



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Balkendecken

Barkhausen, Georg

Stuttgart, 1895

13. Kap. Kreuzgewölbe im Allgemeinen

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

Wölblinien der Dreieckswangen z nach dem gewählten Grundbogen einer Wange w vorgenommen ist. Aus der Zeichnung geht die allgemeine Anordnung der Lager- und Stofsugenkanten für die Wangen und den Spiegel S auf der wagrechten Projection der Laibungsfläche des Gewölbes hervor.

Hinfichtlich des Verfetzens der Quader, des Mörtels u. f. f. ist auf Art. 170 (S. 246) zu verweisen.

13. Kapitel.

Kreuzgewölbe im Allgemeinen.

Das Bestreben und auch das Bedürfnis, bei der Grundriffsentwicklung eines Bauwerkes mehrere neben einander liegende Räume, welche mit dem wohl bekannten halbkreisförmigen Tonnengewölbe überdeckt werden konnten, in höherem Masse in Verbindung zu bringen, als solches an sich durch die in den Stirnmauern solcher Gewölbe leicht zu schaffenden Oeffnungen möglich war, mußte naturgemäß dazu führen, auch in den eigentlichen Widerlagskörpern dieser Decken Oeffnungen anzulegen und nach oben durch kleinere Tonnengewölbe, d. h. durch besondere Bogen, abzuschließen. Mochte diese Bogenanlage auch anfänglich in ihren Scheitelpunkten noch in größerem oder geringerem Abstände unter dem Fufse des Tonnengewölbes befindlich sein, immerhin war die Auflöfung der Masse des Widerlagskörpers in einzelne mehr oder weniger breite Pfeiler erreicht. Konnte man nun die Bogen der Widerlagsöffnungen mit einer größeren Länge behaften und durch rechtwinkelig zu den geschaffenen Pfeilern stehende, an den Hauptraum tretende neue Widerlagskörper stützen, so entstand ein Zusammenhang von mit Tonnengewölben überdeckten Räumen, welche jedoch in Rücksicht auf das Hauptgewölbe eine tiefere Kämpferlage befassen. Eine solche Anlage konnte nicht in allen Fällen befriedigen, und wenn auch bei den Römern des Abendlandes, namentlich bei der Anwendung von Quadern als Wölbmaterial, die verschiedene hohe Lage der Kämpfer auf einander tretender Tonnengewölbe noch nicht vermieden wurde, so machten sich doch, vom Morgenlande ausgehend, Einflüsse geltend, welche eine bessere Vereinigung der zusammen treffenden Tonnengewölbe erzielen ließen. Fielen die Kämpferlinien dieser Gewölbe in eine und dieselbe wagrechte Ebene, waren aber die Durchmesser derselben verschieden, so setzten sich die kleineren Gewölbe als »Stichkappen« in das größere Tonnengewölbe; waren dagegen die Durchmesser derselben gleich groß, so durchkreuzten sich beide Tonnengewölbe und bildeten als besondere Gewölbart das »Kreuzgewölbe«. In beiden Fällen war an allen Seiten des Raumes die Anlage entsprechend großer Oeffnungen und damit eine Auflöfung der Widerlagsmauern in einzelne, das Gewölbsystem ausschließlichs stützende Pfeiler möglich, so daß eine Reihe von derartigen Gewölbanordnungen für einen ausgedehnten Grundplan Platz greifen konnte. Durch die Einführung dieser zusammengesetzten Tonnengewölbe ist ein bedeutender Fortschritt im Gewölbebau überhaupt angebahnt.

Die Grundlagen des besprochenen Wölb systems, welches dem römischen Kreuzgewölbe entspricht, sollen an der Hand der Zeichnung noch näher erläutert werden.

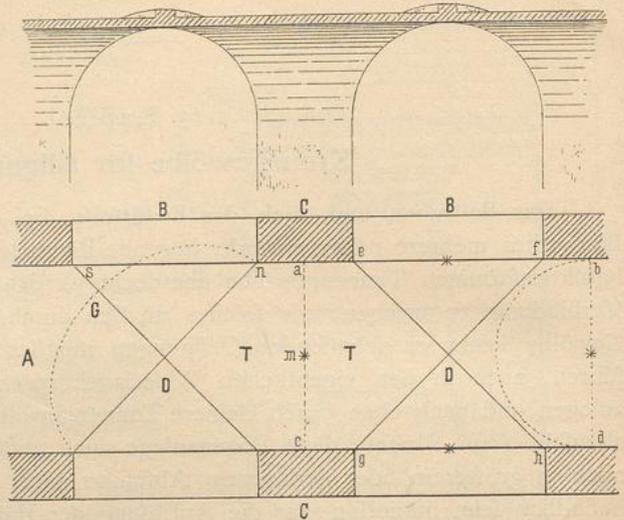
In Fig. 419 ist A ein halbkreisförmiges Tonnengewölbe vom Durchmesser bd . Gegen dasselbe treten Tonnengewölbe B , deren Wölblinien gleichfalls Halbkreise

234.
System-
bildung.

235.
Römisches
Kreuzgewölbe.

sind vom Durchmesser ef , bzw. ns , gleich dem Durchmesser der Wölblinie des Tonnengewölbes A . Die Axen beider Gewölbgruppen liegen in einer und derselben wagrechten Kämpferebene und schneiden sich rechtwinkelig. Die Stücke D der Gewölbe B stecken gleichsam als Stichkappen im Hauptgewölbe A ; sie besitzen in der Laibungsfläche der zusammengeführten Gewölbe einen gemeinschaftlichen Anfallspunkt als Schnittpunkt der sich rechtwinkelig treffenden wagrechten Scheitellinien beider Gewölbe A und B , d. h. den Scheitelpunkt derselben. Ueber $efgh$ liegen die Schnittlinien dieser Gewölbe als besondere Diagonalbogen. Bei den gleichen Durchmessern der Gewölbe sind diese Diagonalbogen in ihrer wagrechten Projection gerade Linien, in ihrer wirklichen Gestalt aber halbe Ellipsen, deren große Axe

Fig. 419.



der Länge der Diagonalen eh , bzw. fg , deren halbe kleine Axe dem Halbmesser $ma = mc$, also dem Halbmesser der Wölblinien der Gewölbe A , bzw. B entspricht.

