Die Statik der Hochbau-Constructionen

Landsberg, Theodor

Stuttgart, 1899

b) Mittelkraftslinie und Seilcurve

urn:nbn:de:hbz:466:1-77733

Wir werden weiter unten ſehen, daſs es in vielen Fällen, in denen die Aufſuchung der genauen Stützlinie ſchwierig iſt, genügt, gewiſſe Grenzlagen der Stützlinie zu ermitteln; da aber die Stützlinie leicht aus dem Reſultanten-Polygon conſtruirt werden kann, ſo wird für alle dieſe Fälle zunächſt das Reſultanten-Polygon oder die Mittelkraftslinie aufgeſucht.

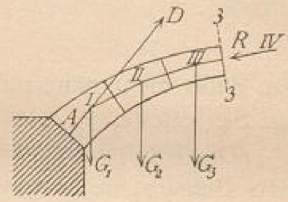
b) Mittelkraftslinie und Seilcurve.

270. Horizontalſchub im Gewölbe.

Jede Verbindungslinie zweier Eckpunkte der Mittelkraftslinie (*I II*, *II III*, *III IV* . . . in Fig. 374) giebt nach der Erklärung in Art. 268 (S. 283) Lage und Richtung der Mittelkraft aller an der einen Seite der betreffenden Fuge wirkenden äuſseren Kräfte. Es giebt alſo z. B. *III IV* die Richtung und Lage der Mittelkraft aller rechts von der Fuge *3* wirkenden Kräfte, d. h. der Kräfte D_1, G_4, G_5, G_6; da ſämmtliche äuſsere Kräfte einander im Gleichgewichte halten, ſo fällt die Mittelkraft aller links von der Fuge *3* wirkenden Kräfte gleichfalls in die Linie *III IV*; in derſelben halten ſich demnach die beiden Mittelkräfte im Gleichgewichte. Genau eben ſo verhält es ſich auch mit jeder anderen Fuge.

Betrachtet man nun einen Theil des Gewölbes (Fig. 375) und unterſucht ſeinen Gleichgewichtszuſtand, ſo wirken auf denſelben nicht nur die Kräfte D, G_1, G_2, G_3, ſondern auch die Kräfte, welche in der Fuge *3 3* vom anderen Theile des Gewölbes übertragen werden. Die Mittelkraft der letzteren iſt aber nach dem Vorſtehenden gleich der Mittelkraft aller auf den anderen Theil wirkenden äuſseren Kräfte, d. h. hier von D_1, G_4, G_5, G_6. Dieſe fällt in die Linie *III IV* (Fig. 374). Wenn alſo die Mittelkraftslinie bekannt iſt, ſo ſind ſtets auch Lage, Richtung und (wie weiter unten nachgewieſen wird, auch) Gröſse derjenigen Kraft bekannt, bezw. leicht zu finden, welche in der betreffenden Fuge auf das Gewölbe-Bruchſtück übertragen wird. Alles Vorſtehende gilt ſelbſtverſtändlich auch, wenn die einzelnen Gewölbetheile unendlich ſchmal werden und die Mittelkraftslinie zur Seilcurve wird; dann fällt die Mittelkraft an jeder Stelle in die Richtung der Tangente an die Curve.

Fig. 375.

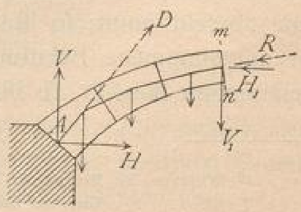


Die Kämpferdrücke D und D_1 haben lothrechte und wagrechte Seitenkräfte; in dieſer Beziehung kann man die Gewölbe als Sprengwerksträger anſehen. Dieſe wagrechten Seitenkräfte, welche auf das Gewölbe nach innen, auf die ſtützenden Seitenmauern nach auſsen, alſo ſchiebend wirken, gefährden das Bauwerk. Wenn die Belaſtungen nur lothrecht wirken, ſo haben dieſe wagrechten Seitenkräfte im ganzen Bogen bei derſelben Belaſtung gleiche Gröſse. Denn das Gleichgewicht eines beliebigen Bruchſtückes (Fig. 376) verlangt, daſs die algebraiſche Summe aller wagrechten Kräfte gleich Null ſei. Die beiden einzigen wagrechten Kräfte am Bruchſtück ſind aber die Seitenkräfte H und H_1 von D und R. Daher muſs ſtattfinden:

$$0 = H - H_1, \quad \text{woraus} \quad H = H_1.$$

Da Schnitt mn beliebig gewählt war, ſo gilt das Vorſtehende ganz allgemein.

