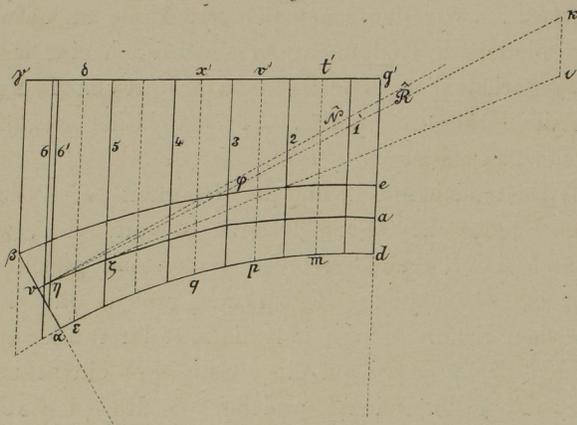


In beistehender Figur e ist ein Theil des auf Blatt E, Fig. 1, dargestellten Gewölbes wieder gegeben und die Grenze der reducirten Lamellen g' , t' , v' ... sowie die Drucklinie durch a bis zur Schwerlinie der Lamelle 5,

Fig. e.



also bis ζ , angetragen. Die Richtung der an ζ sich anschliessenden Druckpolygoneite ist durch den Strahl F 5 (Fig. 3) festgesetzt und durch $\iota\zeta$ in Fig. e angegeben. Eine Aenderung der Richtung dieses Strahles tritt da ein, wo die Schwerlinie der nächsten Lamelle getroffen wird. Da nun aber mit Bezug auf die Theilung des Gewölbes diese nächste Lamelle $a\beta\gamma\delta\epsilon$ zu sein hat, so ist zunächst die Schwerlinie derselben, welche in Fig. e mit $6'$ bezeichnet ist, aufzusuchen. Da die Breite dieser neuen Lamelle im Allgemeinen nicht übereinstimmt mit der ausserdem für die vorhergehenden Lamellen gewählten Basis, so hat man, um eine Proportionale zu dem Gewichte derselben im sonst benützten Maassstabe zu erhalten, die in der Zeichnungstafel liegende Lamellenseite ($a\beta\gamma\delta\epsilon$) auf ein Rechteck von der Basis b zu reduciren.

Wir übergehen diese einfacheren Aufgaben, setzen also die Lage der Schwerlinie und die Höhe des reducirten Rechteckes als gefunden voraus, und fügen zur Durchführung des Verfahrens für die Bestimmung von \hat{R} weiter an, dass von dem Schnittpuncte η des Strahles $\iota\zeta$ mit der Schwerlinie $6'$ die Grösse der durch Strahl F 5 (Fig. 3, Bl. E) repräsentirten Kraft rückwärts durch $\eta\iota$ und in ι der v' Theil der bestimmten Lamellenhöhe an eine Verticale aufwärts durch ιz angetragen wird, und dass nunmehr $z\eta$ die Grösse und Richtung der gesuchten Mittelkraft vorstellt. Der Schnittpunct v derselben auf $a\beta$ ist ein Punct der Stützlinie. Dass Winkel φ , welchen \hat{N} mit \hat{R} bildet, in diesem Falle der gestellten Bedingung entspricht, ergibt sich sofort aus der Figur e.

2. Unsymmetrisch belastete Gewölbe.

Wir betrachten den allgemeinsten und für die Anwendung wichtigsten Fall, dass nämlich die Auffüllung nicht horizontal abgegrenzt ist, und um hiebei die ungünstigste Stellung der zufälligen Lasten zu berücksich-

tigen, setzen wir voraus, dass dieselben nur auf der durch das Eigengewicht stärker beanspruchten Gewölbhälfte aufgebracht und auf dieser bis zur Brückenmitte vorgertickt seien.

Auf Blatt F, Fig. 1, ist ein derartig belastetes Gewölbe im Maassstabe 1:100 dargestellt, dessen Spannweite $s = 13$ m, Pfeilhöhe $p = 2,6$ m, Constructionsdicke im Scheitel $d = 2,7$ m, wie bei dem auf Blatt E (Fig. 1) betrachteten Gewölbe, gegeben ist. Die obere Abgrenzung hat eine Neigung von 4%, die Verkehrslast (\hat{w}) beträgt pr. \square^m 560^k, das Gewicht des Gewölbmauerwerks $\hat{g} = 2000$ ^k und das des Füllmaterials $\hat{g}_1 = 1600$ ^k pr. Kb^m . Auf der rechten Seite von der Verticalen MM durch den Scheitel ist für den zu untersuchenden Streifen von der Tiefe gleich der Einheit über der Fahrbahn eine Schichte Füllmaterial von 0,35 m Höhe aufgelegt, welche der zufälligen Belastung entspricht.