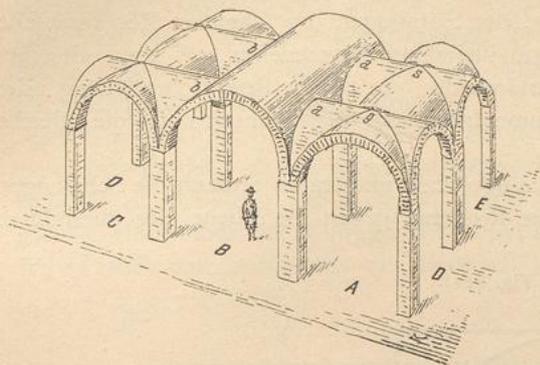
Das Gewölbe oberhalb $efgh$ ist ein Kreuzgewölbe. Mit demselben steht jedoch noch ein Stück T des Tonnengewölbes A im Zusammenhange, so daß die der Reihe nach folgenden Kreuzgewölbe um eine Länge en von einander abgerückt erscheinen. Dieser Länge en gehören die für beide Gewölbe A und B , bzw. für die Kreuzgewölbe entstehenden Widerlagskörper in Gestalt eines Mauerpfeilers an. Von den Ecken e und n , bzw. g und h steigen die Diagonalbogen der Kreuzgewölbe empor.

Diese grundsätzlich getroffene Anordnung an einander gereihter Kreuzgewölbe, zwischen denen noch kurze Theile eines geraden Tonnengewölbes bestehen bleiben, war den Römern schon hinlänglich bekannt geworden; auch heute noch wird dieselbe vielfach in Anwendung gebracht.

Gestattet diese Anordnung die Ueberdeckung eines einzelnen rechteckigen längeren Raumes mit Kreuzgewölben, so folgt auch bei dem Innehalten des grundlegenden Wesens derselben ohne große Umstände die Möglichkeit des Zusammenfügens von Kreuzgewölben über ausgedehnteren Grundrissen sowohl der Länge, als auch der Breite des Raumes nach.

Ein derartiges Gewölbsystem zeigt Fig. 420. Hierbei ist jedoch B noch theilweise als ein Haupttonnengewölbe belassen, während für die Abtheilungen A und C , bzw. D und E Kreuzgewölbe in ihrer Vollständigkeit vorhanden sind. Die Wölblinien der sich durchschneidenden Tonnengewölbe A mit D und E , bzw. C mit D und E haben einen gleichen Durchmesser; das Tonnengewölbe B dagegen besitzt einen Halbkreis als Wölblinie mit größerem Durchmesser. In Folge hiervon treten bei diesem Gewölbsystem die Stücke a und b der Kreuzgewölbe als gewöhnliche Stichkappen für das Tonnengewölbe B auf; ihre höchsten Anfallspunkte vereinigen

Fig. 420.



sich nicht in einem gemeinschaftlichen Schnittpunkte auf der Scheitellinie des Gewölbes *B*, sondern liegen tiefer als diese Linie. Aus diesem Grunde ist das Gewölbe *B* nur ein Tonnengewölbe mit Stichkappen, kein eigentliches Kreuzgewölbe.

Die Stützen der gefamnten Gewölbanlage bestehen aus einzelnen Pfeilern an den Ecken der zusammengefügteten Gewölbstücke. Die Stellung der Pfeiler veranlaßt die Gliederung des Raumes in einzelne innig zusammenhängende Abtheilungen; dieselbe ist durch die gefetzmäßige Bildung der gewölbten Decke bedingt.

menhängende Abtheilungen; dieselbe ist durch die gefetzmäßige Bildung der gewölbten Decke bedingt.

Giebt man dem Gewölbe *B* denselben Halbkreis als Wöblinie, wie den Gewölbzügen *A* und *C*, bzw. *D*, so geht das ganze Wölbssystem in Kreuzgewölbe über, welche sich der Länge und Breite nach für den in Frage kommenden Raum an einander reihen.

Mag auch vorläufig davon abgesehen werden, in welcher Weise die Römer die Ausführung ihrer Kreuzgewölbe nach dem hier beschriebenen Wölbssysteme bewirkten: das Ziel war erreicht, bisher räumlich von einander getrennte Bautheile in innigen Zusammenhang zu bringen und bei der Raumtheilung und der Deckenbildung zu einem organischen Ganzen zu gestalten.

Der Einfluß, welchen dieses Wölbssystem im Gefolge haben mußte, war bedeutend, und wenn auch für die Anwendung desselben vorweg bei der Grundrisfbildung der einzelnen, mit Kreuzgewölben zu überspannenden Raumabtheilungen nur eine quadratische Planlage innegehalten werden konnte, so zeigt sich doch, daß allmählich auch für rechteckige Plantheilungen das geschaffene System unter Einführung von Umgestaltungen, die jedoch den eigentlichen Kern der Form des Kreuzgewölbes nicht schädigten, zur weiteren Benutzung fähig war.

Die romanische Baukunst übernahm das Kreuzgewölbe, und zwar zunächst über quadratischen oder annähernd quadratischen Grundrisstheilungen. Für die beiden bei solchen Kreuzgewölben zusammenschneidenden Tonnengewölbe konnte die Halbkreisform mit gleichem Durchmesser als Wöblinie beibehalten werden. Das Einwölben selbst erfolgte aller Wahrscheinlichkeit nach in der Weise, daß zunächst das eine Tonnengewölbe vollständige Unterschaltung erhielt, auf welche alsdann, wie folches noch heute beim Anbringen von Stichkappen in Tonnengewölben üblich ist, sich die Schalungen für die quer antretenden Tonnengewölbstücke legten. In den Schnittlinien dieser Schalungen mit derjenigen des ersten Gewölbes ergab sich sofort die Gestalt der Diagonalbogen des Kreuzgewölbes von selbst.