Fig. 376.



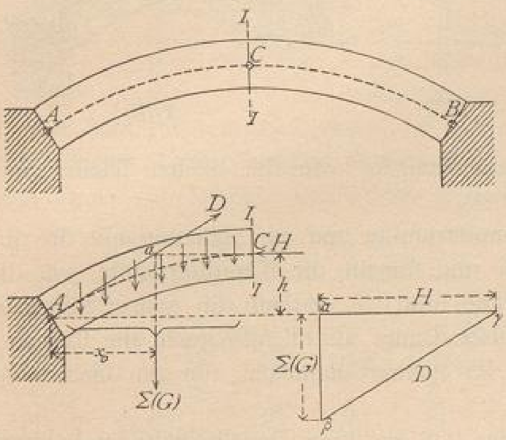
Man nennt dieſe wagrechte Seitenkraft den **Horizontalſchub** des Bogens, bezw. des Gewölbes. Die

Ermittelung der Gröfse und Lage diefes Horizontalfchubes ift bei der Berechnung der Gewölbe die wichtigfte Aufgabe.

Die Gröfse des Horizontalfchubes ift fowohl von der Belaftung, wie auch von der Form und Lage der Mittelkraftslinie, bezw. Seilcurve abhängig. Diefe Abhängigkeit ftellt fich für das fymmetrifch zur Scheitelfuge geftaltete und eben fo belaftete Gewölbe folgendermafsen dar.

ACB fei (Fig. 377) die Seilcurve. Legt man durch denjenigen Punkt derfelben, in welchem die Tangente wagrecht ift, d. h. durch den Scheitel, einen Schnitt *II* und unterfucht das Gleichgewicht des Gewölbeftückes an der einen Seite diefes Schnittes, etwa des Stückes *AC*, fo mufs, wie eben entwickelt, die Kraft, welche in *II* auf das Bogenftück übertragen wird, in die Richtung der Tangente fallen, demnach wagrecht fein. Diefe Kraft ift alfo das gefuchte *H*. Da auch *A* ein Punkt der Seilcurve ift, fo mufs durch *A* die Mittelkraft aller derjenigen Kräfte gehen, welche rechts von der Kämpferfuge wirken, d. h. die Mittelkraft von $\Sigma(G)$ und *H*; diefe Mittelkraft mufs demnach für *A* als Drehpunkt das ftatifche Moment Null haben. Da nun das ftatifche Moment der Mittelkraft ftets gleich der algebraifchen Summe der ftatifchen Momente der Einzelkräfte ift, fo mufs auch ftattfinden:

Fig. 377.



$$x_0 \Sigma(G) - Hh = 0,$$

woraus folgt

$$H = \frac{x_0 \Sigma(G)}{h} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 389.$$

Auch graphifch ergiebt fich die Gröfse von *H* leicht.

Man ermittele die Mittelkraft $\Sigma(G)$ aller an der einen Seite des durch den Scheitel gelegten Schnittes *II* wirkenden Laften (Fig. 377); alsdann wirken auf das Gewölbeftück drei Kräfte: $\Sigma(G)$, *H* und *D*. Da diefelben das Gewölbeftück im Gleichgewicht halten, fo fchneiden fich ihre Richtungslinien in einem Punkte, d. h. *D* mufs durch den Punkt *a* gehen, in welchem fich die beiden anderen Kräfte, *H* und $\Sigma(G)$ fchneiden. Da *D* auch durch *A* geht, fo ift die Richtung von *D* durch Linie *Aa* beftimmt. Nun halten fich in *a* drei Kräfte im Gleichgewicht, deren Richtungen bekannt find, von deren einer $[\Sigma(G)]$ auch die Gröfse bekannt ift. Man trage $\Sigma(G)$ nach beliebigem Mafsftabe auf $(= \alpha\beta)$ und ziehe durch α und β Parallelen zu bezw. den Richtungen von *H* und *D*; alsdann erhält man

