Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 51/52 (1908)
Heft: 24

Artikel: Vereinfachung der Berechnung gelenkloser Brückengewölbe
Autor: Ritter, Max
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-27438

nicht genügend beachten, dass der Künstler von heute nebst dem Aesthetischen das Kulturelle, das Sachliche, die Konstruktion, ja selbst das Handwerksmässige in sich vereinen muss. Gerade diese seine Universalität soll ihn befähigen, in allgemein verständlicher Sprache zu sprechen, um dadurch kunstfördernd zu wirken.

Eine Gruppe Künstler sucht nach jahrzehntelangem Ringen künstlerische Anschauungen zu vertreten, welche ihrer Ansicht nach mehr dem Geiste unserer Zeit entsprechen. Dies hat zu einer Art Kunstkampf geführt, der bei dem steten Werden in der Kunst zwar zu allen Zeiten bestand, sich aber durch das diesmalige eruptive Hervortreten dieses Umstandes nach langer Ruhe stärker fühlbar macht, als in vergangenen Epochen. Es mag zugegeben werden, dass nicht die Forderungen unserer Zeit überall die Ausgangspunkte des Schaffens dieser Künstler waren und dass viel ungezügeltes Selbstbewusstsein mit in Betracht kommt, aber es wäre ein grosses Unrecht, zu behaupten, dass hiedurch die Kunst nicht gefördert worden wäre. Ohne Seitensprünge hätte es den gewaltigen Vorstoss des letzten Jahrzehntes in der Kunst nicht gegeben. Alles künstlerisch Neue, das Beste mehr als alles andere, hat immer etwas Eroberndes, und mit der Eroberung ist immer eine gewisse Gewalt verbunden. Die Abwehr dieser Gewalt und das Unbehagen, welches sich einstellt, soll sich die Menge in eine Neuerscheinung vertiefen, trägt gewöhnlich zur anfänglichen Ablehnung auch der besten künstlerischen Bestrebungen bei. Es ist überflüssig, diesbezüglich auf Klimt, Böcklin, Richard Wagner usw. hinzuweisen. Diese Ablehnung muss von den Künstlern umso schmerzlicher empfunden werden, weil der Künstler seiner Ueberzeugung nach nur das Beste schafft und das hervorbringt, wie schon Goethe sagt, was der Welt gefallen soll, nicht, was ihr gefallen will.

Es würde sicher zu weit führen, noch all der Dinge zu gedenken, welche die Kunstförderung beeinflussen; man ersieht schon aus dem Angeführten, mit welch wichtigen Dingen sich unser und die künftigen Kongresse zu befassen haben werden. Der Präsident des britischen Patronagekomitees, Belcher, hat in seiner Rede bei der Eröffnung des VII. internationalen Architekten-Kongresses betont, dass eines der wichtigsten Ziele die *Kunsterziehung des Volkes* sein müsse. Das ist aber nur dadurch zu erreichen, dass die *Staatsverwaltungen dafür sorgen, dass Gutes und nur Gutes geschaffen werde*, denn das Gute allein ist siegreich. Wir rufen deshalb diese hohen Faktoren an, damit sie die Streiter ordnen, die Führer bestimmen und vereint mit den Künstlern alle Kunstfragen lösen. Die Künstler werden sich hierzu umso lieber bereit finden, weil jede Kunstförderung mit der Förderung ihrer Standesinteressen vollkommen gleichen Schritt hält. Auf eines aber kann die Welt mit Sicherheit rechnen: dass alle Künstler, einerlei welcher Anschauung sie huldigen, mit stets gleicher Begeisterung dem gleichen idealen hehren Ziele zustreben — der *Vollkommenheit in der Kunst!*»

Der Redner schloss die mit lebhaftem Beifall aufgenommene Rede mit einem Appell an die Staatsverwaltungen, die Beschlüsse der Kongresse zu würdigen, und durch Unterstützung ihrer kunstfördernden Bemühungen dem Wohle der Völker durch die Kunst zu dienen.

Die eigentlichen Beratungen des Kongresses begannen Dienstag den 19. Mai, vormittags, bei überaus starker Beteiligung im Saale des Ingenieur- und Architektenvereins mit einem Referate des Baurats *Alois Wurm* aus Wien über die

Regelung der staatlichen Kunstpflege.

Namens des vorbereitenden Komitees beantragte der Referent folgende Resolution:

«Die Staatsverwaltungen werden dringend aufgefordert, zur Errichtung von Ministerien für bildende Kunst, zum mindesten von eigenen Sektionen zu schreiten, welche die Kunstagenden führen. Diesen Ministerien, bezw. diesen Sektionen müssen hervorragende bildende Künstler angehören. Da die Baukunst als die Führerin in der gesamten bildenden Kunst zu betrachten ist, sollen hierbei die Architekten in der Mehrzahl vertreten sein. Aufgabe dieser Ministerien, bezw. Sektionen ist die Förderung und Pflege der bildenden Kunst auf allen ihren Gebieten.»