Es ist leicht ersichtlich, dass die Bestimmung der Gewölbstärke und die Untersuchung bezüglich der Sicherheit gegen Gleiten der Wölbsteine an einander ganz in derselben Weise durchzuführen ist, wie beim symmetrisch belasteten Gewölbe, und dass demnach für unsymmetrische Belastung nur die Sicherheit gegen Drehen oder mit anderen Worten die Construction der Drucklinie besonders in Betracht kommt. Diese allein ist somit im Nachfolgenden anzugeben.

Man theilt hiezu einen ganzen Gewölbstreifen von dem Scheitel aus in die gleich breiten Lamellen 1, 2, 3 ... und 1', 2', 3' ..., wählt jedoch die Breite derselben so, dass aus später zu entnehmenden Gründen die Schwerlinien der äussersten Lamellen die Punkte b und b' enthalten. Der links und beziehungsweise rechts von der letzten Lamellengrenze befindliche Theil über der Kämpferfuge wird dem Widerlager zugerechnet. Man reducirt sodann nach Fig. 2 die Erdbelastung auf Steinbelastung und erhält die Grenze der reducirten Lamellen in $g's'$ für die linke und in $g''s''$ für die rechte Seite. Trägt man die gleichen aliquoten, hier die vierten, Theile (nach Fig. 3 und 4) der Schwerlinien der Lamellen und zwar für die linkseitige Gewölbhälfte von einem Puncte C aus nach einander abwärts an eine Verticale an und für die rechtseitige Gewölbhälfte aufwärts, so ist $C8$ eine Proportionale zu dem Gewichte \hat{P} der linken und $C8'$ eine Proportionale zu dem Gewichte \hat{S} der rechten Gewölbhälfte, während die ganze Länge $8C8'$ das Gewicht \hat{Q} des ganzen Gewölbstreifens repräsentirt. Der Kürze wegen mögen diese und ähnliche, bestimmte Kräfte vorstellende Linien, wie früher, gleich diesen Kräften selbst gesetzt werden.

Durch C legt man eine Horizontale und zieht durch F ihr einen beliebigen Horizontalschub CF ; zieht durch F die Pol F die Strahlen $F1, F2 \dots F1', F2' \dots$, welche in der Figur theilweise punctirt angegeben sind; verlängert in Fig. 1 die Verticale durch den Scheitel bis zu einem unterhalb von diesem beliebig gewählten Puncte G , und

ebenso alle Schwerlinien 1, 2... 1', 2'...; construirt sodann, analog dem für das symmetrisch belastete Gewölbe angegebenen Verfahren, die Drucklinie GN und GN', so erhält man in dem Schnittpuncte J der äussersten Polygonseiten einen Punct der Schwerlinie des ganzen Gewölbstreifens und somit auch die Lage von Q̇; ebenso findet man aber in dem Schnitte (K) der Horizontalen durch G mit der durch N gezogenen, äussersten Druckpolygonseite einen Punct für Ṗ und in ähnlicher Weise in dem Schnittpuncte K' einen Punct für Ṡ, so dass also die Lage von Ṗ und Ṡ gleichfalls bekannt ist.

Nachdem die Grösse des Gewichtes Q̇ durch die Kräfte- linie und die Lage von Q̇ durch die Drucklinie bestimmt ist, kommt es zunächst darauf an, Q̇ in zwei verticale Componenten, deren Angriffspuncte in den Verticalen durch N und N' gelegen sein sollen, zu zerlegen. Sind diese gefunden, so stellen sie, in umgekehrter Richtung angebracht, offenbar diejenigen verticalen Auflagerreactionen vor, welche der Bedingung genügen, dass die Summe der verticalen Kräfte im Gleichgewichtsfalle gleich Null zu sein hat.

Zieht man aber die Schlusslinie NN' des Polygons NGN' und durch den Pol F eine Parallele zu NN' bis zum Schnitt U mit der Kräfte- linie (Fig. 4), so gibt die Länge U8 die gesuchte Componente in N und die Länge U8', die Componente in N'.