$$H = \gamma\alpha \quad \text{und} \quad D = \beta\gamma.$$

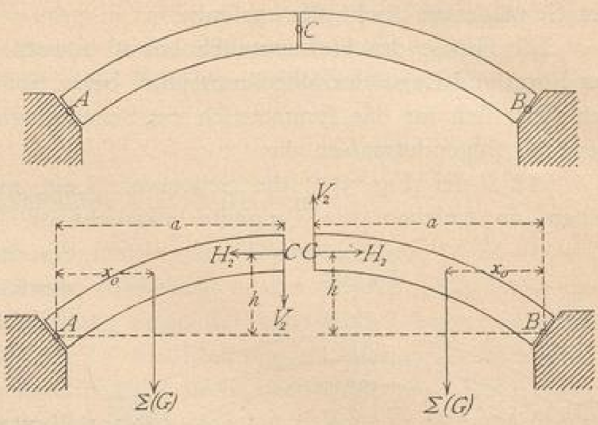
Die Ermittelung von *H* für das unfymmetrifche, bezw. das unfymmetrifch belaftete Gewölbe wird in Art. 273 u. 275 vorgeführt werden.

271. Seilcurve durch drei gegebene Punkte.

Wie in Art. 266 (S. 281) gezeigt, giebt die Statik fefter Körper für die Ermittelung der unbekannten äufseren Kräfte und damit auch der Seilcurve nur drei Gleichungen, während fechs Unbekannte vorhanden find. Man kann aber die Seilcurve dadurch feft legen, dafs man durch die Conftruction drei Bedingungen fchafft, welche durch drei Gleichungen ausgedrückt werden und fo die fehlenden Gleichungen bieten. Am einfachften gefchieht dies, indem man drei Punkte vorfchreibt, durch welche die Seilcurve gehen mufs, etwa durch Einlegen von Keilen u. f. w. in drei

Fugen (Fig. 378). Wenn alfo drei Punkte vorgefchrieben find, durch welche die Seilcurve verlaufen mufs, fo ift der ganze Lauf der Seilcurve und damit auch die Gröfse des Horizontalfchubes gegeben. Auch wenn zwei Punkte der Seilcurve und aufserdem in einem diefer Punkte die Richtung beftimmt ift, welche die Tangente an die Curve haben foll, ift Alles bekannt. Wird die Seilcurve in diefer Weife feft gelegt, fo wirken die beiden Theile des Gewölbes auf einander genau eben fo, wie die beiden Theile eines Sprengwerkdaches (fiehe Art. 210, S. 211[41]).

Fig. 378.



Wenn bei einem Gewölbe zwei Kämpferpunkte und ein Scheitelpunkt für den Verlauf der Seilcurve vorgefchrieben find und fowohl die Kämpferpunkte wie die Laften fymmetrifch zur Scheitel-Lothrechten find, fo verläuft die ganze Seilcurve, bezw. Mittelkraftslinie fymmetrifch zu diefer Linie, fo ift alfo auch die Tangente an die Seilcurve im Scheitel wagrecht. Es genügt demnach, für ein folches Gewölbe eine Hälfte zu unterfuchen.

Betrachtet man nämlich zunächft (Fig. 378) die linke Gewölbehälfte und nimmt dabei allgemein an, dafs die von der rechten Hälfte im Scheitel übertragene Kraft die Seitenkräfte H_2 und V_2 habe, fo mufs, weil die Mittelkraft von $\Sigma(G)$, H_2 und V_2 durch A verläuft,

$$0 = V_2 a - H_2 h + x_0 \Sigma(G)$$

fein. Wird die rechte Gewölbehälfte betrachtet, fo wirken auf diefelbe im Scheitel H_2 und V_2 in gleicher Gröfse, aber in entgegengefetztem Sinne, wie auf die linke Hälfte; der Symmetrie wegen ift die Belaftung diefer Hälfte ebenfalls $\Sigma(G)$ im Abftande x_0 vom Kämpfer B; mithin findet ftatt:

$$0 = V_2 a + H_2 h - x_0 \Sigma(G).$$

Die Addition beider Gleichungen giebt: $0 = V_2 \,.\, 2a$, woraus

$$V_2 = 0$$

folgt. Demnach ift die Kraft, welche die beiden Gewölbehälften im Scheitel auf einander übertragen, in der That wagrecht, alfo ift auch die Tangente an die Mittelkraftslinie im Scheitel wagrecht.

