

14. Kapitel.

Kreuzgewölbe im Besonderen.**a) Cylindrische Kreuzgewölbe.**

1) Gestaltung der cylindrischen Kreuzgewölbe.

Die Gestaltung der cylindrischen Kreuzgewölbe ist in den allgemeinen Grundzügen in Art. 235 (S. 339), bezw. Art. 236 (S. 341) besprochen und in Fig. 419 bis 422 veranschaulicht worden.

238.
Gestaltung.

Bei diesen Gewölben ist im Besonderen, so weit eine einfachere Gestaltung derselben berücksichtigt wird, zu bemerken, daß

α) die Anzahl der Gewölbkappen der Seitenzahl des Grundrisses des zu überwölbenden Raumes entspricht;

β) die Stirnbogen oder Leitlinien dieser Kappen in der Regel sämtlich eine gleiche Pfeilhöhe erhalten;

γ) die Axen der Kappen gerade Linien sind, welche sämtlich in der wagrechten Kämpferebene liegen und, von den Mitten der wagrechten Projectionen der Stirnbogen auslaufend, sich in einem gemeinschaftlichen Punkte der Grundrissfigur des Gewölbes schneiden; dieser gemeinschaftliche Punkt ist die wagrechte Projection des Gewölbescheitels; meistens fällt derselbe mit dem Schwerpunkte der Grundrissfigur zusammen;

δ) die wagrechten Projectionen der Schnitt- oder Durchdringungslinien der Laibungsflächen der Gewölbkappen gerade Linien sind, welche von den Ecken der Grundrissfigur nach der wagrechten Projection des Gewölbescheitels gezogen werden können; diese Schnittlinien liefern die Diagonalbogen, Gratlinien oder Grate des Kreuzgewölbes;

ε) die an den Ecken der Grundrissfigur zusammentretenden Stirn- und Gratlinien des Gewölbes ihren Gewölbefuß in der wagrechten Kämpferebene erhalten;

ζ) die Scheitellinien der Gewölbkappen gerade Linien sind, welche vom Scheitelpunkte der Stirnbogen nach dem Scheitelpunkte des ganzen Gewölbes zu ziehen sind; diese geraden Linien sind entweder wagrecht oder nach dem Gewölbescheitel aufsteigend; im letzteren Falle ist derselbe höher liegend angenommen, als die Scheitelpunkte der Stirnbogen, so daß hierdurch das cylindrische Kreuzgewölbe mit »Stechung« oder mit »Stich« entsteht.

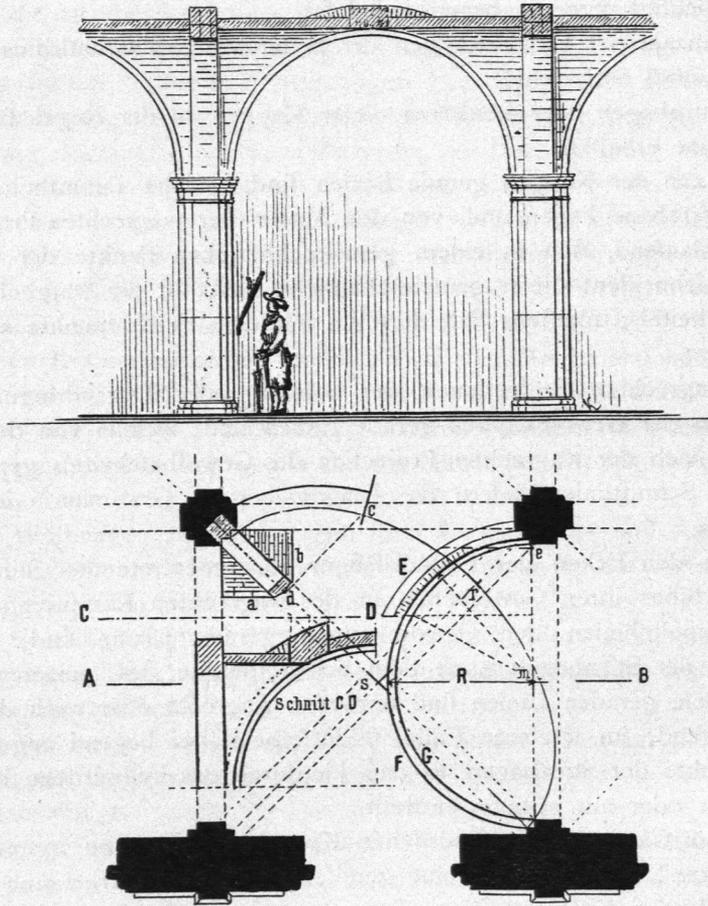
Die Grundrissfigur eines cylindrischen Kreuzgewölbes kann irgend eine ebene geradlinige, unter Umständen auch eine gemischtlinige, also hierbei eine von geraden und krummen Linien begrenzte Figur sein.

Je nachdem die Grundrissfigur des Kreuzgewölbes regelmäsig oder unregelmäsig gebildet ist, unterscheidet man auch regelmäsig und unregelmäsig Kreuzgewölbe.

Werden die Umfangsmauern des Raumes, welche sämtlich als Stirnmauern des Kreuzgewölbes auftreten, den Rand- oder Stirnbogen entsprechend durch Gurtbogen offen gehalten, welche ihr Widerlager an besonderen Eckpfeilern des Raumes erhalten, so entsteht das offene Kreuzgewölbe. Sind die Stirnmauern, abgesehen von darin befindlichen Thür- oder Lichtöffnungen, als eigentliche Umfangsmauern angeordnet, so erhält man das geschlossene Kreuzgewölbe.

Ist die Kämpferebene eines Kreuzgewölbes, z. B. bei Treppenanlagen, eine geneigte Ebene, so entsteht das ansteigende Kreuzgewölbe. Sind die Wöblinien der Gewölbkappen flache, gefetzmäßig gebildete ebene krumme Linien, so entwickelt sich das flachbogige oder flache Kreuzgewölbe, auch Kreuzkappengewölbe genannt. So mannigfach die Gestaltung des Kreuzgewölbes im Zusammenhange mit der Form seines Grundriffes und den grundlegenden Wöblinien der cylindrischen Gewölbkappen auch vorgenommen werden kann, so bleibt doch immerhin die eigentliche Ausmittlung der Hauptbestandtheile des Kreuzgewölbes, d. h. der Stirnlinien und der Gratlinien, verhältnismäßig einfach.

Fig. 429.