Bezeichnet man nämlich mit Ṅ und Ṅ' diese Componenten in N und N', ist L der Schnittpunct der Schwer- linie Q̇ mit der Schlusslinie NN' und LN = a, LN' = b, so hat

$$\begin{aligned} \dot{N} + \dot{N}' &= \dot{Q} \dots\dots (1) \\ \dot{N} a &= \dot{N}' b \dots\dots (2), \text{ also auch} \\ \dot{N} &= \frac{\dot{Q} b}{a + b} \dots\dots (3) \text{ und} \\ \dot{N}' &= \frac{\dot{Q} a}{a + b} \dots\dots (4) \text{ zu sein.} \end{aligned}$$

Da nach der Construction $\triangle LJN \sim \triangle U8F$ und $\triangle LJN' \sim \triangle U8'F$, so verhält sich:

$$\begin{aligned} JL : U8 &= a : FU \\ JL : U8' &= b : FU, \text{ und hieraus} \\ U8' : U8 &= a : b \\ U8' &= \frac{U8 \cdot a}{b}. \end{aligned}$$

Nach Obigem ist:

$$\begin{aligned} U8 + U8' &= \dot{Q}, \text{ und somit} \\ U8 &= \frac{\dot{Q} b}{a + b} \dots\dots (5), \text{ und} \\ U8' &= \frac{\dot{Q} a}{a + b} \dots\dots (6) \end{aligned}$$

Nach Gleichung (3) und (5) ist desshalb auch

$$U8 = \dot{N}, \text{ und}$$

nach Gleichung (4) und (6)

$$U8' = \dot{N}'.$$

Es werden somit durch die in F zur Schlusslinie NN'

angetragene Parallele die verticalen Auflagerreactionen \hat{A} und \hat{B} auf der Kräfte- linie abgeschnitten.

Aus letzterer ist zu entnehmen, dass

$$\hat{A} > \hat{P} \text{ und } \hat{B} < \hat{S}.$$

Nach den Gleichgewichtsbedingungen und nach Fig. 4 ist ferner:

$$\hat{A} + \hat{B} = \hat{P} + \hat{S} \dots\dots (7)$$

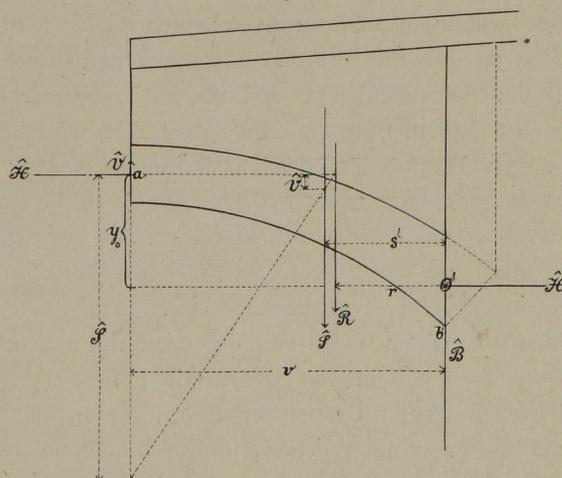
Führt man im Scheitel einen Verticalschnitt und betrachtet die linkseitige Gewölbhälfte, so hat im Falle des Gleichgewichtes:

$$\hat{A} = \hat{P} + \hat{V} \dots\dots (8), \text{ und}$$

für die rechtseitige Gewölbhälfte

$$\hat{B} = \hat{S} - \hat{V} \dots\dots (9) \text{ zu sein.}$$

Fig. f.



Die Grösse der Vertikalkraft V̇, welche im betrachteten Schnitte vorhanden ist, wird in der Kräfte- linie durch CU in demselben Maassstabe wie die übrigen Kräfte repräsentirt.

Ausser Gleichung (9) haben im Gleichgewichtsfalle für den rechtseitigen Gewölbstreifen, welcher in beistehender Figur f dargestellt sein soll, die Relationen:

$$\hat{H} = \hat{H} \dots\dots (10) \text{ und für den ange-}$$

nommenen Drehpunct o' und Angriffspunct a:

$$\hat{H} y_o = \hat{S} s' - \hat{V} v \dots\dots (11)$$

zu gelten, wenn s' und v die Hebelarme von Ṡ und V̇ bezüglich des Punctes o' sind, und wenn die beim sym- metrisch belasteten Gewölbe als selbstverständlich anzu- sehende Voraussetzung, dass die Schlusslinie der Mittel- kraftcurve horizontal ist und somit die correspondirenden Drehpuncte o und o' in gleicher Höhe liegen, auch hier gemacht wird. Der Drehpunct o' und der Angriffspunct a ist aber, um überhaupt eine entsprechende Drucklinie erhalten zu können, im mittleren Drittel des Bogens anzunehmen.

