

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

Hinsichtlich 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 Grundrissentwicklung 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 Fusse 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 befasen. 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 verschieden 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 zusammenstehenden 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 Gewölbarrordnungen 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.

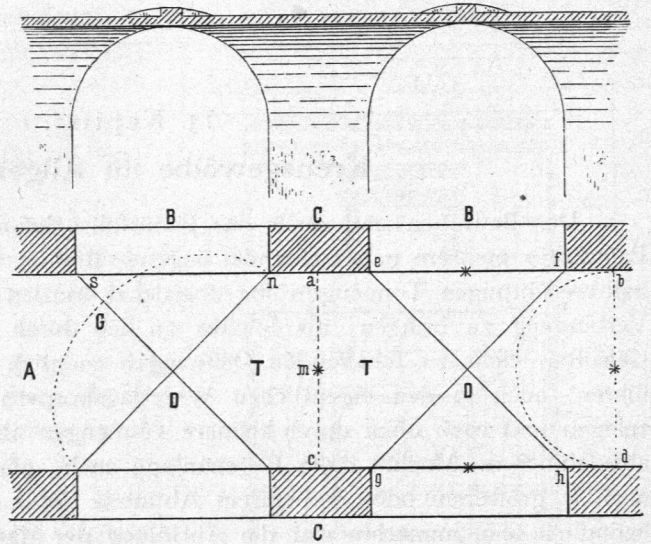
In Fig. 419 ist  $A$  ein halbkreisförmiges Tonnengewölbe vom Durchmesser  $b d$ . Gegen dasselbe treten Tonnengewölbe  $B$ , deren Wölblinien gleichfalls Halbkreise

234.  
System-  
bildung.

235.  
Römisches  
Kreuzgewölbe.

find 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 Stiehkappen im Hauptgewölbe  $A$ ; sie besitzen in der Laibungsfläche der zusammengefügt 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 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.

Fig. 419.



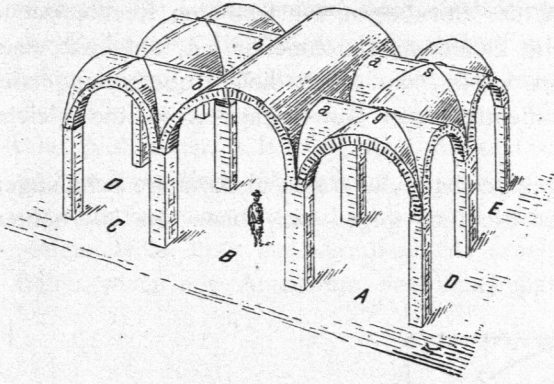
Das Gewölbe oberhalb  $efgh$  ist ein Kreuzgewölbe. Mit demselben steht jedoch noch ein Stück  $T$  des Tonnengewölbes  $A$  im Zusammenhange, so daß die der Reihe nach folgenden Kreuzgewölbe um eine Länge  $en$  von einander abgerückt erscheinen. Dieser Länge  $en$  gehören die für beide Gewölbe  $A$  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 Wefens 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 Stiehkappen 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 gesamten Gewölbanlage bestehen aus einzelnen Pfeilern an den Ecken der zusammengeführten Gewölbstücke. Die Stellung der Pfeiler veranlaßt die Gliederung des Raumes in einzelne innig zusammenhängende Abtheilungen; dieselbe ist durch die gesetzmäßige 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 Unterschalung erhielt, auf welche alsdann, wie solches 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.

