

II. Kapitel.

Klostergewölbe und Muldengewölbe.

a) Klostergewölbe.

1) Gestaltung der Klostergewölbe.

Das Klostergewölbe zeigt in seiner Laibungsfläche seitlich neben einander tretende cylindrische Flächen. Die Erzeugenden derselben sind parallele gerade Linien, wovon die Anfangserzeugende jedesmal eine in der Kämpferebene liegende Seitenlinie der Grundriffsfigur des Gewölbes ist. Ihre Schnittlinien sind ebene Curven, jedoch in ihrer Grundriffsprojection gerade Linien, welche von den Ecken der Grundfigur nach einem gemeinschaftlichen, innerhalb derselben gelegenen Punkte gezogen werden können. In den meisten Fällen ist dieser Punkt der Schwerpunkt der Grundfigur, immer aber die wagrechte Projection des Scheitelpunktes des Gewölbes.

Ist für irgend eine der cylindrischen Flächen des Klostergewölbes eine ebene Curve als Leitlinie fest gesetzt, so sind hiervon sowohl die Leitlinien aller übrigen Wölbflächen, als auch die sämtlichen Schnitt- oder Durchdringungslinien derselben abhängig zu machen.

Diese für eine beliebige Wölbfläche fest zu setzende Leitlinie kann ein Flachbogen, ein Viertelkreis, ein steil aufsteigender Kreisbogen, ein elliptischer Bogen, ein Parabelbogen u. s. w. sein. Der tiefste Punkt einer solchen Ursprungs-Leitlinie liegt in der Kämpferebene des Gewölbes, während ihr höchster Punkt mit dem Scheitelpunkt des Gewölbes zusammenfällt.

Die Grundriffsfigur kann als Dreieck, Quadrat, Rechteck oder als regelmässiges, bezw. unregelmässiges Vieleck gegeben sein. Das Festlegen der cylindrischen Wölbflächen erleidet in der angegebenen grundlegenden Bildung keine Aenderung. Am besten eignen sich jedoch für die Anlage von Klostergewölben regelmässig angeordnete Grundriffsformen.

Die Zahl der einzelnen zusammenzufügenden Flächen entspricht der Seitenzahl der gegebenen Grundriffsfigur. Ist diese Figur ein geschlossener Kreis oder eine geschlossene Ellipse, so entsteht eine Laibungsfläche, welche derjenigen der Kuppelgewölbe entspricht, die alsdann aber, da nunmehr die Schnittlinien der einzelnen cylindrischen Flächen verschwinden, in ihrer Construction von derjenigen der Klostergewölbe wesentlich abweicht.

Ist die Leitlinie der als Bestimmungsfläche genommenen Wölbfläche eine steil aufsteigende, gesetzmässig gebildete ebene Curve, so entsteht bei einem Vieleck als Grundriffsfigur stets ein Klostergewölbe, welches auch wohl die Namen Haubengewölbe oder Walmkuppel führt, jedoch nicht mit der Bezeichnung Kuppelgewölbe belegt werden sollte.

Da die sämtlichen Wölbflächen des Klostergewölbes von den Umfangseiten des zu überwölbenden Raumes aus beginnen und jede derselben als ein Theil eines Tonnengewölbes anzusehen ist, welches an diesen Seiten seine Fußfläche findet, so treten sämtliche Umfangsmauern des Raumes als Widerlagsmauern auf. Der Abstand des vorhin bezeichneten, in seiner wagrechten Projection bestimmten Scheitelpunktes von der wagrechten Kämpferebene bestimmt die Pfeilhöhe oder kurz die

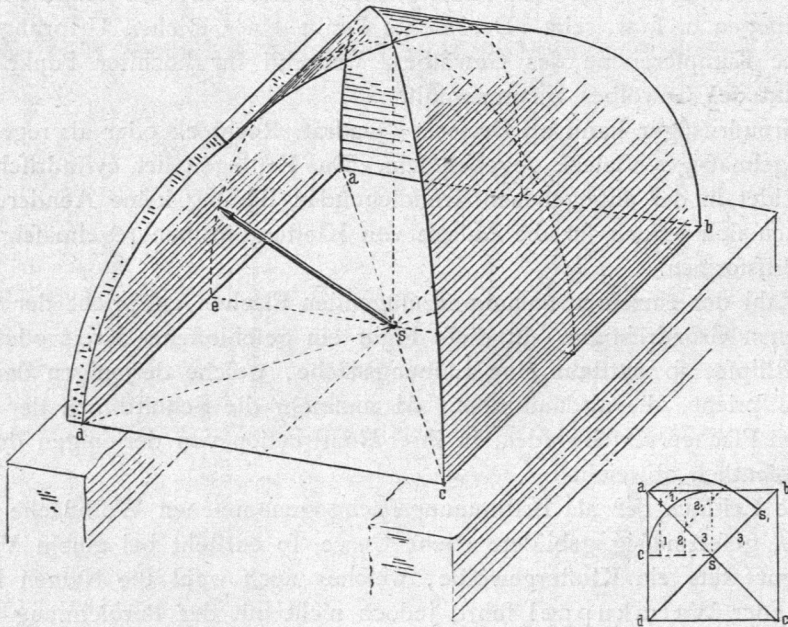
Höhe des Klostergewölbes. Dieselbe kann je nach den für die Durchbildung des Gewölbes zu stellenden künstlerischen, bezw. statischen Anforderungen entsprechend groß oder klein genommen werden.

Die Schnitt- oder Durchdringungslinien der Wölbflächen heißen Gratlinien, Grate oder Gräte.

Die den cylindrischen Flächen zugehörigen Gewölbkörper nennt man Gewölbkappen oder auch Gewölbwangen. Zwei zusammentretende Gewölbkappen bilden eine Kehle. Die innere Kehllinie ist die Gratlinie. Der Winkel einer Kehle entspricht demjenigen Winkel, welchen die zusammentreffenden Umfangsmauern bilden, von deren Schnittlinie die Gratlinie der Kehle ausläuft.

Aus den gegebenen allgemeinen Anordnungen eines Klostergewölbes ist zu erkennen, daß die Gestaltung desselben eine äußerst mannigfache, ja selbst in künstlerischer Beziehung bei groß angelegten Verhältnissen eine reiche und ansprechende sein kann. Bei den gewöhnlichen einfachen Klostergewölben über rechteckigen oder quadratischen Räumen mit beschränkter Constructionshöhe ist allerdings die Wirkung in baukünstlerischer Richtung nur äußerst mäßig. Im weiteren Verlaufe der Besprechung des Klostergewölbes wird sich jedoch zeigen, daß die Gestaltung desselben in verschiedener Weise zu feinen Gunsten zu bewirken ist, so daß sich die hier und da auftretende, oft stiefmütterlich erscheinende Behandlung des Klostergewölbes vermeiden läßt.

Fig. 384.



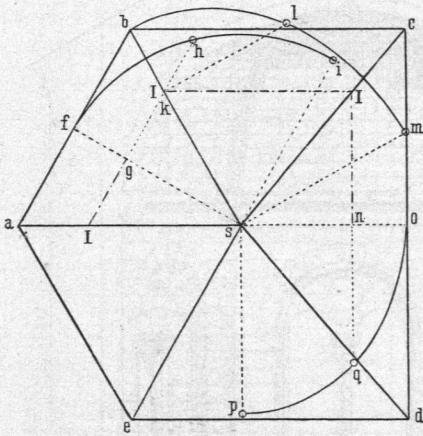
205.
Einfache
Kloster-
gewölbe.

In Fig. 384 ist die Form eines einfachen Klostergewölbes mit quadratischem Grundriß $abcd$ gegeben. Die geraden Linien as , bs , cs und ds sind die wagrechten Projectionen der Gratlinien des Gewölbes. Die Ursprungs-Leitlinie der Gewölbkappe über asd ist ein mit dem Halbmesser se , gleich der Länge der Ordinate 3 , um s beschriebene Viertelkreis. Der Punkt e ist der Mittelpunkt der Seite ad . Die Länge der Ordinate 3 bestimmt die Pfeilhöhe des Klostergewölbes. Die wirkliche

Gratlinie as_1 , hier eine Viertelellipse, ist in bekannter Weise mittels der Ordinaten $1, 2$ und 3 fest gelegt. Für dieses Gewölbe sind die Leitlinien aller übrigen Kappen asb, bsc und csd dieselben Viertelkreise, wie für die Kappe asd , und eben so sind alle Gratlinien über bs, cs und ds der Viertelellipse as_1 gleich. Aus dem Bilde in Fig. 384 ergibt sich, in welcher Weise die einzelnen Gewölbkappen in den Graten zusammentreffen und, von den Umfangsmauern aufsteigend, im Scheitelpunkte des Gewölbes gemeinsam endigen.