Setzt man die beiden verticalen Kräfte Ṡ und V̇ (nach Fig. 1 und f) zu einer Mittelkraft Ṙ zusammen, deren Grösse durch $U8' = \hat{B}$ in der Kräfte- linie schon angegeben ist, und deren Lage sehr einfach gefunden wird, bezeichnet man mit r den Hebelarm von Ṙ bezüg- lich o', so vereinfacht sich Gleichung (11) in

$$\hat{H} y_o = \hat{R} r \dots\dots (12)$$

\hat{H} wird nun ganz in ähnlicher Weise, wie früher, gefunden, indem man durch U (Fig. 4) eine Horizontale zieht, auf dieser die Länge $UW = r$ und von U aus aufwärts auf der Verticalen die Länge $TU = y_0$ abträgt, und zu WT die Parallele $E8'$ durch $8'$ legt, bis diese die verlängerte Horizontale UW in E schneidet.

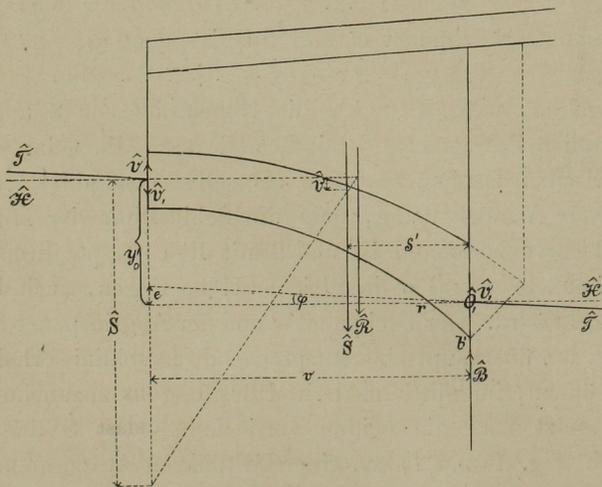
Aus der Aehnlichkeit der Dreiecke UWT und $UE8'$ folgt, dass mit der Länge UE der Horizontalschub \hat{H} für die Punkte o' und a in dem gewählten Kräftemaassstabe erhalten wurde.

Verbindet man E mit C (Fig. 4), so stellt der Strahl EC die Mittelkraft aus \hat{H} und \hat{V} vor.

Zu demselben zieht man nunmehr in Fig. 1 die Parallele durch a bis zum Schnitt mit Schwerlinie 1 und $1'$; von den erhaltenen Schnittpunkten aus zieht man die Parallelen zu den Strahlen $E1$ und beziehungsweise $E1'$ bis zu den Schwerlinien 2 und $2'$ etc.; construirt also ganz nach früherem Vorgange die Drucklinien ao und $a'o'$. Bei richtiger Bestimmung der Drucklinie oao' geht dieselbe nach den eingeführten Bedingungen durch die Punkte o und o' . Der Schnitt der Drucklinie ao mit der Schwerlinie 8 gibt aber den Punkt, an welchem die Gesamtreaction aus \hat{A} und \hat{H} anzugreifen hat.

Wird auf diese Weise eine im mittleren Drittel des Gewölbstreifens verlaufende Drucklinie gefunden, so ist die Sicherheit gegen Drehen erwiesen, wenn nicht, so hat man weiter zu untersuchen, ob durch eine Aenderung in der Annahme der Höhenlage der Drehpunkte o eine entsprechende Drucklinie erhalten werden kann. Wie aus einfachen Erwägungen zu entnehmen, wird, wenn überhaupt eine den zu stellenden Anforderungen entsprechende Drucklinie aufgefunden werden kann, der Punkt o_2 höher als o_1 (Fig. 1) liegen müssen. Nimmt man nun die durch o_1 und o_2 bestimmte Schlusslinie der Mittelkraftcurve im

Fig. g.