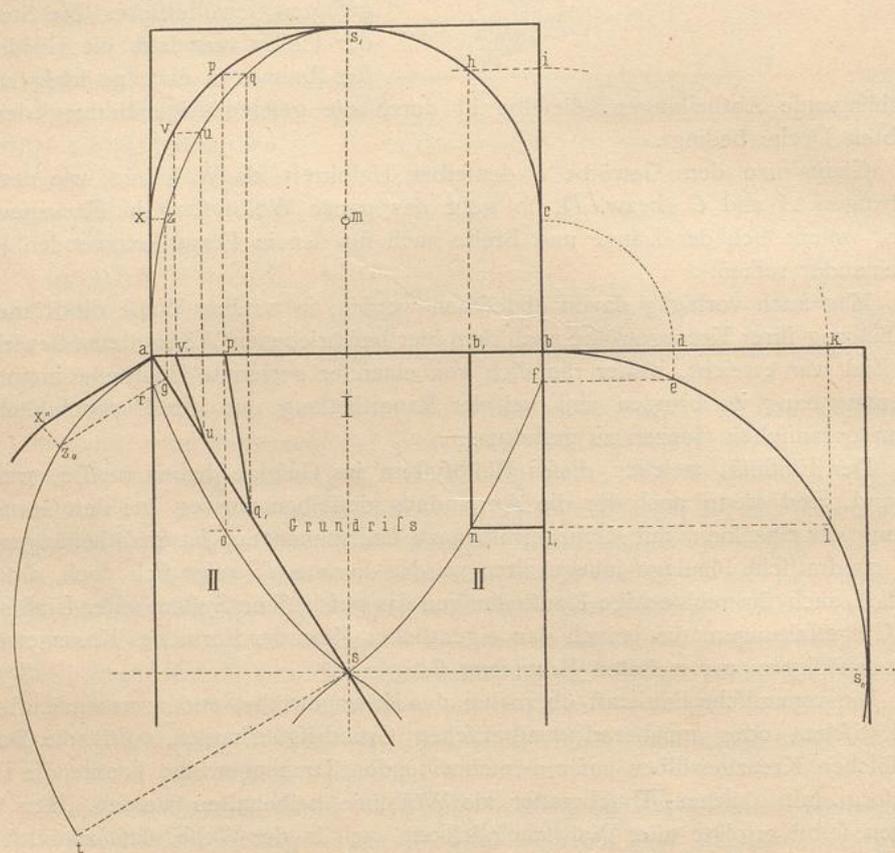
So einfach sich hierdurch die Bestimmungsstücke eines Kreuzgewölbes bei quadratischem Gewölbfelde ergaben, so bedenklich wurde die Gestaltung der Kreuzgewölbe über einem rechteckigen Felde, sobald die Scheitellinien der zusammen-tretenden Gewölbstücke oder Gewölbkappen in gleicher Höhe über der Kämpfer-ebene liegen und die Wöblinien der Kappen sich im Ganzen der Halbkreisform möglichst anschließen sollten. In solchen Fällen lag die in Fig. 421 gekennzeichnete

236.
Romanisches
Kreuzgewölbe.

Gestaltung des Gewölbes nahe, wonach für die lange Seite des Rechteckes ein Stirnbogen als voller Halbkreis beibehalten, der Stirnbogen der schmalen Rechtecksseite ebenfalls als Halbkreis mit entsprechend kleinerem Durchmesser ab , aber mit einer Ueberhöhung ax , bzw. bc eingeführt wurde, um durch diese Ueberhöhung oder Stelzung die Scheitellinien der zusammentretenden Gewölbkappen in die gleiche Höhe zu bringen.

Wurde nunmehr das Gewölbe *II* eingeschalt und traten alsdann die Schalungen der Gewölbkappen *I* in rechtwinkliger Richtung gegen die Ebene des überhöhten

Fig. 421.



Stirnbogens ab , z. B. nach b, n , so ergaben sich danach Schnittlinien fns , bzw. ros der Gewölbkappen, welche in ihrer Grundrissprojection nicht den Richtungen der Diagonalen des Rechteckes folgten, sondern als krumme Linien auftraten. Außerdem beginnen diese Schnitt- oder Gratlinien erst in der Höhe bd , bzw. bc über der Kämpferebene, und in Folge hiervon entspringt an den langen Stirnseiten des Raumes ein Stück einer lothrechten Wand bed , entsprechend dem Ohr für eine Stichkappe *I*. Kommen auch derart gestaltete Kreuzgewölbe mit doppelt gekrümmten Gratlinien vor, so sind dieselben doch weder in technischer Beziehung, noch in Rücksicht auf architektonische Anforderungen als besonders beachtenswerth hinzustellen.

Behält man im Auge, daß die Ausmittlung der Diagonalbögen in frühester

dieser Durchbildung der Kreuzgewölbe jedoch in Verbindung mit dem bezeichneten lothrechten Wandstücke in der Ebene des Grat- oder Diagonalbogens sich unangenehm geltend machen sowohl bei der Ausführung der Gewölbe, als auch in Rücksicht auf die architektonische Wirkung derselben.