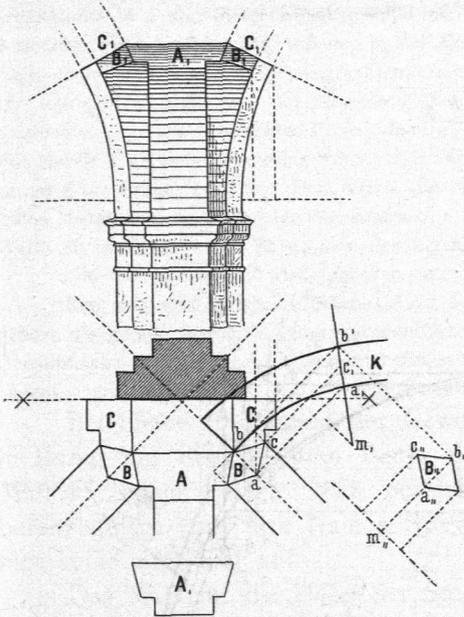


239.
Darstellung
des
Kreuzgewölbes.

Am leichtesten sind diese Ausmittlungen bei einem cylindrischen Kreuzgewölbe über einem quadratischen Raume zu schaffen. Ein derartiges Kreuzgewölbe zeigt Fig. 429.

Die Stirnlinien, bzw. die Wöblinien der vier zusammenschneidenden Gewölbkappen mit sich rechtwinkelig in s , dem Schnittpunkte der Diagonalen des quadratischen Grundriffes, kreuzenden Axen, sind durch den mit R um m beschriebenen Halbkreis F bestimmt. Bei der wagrechten Lage der Scheitellinien der sämtlichen Gewölbkappen ergibt sich die Form der Gratlinien über den Diagonalen des Raumes ohne Schwierigkeit je als eine halbe Ellipse E mit der großen Axe gleich der wagrechten Projection der Gratlinie und der halben kleinen Axe gleich dem Halbmesser R der Stirnlinien. Die Gurtbogen des hier gegebenen offenen Kreuzgewölbes sind ebenfalls Halbkreise. Dieselben sind mit dem

Fig. 430.



Halbmesser me beschrieben, welcher um so viel kleiner als R genommen ist, wie folches der Vorfprung der Vorlage innerhalb der Gurtbogenweite an den Widerlagspfeilern des Kreuzgewölbes bedingt.

Nach Festlegen dieser Bestimmungstücke lassen sich, wie aus der Zeichnung hervorgeht, noch die Ansätze a, b der Gewölbkappé am Gratkörper d und eben so die Darstellungen der Schnitte nach AB , bezw. CD leicht ermitteln.

Auch die Anordnung des Ansatzes der Körper der Gurt-, bezw. Stirnbogen und der Gratbogen am Widerlagspfeiler ergibt sich nach Fig. 430 unter Anwendung einfacher Sätze der darstellenden Geometrie ohne Schwierigkeit. Die Ansatzflächen A, C der Gurt- und Stirnbogen, so wie B des Grates gehören Normalebenen an. Für den Grat K ist eine solche Ebene durch die Spur m, b , gekennzeichnet. Für die Gurt- und Stirnbogen ist die zugehörige Normalebene so geführt, daß die Schnittlinie derselben am Rücken dieser Bogen für die Flächen C , wie aus der Ansicht bei C , hervorgeht, dieselbe Höhenlage wie der Punkt b , am Gratbogen erhält. Wird das ganze Ansatzstück als ein besonderes Werkstück angefertigt, so ergibt sich ein sog. Anfänger des Kreuzgewölbes. Die Brettungen A, B , für die Ansätze der vom Anfänger ausgehenden Gurtbogen, bezw. Gratbogen lassen sich nach den Angaben der Zeichnung austragen.

Hätte der zu überwölbende Raum einen rechteckigen Grundriß erhalten, so müßte die Ausmittlung der Stirn- und Gratbogen nach Fig. 422 (S. 343) erfolgen.

Wählt man bei quadratischen oder rechteckigen Grundrissen von vornherein halbe Ellipsen als Stirnbogen, deren Pfeilhöhen gleich sind, so ergeben sich für die Gewölbkappen elliptische Cylinderflächen als Laibungsflächen. Die Gratlinie ist, wie

Fig. 431 ergibt, wiederum eine halbe Ellipse.

Fig. 431.

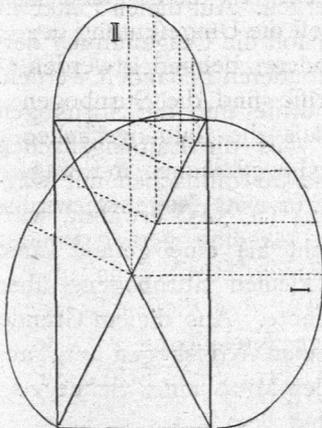


Fig. 432.