Voraus an und betrachtet wieder den rechtseitigen, ins freie Gleichgewicht gesetzten Gewölbstreifen, so wird nach Fig. g, wenn die ausser \hat{S} , \hat{V} und \hat{B} einwirkenden Kräfte \hat{T} (in der Verticalen durch den Scheitel und durch b') in

die horizontalen Componenten \hat{H} und in die verticalen Componenten \hat{V} , zerlegt werden,

$$\begin{aligned} \hat{H} &= \hat{H}, \\ \hat{B} &= \hat{S} - \hat{V} + \hat{V}, - \hat{V}, = \hat{S} - \hat{V} \text{ und} \\ \hat{H}y'_0 &= \hat{S}s' - \hat{V}v + \hat{V}, v. \dots \dots (13) \end{aligned}$$

Nach Figur g ist $\frac{\hat{V}}{\hat{H}} = \text{tang } \varphi = \frac{e}{v}$, und somit

$$\hat{H}(y'_0 - e) = \hat{R}r. \dots \dots (14)$$

Trägt man aus Figur 1 die Länge $y'_0 - e$ in der Kräftelinie von U aus aufwärts durch $T'U$ an, verbindet T' mit W und zieht durch $8'$ die Parallele zu $T'W$, so schneidet letztere den gesuchten Horizontalschub ($E'U$) auf der verlängerten Horizontalen UW ab.

Durch E' legt man eine Verticale, zieht durch U eine Parallele zur Schlusslinie o_1o_2 bis zum Schnitt E'' mit der eben genannten Verticalen und erhält zunächst durch $E'E''$ den Werth \hat{V} , im gewählten Maassstabe, durch $E''U$ die Mittelkraft \hat{T} aus \hat{H} und \hat{V} , und durch $E''C$ die Resultirende aus \hat{T} und \hat{V} . Zu letzterer legt man durch den Angriffspunct a eine Parallele bis zum Schnitt mit den Schwerlinien 1 und $1'$; zieht sodann durch den neuen Pol E'' die Strahlen $E''1$, $E''1'$, $E''2$, $E''2'$... und zu diesen nacheinander die Parallelen ganz nach früherem Vorgange, um die Drucklinie zu construiren, und erhält dieselbe in der durch Figur 1 mit punctirten Linien hinreichend deutlich angegebenen Weise.

Es ist nunmehr sofort ersichtlich, dass bei der gewählten Lamelleneintheilung, ohne die Auflagerreactionen \hat{A} und \hat{B} neuerdings aufsuchen zu müssen, alle möglichen Drucklinien eingetragen werden können.

b) Das Widerlager eines Brückengewölbes pflegt man in der Art herzustellen, dass es für sich sowohl dem Horizontalschub des Gewölbes als dem Druck der hinter ihm liegenden Erdmasse genügend widerstehen kann.

Ist demnach ein Widerlager sehr hoch und der Erd- druck über den Horizontalschub vorherrschend, so bestimmt man die Dicke des Widerlagers wie die einer Stützmauer, wobei man der Sicherheit halber den Horizontalschub gar nicht in Anschlag bringt; ist dagegen die Einwirkung des Gewölbes grösser als die der Erdmasse, so bestimmt man die Widerlagsdicke so, als ob diese Masse gar nicht vorhanden wäre, damit bei einer allenfallsigen Hinterspülung der Widerlager diese dem Gewölbschub noch hinreichenden Widerstand leisten können.

Um aber in dem letzteren, nunmehr näher zu betrachtenden Falle die Ungenauigkeiten in der Ausführung und sonstige ungünstige Vorkommnisse zu berücksichtigen, bringt man dadurch einen höheren, den übrigen Verhältnissen angepassten Sicherheitsgrad in die Widerlager- construction, dass man verlangt, dieselbe solle dem ν -fachen Horizontalschub noch gewachsen sein, und dass also durch die angreifenden Kräfte nur der ν^te Theil des Widerstands- vermögens in Anspruch genommen wird.

Der Coefficient ν wird zwischen 1,5 und 2 und somit 1,5 bis 2fache Sicherheit genommen.