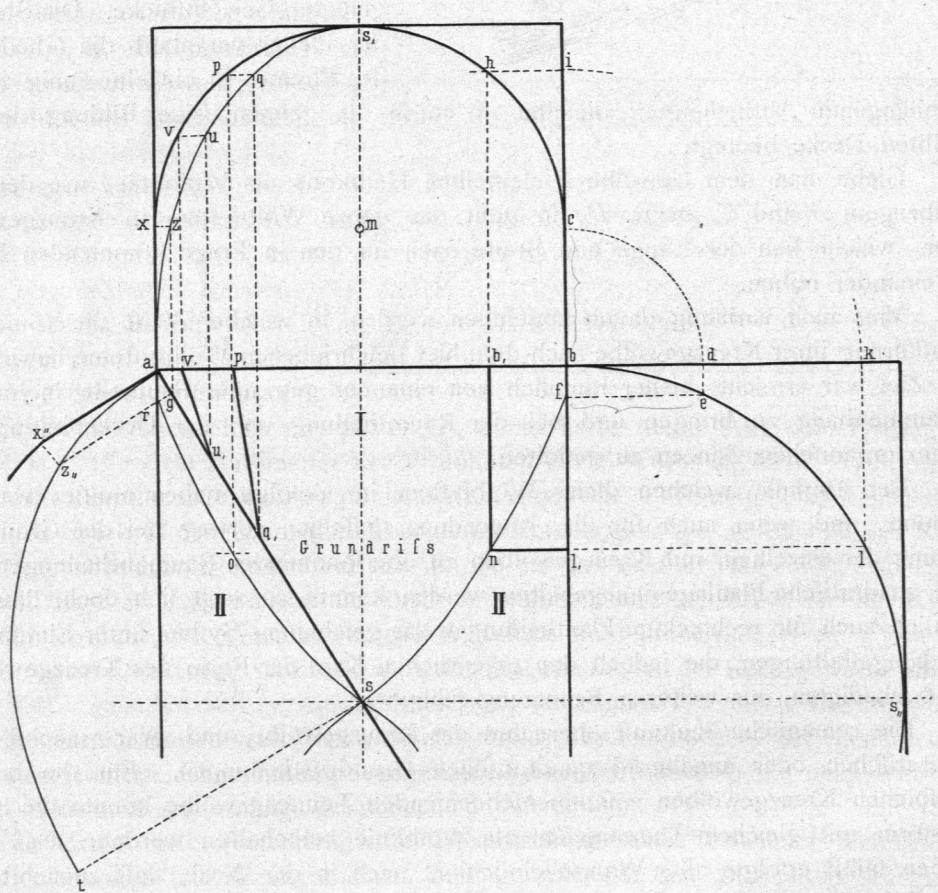
So einfach sich hierdurch die Bestimmungstücke eines Kreuzgewölbes bei quadratischem Gewölbfelde ergaben, so bedenklich wurde die Gestaltung der Kreuzgewölbe über einem rechteckigen Felde, sobald die Scheitellinien der zusammen tretenden Gewölbstücke oder Gewölbkappen in gleicher Höhe über der Kämpfer 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  $ax$ , bezw.  $bc$  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.