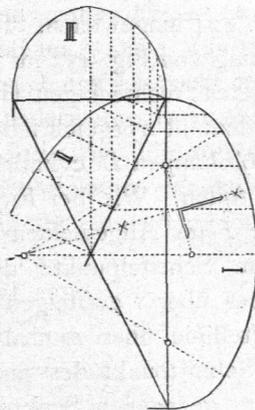


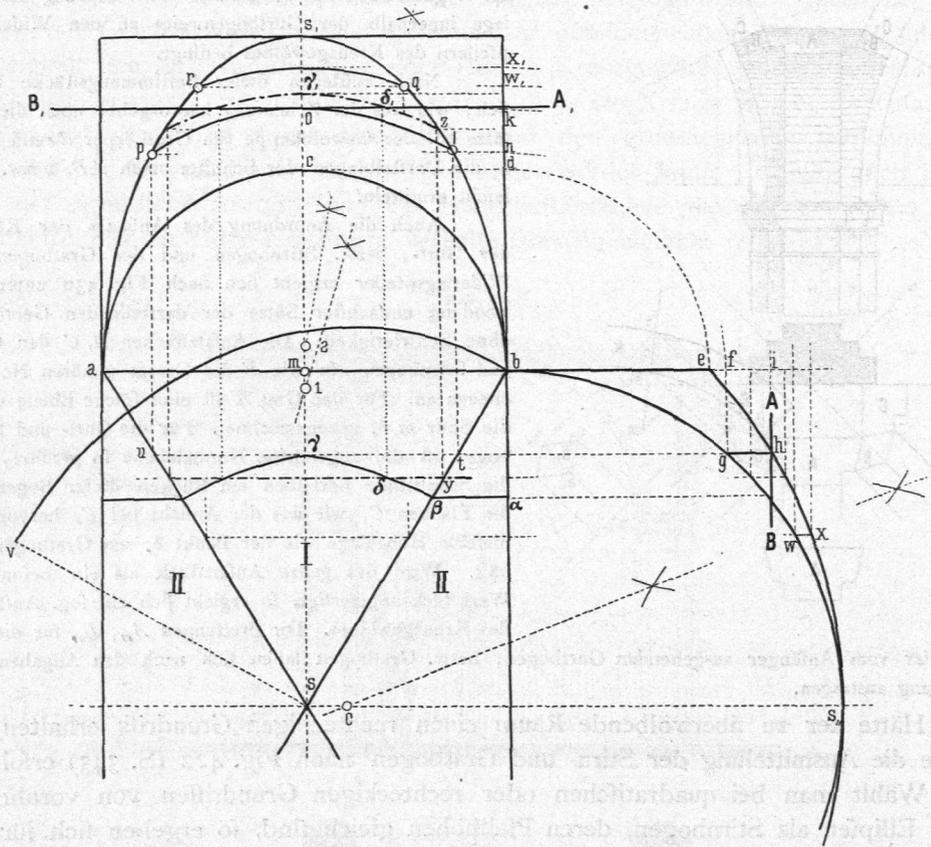
Fig. 431 ergibt, wiederum eine halbe Ellipse.

chen, deren höchste Erzeugende als Scheitellinien des Gewölbes gerade und wagrechte Linien sind.

Kann bei quadratischem Grundriß jeder Stirnbogen als Halbkreis auftreten und ist danach beim ganzen Gewölbe die Durchführung gleicher cylindrischer Gewölbflächen möglich, so ist bei einem rechteckigen Grundriße jedoch, sobald aus architektonischen

In ganz ähnlicher Weise würde man auch irgend eine andere gefetzmäßig gebildete Curve, z. B. einen Korbogen I (Fig. 432), als Stirnbogen für eine Seite der Grundfigur annehmen können und, unter Benutzung desselben als Grundbogen, den Stirnbogen III und den Gratbogen II auszutragen haben. In allen diesen Fällen bleiben die Gewölbflächen allgemein immer cylindrische Flächen, deren höchste Erzeugende als Scheitellinien des Gewölbes gerade und wagrechte Linien sind.

Fig. 433.



Gründen die Forderung gestellt wird, daß bei Stirnbogen für die lange Seite des Rechteckes sowohl, als auch für die schmale Seite desselben ein Halbkreis verbleiben soll, eine Umgestaltung des cylindrischen Kreuzgewölbes erforderlich. Auf diesen Punkt ist bereits in Art. 236 (S. 345) bei Fig. 424 hingewiesen. Hier soll die Umgestaltung derartiger Kreuzgewölbe unter Benutzung von Fig. 433 im Besonderen behandelt werden.

Bei dem zur Hälfte gezeichneten rechteckigen Grundrisse sind die Stirnbogen als Halbkreise fest gelegt. Außerdem ist vorgeschrieben, daß die Laibungsflächen der am weitesten gespannten Gewölbkappen II cylindrische Gewölbflächen mit waagrecht liegenden Scheitellinien sein sollen. Wie bei Fig. 424 (S. 345) erwähnt, wird die Scheitellinie der Gewölbkappe I im Allgemeinen nicht als eine gerade Linie auftreten, welche unmittelbar vom Scheitelpunkte des kleinen Stirnbogens über ab nach dem Scheitel des Gewölbes über s aufsteigen könnte. Aus diesem Grunde kann man zweckmäÙig die Scheitellinie über ms als einen Kreisbogen es , annehmen, dessen Mittelpunkt c im Schnittpunkte des auf der Mitte einer Sehne es , errichteten Lothes mit der durch s , gezogenen Senkrechten liegt.

Wie aus der Zeichnung zu ersehen, ist be die lothrechte Projection der Pfeilhöhe des kleinen Randbogens, s , die Projection des Scheitelpunktes des großen Stirnbogens und zugleich des Scheitelpunktes des Gewölbes selbst. Der Gratbogen bv über bs , bezw. über as wird unmittelbar nach dem Grundbogen bs , als Vierteilellipse gefunden. In der lothrechten Projection bs , decken sich Randbogen und Gratbogen als einer und derselben vorhin bestimmten cylindrischen Fläche angehörend. Für die Erzeugung der Laibungsfläche der Gewölbkappe I kann nunmehr der folgende Weg eingeschlagen werden.

Schneidet man die Gewölbfläche I durch eine lothrechte, parallel zu ab stehende Ebene ut , so

wird die lothrechte Projection bs , der Gratbogen bs und as in g und die lothrechte Projection es , der Scheitellinie in h von dieser Ebene geschnitten. Die hier gewonnene Schnittlinie gh sei die lothrechte Projection eines Kreisbogens, welcher in der Ebene ut als Erzeugende der Gewölbfläche I auftreten soll. Zieht man durch g und h die wagrechten Linien gf , bzw. hi , trägt man $bn = bf$ und $bk = bi$ in der lothrechten Projection des Gewölbes über der Seite ab ab, so schneidet eine durch n geführte wagrechte Linie die lothrechten Projectionen as , und bs , der Gratbogen in den Punkten p und l , während eine durch k geführte wagrechte Linie A, B , die lothrechte Projection cs , der Scheitellinie der Gewölbkappe I im Punkte o trifft. Der durch die erhaltenen drei Punkte p, l und o bestimmte Kreisbogen, dessen Mittelpunkt in r auf der lothrechten s, t liegt, ist eine Erzeugende der Gewölbfläche I . In gleicher Weise ist auch für eine Ebene wx der erzeugende Kreisbogen qr mit dem Mittelpunkte z gefunden.

Die Gewölbfläche I wird hiernach eine kugelförmige (sphäroidische) Fläche.

Ein wagrecht geführter Schnitt AB , bzw. A, B , liefert die Schnittlinie $\alpha\beta\gamma$ u. f. f. Hiervon gehört die gerade Strecke $\alpha\beta$ der geraden Cylinderfläche II an, während die Curve $\beta\gamma$ der sphäroidischen Gewölbfläche I zukommt. Ein Punkt δ dieser Curve liegt im Durchstoßpunkte eines erzeugenden Kreisbogens z mit der Geraden A, B , wobei gleichzeitig dieser Kreisbogen der lothrechten Ebene y angehört.

