

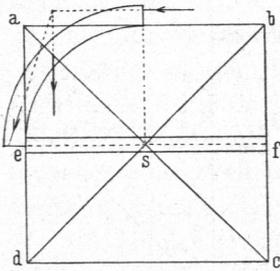
für die Kämpferlinien dieses Gewölbes dem gegebenen n -Eck ein $2n$ -Eck einzuschreiben. In folchem Falle haben n Seiten des eingeschriebenen Vieleckes ohne Weiteres keine unmittelbare Unterstützung durch lothrecht aufgeführte Umfangs-, bezw. Widerlagsmauern. Dieselben sind alsdann, wie Fig. 400 bei einer Wange A zeigt, durch Tragsteine oder Ueberkragungen zu schaffen. Statt dieser Ueberkragungen können auch in besserer und oft in wirkungsvollerer Weise besondere kleine Gewölbe als fog. Eck- oder Nischengewölbe, wovon bei der Ausführung der Kloftergewölbe (unter 3) noch weiter gesprochen werden soll, in Anwendung kommen.

2) Stärke der Kloftergewölbe und ihrer Widerlager.

Beim einfachen Kloftergewölbe sind die Gewölbwangen Theile eines Tonnengewölbes. Zerlegt man jede Wange in einzelne Streifen, deren Begrenzungsebenen lothrecht und parallel zur Ebene der Scheitellinie der cylindrischen Wölbkappen geführt sind, so könnte jeder Streifen für sich als ein Theil eines Tonnengewölbes betrachtet und dem entsprechend statisch untersucht werden. Der Elementarstreifen se , bezw. sf (Fig. 401), dessen lothrechte Kräfteebene die Scheitellinien der zugehörigen Gewölbwangen enthält, ist offenbar ein Hauptstreifen, in welchem der grösste Gewölbschub herrscht, während in allen Nachbarstreifen, wenn von einer unzumuthigen oder übertriebenen Ueberlastung abgesehen wird, ein kleinerer Gewölbschub auftreten muss.

211.
Gewölbfärke.

Fig. 401.



Bestimmt man die Stabilität und die Stärke des Hauptstreifens unter der üblichen Annahme, dass die Breite desselben gleich einer Längeneinheit fe , ganz nach den für die Bestimmung der Stärke der Tonnengewölbe in Kap. 9 (unter b) gegebenen Entwicklungen, so giebt man aus praktischen Gründen den sämtlichen Wölbstreifen der betreffenden Wange die gefundene Stärke. Würden bei einem Kloftergewölbe über rechteckigen, vieleckigen oder auch über unregelmässigen Räumen sich solche Hauptstreifen von verschiedener Spannweite ergeben, so wird im Allgemeinen für das ganze Gewölbe diejenige Stärke beibehalten, welche der grösste Hauptstreifen beansprucht. Die auf Kuf gemauert gedachten Gewölbwangen legen sich über ihren Gratlinien gegen einander. Ihr Gewölbschub fliesst in dem Gewölbkörper bis zum Widerlager fort, ohne dass die Ebene der Grate dadurch mit Gewichten belastet wird. Tritt an die Stelle dieser Ebene ein selbständiger Gratbogenkörper, was zuweilen der Fall, aber nicht durchaus nöthig ist, so bildet derselbe für sich ein besonderes Tonnengewölbe, nur beeinflusst durch sein Eigengewicht, bezw. durch seine etwa vorhandene Ueberlast. Hiernach würde also die Stärke solcher Gratbogen eben so zu berechnen sein, wie bei einem derart angeordneten, frei stehenden Tonnengewölbe. Werden die Gewölbwangen auf Schwalbenschwanzverband ausgeführt, so entsprechen die Stabilitätsuntersuchungen der dann entstehenden Elementarstreifen dem in Art. 181 (S. 277) Vorgetragenen. Auch bei diesem Verbands, welcher wohl bei flachen Kloftergewölben, feltener oder gar nicht bei Gewölben mit entsprechend grosser Pfeilhöhe in Anwendung kommt, können die Schichten entweder stumpf in der Ebene der Grate zusammenstossen oder besser über der Gratlinie auf Stich gegen einander treten.