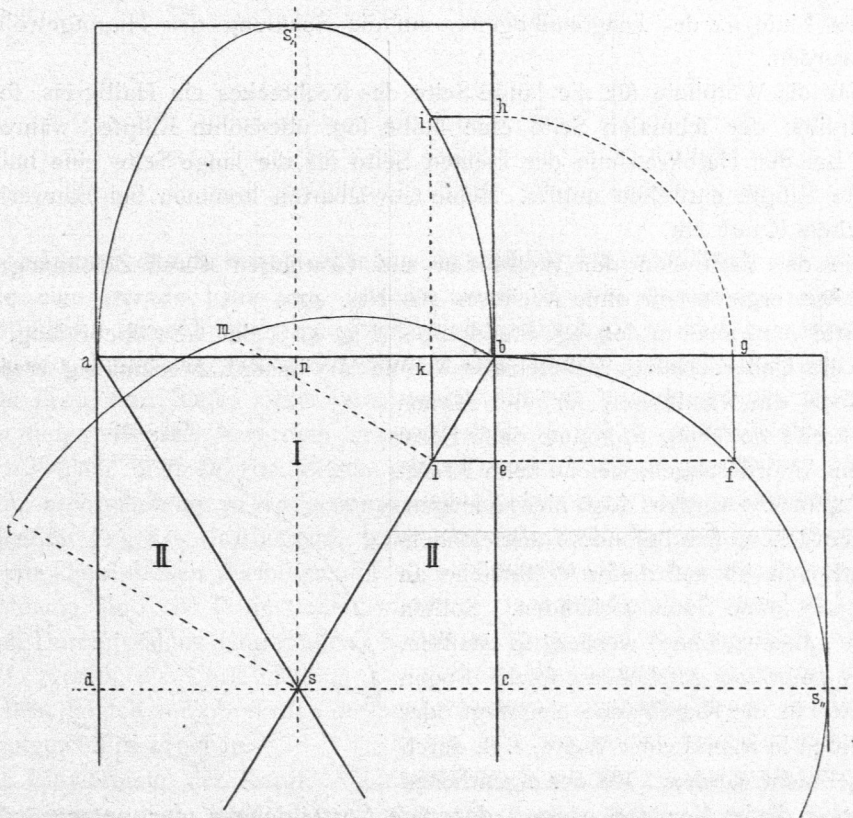


Stirnbogens  $ab$ , z. B. nach  $b, n$ , so ergaben sich danach Schnittlinien  $fn$ s, bezw.  $ros$  der Gewölbkappen, welche in ihrer Grundrissprojection nicht den Richtungen der Diagonalen des Rechteckes folgten, sondern als krumme Linien auftraten. Außerdem beginnen diese Schnitt- oder Gratlinien erst in der Höhe  $bd$ , bezw.  $bc$  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 Ausmittelung der Diagonalbögen in frühester

Zeit nicht durch besonderes Aufzeichnen, sondern gleich praktisch bei der Herichtung der Unterschalung der Gewölbkappen erfolgt sein wird, so ließe sich unter der Bedingung, daß diese Gratbogen in ihrer Richtung den Diagonalen des Rechteckes folgen sollen, zunächst auf der Schalung des größeren Tonnengewölbes II diese Richtung, z. B. als  $as$ , vorreissen. Würde man nunmehr schmale Schalbretter oder Wölblatten, z. B.  $q, p, u, v$ , von der Schnürlinie  $as$  für den Diagonalbogen nach dem aufgestellten, überhöhten Stirnbogen der Seite  $ab$  in der Weise treten lassen, daß die Endpunkte  $q$  und  $p$ , bzw.  $u$  und  $v$  der einzelnen Schallatten für sich eine gleiche Höhe über der Kämpferebene erhalten, so divergieren wohl diese Latten und stehen auch mit Ausnahme der Scheitellatte nicht mehr rechtwinkelig zur Stirn-

Fig. 422.



ebene  $ab$ ; aber die Ausführung der Wölbung der Kappen I auf dieser Schalung, welche zwischen ihren Endauflagern noch irgend eine einfache, jedoch hinreichend starke Unterstützung erhalten konnte, ist möglich. Unterhalb der Linie  $xs$ , bzw.  $ag$  würden alle Schallatten in die Ebene des Diagonalbogens  $as$  fallen; mithin muß in dieser Ebene eine lothrechte Wand  $ax, s''$  entstehen. Auch derartige Anordnungen sind bei Kreuzgewölben, aus Bruchstein- oder Backsteinmaterial hergerichtet, anzutreffen.

Wie die Ausmittlung der Hauptstücke solcher Kreuzgewölbe im Sinne der darstellenden Geometrie zu erfolgen hätte, ist aus der Abbildung zu entnehmen.

Bei verhältnismäßig schmaler rechteckiger Grundfläche mußte die dann bedeutende Ueberhöhung des halbkreisförmigen kleineren Stirn- oder Randbogens bei

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 Gratabogen, entsprechend den Diagonalen des Rechteckes, entstand alsdann für die vom Halbkreis des Hauptgewölbes abhängige Wölblinie 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 Wölblinie für die lange Seite des Rechteckes ein Halbkreis, so wurde die Wölblinie 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 Wölblinien und Gratabogen 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 Gratabogen ist auf dieser Wölfläche 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 Gratabildungen nur untergeordnet zusammen.

Der überhöhte Halbkreis und die Form der fog. überhöhten oder der gedrückten halben Ellipse als Stirnbogen, bzw. als Wölblinien 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 Wölblinien der Kappen des Kreuzgewölbes ergab sich, daß 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.

