Beitrag zur Statik der Führungsgerüste von Gasbehältern

Autor(en): **Löhle, K.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **61/62 (1913)**

Heft 23

PDF erstellt am: **28.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-30823

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

neben ihren deutschen Mitstreitern gefallenen 22 000 Russen geweiht ist, wird das künftige Stadtbild der Südost-Vorstadt in vorteilhafter Weise beleben und bereichern.

Noch seien zwei Worte beigefügt über den *Park* zwischen Ringstrasse und Völkerschlacht-Denkmal (Abbildung 3). Eine Anregung des Stadterweiterungsamts vom Februar 1911 hat inzwischen zu dem Stadion-Projekt von Bruno Schmitz geführt, das vom Rat der Stadt Leipzig und den Stadtverordneten genehmigt wurde. Der Teil zwischen Ringstrasse und dem Einschnitt der Leipzig-Hofer Verbindungsbahn ist noch nicht endgültig festgelegt, doch soll er im Sinne der hier dargestellten Bilder erfolgen. Immerhin ist hier die Haupt-Queraxe, parallel zum Bahneinschnitt, mit dem Portikusbau der Ausstellung an der Reitzenhainerstrasse und der zum ständigen Ausstellungsbau bestimmten „Betonhalle" von Wilh. Kreis schon festgelegt. Bezüglich der endgültigen Bearbeitung des Gesamtentwurfs äussert sich der schon erwähnte Bericht des Stadterweiterungsamtes vom 20. Oktober d. J. wie folgt:

„Natürlich kann trotz der günstigen Vorbedingungen ein ästhetisch vollkommener und einheitlich durchgebildeter Stadtteil nur dann geschaffen werden, wenn das Stadterweiterungsamt die Befugnis erhält, den ganzen Bauorganismus auch räumlich zu erfassen und bis zum Strassenmobiliar herab gestalten zu helfen. Dabei denken wir nicht im Entferntesten daran, in praktischer oder technischer Beziehung in die Befugnis anderer Verwaltungsabteilungen eingreifen zu wollen. Bei der Vielgestaltigkeit der vorliegenden Aufgabe sind aber stets die verschiedensten Lösungen möglich, die alle praktisch und technisch richtig sind. Um nun in jedem Falle die Lösung herauszufinden, die auch künstlerisch befriedigt, ist die stete Mitwirkung des Stadterweiterungsamtes als künstlerische Instanz notwendig."

Wir schliessen mit dem Wunsche, die dazu berufene Behörde möge die Einsicht haben, ihrem Stadtbauinspektor das Vertrauen und die Befugnis zu schenken, deren er bedarf, um das schön begonnene und in seinen zwei Hauptrichtlinien bereits festgelegte Werk zu vollenden; nach allem, was wir von ihm gesehen und gelesen haben, scheint er dessen würdig zu sein. Es sei in diesem Zusammenhang, auch im Gedanken an kleinere Bebauungsplanfragen in unserm Lande, an das Wort Rudolf Diesels erinnert: *Die Macht der Idee hat nur in der Seele des Urhebers ihre ganze Stosskraft, nur dieser hat das heilige Feuer zu ihrer Durchführung!* (Schluss folgt.)

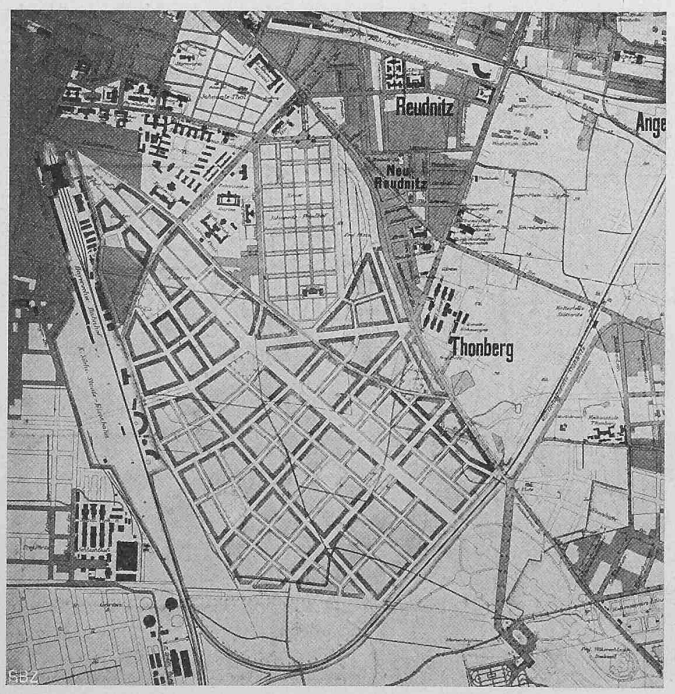


Abb. 8. Bebauungsplan Nr. 45 in Leipzig, früherer Entwurf von 1899.

