Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 91/92 (1928)
Heft: 10

Artikel: Die Berechnung ankerloser gewölbter Böden von Druckbehältern auf Innendruck

Autor: Höhn, E.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-42463

werden können und dass ein vom üblichen abweichendes Konstruktionssystem vom Architekten viel mehr Arbeit, Umsicht und Organisationsgabe verlangt. Die Einsparungen eines ingenieurmässigen Bauens können sich erst beim grossen Objekt und beim Serienbau als Einsparungen an Arbeit und Material auswirken. Es ist darum auch von den Verfechtern dieses Bauens von Anfang an betont worden, dass grosse Zusammenfassung und serienmässiges Bauen ein wesentliches Erfordernis der Wirtschaftlichkeit sind. Wenn wir auch kleinere Objekte nach diesen Grundsätzen ausführen, so bedeutet das eben für uns die heute am nächsten liegende Möglichkeit, praktische Erfahrungen zu sammeln. Damit soll gar nicht gesagt sein, dass ein überlieferungsgemässes Bauen heute falsch oder unwirtschaftlich sein müsse — aber auch nicht, dass dieses Bauen, so wie es heute in den allermeisten Fällen betrieben wird, den Anspruch auf technische Klarkeit und Vollkommenheit auch nur in seinem gegebenen Rahmen erheben dürfe.

Statik der „Muster-Häuser“. Es ist nach dem Bisherigen einleuchtend, dass eine neue Einstellung zu den Fragen des Bauens am allerwenigsten kritiklos und nachsichtig sein darf. Durch Kritik können unsere Ideen nur gefördert, aber nicht erledigt werden. Die Kritik von Herrn Prof. Rohn hat den Vorzug, dass sie zum ersten Mal an sehr wesentliche und eindeutige Fragen rührt. Wenn wir die auf den Seiten 272/275 von Bd. 90 (19. Nov. 1927) der „S. B. Z.“ publizierten Projekte miteinander vergleichen, so erkennen wir sofort, dass die Arbeiten „Ständerbau“ und „Ueber Wasser“ tatsächlich an die Querstabilität sehr hohe Ansprüche stellen müssen. Wir erkennen weiter, dass dieser Mangel in einem zu schematischen Sehen der Aufgabe beruht, in einem Ausserachtlassen der bei dem gewählten Bauplatz sehr wesentlichen Lage und Form des Geländes. Die Arbeit „S. B. B.“ zeigt, dass wir die selbe Aufgabe äusserlich vielleicht etwas weniger „modern“, aber baulich realer, richtiger lösen können. Dadurch, dass bei diesem Projekt die Masse des Hauses gestaffelt, gefaltet wird, ergibt sich eine natürliche Stabilität des Ganzen, die durch Ausnützung der durchgehenden Scheidemauern als steife Querlamellen beliebig gesteigert werden kann. Damit soll nicht gesagt sein, dass die Konsequenz der beiden kritisierten Entwürfe rein technisch unmöglich sei. Der extreme Fall des Wolkenkratzers zeigt, dass wir nötigenfalls sehr hohe Winddrücke bei sehr geringer Standfläche aufzunehmen haben; aber weder die an der Wasserwerkstrasse vorliegende Aufgabe, noch das gegebene Gelände rechtfertigten diesen extremen Fall. Er ist im Grunde nicht einmal beim Wolkenkratzer berechtigt, sondern mehr der Ausdruck eines hemmungslos individuellen Bauens, das jeden Bau für sich sieht, ohne statischen Zusammenhang mit dem Ganzen.

Basel, 24. Jan. 1928. Hans Schmidt.

Die Berechnung ankerloser gewölbter Böden von Druckbehältern auf Innendruck.

Von E. HÖHN, Zürich,
Oberingenieur des Schweizerischen Vereins von Dampfkesselbesitzern.

(Schluss von Seite 112.)

III. DIE BERECHNUNG DER GEWÖLBTEN BÖDEN.

a. Allgemeine Beziehungen.

Es ist heute noch nicht möglich, die Spannungen, die an einem beliebigen Punkt eines Bodens auftreten, durch Rechnung zu bestimmen; der ursächliche Zusammenhang von Bodenform und Spannungsverlauf im Boden ist zu wenig erforscht. Die grössten Spannungen treten, darüber ist man sich klar, an der Krempe von *flach*gewölbten Böden innenseitig auf; sie nehmen zu mit k, je flacher der Boden, umso grösser sind nämlich die Biegungsspannungen. Man hat versucht, die Spannungen innenseitig nachzurechnen, und nimmt dabei an, die neutrale Fläche des Bodens sei seine Mittelfläche. Dagegen muss daran erinnert werden, dass schon an einem belasteten krummen Stab, die neutrale Zone ausserhalb des Schwerpunktes der Fläche liegt, die den Krümmungsmittelpunkt enthält. Die Bernoulli-Navier'sche Annahme, dass die Spannungen nach einem Gradlinien-Gesetz verteilt sind, ist nicht mehr erfüllt.