Zur Begründung seiner Resolution führte Baurat Wurm unter anderm aus: Die Baukunst ist nicht nur die objektivste, sondern auch die im Boden am tiefsten begründete unter den Raumkünsten. Deshalb bilden auch die Baudenkmäler den verlässlichsten Masstab für die Beurteilung des jeweiligen Kulturstandes, und der Staat hat die Pflicht, diesem mächtigen Kulturfaktor die ihm gebührende Stellung einzuräumen. Wir erheben darum die Forderung, dass in der staatlichen Pflege die Baukunst mit ihren Schwesterkünsten vereinigt, dass ein eigenes Ministerium der bildenden Künste geschaffen oder zum mindesten eine selbständige und besonders organisierte Sektion für bildende Kunst innerhalb eines Ministeriums errichtet werde, welche auch alle Agenden des Hochbaues unter der obersten Leitung eines Architekten umfasst. Die Pflege der Kunst muss hierbei in steter Beziehung zum vollen Leben bleiben. Wir wünschen, dass in der Staatsverwaltung die Erkenntnis zum allgemeinen Durchbruch gelange, dass die Kunst niemals vorhandene Werte vernichtet, sondern bestehende Werte erhöht und neue Werte schafft, und dass daher die Pflege auch im wirtschaftlichen Interesse des Staates gelegen ist. Dem in neuerer Zeit zu ausserordentlicher Bedeutung herangewachsenen und vielfach sehr vernachlässigten Gebiete des Städtebaues wäre durch Schaffung einer eigenen Abteilung die gebührende Fürsorge zuzuwenden. Ebenso wären auch das gesamte Ausbildungswesen auf dem Gebiete der Kunst und des Kunsthandwerks sowie die Denkmalpflege und alle die Kunst fördernden Bestrebungen einheitlich zu organisieren. Alle diese dringenden Aufgaben können keiner gedeihlichen Lösung zugeführt werden, solange der Hochbau aus seinem natürlichen Zusammenhange mit den übrigen bildenden Künsten gerissen und für diese keine eigene Zentralstelle geschaffen ist. Aus diesen Gründen hat das österreichische Komitee dieser Resolution nicht nur zugestimmt, sondern auch im Sinne derselben noch einige weitere Beschlüsse gefasst. Derzeit soll in Oesterreich der Hochbau dem Arbeitsministerium unterstellt und mit dem Strassen-, Wasser- und Brückenbau zu einer Sektion vereinigt werden. Ihre ideale Stellung kann jedoch die Architektur nur in einem Ministerium für Kunst erreichen. Wäre aber dieses Ideal vorläufig durchaus unerreichbar, so müsste dem Hochbau zum mindesten eine eigene, von einem berufenen Architekten geleitete Sektion in einem geeigneten Ministerium gewidmet werden.

Der Referent teilte dann mit, dass namens der ungarischen Architekten vom Professor Virgil Nagy ein Amendement zur Resolution gestellt wurde, dass aber auch andererseits aus Ungarn eine Reihe von Zustimmungen eintraf, welche sich unbedingt für die vorliegende Resolution aussprechen. Ebenso seien zahlreiche Zustimmungen aus Deutschland, England, Frankreich, Belgien, Holland und Italien eingetroffen.

Nach einlässlicher Diskussion, an der sich Architekten aus Italien, Ungarn, Rumänien und England beteiligten, wurde die Resolution nach kurzem Schlusswort des Referenten *einstimmig angenommen*.

(Forts. folgt.)

Vereinfachung der Berechnung gelenkloser Brückengewölbe.

Von Dipl.-Ing. *Max Ritter* in Strassburg i. E.

(Fortsetzung.)

2. Der Einfluss veränderlichen Querschnitts auf die Schnittkräfte.

Die Berechnung der eingespannten Gewölbe gestaltet sich hauptsächlich dadurch ziemlich zeitraubend, dass die statisch unbestimmten Grössen, wie aus den Gleichungen (4) ersichtlich ist, mit den Abmessungen zusammenhängen. Da in der Regel weder die Querschnittsänderung, noch die Bogenform gesetzmässig sind, lassen sich für die Gleichungen (4) keine geschlossenen, analytischen Ausdrücke ableiten. Man muss vielmehr die Integrale näherungsweise als Summen berechnen, ebenso die Verschiebungen δ, wenn man hier nicht dem graphischen Verfahren den Vorzug geben will. Es ist deshalb des öftern — freilich ohne nähere Begründung — empfohlen worden, für die Bestimmung der statisch unbestimmten Grössen den Wert $J \cos \varphi$ eines jeden Querschnittes konstant anzunehmen. Wie später gezeigt wird, erzielt man dadurch eine bedeutende Vereinfachung der Berechnung. Inwieweit diese Vereinfachung zulässig ist, und welche Folgen sie auf die Schnittkräfte, bezw. die Beanspruchungen des Gewölbes hat, soll durch nachstehende vergleichende Untersuchung klargestellt werden.