Für die Gestaltung der Wölbflächen über einem Vieleck (Fig. 385) erwachen gleichfalls keine Schwierigkeiten. Hier ist die wagrechte Projection des Scheitelpunktes des Gewölbes der Schwerpunkt s des Fünfeckes $abcde$. Gerade Linien,

Fig. 385.



von s nach den Mitten der Seiten, z. B. sf nach dem Mittelpunkte f von ab , so nach dem Mittelpunkte o der Seite cd gezogen, geben die wagrechten Projectionen der Leitlinien der einzelnen Gewölbkappen. Dieselben sind hier gleichzeitig Lothe, welche von s auf die Umfangseiten gefällt werden können. Bei ganz unregelmäßiger Grundriffsform bleiben dieselben meistens keine Lothe der Seiten, sondern laufen am zweckmäßigsten von s nach den Mittelpunkten derselben. Die wagrechten Projectionen der Gratlinien sind wiederum die von s nach den Ecken a, b, c u. f. f. gehenden geraden Linien sa, sb, sc u. f. f.

Wird nun für eine Gewölbkappe, z. B. für abs , eine beliebig gewählte, gesetzmäßig geformte Curve, hier ein Viertelkreis fi um s mit dem Halbmesser sf beschrieben, als Ursprungs-Leitlinie fest gesetzt, so giebt $si = sf$ als Loth in s auf sf die Pfeilhöhe des Gewölbes. Legt man durch den beliebigen Punkt h der Leitlinie fi eine wagrechte Ebene, so laufen die Schnittlinien II, II u. f. w. dieser Ebene auf den sämtlichen Gewölbflächen, die gleichfalls in einer wagrechten Kämpferebene beginnen, parallel mit den zugehörigen Kämpferlinien der Gewölbkappen, d. h. parallel mit den Seiten der Grundriffsfigur. Gerade Linien mit den Eigenschaften der Geraden II sind Erzeugende der Gewölbkappen.

Soll nun ein Punkt l einer Gratlinie, z. B. derjenigen über bs , gefunden werden, so ist offenbar nur im Schnittpunkte k der Linie II mit bs das Loth kl auf bs zu errichten, dessen Länge gleich ist dem Lothe gh , errichtet im Schnittpunkte g der Linie II mit der wagrechten Projection fs der Hauptleitlinie fi der Gewölbkappe asb ; denn gh ist die Ordinate dieser Leitlinie für die Erzeugende II . In gleicher Weise ist auch die Leitlinie op der beliebig genommenen Gewölbkappe csd bestimmt. Für dieselbe muß das Loth nq auf so gleich $gh = kl$ sein.

Klostergewölbe über sehr unregelmäßig begrenzten Räumen gewähren niemals ein schönes Aussehen. Sollen aber solche Gewölbe auch bei diesen Räumen durchaus in Anwendung kommen, so erfolgt die Ausmittlung der Wölbflächen genau so, wie soeben für Fig. 385 angegeben ist.

Eben so gut nun, wie nach Annahme einer Hauptleitlinie für eine Gewölbkappe die Gestaltung des Klostergewölbes vorgenommen ist, kann umgekehrt auch

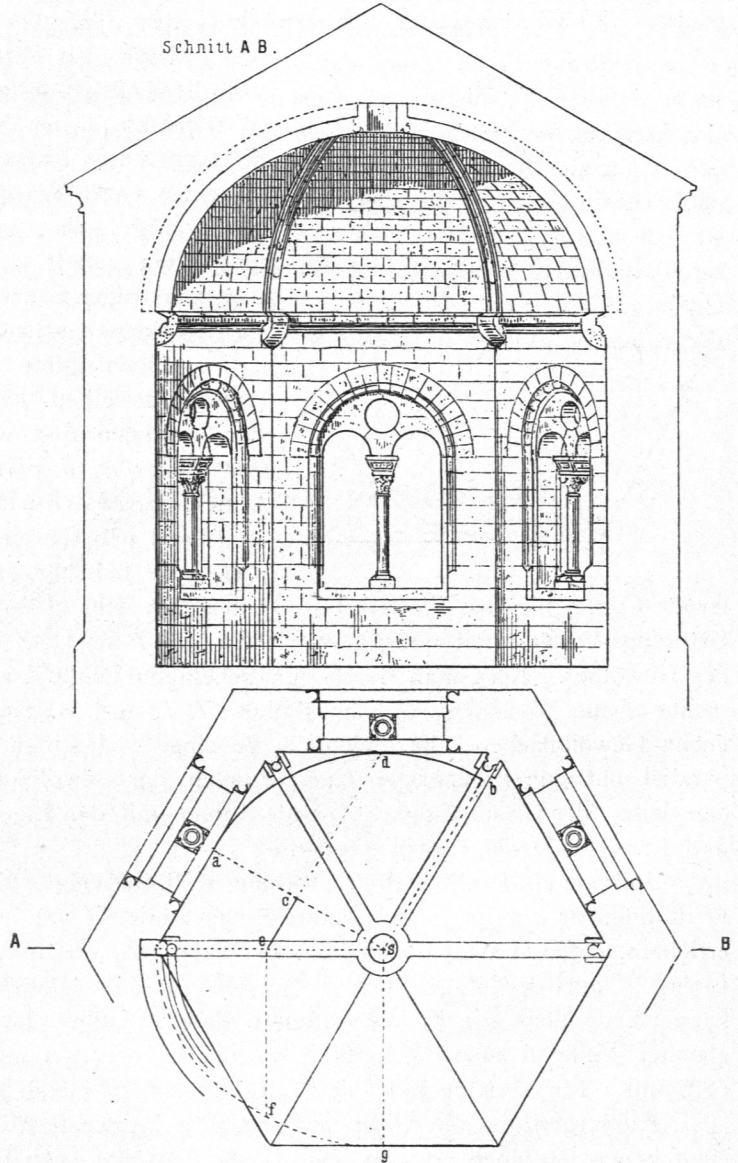
nach Festlegen einer gewählten Kehl- oder Gratlinie die Gestalt der Leitlinien sämtlicher Kappen und der übrigen Gratlinien bestimmt werden, ohne am Grundgedanken Aenderungen eintreten zu lassen. Von dieser Freiheit wird später noch ausgiebiger Gebrauch zu machen sein.

Betrachtet man die Gratlinien für sich wieder als Wölblinien schmaler Tonnengewölbe, so lassen sich diese als besondere Gewölbkörper zu fog. Gratbogen gestalten, gegen welche sich die einzelnen Wangen des Kloftergewölbes legen. Diese Gratbogen, entsprechend mit Widerlagsflächen für die Kappen versehen, treten dann zweckmäfsig in den Kehlen vor und erhalten hier eine mehr oder weniger reiche Gliederung. Durch folche Anordnung ist neben einem Gewinn an architektonischer und unter Umständen auch an constructiver Durchbildung ein Beleben der immerhin ernst erscheinenden Gewölbkappen möglich.

In Fig. 386 ist ein derartiges Beispiel für ein Kloftergewölbe über einem regelmäfsig sechs-eckigen Raume gegeben. Die Ausmittlung eines Gratbogens ist unter Berücksichtigung des hierüber bereits Gefagten vorgenommen. Die Gratbogen sind im Scheitel gemeinschaftlich gegen einen gewölbten Kranz oder Ring gesetzt, welcher gleichsam als der mit einer Oeffnung versehene Schlussstein des Gewölbes auftritt.