Die Widerlager werden im Wesentlichen entweder als Mauern mit horizontalen Lagerflächen oder als Fortsetzungen der Gewölbe so hergestellt, dass die Lagerflächen der Steine senkrecht zur Drucklinie gestellt werden, und um hiebei die günstigste Druckvertheilung auf dieselben zu erhalten, hat die Drucklinie durch den Schwerpunkt der Lagerflächen zu gehen und ihre Breite ist so festzusetzen, dass die Flächeneinheit über die im Gewölbe angenommene, zulässige Druckspannung (\hat{H}) hinaus nicht beansprucht wird.

Bei Widerlagern mit horizontalen Lagerflächen ist zu untersuchen, ob die verlangte Sicherheit gegen Verschieben auf der in dieser Beziehung im Allgemeinen meist gefährdeten Lagerfläche, auf welcher die Kämpferschicht aufruht, und sodann ob diese Sicherheit gegen Drehen um eine horizontale Axe im ungünstigsten Falle vorhanden ist.

Wir zeigen diese beiden Untersuchungen an dem auf Blatt E (Fig. 1) gewählten Beispiele. Die Grösse des Horizontalschubs in o ist auf Seite 48 bereits berechnet, nämlich $\hat{H} = 58520^k$. Das Gewicht des halben Gewölbestreifens ist:

$$\begin{aligned} \hat{P} &= 0,95 \cdot CD \cdot 4 \cdot 2000 \\ &= 0,95 \cdot 7,12 \cdot 4 \cdot 2000 = 54112^k. \end{aligned}$$

Soll 1,5fache Sicherheit gegen Verschieben auf der Lagerfläche ST vorhanden sein, wird ferner als Widerstand gegen Verschieben ausschliesslich die Reibung in Rechnung gebracht und von der Adhäsion des Bindemittels an den Steinen abgesehen, so hat man die Bedingungsgleichung:

$$1,5 \cdot \hat{H} = \mu \cdot \hat{N},$$

wenn μ den Reibungscoefficienten von Stein auf Stein mit einer Zwischenlage von Mörtel und \hat{N} den Normaldruck auf die Lagerfläche ST bezeichnet. Es ist aber bei Vernachlässigung des Prisma's $TUcb$:

$$\hat{N} = \hat{P} + 5,05 \cdot 3,5 \cdot 1 \cdot 2000,$$

wobei letzterer Werth das Gewicht des Prisma's $V S U f$ (Fig. 1) vorstellt,

$$\hat{N} = 54112 + 35350 = 89462^k.$$

Nach den Versuchen von Morin ist μ in dem vorliegenden Falle nach kurzer Zeit (10—15 Minuten) der Berührung und bei Verwendung von hydraulischem Mörtel mit einem mittleren Werthe von 0,70 einzusetzen. Daher wird:

$$\mu \cdot \hat{N} = 62623^k.$$

Die Grösse des anzusetzenden Angriffes, nämlich $1,5 \hat{H}$ ist aber 87780^k .

Es gibt nun, wenn horizontale Lagerflächen beibehalten werden sollen, verschiedene Mittel, um die aufgestellte Bedingungsgleichung zu befriedigen. Das nächstliegende besteht darin, die Erhärtung des Bindemittels abzuwarten und erst nach dieser Zeit das Gewölbe her-

stellen zu lassen. In diesem Falle kann jedenfalls ausser der Reibung die Adhäsion des Bindemittels an den Steinen als Widerstand in Berechnung gezogen werden. Da nämlich seither Versuche über den Gesamtwiderstand, welcher unter verschiedenen Belastungsverhältnissen und bei verschiedener Art und Dauer der Zusammensetzung von Steinmaterialien geleistet wird, fehlen, erübrigt nichts Anderes, als in der angedeuteten Weise vorzugehen.

Nach den Versuchen des Herrn Professor Bauschinger beträgt die Adhäsion für Schub bei Backsteinen, welche mit Cementmörtel (von 1 Theil Cement und 2 Theilen Sand) verbunden sind, nach 30tägiger Erhärtung 5^k pr. \square^{cm} . Nimmt man $\frac{1}{10}$ dieses Werthes als zulässigen Angriff, so wird der durch die ganze Lagerfläche von der Breite $ST = 4,8^m$ und der Tiefe $= 1^m$ geleistete Adhäsionswiderstand $4,8 \cdot 5000 = 24000^k$. Reibung und zulässiger Adhäsionswiderstand zusammen ergeben nunmehr 86623^k , also nahehin die geforderte Sicherheit.