Dem Zweck dieser Untersuchung entsprechend dürfte es ziemlich gleichgültig sein, was für eine Gewölbeachse ihr zu Grunde gelegt wird. Wir nehmen sie der Einfachheit halber parabolisch an; ihre Scheitelgleichung lautet dann (vergl. Abb. 2)

$$y' = \frac{f}{w^2}\, x^2 \quad \cdots\cdots \quad (8)$$

Wir betrachten ein Gewölbe, bei dem sich die Vertikal-Projektion des Trägheitsmomentes vom Scheitel gegen die Kämpfer parabolisch ändert, bei dem also für jeden Querschnitt die Gleichung

$$\frac{J_s}{J \cos \varphi} = 1 + c\, x^2$$

besteht, wo c eine Konstante bedeutet. Die speziellen Werte von J und φ für den Kämpfer seien J_k und φ_k; dann liefert obige Gleichung für $x = \frac{l}{2} = w$

$$c = \frac{-1 + \frac{J_s}{J_k \cos w_k}}{w^2};$$

sie geht, wenn noch zur Abkürzung

$$\frac{J_s}{J_k \cos \varphi_k} = n$$

gesetzt wird, in die Form

$$\frac{J_s}{J \cos \varphi} = 1 - (1 - n) \frac{x^2}{w^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9)$$

über, die wir weiterhin benützen wollen. Es sei bemerkt, dass sich das durch Gleichung (9) ausgedrückte Gesetz für die Querschnittsänderung eng an die Verhältnisse der Praxis anlehnt, indem die gelenklosen Gewölbe stets so entworfen werden, dass ihre Stärke vom Scheitel gegen die Kämpfer stetig zunimmt. Für ein Kreisbogengewölbe vom Radius r, dessen rechteckige Querschnitte nach einer beliebten Regel überall dieselbe Vertikal-Projektion haben, trifft das Gesetz genau zu; in der Tat ist dort

$$\frac{J_s}{J \cos \varphi} = \frac{F_s^{\,3}}{F^3 \cos \varphi} = \cos^2 \varphi = 1 - \sin^2 \varphi = 1 - \frac{x^2}{r^2}$$

d. i. obenstehendes Gesetz.

Unter den Voraussetzungen (8) und (9) lassen sich jetzt für den Abstand y_s des Punktes S vom Scheitel, sowie für die statisch unbestimmten Reaktionen leicht geschlossene Ausdrücke ableiten, deren Abhängigkeit von der Querschnittsänderung durch Variation des Verhältnisses n bequem zu übersehen ist. Beachtet man, dass $ds \cdot \cos \varphi = dx$ ist, so ergibt sich zunächst der

Abstand y_s des Punktes S vom Scheitel gemäss Gleichung (6) zu

$$y_s = \frac{\int y' \frac{J_s}{J}\, ds}{\int \frac{J_s}{J}\, ds} = \frac{\frac{f}{w^2} \int x^2 \left[1 - (1 - n) \frac{x^2}{w^2}\right] dx}{\int \left[1 - (1 - n) \frac{x^2}{w^2}\right] dx}$$

$$y_s = \frac{3n + 2}{5(n + 2)} \cdot f. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (10)$$

Man erkennt, wie der Punkt S mit abnehmendem n hinaufrückt, um für $n = 0$ die höchste Lage mit $y_s = \frac{f}{5}$ zu erreichen.

Die statisch unbestimmten Grössen leiten wir aus den Gleichungen (4) für die wandernde Einzellast $P = 1$ ab, d. h. wir ermitteln die Gleichungen ihrer Einflusslinien.

Moment M. Der Nenner liefert:

$$\int \frac{J_s}{J}\, ds = \int \left[1 - (1 - n) \frac{x^2}{w^2}\right] dx = \frac{n + 2}{3}\, l.$$

Der Zähler ergibt sich durch zweimalige Integration der Differentialgleichung der Biegungslinie (vergl. Gl. 5) infolge $M = -1$, die darnach

$$\frac{d^2 \delta'''}{d x^2} = -M_x \frac{J_s}{J \cos \varphi} = 1 - (1 - n) \frac{x^2}{w^2}$$

lautet. Man erhält etwas einfachere Formeln, wenn man statt x den Abstand $z = x + w$ der Einzellast vom rechten Auflager einführt, vergl. Abbildung 2, also die Gleichung

$$\frac{d^2 \delta'''}{d z^2} = 1 - (1 - n) \left(\frac{z - w}{w}\right)^2$$

zweimal integriert. Letzteres bietet keine Schwierigkeiten; man findet

$$\delta''' = \frac{n + 2}{6} z^2 - \frac{1 - n}{3} \cdot \frac{z^2 (l - z)^2}{l^2}$$

Die Integrationskonstanten verschwinden, da für $z = 0$ sowohl $\delta''' = 0$, als auch $\frac{d \delta'''}{dz} = 0$ ist, was sich leicht überlegen lässt.