Bei dieser Anordnung der Gewölbflächen ist der Scheitelpunkt des Gewölbes in Bezug auf den höchsten Punkt des Randbogens der Gewölbkappen I um ein Maß cs , höher gelegt. Man bezeichnet dieses Ansteigen der Gewölbkappen, wie bereits gefagt, mit dem Namen Stechung oder Stich. Für die Kappen II tritt hier keine Stechung auf.

241.
Kreuzgewölbe
mit
Stechung.

Das Maß für die Höhe der Stechung kann nach Wunsch mehr oder weniger bedeutend genommen werden, je nachdem der Scheitel des Kreuzgewölbes in Bezug auf die Scheitelpunkte der Stirnbogen desselben mehr oder weniger gehoben erscheinen soll.

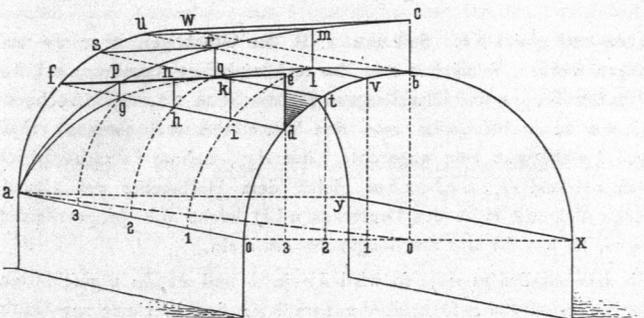
Ein ungefähres Maß dieser Stichhöhe ist $\frac{1}{20}$ bis $\frac{1}{30}$ der ganzen Weite des größten Gratbogens.

Bei den einfachen cylindrischen Kreuzgewölben, gleichgiltig, welche Grundrissform dabei vorliegt, kann man aber jeder Gewölbkappe eine Stechung geben. Dabei nimmt man in der Regel, ausgehend von einem einzigen Stirnbogen, die Pfeilhöhen sämtlicher Stirnbogen gleich und gestaltet diese Stirnbogen vollständig abhängig vom gewählten Grundbogen. Die Erzeugenden der Gewölbflächen sind von den Stirnbogen aus ansteigende gerade Linien, welche von entsprechend liegenden Punkten der Stirnbogen auslaufen. Diese Linien liegen in lothrechten Ebenen, welche für jede Kappe parallel der Kappenaxe stehen. Sie schneiden sich in entsprechenden Punkten der Gratbogen von je zwei zusammentreffenden Kappen. Die höchsten dieser erzeugenden Linien sind die ansteigenden Scheitellinien der Kappen. Sie endigen sämtlich im Scheitelpunkte des nunmehr durchweg mit Stechung versehenen Kreuzgewölbes. Bei dieser Umformung der Gewölbflächen bleibt bei der be-

stimmten vorgeschriebenen Abhängigkeit der Stirnbogen und weiter auch der Gratbogen das Wesen der cylindrischen Kreuzgewölbe noch gewahrt.

Ist $oayx$ in Fig. 434 der Grundriss der halbkreisförmigen geraden Cylinderfläche mit dem Stirnbogen awy , bzw. obx und schneidet man diese Fläche durch die lothrechte Ebene aob , so ergibt

Fig. 434.



sich als Schnittlinie die Vierteilellipse $agqlb$. Dieselbe kann als Gratlinie an einer halbkreisförmigen Kappe eines Kreuzgewölbes ohne Stechung angefehen werden.

Die höchste Erzeugende oder die Scheitellinie dieser Kappe würde die wagrechte Linie wb sein. Soll nun der Punkt b um eine Höhe bc gehoben werden, so nimmt die Scheitellinie die Lage wc an. Theilt man den Halbmesser oo in beliebig viele gleiche Theile, z. B. hier in vier Strecken, ein und legt man durch diese Theilpunkte $1, 2, 3$ lothrechte, zu oa , bezw. zur Axe der Cylinderfläche parallele Ebenen, so erhält man die wagrechten Erzeugenden uv, st, fd als Schnittlinien auf der Cylinderfläche. Läßt man nun wiederum jede dieser Erzeugenden, z. B. fd , für den Punkt d um die Höhe de gleich der für wb fest gefetzten Höhe bc heben, so ist fe eine Erzeugende der mit Stechung behafteten neuen Cylinderfläche. Die Ebene aob schneidet, gehörig erweitert, diese neue Cylinderfläche in einem Ellipsenstücke $aprmc$. Einzelne Punkte dieser Curve lassen sich leicht bestimmen. Theilt man oa ebenfalls in so viele gleiche Theile ein, als für oo genommen waren, also hier in vier Strecken, und legt man durch diese Theilpunkte lothrechte, mit der Stirnebene obx parallel stehende Ebenen, so wird die ursprüngliche Cylinderfläche nach Halbkreisen geschnitten, welche die Vierteilellipse ab der Reihe nach in den Punkten g, q und l treffen, während die Halbkreise $3, 2$ und 1 z. B. die Erzeugende fd in den Punkten g, h und i schneiden. Entsprechend der ansteigenden Erzeugenden fe , bezw. wc der neuen Cylinderfläche muß der Punkt g der Ebenen 3 und 3 um gp , der Punkt q der Ebenen 2 und 2 um $qr = hn$ und der Punkt l der Ebenen 1 und 1 um $lm = ik$ gehoben werden, um den proportionalen Theilungen der Strecken oo und oa entsprechend auch proportionale Höhen des Stechungsmasses de , bezw. bc für die neue Schnittlinie ac , bezw. für die Erzeugenden der neuen Cylinderflächen zu erhalten. Derartige Erzeugende sind fp, sr, um und wc .

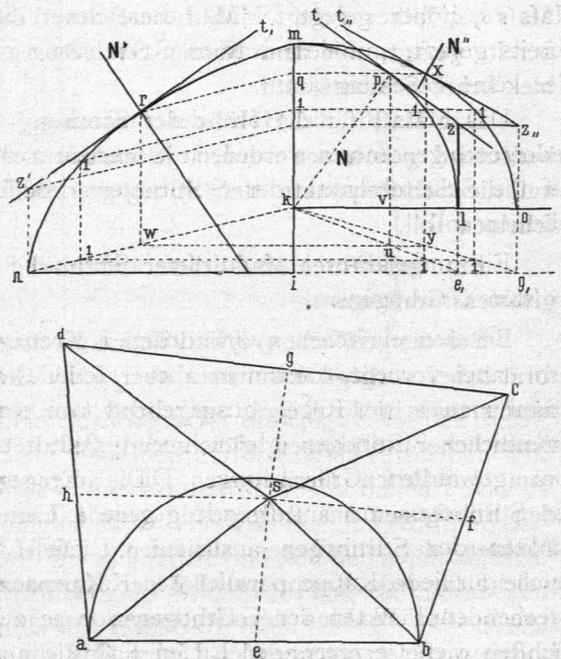
Bei cylindrischen Kreuzgewölben mit Stechung über einem unregelmäßigen Grundrifs erfolgt die Ausmittelung der Stirn- und Gratbogen nach dem gewählten Grundbogen gleichfalls in der eben beschriebenen Weise. Man kann sich dabei des in Fig. 435 benutzten Verfahrens bedienen.