Ein zweites Mittel, den nöthigen Widerstand ohne Zurechnung der Adhäsion zu erhalten, bestünde darin, die Breite ST der horizontalen Lagerfläche zu vergrössern, weil hiedurch das aufliegende Steinprisma und somit auch der Normaldruck und mit diesem die Reibung vergrössert würde.

Ein drittes Mittel bilden eingestellte höhere Steine, durch welche die Lagerfläche stellenweise unterbrochen, das hiezu verwendete Material aber bei zweckmässiger Anordnung auf Abscheeren angegriffen wird. Bei der Einfachheit solcher Anordnungen genügt es, dieselben zu erwähnen; ausserdem ist die Art der Verwendung solcher Steine in Fig. 1 des Blattes E und in Fig. 4 auf Blatt 5 angedeutet.

Bei der besprochenen Untersuchung der Sicherheit gegen Gleiten wurde eine bestimmte Breite ST des Widerlagers vorausgesetzt. Diese Breite ist aber aus der meist den Ausschlag gebenden, zweiten Forderung nach Fig. 1, Blatt E, abgeleitet, dass $1\frac{1}{2}$ fache Sicherheit gegen Drehen vorhanden sein soll.

Bei hinreichendem Zusammenhange des Mauerwerkes wird ein Umkanten des Widerlagers nur um die Axe A zu befürchten sein, da hiebei das Moment von \hat{H} seinen grössten Werth erreicht. Der verlangten Sicherheit gegen Drehen wird offenbar dann genügt, wenn die vom Kämpfer aus mit 1,5fachem Horizontalschub (\hat{H}) construirte Drucklinie diese Axe schneidet, oder das Fundament innerhalb AB trifft. Zur Construction der Drucklinie setzt man für die gleiche Basis die Lamellentheilung nach Fig. 1 fort, reducirt die Erdauffüllung und Verkehrslast auf Steinbelastung, trägt die gleichen aliquoten Theile der Schwerlinien anschliessend an die Kräftelinie für das Gewölbe (Fig. 3) an, nämlich $8-8'$ für die auf die Basis b reducirte Lamelle unterhalb der Kämpferfuge bc , ferner $8'-9$, $9-10$, $10-11$ etc.; trägt von C aus den 1,5fachen Horizontalschub CF' an; zieht durch O die Parallele zu $F'8'$

bis zum Schnitt mit Schwerlinie 9; von dem Schnittpuncte aus eine Parallele zum Strahl F'9 etc. Diese mit 1,5fachem Horizontalschub construirte Drucklinie schneidet auf der Fundamentoberfläche die erforderliche Breite für die verlangte Sicherheit gegen Drehen ab.

Werden die Lagerflächen senkrecht zur Drucklinie im Widerlager gestellt, wie dies nach Fig. 6 und 8 (Blatt E) geschehen ist, so construiert man die Drucklinie mit einfachem Horizontalschub vom Kämpfer und beziehungsweise von einer unter 30° zum Horizonte geneigten Fuge an weiter, und zieht hiezu (Fig. 6) durch 0 die Parallele zu dem Strahl H6 bis zum Schnitt n mit Schwerlinie 7, durch n die Parallele zu H7' bis zum Schnitt m mit Schwerlinie 8 etc.

Die Länge 7—7' entspricht dem Gewichte der Lamelle 7 unterhalb der Grenze 0'0'', die Länge 7'8 dem Gewichte der Lamelle 8 von p bis s. Die Lagerflächen werden sodann auf die so erhaltene Drucklinie senkrecht gestellt oder so angeordnet, dass sie höchstens um den halben, mittleren Reibungswinkel (17°) von dieser Stellung abweichen. Zweckmässig wird eine ähnliche Anordnung im Fundamente beibehalten; soll aber eine horizontale Fundamentoberfläche gewählt werden, so dass also die Drucklinie im Allgemeinen einen grösseren Winkel als 17° mit ihr bildet, so hat man zu untersuchen, ob Sicherheit gegen Verschieben vorhanden ist. Die Breite der Lagerflächen ist nach der oben angegebenen Forderung zu bestimmen und gemäss dieser eine bestmögliche Druckvertheilung über dieselben anzustreben.

Je nach den besonderen Verhältnissen wird der auf diese Art bestimmten Widerlagerstärke ein Zuschlag gegeben und dieser allenfalls dadurch erhalten, dass man verlangt, die mit $1\frac{1}{2}$ fachem Horizontalschub und mit denselben Lamellengewichten construirte Drucklinie solle die nöthige Breite auf der Fundamentoberfläche abschneiden.