Um diese Uebelstände zu beseitigen, konnte nur eine Umformung der Randbogen der in das halbkreisförmige Haupttonnengewölbe tretenden Gewölbkappen vorgenommen werden. Unter Beibehaltung gleich hoch liegender Scheitellinien der Gewölbkappen und der Richtung der Gratbogen, entsprechend den Diagonalen des Rechteckes, entstand alsdann für die vom Halbkreise des Hauptgewölbes abhängige Wöblinie der eingefügten Gewölbkappen eine halbe Ellipse. Dieselbe ergab sich wiederum durch entsprechendes Auflagern von Schalbrettern, welche, wie *lk* in Fig. 422, rechtwinkelig zur Stirnseite *ab* und in wagrechter Lage nach der vorgerissenen Linie *bs* des Diagonalbogens, auf die Schalung des Hauptgewölbes gebracht wurden.

War die Wöblinie für die lange Seite des Rechteckes ein Halbkreis, so wurde die Wöblinie der schmalen Seite eine halbe fog. überhöhte Ellipse, während umgekehrt bei der Halbkreislinie der kleinen Seite für die lange Seite eine halbe fog. gedrückte Ellipse entstehen mußte. Beide Gewölbarten kommen bei Bauwerken der romanischen Kunst vor.

Wie das Feststellen der Wöblinien und Gratbogen durch Zeichnung zu geschehen hat, ergibt sich ohne Weiteres aus Fig. 422.

Hatte man auch in der fog. Stutzkuppel (Fig. 423) eine Gewölbekonstruktion, welche sich für die Ueberdeckung rechteckiger Räume als äußerst zweckmäßig erwies und wobei auch die Randbogen für die Stirnen als Halbkreise bestehen, so konnte diese Form allein den Anforderungen, welche beim Kreuzgewölbe gemacht wurden, doch nicht genügen. Von eigentlichen, sich besonders auszeichnenden Gratbogen ist auf dieser Wöblfläche an und für sich keine Spur vorhanden. Sollten dieselben gekennzeichnet werden, so mußten, wie auch mehrfach geschehen, solche Bogen als Zierrath in die Kugelfläche eingefügt oder auf derselben in irgend einer Weise, z. B. durch Putz angebracht werden. Mit der eigentlichen Construction dieser Gewölbe hängen derartige Gratbildungen nur untergeordnet zusammen.

Der überhöhte Halbkreis und die Form der fog. überhöhten oder der gedrückten halben Ellipse als Stirnbogen, bzw. als Wöblinien von Kappen der Kreuzgewölbe und endlich die Anwendung der Stutzkuppel für rechteckige Räume entsprachen noch immer nicht den Wünschen, welche man bei der Anwendung von Kreuzgewölben hegte, oder befriedigten auch die besonderen baulichen Bedürfnisse nicht. Beim Festhalten des Halbkreises an sich für die Wöblinien der Kappen des Kreuzgewölbes ergab sich, dafs die Scheitellinie der Wölbkappen der kleineren Rechteckseiten überall keine gerade wagrechte Linie bleiben konnte, welche unmittelbar, wie Fig. 424 in *fs*, zeigt, ohne das mit wagrechter Scheitellinie belassene Hauptgewölbe *II* zu durchstoßen, vom Scheitelpunkte *d* des Randbogens der Ge-

Fig. 423.

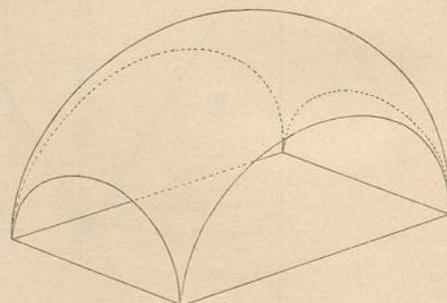
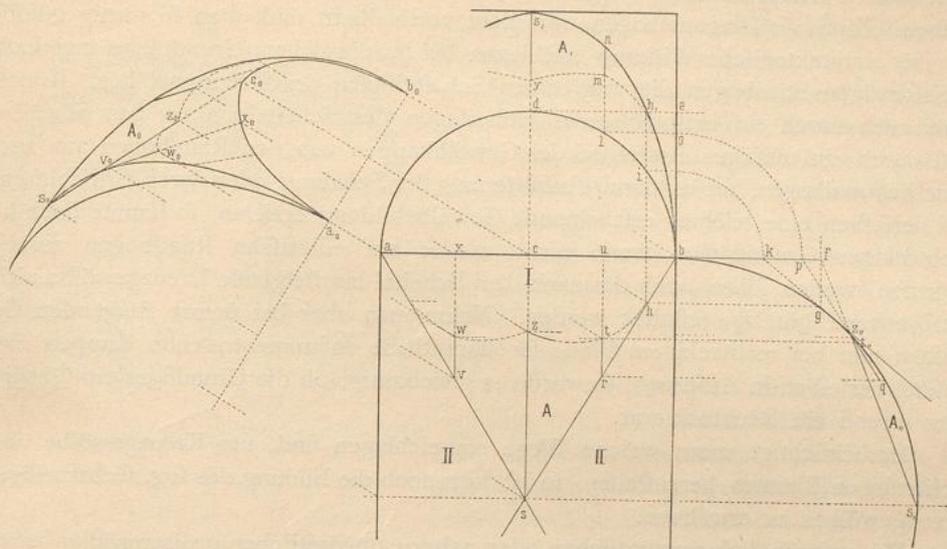


Fig. 424.



wölbkappe *I* nach dem Scheitelpunkte s , des Kreuzgewölbes zu führen wäre. Eben so würde eine gerade Linie pq , welche einer zur Stirnebene ab rechtwinkelig stehenden Ebene angehört, so lange um p nach oben gedreht werden müssen, bis der Endpunkt q derselben in den Diagonalbogen über bs , bzw. as gelangt. Die lothrechte Projection dieses Gratbogens in der Ebene des Stirnbogens bs , deckt sich mit diesem Bogen, und man erkennt, dafs, so lange irgend eine vom Randbogen adb nach dem Diagonalbogen geführte gerade Linie, welche in einer zugehörigen, rechtwinkelig zu ab genommenen Ebene liegt, nicht als Berührende an der Projection bs , des Gratbogens, bzw. der Stirnlinie der langen Rechtecksseite auftritt, ein Durchstoßen derselben mit dem Hauptgewölbe *II* stattfinden muß. In der Zeichnung sind die Projectionen mehrerer Durchstoßpunkte und der sie verbindenden Durchstoßlinie eingetragen. Sollte der Lage und Richtung der Linien fs , pq u. f. f. gemäß die Unterschalung der Gewölbkappe *I* vorgenommen werden, so würden sich danach auch praktisch die bezeichneten Durchstoßlinien auf der Schalung des Hauptgewölbes ergeben.

