



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Balkendecken

Barkhausen, Georg

Stuttgart, 1895

9) Ausführung der gothischen Kreuzgewölbe

[urn:nbn:de:hbz:466:1-77494](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-77494)

9) Ausführung der gothischen Kreuzgewölbe.

Für die praktische Ausführung der gothischen Kreuzgewölbe, sowohl der einfachen, als auch der Stern- oder Netzgewölbe ist unter 7 (S. 435) schon eine größere Zahl von wichtigen Anhaltspunkten gegeben, welche namentlich für die zwischen selbständigen Rippen zu wölbenden Kappen zu beachten sind.

339.
Gewölbe-
kappen.

Eine besondere Ausführung der Kappen macht sich dagegen bei einer Gruppe von Kreuz-, besonders Netzgewölben ohne selbständig hergerichtete Rippenkörper geltend, welche den Namen »Zellengewölbe« führen. Die Laibungsflächen dieser Gewölbe gehören geraden Kegelflächen an, deren Basis-, bzw. Leitlinien die Rippenlinien enthalten. Die Kegelflächen durchschneiden sich in den von den einzelnen Grat- oder Rippenkanten begrenzten Kappengebieten nach einer besonderen Firft- oder Zellenkante, welche in Gemeinschaft mit den beiden von den Rippenlinien fattelförmig aufsteigenden Wölbflächen die Gestaltung von falten- oder zellenartigen Gewölbekappen bedingt. Hierbei sind für jede Rippenlinie zwei gerade Kegelflächen vorhanden, welche in dieser Linie eine gemeinsame Leitlinie besitzen. Die Spitzen dieser Kegel liegen auf den in einer einzigen Geraden zusammenfallenden Kegellinien symmetrisch zur Ebene der Rippenlinie, und zwar rechts und links in einem dem Halbmesser der Basislinie gleichen Abstände.

340.
Zellengewölbe.

Dafs ein Verhauen der als Wölbsteine benutzten Backsteine bei den fog. rippenlosen Gewölben thunlichst zu vermeiden ist, läßt sich bei den vorzugsweise in den Ostseeländern während des Mittelalters ausgeführten Zellengewölben, deren Kappen selbst bei einer reichen Durchbildung¹⁸⁷⁾ im Allgemeinen nach geraden Kegelflächen angeordnet sind, erkennen. Da die Stellung der schmalen Wölbflächen in jedem einer einzelnen Rippenlinie angehörenden Kappengebiete in den Lagerflächen nach Normalebenen zur gemeinschaftlichen Basislinie (Rippenlinie) der beiden erwähnten Kegelflächen äußerst einfach erfolgen kann, da außerdem die Lagerkanten alsdann Seitenlinien dieser Kegel bleiben; so schliessen die für sich zusammentretenden Lagerkanten vermöge der vorhin bezeichneten symmetrischen Anordnung der Kegelspitzen an jeder Stelle eines Normalschnittes am Rippenbogen einen rechten Winkel ein. Ein besonderes Zuschärfen oder ein umständliches Verhauen der Backsteine ist also im Gegensatz zu der Einwölbung auf Schwalbenschwanz-Verband nicht erforderlich.

Da die Anwendung der Zellengewölbe bei Deckenbildungen der Neuzeit nicht auszuschliessen ist, so soll für die Gestaltung und Einwölbung dieser interessanten Gewölbe in Fig. 534 das Nähere angegeben werden. Der im Grundrifs quadratisch genommene Raum $abcd$ ist durch die stark ausgezogenen Rippenlinien ae , ah u. s. f. nebst den Scheitellinien eg , hf zunächst im Sinne von Art. 286 (S. 416) mit einer einfachen Netzgewölbbildung versehen.

Die sämtlichen Rippenlinien ae , ah u. s. f. sind beliebige Kreisbogen B mit gleichem Halbmesser βa . Die Randbogen ab , bc u. s. f. sind Spitzbogen mit Schenkeln A , deren Halbmesser αb gleichfalls beliebig angenommen ist.