Man findet die Gröfse von $H_2 = H$ leicht, wie Gleichung 389:

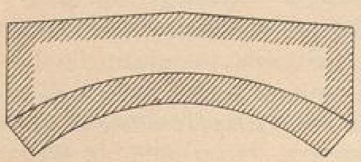
$$H = \frac{x_0 \Sigma(G)}{h}.$$

Wenn für die Seilcurve drei Punkte oder zwei Punkte und eine Richtung vorgefchrieben find, fo ift nach Vorftehendem der Verlauf der Seilcurve beftimmt; alsdann mufs alfo auch eine graphifche Conftruction diefer Linie möglich fein. Es ift

[41]) Neuerdings ift die Anordnung dreier Gelenke, zweier Gelenke an den Kämpfern und eines Gelenkes im Scheitel, bei den grofsen Brückengewölben vielfach ausgeführt worden, insbefondere von *Köpcke* und *Leibbrand*. — Man vergl. hierüber: Fortfchritte der Ingenieurwiffenfchaften. 2. Gruppe, Heft 7: Gewölbte Brücken. Von K. v. LEIBBRAND. Leipzig 1897.

oft wünschenswerth, den ganzen Verlauf derselben zu kennen, und deshalb soll nachstehend gezeigt werden, wie die Seilcurve, bezw. Gleichgewichtslinie construirt wird. Bei allen solchen Untersuchungen ist es zweckmäßig, die Lasten durch Flächen darzustellen. Man denkt sich zu diesem Zwecke die gegebenen Nutzlasten durch Mauerkörper von demselben Einheitsgewichte ersetzt, wie dasjenige des Gewölbes ist. Wenn die Abmessung senkrecht zur Bildfläche gleich der Einheit ($= 1^{m}$) ist, so bedeutet demnach 1^{qm} in der Ansicht 1^{cbm} Mauerwerk, also ein entsprechendes Gewicht. Diese in Mauerwerk verwandelte Nutzlast kommt zum Eigengewichte des Gewölbes hinzu, so daß man als Darstellung der Belastung etwa die in Fig. 379 schraffirte Fläche erhält.

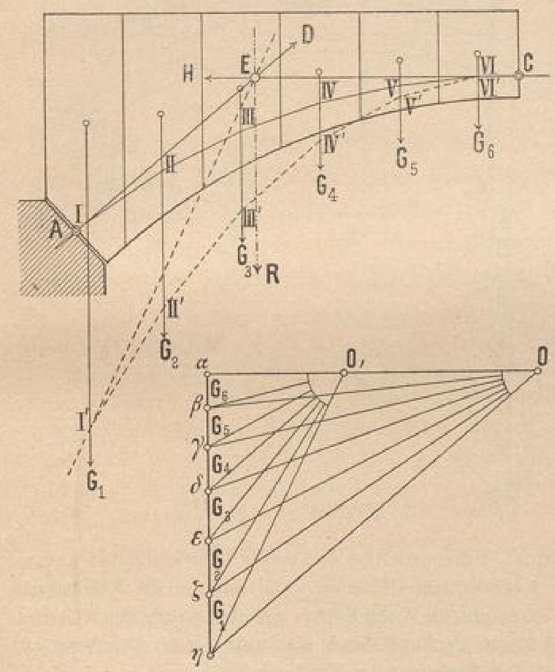
Fig. 379.



272. Seilcurve für symmetrisch zur Scheitel-Lothrechten angeordneten und belasteten Bogen.

Bei dem zur Scheitel-Lothrechten symmetrisch gestalteten und symmetrisch belasteten Bogen, bezw. Gewölbe ist nach Art. 271 die Seilcurve symmetrisch gestaltet; mithin ist es ausreichend, eine Hälfte derselben zu construiren. Diese Construction ist in Fig. 380 vorgeführt. Die Belastungsfläche sei dargestellt, und es sei vorgeschrieben, daß die Mittelkraftslinie durch C und A gehe, außerdem in C wagrecht sei.

Fig. 380.



