Balkendecken

Barkhausen, Georg

Stuttgart, 1895

1) Gestaltung der cylindrischen Kreuzgewölbe

14. Kapitel.

Kreuzgewölbe im Befonderen.

a) Cylindrifche Kreuzgewölbe.

1) Geftaltung der cylindrifchen Kreuzgewölbe.

Die Geftaltung der cylindrifchen Kreuzgewölbe ift in den allgemeinen Grundzügen in Art. 235 (S. 339), bezw. Art. 236 (S. 341) befprochen und in Fig. 419 bis 422 veranfchaulicht worden. 238. Geftaltung.

Bei diefen Gewölben ift im Befonderen, fo weit eine einfachere Geftaltung derfelben berückfichtigt wird, zu bemerken, dafs

α) die Anzahl der Gewölbkappen der Seitenzahl des Grundriffes des zu überwölbenden Raumes entfpricht;

β) die Stirnbogen oder Leitlinien diefer Kappen in der Regel fämmtlich eine gleiche Pfeilhöhe erhalten;

γ) die Axen der Kappen gerade Linien find, welche fämmtlich in der wagrechten Kämpferebene liegen und, von den Mitten der wagrechten Projectionen der Stirnbogen auslaufend, fich in einem gemeinfchaftlichen Punkte der Grundrifsfigur des Gewölbes fchneiden; diefer gemeinfchaftliche Punkt ift die wagrechte Projection des Gewölbefcheitels; meiftens fällt derfelbe mit dem Schwerpunkte der Grundrifsfigur zufammen;

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

ε) die an den Ecken der Grundrifsfigur zufammentretenden Stirn- und Gratlinien des Gewölbes ihren Gewölbefufs in der wagrechten Kämpferebene erhalten;

ζ) die Scheitellinien der Gewölbkappen gerade Linien find, welche vom Scheitelpunkte der Stirnbogen nach dem Scheitelpunkte des ganzen Gewölbes zu ziehen find; diefe geraden Linien find entweder wagrecht oder nach dem Gewölbefcheitel auffteigend; im letzteren Falle ift derfelbe höher liegend angenommen, als die Scheitelpunkte der Stirnbogen, fo dafs hierdurch das cylindrifche Kreuzgewölbe mit »Stechung« oder mit »Stich« entfteht.

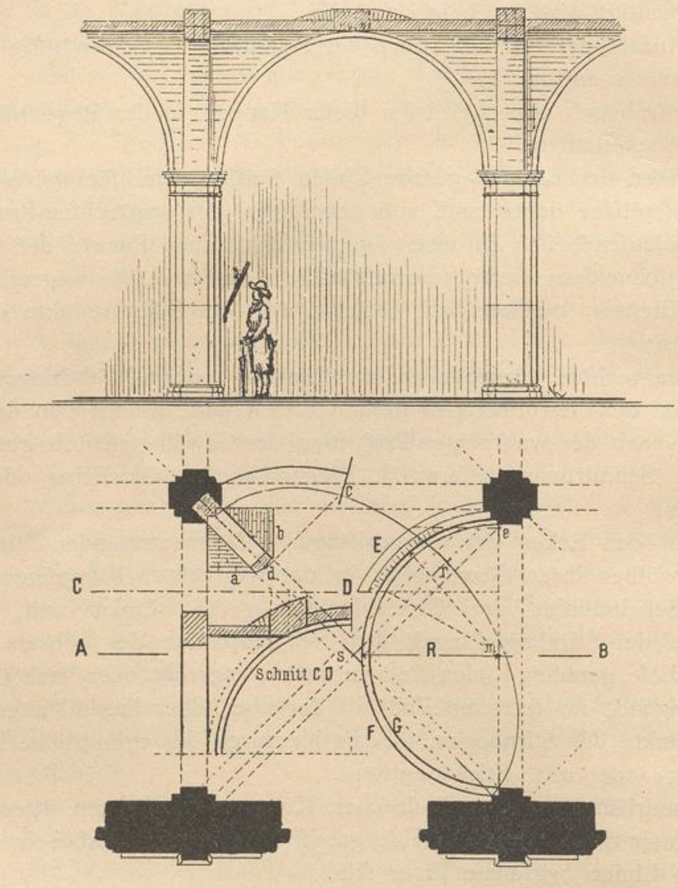
Die Grundrifsfigur eines cylindrifchen Kreuzgewölbes kann irgend eine ebene geradlinige, unter Umftänden auch eine gemifchtlinige, alfo hierbei eine von geraden und krummen Linien begrenzte Figur fein.