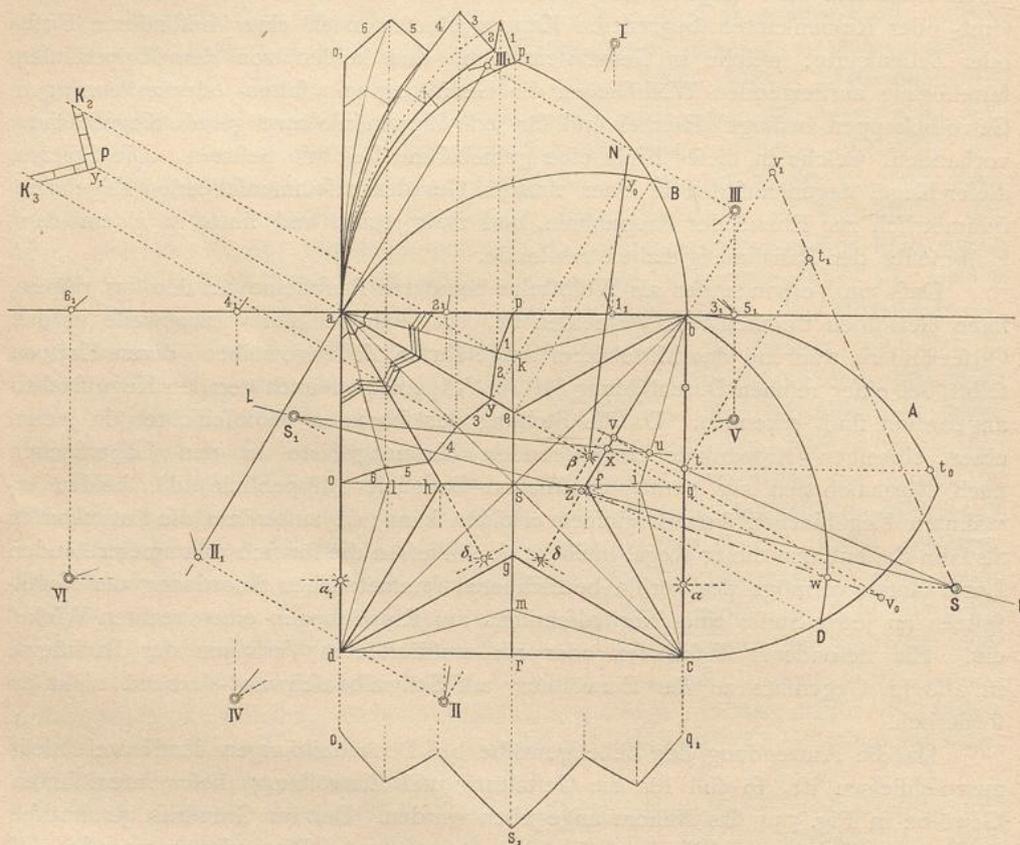
Die Mittelpunkte α , β dieser Bogen liegen hier in der wagrechten Kämpferebene des Gewölbes. Für das Kappengebiet bfq treten zwei gerade Kegelflächen mit der Leitlinie A für bq und der Leitlinie D für bs mit dem Halbmesser δb gleich βa des Bogens B zusammen. Die Spitze des Kegels für bq ist S im Lothe αS auf bc , wobei $\alpha S = \alpha b$, während die Spitze des Kegels für bs der Punkt S_1 des Lothes δS_1 auf $b\delta$ ist. Auch hierbei muß $\delta S_1 = \delta b$ genommen werden.

¹⁸⁷⁾ Siehe auch: BISANZ. Studie über ein Zellengewölbe. Allg. Bauz. 1888, S. 30.

Beide Kegelflächen, deren Leitlinien A und D hier verschiedene Halbmesser besitzen, durchschneiden sich nach einer in der wagrechten Projection dargestellten Linie bi , welche die Grundrifs-Projection der Zellenkante der Kappe bfq liefert. Die Linie bi ist im vorliegenden Falle noch in einzelnen Zwischenpunkten, wie z. B. in u , näher zu bestimmen. Verbindet man die Spitzen S und S_1 der beiden für A und D in Betracht kommenden Kegelflächen durch eine Gerade LL , so kann dieselbe als Drehungsaxe einer Ebene angesehen werden.

