung an, die wegen der Dehnung der Längsstäbe eintreten mußte. Es ist ohne weiteres zuzugeben, daß die Spiralbewehrung wirksamer ist, da hierbei die in der schiefen Zugrichtung liegenden Stäbe die Betonzugkräfte unmittelbar aufnehmen, und nicht so große Formänderungen zulassen, wie die Bügelbewehrung. Sind in zwei Betonkörpern, von denen der eine mit Spiralen, der andere mit Bügelbewehrung versehen ist, dieselben Eisenspannungen vorhanden, so ist die Dehnung bei letzterem in der diagonalen Zugrichtung $\sqrt{2}$ mal so groß, und der innere Betonkern wird eher versagen, weil die Rißbildung rascher vorschreitet. Für das ungünstige Verhalten der bügelbewehrten Körper ist aber meines Erachtens weniger diese Dehnbarkeit, als vielmehr der Umstand maßgebend gewesen, daß die Bügel (Ringe) abwechselnd auf der Außen- und Innenseite der Längsstäbe angeordnet werden. Die Bügel sollen das Ausknicken der Beton-Druckspiralen verhindern, und können ihren Zweck nur dann richtig erfüllen, wenn sie dieselben von außen umfassen. Da die Druckspiralen von den Längsstäben erzeugt werden (Abb. 8 des obengenannten Aufsatzes im Zentralbl. d. Bauverw.) und infolgedessen in der durch die Längsstäbe gelegten Zylinder-Mantelfläche wirken, so sind Bügel innerhalb der Längseisen theoretisch unwirksam. —

*) Der Eisenbetonbau seine Theorie u. Anwendung. 5 Aufl. I Bd. 2 Hälfte 1922 Verlag von Konrad Wittwer. Stuttgart.

Inhalt: Die Erz- und Kohlenverladestelle im Reiherwerder-Hafen zu Stettin. (Schluß.) — Torsionsbewehrung. (Schluß.) —

Verlag der Deutschen Bauzeitung, G. m. b. H. in Berlin.
Für die Redaktion verantwortlich: Fritz Eiselen in Berlin.
W. Büxenstein