Beitrag zur Statik der Führungsgerüste von Gasbehältern.

In der Konstruktion der Gasbehälter hat sich während der letzten Jahrzehnte, trotzdem man zur Ausführung von Behältern mit sehr grossen Abmessungen gekommen ist, grundsätzlich wenig geändert. Fortschritte sind nur in ganz geringer Zahl zu verzeichnen. Als wesentlichster dürften die *Tangentialführung* von Müller-Breslau und das *Wölbbecken* zu nennen sein. Auch in theoretischer Beziehung ist wenig Neues zu verzeichnen. Die grossen Behälter werden nach den gleichen, meist unrichtigen Verfahren berechnet wie die kleinen. Dies hat derartige Fehler in der Konstruktion zur Folge, dass die Wahrscheinlichkeit des Eintrittes gefährlicher Beanspruchungen mit den Behälterabmessungen zunimmt. Die gröbsten Fehler werden anscheinend bei der Berechnung der Führungsgerüste gemacht, obschon die richtigen theoretischen Grundlagen schon lange bekannt sind. Am gefährlichsten ist bei grossen Behältern jedenfalls die Vernachlässigung der Zugkräfte in den Ständern der Führungsgerüste, die durch Winddruck erzeugt werden. Bei hohen, radial geführten Behältern können diese Zugkräfte so gross werden, dass die Standfestigkeit der Gerüste gefährdet werden kann. Nachstehend soll der Beweis für diese Behauptung erbracht und sollen die Verhältnisse der Tangentialführung in Vergleich gezogen werden.

A. Die Radialführung.

Ein Gerüst für Radialführung sei durch die Abb. 1 und 2 in Ansicht und Grundriss dargestellt, wobei vorausgesetzt ist, dass es unabhängig von der Beckenwand bis zu den Fundamenten hinuntergeführt ist. Wir nehmen sodann an, dass bei dem zu untersuchenden Falle des vollständig ausgezogenen Behälters der ganze, auf die Teleskopierungen und auf die Glocke wirkende Winddruck auf das Führungsgerüst übertragen werde. Die Anzahl der Führungsständer sei n; sie mögen bezeichnet werden mit den Buchstaben AA, BB, CC, . . . Die in horizontalen Ebenen liegenden Ringstabpolygone seien 1, 2, . . k . . Die von den Ständern und den Ringstäben gebildeten Rechtecke enthalten Diagonalkreuze. Die Diagonalen sind ihrer grossen Länge wegen in der Regel nur auf Zug widerstandsfähig konstruiert. Die Ständer müssen Rollendrücke, welche an ihnen zwischen den Knotenpunkten angreifen, auf die letzteren übertragen. Sie müssen also biegungsfest sein in vertikalen Ebenen, die durch die Behälteraxe gehen. Der Ständer AA bildet mit dem Ständer BB und den dazwischen liegenden Ringstäben und Diagonalen das ebene Fachwerk $AA\ BB$, das in den Fusspunkten der Ständer festgelagert ist. Ferner bildet der Ständer BB mit dem Ständer CC und den dazwischen liegenden Füllungsgliedern das ebene Fachwerk $BB\ CC$. Der Ständer BB ist beiden Fachwerken gemeinsam. In gleicher Weise ist der Ständer CC den Fachwerken $BB\ CC$ und $CC\ DD$ gemeinsam. Wirkt nun in der horizontalen Ebene des Ringes k auf den Ständer CC eine beliebig gerichtete Kraft P und zerlegt man diese Kraft (Abb. 3) nach den Richtungen CB und CD der Abb. 2 in zwei Komponenten P_{cb} und P_{cd}, so sind diese beiden Komponenten diejenigen Kräfte, welche die beiden Fachwerke $BB\ CC$ und $CC\ DD$ beanspruchen. Die Berechnung der von P erzeugten Stabkräfte ist somit zurückgeführt auf die Ermittlung der Stabkräfte in den beiden genannten ebenen Fachwerken, wobei aber zu beachten ist, dass der Stabzug CC beiden Fachwerken gemeinsam ist und deshalb die Spannung in irgend einem Stabe in CC gleich ist der Summe der Spannungen, die sich aus den beiden Fachwerken ergeben.