Bei den Böden erlaubt die Kenntnis der Oberflächen-Spannungen in genügender Weise, die Wanddicke auf dem Weg der Annäherung so zu bestimmen, dass die Sicherheit des Bodens während des Betriebs nicht in Zweifel gestellt ist. Als Grundlage der Berechnung sollen die Höchstwerte der Meridianspannung dienen, die beim Versuch ermittelt worden sind. Die Meridianspannungen überwiegen in der Wölbung des Bodens und auch häufig an der Krempe die Ringspannungen (für den Zylindermantel verhält es sich bekanntlich gerade umgekehrt). Hinsichtlich der Oberflächen-Spannungen sind die meridionalen Zugspannungen über der Wölbung oder im Scheitel ausschlaggebend. Die durch Messung ermittelten und gemäss Gl. (18) berechneten Spannungshöchstwerte über der Wölbung sollen mit σ_{W_1} bezeichnet werden. Bei Ellipsenböden treten, wie wir gesehen haben, die Höchstspannungen im Scheitel auf, sie werden mit σ_B bezeichnet und unter Verwendung folgender Gleichung ermittelt

$$\sigma_B = \frac{\sigma_{1\,\mathrm{red}} + \sigma_{2\,\mathrm{red}}}{2} \cdot \frac{1}{0,7} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (19)$$

(für die Wand einer Halbkugel ist $\sigma_{\mathrm{red}} = \sigma - \nu\sigma = 0,7\,\sigma$).

Diese Spannungen sollen in Vergleich gestellt werden mit der sogenannten Membranspannung, d. h. mit der Spannung in einer dünnen Wand einer Hohlkugel, berechnet gemäss

$$\sigma'_B = \frac{p\,R}{2\,s} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (20)$$

Der Quotient σ_{W_1}/σ'_B bezw. σ_B/σ'_B zeigt, um wieviel die betreffende Höchstspannung diejenige einer Kugelwand,

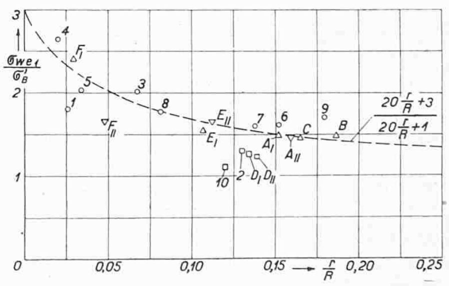

Abb. 11. Werte des Koeffizienten w in Funktion von $r : R$. Die Dreieckpunkte nehmen Bezug auf die Düsseldorfer, die runden auf die Zürcher Versuche. Die Viereckpunkte betreffen elliptische Böden.

die unter nämlichen Verhältnissen belastet wird, übersteigt. Dieser Quotient wird in Ordinatenrichtung über einer Abszissenaxe aufgetragen, die eingeteilt ist in Werte des Krümmungsverhältnisses $r : R$ (Abb. 11). Diese Werte entsprechen dabei den *vorhandenen* Halbmessern, sie sind nicht identisch mit den Höchstwerten gemäss Gl. (12). Abb. 11 enthält ausser den betreffenden Werten aus den zehn Zürcher Versuchen auch solche, die aus Versuchen des Kaiser-Wilhelm-Institutes in Düsseldorf stammen. Wir verweisen auf die betreffenden Versuchsberichte [1]). Die Arbeiten in Düsseldorf und Zürich ergänzen einander auf diesem Gebiet in sehr vorteilhafter Weise. Die runden Punkte der Abb. 11 nehmen auf die Zürcher, die Dreieckpunkte auf

[1]) Berichte 59, 60, 62 und 73 dieses Institutes, Verlag Stahleisen Düsseldorf.

die Düsseldorfer Versuche Bezug, während die Viereckpunkte Ellipsenböden betreffen.

