
Persistenter Identifier:	1554117854977_J1867
Titel:	Jahres-Bericht der Königl. Polytechnischen Schule zu Stuttgart für das Studienjahr 1867/68
Ort:	Stuttgart
Datierung:	1867
Signatur:	w. G. qt 52
Strukturtyp:	volume
Lizenz:	https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/
PURL:	https://digibus.ub.uni-stuttgart.de/viewer/image/1554117854977_J1867/1/
Abschnitt:	Maximalpressung in Tonnengewölben
Strukturtyp:	chapter
Lizenz:	https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/
PURL:	https://digibus.ub.uni-stuttgart.de/viewer/image/1554117854977_J1867/11/LOG_0010/

Der Horizontalschub eines fertigen Gewölbes erwacht bei der Ausschalung desselben. Die Widerlager weichen demzufolge etwas zurück, der Scheitel senkt sich, die Druckcurve stellt sich steiler. Diese mit dem Namen „Setzen“ bezeichnete Bewegung bedingt also eine Verminderung des Schubs, zugleich aber auch eine Vermehrung der Widerstandsfähigkeit der Widerlager. Sie setzt sich so lange fort, bis vermöge beider gleichzeitiger Wirkungen der Gleichgewichtszustand erreicht ist.

Einfluss des Genauigkeitsgrades der Ausführung. — Welche Druckcurve nun diesem Gleichgewicht entspricht, hängt, wie man sieht, in erster Linie vom Grade der Nachgiebigkeit der Widerlager und ihrer Fundamente ab; sodann kommt aber auch wieder die Bearbeitung der Gewölbsteine in Betracht, deren Einfluss hier noch bedeutender ist, als bei vorausgesetzter Beweglichkeit eines Widerlagers (nach Fig. 20), indem es nun nicht allein auf die Abschrägungswinkel, sondern auch auf die Dicke der Steine im Verhältniss zur gegebenen Entfernung der Widerlager ankommt. Alle Ungenauigkeiten kann man sich am Schlussstein concentrirt denken; je dicker derselbe und je fester er eingetrieben wird, desto flacher stellt sich die Curve und umgekehrt. Es sollte bei Bearbeitung dieses Steines auch das wahrscheinliche Nachgeben der Widerlager bei der Ausschalung berücksichtigt werden. Bei grossen Gewölben kann dieses indessen nur unvollständig geschehen, denn es ist unmöglich den Scheitelstein fest genug anzutreiben; daher die Curve in diesem Falle eine mehr steile Form anzunehmen pflegt. Seltener und nur bei kleineren Gewölben wird die Curve sich zu flach gestalten, durch allzu festes Eintreiben des Schlusssteines.

Folgen einer ungünstigen Druckvertheilung im Gewölbe. — Da man nach dem Vorstehenden diese Vertheilung nur sehr unvollständig in der Hand hat, so drängt sich die Frage auf, welche Folgen eine ungünstige, an gewissen Punkten den Gewölbegrenzen zu nahe kommende Druckcurve schlimmstenfalls haben könne. Es pflegt dann das oft beobachtete Abspringen der Kanten der Gewölbsteine (in Württemberg „Brennen“ genannt) einzutreten, welches sich soweit in das Innere des Gewölbes fortsetzt, bis in Folge davon die Curve hinreichend zurückgewichen ist. Der Uebelstand bringt also die Abhilfe selbst mit sich, und zwischen einem ungenau ausgeführten und einem statisch instabil geformten Gewölbe findet der wesentliche Unterschied statt, dass die ebenfalls mit dem Abspringen der Kanten beginnenden Bewegungen dieses letzteren bis zum Einsturz sich fortsetzen, während sie im ersteren von selbst wieder aufhören, nachdem die Curve eine günstigere, die Materialfestigkeit nirgends überschreitende Lage angenommen hat. Jenes Gewölbe muss also einstürzen, dieses wird nur einzelne lokale Beschädigungen zeigen.

Mittel gegen das „Brennen“. — Das sicherste Mittel besteht darin, die Berührung der Gewölbsteine erst in einiger Entfernung von der betreffenden Gewölbegrenze (besonders von der Leibung, weil da die Schäden am meisten ins Auge fallen) beginnen zu lassen, entweder durch Anwendung sogenannter Refendfugen oder durch Befreiung der äusseren Fugentheile von Mörtel, vor der Ausschalung. Uebrigens ist die Gefahr um so geringer, je weicher der Mörtel bei der Ausschalung, indem schon das Nachgeben des letzteren die Concentrirung des Drucks an den Kanten verhindert. Daher die Regel, mit dem Aufwölben und Ausschalen möglichst zu eilen.