Sind die oberen Abflüsse von Thür- oder Lichtöffnungen der Umfangsmauern der Kloftergewölbe höher zu legen als die Kämpferebene desselben, so sind, wie für die Tonnengewölbe in Art. 133 (S. 161) erwähnt, auch die Kloftergewölbe in ihren

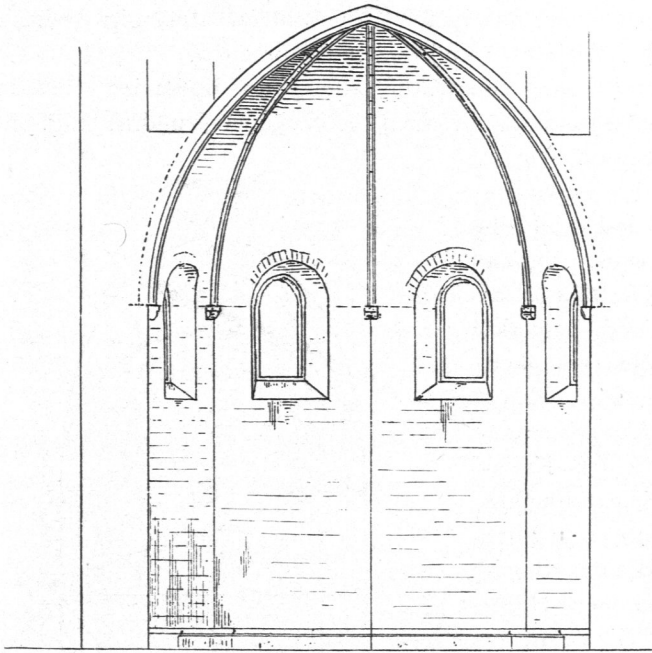
Fig. 386.



Wangen, welche von jenen Oeffnungen in Mitleidenschaft gezogen werden, mit Stichkappen zu versehen. Die Anlagen von Stichkappen oder Lunetten können für sämtliche Gewölbkappen, selbst dann, wenn in den zugehörigen Widerlagsmauern gar keine Oeffnungen vorhanden sind, stattfinden. Hierdurch erfahren die Klostergewölbe ein leichteres und freieres Aussehen, als folches bei einem gewöhnlichen Klostergewölbe ohne Lunetten der Fall ist.

Fig. 387.

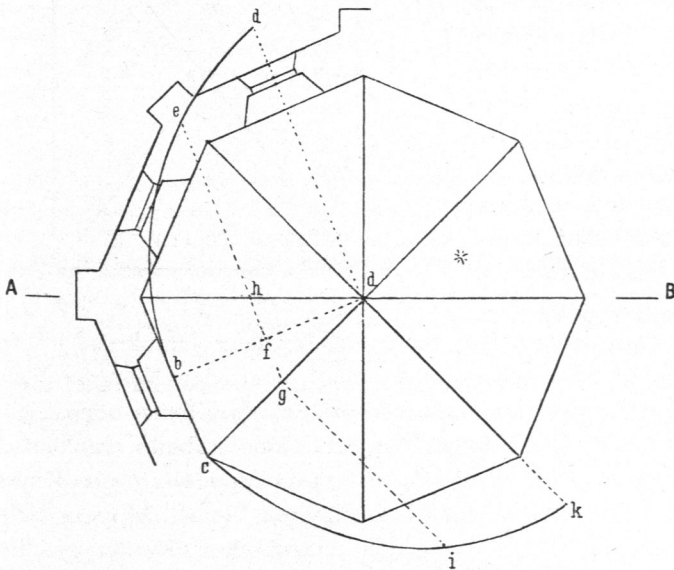
Schnitt A B.



Für die Form und Durchbildung solcher Stichkappen gilt das hierüber in Art. 164 (S. 235) bereits Mitgetheilte.

In Fig. 387 ist ein Klostergewölbe mit kleineren Stichkappenanordnungen und Graten, welche an den Kehllinien vortreten, gegeben.

Die Ursprungs-Leitlinie ab der Gewölbkappen ist ein Kreisbogen, dessen Halbmesser größer ist, als das Loth db auf bc . Die Gratbogen ck sind Ellipsenstücke, welche alsdann spitzbogenartig über dem achteckigen Raume zusammentreten. Irgend ein Punkt i des Gratbogens ist zu bestimmen, indem man z. B. die gerade Erzeugende gh parallel zu bc zieht, im Schnitte f derselben mit dem Lothe db , d. h. der wagrechten Projection der Leitlinie bd , das Loth fe auf db errichtet und das in g auf dc , d. h. der wagrechten Projection des Gratbogens, errichtete Loth $gi = fe$ abträgt.



Durch dieses Feststellen der Gewölbform nimmt das Klostergewölbe die Gestalt eines Haubengewölbes oder einer Walmkuppel an.

Man kann jedoch ohne Benutzung der eigentlichen Stichkappen in einfacher

Weise, namentlich bei einer Deckenbildung durch Kloftergewölbe über regelmäfsig begrenzten Grundrissen, einzelne Umfangsmauern mit gröfsere Thür-, bezw. Fensteröffnungen versehen, sobald eine weitere befondere Umgestaltung des eigentlichen Kloftergewölbes in Betracht gezogen wird.

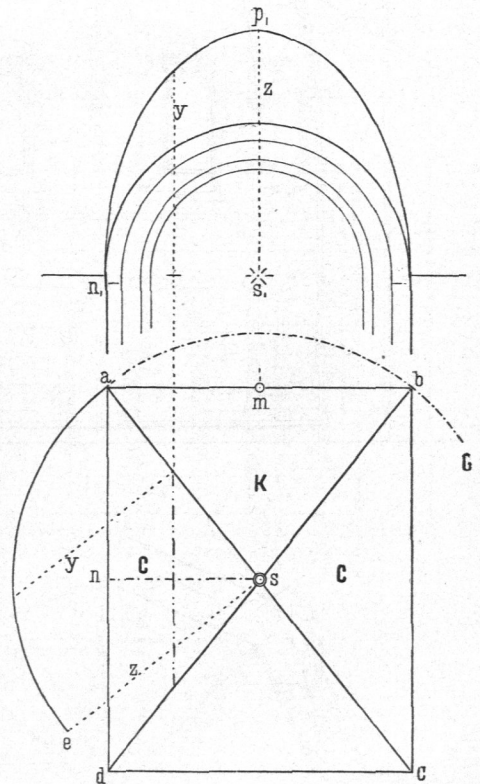
207.
Klofter-
gewölbe
mit
sphärischen
Kappentheilen.

Die Grundlage für diese Gestaltung der Kloftergewölbe besteht in der Vereinigung der eigentlichen cylindrischen Gewölbwangen mit sphärischen Gewölbkappen, wobei die sämtlichen Gewölbflächen von Gratlinien abhängig gemacht werden, welche bestimmt vorgeschriebenen Kreisbogen entsprechen.

Für die Entwicklung der nach dieser Anschauung zu bildenden Gewölbflächen möge zunächst die Deckenanordnung für einen rechteckigen Grundriss (Fig. 388)

behandelt werden. Die wagrechten Projectionen der im Scheitelpunkte des Gewölbes zusammentretenden Gratbogen sind die Hälften der Diagonalen des Rechteckes. Nimmt man die Gratlinie über as als Viertelkreis ae mit dem Halbmesser sa an und bemerkt man ferner, dafs hier ohne Weiteres auch der Gratbogen über bs ein eben solcher Viertelkreis mit dem Halbmesser $sb = sa$ wird, so schneiden sich diese beiden Kreisbogen in einem Punkte, dem Scheitelpunkte des Gewölbes. Beide Kreise sind dann aber Theile von zwei gröfsten Kreisen einer Kugel- fläche, deren Mittelpunkt s und deren Halbmesser ebenfalls $sa = sb$ ist. Der Mittelpunkt s dieser Kugel- fläche liegt in der wag- rechten Kämpferebene des Gewölbes, welche auch die Eckpunkte a und b des gegebenen Rechteckes enthält. Danach ist auch der um s mit dem Halbmesser sa durch a und b gehende Kreis G ein gröfster Kugelkreis. Die Laibungsfläche der Gewölbkappe K , welche zwischen den Kugelkreisen über sa und sb liegt, kann also als Kugel- fläche eingefügt werden. Die in ab errichtete loth- rechte Ebene schneidet diese Kugel- fläche nach einem Halbkreise mit dem Halbmesser $ma = mb$. Dieser Halbkreis ist der Stirnbogen der Kugel- kappe K . Sein Scheitelpunkt liegt über der Kämpferebene, so dafs die Möglichkeit vorhanden ist, im Mauerkörper ab eine Thür- oder Licht- öffnung mit der oberen Begrenzung gleichfalls über der Kämpferebene abschließen zu können. In gleicher Weise läfst sich auch die Gewölbkappe csd als Kugel- kappe einführen. Dagegen mögen die mit C bezeichneten Gewölbkappen cylindrische Laibungsflächen behalten, also Kappen des eigentlichen Kloftergewölbes bleiben. Ihre Leitlinien sind nun aber von den für die Gratlinien as , bezw. bs angenommenen Kreisbogen abhängig zu machen. Diese Leitlinien werden hier Viertel- ellipsen, welche in bekannter Weise, z. B. über ns mittels der Ordinaten y, z u. f. w., als $m_1 p_1$ zu bestimmen sind.