Wirkt statt der Kraft P ein Rollendruck $R_{c,k}$ in radialer Richtung auf den Ständer CC, so werden seine Komponenten (Abb. 4)

$$R_{cb,k} = R_{cd,k} = \frac{R_{c,k}}{2 \sin \frac{\gamma}{2}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

wenn γ den einem Felde des Führungsgerüstes zugehörigen Zentriwinkel bedeutet. Bei grossen Behältern ist die Felderzahl des Gerüstes gross, γ also klein; es werden daher selbst bei kleinen Rollendrücken die in den ebenen Fachwerken wirkenden Komponenten gross werden.

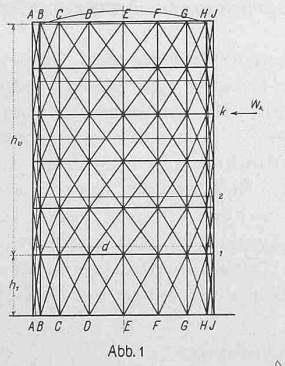
Es gibt nun für jede Windrichtung zwei Gerüstfelder, bei welchen nur auf den einen Ständer Rollendrücke wirken, auf den zweiten Ständer dagegen keine mehr. Ein solches Gerüstfeld zeigt dann die Belastungsverhältnisse der Abb. 5, wenn angenommen ist, dass die letzten Rollendrücke auf den Ständer DD wirken.

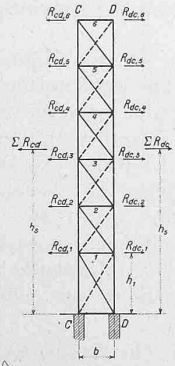
An jedem Knotenpunkt des Ständers DD greift eine Rollendruckkomponente R_{de} an. Die nach links steigenden Diagonalen werden dann gezogen, die nach rechts steigenden werden für diesen Belastungsfall gewöhnlich als spannungslos angenommen.

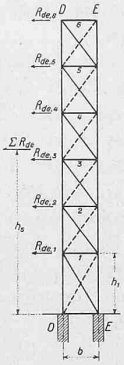
Fasst man die Kräfte R_{de} zu einer resultierenden ΣR_{de} zusammen, so ergibt sich für die Zugkraft $S_{e,1}$ im untersten Stab des Ständers EE der einfache Ausdruck

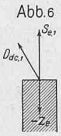
$$S_{e,1} = \frac{h_s - h_1}{b} \Sigma R_{de} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

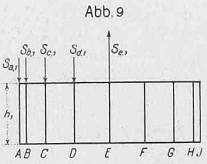
wenn h_s, h_1 und b die in Abb. 5 angegebene Bedeutung haben.

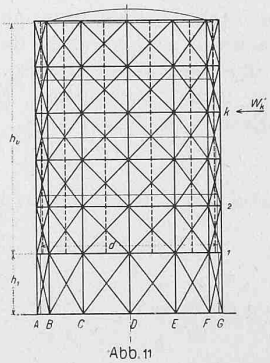

Abb. 1

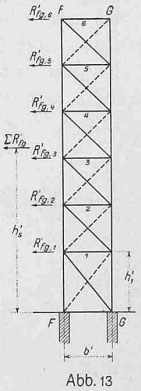

Abb. 8

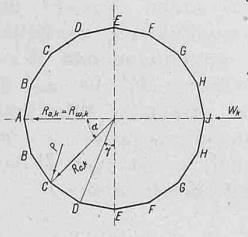

Abb. 5

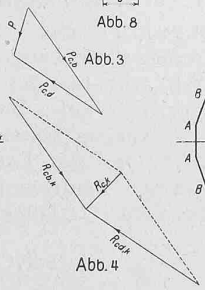

Abb. 6

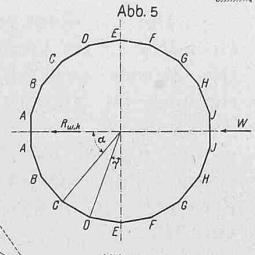

Abb. 9

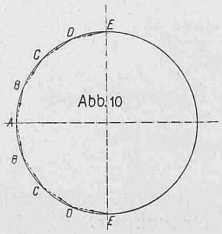

Abb. 11

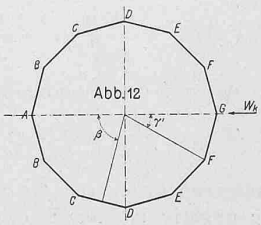

Abb. 13


Abb. 2


Abb. 4


Abb. 7


Abb. 10


Abb. 12

Die auf das Fundament des Ständers EE senkrecht nach oben wirkende Zugkraft Z_e setzt sich zusammen aus $S_{e,1}$ und der Vertikalkomponente der Strebenkraft $D_{de,1}$ (Abbildung 6). Der Wert dieser Vertikalkomponente ist $\frac{h_1}{b} \Sigma R_{de}$, also wird

$$Z_e = \frac{h_s}{b} \Sigma R_{de} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