Für die Einflusslinie des Momentes M ergibt sich jetzt:

$$M = \frac{\delta'''}{\int \frac{J_s}{J}\, ds} = \frac{z^2}{2 l} - \frac{1 - n}{n + 2} \cdot \frac{z^2 (l - z)^2}{l^3} \quad (11)$$

Vertikalkomponente V. Der Nenner ist:

$$\int x^2 \frac{J_s}{J}\, ds = \int x^2 \left[1 - (1 - n) \frac{x^2}{w^2}\right] dx$$

$$= \frac{2(3n + 2)}{15} w^3 = \frac{3n + 2}{60}\, l^3.$$

Der Zähler folgt aus der Differentialgleichung der Biegungslinie infolge $V = -1$, also aus

$$-\frac{d^2 \delta''}{d x^2} = M_x \frac{J_s}{J \cos \varphi} = + x \left[1 - (1 - n) \frac{x^2}{w^2}\right].$$

Ersetzt man wie oben x durch $z - w$, so ist

$$-\frac{d^2 \delta''}{d z^2} = (z - w) \left[1 - (1 - n) \left(\frac{z - w}{w}\right)^2\right]$$

zweimal zu integrieren Man erhält

$$\delta'' = \frac{3n + 2}{60} z^2 (3 l - 2 z) + \frac{1 - n}{5} \cdot \frac{z^2 (l - z)^2 (z - w)}{l^2},$$

indem die Integrationskonstanten wieder verschwinden. Die Einflusslinie für V hat also die Gleichung

$$V = \frac{\delta''}{\int x^2 \frac{J_s}{J}\, ds} = \frac{z^2 (3 l - 2 z)}{l^3} + \frac{12 (1 - n)}{3n + 2} \cdot \frac{z^2 (l - z)^2 (z - w)}{l^5} \quad (12)$$

Es sei hier darauf hingewiesen, dass zur Ableitung der Formeln (11) und (12) die Gleichung (8) der Bogenachse nicht benützt wurde; V und M sind also unabhängig von der Form des Gewölbes.

Horizontalschub H. Die Gleichung der Bogenachse, bezogen auf das Koordinatensystem x, y heisst

$$y = y_s - y' = \frac{3n + 2}{5(n + 2)} f - \frac{f}{w^2} x^2.$$

Für den Nenner ergibt sich somit

$$\int y^2 \frac{J_s}{J} ds + i_s^2\, l = f^2 \int \left[\frac{3n + 2}{5(n + 2)} - \frac{x^2}{w^2}\right]^2 \left[1 - (1 - n) \frac{x^2}{w^2}\right] dx + i_s^2\, l$$

$$= \frac{4}{175} \cdot \frac{n^2 + 8n + \frac{8}{3}}{n + 2} f^2 l + i_s^2\, l. \quad . \quad . \quad (13)$$

Zur Berechnung des Zählers δ' dient die Differentialgleichung

$$\frac{d^2 \delta'}{d x^2} = M_x \frac{J_s}{J \cos \varphi} = + y \left[1 - (1 - n) \frac{x^2}{w^2}\right].$$

Setzt man wieder $z = w + x$, integriert darnach die Gleichung

$$\frac{d^2 \delta'}{d z^2} = f \left[\frac{3n + 2}{5(n + 2)} - \left(\frac{z - w}{w}\right)^2\right] \left[1 - (1 - n) \left(\frac{z - w}{w}\right)^2\right]$$

zweimal, so findet man nach einigen Umformungen

$$\delta' = \frac{n(n + 4)}{5(n + 2)} \cdot \frac{z^2 (l - z)^2}{l^2} f + \frac{8(1 - n)}{15} \cdot \frac{z^3 (l - z)^3}{l^4} f.$$

Die Integrationskonstanten sind gleich Null. Die Gleichung der Einflusslinie für H heisst also

$$H = \frac{\delta'}{\int y^2 \frac{J_s}{J} ds + i_s^{\,2} l} = \frac{\delta'}{\int y^2 \frac{J_s}{J} ds\, (1 + \varepsilon)}$$

$$= \frac{3n(n + 4) z^2 (l - z)^2 + 8(1 - n)(n + 2) \frac{z^3 (l - z)^3}{l^2}}{\frac{12}{35} \left(n^2 + 8n + \frac{8}{3}\right) f l^3 (1 + \varepsilon)}; \quad . \quad (14)$$

darin ist

$$\varepsilon = \frac{i_s^{\,2} l}{\int y^2 \frac{J_s}{J} ds} = \frac{175 (n + 2)}{4 \left(n^2 + 8n + \frac{8}{3}\right)} \cdot \left(\frac{i_s}{f}\right)^2,$$

wofür innerhalb der Verhältnisse der Praxis (etwa $1 > n > 1/4$) mit grosser Genauigkeit etwas einfacher

$$\varepsilon = \frac{225}{4(3n + 2)} \cdot \left(\frac{i_s}{f}\right)^2 \quad . \quad . \quad . \quad (15)$$

geschrieben werden kann.

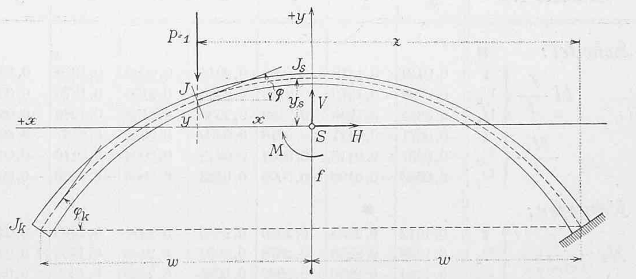


Abbildung 2.

Das Glied ε berücksichtigt die Verkürzung der Bogenachse durch die Normalkräfte; es tritt, wie ersichtlich, besonders bei flachen und reichlich dimensionierten Gewölben hervor.