Von den unendlich vielen Lagen, welche die um LL gedrehte Ebene annehmen kann, schneiden mehrere der Reihe nach die beiden Kegelflächen nach Seitenlinien. Diese ergeben für die zugehörige Ebene in ihrem Schnitte je einen Punkt der Durchdringungslinie der Kegelflächen. So ruft eine um LL gedrehte Ebene auf der Kegelfläche A eine Seitenlinie, deren wagrechte Projection Sv ist, hervor. Der

Fig. 534.



Durchstoßpunkt v , dieser Seitenlinie mit der lothrechten Ebene der Leitlinie D oder des Rippenbogens bf liegt um $vv_0 = vv_1$, wie ohne Weiteres mit Hilfe des verlängerten Strahles St_1 , für welchen $tt = tt_0$ ist, gefunden wird, über der wagrechten Kämpferebene des Gewölbes. Die durch LL und Sv gehende Ebene schneidet die Ebene des Bogens D in der Geraden zv_0 , welche wiederum den Bogen D im Punkte w trifft. Die wagrechte Projection des Punktes w ist der Punkt x auf bf . Durch x und S_1 muß die Seitenlinie S_1x gehen, welche durch die bezeichnete Ebene LSv auf der Kegelfläche für die Leitlinie D entsteht.

Der Schnitt u der genügend verlängerten Seitenlinie S_1x mit der Seitenlinie Sv ist die wagrechte Projection eines Punktes der Zellenkante bi . In gleicher Weise können beliebig viele Punkte der Grundrifs-Projection dieser Zellenkante bestimmt werden.

Den Kappengebieten innerhalb des regelmäßig gestalteten Netzes $aebfcgdh$ gehören gerade Kegelflächen mit vollständig gleichen Leitlinien (Rippenlinien) an. Die wagrechten Projectionen der aus

dem Durchschneiden der einzelnen Kegelflächen entstehenden Zellenkanten werden gerade Linien as , bs , cs und ds , welche im vorliegenden Falle als Halbierungslinien der Winkel eah , ebf u. f. f. mit den Diagonalen des Grundrisses zusammenfallen.

Sind die sämtlichen Grundriss-Projectionen der Zellenkanten eingetragen, so lassen sich die Lagerkanten der Wölbchichten der einzelnen Kappen mit Hilfe der wagrechten Projectionen der Spitzen der Kegelflächen, welche für die Gewölbekappen maßgebend geworden sind, im Grundriss fest legen.

So ist zur Erfüllung der Vorschrift, wonach die Lagerflächen der Wölbchichten eines Kappengebietes, welches für eine einzelne Rippenlinie in Betracht kommt, stets Normalebene zu dieser Rippenlinie angehören sollen, für einen Punkt y_0 einer Wölbchicht am Rippenbogen B eine Normalebene mit der Aufrissspur βN und der wagrechten Spur $II\beta III$ bestimmt.

Letztere bleibt für alle Normalebene des Bogens B unverändert.

Den zusammengefügtigen Kappenstücken ake und ase entspricht dieselbe Leitlinie B , beschrieben mit dem Halbmesser βa . Für das Stück ake ist die Spitze des zugehörigen geraden Kegels der Punkt II , welcher auf der wagrechten Spur $II\beta III$ der Normalebene βN im Abstände βII gleich dem Halbmesser βa des Bogens B liegt. Die Gerade βII ist die Kegelaxe. Eben so ist $\beta III = \beta II = \beta a$ die Kegelaxe für das Kappenstück ase und III die Spitze der zugehörigen Kegelfläche. Die Grundriss-Projection des Punktes y_0 ist y . Zieht man durch y von II aus den Strahl yz im Kappenstücke ake und eben so von III aus den Strahl $y\mathcal{J}$ im Kappenstücke ase , so sind in den Linien z und \mathcal{J} die wagrechten Projectionen der Lagerkanten einer Wölbchicht der Normalebene $y_0 N$ gefunden. Ist nun der Bogen B mit den Theilpunkten der einzelnen Wölbchichten nach den Backsteindicken versehen, so kann, unter Verfolgung des für den Punkt y_0 angegebenen Weges, die gefamnte Schar der Lagerkanten der Wölbsteine des Kappengebietes $akesa$ gezeichnet werden.