Für die Punkte von Abb. 11 soll ein gesetzmässiger Zusammenhang gefunden werden. Dies wird mit genügender Annäherung durch Einzeichnen eines Bogens einer gleichseitigen Hyperbel erreicht, deren natürliche Axen zu denen von Abb. 11 verschoben sind. Die Gleichung des Bogens lautet

$$20\,w\,\frac{r}{R} - 20\,\frac{r}{R} + w = 3 \quad . \quad . \quad . \quad (21)$$

woraus

$$\frac{\sigma_{W1}}{\sigma'_B} = w = \frac{20\,\frac{r}{R} + 3}{20\,\frac{r}{R} + 1} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (22)$$

Es entsteht die Frage, ob die Einteilung der Abszissenaxe nach Werten von $r : R$ richtig und auch zweckmässig sei; diese könnte auch in anderer Weise eingeteilt werden, z. B. nach Werten von $a : b = k$ oder $r : a$ usw. Solche Einteilungen sind vom Verfasser geprüft worden. Für die getroffene Wahl sprechen folgende Gründe: a) Der Konstrukteur, der den Boden entwerfen muss, soll sich vor allem um dessen Krümmungsverhältnis kümmern. b) Durch Bekanntgabe der Grössen a und r ist ein Boden noch nicht endgültig bestimmt; dies ist erst der Fall, wenn ausserdem b oder R bekannt gegeben werden. Dagegen ist der Boden bereits gegeben, wenn a und der Höchstwert des Krümmungsverhältnisses, d. h. $(r : R)_{\max}$ bekannt sind. Neben dem Tiefenverhältnis k ist das Krümmungsverhältnis $r : R$ ein den Boden kennzeichnender Wert. c) Einen dritten Grund sieht der Verfasser darin, dass sich Punkte, deren Ordinaten den Wert $w = \sigma_{W1} : \sigma'_B$ haben, deutlich und regelmässig über das Zeichnungsblatt verteilen, im Gegensatz zu andern Darstellungen. Eine solche Verteilung lässt zu, mit einiger Sicherheit einen Bogen durch die Punktreihe zu legen, bezw. einen gesetzmässigen Zusammenhang auszusprechen, und dies ist erheblich. (Man beachte die Punktanhäufung bei Abb. 13 mit Einteilung in Werte von k.)

Für die Berechnung eines gewölbten Bodens kann man in zwei Richtungen vorgehen, indem man ihr entweder die Bodentiefe b bezw. das Tiefenverhältnis k zu Grunde legt, oder in bisheriger Weise den Boden als ein Stück einer Kugelwand auffasst. Den wirklichen Spannungen wird man dadurch gerecht, dass man den Boden für eine höhere Spannung berechnet, als er im Betrieb auszuhalten hat; d. h. der Betriebsdruck wird mit dem Koeffizienten w vervielfacht. Beide Methoden sollen im folgenden gegen einander abgewogen werden.

b. Berechnung des Korbbogen-Bodens auf Grund seines Tiefenverhältnisses (k).

Die Versuche lassen darauf schliessen, dass derjenige Boden am widerstandsfähigsten ist, bei dem der Meridian dem betreffenden Ellipsenbogen am nächsten kommt. Gestützt darauf muss das Tiefenverhältnis für die Bodenberechnung massgebend sein; zudem ist auf das Krümmungsverhältnis des Meridians Rücksicht zu nehmen, d. h. auf die Abweichung des Wertes $(r : R)_{\text{vorhanden}}$ von $(r : R)_{\max}$. Diesen Forderungen genügt die Gleichung

$$s = \frac{p\,k\,t}{K\,z}\,w \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (23)$$

Der Koeffizient w ist der von Gleichung (22). Die Hülfsgrösse t sei ihrem Wert nach so gewählt, dass für einen Boden, dessen Tiefenverhältnis $k = 2$ und halbe Weite $a = 100$ cm, bei dem das Krümmungsverhältnis $r : R$ den höchsten Wert hat ($r : R = 0{,}1910$), im Scheitel eine Membranspannung von ungefähr 700 kg/cm² vorausgesetzt wird. Dann kann man schreiben

$$s = \frac{p\,R}{1400} = \frac{p\,k\,t}{3600\,z}\;\frac{20\,\frac{r}{R} + 3}{20\,\frac{r}{R} + 1}$$

für $a = 100$ und $r : R = 0{,}1910$.

R wird nach Gl. (14), $r : R$ nach Gl. (12) berechnet; $z = 1$.

Unter dieser Voraussetzung wird $t = 165$. Nun stellt es sich durch Rechnung heraus, dass der Wert t ausserdem verhältnisgleich ist mit a, sodass $t = 1{,}65\,a : 100$. Unter dieser Bedingung weisen auch Böden mit $k > 2$ im Scheitel fast genau die nämliche Spannung auf, wie der Boden des Beispiels.