Mit Hilfe der Gleichungen (10) bis (15) kann jetzt die Frage nach dem Einflusse der Querschnittsänderung auf die Schnittkräfte leicht entschieden werden; man hat nur nötig, für verschiedene Werte von n die Einflusslinien für

H, V und M, und hieraus nach den Formeln (7) diejenigen für Moment und Normalkraft des zu untersuchenden Querschnittes zu berechnen.

Wir geben im Folgenden diese Berechnung für den Scheitel- und den Kämpferquerschnitt, die wohl am meisten interessieren. Zunächst setzen wir für Gleichung (14) abgekürzt $H = H' \frac{l}{f(1+\varepsilon)}$, worin H' von der Spannweite und der Pfeilhöhe unabhängig ist. Weiter beträgt der Abstand y_s des Punktes S vom Scheitel nach Gleichung (10)

$$y_s = \frac{3n+2}{5(n+2)} \cdot f,$$

somit sein Abstand y_k von der Kämpferwagrechten

$$y_k = f - y_s = \frac{2(n+4)}{5(n+2)} \cdot f.$$

Die Einflusslinien für Moment und Normalkraft lauten also wie folgt:

Scheitel: $M_s = M_0 + M - V \cdot o - H \cdot y_s$

$$= [-x]^o{}_w + M - H' \frac{l}{1+\varepsilon} \cdot \frac{3n+2}{5(n+2)}$$

$$N_s = H = H' \frac{l}{f(1+\varepsilon)}.$$

Kämpfer: $M_k = M - V \cdot \frac{l}{2} + H \cdot y_k$

$$= M - V \cdot \frac{l}{2} + H' \frac{l}{1+\varepsilon} \cdot \frac{2(n+4)}{5(n+2)}$$

$$N_k = H \cos \varphi_k + V \sin \varphi_k, \text{ oder,}$$

da $tg\, \varphi_k = \frac{4f}{l}$ ist, $N_k = \left[\frac{H'}{1+\varepsilon} + 4V\left(\frac{f}{l}\right)^2\right] \frac{l}{f} \cos \varphi_k$.

Für den vorliegenden Zweck ist das Verhältnis $\frac{i_s}{f}$, also auch das Glied ε ohne Belang, da es uns nur um den Einfluss der Querschnittszunahme vom Scheitel gegen die Kämpfer zu tun ist; wir wollen für die weitere Rechnung $\varepsilon = o$ setzen, indem wir ein sehr schlankes Gewölbe ins Auge fassen. Wir können jetzt die Untersuchung allgemein halten, wenn wir statt der Einflusslinien selbst die Werte

$$\frac{M_s}{l}, \quad \frac{Hf}{l}, \quad \frac{M_k}{l} \text{ und } \frac{N_k f}{l \cos \varphi_k}$$

betrachten. Die ersten drei Grössen hängen nur noch von dem Verhältnis n ab, die vierte ausserdem vom Pfeilverhältnis.

Wir haben diese Grössen nach obenstehenden Formeln für die um je $^1/_8$ der Spannweite abstehenden Lastangriffspunkte berechnet, und zwar unter Berücksichtigung der Werte $\frac{J_s}{J_k} \cos \varphi_k = n = 1$, $^1/_2$ und $^1/_4$. $n = 1$ entspricht einer sehr mässigen, $n = {}^1/_4$ einer sehr beträchtlichen Zunahme der Gewölbestärke vom Scheitel gegen die Kämpfer; die Fälle der Praxis liegen wohl stets dazwischen. Für N_k wurde ein mittleres Pfeilverhältnis $\frac{f}{l} = {}^1/_6$ angenommen. Die Resultate sind in nachstehender Tabelle enthalten und in Abbildung 3 graphisch dargestellt.

Ordinate No.	n	3	2	1	0	1'	2'	3'
Scheitel:								
$H \frac{f}{l}$	1	0,0449	0,1318	0,2060	0,2344	0,2060	0,1318	0,0449
	$^1/_2$	0,0396	0,1279	0.2106	0,2438	0,2106	0,1279	0,0396
	$^1/_4$	0,0344	0,1240	0,2152	0,2530	0,2152	0,1240	0,0344
$\frac{M_s}{l}$	1	−0,0071	−0,0127	0,0016	0,0469	0,0016	−0,0127	−0,0071
	$^1/_2$	−0,0057	−0,0116	0,0004	0,0442	0,0004	−0,0116	−0,0057
	$^1/_4$	−0,0046	−0,0108	−0,0006	0,0423	−0,0006	−0,0108	−0,0046
Kämpfer:								
$N_k \frac{f}{l \cos \varphi_k}$	1	0,1512	0,2255	0,2819	0,2899	0,2411	0,1492	0,0497
	$^1/_2$	0,1468	0,2233	0,2878	0,2993	0,2444	0,1436	0,0435
	$^1/_4$	0,1424	0 2210	·0,2937	0,3085	0,2479	0,1382	0,0375
$\frac{M_k}{l}$	1	−0,0658	−0,0527	−0,0092	0,0312	0,0494	0,0410	0,0162
	$^1/_2$	−0,0734	−0,0631	−0,0117	0,0380	0,0587	0,0457	0,0163
	$^1/_4$	−0,0810	−0,0730	−0,0135	0,0453	0,0676	0,0495	0,0157

Aus Tabelle und Abbildung 3 ersehen wir die wichtige Tatsache, dass der Einfluss der Querschnittszunahme nicht sehr bedeutend ist, wenigstens nicht innerhalb der Verhältnisse der Praxis.