Man zerlege die Belastungsfläche in eine Anzahl lothrechter Lamellen, deren Gewichte G_6, G_5, G_4 ... G_1 durch Multiplication der Flächengrößen der einzelnen Lamellen mit der (senkrecht zur Bildfläche gedachten) Einheit und dem Einheitsgewichte der Belastung ermittelt werden. Diese Gewichte haben ihre Angriffspunkte in den Schwerpunkten der einzelnen Lamellen. Die Gewichte G_6, G_5, G_4 ... G_1 werden nun zu einem Kraftpolygon $\alpha \beta \gamma \ldots \eta$ an einander getragen, und ihre Mittelkraft wird nach Größe und Lage gesucht. Die Größe derselben ist $\overline{\alpha \eta}$. Um die Lage derselben zu erhalten, construire man mit einem beliebigen Pol O_1 ein Seilpolygon; die Mittelkraft geht dann durch den Schnittpunkt der äußersten Seilpolygonseiten, d. h. derjenigen, welche vor G_6 vorhergeht und derjenigen, welche auf G_1 folgt. Es empfiehlt sich, den Pol auf der durch α gehenden Wagrechten zu wählen (hier ist O_1 als Pol genommen) und die erste Seilpolygonseite durch C zu legen. Das Seilpolygon in Fig. 380 für Pol O_1 ist $C, VI', V', IV', III', II', I'$; die Mittelkraft $\sum_1^6 (G)$ muß durch den Punkt E gehen und lothrecht sein. Nachdem nunmehr die auf die Hälfte des Gewölbes wirkenden Einzellasten durch ihre Mittelkraft R ersetzt sind, wirken auf diesen Gewölbtheil nur noch drei Kräfte: R, die Kraft im Scheitel C und der Kämpferdruck D im Punkte A. Des Gleichgewichtes wegen müssen sie sich in einem Punkte schneiden; die Scheitelkraft geht durch C und ist bei der vorgesehenen Belastung und Construction wagrecht, schneidet sich also mit R im Punkte E; durch diesen Punkt muß also auch die Kämpferkraft gehen; da diese aber auch durch A geht, so ist ihre Richtung durch die Punkte A und E bestimmt. R zerlegt sich also im Punkte E in die beiden Kräfte H und D. Die Größen von H und D werden erhalten, indem man durch α die Parallele zu H, durch η die Parallele zu AE zieht; dann wird $\overline{\eta O} = D$ und $\overline{O \alpha} = H$.

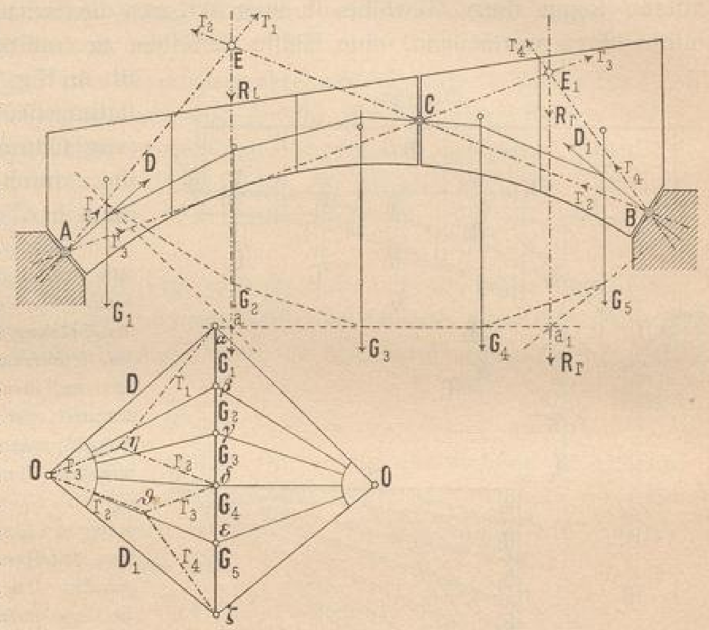
Man erhält nun die Mittelkraftslinie, indem man die in C angreifende Kraft H zunächſt im Schnittpunkte VI mit G_6 zu einer Reſultirenden zuſammenſetzt; Gröſse und Richtung derſelben ſind durch $O\beta$ im Kraftpolygon gegeben; die durch VI parallel zu $O\beta$ gezogene Linie giebt ihre Lage. Wo die Mittelkraft ſich mit G_5 ſchneidet, d. h. in Punkt V, ſetzt man ſie mit dieſer Kraft zuſammen. Gröſse und Richtung dieſer neuen Mittelkraft giebt $\overline{O\gamma}$ im Kraftpolygon; die Lage wird erhalten, indem man durch V die Parallele zu $\overline{O\gamma}$ zieht. Indem man ſo weiter conſtruirt, erhält man im Kraftpolygon Gröſse und Richtung aller Mittelkräfte, im Seilpolygon $C, VI, V, IV, III, II, I, A$ die Mittelkraftslinie. Als Controle dient, daſs die Mittelkraftslinie durch A geht.

273. Mittelkraftslinie für unſymmetriſche Bogen.

Bei einem beliebig geſtalteten Bogen mit beliebiger Belaſtung (Fig. 381) ergiebt ſich die durch drei vorgeſchriebene Punkte A, C, B verlaufende Mittelkraftslinie, wie folgt.