Die Gleichung, die für die Wanddicke von Korbbogen-Böden vorgeschlagen wird, lautet

$$s = 1{,}65\,\frac{p\,a\,k}{K\,z}\;\frac{20\,\frac{r}{R} + 3}{20\,\frac{r}{R} + 1} \quad (\text{cm}) \quad . \quad . \quad . \quad (24)$$

K ist die Festigkeit des Materials in kg/cm², z das übliche Festigkeitsverhältnis; es trägt der Verschwächung des Bodens durch Mannlöcher usw. Rechnung, $z \leqq 1$. a, r und R werden bis zur halben Blechdicke gemessen.

Mit diesem Aufbau der Methode für die Berechnung der Korbbogen-Böden sind wir unabsichtlich zu einer Gleichung gelangt, die den Krümmungshalbmesser der Ellipse enthält, deren Halbaxen übereinstimmen mit der halben Weite und der Tiefe des Korbbogens, denn $a\,k = a^2 : b = \varrho''$. Die Berücksichtigung der Bodentiefe bezw. des Tiefenverhältnisses führt zu diesem Ergebnis. Die Werte r und R des Koeffizienten entsprechen den wirklichen Krümmungshalbmessern, aus denen sich der Korbbogen zusammensetzt; ihr Verhältniswert $r : R$ braucht nicht der Höchstwert für den betreffenden Boden zu sein. Der Koeffizient $w = (r/R + 3) : (r/R + 1)$ *wird in den Fällen am niedrigsten, in denen $r : R$ den Höchstwert erreicht.*

Die Tragweite der Gleichung (24) soll an Hand eines Beispiels abgeschätzt werden, von Böden mit $a = 100$ cm konstant, die also in einen Zylindermantel von etwas mehr als 2 m lichte Weite eingefügt werden können. $p = 10$ at, Festigkeit des Materials $K = 3600$ kg/cm², $z = 1$. Dabei soll das Tiefenverhältnis veränderlich sein und innerhalb k auch die Gestaltung des Meridians, d. h. der Wert von $r : R$. Man erhält die Werte für $(r : R)_{\max}$ nach Gl. (12). Die Werte für die Wanddicke s dieses Beispiels sind in Abb. 12 in Ordinatenrichtung aufgetragen und ergeben die gestrichelten Linienzüge; die Abszissenaxe ist eingeteilt in Werte des Winkels α im Sinne von Abb. 1 und 3. Zu jedem beliebigen Winkel α gehört ein bestimmter Meridian, entsprechend den Ausführungen von Abschnitt I. Zu den umkreisten Punkten gehören Meridiane, bei denen das Krümmungsverhältnis $r : R$ den Höchstwert annimmt, entsprechend der Stellung M_1F des Vektors in Abb. 1 oder den Scheitelwerten der Bögen in Abb. 3. Links und rechts der umkreisten Punkte (Abb. 12) steigen die gestrichelten Bögen, beide Aeste sind symmetrisch zur Ordinate durch den umkreisten Punkt, entsprechend den Verhältnissen der

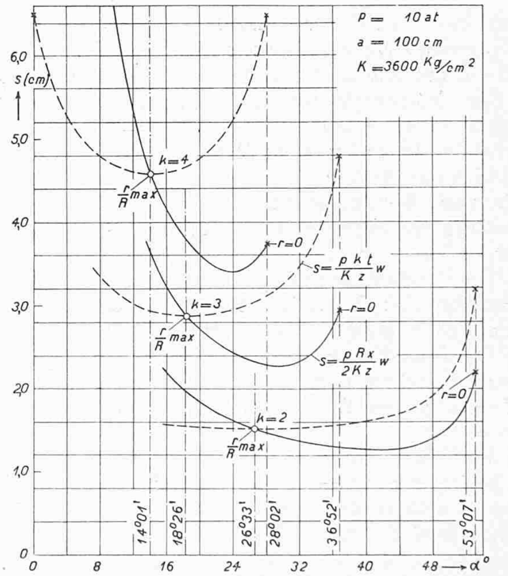

Abb. 12. Bodenstärke s für Böden mit der konstanten Weite $2a = 200$ cm, jedoch ungleichem Tiefenverhältnis ($k = 2$, 3 und 4), in Funktion von α, gestrichelt nach Gleichung (23), ausgezogen nach Gleichung (26).