Je nachdem die Grundrifsfigur des Kreuzgewölbes regelmäfsig oder unregelmäfsig gebildet ift, unterfcheidet man auch regelmäfsige und unregelmäfsige Kreuzgewölbe.

Werden die Umfangsmauern des Raumes, welche fämmtlich als Stirnmauern des Kreuzgewölbes auftreten, den Rand- oder Stirnbogen entfprechend durch Gurtbogen offen gehalten, welche ihr Widerlager an befonderen Eckpfeilern des Raumes erhalten, fo entfteht das offene Kreuzgewölbe. Sind die Stirnmauern, abgefehen von darin befindlichen Thür- oder Lichtöffnungen, als eigentliche Umfangsmauern angeordnet, fo erhält man das gefchloffene Kreuzgewölbe.

Ist die Kämpferebene eines Kreuzgewölbes, z. B. bei Treppenanlagen, eine geneigte Ebene, so entsteht das ansteigende Kreuzgewölbe. Sind die Wölblinien der Gewölbkappen flache, gesetzmäfsig 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 Grundrisses und den grundlegenden Wölblinien der cylindrischen Gewölbkappen auch vorgenommen werden kann, so bleibt doch immerhin die eigentliche Ausmittelung der Hauptbestandtheile des Kreuzgewölbes, d. h. der Stirnlinien und der Gratlinien, verhältnifsmäfsig einfach.

Fig. 429.

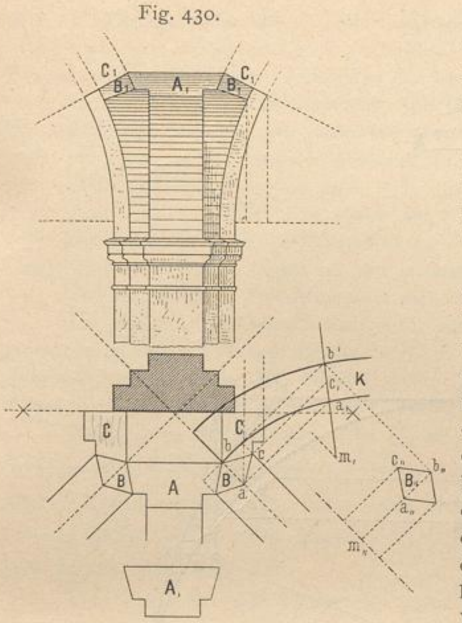


239. Darstellung des Kreuzgewölbes.

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

Die Stirnlinien, bezw. die Wölblinien der vier zusammenschneidenden Gewölbkappen mit sich rechtwinkelig in s, dem Schnittpunkte der Diagonalen des quadratischen Grundrisses, kreuzenden Axen, sind durch den mit R um m beschriebenen Halbkreis F bestimmt. Bei der wagrechten Lage der Scheitellinien der sämmtlichen Gewölbkappen ergiebt sich die Form der Gratlinien über den Diagonalen des Raumes ohne Schwierigkeit je als eine halbe Ellipse E mit der grofsen 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 solches der Vorsprung der Vorlage innerhalb der Gurtbogenweite an den Widerlagspfeilern des Kreuzgewölbes bedingt.

Nach Festlegen dieser Bestimmungsstücke lassen sich, wie aus der Zeichnung hervorgeht, noch die Ansätze a, b der Gewölbkappe 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 ergiebt sich nach Fig. 430 unter Anwendung einfachster 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 ergiebt 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 Ausmittelung 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 ergiebt, wiederum eine halbe Ellipse.

Fig. 431.