Gewöhnlich benützt man die Einflusslinien nur zur Berechnung der Beanspruchungen von der Verkehrslast in ungünstigster Stellung. Wenn man dann für die Bestimmung der Schnittkräfte $n = 1$ annimmt, so rechnet man (vergl. Abbildung 3) im Scheitel etwas weniges zu ungünstig, wogegen die Spannungen im Kämpfer etwas zu klein ausfallen. Die Unterschiede sind aber nicht erheblich, weil die Spannungen von den Längskräften, die sich nur sehr wenig ändern, ziemlich ins Gewicht fallen. So lange $n > {}^1/_4$ ist, erhält man nach der Vereinfachung $n = 1$ im Scheitel um $< 5\ ^0/_0$ zu grosse, im Kämpfer um $< 15\ ^0/_0$ zu kleine Beanspruchungen. Für einen dazwischenliegenden Querschnitt ist die Wirkung der Querschnittsänderung noch kleiner, was sich in derselben Weise zeigen lässt; für den Schnitt im Gewölbeviertel ist sie nahezu gleich Null.

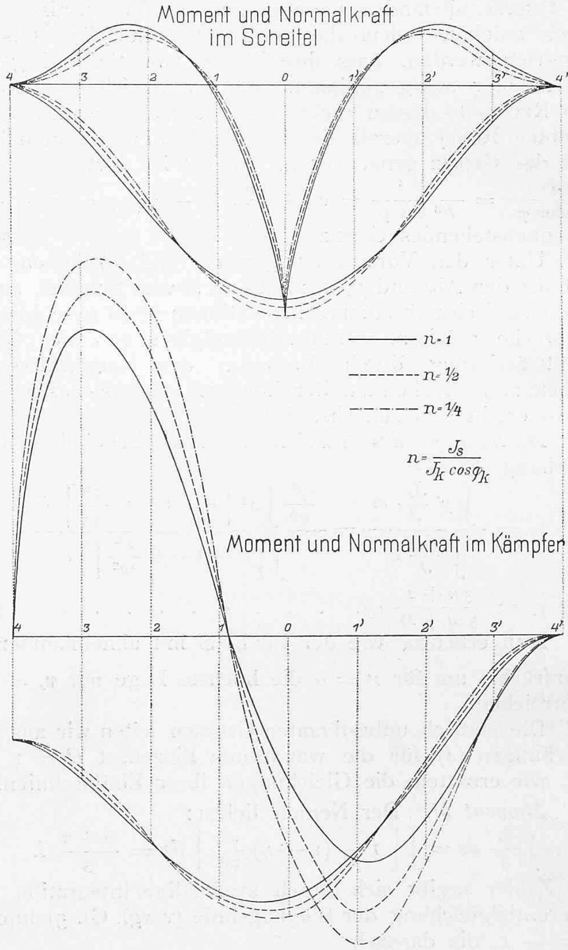


Abbildung 3.

Wenn man sich vergegenwärtigt, dass die Spannungen von der Verkehrslast gegenüber denjenigen vom Eigengewicht meist zurücktreten, so erscheint nach obiger Untersuchung die eingangs erwähnte Vereinfachung, den Wert $J \cos \varphi$ in jedem Querschnitte konstant anzunehmen, zur Berechnung der Schnittkräfte von der Verkehrsbelastung sehr wohl zulässig.

Die vorstehende Feststellung gewinnt an Bedeutung durch folgende Ueberlegung: Unsere Berechnungsweise der gelenklosen Gewölbe setzt voraus, dass die Kämpfer vollkommen eingespannt seien. In Wirklichkeit ist aber stets eine gewisse, wenn auch nur geringe, elastische Drehbarkeit derselben vorhanden, die zur Folge hat, dass sich das Moment im Kämpfer etwas kleiner, im Scheitel etwas grösser ergibt, als man für vollkommene Einspannung rechnet. Indem man mit $n = 1$ rechnet, obschon $n < 1$ ist, wird diesem Umstand ein wenig Rechnung getragen; man kann deshalb sagen, dass die Berechnung mit konstantem $J \cos \varphi$ wohl ebenso genau ist, wie die mit Berücksichtigung der Querschnittszunahme.

Bei der vorstehenden Untersuchung wurde die Verkürzung der Gewölbeachse vernachlässigt, d. h. $\varepsilon = 0$ gesetzt. Die gezogenen Schlüsse bleiben bestehen, wenn mit endlichem ε gerechnet wird, was sich durch Vergleichsrechnungen leicht nachweisen lässt. Da aber ε gemäss Gleichung (15) mit n stark variiert, muss man zur Berechnung dieser Grösse — wenigstens bei flachen Gewölben — stets n berücksichtigen; die Vereinfachung $n = 1$ würde etwas zu kleine, d. h. zu günstige Schnittmomente ergeben.