212.
Widerlags-
stärke.

Da die Gewölbstreifen, selbst wenn dieselben, wie es der Fall ist, sämtlich eine gleiche Stärke erhalten, vermöge ihrer verschieden großen Spannweite, welche von Null bis zur Weite eines Hauptstreifens in einer Gewölbkappe wächst, auf ihr Widerlager einen verschieden großen Druck ausüben, so folgt, daß die sonst ganz im Sinne des in Art. 143 (S. 197) geführte Bestimmung der Widerlagsstärke für jeden Elementarstreifen ein anderes Maß ergeben wird. Dieses Maß würde gleichfalls von Null bis zur größten Widerlagsstärke, welche der Hauptstreifen der zugehörigen Kappe nöthig macht, zunehmen. Trägt man die den einzelnen Streifen zukommenden Widerlagsstärken als Ordinaten der äußeren Begrenzungslinie des betreffenden Widerlagers auf, so erhält man eine krumme Linie und danach eine bestimmte Grundfläche des Widerlagskörpers. Für die praktische Ausführung eignet sich jedoch ein solches Widerlager nicht. Statt desselben ist besser ein Widerlagskörper mit rechteckiger Grundfläche anzuordnen. Derselbe muß aber das gleiche Maß der Stabilität besitzen, wie das theoretisch ermittelte, nach außen krummlinig begrenzte Widerlager.

Die krumme Linie aOb in Fig. 402, welche als äußere Begrenzung des Widerlagers einer Gewölbkappe gefunden ist, kann mit hinreichender Genauigkeit als eine Parabel mit dem Scheitel in O angesehen werden. Der Hauptstreifen möge die Widerlagsstärke w erfordern, so daß w die Pfeilhöhe jener Parabel ist. Diese Linie w scheidet die Parabelfläche in zwei gleiche, symmetrisch liegende Theile. Das Rechteck $abcd$, bezw. die Hälfte desselben $aefc$ soll dieselbe Stabilität besitzen, wie die Parabelfläche aOb , bezw. wie die Hälfte aeO derselben.

Die noch unbekannte Breite dieser Rechtecksfläche sei z . Unter Benutzung der Bezeichnungen in Fig. 402 erhält man zunächst das Stabilitätsmoment \mathfrak{M} der Fläche $aefc$ in Bezug auf die Drehkante fc als

$$\mathfrak{M} = lz \frac{z}{2} = \frac{l}{2} z^2 \dots \dots \dots 222.$$

Für einen Elementarstreifen von der Breite y und der Länge dx im Abstände x von der Linie w der Parabelfläche aeO ist das Stabilitätsmoment $d\mathfrak{M}$, in Bezug auf die Aufsenkante

$$d\mathfrak{M}, = y \cdot dx \frac{y}{2} = \frac{y^2}{2} dx,$$

woraus durch Integration das Stabilitätsmoment \mathfrak{M} , der Parabelfläche aeO folgt als

$$\mathfrak{M}, = \frac{1}{2} \int_{x=0}^{x=l} y^2 \cdot dx \dots \dots \dots 223.$$

Nun ist aber für die Parabel Oa , deren Axe mit der Geraden w zusammenfällt,

$$\frac{w-y}{w} = \frac{x^2}{l^2}, \text{ d. h. } y = \frac{w}{l^2} (l^2 - x^2).$$

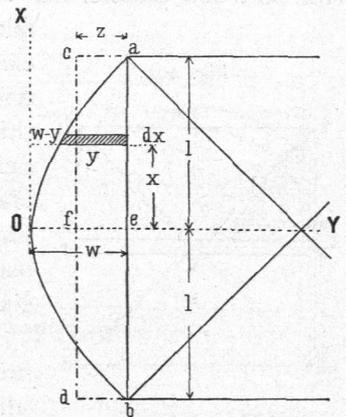
Setzt man diesen Werth in Gleichung 223, so ergibt sich

$$\mathfrak{M}, = \frac{w^2}{2l^4} \int_{x=0}^{x=l} (l^2 - x^2)^2 dx \dots \dots \dots 224.$$

Da nun $\mathfrak{M} = \mathfrak{M}$, sein soll, so wird den Gleichungen 222 u. 224 zufolge

$$z^2 = \frac{w^2}{l^5} \int_{x=0}^{x=l} (l^2 - x^2)^2 dx,$$

Fig. 402.



woraus nach Ausführung der Integration

$$z^2 = \frac{8}{15} w^2$$

oder schliesslich

$$z = w \sqrt{\frac{8}{15}} = 0,7303 w \dots \dots \dots 225.$$

zu bestimmen ist.