Die wirkliche Gestalt des Normalschnittes βN ist im Plane P dargestellt. In demselben ist $ay_1 = \beta y_0 = \beta a$. Die Lagerkante $y_1 K_2$ geht erweitert durch den Punkt II_1 , während die Lagerkante $y_1 K_3$ nach III_1 gerichtet ist. Da $ay_1 = a II_1 = a III_1$ ist, so steigen die Kanten $y_1 K_2$ und $y_1 K_3$ unter 45 Grad zur lothrechten Ebene ay_1 des Rippenbogens B an, bilden also in y_1 einen rechten Winkel $K_2 y_1 K_3$.

Um den Zug der Lagerkanten z und \mathcal{J} für die übrigen angrenzenden Kappengebiete akp , ash , ahl und alo im Grundriss fortsetzen zu können, hat man nach den gegebenen Entwicklungen nur nöthig, die Axen und Spitzen der entsprechenden Kegelflächen in der Grundriss-Projection zu bestimmen.

So erhält man für das Stück akp die Gerade $r, I = r, a = b\alpha$ als Kegelaxe und I als Kegelspitze. Zieht man vom Schnitte der Kante z mit der Zellenkante ak aus den Strahl r nach I , so ist die wagrechte Projection der Lagerkante r im Gebiete akp im Zusammenhange mit dem Zuge z, \mathcal{J} erhalten. Für die Lagerkante q ist IV , für \mathcal{J} ist V und für δ ist VI , wie aus der Zeichnung sofort entnommen werden kann, grundlegend zu machen.

Die Aufriss-Projection $p, I 2 3 4 5 6 o$, des bezeichneten Zuges der zusammengehörigen Lagerkanten ergibt sich unter Benutzung der Aufriss-Projectionen der einzelnen Kegelspitzen r, z , u. f. f. bis δ , nach Maßgabe der Zeichnung, welche alsdann auch die eigenthümliche, aber sehr einfache Zellenbildung des Gewölbes noch näher erkennen läßt.

Da alle in Anwendung kommenden Kegelflächen vollständig bestimmt sind, so können auch die Austragungen der in der lothrechten Ebene oq enthaltenen Kegelschnitte im Zuge o, s, q , und somit die wirklichen Bildungen der Zellenkanten über oh, hf und fq leicht vorgenommen werden.

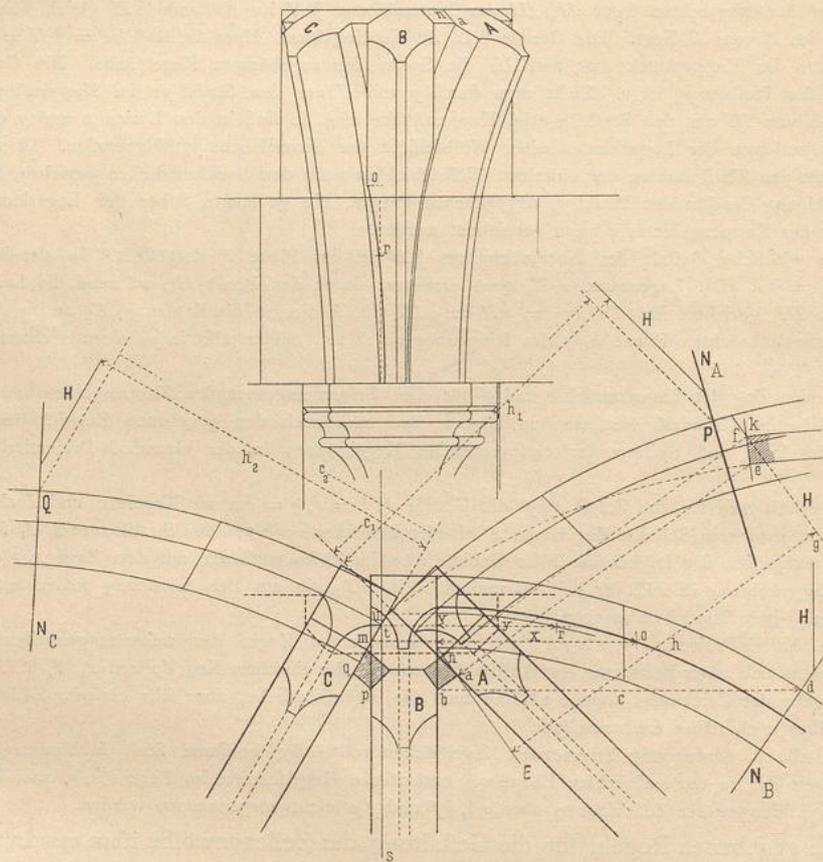
Die gegebenen Regeln für die Gestaltung der Zellengewölbe über quadratischem Grundriss finden auch Anwendung bei rechteckigen, sonstigen regelmäßigen und bei unregelmäßigen Grundrissen.