Man kann die Conſtruction als aus zwei ungleichen Hälften beſtehend auffaſſen, welche einander im Scheitelpunkte C ſtützen. Der Kämpferdruck in A beſteht aus zwei Theilen: demjenigen, welcher durch die Belaſtung nur der linken Hälfte erzeugt wird, und demjenigen, welcher durch die Belaſtung nur der rechten Hälfte hervorgerufen wird. Eben ſo verhält es ſich mit dem Kämpferdruck in B. Nimmt man zunächſt nur die linke Hälfte belaſtet, alſo die rechte Hälfte gewichtslos an, ſo hat wie beim Dreigelenkdach (ſiehe Art. 210, S. 211) der Kämpferdruck von B die Richtung BC. Eine gleich groſse und gleich gerichtete Kraft wird von der rechts liegenden Hälfte in C auf die linke Hälfte übertragen; auf dieſe Hälfte wirken auſserdem noch die Reſultirende der Laſten G_1, G_2, G_3 und der Kämpferdruck von A. Die Gröſse und Lage der Reſultirenden von G_1, G_2 und G_3 findet man leicht durch Auftragen der Laſten zu einem Kraftpolygon und Verzeichnen eines Seilpolygons für einen beliebigen Pol. Der Schnittpunkt a der vor G_1 vorhergehenden und der auf G_3 folgenden Seilpolygonſeite giebt einen Punkt der Reſultirenden R_l. Da letztere lothrecht iſt, ziehe man eine lothrechte Linie durch a; alsdann iſt dieſe die Reſultirende R_l. Die in C wirkende Kraft mit der Richtung BC ſchneidet die Reſultirende in Punkt E; durch dieſen Punkt muſs auch die dritte auf die linke Hälfte wirkende Kraft, der Kämpferdruck von A gehen. Man ziehe $\overline{AE}$; alsdann wird R_l im Punkt E durch die beiden dieſer Belaſtung entſprechenden Kämpferdrücke r_1 und r_2 aufgehoben. Die Zerlegung im Kraftpolygon ergiebt $r_1 = \overline{\eta\alpha}$ und $r_2 = \overline{\delta\eta}$.

Fig. 381.



In gleicher Weiſe beſtimmt man weiter die Kämpferdrücke r_3 und r_4, welche in A, bezw. B durch die Belaſtung nur der rechten Hälfte erzeugt werden. Da für dieſe Belaſtungsweiſe die linke Hälfte gewichtslos iſt, ſo fällt r_3 in die Linie $\overline{AC}$; R_r geht durch a_1; r_3 ſchneidet ſich mit R_r in E_1, und durch E_1 muſs auch die dritte auf die rechte Hälfte wirkende Kraft, der Kämpferdruck r_4 von B gehen. Es iſt $\overline{\delta\zeta} = R_r$, und die Zerlegung von R_r ergiebt $\overline{\zeta\vartheta} = r_4$ und $\overline{\vartheta\delta} = r_3$. In Wirklichkeit ſind beide Hälften belaſtet; demnach wirken im linken Kämpferpunkt A ſowohl r_1 wie r_3, im rechten Kämpferpunkt B ſowohl r_2 wie r_4. Die Zuſammenſetzung von r_3 und r_1 giebt als Kämpferdruck bei A die Kraft $A_1 = \overline{O\alpha}$, diejenige von r_2 und r_4 als Kämpferdruck bei B die Kraft $B_1 = \overline{\zeta O}$. Um eine einfache Figur zu erhalten, iſt an η: $\overline{O\eta} = r_3$ und an ϑ: $\overline{\vartheta O} = r_2$ gelegt und ſo das Parallelogramm $O\eta\delta\vartheta$ gezeichnet. Die Mittelkraftslinie ergiebt ſich nun leicht, indem man der Reihe nach A_1 mit G_1, G_2 ... eben ſo zuſammenſetzt, wie für das ſymmetriſche Gewölbe in Art. 272 (S. 287) gezeigt worden iſt. Die Mittelkraftslinie iſt das Seilpolygon für den Pol O. Als Controle diene, daſs die Mittelkraftslinie durch C und B verlaufen muſs.