Die Einwölbung der Kappe *I* auf einer solchen Unterschalung würde äußerst bedenklich fein und ein häßliches Ansehen gewähren. Würde aber die Oberfläche dieser Schalung in eine kugelförmige (sphäroidische) Fläche durch besonders hergerichtete Unterlagerung oder durch eine Erdschüttung, wie bereits in Art. 167 (S. 240) erwähnt, umgestaltet werden, so würde die Gewölbkappe *I* als eine sphäroidische Stiehkappe mit den cylindrischen Gewölbkappen zu vereinigen und auszuführen sein. Diese kugelförmige Gewölbkappe *I* tritt dann als eine sog. »Kappe mit Bufen« oder als »bufige Kappe« auf. Sie nähert sich dem Stücke der Oberfläche einer Stützkuppel. Sie würde eine Kugelstiehkappe sein, wenn, wie schon beim Klostersgewölbe in Art. 207 (S. 308) näher gezeigt ist, auch die mit dem Halbkreise adb , dem Stirnbogen dieser Kappe, in a und b zusammentretenden Diagonalbogen statt in der Form der Halbellipsen als Halbkreise auftreten würden.

Durch die Einführung der bufigen Kappen bei den Kreuzgewölben ist ein be-

deutlicher Fortschritt in der Gestaltung derselben eingeleitet. Schon die Form der halben Ellipse als Diagonalbogen war nicht vortheilhaft, und eben so wenig günstig für die architektonische Wirkung erschienen bei quadratischem Grundplane und halbkreisförmigen Stirnbogen die wagrechten Scheitellinien des Kreuzgewölbes. Konnte man auch durch ein entsprechendes Höherlegen des Scheitelpunktes des Gewölbes und durch ein mässiges Ansteigen der Gewölbkappen von den Randbogen aus nach den Diagonalbogen, sei es durch Auffütterung der Schalung oder durch Erdschüttung auf derselben eine leichter erscheinende Gewölbbildung erzielen, so konnte doch bei rechteckiger Grundfläche, wenn nicht wieder auf elliptische Randbogen zurückgegriffen werden sollte, auch das nach dem Scheitel hin steigende Kreuzgewölbe nicht entsprechend günstig gestaltet werden. Nahm man aber bei derart steigenden Gewölben nun bei rechteckigem Plane für sämtliche zusammentretende Kappen eine Bufung derselben in Anspruch, so wurde es gleichgiltig, ob die Grundfigur ein Quadrat oder irgend ein Rechteck war.

Berücksichtigt man, welche Wege eingeschlagen sind, um Kreuzgewölbe über rechteckigen Räumen herzustellen, so ist hier noch die Bildung des sog. sechstheiligen Kreuzgewölbes zu erwähnen.

Ein ursprünglich quadratischer oder nahezu quadratischer grösserer Plan $abcd$ (Fig. 425) wurde in seiner Mitte nach der Richtung AB nochmals durch einen Bogen geschieden, dessen Form den Randbogen über ab , bzw. cd entsprach. Derselbe wurde bis zur Scheitellinie des Kreuzgewölbes übermauert und sollte scheinbar als Stütze der elliptischen Diagonalbogen ac und bd dienen.

Durch das Einfügen des selbständigen Bogens AB entstand aber eine Härte in der Erscheinung des Gewölbes, welche seine Befestigung, da derselbe ohnehin als Stütze sich ziemlich unbrauchbar erweisen musste, wünschenswerth machte.

Legte man daher nach Fig. 426 in die Hauptkappen G und H des über $abcd$ sich erstreckenden Kreuzgewölbes, von den langen Rechtecksseiten ausgehend, je zwei Nebenkappen, welche die in der Gewölbfläche nicht als besondere Bogen-Construction ausgeführte Wölblinie über AB als gemeinschaftlichen Randbogen enthielten, so ergab sich hierdurch die Gestaltung des Kreuzgewölbes mit sechs Gewölbkappen oder das sog. sechstheilige Kreuzgewölbe.

Die hierbei eingefügten Nebenkappen erhielten bei den einfacheren Anlagen elliptische Randbogen. Wie dieselben etwa mit Hilfe von Schallatten op und lm fest gelegt werden konnten, ergibt sich aus der Zeichnung. So musste z. B. pq , bzw. mn gleich ik genommen werden.

Wenngleich die sechstheiligen Kreuzgewölbe durch Umformung der Diagonal- und Randbogen, so wie durch Einführung von busigen Kappen noch bei manchen Bauwerken zur Verwendung gelangten, so war diese Gewölbbildung doch weit weniger grundlegend für die Weiterentwicklung

Fig. 425.