Für die Ausführung dieser Gewölbe sind vorzugsweise Backsteinmaterial und gut bindender Mörtel zu benutzen. Lehrbogen sind nur für die Rippen-, bezw. Randbogen nöthig. Die Kappen werden freihändig gemauert und hierbei ergeben sich die Zellenbauten ohne Weiteres. Ueber den Zellenkanten läßt man die einzelnen Schichten, so lange sie noch unter einem Winkel zusammenstoßen, welcher ihr Ineinandergreifen gestattet, nach Art des Schwalbenschwanz-Verbandes vermauern, während bei einem fast nach gerader Linie erfolgenden Zusammentreten der Schichten nur ein einfaches Zusammenstoßen der Steine vorgenommen wird.

Die Gewölbeanfätze an den Ecken des Raumes werden am zweckmäßigsten als Quaderanfänger, etwa mit einer Höhe von 1,0 bis 1,5 m über der Kämpferebene aufgehörend, angefertigt. Die Stärke der Zellengewölbe beträgt meistens nur $\frac{1}{2}$ Backstein. Zur Vermeidung sehr weit gespannter Zellenkappen, welche, abgesehen von der Einführung einer größeren Stärke, ein zu bedeutendes Divergieren der Lagerkanten veranlassen, ist das System der Rippenlinien so anzuordnen, daß sich verhältnismäßig kleine Zellengebiete geltend machen.

Als Wölbmaterial für die Kappen dienen von den künstlichen Bausteinen hauptsächlich gute Backsteine, voll oder durchlocht, ferner fog. poröse Backsteine

Fig. 535.



von nicht zu geringer Festigkeit und außerdem die sehr geschätzten, meistens 25 cm langen, 12 cm breiten und 10 cm dicken, bei Andernach am Rhein angefertigten fog. Schwemmsteine.

Von den natürlichen Baumaterialien gelangen leichtere Sand- und Kalksteine, krySTALLINISCHE Schiefergesteine und die Tuffe, sobald damit ein freihändiges Wölben möglich ist und ihre Anschaffung billiger wird, als die der Backsteine, zur Verwendung.

Als Bindemittel dient guter Kalkmörtel oder ein sorgfältig zubereiteter, verlängerter Cementmörtel.

Für die Rippen sind stets, mögen dieselben aus Backsteinen oder aus Werkstücken ausgeführt werden, Lehrbogen zur Unterstützung aufzustellen. Letztere sind möglichst einfach, jedoch in sich kräftig und tragfähig nach den im Allgemeinen auch hier geltenden Leitfäden in Art. 152 (S. 220) herzurichten und fachgemäß zu unterlagern. Ist für ein ausgedehnteres Rippenystem eine Vereinigung mehrerer Lehrbogen erforderlich, welche das Aufstellen eines Mönches oder Mäklers bedingen, so ist das in Art. 265 (S. 385) in Bezug auf die Lehrbogen der Grate cylindrischer Kreuzgewölbe Gefagte zu beachten.