Das unregelmäßige Viereck $abcd$ sei der Grundrifs eines cylindrischen Kreuzgewölbes mit Stechung. Der Schwerpunkt s des Viereckes ist die wagrechte Projection des Scheitelpunktes des Gewölbes. Die von s nach den Ecken a, b, c und d gezogenen geraden Linien sind die wagrechten Projectionen der Gratbogen. Für eine Seite ab , deren Länge etwa der durchschnittlichen Länge von allen vier Seiten entspricht, ist der Grundbogen des Kreuzgewölbes als Halbkreis angenommen. Die Axen der Gewölbkappen se, sf, sg und sh sind gerade Linien, welche von s nach den Mitten der Seiten gezogen wurden.

Das Maß der Stechung sei gegeben und gleich ik . Soll nun z. B. der Gratbogen über cs und ein Stirnbogen für die Seite cd ausgetragen werden, so zeichne man das rechtwinkelige Axenkreuz mi, ko , wobei die Lothrechte mk gleich dem Halbmesser ea des Grundbogens für die Seite ab , die Strecke ki gleich der gegebenen Stechung ist. Mit $km = ea$ beschreibe man den Viertelkreis ml ; alsdann erhält man die Hälfte des Grundbogens. Durch i ziehe man eine wagrechte Linie ng , nehme $in = sc$ gleich der Weite des gefuchten Gratbogens über cs , und $ie, = kl = km$ gleich dem Halbmesser des Grundbogens. Zieht man ke , und kn , so lassen sich mit Hilfe des Dreieckes nke , leicht die proportionalen Theilungen für den Grund- und Gratbogen, so wie für die Stechungshöhe ermitteln.

Zieht man ganz beliebig die Linie wu parallel zu ne , so wird kn in w und ke , in u geschnitten. Führt man durch diese Punkte parallele Linien zu km , so trifft der Strahl up den hier nur zur Hälfte

Fig. 435.



gezeichneten Grundbogen ml im Punkte p . Führt man durch p die Gerade pq parallel zu ne , und durch den auf km gelegenen Punkt q eine Parallele qr zu kn , so ist der Schnitt r dieses Strahles mit wr ein Gratbogenpunkt.

Ein in gleicher Weise geführter Linienzug $1 \dots 1$ liefert den Gratbogenpunkt 1 u. f. f.

Nach der Zeichnung ist $v\hat{p} = wr$. Wäre keine Stechung vorhanden, so würde der Punkt r nur um das Maß wr , bzw. $v\hat{p}$ über der wagrechten Linie (Kämpferlinie) ni liegen. Beim Vorhandensein der Stechung ist aber die Strecke wr um dasselbe Maß zu vermehren, als die wagrechte Linie wu , von welcher der Punkt r abhängig ist, über der Linie ni sich erhebt. Im Punkte n ist die Stechungshöhe gleich Null; im Punkte i ist dieselbe gleich ik . Proportionale Theilungen der Strecken kn und ke , durch die Strahlen wu , 11 u. f. f. liefern auch proportionale Stechungshöhen.

Für den Stirnbogen der Seite cd ist nur die Austragung seiner Hälfte nothwendig, da hiernach die andere Hälfte desselben leicht hinzugefügt werden kann. Da für diesen Bogen keine Stechung, sondern nur eine proportionale Theilung seiner Weite in Frage kommt, so wird zunächst $ko = ig, = cg$ abgetragen und die Linie kg , gezogen. Der verlängerte Strahl wu schneidet kg , in y . Die Lothrechte yx wird von der verlängerten Geraden qp , wobei p dem Schnitt der Geraden wu mit ke , entspricht, im Punkte x des gefuchten halben Stirnbogens mo getroffen. In gleicher Weise ist für den Punkt 1 u. f. f. dieses Stirnbogens zu verfahren. Will man für die Punkte r und x , welche vom Punkte p des Grundbogens abhängig sind, die Normale N , bzw. N'' , fest legen, so führt man in p die Tangente tz an den Bogen ml . Diese Tangente trifft das in l auf kl errichtete Loth in der Höhe lz . Trägt man auf den Lothrechten nz , und oz'' , diese Höhe ab, so das $nz, = oz'', = lz$ ist, zieht man alsdann die Strahlen z, t , durch r und z, t'' , durch x , so sind dieselben Tangenten in den Elementen r und x der zugehörigen Grat-, bzw. Stirnlinie. Die in r und x auf z, t , bzw. z, t'' , errichteten Lothe sind die gefuchten Normalen in diesen Elementen. Nach diesen Angaben sind in einem und demselben Plane sämtliche Grat- und Stirnbogen eines cylindrischen Kreuzgewölbes mit Stechung ohne Schwierigkeit zusammenzutragen.

Bemerkt sei noch, das beim Halbkreife als Grundbogen der hiervon abhängig gemachte Gratbogen einer Ellipse angehört, wofür bei der gewählten Stechung ik die Geraden kn und km halbe conjugirte Durchmesser sind. Die reellen Axen dieser Ellipse können nach dem in Art. 135 (S. 176) Mitgetheilten ermittelt werden. Der Stirnbogen für cd wird hier eine Halbellipse mit der halben großen Axe ko und der halben kleinen Axe km .

Wird statt der geraden Stechungslinie eine Bogenlinie in Anwendung gebracht, so entstehen Kreuzgewölbe mit »Bogenfisch«. Die Gewölbflächen werden alsdann sphäroidisch.