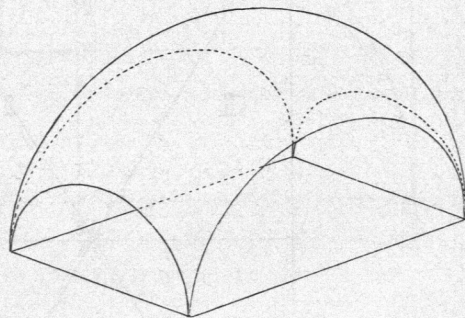
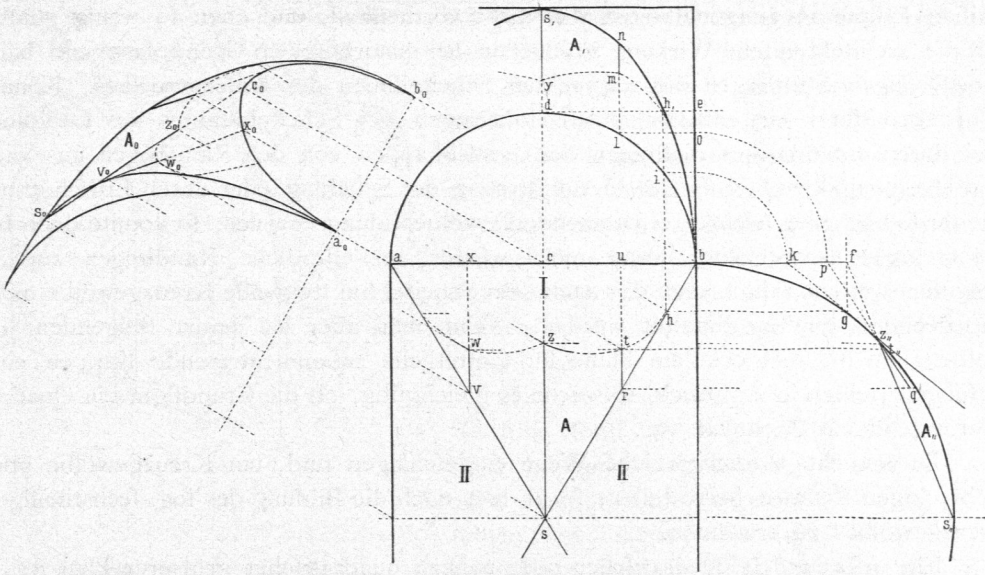


Fig. 424.



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 Busen« oder als »busige Kappe« auf. Sie nähert sich dem Stücke der Oberfläche einer Stutzkuppel. Sie würde eine Kugelstiehkappe sein, wenn, wie schon beim Klostergewölbe 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 Halbellipfen als Halbkreise auftreten würden.

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

deutlicher Fortschritt in der Gestaltung derselben eingeleitet. Schon die Form der halben Ellipse als Diagonalbogen war nicht vorteilhaft, 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 mäsiges 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  $ab$ , bezw.  $cd$  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.  $pq$ , bezw.  $mn$  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.

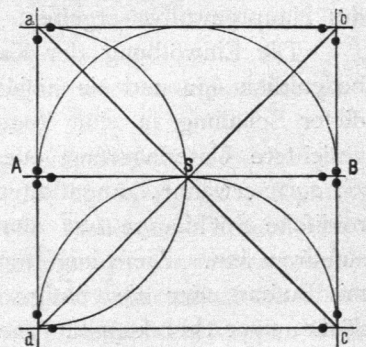
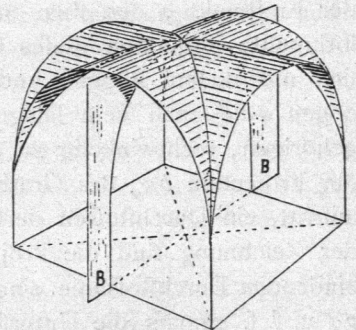
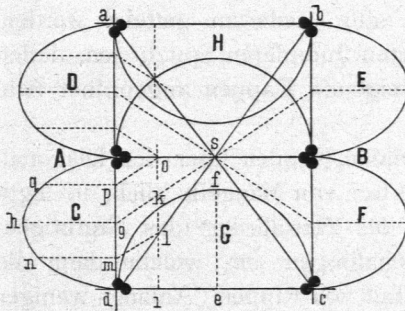
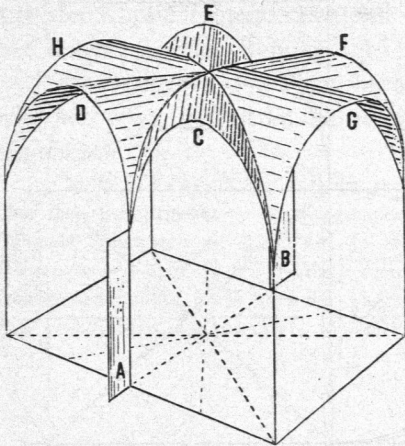