Die Einrüstung und Ausführung der Rippen muß stets für eine grössere Zahl, mindestens drei, der benachbarten Gewölbefelder vorgenommen werden; auch ist sorgfältig durch Anbringen von Absteifungen ein Verschieben der Rippen, bezw. der Gewölbetheile, sobald das Einwölben der Kappen beginnt, in den noch nicht mit Wölbung zu schliessenden Feldern zu verhüten. Werden die Rippen aus Werkstücken angefertigt, so erhalten dieselben eine Länge von 0,5 m bis etwa 1,0 m. Die Anfänger zusammentretender Werksteinrippen sind zweckmässig aus einem grösseren Quader herzustellen, an welchem in geeigneter Weise die Rippen- und auch die Kappenansätze angearbeitet werden. In Fig. 535 ist ein solcher Anfänger für eine Querrippe *B* und zwei Kreuzrippen *A* und *C*, welche von der Umfangsmauer eines Gewölbes ausgehen, in zwei über einander liegenden Schichten gegeben.

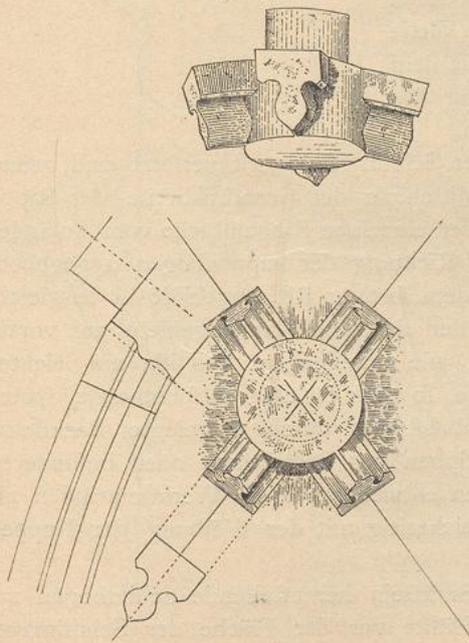
Die untere Schicht ist durch wagrechte Lagerflächen begrenzt, während die zweite Schicht in der oberen Abgrenzung eine wagrechte Lagerfläche *H* im Abstände $h = h_1 = h_2$ über der Kämpferebene und die für die einzelnen Rippen nach Normalebene N_A, N_B, N_C bestimmten Ansatzflächen der Rippen *A, B, C* und Kappenansätze, wie *n*, zeigt. Die Ausmittlung dieser Ansatzflächen kann ohne Schwierigkeit unmittelbar aus der Zeichnung entnommen werden.

Eben so werden die Schlusssteine der im Scheitel des Gewölbes zusammentretenden Rippen als selbständige Werkstücke in mannigfachster, oft äusserst reicher, selbst phantastischer Art als besondere volle oder durchbrochene Werkstücke ge-

arbeitet. In Fig. 536 ist ein einfacher Schlussstein mit cylindrischem Kern und besonders angearbeiteten Rippenansätzen dargestellt. Der Durchmesser des cylindrischen Kernes ist stets so groß zu nehmen, daß ein hässliches Ineinander schneiden der Begrenzungslinien oder der Seitenflächen der Rippen vermieden wird. Häufig werden, wie Fig. 537 angiebt, auch die Rippenprofile an den Seitenflächen des cylindrischen Kernes mit angearbeitet. Die Anordnung, Form, Ausschmückung der Schlusssteine ist der größten Freiheit unterzogen worden. Gleiche Massnahmen können bei den gemeinschaftlichen Zwischenstücken sich kreuzender Rippen der Stern- und Netzgewölbe getroffen werden. Die Bauwerke der Gothik bieten hierfür eine ganz erhebliche Anzahl von Beispielen.

Für das Verfetzen der Werkstücke der Rippen ist das Einlegen dünner Blei-

Fig. 536.



platten bei den Fugenflächen sehr zweckmäßig. Dabei treten die Ränder der Bleiplatten überall um 1 cm ringsum von den Kanten der zusammentretenden Lagerflächen der Rippenstücke zurück. Hierdurch entsteht eine ringsum laufende, 1 cm tiefe, offene Fuge, die ein durch Kantenpressungen sonst leicht erfolgendes Absplittern von Kantenheilen möglichst verhindert. Beim Versetzen der Rippenstücke in Mörtel findet das in Art. 170 (S. 246) Vorgetragene Berücksichtigung.