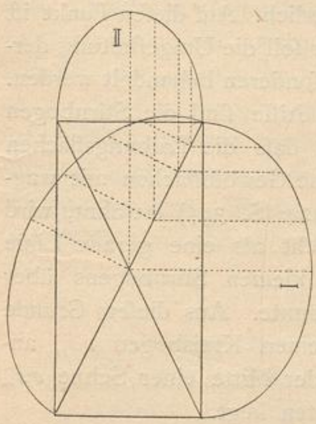
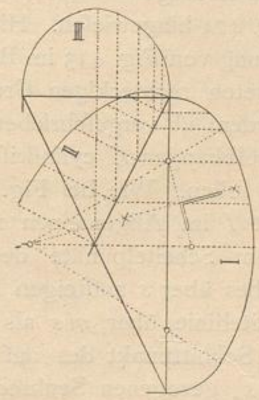


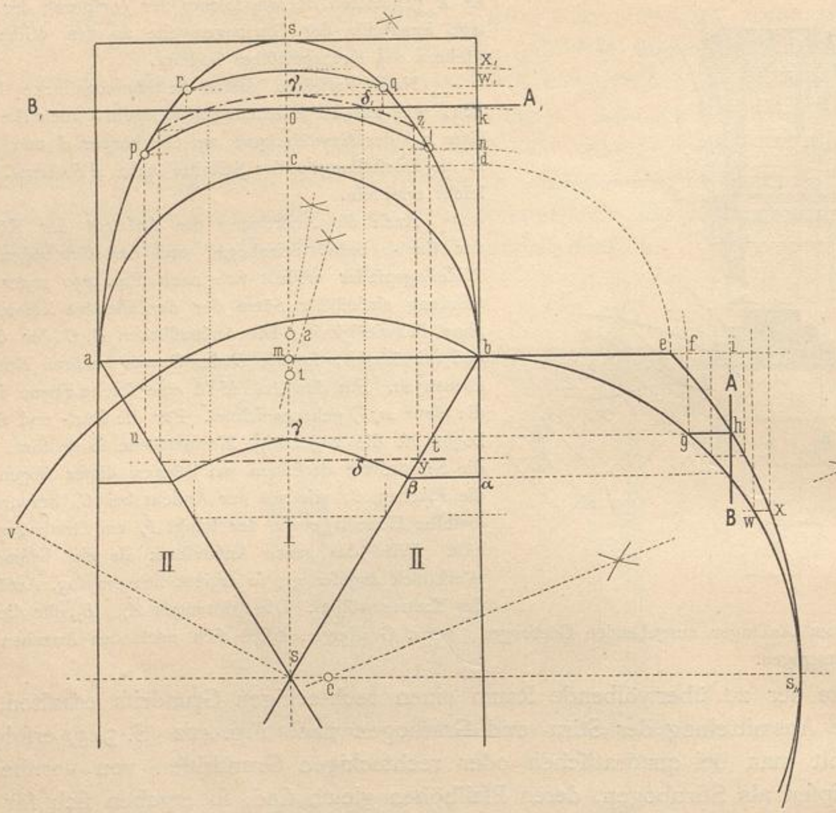
Fig. 432.



In ganz ähnlicher Weise würde man auch irgend eine andere gesetzmässig gebildete Curve, z. B. einen Korbbogen 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.

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 240. Umgestaltung der cylindrischen Kreuzgewölbe.

Fig. 433.



Gründen die Forderung geftellt wird, dafs bei Stirnbogen für die lange Seite des Rechteckes fowohl, als auch für die fchmale Seite deffelben ein Halbkreis verbleiben foll, eine Umgeftaltung des cylindrifchen Kreuzgewölbes erforderlich. Auf diefen Punkt ift bereits in Art. 236 (S. 345) bei Fig. 424 hingewiefen. Hier foll die Umgeftaltung derartiger Kreuzgewölbe unter Benutzung von Fig. 433 im Befonderen behandelt werden.

Bei dem zur Hälfte gezeichneten rechteckigen Grundriffe find die Stirnbogen als Halbkreife feft gelegt. Aufserdem ift vorgefchrieben, dafs die Laibungsflächen der am weiteften gefpannten Gewölbkappen *II* cylindrifche Gewölbflächen mit wagrecht liegenden Scheitellinien fein follen. 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* auffteigen könnte. Aus diefem Grunde kann man zweckmäfsig die Scheitellinie über *ms* als einen Kreisbogen $e s_{,,}$ annehmen, deffen Mittelpunkt *c* im Schnittpunkt des auf der Mitte einer Sehne $e s_{,,}$ errichteten Lothes mit der durch $s_{,,}$ gezogenen Senkrechten liegt.