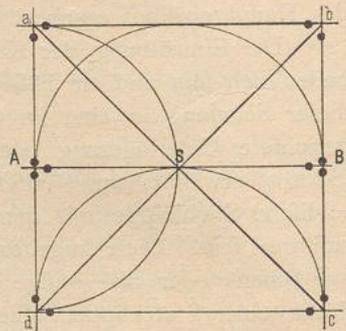
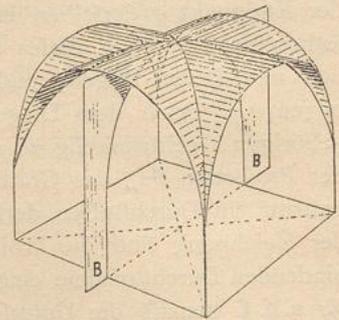
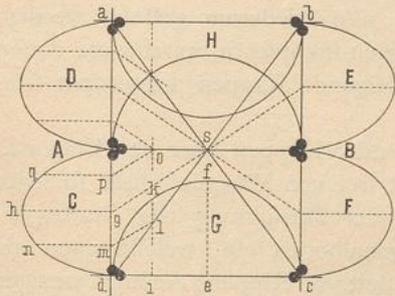
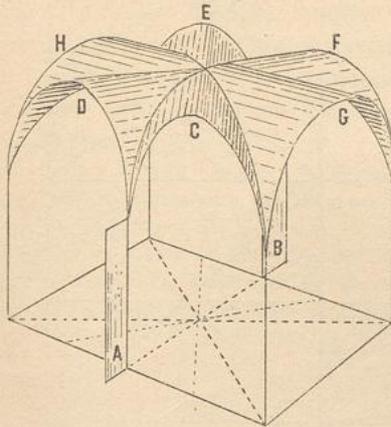


Fig. 426.



der Gestaltung von Kreuzgewölben über rechteckigen Räumen, als das eigentliche viertheilige Gewölbe mit bufigen Kappen.

Zwar ergab sich zunächst auch hierbei, daß man, wenn alle Randbogen Halbkreise bleiben sollten und wenn ferner an die Stelle der weniger erwünschten Halbellipse als Diagonalbogen der zweckmäßigere Halbkreis gewählt wurde, um dadurch eine erhöhte Lage des Scheitelpunktes des Gewölbes herbeizuführen, wieder im Allgemeinen auf die Form einer gewöhnlichen Stutzkuppel kam.

Hierbei verschwanden alsdann aber die am Gewölbe sonst in charakteristischer Weise eine Ecke bildenden Gratbogen. Durch eine mehr oder weniger stark eingeführte Bufung der einzelnen Gewölbkappen statt der Fläche der Stutzkuppel war aber ein Mittel geboten, den mit als wesentlich erscheinenden Charakter des Kreuzgewölbes, eine Eckbildung der zusammenschneidenden Gewölbkappen an den Diagonalbogen zu zeigen, aufrecht zu halten.

Die Einschalung der Gewölbe mit bufigen Kappen war lästig; eben so war die Herstellung der bufigen Gewölbkappen aus gewöhnlichem Bruchsteinmaterial mühsam. Bei diesem Material ist längere Zeit hindurch stets eine Unterschalung in

Anwendung gekommen. Wenngleich das bei Herrichtung von Kuppelgewölben angezeigte freihändige Mauern ohne Benutzung einer Unterschalung in ringförmigen Schichten nicht unbekannt geblieben sein konnte, so war diese Wölbungsart doch nur in solchen Gegenden angezeigt, in welchen Backsteinmaterial oder ein geeigneter, leicht zu bearbeitender Kalkstein oder Tuffstein in ausreichender Weise vorhanden war. Für Bruchsteinmaterial mußte die Bufung der Kappen in den Hintergrund treten. Um aber die Diagonalbogen in ihrer Halbkreisform zu belassen, mußten die Randbogen wieder als überhöhte Halbkreise oder als Halbellipsen eintreten. Dadurch blieben aber die früher erwähnten Uebelstände bei der Gestaltung der Kreuzgewölbe bestehen, und um diese zu beseitigen, dürfte die Einführung des bereits bekannten Spitzbogens als Randbogen statt der gestelzten Halbkreise oder der halben Ellipsen eine Folge gewesen sein.

Bei quadratischem oder nahezu quadratischem Grundriß bleiben die Randbogen, deren Scheitel mit dem Scheitelpunkt der halbkreisförmigen Diagonalbogen in gleicher Höhe liegen, nach Fig. 427 noch ziemlich stumpfe Spitzbogen.

Wurden in der Richtung der Diagonalen stützende Lehrgerüste aufgestellt, wurde gleichfalls für die Gewölbkappen unter weiterer Heranziehung der Unterstützung der Randbogen, so wie einiger einfacher Zwischengerüste eine genügend unterlagerte Schalung geschaffen, so konnten auch aus Bruchstein herzustellende Kappen leicht ausgeführt werden. Zunächst fehlte diesen Gewölben die Bufung. In

statischer Beziehung übertrafen dieselben jedoch die Kreuzgewölbe, deren Randbogen gestelzte Halbkreise oder Halbellipsen waren, da bei der Spitzbogenform der Stirnbogen eine Verminderung des Seitenschubes zum Vortheil der stützenden Eckpfeiler des Gewölbes entstand.

Bei rechteckiger Grundform von mässiiger Breite wurde der Spitzbogen der schmalen Seite reichlich steil, sobald sein Scheitel eine gleiche Höhenlage mit dem Gewölbscheitel erhalten sollte.

Um diese lanzettartige Form eines solchen Spitzbogens im Allgemeinen nicht eintreten zu lassen, mußte entweder ein entsprechend stumpfer gewählter Spitzbogen in seinen Fußpunkten lothrecht gehoben, also wiederum gestelzt werden, oder die Gewölbkappen mußten bei einem fest gesetzten stumpferen Spitzbogen, dessen Scheitel tiefer blieb als der Gewölbscheitel, als steigende Kappen angeordnet sein, bezw. wieder mit Bufung ausgeführt werden.

Da der Verband der aus Bruchstein zu wölbenden Kappen über den Diagonalbogen nur ein wenig inniger sein konnte und nicht frei von Mängeln blieb, so legte man zur Beseitigung der Unvollkommenheiten in der Ausführung des Gratbogenverbandes besondere Hausteinstücke für die Diagonalbogen ein, welche dann als wesentliche Factoren des Kreuzgewölbes in der Gestalt von Rippen, Anfangs weniger reich, später mannigfaltiger, an ihrem vorspringenden Theile gegliedert auftreten.