Beim Verzeichnen der Mittelkraftslinie handelt es ſich meiſtens darum, aus 274. Verbeſſerungen.
dieſer Linie die Stützlinie zu conſtruiren, d. h. die Punkte zu finden, in denen die einzelnen Gewölbequerſchnitte von den auf ſie wirkenden Mittelkräften geſchnitten werden (ſiehe Art. 268, S. 283). Da aber die Gewölbequerſchnitte nicht, wie in Fig. 380 u. 381 angenommen war, lothrecht ſind, ſondern radial verlaufen, ſo iſt eine Verbeſſerung nöthig. Man kann zunächſt auf die wirkliche Querſchnittslage dadurch leicht Rückſicht nehmen, daſs man die Lamellengrenzen entſprechend der

Fig. 382.

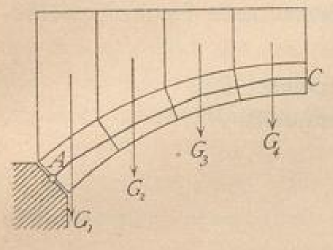


Fig. 383.

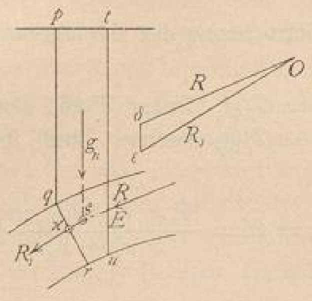
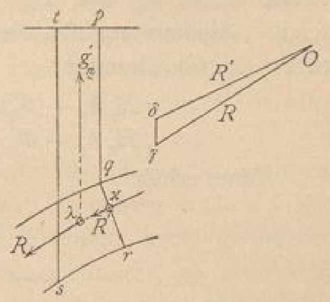


Fig. 384.



Lage der Querſchnitte wählt (Fig. 382). Das Verfahren zur Ermittelung der Gleichgewichtslinie bleibt genau, wie oben gezeigt; nur iſt die Ermittelung der Schwerpunkte für die einzelnen Lamellen etwas umſtändlicher als dort.

Es können aber auch die Conſtructionen in Fig. 380 u. 381 benutzt werden, wenn nur die nachſtehend beſchriebenen Verbeſſerungen vorgenommen werden.

Die der richtigen Querſchnittslage entſprechende Lamellengrenze ſei $p\,q\,r$ (Fig. 383); bei der lothrechten Theilung ſei $t\,u$ als Grenze angenommen und dabei ſei die Kraft R, welche $t\,u$ in E ſchneidet, als Mittelkraft aller rechts von $t\,u$ wirkenden äuſseren Kräfte gefunden. Um nun den Punkt der Stützlinie zu finden, welcher in $q\,r$ liegt, braucht man nur die Mittelkraft aller rechts von $q\,r$ wirkenden Kräfte aufzuſuchen und ihren Schnittpunkt mit $q\,r$ zu ermitteln. Dieſe geſuchte Kraft iſt offenbar die Mittelkraft von R und dem Gewichte g_n des Gewölbetheiles $p\,q\,r\,u\,t$. Es ſei $R = O\,\delta$ und $g_n = \delta\,\varepsilon$; alsdann iſt die geſuchte Mittelkraft $R_1 = O\,\varepsilon$, geht durch ρ und iſt parallel zu $O\,\varepsilon$. Dieſe Kraft R_1 iſt in Fig. 383 gezeichnet; ſie ſchneidet die Fuge $q\,r$ in $\varkappa$; ſonach iſt $\varkappa$ ein Punkt der richtigen Stützlinie.

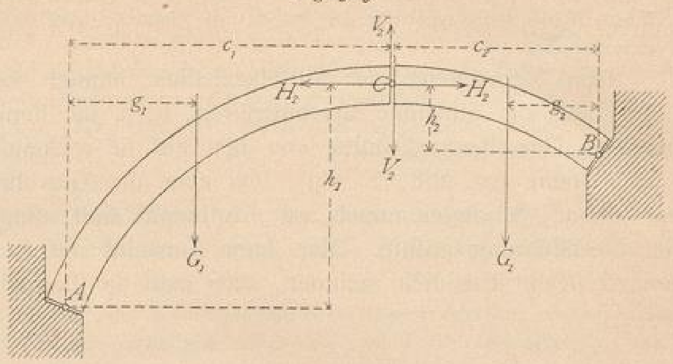
Ganz ähnlich iſt zu verfahren, wenn die lothrechte Lamellengrenze an der anderen Seite der wirklichen Fuge liegt (Fig. 384).