Fig. 388.



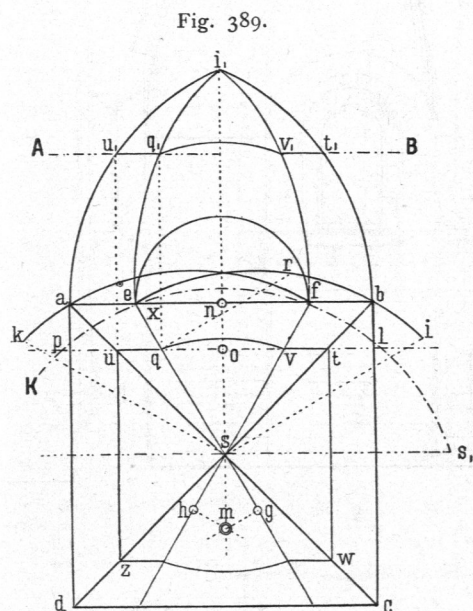
Würden dieselben Mafnahmen für eine quadratische Plananlage getroffen, so entständen auch hierbei keine Aenderungen in den grundlegenden Bestimmungen für die Ausmittlung der Gewölbflächen.

Man braucht aber auch nicht eine einzelne Gewölbkappe in ihrer Gesamtheit als Kugelkappe anzuordnen, sondern kann nur einen Theil derselben in geeigneter Lage innerhalb der Wange des Klostergewölbes als Kugelkappe einreihen.

In Fig. 389 ist diese Gestaltung für ein Klostergewölbe über einem quadratischen Raume gegeben. Das Stück esf der Wange asb soll eine Kugelkappe werden.

Die symmetrisch zur Gewölbaxe sn gelegenen Schnittlinien der Kugelkappe mit der Wange des Klostergewölbes sind in ihren Grundrifs-Projectionen die geraden Linien es und fs . Die Schnittlinien selbst sollen gegebene Kreisbogen ei , bezw. fk sein, deren Mittelpunkte g , bezw. h hier in der Kämpferebene

und auf den verlängerten Geraden es , bezw. fs liegen. Diese beiden Kreisbogen bestimmen eine Kugelfläche, deren Mittelpunkt m im Schnittpunkte der in g auf es und in h auf fs errichteten Lothe liegen muß. Der Halbmesser dieser Kugelfläche ist $me = mf$. Der um m mit diesem Halbmesser geschlagene Kreis K ist ein größter Kreis derselben. Die in ab aufgestellte lothrechte Ebene schneidet die Kugelfläche in einem um n mit $ne = ef$ beschriebenen Halbkreise, welcher zugleich die Stirnlinie der Kugelkappe über esf bildet. Die lothrechte Ebene in ns schneidet die Kugelfläche nach dem Kreisbogen fs , welcher der Scheitellinie der Kugelkappe entspricht. Die feitlich von den Schnittlinien es und fs der Kugelkappe befindlichen Gewölbstücke ase und bsf sind Wangenstücke der cylindrischen Kappe des Klostergewölbes. Da die Erzeugenden dieser Kappe gerade wagrechte Linien sind, welche parallel zu den Kämpferlinien ae , bezw. bf bleiben, so wird die Gratlinie as , bezw. bs von den Kreisbogen ei , bezw. fk abhängig gemacht; man erhält hierfür Ellipsenstücke, worin z. B. die Punkte u , und t , dieselbe lothrechte Höhe $xq = qr$ über der Kämpferebene besitzen, wie die Punkte q , und v , der Schnittlinien über es , bezw. fs . Die in op parallel zu ab stehende lothrechte Ebene schneidet die Wangenstücke ase und bsf



in geraden Linien, deren wagrechte Projectionen in uq und vt , deren lothrechte Projectionen in u, q , und v, t , erhalten werden. Die wagrechte Projection des Schnittes dieser Ebene mit der Kugelkappe esf würde die gerade Linie qv sein, während die lothrechte Projection desselben der um n beschriebene Kreisbogen q, v , ist. Der Halbmesser nq , dieses Kreisbogens ist gleich der Länge der geraden Linie op , d. h. gleich der halben Länge der Sehne pl des größten Kreises K in der Spur op jener Ebene. Eine durch die Punkte u, t , gelegte wagrechte Ebene AB schneidet die Laibungsflächen des Wölbsystems in der Grundrifsprojection im Linienzuge $uqvtwz$, wovon z. B. der Kreisbogen qv wiederum, als zur Kugelkappe gehörend auf der Kugelfläche liegt, deren Mittelpunkt m ist. Derselbe ist ein Theil eines Parallelkreises dieser Kugelfläche. Sein Halbmesser ist $mq = mv$. Die geradlinigen Theile des bezeichneten Linienzuges sind Erzeugende der ihnen zukommenden cylindrischen Flächen des eigentlichen Klostergewölbes.

Nach diesen Grundlagen können auch bei einem Haubengewölbe Kugelkappen mit Wangen des eigentlichen Klostergewölbes abwechselnd in Verbindung gebracht werden. Die hierfür erforderliche Ausmittlung der Gewölbflächen ist ohne Weiteres aus Fig. 390 zu entnehmen.

Sollen in einer Wange der hier betrachteten Gewölbe mehrere neben einander liegende Kugelkappen zur weiteren Gliederung der Wangenfläche angebracht werden, so tritt nur eine wiederholte Anwendung des angegebenen Verfahrens ein.

In Fig. 391 sind für die Wange asb eines Klostergewölbes drei Kugelkappen eingefchaltet, deren

Schnittlinien in der Grundrissprojection die vom Scheitelpunkte s auslaufenden Geraden se, sh u. f. f. find, deren wirkliche Form aber bestimmten Kreisbogen entspricht, welche von e, h u. f. f. aufsteigen und fämmtlich einen einzigen gemeinschaftlichen Schnittpunkt besitzen, und zwar hier den Scheitel des ganzen Gewölbes.

Wenngleich vorweg einer dieser Bogen mit feinem in der Kämpferebene und auf der unter Umständen weit über s hinaus zu verlängernden Geraden es , bezw. hs gelegenen Mittelpunkte beliebig gewählt werden kann, so empfiehlt es sich doch zur Festlegung der Höhe des Scheitels und der Entwicklung der allgemeinen Form des Gewölbes, zuerst einen Verfuhrskreisbogen ac in der lothrechten Ebene einer Gratlinie anzunehmen, um danach weiter auch ein schickliches Aufsteigen der Gewölbflächen beurtheilen zu können. Selbstverständlich gilt dieser Kreisbogen nicht als wirkliche Gratlinie; denn diese muß von dem zunächst liegenden Kreisbogen der Kugelkappe abhängig werden, also später sich als Ellipsenstück fest legen lassen.

Hiernach sei sc die Scheitelhöhe des Gewölbes. Um den Kreisbogen der Schnittlinie für es zu bestimmen, ist in s auf es das Loth sf errichtet und $sf = sc$ genommen. Das in der Mitte der hier nicht gezeichneten Sehne ef des gefuchten Kreisbogens errichtete Loth trifft die verlängerte Gerade es im Mittelpunkt g des nun zu schlagenden Kreisbogens ef . In gleicher Weise ist der Kreisbogen hi der Schnittlinie über hs mit dem Mittelpunkte k bestimmt. Beide Kreisbogen besitzen nun in Wirklichkeit den Scheitelpunkt des Gewölbes als einen gemeinschaftlichen Schnittpunkt. Die Punkte e, h und die Mittelpunkte g, k liegen in einer und derselben Ebene, hier in der Kämpferebene EF . Sie gehören einer Kugelfläche an, deren Mittelpunkt m sich als der Schnittpunkt der Lothe ergibt, welche in g auf eg und in k auf hk errichtet sind.