§. 5.

Maximalpressung in Tonnengewölben.

Günstigste Druckvertheilung. — Denkt man sich die Grösse und Lage sämtlicher Fugendrucke gegeben, so kann nach §. 1 aus dem Angriffspunkte und der Normalcomponente jedes Drucks die grösste in der betreffenden Fuge stattfindende Pressung (welche an der den Angriffspunkten benachbarten Kante wirkt) bestimmen. Von den für die verschiedenen Fugen hiedurch erhaltenen Pressungen ist aber nur die grösste, welche sich auf eine Bruch-

fuge bezieht, von besonderem Werthe. — Denkt man nun diese Maximalpressung für die verschiedenen Druckcurven ermittelt und vergleicht sie mit einander, so wird man finden, dass für eine Curve jene Pressung kleiner ist als für jede andere; daher eben diese Curve als die günstigste, und die zugehörige Maximalpressung als die kleinstmögliche bezeichnet werden kann. Sie kann genau bestimmt werden, ist aber immer nur als untere Grenze für die wirkliche Maximalpressung zu betrachten.

Construction der günstigsten Curve. — Die Lage derselben kann offenbar keine andere sein, als so, dass die Pressungen an den Bruchpunkten des Gewölbes, z. B. B, B', B'' Fig. 24, einander gleich sind; denn in welcher Weise man auch von der so bestimmten Curve abweichen wollte, immer würde die neue Curve einem jener Punkte näher kommen und folglich eine grössere Pressung daselbst stattfinden.

Nach dieser Bedingung lässt sich die Curve leicht construiren. Angenähert wenigstens ist jene erfüllt, wenn zwischen den Curvenabständen a, a', a'' Fig. 24 und den Normalcomponenten N, N', N'' der betreffenden Fugendrucke, wofür angenähert (im Scheitel sogar genau) diese Fugendrucke selbst genommen werden können, die Beziehung stattfindet:

$$\frac{N}{a} = \frac{N'}{a'} = \frac{N''}{a''},$$

woraus sich durch Probiren die Curve finden lässt. Man hat zu diesem Zwecke, ganz wie bei Bestimmung der mathematischen Stärke, zuerst eine Curve zu suchen, welche die eine Gewölbegrenze an zwei Punkten des Halbgewölbes trifft und dazwischen sich der andern nähert, eine Curve, welche für den in Fig. 24 angenommenen Fall die Lage Fig. 25 hätte. * Man erkennt so die Lage der Punkte B und kann aus der Grösse des Abstandes a' Fig. 25 beurtheilen, um wieviel die Curve zu verschieben ist, um jene Bedingung zu erfüllen.

Voraussetzung hinlänglich starker Widerlager. — Selbstverständlich ist die wie vorstehend, ohne Rücksicht auf die Widerlager bestimmte Curve nur dann möglich, wenn die letzteren stark genug sind, um den jener Curve entsprechenden Gewölbeschub aufzunehmen. Wäre dieses nicht der Fall, so würde der dritte Bruchpunkt, B'' Fig. 24, nicht im Gewölbe, sondern im Widerlager liegen, und zwar gewöhnlich an der unteren äusseren Kante des letzteren. Die günstigste Curve würde dann nach demselben Principe, jedoch mit Hinzunahme des Widerlagers zu bestimmen sein. Die bisher gemachte Voraussetzung hinlänglich starker Widerlager soll jedoch auch im Folgenden beibehalten werden.

Zweckmässigkeit der Gewölbformen. — Ein Gewölbe wird seinem Zwecke mit um so geringerem Materialaufwande entsprechen, je mehr die günstigste Curve der Gewölbform nahe kommt, je kleiner folglich der zu beiden Seiten der Gewölbmitte liegende Theil seiner Dicke ist, welcher durch jene Curve eingenommen wird. Es kommt hiebei hauptsächlich auf die Form der Gewölblinie und auf die Belastungsweise an, und man wird bei Gewölben, deren Dicke vom Scheitel bis zum Kämpfer sich nur wenig ändert, annehmen können, dass jener mittlere Theil der Dicke ungefähr gleich ist der mathematischen Gewölbstärke für dieselbe Gewölbform und Belastungsweise.