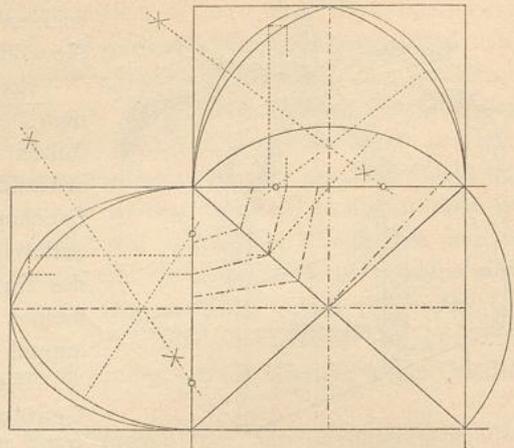
Durch die Aufnahme derartiger Rippen an Stelle der einfachen Randbogen, als selbständige Bestandtheile des Kreuzgewölbes oder als seitliche Begrenzungen zusammengereihter Kreuzgewölbe, wobei alsdann die Rippen der Randbogen als Scheide- oder Gurtbogen durchgebildet werden konnten, trat in Vereinigung mit den Diagonalrippen ein vollständiger Umschwung in der Formbildung und Gestaltung der Kreuzgewölbe ein.

Das Rippenystem ist zum vorwiegenden Bestandtheil des Kreuzgewölbes erhoben. Dasselbe bildet die Trag- und Stütz-Construction für die dazwischen liegenden Kappen, während die gesammte Belastung der Ueberdeckung auf einzelne bestimmte Punkte, d. h. auf Pfeiler- oder Säulengebilde übertragen wird.

Diese erweiterte Ausbildung des älteren romanischen Kreuzgewölbes führte zur Entwicklung des gothischen Kreuzgewölbes.

Mit der Einführung des Rippenystems ging Hand in Hand die Vervollkommnung der Ausmauerung der von den Rippen begrenzten und getragenen Kappen, so wie der Technik der Wölbungskunst überhaupt. Die Rippen konnten als die eigentlichen Träger des Gewölbes für sich hergestellt werden. War der günstige Spitzbogen für die Rippen der Randbogen einmal in Aufnahme gekommen, so konnte derselbe auch für die Diagonal- oder Kreuzrippen mit mehr oder weniger gehobenem Scheitelpunkte statt ihrer früheren Halbkreisform Benutzung finden. Die Kappenwölbung konnte zwischen diesen Rippen eine weit geringere Stärke erhalten, als bei

Fig. 427.

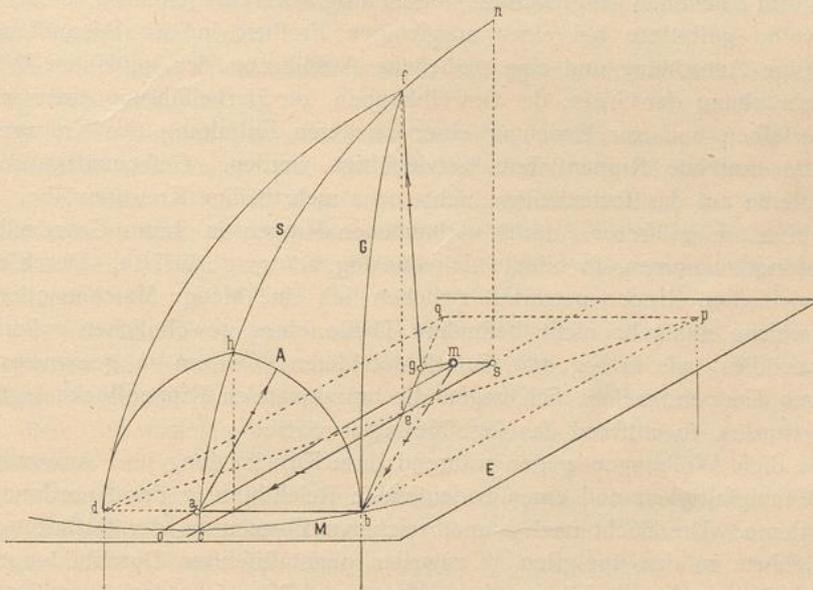


den früheren Wölbungsarten. Die Schichtenlagen, anfänglich wohl noch der Längsaxe der Kappe folgend, konnten rechtwinkelig zur Diagonalrippe geführt und dabei, mit entsprechender Bufung versehen, als einzelne Gewölbstreifen eingefügt werden.

Im letzteren Falle konnten diese bufigen Kappen reinen Kugelflächen oder, wie bei etwa gestelzten Stirnbogenrippen, kugelförmigen (sphäroidischen) Flächen angehören.

Ist z. B. $bdqp$ in Fig. 428 die rechteckige Grundfläche eines Kreuzgewölbes, dessen Scheitelpunkt f über dem Schnittpunkte e der Diagonalen bq und dp liegt, so möge bhd der aus zwei Kreisbogen bestehende Spitzbogen der Seite bd , so wie bf der halbe, gleichfalls nach einem Kreisbogen gebildete Diagonalbogen über be sein. Die beiden Kreisbogen bh als A und bf als G erheben sich vom gemeinschaftlichen Punkte b aus über der wagrechten Kämpferebene E . Die Mittelpunkte a für A und g für G sind in bd , bezw. bq gleichfalls in dieser Ebene E gelegen. Beide Kreisbogen gehören einer Kugelfläche

Fig. 428.