Gleichung (3) ergibt sich auch direkt, wenn man für den Punkt D der Abbildung 5 die Momentengleichung aufstellt. Die Werte $R_{d,e}$ sind abhängig von der Art und Weise, wie sich der Winddruck auf die Ständer verteilt. Eine der am häufigsten gemachten Annahmen, die mit der Wirklichkeit gut übereinstimmen wird, ist folgende.

Sei $R_{c,k}$ der Rollendruck, der in der Ringzone k auf den Ständer C wirkt, so wird angenommen, dass die Beziehung gelte

$$R_{c,k} = R_{w,k} \cos \alpha \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

Es bedeutet α den Winkel, den $R_{c,k}$ mit der Windrichtung einschliesst. $R_{w,k}$ ist gleich dem auf den Ständer AA wirkenden Rollendruck $R_{a,k}$, wenn, wie in Abbildung 3 angenommen, die Ständerzahl n durch 4 teilbar ist, dagegen nur eine gedachte Kraft, wenn n nur durch 2 teilbar ist, wie in Abbildung 7 vorausgesetzt ist.

Aus Gleichung (4) ergibt sich, dass diejenigen Ständer, für welche α ein rechter Winkel ist, keine Rollendrücke mehr auszuhalten haben. In den Abbildungen 2 und 7 sind das die Ständer EE. Die Projektion von $R_{c,k}$ auf die Windrichtung hat den Wert

$$R_{c,k} \cos \alpha = R_{w,k} \cos^2 \alpha$$

Die in der Ringzone k liegenden Rollendrücke nehmen nun einen Teil W_k des gesamten auf die Glocken und die Teleskopierungen wirkenden Winddruckes W auf. Es ergeben sich dann folgende Gleichgewichtsbedingungen:

Wenn die Ständerzahl n durch 4 teilbar ist (Abbildung 2), wird

$$R_{w,k} + 2 R_{w,k} \cos^2 \gamma + 2 R_{w,k} \cos^2 (2\gamma) + \\ + 2 R_{w,k} \cos^2 \left(\frac{\pi}{2} - \gamma\right) = W_k \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

Ist dagegen n nur durch 2 teilbar (Abbildung 7), so ist

$$2 R_{w,k} \cos^2 \frac{\gamma}{2} + 2 R_{w,k} \cos^2 \frac{3\gamma}{2} + \\ + 2 R_{w,k} \cos^2 \left(\frac{\pi}{2} - \gamma\right) = W_k \quad . \quad . \quad . \quad (5a)$$

In beiden Fällen ergibt sich

$$R_{w,k} = \frac{4 W_k}{n} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

Nun ist

$$R_{d,k} = R_{w,k} \cos \left(\frac{\pi}{2} - \gamma\right) = R_{w,k} \sin \gamma$$

oder, mit Benützung der Gleichung (6)

$$R_{d,k} = \frac{4 W_k}{n} \sin \gamma$$

Nach Gleichung (1) ist

$$R_{de,k} = \frac{R_{d,k}}{2 \sin \frac{\gamma}{2}}$$

und, wenn man den Wert von $R_{d,k}$ einsetzt

$$R_{de,k} = \frac{4 W_k}{n} \frac{\sin \gamma}{2 \sin \frac{\gamma}{2}}$$

oder

$$R_{de,k} = \frac{4 W_k}{n} \cos \frac{\gamma}{2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

Wenn n mindestens gleich 12 ist, eine Bedingung, die bei grossen Behältern immer erfüllt ist, so kann mit genügender Genauigkeit

$$\cos \frac{\gamma}{2} = 1$$

gesetzt werden, sodass

$$R_{de,k} = \frac{4 W_k}{n} \text{ wird} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8)$$

Der gesamte, auf die Glocke und die Teleskopierungen wirkende Winddruck W wirke in der Höhe h_s über Ständerfuss. Dann erhalten wir, da

$$\Sigma R_{de} = \frac{4\,W}{n}$$

folgende Ausdrücke

$$S_{e,1} = \frac{4\,(h_s - h_1)}{n\,b}\,W. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9)$$

und

$$Z_e = \frac{4\,h_s}{n\,b}\,W. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (10)$$