Die Ausmittlung der Grat- und Stirnbogen könnte, wie in Fig. 433 für die Gewölbkappe I gezeigt ist, für alle Kappen durchgeführt werden, oder dieselbe wird, wie Fig. 436 angiebt, vorgenommen. In derselben ist gef eine Ecke irgend eines unregelmäßigen Kreuzgewölbes. Für die Seite ef sei ein Halbkreis als Grundbogen für das Kreuzgewölbe gewählt. Die Scheitellinie der Gewölbkappe esf sei die beliebig angenommene Bogenlinie ik ; dieselbe bestimmt den Bogenfisch.

Um irgend einen Punkt o des Gratbogens C über t auf es zu bestimmen, zieht man durch t die Gerade tr parallel zur Axe si der Grundbogenkappe. Dieselbe ist die wagrechte Projection einer Erzeugenden dieser Kappe. Ihr Endpunkt am Stirnbogen besitzt die lothrechte Entfernung $r2 = b$ über der Kämpferebene, während ihr Endpunkt am Gratbogen eine Höhe $to = b + y$ über dieser Ebene annimmt. Der Zuwachs y von b entspricht dem für den Gratpunkt o entstehenden Maße des Bogenfisches. Um dieses Maß zu erhalten, ist parallel zu ef eine lothrechte Ebene tw zu führen, welche für die Stechungslinie in Bezug auf is die Ordinate y liefert. Für den Stirnbogen B ergibt sich unter Benutzung der von t parallel zu sm angegebenen Erzeugenden tw sofort die Höhenlage des Punktes 2 als $v2 = b$ über der Kämpferebene.

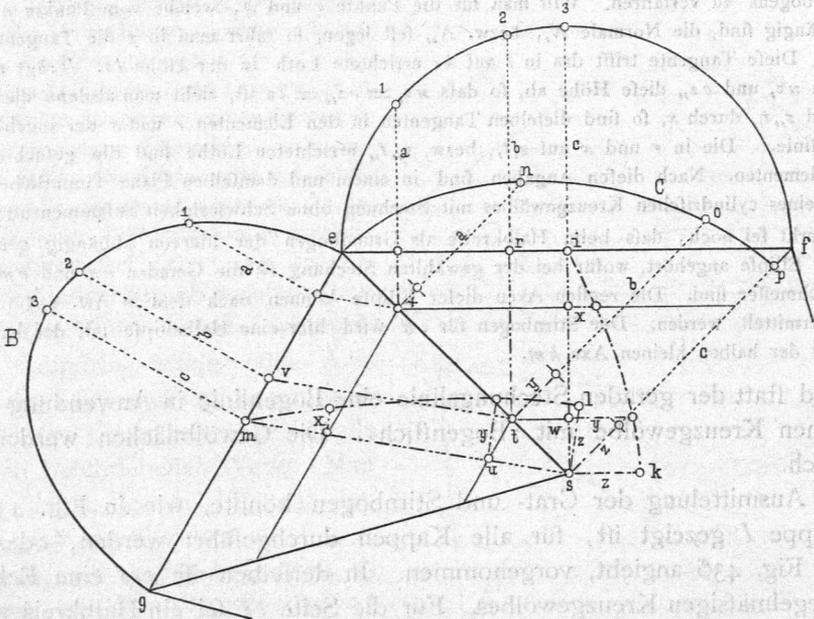
Unter Beobachtung der Bezeichnungen in Fig. 436 läßt sich die Bestimmung einer größeren Anzahl von Punkten des Gratbogens C , des Stirnbogens B und auch der Scheitellinie ml der zweiten Gewölbkappe esg ohne Weiteres treffen. Wäre hier statt der Bogenfischlinie ik eine gerade Stechungslinie gegeben, so hätte das Austragen der Grat- und Stirnlinien unter Benutzung dieser Stechungslinie nach

einem gleichen Verfahren stattfinden können. Dasselbe entspricht der bereits in Art. 135 (S. 174) erwähnten fog. Vergatterung.

242.
Kreuzkappen-
gewölbe.

Ist der Grundbogen irgend ein Flachbogen, so ist das Festlegen der Gratbogen, Stirnlinien, Scheitellinien u. f. f. für ein nun entstehendes flaches Kreuzgewölbe oder Kreuzkappengewölbe mit oder ohne Stechung unter Benutzung einer geraden oder einer bogenförmigen Stechungslinie nach dem Vorgetragenen gleichfalls zu bewirken. Bei sehr flachen cylindrischen Kreuzkappengewölben treten die Grate mit nur geringer Ausprägung vor den Wölbflächen auf, wenn nicht vorweg eine große Stechungshöhe angenommen wird. Aus diesem Grunde wählt man für derartige Gewölbe zweckmäÙig einen Bogenstich, um dann sphäroidische Gewölbkappen zu schaffen, welche die Form des Kreuzgewölbes zum schärferen Ausdruck bringen, als die cylindrischen

Fig. 436.



Kappen. Für den Grundbogen dieser Gewölbe kann man passend $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{4}$ seiner Spannweite zur Pfeilhöhe annehmen.

243.
Steigende
Kreuzgewölbe.

Die steigenden Kreuzgewölbe finden bei Treppenanlagen mehrfach Anwendung. Ihre Gestaltung richtet sich vollständig, obgleich ihre Kämpferebene eine schiefe Ebene ist, nach den für das Kreuzgewölbe mit wagrechter Ebene angeführten grundlegenden Ausmittlungen.