Wie aus der Zeichnung zu erfehen, ift *be* die lothrechte Projection der Pfeilhöhe des kleinen Randbogens, $s_{,,}$ die Projection des Scheitelpunktes des grofsen Stirnbogens und zugleich des Scheitelpunktes des Gewölbes felbft. Der Gratbogen *bv* über *bs*, bezw. über *as* wird unmittelbar nach dem Grundbogen $b s_{,,}$ als Viertelellipfe gefunden. In der lothrechten Projection $b s_{,,}$ decken fich Randbogen und Gratbogen als einer und derfelben vorhin beftimmten cylindrifchen Fläche angehörend. Für die Erzeugung der Laibungsfläche der Gewölbkappe *I* kann nunmehr der folgende Weg eingefchlagen werden.

Schneidet man die Gewölbfläche *I* durch eine lothrechte, parallel zu *ab* ftehende Ebene *ut*, fo wird die lothrechte Projection $b s_{,,}$ der Gratbogen bs und as in g und die lothrechte Projection $e s_{,,}$ 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, bezw. 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 $a s_,$ und $b s_,$ der Gratbogen in den Punkten p und l, während eine durch k geführte wagrechte Linie $A_, B_,$ die lothrechte Projection $c s_,$ der Scheitellinie der Gewölbkappe I im Punkte o trifft. Der durch die erhaltenen drei Punkte p, l und o bestimmte Kreisbogen, dessen Mittelpunkt in 1 auf der lothrechten $s_, 1$ liegt, ist eine Erzeugende der Gewölbfläche I. In gleicher Weise ist auch für eine Ebene wx der erzeugende Kreisbogen qr mit dem Mittelpunkte 2 gefunden.

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

Ein wagrecht geführter Schnitt AB, bezw. $A_, B_,$ liefert die Schnittlinie $\alpha\beta\gamma$ u. s. 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 Durchstofspunkte eines erzeugenden Kreisbogens z mit der Geraden $A_, B_,$, wobei gleichzeitig dieser Kreisbogen der lothrechten Ebene y angehört.

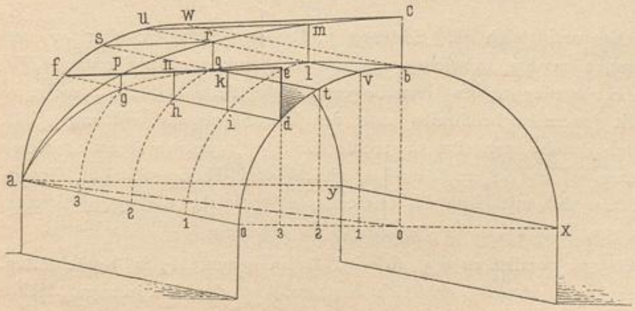
Bei dieser Anordnung der Gewölbflächen ist der Scheitelpunkt des Gewölbes in Bezug auf den höchsten Punkt des Randbogens der Gewölbkappen I um ein Mafs $c s_,$ höher gelegt. Man bezeichnet dieses Ansteigen der Gewölbkappen, wie bereits gesagt, mit dem Namen Stechung oder Stich. Für die Kappen II tritt hier keine Stechung auf. 241. Kreuzgewölbe mit Stechung.

Das Mafs 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 Mafs dieser Stichhöhe ist $^1/_{20}$ bis $^1/_{30}$ der ganzen Weite des gröfsten Gratbogens.

Bei den einfachen cylindrischen Kreuzgewölben, gleichgiltig, welche Grundrifsform dabei vorliegt, kann man aber jeder Gewölbkappe eine Stechung geben. Dabei nimmt man in der Regel, ausgehend von einem einzigen Stirnbogen, die Pfeilhöhen sämmtlicher 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 sämmtlich im Scheitelpunkte des nunmehr durchweg mit Stechung versehenen Kreuzgewölbes. Bei dieser Umformung der Gewölbflächen bleibt bei der bestimmt vorgeschriebenen Abhängigkeit der Stirnbogen und weiter auch der Gratbogen das Wesen der cylindrischen Kreuzgewölbe noch gewahrt.