Der Halbmesser dieser Kugelfläche ist $me = mh$. Beschreibt man um m mit diesem Halbmesser einen Kreis M , so erhält man in demselben den größten Kreis der Kugelfläche, welche die Laibungsfläche der Kappe esh bildet. Die in eh stehende lothrechte Ebene schneidet diese Fläche in einem Halbkreise mit dem Durchmesser eh , giebt also den Stirnbogen der Kugelkappe esh .

Fig. 390.

Schnitt A B.

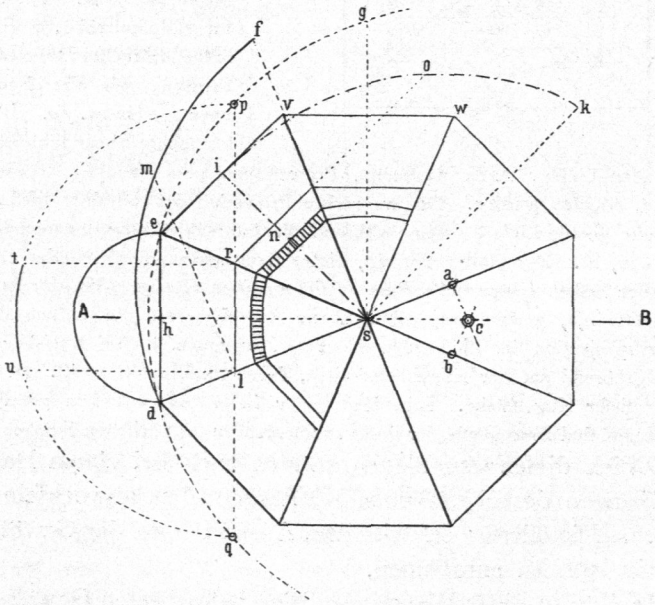
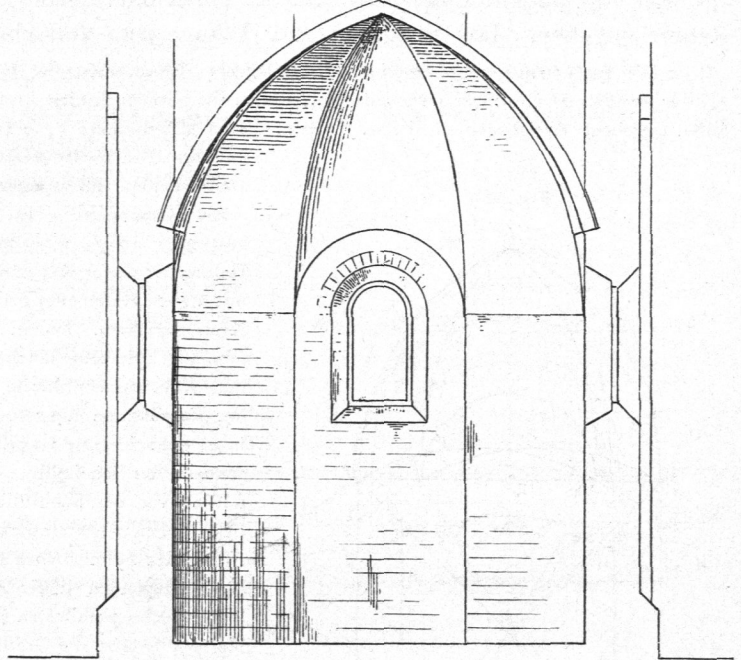
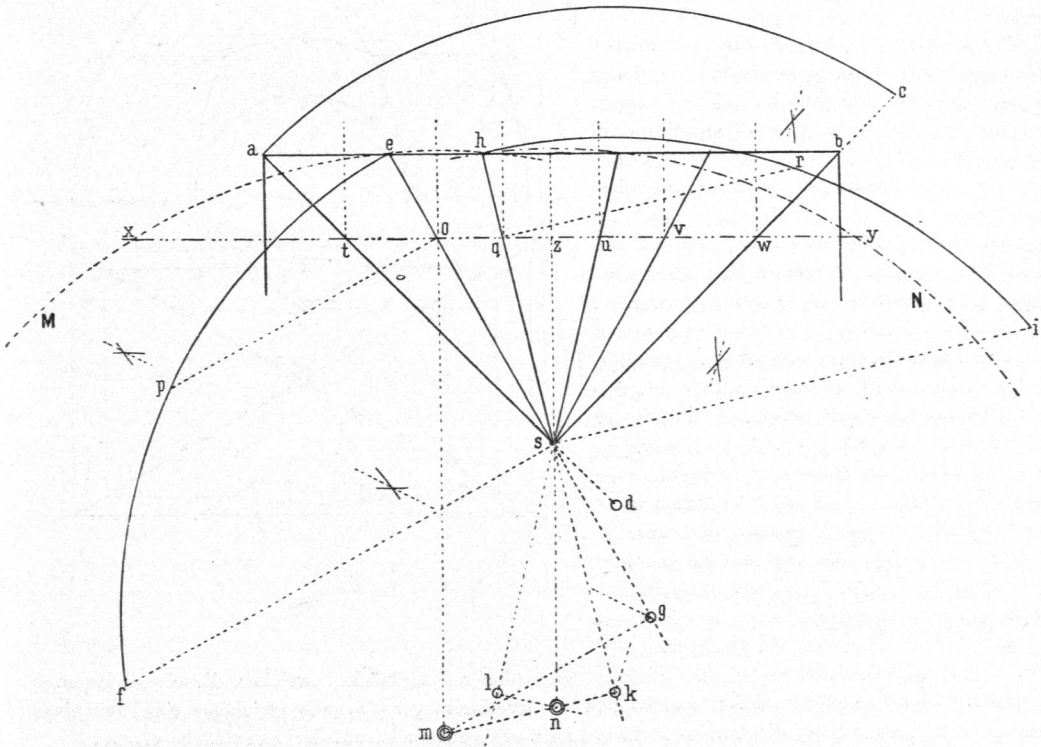
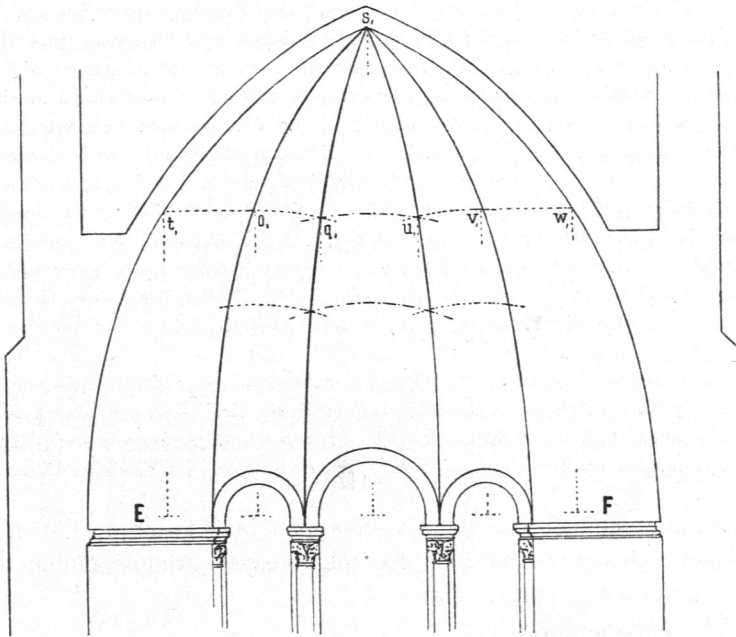


Fig. 391.



Für die mittlere Kugelkappe z entsprechen beide begrenzenden Schnittlinien demselben Kreisbogen hi . Erweitert man us und nimmt man $sl = sk$, so sind l und k die Mittelpunkte der Kreisbogen, welche der Kugelfläche dieser Kappe angehören. Der Kugelmittelpunkt n ist der Schnittpunkt des in l auf sl errichteten Lothes mit dem vorher gezogenen Lothe km . Der Kugelhalbmesser ist nh , und der größte Kugelkreis wird N , wonach wiederum der Stirnbogen der Kappe z zu bestimmen ist. Die dritte Kugelkappe liegt zur ersten über ehs symmetrisch, so dass für dieselben neue Bestimmungen nicht zu treffen sind.