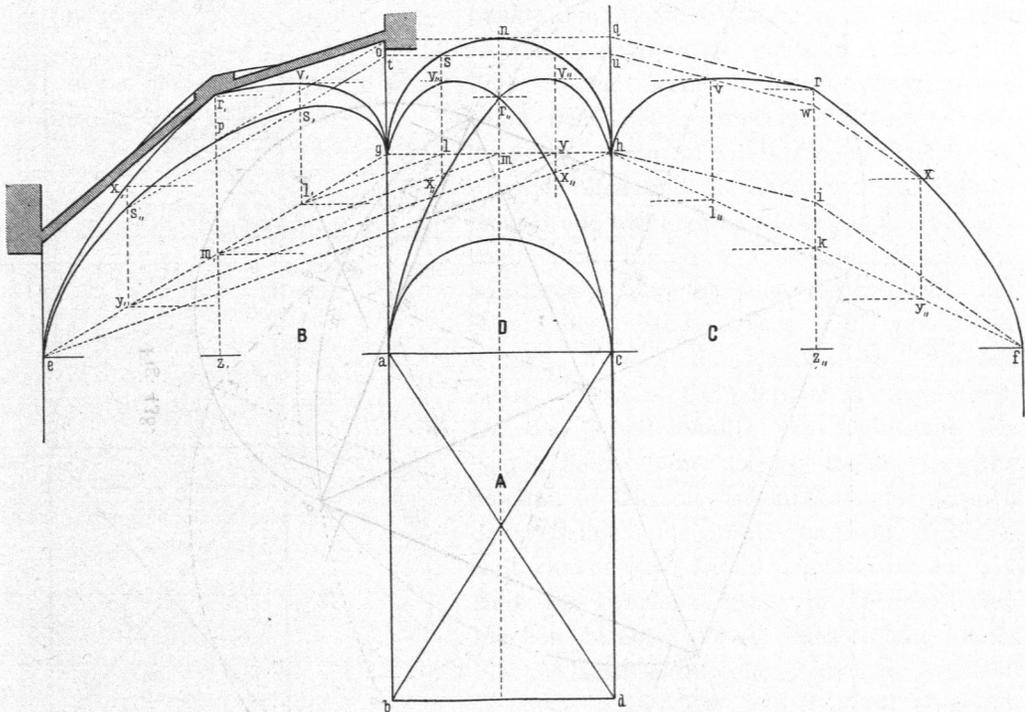
In Fig. 437 ist die Entwicklung der Hauptstücke für ein cylindrisches steigendes Kreuzgewölbe über einem rechteckigen Grundriß mit einem Halbkreise als Randbogen für die kleinen Rechtecksseiten ac und bd und einer Stichhöhe ik unter Benutzung der fog. Vergatterung vollständig gegeben. Aus der Zeichnung sind ohne Weiteres die Bestimmungen der Gratbogen in C , der Stirnbogen über ab und cd in B , so wie die Anhaltspunkte für die Darstellung der Projection der Gewölbflächen in D zu entnehmen.

Steigende Kreuzgewölbe können gleichfalls eine Gestaltung als flache steigende Kreuzkappen erhalten. Dann sind jedoch hierfür wieder passender, statt cylindrischer Kappen, solche mit Bogenstich anzuwenden. Dasselbe gilt auch für steigende Kreuzgewölbe mit verhältnißmäßig großer Längenausdehnung, damit alsdann bei diesen Gewölben die Gratlinien scharf ausgeprägt erscheinen.

Bei Kreuzgewölben über quadratischen Grundrissen sind beim Feststellen der sämtlichen Stirnbogen als gleiche Halbkreise die Laibungsflächen der Gewölbkappen oft zweckmäßig je für sich als Flächen eines geraden Kegels mit wagrechter, in der Kämpferebene liegender Axe einzuführen. Diese Ueberleitung der cylindrischen Gewölbflächen in Kegelflächen bietet einige Vortheile. Die Gratbogen treten mehr spitzbogenartig auf und erscheinen freier gehoben, als die Gratbogen der selbst mit

244.
Kegelförmige
Kreuzgewölbe.

Fig. 437.



Stechung behafteten cylindrischen Kreuzgewölbe über quadratischer Grundfläche. In Folge hiervon ist auch das Emporsteigen der Kappenflächen ausdrucksvoller.

In Fig. 438 ist die Gestaltung eines solchen Kreuzgewölbes für den quadratischen Grundriß $abcd$ entwickelt.

Der durch die Ecken abd des Grundrisses gelegte Halbkreis mit dem Halbmesser sa soll für die zu erzeugenden Kegelflächen maßgebend werden. Die Kegelaxe X geht durch s , d. i. durch die wagrechte Projection des Scheitelpunktes des Gewölbes, und steht rechtwinkelig auf der Seite ac . Das in s auf der Axe X errichtete Loth trifft den bezeichneten Halbkreis in e . Die durch e und a bis m auf X geführte Gerade ist eine in der Kämpferlinie liegende äußerste Seitenlinie; der Punkt m ist die Spitze des Kegels und die von m durch c bis v gezogene gerade Linie eine zweite äußerste Seitenlinie desselben.

Da außerdem durch jede rechtwinkelig zur Kegelaxe geführte Ebene der Kegel nach einem Kreise, bezw. die Kegelhälfte nach einem Halbkreise geschnitten werden soll, welcher für die Ebene ac der Stirnbogen des Gewölbes wird, so ist nunmehr die in Benutzung zu nehmende Kegelfläche vollständig bestimmt. Schneidet man diese Kegelfläche nach av in der Richtung der Gratebene, so wird die Schnittlinie eine

Ellipse mit der halben großen Axe $ao = ov$ und der halben kleinen Axe op . Letztere ergibt sich mit Hilfe des Kegelschnittes der Ebene rt , wie aus der Abbildung zu ersehen, als das Loth go auf to .

Das Stück anb dieser Ellipse ist der Gratbogen über as . Diefem Ellipfenstücke entsprechen auch