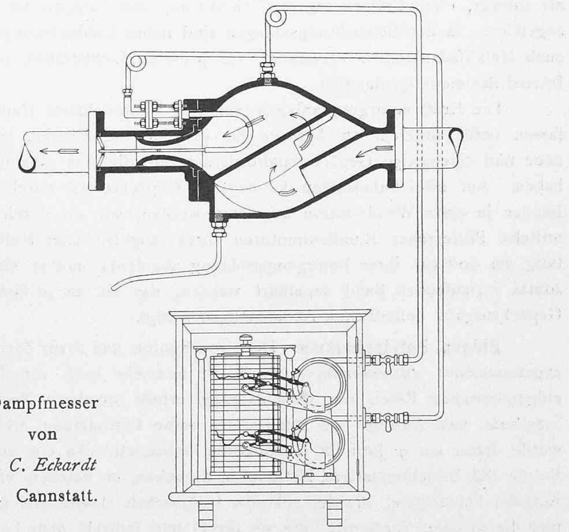
(Schluss folgt.)

Miscellanea.

Registrierende Dampfmesser. Bis vor kurzer Zeit kannte man keine Apparate, die eine genaue Messung der durch einen bestimmten Querschnitt fliessenden Dampfmenge ermöglichten, wie dies z. B. für Wasser schon längst durch die verschiedensten Systeme von Wassermessern geschieht. Man war auf die umständliche und zeitraubende Dampfmengebestimmung durch Speisewasserwägung angewiesen, wollte man den Dampfverbrauch einer Maschine oder einer Heizanlage u. s. f. ermitteln. Im Folgenden seien zwei neuere Dampfmesser kurz beschrieben, die, an beliebiger Stelle in eine Dampfleitung eingebaut, in gewissen Zeiträumen durchfliessende Dampfmengen abzulesen gestatten und die das Ergebnis ihrer Messung auch selbsttätig registrieren. Beide Vorrichtungen beruhen auf dem physikalischen Grundsatz, dass der, durch eine Verengung des Querschnitts einer Leitung bedingten Geschwindigkeitserhöhung ein bestimmter Spannungsabfall entspricht. Aus diesem Druck-Unterschied vor und hinter der Einschnürung ergibt sich die in der Zeiteinheit durchströmende Dampfmenge nach der Zeuner'schen Formel $g = k \cdot F \sqrt{\frac{(p_1 - p_2)\, p_2}{p_1 \cdot v_1}}$, worin F den Querschnitt der Ausflussöffnung bezw. Querschnittsverengung, p_1 den Druck vor, p_2 hinter der Verengung und v_1 das p_1 entsprechende spez. Volumen bedeuten. — Bei dem ersten der zu beschreibenden Dampfmesser, dem von *Hallwachs & Co.* in Malstatt - St. Johann, wird in die Dampfleitung eine Reduktionsflansche eingebaut, die die zur Erzeugung von p_2 nötige Drosselung bewirkt. Diese Flansche besitzt zwei radiale, am innern Ende rechtwinklig umbiegende Bohrungen, von denen die eine stromaufwärts (gleichsam als Pitot'sche Röhre), die andere stromabwärts in das Rohrinnere mündet. Diese beiden Kanäle stehen durch Rohrleitungen in Verbindung mit den obern Enden einer komunizierenden Röhre, in der sich Quecksilber befindet. Der Druckunterschied vor und hinter der Messflansche wird nun durch die Röhren auf das komunizierende Gefäss übertragen, in dessen beiden Schenkeln sich eine dem Druckabfall und damit der Durchflussmenge entsprechende Niveaudifferenz der Quecksilbersäulen einstellt. Es genügt also eine einfache Ablesung, um an Hand einer vorherberechneten Tabelle das Messungsergebnis in *kg/Sek.* zu bestimmen. Etwas kompliziert erscheint die allerdings sinnreiche Art der Registrierung bei diesem Apparate. In den engern der beiden U-Schenkel, der unter dem Drucke p_2 steht, sind eine Anzahl von Platinkontakten eingeschmolzen, die, unter sich isoliert, mit entsprechenden Elektromagnetankern in Verbindung stehen, die ihrerseits Schreibstifte betätigen und dadurch auf einem bewegten Papierstreifen aufzeichnen, bis auf welche Höhe die Platinkontakte von der Quecksilbersäule berührt werden. Diese letztere steht mit dem einen Pol einer Akkumulatorenbatterie in Verbindung, deren Stromkreis jeweils durch die Reihe der Platinkontakte vergrössert oder verkleinert wird. Die ganze Einrichtung arbeitet unter Zwischenschaltung eines Stromunterbrechers und unter Benützung eines Relais für die Bewegung der Schreibstifte intermittierend, indem die Stromkreise ungefähr jede Minute einmal geschlossen werden. Die Geschwindigkeit des Streifens ist verstellbar; sie beträgt normalerweise einige *mm* in der Minute. Die in einem bestimmten Zeitraum durch die Messflansche geflossene Dampfmenge ergibt sich durch Planimetrierung der Fläche auf dem Streifen zwischen der Nullinie und der obern Begrenzungslinie der Punktreihen. — Wesentlich einfacher erscheint die Anordnung des Dampfmessers von *J. C. Eckardt* in Cannstatt bei Stuttgart, dessen Konstruktion aus nebenstehender Schnittzeichnung ersichtlich ist. Dieser Apparat besitzt an Stelle der vorbeschriebenen Reduktionsflansche eine in die Leitung eingebaute Düse, in die zentrisch das Röhrchen geführt ist, das durch eine seitliche Oeffnung an der engsten Stelle der Düse p_2 auf das untere der beiden Registriermanometer überträgt. Das obere Manometer dagegen registriert den Normaldruck p_1, entnommen der höchsten Stelle eines der Düse vorgeschalteten Wasserabscheiders, und man braucht nur den planimetrisch bestimmten Flächeninhalt des untern Streifens von dem des obern Streifens abzuziehen, um an Hand einer Tabelle die durchgeströmte Dampfmenge kennen zu lernen. Die Eckardt'sche Einrichtung zeichnet sich, wie man sieht, durch grosse Einfachheit aus, da an ihr die beweglichen und Unterhalt erfordernden Teile auf die Registriermanometer beschränkt sind. Die Genauigkeit beider Dampfmesser ist nach den Angaben der Konstruktionsfirmen ungefähr die gleiche, sie beträgt nach genauen Kontrollversuchen durch Speisewasserwägung ± 2 bis $\pm 3\,\%$ maximaler Abweichung. Der durch den Einbau bedingte Druckverlust wird mit ungefähr 0,1 *at* angegeben. Er dürfte im Betriebe belanglos sein; auf alle Fälle wird er durch die mannigfachen Vorteile einer ständigen Dampfverbrauchskontrolle reichlich aufgewogen.