Ein lothrechter Schnitt, in der Richtung xy geführt, trifft die Gewölbfläche in einer Schnittlinie, deren lothrechte Projection als t, o, q, w, v, w , dargestellt ist. Die geraden und wagrechten Linien t, o , und v, w , gehören Erzeugenden der Wangentheile des Klostergewölbes an. Ihr lothrechter Abstand von der Kämpferebene EF ist $op = qr$, während offenbar die Stücke o, q , und v, u , Kreisbogen der Kugelfläche mit dem größten Kreise M sind. Das Loth mo auf xy dient sofort zur Bestimmung des Halbmessers ox dieser Kreisbogen. Eben so ist das Stück q, u , ein Kreisbogen der Kugelfläche um n . Das Loth nz auf xy giebt im Abstande seines Fußpunktes z vom Schnittpunkte y der Ebene xy mit dem nunmehr geltenden größten Kreise N , also in der Strecke zy den Halbmesser für den Kreisbogen q, u . Zu bemerken ist noch, dass auch die Punkte o, q, u, v , dieselbe Höhenlage $op = qr$ über der Kämpferebene haben, wie die Punkte t , und w .

Die Gratlinie über as , bezw. bs ist entweder unter Benutzung des Kreisbogens ef oder auch, wodurch dasselbe Ergebnis erzielt wird, unter Verwendung des Kreisbogens hi durch fog. Vergatterung unter Annahme von Erzeugenden, wie z. B. tw , leicht zu bestimmen. Ausserdem sind dann im Zusammenhange mit diesen Gratlinien noch die Leitlinien der übrigen Kappen des Klostergewölbes auf bekanntem Wege fest zu legen.

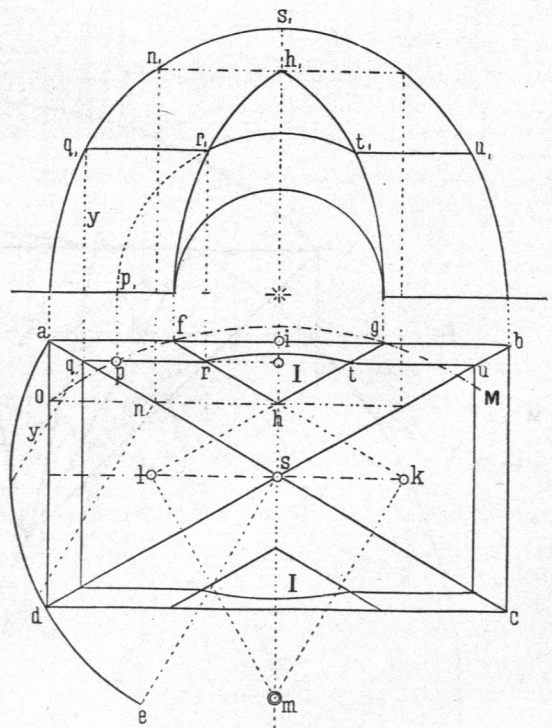
Lässt man die Schnittlinien der Kugelkappen im Klostergewölbe nicht bis zum Scheitel desselben reichen, so wird in den allgemeinen grundlegenden Gestaltungen, wie dieselben besprochen sind, eine Aenderung nicht herbeigeführt.

In Fig. 392 ist eine solche Anlage dargestellt. In dem Klostergewölbe über $abcd$ sollen I kleinere Kugelkappen sein, deren höchster Anfallspunkt h , in der Laibungsfläche tiefer liegt, als der Scheitelpunkt s , des Gewölbes. In solchen Fällen nimmt man die wagrechten Projectionen fh und gh der Schnittlinien dieser Kappen zweckmässig parallel zu den Grundrissprojectionen der Gratlinien sa und sb an. Da jene Schnittlinien für die Kugelkappen in ihrer wirklichen Gestalt Kreisbogen sind, so setzt man auch für die Gratbogen ohne Weiteres bestimmte Kreisbogen fest, wonach die Schnittlinien der Kugelkappen geradezu Theile dieser Gratbogen werden.

In der Zeichnung ist für die Gratlinien über as , bezw. bs ein Viertelkreis ae gewählt. Wird die lothrechte Ebene der Gratlinie mit sich parallel bleibend nach fk verschoben, so soll der Schnittlinie der Kugelkappe über fh , bezw. gh der Theil ad mit der Höhe nd der Gratlinie ae zugewiesen werden. Da k und l die Mittelpunkte dieser Kreisbogen sind, welche sich über h schneiden, so liefern die in k auf fk und in l auf gl errichteten Lothe in ihrem Schnittpunkte m den Mittelpunkt ihrer Kugelfläche, und somit erhält man in dem um m mit dem Halbmesser mf , bezw. mg beschriebenen Kreis M den größten Kreis dieser Kugelfläche, welcher die Kugelkappen I zukommen. Die Scheitellinie dieser Kugelkappen ist der Kreisbogen fo , also gleichfalls ein Theil eines größten Kreises wie M , den die lothrechte Ebene nach mi genommen, auf der Kugelfläche erzeugt.

Die sonst noch nöthigen Ausmittelungen für die Gestaltung der ganzen Gewölbfläche ergeben sich nach dem bereits Vorgetragenen. Bemerkte sei noch, dass die in qu aufgestellte lothrechte Ebene eine

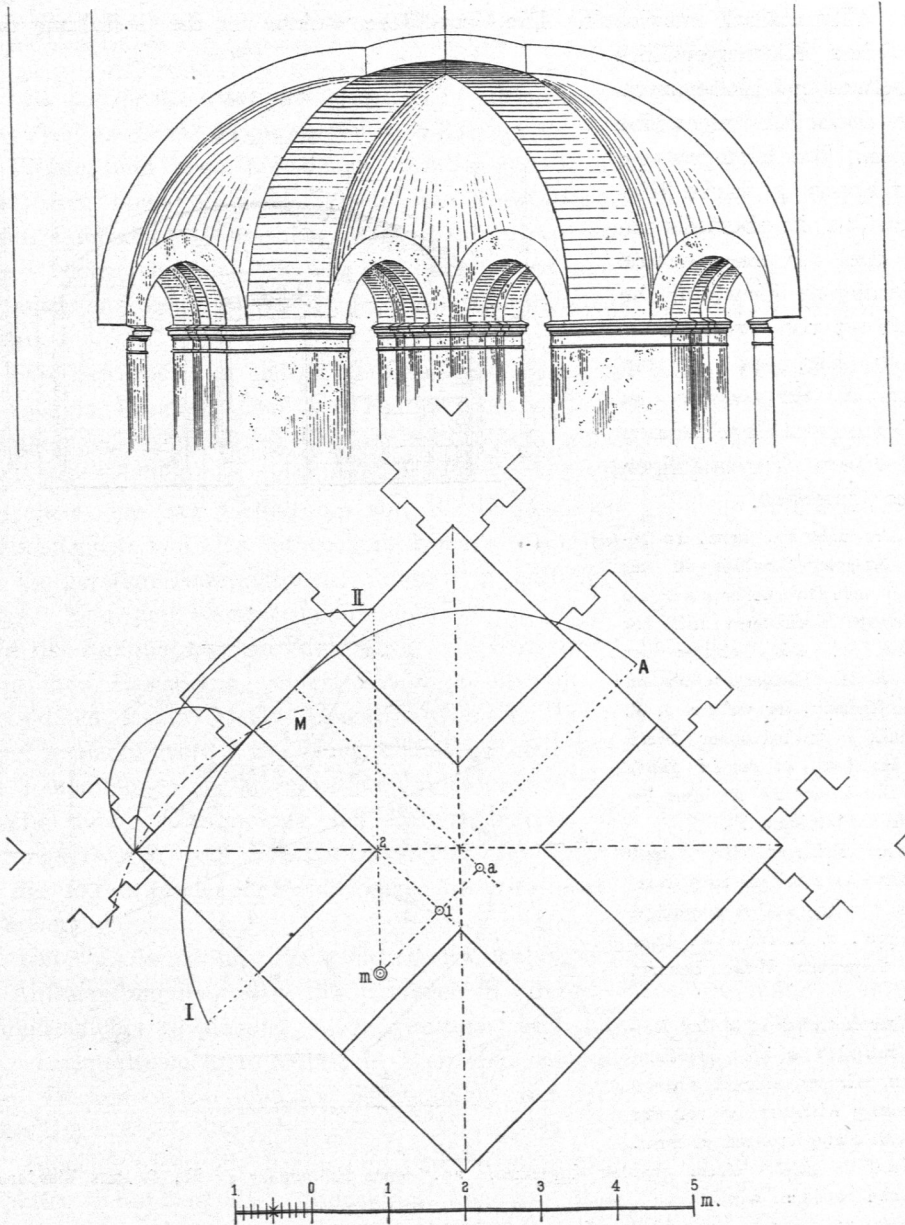
Fig. 392.