Die Mittelkraft aller an der einen Seite von $t\,s$ wirkenden Kräfte, R, enthält das Gewicht des Stückes $t\,s\,r\,q\,p$ bereits; um alſo die Mittelkraft R', welche auf die Fuge $q\,r$ wirkt, zu erhalten, muſs man R mit dem negativ genommenen, alſo nach oben gerichteten Gewichte g_n' zuſammenſetzen. Es ſei $R = O\,\gamma$ und $g_n' = \gamma\,\delta$; alsdann wird $R' = O\,\delta$, geht durch den Punkt λ, in welchem ſich R und g_n' ſchneiden, und iſt parallel zu $O\,\delta$. Der richtige Punkt der Stützlinie iſt $\varkappa$.

In Art. 270 (S. 285) iſt gezeigt worden, wie der Horizontalſchub in einem 275. Horizontalſchub im unſymmetriſchen Gewölbe.
ſymmetriſch zur Scheitelfuge geformten und belaſteten Gewölbe durch Rechnung gefunden werden kann. Auch beim unſymmetriſchen Gewölbe macht, wenn drei Punkte für den Verlauf der Mittelkraftslinie vorgeſchrieben ſind, die Berechnung des Horizontalſchubes keine Schwierigkeit. Das Verfahren entſpricht genau demjenigen, welches für die Ermittelung der Auflagerdrücke beim Sprengwerksdach mit drei Gelenken in Art. 210 (S. 211) vorgeführt worden iſt.

Die Mittelkräfte der Laſten auf dem linken, bezw. rechten Gewölbetheile ſeien G_1, bezw. G_2; die Entfernungen dieſer Laſten von den Kämpferpunkten ſeien bezw. g_1 und g_2 (Fig. 385). Die beiden Theile übertragen im Punkte C auf einander eine Kraft, deren Seitenkräfte bezw. V_2 und H_2 ſeien. Alsdann ergiebt die Betrachtung der Gleichgewichtszuſtände beider Gewölbetheile die Gleichungen:

Fig. 385.



$$H_2 h_1 + V_2 c_1 = G_1 g_1 \text{ (linker Theil, Drehpunkt } A\text{);}$$
$$H_2 h_2 - V_2 c_2 = G_2 g_2 \text{ (rechter Theil, Drehpunkt } B\text{).}$$

Man erhält

$$H_2 = H = \frac{G_1 g_1 c_2 + G_2 g_2 c_1}{h_1 c_2 + h_2 c_1} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 390.$$

2. Kapitel.

Tonnen- und Kappengewölbe.

276. Stabilität. Die Zerſtörung des Gewölbes kann erfolgen:

1) durch Umkanten eines Gewölbetheiles um eine innere oder äuſsere Kante,
2) durch Gleiten einzelner Gewölbetheile längs der Fugen und
3) durch Zerdrücken der Wölbſteine.

Wenn die Lage der Stützlinie bekannt iſt, ſo können alle auf die Standſicherheit des Gewölbes bezügliche Fragen leicht beantwortet werden. Dabei iſt zu beachten, daſs, falls für den Verlauf der Mittelkraftslinie drei Punkte vorgeſchrieben ſind, welche in Fugen liegen, dieſelben entſprechend der für die Stützlinie gegebenen Erklärung auch Punkte der Stützlinie ſind.

Im Hochbau handelt es ſich faſt ſtets nur um die Ermittelung des im Gewölbe wirkenden Horizontalſchubes, weil dieſe Kraft hauptſächlich die Mauern, welche das Gewölbe, bezw. den Bogen ſtützen, gefährdet. Wäre die Stützlinie bekannt, ſo wäre auch der Horizontalſchub bekannt. Die Ermittelung der genauen Lage derſelben iſt aber nach Art. 266 (S. 281) nur mittels der Elaſticitäts-Theorie der Gewölbe möglich, und dieſe Ermittelung iſt ſehr umſtändlich. Es iſt aber auch ausreichend, gewiſſe Grenzlagen für die Stützlinie und damit gewiſſe Grenzwerthe für den Horizontalſchub feſt zu legen.

277. Stabilität gegen Kanten. Soll das Gewölbe ſtabil ſein, ſo muſs die Stützlinie ganz im Gewölbe liegen.

Wenn die Reſultirende R aller an der einen Seite des Querſchnittes NO wirkenden Kräfte (Fig. 386) die Verlängerung des Querſchnittes etwa im Punkte b ſchneidet, ſo hat dieſe Kraft in Bezug auf O ein Moment $M = Re$, welches eine