Da, wenn h_s und h_1 sich nicht ändern, das Verhältnis $\frac{W}{n\,b}$ nahezu konstant bleibt, ergibt sich, *dass die grösste Zugspannung im Ständer und die grösste Zugkraft auf das Ständerfundament unabhängig sind von der Anzahl der Ständer und vom Durchmesser des Behälters.*

Das erste Ringpolygon befindet sich nun immer in der Höhe des oberen Beckenrandes. Die Windkraft W nimmt also linear zu mit $h_s - h_1$ oder mit der Höhe des nutzbaren Behältervolumens. Infolgedessen *wächst die grösste Zugspannung im Ständer proportional mit dem Quadrat der Höhe des nutzbaren Behältervolumens.*

Die beiden Ständer EE sind die einzigen, die auf Zug beansprucht sind. Schon die Ständer DD bekommen im untersten Stab Druckspannungen. Es lässt sich dies durch den Nachweis zeigen, dass der Ständer DD auf sein Fundament eine Druckkraft ausübt. Diese Kraft Z_d setzt sich aus zwei Teilen zusammen. Das Fachwerk $DDEE$ liefert eine Kraft von der Grösse

$$-\frac{h_s}{b}\,\Sigma R_{de}$$

Aus dem Fachwerk $CCDD$ ergibt sich

$$+\frac{h_s}{b}\,\Sigma R_{cd} - \frac{h_s}{b}\,\Sigma R_{dc}$$

Nun ist

$$\Sigma R_{dc} = \Sigma R_{dc} = \frac{\Sigma R_d}{2 \sin\frac{\gamma}{2}} = \frac{\Sigma R_w \sin\gamma}{2 \sin\frac{\gamma}{2}}$$

und

$$\Sigma R_{cd} = \frac{\Sigma R_e}{2 \sin\frac{\gamma}{2}} = \frac{\Sigma R_w \sin(2\gamma)}{2 \sin\frac{\gamma}{2}}$$

Es wird also die auf das Fundament wirkende Kraft

$$Z_d = \frac{h_s\,\Sigma R_w}{2\,b \sin\frac{\gamma}{2}}\left[\sin(2\gamma) - 2\sin\gamma\right]$$

Da der Klammerausdruck für die in Betracht kommenden Werte von γ negativ ist, ist Z_d eine Druckkraft.

Aus der Tatsache, dass nur die beiden Ständer EE auf Zug, die Ständer AA bis DD dagegen auf Druck beansprucht sind, lässt sich schon der Schluss ziehen, dass die Zugkräfte $S_{e,1}$ und Z_e grosse Werte erreichen. Es lässt sich dies auch direkt an Zahlenwerten zeigen, die wir auf folgende einfache Art erhalten.

Sei die Höhe des Beckens gleich h_1, sei ferner h_v der Abstand des oberen Glockenrandes vom oberen Beckenrand, also gleich der Höhe des nutzbaren Behältervolumens und d der Durchmesser der unteren Teleskopierung. Mit genügender Genauigkeit kann nun angenommen werden, die Windkraft W greife in $\frac{h_v}{2}$ über dem Beckenrand an, sodass

$$h_s - h_1 = \frac{h_v}{2}$$

gesetzt werden kann.

Es ist ferner, wenn w den Winddruck für die Flächeneinheit bezeichnet, annäherungsweise

$$W = c\,h_v\,d\,w$$

In diesem Ausdruck ist der Einfluss des Windes auf die Glockendecke vernachlässigt, dafür aber keine Rücksicht darauf genommen, dass der Durchmesser der Teleskopierungen und der Glocke um ein Geringes kleiner sind als d. Die Konstante c muss wegen der zylindrischen Form eingeführt werden. Ihr Wert wird auf Grund theoretischer Ueberlegungen meistens zu 2/3 angenommen. Wir gestatten uns ferner, den Wert nb durch den etwas kleineren πd zu ersetzen. So erhalten wir schliesslich folgende einfachen Ausdrücke:

$$S_{e,1} = 0{,}4\,h_v^2\,w \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (11)$$

$$Z_e = 0{,}4\,h_v\,(h_v + 2\,h_1)\,w \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (12)$$

Nach den „Normalbedingungen“ ist für einen Behälter von 50 000 m^3 Nutzinhalt

$$h_v = 25\,m \text{ und } h_1 = 8{,}4\,m.$$

Für ein $w = 150\ kg/m^2$ wird dann

$$S_{e,1} = 38\,t,\ Z_e = 63\,t \text{ und } W = 121\,t.$$

Bei einem Behälter von 150 000 m^3 Nutzinhalt ist

$$h_v = 50\,m \text{ und } h_1 = 13\,m.$$

Es ergibt sich dann

$$S_{e,1} = 150\,t,\ Z_e = 228\,t$$

und

$$W = 310\,t.$$

Man sieht, die Zugkräfte nehmen ganz bedeutende Werte an.