Schnittlinie mit der Aufrisprojeption q, r, tu , giebt, während eine wagrechte Ebene, durch q, u , gelegt, die in der Grundrisprojection gezeichnete Schnittlinie $vqrtu$ liefert. Das Festlegen derartiger Schnittlinien ist ohne Weiteres aus der Zeichnung ersichtlich.

Sollen, wie in Fig. 393, zwei benachbarte Kugelkappen an jeder Ecke eines mit einem Klostergewölbe überdeckten Raumes angebracht werden, wonach alsdann

Fig. 393.



einzelne sich kreuzende verhältnißmäßig schmale Theile des eigentlichen Klostergewölbes übrig bleiben, so ist die Gestaltung der Gewölbfläche nach den angegebenen Regeln und nach den aus der Zeichnung leicht zu erkennenden Ausmittelungen zu beschaffen. Aehnliche Gewölbordenungen finden sich bei Bauwerken, welche im Zopf, bezw. im fog. Jesuitenstil errichtet sind.

Ist die Ausgangs-Leitlinie der Wangen eines Klostergewölbes eine gefetzmäßig krumme Linie von nur geringer Pfeilhöhe, so entsteht ein fog. flaches oder flachbogiges Klostergewölbe. Der Scheitelpunkt desselben liegt in mäfsiger Entfernung über der wagrechten Kämpferebene. In der Regel wird für die erwähnte Ausgangs-Leitlinie ein flacher Kreisbogen gewählt, oder es wird auch eine Ausgangs-Gratlinie als flacher Kreisbogen angenommen und danach die Leitlinie jeder Wange als flaches Ellipsenstück entwickelt. Die Grundsätze, welche für die Gestaltung des gewöhnlichen Klostergewölbes maßgebend sind, bleiben auch für das flache Klostergewölbe bestehen. Das Einfügen von Kugelkappen in flache Klostergewölbe ist ebenfalls zulässig und für eine weitere Gliederung der Gewölbfläche an sich oft von Vortheil.

In Fig. 394 ist ein flaches Klostergewölbe in Verbindung mit Kugelkappen über einem regelmässigen Achteck gegeben.

Die über *bs*, bezw. *ds* gewählte Ausgangs-Gratlinie ist der um *a* mit dem Halbmesser $ab = ad$ beschriebene Kreisbogen mit der Pfeilhöhe *sc*. Die Leitlinie der Wange *k* des Klostergewölbes ist ein Ellipsenstück, für welches z. B. ein Punkt *l* in bekannter Weise durch das Loth *kl* auf *sk* gleich dem Lothe *hi* auf *sb* für eine Erzeugende *hl* bestimmt ist.

Das Festlegen der Kugelfläche für eine zwischen zwei Wangen des Klostergewölbes eingefügte Kugelkappe, z. B. für *bsu*, kann in der folgenden Weise bewirkt werden.

Der Mittelpunkt *a* der Ausgangs-Gratlinie *bc* liegt lothrecht unter dem Scheitelpunkte des Gewölbes in einem Abstände *sa* von der wagrechten Kämpferebene entfernt.

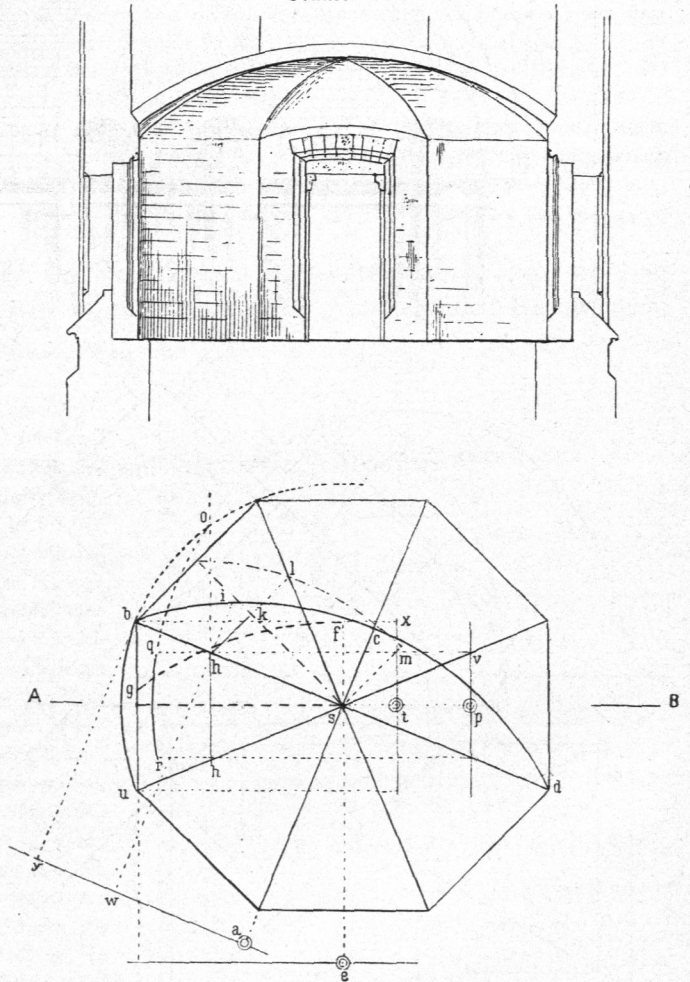
Diese Gratlinie gehört einem grössten Kugelkreise an, dessen Halbmesser *ac* ist, so dass hierdurch die Kugelfläche bestimmt wird.

Der um *a* mit dem Halbmesser *sb* beschriebene Kreis *bo*, welcher durch die Ecken des Raumes gehen würde, ist ein Parallelkreis der Kugelfläche. Derselbe liegt in der wagrechten Kämpferebene.

Um den Stirnbogen über *bu* für die Kugelkappe auszutragen, ist *bx* lothrecht zu *bu* gezogen und *bx* gleich dem vorhin erwähnten Abstände *sa* genommen. Dieser Abstand *sa* ist, wie aus der Zeichnung zu ersehen, auch gleich dem Lothe *by*, welches auf der zu *sb* parallelen wagrechten Spur *ay* der Mittelpunktsebene der Kugel gefällt wurde. Zieht man *xm* parallel *bu*, so giebt das von dem Halbirungs-

Fig. 394.

Schnitt A B.



punkte der Seite bu auf die erweiterte Gerade xm gefällt und durch s ziehende Loth im Punkte t den Mittelpunkt für den im Grundriß niedergelegten Stirnbogen bu .

Nimmt man hh parallel zu bu , so schneidet die in hh stehende lothrechte Ebene die Kugelfläche nach einem Kreisbogen gr mit dem Mittelpunkte p und dem Halbmesser wi . Der Punkt p liegt im Schnittpunkte einer zur Linie hh parallelen Geraden, für welche $hv = hw = sa$ ist, mit dem erweiterten Lothe st auf bu . Würde man die Gerade hh bis zum Schnittpunkte o mit dem Parallelkreise bo der Kugelfläche verlängern, so geht auch der entsprechend fortgeführte, um p beschriebene Kreis rg durch diesen Punkt o .

Die Scheitellinie der Kugelkappe bsu ist der um e mit dem Halbmesser $ef = ac$ beschriebene Kreisbogen gf . Der Punkt e liegt offenbar auf dem Lothe se zu sp im Abstände $se = sa$.