Hiernach erscheint die Breite z nahezu gleich $\frac{3}{4} w$, d. h. die Stärke des Widerlagers eines Kloftergewölbes beträgt etwa drei Viertel der Stärke des Widerlagers eines Tonnengewölbes von gleicher Leitlinie, Gewölbstärke und Belastung, wie dasselbe durch den Hauptstreifen in der Gewölbwange gegeben ist. Dasselbe Ergebniss ist bereits von *Rondelet* durch Versuche an Modellen fest gestellt.

Treten bei Kloftergewölben Vereinigungen cylindrischer Wangen mit Kugelhappen auf, so sind letztere einer besonderen Stabilitäts-Untersuchung zu unterziehen. Wie der Weg zur Prüfung derartiger Kappen einzuschlagen ist, wird später bei der Besprechung der Stärke der Kuppelgewölbe erörtert werden.

Da die Wangen eines Kloftergewölbes einem Tonnengewölbe angehören, so lassen sich die in Art. 140 (S. 193) für das Tonnengewölbe angegebenen empirischen Regeln auch für das Kloftergewölbe im Allgemeinen verwenden. Als maßgebendes Gewölbstück ist der Hauptstreifen, dessen lothrechte Ebene die Scheitellinie der am weitesten gespannten Gewölbwangen enthält, in Betracht zu ziehen und die hierfür empirisch ermittelte Gewölbstärke in der Regel für die Stärke sämmtlicher Wangen entweder ohne Weiteres oder unter besonderen Verhältnissen nur als Anhalt für eine strengere statische Untersuchung zu Grunde zu legen.

Ist für den erwähnten Hauptstreifen, bezw. für die Hauptstreifen jeder einzelnen Wange nach den in Art. 145 (S. 208) für Tonnengewölbe mitgetheilten empirischen Regeln die Widerlagsstärke berechnet, so werden für die mit rechteckiger Grundfläche angeordnete Widerlagsmauer der zugeordneten Gewölbwange drei Viertel dieser Stärke angenommen. Bei quadratischen Räumen mit einer Seitenabmessung bis zu 6 m kann die Stärke der Widerlagsmauern bei sorgfältiger Ausführung bis auf zwei Drittel der Widerlagsstärke eines dem Hauptstreifen gleichen Tonnengewölbes herabgesetzt werden.

Kloftergewölbe mit großer Pfeilhöhe, besonders die Haubengewölbe, erhalten, abgesehen von etwaigen Ausmauerungen der Zwickel über besonders angelegten Gratbogen, in den meisten Fällen keine besondere Ueberlast, weder durch darauf ruhende Balkenlagen, noch durch hierauf angebrachte Fußböden. Flache Kloftergewölbe dagegen können ähnliche Belastungen, wie Kappengewölbe, erfahren. Als dann sind nach den in Art. 177 (S. 264) gemachten Angaben die Abmessungen der Widerlagsstärken bei diesen Kloftergewölben am besten ohne Herabminderung gleich solchen bei Kappengewölben zu wählen.

3) Ausführung der Kloftergewölbe.

Die Gestaltung der Kloftergewölbe weist schon darauf hin, dass dieselben, als vorzugsweise in ihren Wangen von Tonnengewölben herrührend, auch in ihrer Ausführung sich nach derjenigen der Tonnengewölbe zu richten haben. Sämmtliche Hauptregeln, welche in dieser Beziehung in Kap. 9 (unter c) für das Tonnengewölbe gegeben sind, behalten auch für das Kloftergewölbe ihre Geltung. Aus-

213.
Empirische
Regeln
für die
Gewölbstärke.

214.
Empirische
Regeln
für die
Widerlags-
stärke.

215.
Allgemeines.