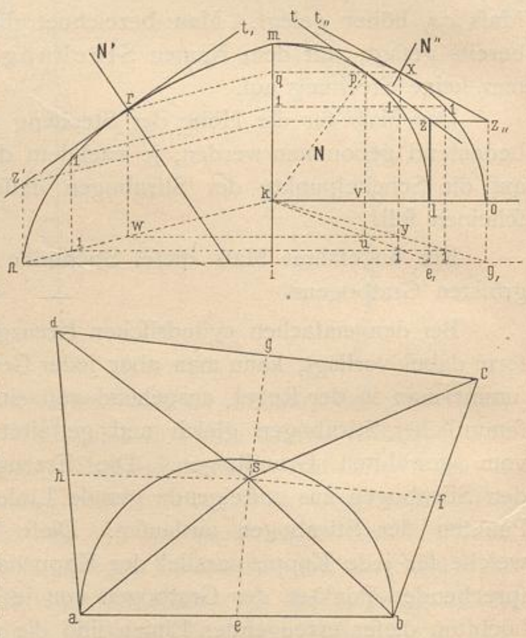
Fig. 434.



Ist $oayx$ in Fig. 434 der Grundrifs der halbkreisförmigen geraden Cylinderfläche mit dem Stirnbogen awy, bezw. obx und schneidet man diese Fläche durch die lothrechte Ebene aob, so ergiebt ſich als Schnittlinie die Viertelellipſe $agqlb$. Dieſelbe kann als Gratlinie an einer halbkreisförmigen Kappe eines Kreuzgewölbes ohne Stechung angeſehen 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 geſetzten 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 Viertelellipſe 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.

Fig. 435.



Bei cylindriſchen Kreuzgewölben mit Stechung über einem unregelmäſsigen Grundriſs 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 Grundriſs 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 geſuchten 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 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. ſ. f.

Nach der Zeichnung iſt $vp = wr$. Wäre keine Stechung vorhanden, ſo würde der Punkt r nur um das Maſs wr, bezw. vp 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. ſ. 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 geſuchten halben Stirnbogens mo getroffen. In gleicher Weiſe iſt für den Punkt 1 u. ſ. f. dieſes Stirnbogens zu verfahren. Will man für die Punkte r und x, welche vom Punkte p des Grundbogens abhängig ſind, die Normale $N_{,}$, bezw. $N_{,,}$ 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 daſs $nz_{,} = oz_{,,} = lz$ 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-, bezw. Stirnlinie. Die in r und x auf $z_{,}t_{,}$, bezw. $z_{,,}t_{,,}$ errichteten Lothe ſind die geſuchten Normalen in dieſen Elementen. Nach dieſen Angaben ſind in einem und demſelben Plane ſämmtliche Grat- und Stirnbogen eines cylindriſchen Kreuzgewölbes mit Stechung ohne Schwierigkeit zuſammenzutragen.

Bemerkt ſei noch, daſs beim Halbkreiſe 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 »Bogenſtich«. Die Gewölbflächen werden alsdann ſphäroidiſch.

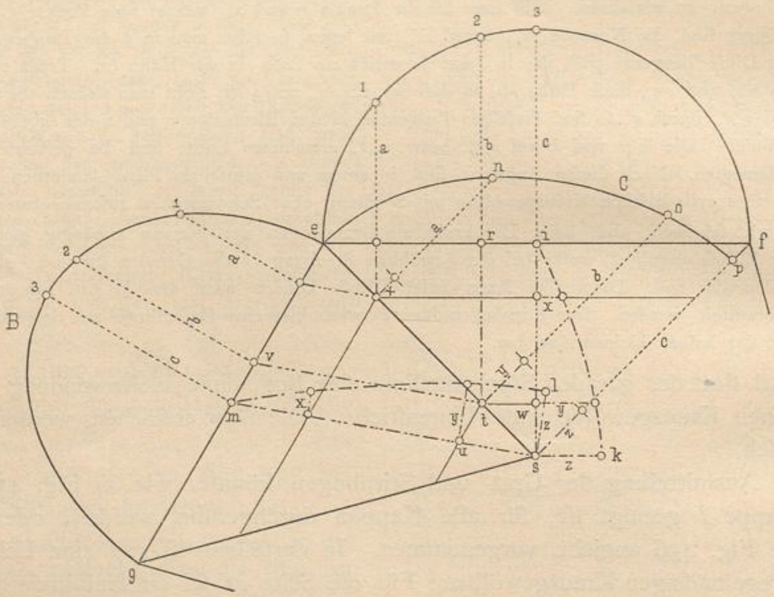
Die Ausmittelung der Grat- und Stirnbogen könnte, wie in Fig. 433 für die Gewölbkappe I gezeigt iſt, für alle Kappen durchgeführt werden, oder dieſelbe wird, wie Fig. 436 angiebt, vorgenommen. In derſelben iſt gef eine Ecke irgend eines unregelmäſsigen Kreuzgewölbes. Für die Seite ef ſei ein Halbkreis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