Zum geplanten Neubau der Gemäldegalerie in Basel, zu dem die nötigen Entwürfe auf dem Wege eines allgemeinen schweizerischen Wettbewerbs beschafft werden sollen, haben die Herren Architekt *E. Heman* in Basel und Dr. *K. Kienzle*, z. Z. in Darmstadt, ein Vorprojekt ausgearbeitet, das von dem Gedanken ausgeht, die Kunstsammlung an der Augustinergasse mit ihren Gemälden und Bildwerken mit den Schätzen angewandter Kunst der Barfüsserkirche zu einem geschlossenen Ganzen zu vereinigen, in dem die Bedeutung der baslerischen Sammlungen ungleich wirkungsvoller zur Geltung kommen werde, als dies jetzt der Fall sei. Denn ein wirkliches Verständnis der Malerei und Plastik früherer Zeiten könne erst dann gewonnen werden, wenn auch die Werke der angewandten Kunst zur Betrachtung herangezogen würden. Der interessante, gewiss sehr beachtenswerte Gedanke wird in einer Broschüre einlässlich besprochen und in detaillierten für den Bauplatz der Elisabethenschanze entworfenen Grundrissen veranschaulicht, die allerdings in keiner Weise der Arbeit der zuständigen Behörden und des später mit der Ausführung zu betrauenden Architekten vorgreifen möchten, sondern nur beweisen wollen, dass die Durchführung der Idee praktisch möglich ist. Und dieser Beweis scheint gelungen, umsomehr als entsprechend den derzeitigen besondern Verhältnissen der ganze Bau derart zu verwirklichen wäre, dass der Galeriebau, in dem alles unterzubringen wäre, was sich als ausgesprochene Museumskunst nicht mit den Sammlungen des historischen Museums vereinigen lässt, als der notwendigste Teil zuerst erstellt würde und später, sobald die Mittel vorhanden sind, die Angliederung der übrigen Gebäudeteile nach und nach in Angriff genommen werden könnte. Die Baukosten, die auf den ersten Blick vielleicht zu gross erscheinen, dürften sich wesentlich reduzieren, wenn man in Betracht zieht, dass das historische Museum, für das die Barfüsserkirche schon längst zu klein geworden ist, über kurz oder lang schon wegen des teuern Grunderwerbs kostspielige Erweiterungsbauten nötig haben wird und das Galeriegebäude selbst nach Abgabe aller Gemälde des XV. und XVI. Jahrhunderts in wesentlich kleinern Abmessungen gebaut werden kann, als wenn es die ganze jetzige Kunstsammlung aufnehmen müsste.

Das interessante Projekt ist, so lange der Vorrat reicht, für Basler Interessenten von Architekt *E. Heman* in Basel (Mittlere Strasse 20 I) zu beziehen.



Dampfmesser von *J. C. Eckardt* in Cannstatt.

Der Fest- und Ausstellungs-Saalbau am Hohenzollernplatz in Frankfurt a. M. wird nach den s. Z. preisgekrönten, inzwischen aber wesentlich umgearbeiteten Plänen von Professor Dr. *Friedrich von Thiersch* aus München erbaut. Die Grundform des Hauptbaues ist ein 112 *m* langes, 66 *m* breites Rechteck, dessen nach Nord und Süd gewendete Langseiten in ihren Mittelpartien in leichtem Bogen ausgebaucht sind. Nach