Abb. 3. Das heisst: *der Boden mit dem günstigsten Meridian erhält die geringste Dicke;* diese wächst für Böden der nämlichen Weite und Tiefe, sobald sich das Krümmungsverhältnis verschlechtert. Für die Anwendung fallen bloss Böden entsprechend den Aesten rechts von den umkreisten Punkten in Betracht. Die mit Kreuz bezeichneten sind Böden ohne Krempe ($r = 0$), entsprechend der Stellung $M_2 A$ des Vektors von Abb. 1 oder den Endpunkten rechts von Abb. 3.

c. Die Berechnung des Korbbogen-Bodens auf Grund der Spannungen in der Kugelwand.

Der erste Vorschlag stösst, wenigstens so wie die Dinge heute liegen, auf eine Schwierigkeit, die in der genauen Kenntnis des Tiefenverhältnisses k liegt. Die Bodentiefe b ist meistens nicht bekannt; sie kann zwar aus den allgemeinen Gleichungen (1) bis (3) berechnet werden, aber nur umständlich. Es soll daher auch der Versuch gemacht werden, den Korbbogen-Boden nach bisherigen Gesichtspunkten zu berechnen, d. h. als Wand einer Hohlkugel, auf Grund der Membranspannung, obwohl diese Auffassung nur für den Halbkugel-Boden zutrifft und zu Trugschlüssen führt, wenn die Bodentiefe ab- oder der Wölbungshalbmesser zunimmt (z. B. würde gemäss Gleichung $\sigma = pR : 2s$ die Spannung $\sigma = \infty$ für $R = \infty$, in Abweichung von der Wirklichkeit). Die Membranspannung wird mit Gleichung (20) ermittelt; die in Wirklichkeit auftretende höhere Beanspruchung wollen wir durch Vervielfachung mit einem Koeffizienten w berücksichtigen gemäss folgender Gleichung

$$s = \frac{pR}{2\sigma} w \quad \text{(cm)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (25)$$

σ kann ersetzt werden durch $K : x$; ausserdem wird das bekannte Festigkeitsverhältnis z eingeführt bei geschwächter Wand. Dann lautet die Gleichung

$$s = \frac{pRx}{2Kz} w = \frac{pRx}{2Kz} \frac{20\frac{r}{R} + 3}{20\frac{r}{R} + 1} \quad \text{(cm)} . \quad (26)$$

für x sei der Wert 4,25 vorgeschlagen, für z bei Vollböden 1. Das Krümmungsverhältnis $r : R$ ist das an dem betreffenden Boden vorhandene und braucht nicht das maximale zu sein.

Zur Erörterung von Gleichung (26) benützen wir das frühere Beispiel eines Bodens mit $a = 100$ cm und veränderlichen Werten von $r : R$ bezw. veränderlichem Meridian bei nämlichem k. Die ausgezogenen Bögen von Abbildung 12 sind auf die Bodendicke, die mit Gleichung (26) berechnet ist, anwendbar. Es zeigt sich

a) Die Bodendicke nimmt ab rechts von den Punkten $(r : R)_{max}$, obwohl sich das Krümmungsverhältnis $r : R$ verschlechtert;

b) Die Bodendicke erreicht einen Mindestwert zwischen dem umkreisten Punkt ($r : R =$ Höchstwert) und dem angekreuzten ($r = 0$).

c) Für Werte von $k > 3$ ist die Bodendicke geringer mit $r = 0$ als mit $(r : R)_{max}$.

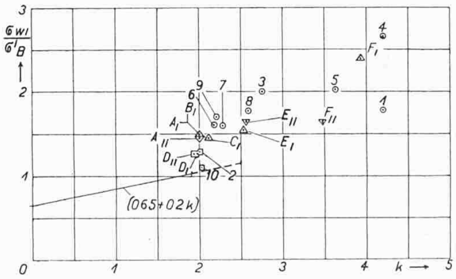

Abb. 13. Werte des Koeffizienten w in Funktion des Tiefenverhältnisses k; Viereckpunkte: elliptisch geformte Böden; Zahlen: Zürcher Versuche; Buchstaben: Düsseldorfer Versuche.

Die Abnahme der Wanddicke beruht darauf, dass R, die massgebende Grösse für die Ermittelung der Membranspannung der Kugel, mit wachsendem Winkel α abnimmt. Wird in Gleichung (26) für R die Gleichung (8) und für $r : R$ die Gleichung (9) berücksichtigt, so können durch Differentiation nach α die Extrema für Gleichung (26) mathematisch ermittelt werden. Wir begnügen uns jedoch mit dem obigen Beispiel, d. h. mit der Darstellung gemäss Abbildung 12. Wir stellen fest, dass, wenn die Bodenberechnung auf den Wölbungshalbmesser abstellt, wie dies früher gemäss der Formel (Hamburger Normen) $s = pR : 2\sigma$ allgemein geschah, die Wandstärke um so dünner wird, desto geringer das Verhältnis $r : R$, desto kleiner also auch der Krempenhalbmesser ist, denn dieser nimmt noch rascher ab als R. Möge der vom Verfasser vorgeschlagene Koeffizient w gemäss Gleichung (22) auch durch einen andern ersetzt werden, so wird sich dieser *grundsätzliche Mangel der Kugelgleichung*, d. h. des ersten Teils von Gleichung (26), nicht beheben lassen.