an, deren Mittelpunkt m in der Ebene E enthalten ist, und von welcher ein größter Kreis M durch den gemeinschaftlichen Schnittpunkt b der Kreisbogen A und G gehen muß. Um den Mittelpunkt m zu bestimmen, sind in g auf bq und in a auf bd in der Ebene E Lothe zu errichten. Dieselben schneiden sich im gesuchten Punkt m . Die Gerade mb liefert den Halbmesser der Kugelfläche, welcher die Bogen A und G angehören. Der um m mit mb beschriebene Kreis M ist ein größter Kreis dieser Kugelfläche. Hätte man in ganz ähnlicher Weise auch für die beiden Kreisbogen dh und df die Kugelfläche bestimmt, welche im vorliegenden Falle denselben Halbmesser, wie die erste Kugelfläche, und ferner einen durch d gehenden größten Kreis besitzt, so schnitten sich beide Kugelflächen in der Scheitellinie hf der Gewölbkappe bfd . Diese Scheitellinie hf gehört als Schnittlinie der gleichen und symmetrisch gelegenen Kugelflächen einem Kreisbogen S an, welcher durch den Scheitelpunkt h des Spitzbogens bhd und den Scheitelpunkt f des Gewölbes geht. Die lothrechte Ebene dieses Kreisbogens trifft die Ebene E in der Geraden ce , d. h. in der wagrechten Projection der Scheitellinie der Gewölbkappe bfd . Auf dieser erweiterten Geraden ist der Mittelpunkt s für den Kreisbogen S als Schnittpunkt des von m auf cs gefällten Lothes zu bestimmen. Der Schnittpunkt c der Linie cs mit dem größten Kreise M ist der Endpunkt des Halbmessers sc des Kreisbogens S . Dem angegebenen Wege folgend, hätte man auch beim Festlegen der Spitzbogen der Seiten bp und dq , bezw. pq die Ausmittlung der zugehörigen Kugelflächen vornehmen können.

Die Ausführung der einzelnen Kappen in ringförmigen Streifen der ihnen angewiesenen Kugelflächen ist leicht zu bewirken und kann freihändig ohne eine

Unterfchalung erfolgen. Jede Kappe erhält dann ohne Weiteres eine den ermittelten Kugelflächen entsprechende Bufung. Sind die Randbogen gefstelt, während die Diagonalbogen nicht gefstelt find, fo liegen die Mittelpunkte der benutzten Kreisbogen in verschiedenen Ebenen. Die Gewölbkappen erhalten dann als Laibungsflächen nicht mehr die reinen Kugelflächen, fondern kugelförmige Flächen, welche aber bei nicht zu bedeutender Stelzung der Randbogen doch nicht fehr erheblich von der Kugelfläche abweichen.

Das Rippenfyftem mit feinen bufigen Kappen und die Verwerthung des Spitzbogens bei der Formgeftaltung der Rippen beseitigte alle Einengungen in der Bildung der Kreuzgewölbe, welche beim römifchen und beim romanifchen Kreuzgewölbe fich noch geltend gemacht hatten.

Wie auch die zu überdeckenden Raumabtheilungen oder Gewölbfelder in ihrer Grundrißform befchaffen fein mochten, regelmäfsig oder unregelmäfsig, das gothifche Kreuzgewölbe geftattete bei einer ausgiebigen Freiheit in der Behandlung eine zweckmäßige Anordnung und eine gediegene Ausführung der geplanten Wölbung. Zur Einfchränkung der Gröfse der Gewölbkappen, zur Herbeiführung einer mäfsigen Stärke derfelben und zur Erzielung einer reicheren Entfaltung des Kreuzgewölbes konnte das tragende Rippenfyftem vervielfältigt werden. Gefetzmäßige geordnet, führte daffelbe auf das fechstheilige, acht- oder mehrtheilige Kreuzgewölbe. Traten die einzelnen, in größerer Anzahl vorhandenen Rippen in ihrem Grundriße fternartig geordnet zufammen, fo bildete fich das fog. Sterngewölbe. Durchfchnitten fich die vielfachen Rippen netzartig, zwifchen fich eine Menge Mafchen oder Zellen laffend, welche nunmehr nicht befondere Theile eines gewöhnlichen cylindrifchen Tonnengewölbes, wie in Fig. 277 (S. 164), bildeten, fondern in geeigneter Weife mit bufigen Kappen, welche fich gegen die umrahmenden Rippenftücke legten, gefchloffen wurden, fo entftand das fog. Netzgewölbe.

Alle diefe Wölbungen zeigen während ihrer Entwicklung und Anwendung die größte Mannigfaltigkeit und einen bedeutenden Reichthum in der Anordnung ihrer Rippenfyfteme. Die Sucht nach immer reicheren Formen in der Geftaltung diefer Gewölbe führte zu den üppigften, ja zuweilen phantaftifchften Durchbildungen, die, wenn auch in mancher Beziehung überrafchend und lehrreich, doch zuweilen äufferft willkürlich erfcheinen mußten.

Trotz des Aufwandes von vielem Fleiß und großer Kunftfertigkeit wurde die Harmonie derartiger Gewölbanlagen, welche der Spätzeit der Gothik angehören, doch fehr beeinträchtigt.

Die Kreuzgewölbe, diefe wichtigen und hervorragenden Gewölbbildungen des romanifchen und des gothifchen Bauftils, laffen fich nach dem Vorhergegangenen, um für die in der Jetztzeit zu fchaffenden Kreuzgewölbe die Conftuctionen überfichtlich befprechen zu können, in zwei Hauptgruppen zerlegen:

1) in Kreuzgewölbe mit vorwiegend cylindrifchen Gewölbkappen oder die cylindrifchen Kreuzgewölbe, wie folche bei dem römifchen und dem älteren romanifchen Gewölbe vorhanden waren, und

2) in Kreuzgewölbe mit Rippenfyftem und dazwifchen gewölbten Kappen, welche das eigentliche gothifche Kreuzgewölbe bilden.

Beide Gewölbarten follten in ihrer befonderen Conftuction in Folgendem näher behandelt werden.