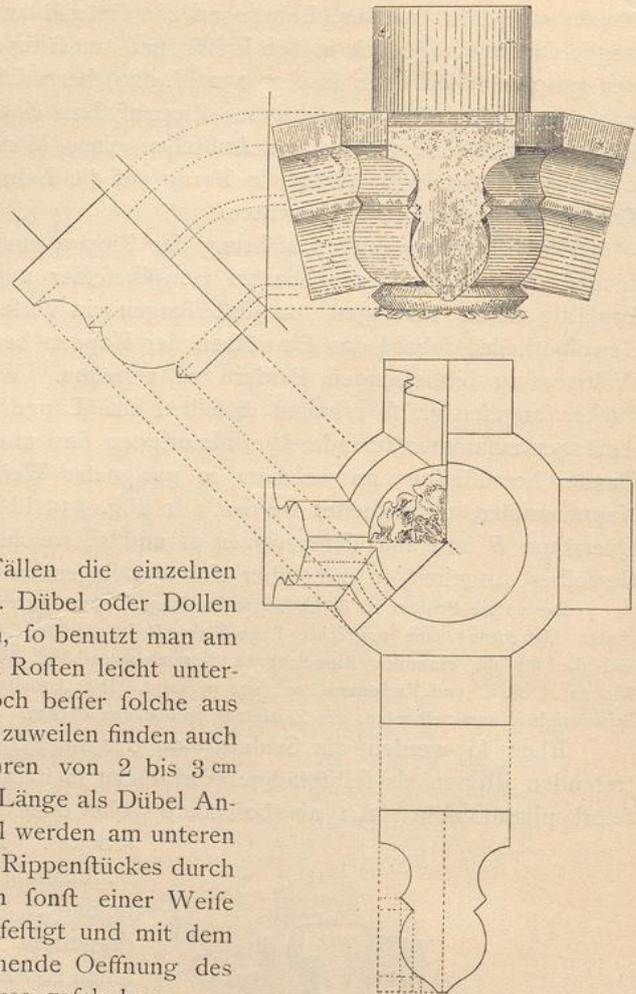
Sollen in besonderen Fällen die einzelnen Stücke einer Rippe durch fog. Dübel oder Dollen mit einander verbunden werden, so benutzt man am besten, statt der eisernen, dem Rosten leicht unterworfenen Dübel oder Stifte, noch besser solche aus Kupfer, Bronze oder Messing; zuweilen finden auch Messingröhren oder Kupferröhren von 2 bis 3 cm Durchmesser und 10 bis 12 cm Länge als Dübel Anwendung. Die einzelnen Dübel werden am unteren Lagerflächentheile eines oberen Rippenstückes durch Einbleien, Eingypfen oder in sonst einer Weise der Hälfte der Länge nach befestigt und mit dem freien Theile in eine entsprechende Oeffnung des darunter liegenden Rippenstückes geschoben.

Bei Werksteinrippen wird meistens der Schlussstein zuerst versetzt und genau gerichtet. Durch genaues Vorreissen der Mittellinie der Grundrissbreite der Rippe auf ihrem Lehrbogen wird beim Versetzen der einzelnen Rippenstücke vom Anfänger aus die in sorgsamster Weise zu wahrende Richtung der Rippenbogen angegeben.

Das Einwölben der Kappen zwischen dem fertigen Rippengebilde ist in gleichmäßigem Fortschritte von allen Anfängen der einzelnen Kappengebiete aus vorzunehmen. Zeigt sich bei diesem Einwölben, wie zuweilen der Fall ist, ein leichtes Heben der Rippen nach dem Schlusssteine zu, so muß für eine entsprechende, später wieder zu beseitigende Belastung des Schlusssteines durch aufgelegte Backsteine rechtzeitig geforgt werden. Werden die Rippen aus Backsteinen oder besonderen Formsteinen ausgeführt, so können dieselben entweder wie die Werksteinrippen als selbständige Bogen behandelt oder auch gleichzeitig mit der Wölbung der Kappen hergerichtet werden.