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 Bogenſtiches. 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 ergiebt ſich unter Benutzung der von t parallel zu sm angegebenen Erzeugenden tv 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 Bogenſtichlinie 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 ſog. Vergatterung.

242. Kreuzkappengewölbe. Iſt der Grundbogen irgend ein Flachbogen, ſo iſt das Feſtlegen der Gratbogen, Stirnlinien, Scheitellinien u. ſ. 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 zweckmäſsig 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 $^1/_3$ bis $^1/_4$ ſeiner Spannweite zur Pfeilhöhe annehmen.

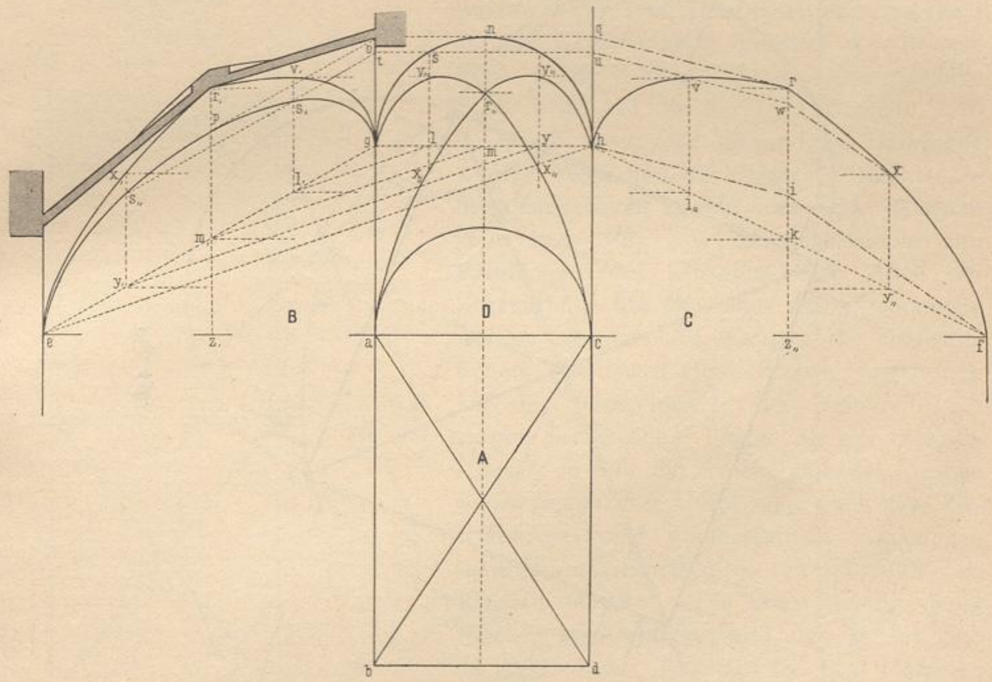
243. Steigende Kreuzgewölbe. Die ſteigenden Kreuzgewölbe finden bei Treppenanlagen mehrfach Anwendung. Ihre Geſtaltung richtet ſich vollſtändig, obgleich ihre Kämpferebene eine ſchiefe Ebene iſt, nach den für das Kreuzgewölbe mit wagrechter Ebene angeführten grundlegenden Ausmittelungen.