Die Ständer werden nun in der Regel bei eisernen Becken an die Beckenwand angenietet. Dann wirken auf die letzteren die Kräfte $S_{a,1}\ S_{b,1} \ldots S_{e,1}$ vertikal und die Horizontalkomponenten der Kräfte in den unteren Streben horizontal am obern Beckenrand von A nach B, von B nach C . . . . . (Abbildungen 9 und 10).

Die Kräfte, welche wegen des *Anschlusses der Führungsständer an die Beckenwand* in dieser letzteren zusätzliche Spannungen erzeugen, haben sehr grosse Werte; es können durch sie *bedeutende Ueberbeanspruchungen hervorgerufen werden.*

Die Zugkräfte in den Führungsständern sind selbstverständlich auch bei gemauerten Becken von schädlichem Einfluss. Die Ständer werden auf die Beckenwand aufgesetzt und mit dieser verankert. Tritt nun in einem Ständer unter dem Einflusse des Winddruckes eine Zugkraft auf, so erzeugt diese im oberen Beckenrand tangentiale Zugspannungen, die so gross werden können, dass sie den Bruch herbeizuführen vermögen. Hierin liegt wohl die Erklärung für die auffallende Tatsache, dass gemauerte Becken barsten, nachdem sie schon viele Jahre im Betrieb waren.

B. Die Tangentialführung.

Die Abbildungen 11 und 12 sollen Ansicht und Grundriss eines Gerüstes für Tangentialführung darstellen. Die grösste Zugkraft tritt bei der angenommenen Windrichtung im Ständer GG auf. Bedeutet W_k' die auf die Ringzone k des Führungsgerüstes wirkende Windkraft, n' die Anzahl der Felder des Führungsgerüstes, γ' den einem Felde zugehörigen Zentriwinkel, so ist nach Müller-Breslau [1]) die in das Feld CD fallende Komponente $R'_{cd,k}$ von W_k'

$$R'_{cd,k} = \frac{2\,W_k'}{n_1} \sin\beta \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (13)$$

Die auf dem Feld FG wirkende Komponente hat den Wert

$$R'_{fg,k} = \frac{2\,W'}{n'} \sin\frac{\gamma'}{2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (13\,a)$$

Der unterste Stab des Ständers GG bekommt eine Zugspannung vom Werte

$$S'_{g,1} = 2\,\frac{h'_s - h'_1}{b'}\,\Sigma R'_{fg},$$

wenn h'_s, h'_1 und b' die in Abbildung 13 angegebene Bedeutung haben. Setzt man den Wert von R'_{fg} ein, so wird

$$S'_{g,1} = 4\,\frac{h'_s - h'_1}{b'}\,\frac{W'}{n'} \sin\frac{\gamma'}{2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (14)$$

wenn W' den gesamten, auf Teleskopierungen und Glocke wirkenden Winddruck bedeutet. Für die vertikale Zugkraft auf das Ständerfundament ergibt sich

$$Z'_g = 4\,\frac{h'_s}{b'}\,\frac{W'}{n'} \sin\frac{\gamma'}{2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (15)$$

Setzen wir die gleichen Dimensionen voraus, wie bei dem radial geführten Behälter der Abbildungen 1 und 2, so ergibt sich aus den Gleichungen (9 und 10)

$$S'_{g,1} = S_{e,1} \sin\frac{\gamma'}{2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (16)$$

und

$$Z'_g = Z_e \sin\frac{\gamma'}{2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (17)$$

[1]) Z. d. V. d. I. 1898. S. 1210.

Die grösste Zugspannung im Führungsständer und der grösste Zug auf das Ständerfundament sind um $\frac{1}{\sin \frac{\gamma'}{2}}$ *mal kleiner als bei dem Gerüst für Radialführung.* Ist beispielsweise die Ständerzahl 12, bezw. 24, so sind die Kräfte nur ungefähr gleich dem vierten, bezw. achten Teil der bei Radialführung auftretenden Werte.