Gleichung (24) ist vor Gleichung (26) vorzuziehen, denn es erscheint nicht folgerichtig, dass Böden, deren Verhältnis $r : R$ unter dem Höchstwert liegt, in der Wanddicke geringer bemessen werden als solche mit der günstigsten äussern Form. *Der Boden muss als ganzes aufgefasst werden.* Dies muss dazu führen, von der frühern Methode, den Boden als ein Stück Kugelwand zu betrachten, abzugehen. Für die Zulässigkeit der Gleichung (24) könnte der zulässige Wert von $r : R$ nach unten begrenzt werden, z. B. auf 0,04; jedenfalls sollte dieses Verhältnis den Wert 0,02 unter keinen Umständen unterschreiten.

d. Elliptisch geformte Böden.

Wenn man schon für den Korbbogen-Boden von der Scheitel-Krümmung des gleich tiefen elliptischen Bodens ausgeht, so ist diese Rechnungsweise erst recht für den elliptisch geformten angebracht. Die Gleichung zur Berechnung der Dicke des elliptischen Bodens lautet in Anlehnung an Gleichung (24)

$$s = 1{,}55 \frac{pak}{Kz} \frac{20/k^3 + 2{,}5}{20/k^3 + 1} \quad \text{(cm)} . \quad . \quad . \quad (27)$$

Dabei wird der elliptische Boden etwas dünner, als der entsprechende Korbbogen-Boden, da der elliptische Meridian für den Spannungsverlauf etwas günstiger ist als der korbbogenförmige.

Heute werden nur elliptische Böden mit $k = 2$ hergestellt; für diese kann Gl. (27) noch etwas vereinfacht werden. Gl. (23), auf den elliptischen Boden angewandt, lautet

$$s = \frac{pkv}{Kz} e \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (28)$$

Zeichnet man $\sigma_{W_I} : \sigma'_B$ in Abhängigkeit von k auf, so erhält man Abbildung 13. Auch hier liegen die Werte für die elliptischen Böden unter denen der Korbbogen-Böden. Zur Bestimmung von e erhält man die einfache Gleichung

$$e = 0{,}65 + 0{,}2k \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (29)$$

sodass die Gleichung zur Berechnung elliptischer Böden (gültig für $1{,}9 < k < 2{,}5$) lautet

$$s = 2{,}1 \frac{pak}{Kz} (0{,}65 + 0{,}2k) \quad . \quad . \quad . \quad (30)$$

Gl. (30) ergibt etwas dünnere Böden als Gl. (24) für Korbbogen-Böden mit gleichen Werten von k und $(r : R)_{max}$.

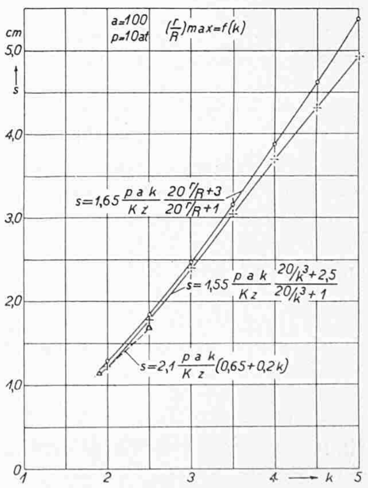

Abb. 14. Wandstärke s eines Bodens gemäss Gleichungen (24), (27) und (30), in Funktion von k.

Auch hier werden a, b, r und R bis zur halben Wanddicke gemessen.

Die Wandstärke, berechnet nach Gl. (24) für den Korbbogenboden, ist in Abb. 14 für $a = 100$ cm, $p = 10$ at, in Vergleich gestellt mit der von Ellipsen-Böden, berechnet nach Gl. (27) und (30), in Funktion von k.

e. Halbkugel-Böden.