In Fig. 437 iſt die Entwickelung 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 ſog. 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 ſämmtlichen 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 *e* 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 grofsen Axe $ao = ov$ und der halben kleinen Axe op. Letztere ergiebt fich mit Hilfe des Kegelfchnittes der Ebene rt, wie aus der Abbildung zu erfehen, als das Loth qo auf to.

Das Stück anb diefer Ellipfe ift der Gratbogen über as. Diefem Ellipfenftücke entfprechen auch

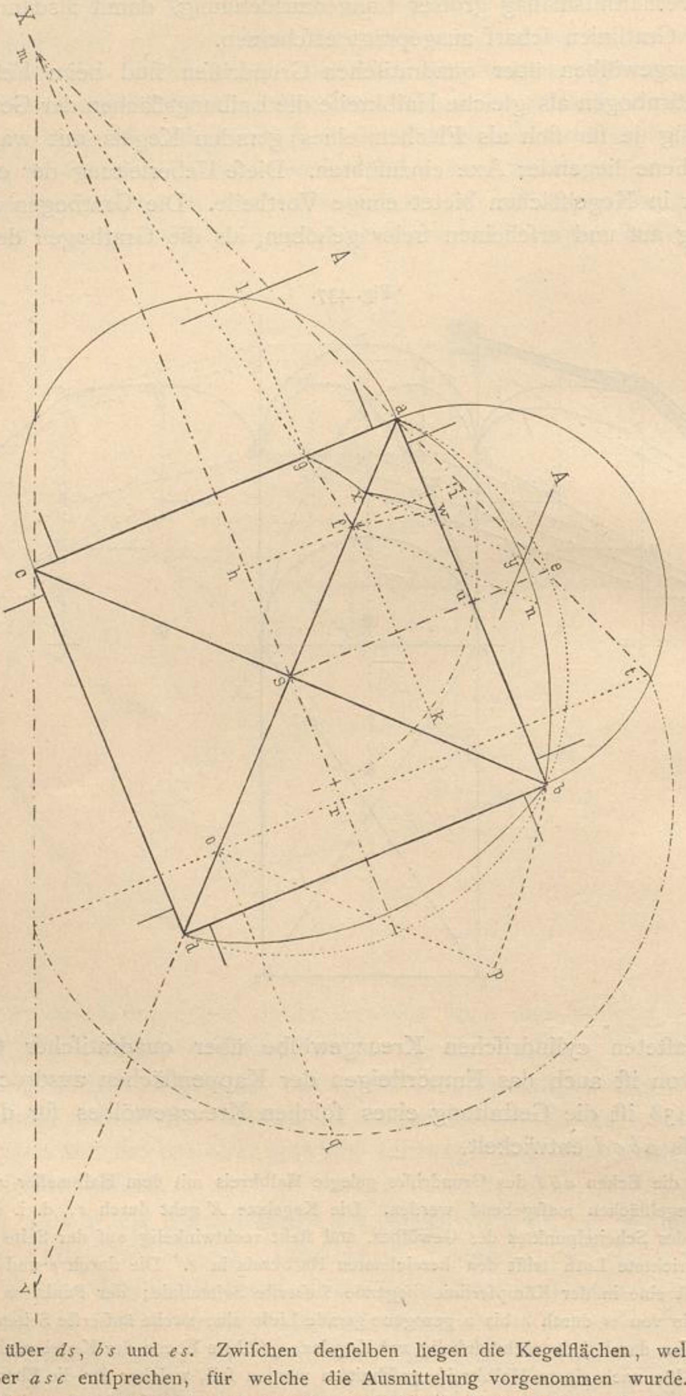


Fig. 438.