Nimmt man an, dass h'_1 gleich der Beckenhöhe h_1 ist und führt man wieder die Höhe h_v des nutzbaren Behältervolumens ein, so erhält man aus den Gleichungen (14 und 15) folgende Ausdrücke:

$$S'_{g,1} = 0{,}4\, h_v^2\, w \sin \frac{\gamma'}{2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (18)$$

$$Z'_g = 0{,}4\, h_v\, (h_v + 2\, h_1)\, w \sin \frac{\gamma'}{2} \quad . \quad . \quad . \quad (19)$$

C. Schlussfolgerungen.

Bei den grossen Behältern bedingt der Wasserdruck sehr starke Wanddimensionen der Becken, sodass eine weitere Verstärkung zur Aufnahme der vom Gerüst für Radialführung erzeugten zusätzlichen Spannungen grossen Schwierigkeiten begegnen wird, ganz abgesehen davon. dass die rechnerische Ermittlung dieser Spannungen jetzt noch nicht mit genügender Genauigkeit möglich ist, Andererseits ist es mit Rücksicht auf die Kosten höchst unwahrscheinlich, dass bei hohen Behältern ausreichend bemessene Fundamente für die Führungsständer ausgeführt werden. Es darf also wohl behauptet werden, dass die reine Radialführung bei grossen Behältern nicht mehr in Betracht kommen kann.

Die Tangentialführung hat wesentlich günstigere Verhältnisse. Die Stabspannungen im Gerüst und die Beanspruchungen der Fundamente sind ganz bedeutend weniger gross als bei Radialführung, sodass die Ausführung von Fundamenten, welche die grössten Zugkräfte aufzunehmen vermögen, auch bei grossen Behälterabmessungen ohne übermässige Kosten noch möglich ist. Dagegen muss eine Voraussetzung der Theorie auch konstruktiv erfüllt werden. Die Berechnung (Gleichung 13) basiert auf der Annahme, dass die Tassenringe wie starre Scheiben wirken. Diese Bedingung ist nicht erfüllt, weshalb sich auch bisher die Tangentialführung nicht bewährt hat. Es sind nun aber Hilfskonstruktionen möglich, die sich der Voraussetzung der Berechnung mit jedem gewünschten Grad von Genauigkeit anzupassen vermögen. Ich behalte mir vor, später darüber weitere Mitteilungen zu machen.

Zürich, im November 1913. Prof. *K. Löhle.*

Elektrifizierung der Gotthardbahn.

Zu den Verhandlungen, die im Verwaltungsrat der S. B. B. am 25. November d. J. stattgefunden und deren Schlussergebnis wir auf Seite 310 kurz gemeldet haben, geht den Tagesblättern nachträglich eine „Mitteilung" der S. B. B. zu, der wir Einzelheiten entnehmen wollen, da sie sich mit dem Votum eines in der Angelegenheit besonders kompetenten Ratsmigtliedes befassen und auch auf in unserer Zeitung erschienene Artikel Bezug nehmen.

Es handelt sich um die Aussprache des Ingenieurs Herrn *W. Boveri*, Chef des Hauses Brown, Boveri & Cie. Dieser stimmt in der Frage, ob bahneigene oder private Kraftwerke zum Bezuge der elektrischen Energie gewählt werden sollen, den Darlegungen der Generaldirektion zu (wie es auch unserseits in einer Notiz auf Seite 293 der vorletzten Nummer geschehen ist); es sei vom Standpunkt der Bahn aus betrachtet richtig, die Werke selbst zu bauen und zu betreiben. Er empfiehlt dann einige grundlegende Aenderungen an den dem Verwaltungsrat vorgelegten Projekten für die einzelnen Kraftwerke der Generaldirektion zur Prüfung und wünscht ferner, dass sich die Generaldirektion bei der Aufstellung der Normalien für die elektrischen Einrichtungen mit grossen Elektrizitätsfirmen in Verbindung setzen möchte, da die neuesten Erfahrungen auf diesem Gebiete des beständigen Fortschritts hauptsächlich bei dem Ingenieurstabe dieser Firmen zusammenliefen.

„Hinsichtlich der *Systemfrage* hat Herr Boveri — nach der Mitteilung der S. B. B. — bemerkt, dass er die Ansicht der Generaldirektion ebenfalls teile und dass er sich hierüber nicht äussern würde, wenn nicht in der „Schweiz. Bauzeitung" ein lebhafter Angriff gegen diese Stellungnahme erfolgt wäre. *Wenn allein die Elektrifikation der Gotthardbahn in Frage käme, so wären ausser dem Einphasenwechselstrom noch andere rationelle Lösungen möglich. Es müsse jedoch an die Elektrifikation des ganzen Netzes gedacht und überlegt werden,* dass die Bundesbahnen von vornherein einen einheitlichen Betrieb hinsichtlich der Systemsart für das ganze Netz anstreben sollen. Von diesem Gesichtspunkte aus *erscheine das Einphasensystem,* nicht wegen seiner Vorzüge für den Betrieb, sondern weil es allein erlaube, mit einer einfachen Fahrleitung und der relativ höchsten Spannung zu fahren, zurzeit *als das Zweckmässigste.* Gewisse Nachteile, die es besitze, müssten dieses einen Vorteils wegen in Kauf genommen werden. Mit der Generaldirektion sei er also einverstanden, *dass das Einphasensystem für die Gotthardbahn in Betracht komme,* aber der Standpunkt, dass die endgültige Beschlussfassung erst später und nicht früher als nach dem Fortschreiten der Kraftanlagen unbedingt notwendig getroffen werden solle, sei durchaus berechtigt, weil er die Berücksichtigung der inzwischen noch zu sammelnden weitern Erfahrungen uud allfälligen Neuerungen ermögliche." [1])