Halbkugel-Böden könnten berechnet werden gemäss

$$s = 1{,}1 \frac{pRx}{2Kz} \sim 2{,}35 \frac{pR}{Kz} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (31)$$

IV. DIE FORM GEWÖLBTER BÖDEN.

Die Hütten- und Walzwerke sind im Begriff, die Gesenke zur Herstellung der Böden hinsichtlich ihrer Form den neuern Anschauungen bezw. Vorschriften anzupassen. Korbbogen- und Ellipsen-Böden genügen nach der Ueberzeugung des Verfassers reichlich den Ansprüchen der Sicherheit, wenn ihre Tiefe einem $k = 2,5$ oder Verhältnis $h : D = 0,2$ entspricht. Die Böden erhalten dann angenähert die Dicke des Zylindermantels, den sie abzuschliessen bestimmt sind. Ein solches Dickenverhältnis hat sich bewährt. Die Herstellung eines Bodens mit $k = 2,5$ ist leichter als mit $k = 2$, der Boden wird billiger, seine Ausladung geringer.

Ist man über die Tiefe der Böden im klaren, so wird man bei Korbbogen-Böden den kleinen und den grossen Krümmungshalbmesser nicht mehr durch Probieren, im übrigen nach einem beliebigen Verhältnis ermitteln. Es ist dringend nötig, einem Korbbogen nur *eine* Form zu geben, die zweckmässigste (siehe Gleichungen 12, 13 und 14). Erst wenn die Böden nach diesen Gesichtspunkten genormt sind, wird die Angelegenheit befriedigend vereinfacht sein.

[Anschliessend an die Ausführungen von Oberingenieur E. Höhn, die im Jahresbericht 1926 des Schweizer. Vereins von Dampfkessel-Besitzern ausführlicher wiedergegeben sind, befasst sich Dr. A. Huggenberger, im gleichen Bericht, mit der *analytischen* Untersuchung des Formänderungs- und Spannungszustandes der zylindrischen Kesseltrommel mit vollen, gewölbten Böden. Ein kurzer Auszug dieser Arbeit, nebst Betrachtungen über die wirtschaftlichste und günstigste Form des vollen gewölbten Kesselbodens, wird folgen. Red.]

Die Zukunft der Architektenschule an der E.T.H.

Durch den Rücktritt Prof. Karl Mosers von seinem Lehramt an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich sieht sich diese, zur Erziehung der künftigen Architektengeneration berufene Anstalt vor aussergewöhnlich schwerwiegende Entschlüsse gestellt. Man wird den Gründen, die Prof. Moser zum Rücktritt veranlassen — dem Bedürfnis nämlich, sich in voller, von amtlichen Verpflichtungen unbeschwerter Freiheit der privaten Bautätigkeit zu widmen — Verständnis entgegenbringen, und dennoch bedauern, dass dieser Rücktritt in einem Augenblick erfolgt, wo eine feste und zielbewusste Leitung der Architektenschule nötiger wäre als je. Für den oberflächlichen Betrachter scheint sich ja die ganze Architektur in einer schweren Krisis zu befinden. Alte und neue Bestrebungen bekämpfen sich, und so ist die Gefahr gross, dass nach bekanntem demokratischem Verfahren Kompromisse gesucht werden, und dass man nach „vermittelnden" Persönlichkeiten Umschau hält, nach Jenen, die zwar voll und ganz auf dem Boden einer bestimmten Richtung stehen, aber zugleich voll und ganz Verständnis für die andere zeigen. Auf diese Gefahr, die den Ruin einer jeden Architektenschule bedeuten müsste, sei darum gleich am Anfang hingewiesen, bevor noch irgend welche Namen in die Diskussion getragen werden.