Auf diese Art wurde für das segmentbogenförmige Gewölbe, Fig. 1, Blatt E, eine Widerlagerstärke von $5,2^m$ und für das halbkreisförmige Gewölbe, Fig. 6, eine solche von $3,8^m$ erhalten.

e) Die Dicke der steinernen Brückenpfeiler ist mit Rücksicht auf statische, hydrotechnische und ästhetische Anforderungen zu bestimmen. In ersterer Beziehung hat man zu unterscheiden, ob der Horizontalschub der beiden sich gegen den Pfeiler lehnenen Gewölbhälften gleich gross ist, und demnach auf denselben lediglich ein Verticaldruck einwirkt, welcher aus dem Gewichte zweier Gewölbhälften und ihrer Belastung, sowie aus dem Eigengewichte des Pfeilers besteht, oder ob bei verschiedenem Horizontalschub gegen denselben ein schräger Druck vorhanden ist.

Bezeichnet im ersten Falle

\dot{Q} den von den beiden Gewölbhälften herrührenden und aus den Kräftelinien leicht abzuleitenden Verticaldruck auf einen Pfeilerstreifen von der Länge 1,

h, die Höhe des Pfeilers von der Sockelschichte bis zur Kämpferlinie,

d, dessen gleich bleibende Dicke auf die Höhe h,, endlich β die auf die Dauer zulässige Belastung der Flächeneinheit des verwendeten Steinmaterials,

so hat offenbar

$$\beta \cdot 1 \cdot d = \dot{Q} + h, d, \dot{g}, \text{ und deshalb}$$

$$d = \frac{\dot{Q}}{\beta - \dot{g}h}$$

zu sein.

Beträgt nach dem auf Blatt E, Fig. 1, gegebenen Beispiele das Gewicht eines halben Gewölbes nebst seiner ständigen und zufälligen Belastung auf die Länge von 1^m im Ganzen rd. 54000^k , so ist $\dot{Q} = 108000^k$; ist nun ferner $h = 9^m$, $\dot{g} = 2000^k$ pr. Kb^m und $\beta = 70000^k$ pr. \square^m , so wird:

$$d = \frac{108000}{70000 - 18000} = 2,1^m \text{ rd.}$$

Ist im zweiten Falle \dot{H} , die Differenz der beiderseitigen Horizontalkräfte, so muss die nöthige Sicherheit gegen Verschieben der Kämpferschichte vorhanden sein, und ausserdem ist zu verlangen, dass die Mittelkraft aller gegen die Fundamentoberfläche des Pfeilers gerichteten Einwirkungen im mittleren Drittel der Pfeilerbreite gelegen ist und die Flächeneinheit des Materiales über die zulässige Grenze hinaus mit Berücksichtigung der Druckvertheilung nicht angestrengt wird. — Um den ästhetischen Anforderungen zu genügen, macht man die Dicke steinerner Brückenpfeiler nicht geringer als $\frac{1}{9}$ der Spannweite und mit Rücksicht auf hydrotechnische Verhältnisse nicht leicht kleiner als 1,5 Meter. —

Blatt 6.

Gurtgesimse, Geländer.

Die Gurtgesimse sollen das Regenwasser von den Stirnflächen der Brücke abhalten und denselben einen passenden architektonischen Abschluss geben. Man macht sie daher um so höher, je höher die Brücke ist, und lässt sie um den Betrag dieser Höhe oder etwas weniger über die Stirnflächen vorspringen. Die Gliederung ihrer Profile muss einfach, bestimmt, kräftig und der Bauart der Brücke angemessen sein; der Uebergang von der grössten zur kleinsten Ausladung soll nicht zu rasch erfolgen, aber auch nicht durch viele, kleinlich aussehende Zwischenglieder bewirkt werden. Wo es die Brückenbauart und die vorhandenen Geldmittel gestatten, kann man unter dem Gurtgesimse einfache Verzierungen, wie sie die Figuren 2, 5, 6, 7, 8 zeigen, in Hausteinen oder Ziegeln anbringen.

Da die Geländer zum Schutze der auf der Brücke sich bewegenden Personen und Fuhrwerke bestimmt sind, so müssen sie eine diesem Zwecke entsprechende Höhe und Widerstandsfähigkeit, demnach eine hinreichende