Fig. 426.



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 Randbögen 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 Gratbögen. 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 Diagonalbögen 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 Diagonalbögen in ihrer Halbkreisform zu belassen, mußten die Randbögen 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 gefelzten Halbkreise oder der halben Ellipsen eine Folge gewesen sein.

Bei quadratischem oder nahezu quadratischem Grundrisse bleiben die Randbögen, deren Scheitel mit dem Scheitelpunkt der halbkreisförmigen Diagonalbögen in gleicher Höhe liegen, nach Fig. 427 noch ziemlich stumpfe Spitzbögen.

Wurden in der Richtung der Diagonalen stützende Lehrgerüste aufgestellt, wurde gleichfalls für die Gewölbkappen unter weiterer Heranziehung der Unterstützung der Randbögen, 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

statifcher 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 märsiger 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 Haufsteinstücke 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.

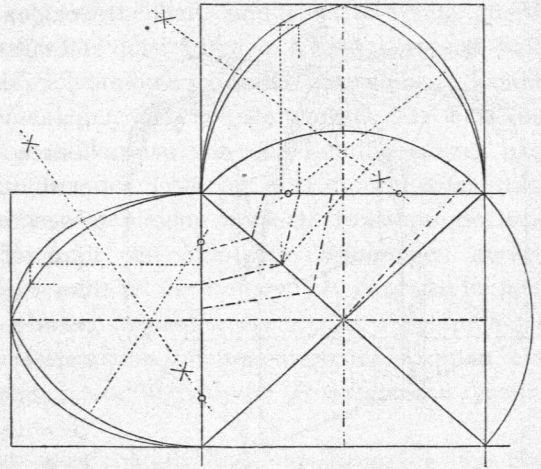
Durch die Aufnahme derartiger Rippen an Stelle der einfachen Randbogen, als selbständige Bestandtheile des Kreuzgewölbes oder als seitliche Begrenzungen zusammengereichter Kreuzgewölbe, wobei alsdann die Rippen der Randbogen als Scheide- oder Gurtbogen durchgebildet werden konnten, trat in Vereinigung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

Das Rippensystem ist zum vorwiegenden Bestandtheil des Kreuzgewölbes erhoben. Dasselbe bildet die Trag- und Stütz-Construction für die dazwischen liegenden Kappen, während die gefammte 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 Rippensystems 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.





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 Formgestaltung der Rippen befeitigte 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 Grundriffsform befchaffen fein mochten, regelmäfsig oder unregelmäfsig, das gothifche Kreuzgewölbe gefattete bei einer ausgiebigen Freiheit in der Behandlung eine zweckmäfsige 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. Gefetzmäfsig geordnet, führte daffelbe auf das fechstheilige, acht- oder mehrtheilige Kreuzgewölbe. Traten die einzelnen, in gröfserer Anzahl vorhandenen Rippen in ihrem Grundriffe sternartig geordnet zufammen, fo bildete fich das fog. Sterngewölbe. Durchfchnitten fich die vielfachen Rippen netzartig, zwifchen fich eine Menge Maschen 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, gefchlossen wurden, fo entftand das fog. Netzgewölbe.

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

Trotz des Aufwandes von vielem Fleifs und grofser Kunftfertigkeit wurde die Harmonie derartiger Gewölbanlagen, welche der Spätzeit der Gothik angehören, doch ftark 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 Confttructionen 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 Confttruction in Folgendem näher behandelt werden.