In Wirklichkeit liegt der Fall ja nicht so, dass als gleichberechtigte Strömungen „Historisierende Architektur" und „Moderne Architektur" nebeneinander herlaufen, und jeweils gleichzeitig vertreten sein müssten, etwa wie es an Universitäten katholische und protestantische Lehrstühle für Geschichte und Philosophie, oder orthodoxe und liberale Theologie-Professuren gibt. Auf rein geistigem Gebiet ist derartiges nötig und fruchtbar; der Schüler soll gerade lernen, eine Sache von verschiedenen Standpunkten zu sehen, und in diesem Sinn ist es ja schliesslich auch für den Architekturstudenten förderlich, wenn er sich mit andern Gedankengängen als denen seines Lehrers befasst. Nur spielt diese, aus der Betrachtung gegensätzlicher Standpunkte hervorgehende Uebersicht für den Architekten nicht die gleiche wichtige Rolle wie für einen Studenten der Geisteswissenschaften. Aufgabe einer Technischen Hochschule ist es vielmehr, den Schüler für eigene praktische Tätigkeit zu erziehen, und für diese ist das Vorbild und die eindeutige Stellungnahme des Lehrers, seine überzeugte und klare Grundanschauung von höchster Wichtigkeit. Tatsächlich handelt es sich ja auch nicht um zwei gleichberechtigte Richtungen. Der Historizismus hat längst darauf verzichtet, sich in freier Diskussion öffentlich zu rechtfertigen; seine Vertreter fühlen selber, dass die Zeit über sie zur Tagesordnung übergegangen ist, und wo er sich noch äussert, wird er nicht nur von den ausgesprochen modern Gesinnten mit guten Gründen ad absurdum geführt, sondern auch bereits von der Grosszahl der Gebildeten abgelehnt. Wenn aber irgendwo moderne Architektur angegriffen wird, so geschieht das aus blosser Abneigung oder Angst vor dem Neuen, aus negativen Gefühlen also, ohne dass die Angreifer selber auf dem sicheren Boden einer eigenen Ueberzeugung stünden: fragt man, was sie denn besseres wüssten, so kommen sie in Verlegenheit. Das, worum gekämpft wird, und worüber zu streiten sich lohnt, sind die verschiedenen Ideen innerhalb der modernen Bestrebungen, und die klassizistischen Geister hausen höchstens noch in den öden Gängen mangelhaft gelüfteter Hochschulen, wo sie nicht aus innerer Lebenskraft, sondern nur aus Gewohnheit, wo nicht gar durch Protektionswirtschaft noch ein schattenhaftes Dasein fristen. Die Schule hat zwar durch die vor kurzem erfolgte Neubesetzung der Lehrstühle für technische Baukonstruktionen und Mathematik wertvolle Verjüngung und tüchtigen Unterbau erhalten, dessen Möglichkeiten aber erst dann zur Auswirkung kommen können, wenn auch auf dem eigentlichen Zentralgebiet, der Architektur, eine Persönlichkeit von entsprechendem Ausmass und Charakter die Richtung weist.

Es wird nicht leicht sein, eine Kraft zu finden, die zugleich die nötige praktische Erfahrung besitzt und die pädagogisch ebenso nötige Fähigkeit, ihre Ansichten klar zu machen und den Schülern zu vermitteln; und doch wäre der Schule weder mit einem blossen Routinier, noch mit einem einseitigen Theoretiker gedient. Vielleicht wird man allfällige Einseitigkeiten eines Dozenten durch Lehraufträge an Andere kompensieren können, und jedenfalls dürfen Landesgrenzen und verwandte kleinliche Rücksichten keine Rolle spielen, wo es darauf ankommt, an eine Hochschule von internationalem Ruf die Schule für Architekten neu zu bestellen, zu einer Zeit, wo Architektur nach langer Vernachlässigung wieder im Brennpunkt des Interesses steht, und als eine der wichtigsten, in gemeinsamer Arbeit zu lösenden Aufgaben Europas erkannt wird.

Mitteilungen.

Verstärkung einer Brücke mittels elektrischer Schweissung. Die Eisenbahnbrücke der Chicago Great Western Railway über den Missouri bei Leavenworth (Kansas), die den derzeitigen Lokomotiv-Achsdrücken nicht mehr gewachsen war, ist vor kurzem einer Verstärkung unterzogen worden, die insofern bemerkenswert ist, als dabei, wohl erstmalig in so grossem Umfang, die elektrische Schweissung zur Anwendung gekommen ist. Die betreffende Brücke weist zwei feste Ueberbauten von 100,6 m Spannweite und eine 134 m lange Drehbrücke auf. Nach „Eng. News Record" vom 4. August 1927 (vergl. auch „Die Bautechnik" vom 10. Februar 1928) geschah die Verstärkung der Obergurte der festen Ueberbauten durch Aufschweissen von Decklaschen auf die vorhandene obere Platte zwischen den Nietreihen der Gurtwinkel. In der Mitte dieser Platten sind in je rd. 30 cm Abstand Löcher von 2,4 cm Durchmesser ausgespart, um auch eine Schweissung in der Mitte zu ermöglichen. Die 6,10 m weit gespannten Querträger sind oben und unten durch 3,7 m lange Decklaschen verstärkt, die nur an ihren Enden durchgehend sind, dazwischen jedoch nur in 10 bis 15 cm Abstand auf je rd. 4 cm Länge angeschweisst sind. Die 9,14 m weit gespannten Längsträger schliesslich sind durch eine aufgeschweisste Untergurt-Decklasche und, um ein Abnehmen der Fahrbahntafel möglichst zu vermeiden, durch Aufnieten eines zweiten Winkelpaares kurz unterhalb der vorhandenen obern Winkel verstärkt. Bei den mit