In zweiter Linie kommt es dabei aber auch auf die gesammte Gewölbstärke an, denn je grösser diese ist, um so mehr verschwindet jener von der Druckcurve eingenommene Theil derselben. Einige Ingenieure nehmen, freilich ziemlich willkürlich an, dass letzterer nicht über $\frac{1}{3}$ der ganzen Gewölbstärke betragen soll, weil sonst in der Nähe der Bruchfugen die Angriffspunkte in die äusseren Drittel fallen, somit ein Theil des Materials an der entgegengesetzten Gewölbegrenze gar nicht gepresst wird, also überflüssig ist.

* Dieser Fall ist der gewöhnliche, der Fig. 16 u. 19 §. 3 entsprechende. Die Lage der Curve könnte natürlich auch eine andere sein, z. B. wie in Fig. 17 u. 18.

Besonderer Fall, wo die Gewölbschenkel unverhältnissmässig stark sind. — Dieser beispielsweise in Fig. 26 angenommene Fall unterscheidet sich von den bisher betrachteten (wie z. B. in Fig. 24) dadurch, dass die günstigste Curve durch die Mitte der Scheitelfuge geht, ausserdem aber höchstens noch Eine Bruchfuge B' hat, in welcher wieder dieselbe Maximalpressung wie bei B stattfinden muss, so dass nach dieser Bedingung die Curve sich durch Probiren bestimmen lässt. Es kommt dieser Fall besonders bei Halbkreisgewölben und Korbbögen vor, welche mit einer nach dem Kämpfer hin stark zunehmenden Hintermauerung Fig. 26 versehen sind; denn auch diese ist, wenn sie mit dem Gewölbe in Verband gebracht, und besonders wenn darin der gewölbartige Fugenschnitt fortgesetzt ist, im Stande, einen Theil der Fugendrucke aufzunehmen.

Annäherungsmethode für flache Stichbögen. — Wenn ein solches Gewölbe nur sein eigenes Gewicht, oder wie bei Brücken eine horizontal abgegliche, nur wenig über den Gewölbscheitel hinauftragende Belastung zu tragen hat, so ist, wie die Fig. 10 und 11 zeigen, die mathematische Stärke nur gering und folglich die günstigste Curve nur wenig von der Mittellinie des Gewölbes abweichend (abgesehen von dem bei dieser Gewölbforn seltener vorkommenden Falle Fig. 26, wo die Zunahme der Gewölbstärke nach den Kämpfern zu unverhältnissmässig gross wäre). Man kann dann als Punkte der günstigsten Curve ohne Weiteres die Mittelpunkte der Kämpfer- und Scheitelfuge annehmen. Dieselbe Methode kann aber auch auf stark hintermauerte Halbkreise oder Korbbögen Anwendung finden, wenn man den Theil oberhalb der Hintermauerung als selbstständigen Stichbogen betrachtet.

Scheitelpressung einiger grösserer Brückengewölbe. — Die in folgender Tabelle enthaltenen Resultate bezüglich einiger grösserer Brückengewölbe sind durch das vorige Annäherungsverfahren gefunden worden, also für die Korbbögen, welche sämtlich hintermauert und mit hinlänglich starken Widerlagern versehen sind, durch Betrachtung des obersten Kreissegments als selbstständigen Stichbogens.

Bezeichnung der Brücke.	Bogenform.	Spannweite.	Scheitelpressung.	
			Drückende Mauerhöhe.	Kilogr. pro Centim., wenn spez. Gew. = 2,2.
Neckarbrücke bei Cannstatt (Mittelbögen)	Stichbögen.	18 ^m ,62	38 ^m	8,4
Desgl. (Endbögen)	Desgl.	18 ^m ,62	47 ^m	10,3
Enzbrücke bei Besigheim (Mittelbogen)	Desgl.	22 ^m ,92	44 ^m	9,7
Neckarbrücke bei Ladenburg	Desgl.	27 ^m ,00	63 ^m	13,9
Brücke über die Seine bei Neuilly	Korbbögen.	38 ^m ,98	74 ^m	16,1
Brücke über die Oise bei S. Maixence	Stichbögen.	23 ^m ,39	75 ^m	16,5
Neue Elbbrücke zu Dresden	Korbbögen.	28 ^m ,32	96 ^m	21,1
Neue Londonbrücke über die Themse	Desgl.	46 ^m ,33	102 ^m	22,4
Brücke über die Dora Riparia zu Turin	Desgl.	45 ^m ,00	113 ^m	24,9

Die kühnste dieser Brücken wäre somit die zu Turin mit 113^m Druckhöhe, resp. 25,2 Kilogr. Pressung.