Wir freuen uns, aus Vorstehendem zu ersehen, dass Herr Boveri, der nach langem Zögern schliesslich auch in der „Studienkommission für elektrischen Betrieb der schweizerischen Eisenbahnen" vorbehaltlos das Einphasensystem als das für die vorliegenden Verhältnisse einzig richtige anerkannt hat, dieses neuerdings so nachdrücklich bestätigt und namentlich, dass er mit Herrn Professor Dr. W. Kummer, der den bezüglichen Bericht der S. B. B. in unsrer Zeitung (Band LXII, Seite 291) besprochen hat, darin ganz übereinstimmt. Spricht sich doch Dr. Kummer ebenfalls durchaus anerkennend und zustimmend zum Berichte aus und befindet er sich vollkommen in Uebereinstimmung mit oben zitiertem Votum Boveris, wenn er sagt:

„Es ist wahr, dass, wie die Vorlage sagt, für die Strecke Erstfeld-Bellinzona, ja sogar beinahe für die ganze Linie Luzern-Chiasso die wirtschaftliche Ueberlegenheit des Einphasensystems gegenüber den andern Systemen nur eine schwächere ist. Das Ziel der Gotthardbahn-Elektrifizierung ist aber *Basel-Chiasso* und nicht bloss Luzern-Chiasso und seitens der Studienkommission ist nicht umsonst gezeigt worden, dass bei der Wahl des höchste Spannungen zulassenden Einphasensystems die ganze Linie Basel-Chiasso von den Kraftwerken am Gotthard aus unter Zuhilfenahme einer Ergänzungskraft an der Aare bei Olten sehr wirtschaftlich betrieben werden kann, wie es weder bei Drehstrom noch bei Gleichstrom möglich ist."

Nur darin, dass er gegen den zum Schluss des Absatzes über die Systemfrage und offensichtlich erst nachträglich angehängten Vorbehalt Einsprache erhebt, weicht Dr. Kummer von dem Bericht und vom Votum Boveri ab. Jedermann aber, der die besonders gründlichen Arbeiten der „Studienkommission" verfolgt hat, wird es begreiflich finden, dass Kummer als jahrelanger und eifriger Mitarbeiter dieser Kommission angesichts dieses Vorbehaltes zum dem Ausspruch gelangt:

„Wir sind daher ganz kategorisch der Ansicht, man dürfe verlangen, dass *heute* die S. B. B. in der Systemfrage *keine Cunctatorpolitik mehr treiben,* sondern ebenso kraftvoll und selbstbewusst, wie das schon vor fünf Jahren die Gesellschaft der „Berner Alpenbahn" zu tun gewagt hat, zugunsten des von ihr heute nach jahrelanger gründlichster Prüfung als richtig anerkannten Systems eintreten werden. Den schweizerischen Maschinenfabriken und dem ganzen Lande wäre damit ein wesentlicher und grosser Dienst geleistet,

[1]) Diese bezüglich der „Stellungnahme der Bauzeitung" völlig irreführende Darstellung hat Prof. Dr. Kummer in der Tagespresse dahin berichtigen lassen, dass er nicht, wie aus obigem geschlossen werden muss, die Wahl des *Systems,* sondern *nur den Vorbehalt* in der Systemfrage kritisiert habe. Er schliesst mit folgendem Satz: „Ich bin nach wie vor *mit* der Generaldirektion und dem Verwaltungsrate der Ansicht, dass das *Einphasensystem das allein richtige* sei; nach wie vor halte ich es aber auch für unberechtigt, dass die S. B. B.-Vorlage einerseits das Einphasensystem so entschieden empfiehlt und anderseits gleichzeitig erklärt, nicht endgültig die Wahl eines bestimmten Systems proklamieren zu wollen."