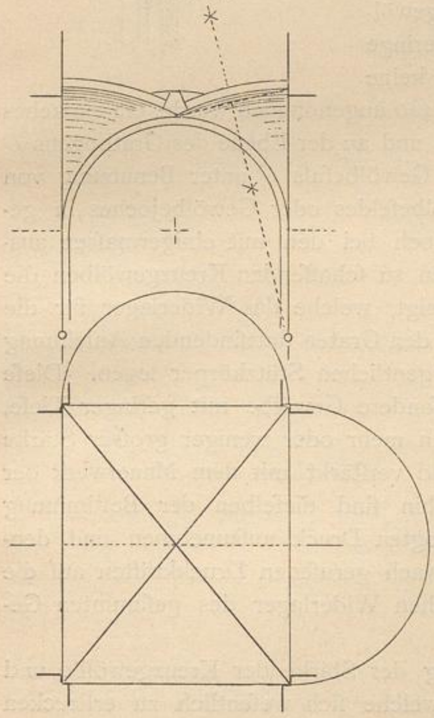
die Gratbogen über ds, bs und es. Zwifchen denfelben liegen die Kegelflächen, welche ebenfalls der Kegelfläche über asc entfprechen, für welche die Ausmittelung vorgenommen wurde. Eine wagrechte Ebene A würde eine Schnittlinie mit der wagrechten Projection gxw liefern. Diefelbe ift, wie aus der Zeichnung hervorgeht, mit Hilfe der Projectionen der Erzeugenden mf, bezw. fw der fich durchdringenden

Kegelflächen leicht zu beftimmen. Bei der Gleichheit diefer Kegelflächen ift $ag = aw$. Noch fei bemerkt, dafs auch $fn = fk$ ift. Die Scheitellinien der Wölbflächen find offenbar Theile höchfter Seitenlinien der Kegelflächen, und danach ift die Stechungshöhe ue auch ohne Weiteres mittels der äufseren Seitenlinie ae zu erhalten.

Will man bei rechteckigen oder auch bei unregelmäfsigen Grundriffen kegelförmige Kappen mit cylindrifchen oder fphäroidifchen Gewölbflächen vereinigen, fo 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, fo dafs befondere Erörterungen hierzu nicht nöthig werden.

Den Gegenfatz zu den Kreuzgewölben mit Stechung, bezw. mit wagrecht liegenden Scheitellinien bilden die Kreuzgewölbe mit gefenktem Scheitelpunkte. Diefer Punkt liegt alsdann entweder tiefer als die Scheitelpunkte fämmtlicher Stirnbogen, oder nur tiefer als die Scheitelpunkte einzelner Randbogen. Eine folche Geftaltung der Kreuzgewölbe kann wohl bei rechteckigen Räumen vorkommen, wenn alle Stirnbogen Halbkreife werden follen und die Länge des Rechteckes feine Breite nicht zu fehr überwiegt. Alsdann kann nach Fig. 439 die Scheitelhöhe des Randbogens der fchmalen Seite gleich der Scheitelhöhe des Gewölbes felbft genommen werden, fo dafs die Kappen der fchmalen Seiten geraden Cylinderflächen angehören. Da die Scheitelpunkte der Halbkreife der langen Seiten höher liegen, als der Gewölbfcheitel, fo fällt die Scheitellinie der Kappen diefer Seiten vom Stirnbogen nach dem Gewölbfcheitel ab. Diefe Kappen werden alsdann am zweckmäfsigften mit fphäroidifchen Flächen behaftet. Die Ausmittelung diefer Flächen kann entfprechend den in Art. 236 (S. 345), bezw. Art. 240 (S. 353) Gefagten erfolgen. Im Allgemeinen ift die Anordnung von cylindrifchen Kreuzgewölben mit gefenktem Scheitel von weniger günftigem Eindrucke begleitet, als diejenige, wobei den Gewölbkappen eine entfprechende Stechung gegeben ift. 245. Kreuzgewölbe mit gefenktem Scheitel.

Fig. 439.



2) Stärke der cylindrifchen Kreuzgewölbe und ihrer Widerlager.

Die Gewölbkappen der cylindrifchen Kreuzgewölbe find Theile eines Tonnengewölbes, welche in der Ebene der Grate in Verbindung, bezw. in einer Schnittfläche zufammentreten oder beffer an einem felbftändig ausgeführten Gratkörper ihr Widerlager finden. Wie das Zufammenfügen der Gewölbkappen auch vorgenommen wird, immer wird im Wefentlichen die Summe der im Gewölbfyftem eines Kreuzgewölbes durch fein Eigengewicht und feine Belaftung wach gerufenen Kräfte auf den in der Kämpferebene gelegenen Fufs der Gewölbkappen übertragen. Da für 246. Grundlagen.