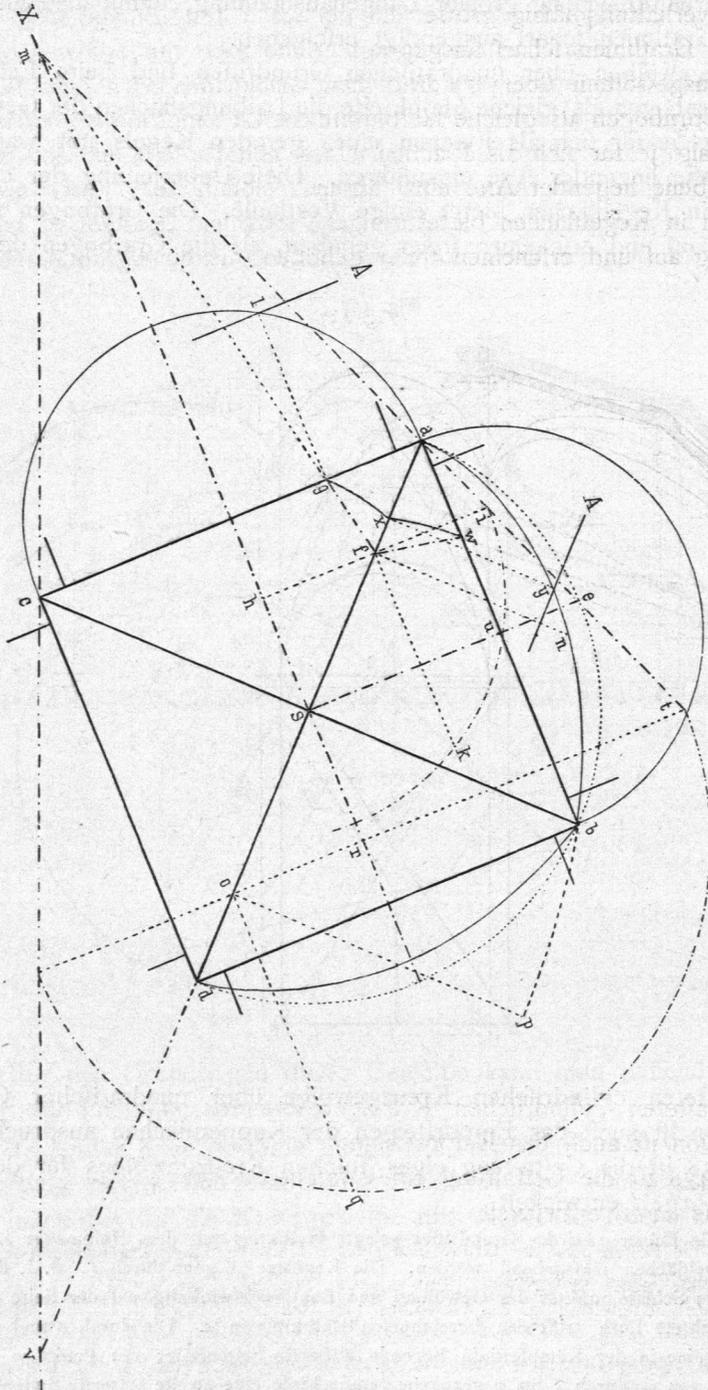


Fig. 438.

die Gratbogen über ds , bs und es . Zwischen denselben liegen die Kegelflächen, welche ebenfalls der Kegelfläche über asc entsprechen, für welche die Ausmittlung vorgenommen wurde. Eine wagrechte Ebene A würde eine Schnittlinie mit der wagrechten Projection gxw liefern. Diefelbe ist, wie aus der Zeichnung hervorgeht, mit Hilfe der Projectionen der Erzeugenden mf , bezw. fw der sich durchdringenden

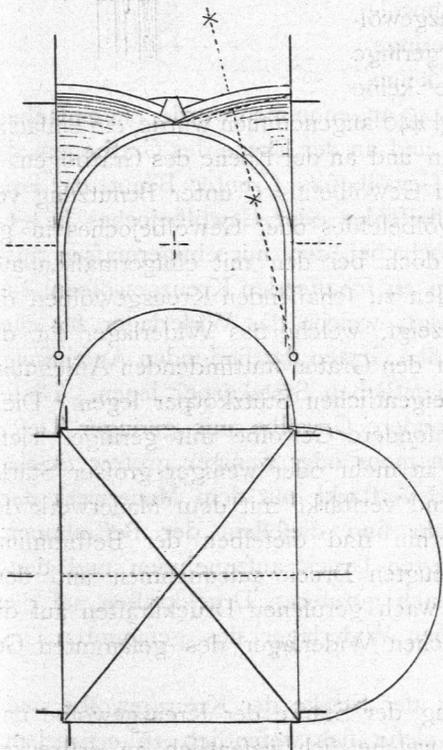
Kegelflächen leicht zu bestimmen. Bei der Gleichheit dieser Kegelflächen ist $ag = aw$. Noch sei bemerkt, daß auch $fn = fk$ ist. Die Scheitellinien der Wölbflächen sind offenbar Theile höchster Seitenlinien der Kegelflächen, und danach ist die Stechungshöhe ue auch ohne Weiteres mittels der äußeren Seitenlinie ae zu erhalten.

Will man bei rechteckigen oder auch bei unregelmäßigen Grundrissen kegelförmige Kappen mit cylindrischen oder sphäroidischen Gewölbflächen vereinigen, so betrachtet man die Kegelfläche einer einzelnen Kappe als Ausgangsfläche und bringt alle übrigen Gewölbflächen davon in Abhängigkeit. Hierbei hat man nur wiederholt das im Vorhergehenden Gefagte in Anwendung zu bringen, so daß besondere Erörterungen hierzu nicht nöthig werden.

Den Gegenatz zu den Kreuzgewölben mit Stechung, bezw. mit wagrecht liegenden Scheitellinien bilden die Kreuzgewölbe mit gefenktem Scheitelpunkte. Dieser Punkt liegt alsdann entweder tiefer als die Scheitelpunkte fämmtlicher Stirnbogen, oder nur tiefer als die Scheitelpunkte einzelner Randbogen. Eine solche Gestaltung der Kreuzgewölbe kann wohl bei rechteckigen Räumen vorkommen, wenn alle Stirnbogen Halbkreise werden sollen und die Länge des Rechteckes seine Breite nicht zu sehr überwiegt. Alsdann kann nach Fig. 439 die Scheitelhöhe des Randbogens der schmalen Seite gleich der Scheitelhöhe des Gewölbes selbst genommen werden, so daß die Kappen der schmalen Seiten geraden Cylinderflächen angehören. Da die Scheitelpunkte der Halbkreise der langen Seiten höher liegen, als der Gewölbscheitel, so fällt die Scheitellinie der Kappen dieser Seiten vom Stirnbogen nach dem Gewölbscheitel ab. Diese Kappen werden alsdann am zweckmäßigsten mit sphäroidischen Flächen behaftet. Die Ausmittlung dieser Flächen kann entsprechend den in Art. 236 (S. 345), bezw. Art. 240 (S. 353) Gefagten erfolgen. Im Allgemeinen ist die Anordnung von cylindrischen Kreuzgewölben mit gefenktem Scheitel von weniger günstigem Eindrücke begleitet, als diejenige, wobei den Gewölbkappen eine entsprechende Stechung gegeben ist.

245.
Kreuzgewölbe
mit gefenktem
Scheitel.

Fig. 439.



2) Stärke der cylindrischen Kreuzgewölbe und ihrer Widerlager.

Die Gewölbkappen der cylindrischen Kreuzgewölbe sind Theile eines Tonnengewölbes, welche in der Ebene der Grate in Verbindung, bezw. in einer Schnittfläche zusammentreten oder besser an einem selbständig ausgeführten Gratkörper ihr Widerlager finden. Wie das Zusammenfügen der Gewölbkappen auch vorgenommen wird, immer wird im Wesentlichen die Summe der im Gewölbsystem eines Kreuzgewölbes durch sein Eigengewicht und seine Belastung wach gerufenen Kräfte auf den in der Kämpferebene gelegenen Fufs der Gewölbkappen übertragen. Da für

246.
Grundlagen.