Sollen besondere, aus Quadern oder Backstein herzustellende Schildbogen angeordnet werden, welche demnächst zur Hälfte vor der Fläche der Schildmauer

Fig. 537.



liegen sollen, so sind in dieser Mauer schon während ihrer Ausführung die zur Aufnahme der rückliegenden Hälfte dieser Schildbogen erforderlichen Nuthen oder Falze zu bilden. Solche Falze sind auch für die Ansatzflächen der an die Schildmauern tretenden busigen Kappen zu schaffen. Nach Schluss der Gewölbe findet ein Uebergießen mit dünnflüssigem Kalk- oder Cementmörtel zur Erzielung eines vollständigen Schlusses der hier und dort mit Lücken behafteten Fugen des Wölbmauerwerkes statt. Etwa anzubringende Ausmauerungen der Gewölbzwickel oder Uebermauerungen der Rippen, Pfeiler u. f. f. sind in regelrechtem Verbands herzustellen. Ueber die Zeit der Ausführung, über die Maßnahmen der Trockenhaltung, so wie über die Ausrüstung der gothischen Kreuzgewölbe sind alle in Kap. 9, unter c bei der Besprechung der Ausführung der Tonnengewölbe angegebenen Gesichtspunkte wiederum zu beachten.

15. Kapitel.

Fächer- oder Trichtergewölbe.

a) Gestaltung der Fächergewölbe.

Das Fächergewölbe, auch Trichter-, Palmen- oder Strahlengewölbe genannt, besitzt als Laibungsfläche eine Umdrehungsfläche. Dieselbe wird durch Drehung einer gesetzmäßig gebildeten ebenen Curve um eine in ihrer Ebene angenommene, feste, lothrechte Axe erzeugt, welcher sie in jeder neuen Stellung ihre convexe Seite zukehrt. Hierdurch entsteht eine kegel-, bzw. trichterartige Gewölbeform.

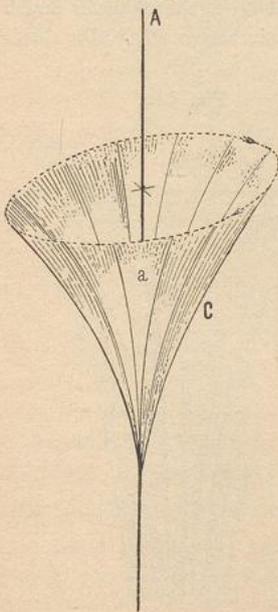
Die allgemeine Grundgestaltung der Laibungsflächen *a* dieser Gewölbe ist in Fig. 538 mit der erzeugenden Curve *C* und der festen lothrechten Axe *A* gekennzeichnet.

Als Erzeugende wird ein Kreisbogen, bzw. ein Viertelkreis, eine elliptische Linie, bzw. eine Vierteilellipse, ein Korbbogen u. f. w. gewählt. Meistens wird die erzeugende Curve so gestellt, dass in ihrem Fußpunkte die Führung einer lothrecht gerichteten Tangente möglich wird. An den spätgothischen Bauwerken Englands tritt bei den Fächer- oder Trichtergewölben vorzugsweise eine gedrückte, ziemlich flache, in der Erstreckung am Scheitel mächtig gekrümmte Bogenlinie, welche der Hälfte eines sog. Tudorbogens angehört, als Erzeugende auf.

Der Tudorbogen ist im Allgemeinen ein Knickbogen; Fig. 539 zeigt hierfür eine Construction. Sind die Spannweite *cd* und die Pfeilhöhe *ef* vorgeschrieben, so kann das Zeichnen des Bogens in folgender Weise vorgenommen werden.

Auf der Verbindungsgeraden *K* der Kämpferpunkte *c*, *d* wähle man außerhalb der Spannweite *cd* den Punkt *g* beliebig, jedoch, falls eine längere flache Bogenlinie *A* nach dem Scheitel zu vorherrschen soll, in einem nicht zu großen Abstände *dg* vom Kämpferpunkte *d*. Durch diesen Punkt *g* und den Scheitelpunkt *f* lege man einen Kreisbogen, dessen Mittelpunkt *a* auf der in bekannter Weise zu bestimmenden Geraden *l* so gewählt wird, dass die Bogenlinie *fg* die gewünschte mächtig

Fig. 538.



342.
Form.