Läßt man auf eine Klostergewölbwange stets der Reihe nach eine Kugelkappe folgen, so ergibt sich eine Gewölbordnung, welche im Schnitte AB noch näher verdeutlicht ist.

Wollte man auch bei einem flachbogigen Klostergewölbe mit Kugelkappen die letzteren nicht bis zum Scheitel des Gewölbes reichen lassen, so ist in der Grundlage für solche Anordnung nach dem in Art. 207 (S. 213) Gefagten zu verfahren. Hierbei ist nur, wie bei Fig. 394 soeben gezeigt, immer der Abstand des Kugelmittelpunktes von der wagrechten Kämpferebene gehörig in Rücksicht zu nehmen.

Das Bestreben, in den Umfangsmauern eines mit einem Klostergewölbe abgeschlossenen Raumes, über die Kämpferlinie desselben hinausgehend, Thür- oder Lichtöffnungen in thunlichst ungehinderter Weise anbringen zu können, ohne von eigentlichen Stülpkappen oder von besonderen eingefügten Kugelkappen Gebrauch zu machen, hat zur Gestaltung von Klostergewölben geführt, deren cylindrische Laibungsflächen von den lothrechten Ebenen der Umfangsseiten des Raumes nicht mehr in geraden Kämpferlinien, sondern in aufsteigenden Bogenlinien geschnitten werden. Von den Kämpferlinien bleibt in der wagrechten Kämpferebene an den Ecken des Raumes nur ein Punkt übrig; die benutzten Gewölbflächen gehören gleichsam in ihrer Erweiterung einem Klostergewölbe an, welches für einen besonderen, eingebildeten Raum, dessen Grundriß von der Form des gegebenen Raumes abhängig gemacht wird, in seiner Gestaltung fest gelegt wurde. Aus diesem zu Hilfe genommenen Klostergewölbe bildet man das zur Anwendung kommende Gewölbe durch Abstumpfung der Laibungsflächen des ersteren, indem man das Ursprungsgewölbe von den Umfangsseiten des gegebenen Raumes schneiden läßt und die so entstandenen Schnittlinien als Stirnlinien für das eigentliche Gewölbe verwendet.

209.
Kloster-
gewölbe
mit
Abstumpfungen.

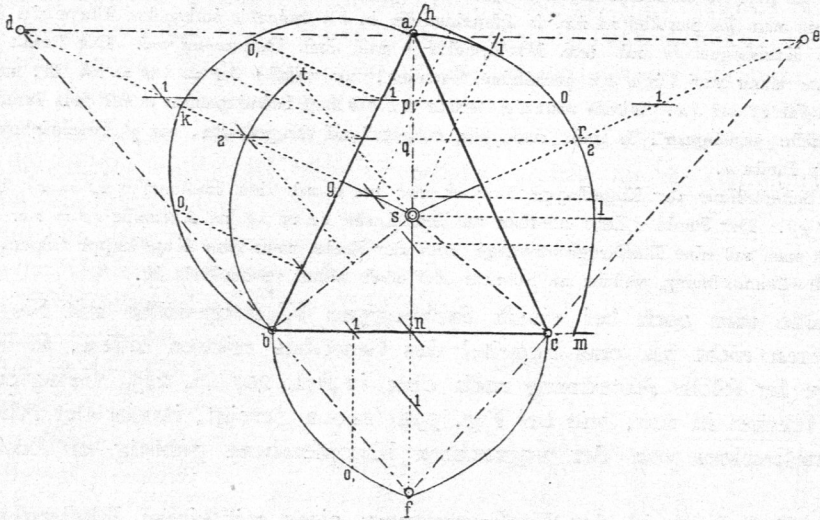
Unter Beibehaltung dieser Grundentwicklung lassen sich die »Klostergewölbe mit Abstumpfungen« oder die »offenen Klostergewölbe« in mannigfachster, in architektonischer Beziehung auch günstiger und ansprechender Weise ausbilden. Ueber einem dreieckigen Raume ist z. B. eine zu dieser Gruppe von Gewölben gehörige Deckenconstruction des Sanctuariums der *Nôtre-Dame*-Kirche in Paris ausgeführt¹⁷⁶⁾.

Zunächst möge die Erzeugung eines Klostergewölbes mit Abstumpfungen auch hier unter Benutzung eines dreieckigen Raumes gezeigt werden.

Das Dreieck abc (Fig. 395) sei die gegebene Grundrißform. Vom Schwerpunkt s desselben gehen nach den Ecken a, b, c des Dreieckes die wagrechten Projectionen der Leitlinien des eigentlichen zu erzeugenden Klostergewölbes. Zieht man von s die gehörig erweiterten Lothe sd, se, sf , so läßt sich dem Dreiecke abc das Dreieck def umschreiben. Betrachtet man dieses Dreieck def als Grundriß eines

¹⁷⁶⁾ Siehe: VIOLLET-LE-DUC. *Dictionnaire raisonné de l'architecture française etc.* Band 9. Paris 1868. S. 512.

Fig. 395.



Klostergewölbes, aus welchem durch Abstumpfung nach den schneidenden lothrechten Ebenen ab , bc , ca das wirkliche Klostergewölbe über abc entstehen soll, so sind sd , se , sf die wagrechten Projectionen der Gratlinien dieses Hilfgewölbes und dse , esf , fsd die Grundrifsprojectionen der cylindrischen Wangen desselben. Setzt man für eine Wange, z. B. für fsd , ihre Leitlinie über sb als eine gefetzmäßig gebildete krumme Linie, hier als einen Viertelkreis bt fest, so können, nachdem die Ausmittlung der Gratlinien und übrigen Leitlinien ganz entsprechend derjenigen bei einem gewöhnlichen Klostergewölbe für einen Raum def vorgenommen ist, die für das wirkliche Klostergewölbe über abc erforderlichen Mafnahmen getroffen werden. Mit Hilfe von Erzeugenden 11 , 22 ganz im Sinne von dem in Art. 205 (S. 305) Gefagten geführt, ergeben sich unter steter Benutzung der Ursprungs-Leitlinie bt in leichter und aus der Zeichnung zu erfehender Weise die Stirnlinien abb , bfc u. f. f. als Ellipfenstücke, welche spitzbogenartig zusammentreffen; eben so z. B. die Leitlinie aol über as der Kappe asc und endlich die Scheitellinien der einzelnen Kappen wie hi über gs , lm über sn u. f. f., welche offenbar Theile der Gratlinien des Klostergewölbes über dem Ergänzungsraume def sind.

Wie das Bild in Fig. 396 ergibt, sind durch ein derart gefchaffenes, abgestumpftes Klostergewölbe reichlich grofse Oeffnungen in den Umfangsmauern des Raumes möglich. Das Gewölbe selbst steigt von den Ecken desselben aus in leichter Form auf. Seine Laibungsflächen sind cylindrische Flächen, welche sich in den Scheitellinien der Kappen schneiden.

Ist die Grundrifsfigur eines abgestumpften oder offenen Klostergewölbes ein regelmäsiges Vieleck, so erfolgt das Festlegen der Gewölbflächen im Allgemeinen nach denselben Grundfätzen, wie solche für das Dreieck angegeben sind.

In Fig. 397 ist ein regelmäsiges Achteck als Grundrifsprojection eines abgestumpften Haubengewölbes angenommen. Wird diesem Grundrifs ein neues Achteck umschrieben, so ist z. B. das Dreieck bsd die Grundrifsprojection einer Gewölbwange des ergänzenden Klostergewölbes, welches durch die in az geführte lothrechte Ebene des gegebenen Grundrisses abgestumpft wird.

Die über sz oder, da sz gleich sa ist, auch über sa stehende Leitlinie einer derartigen maßgebenden Wange sei der beliebige gewählte, in a beginnende Kreisbogen k .

Fig. 396.

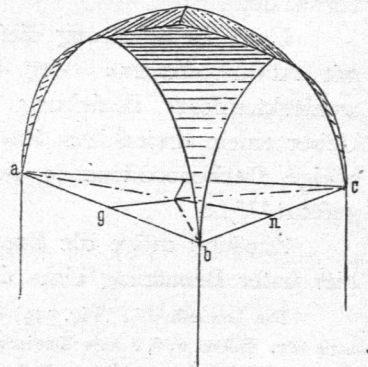
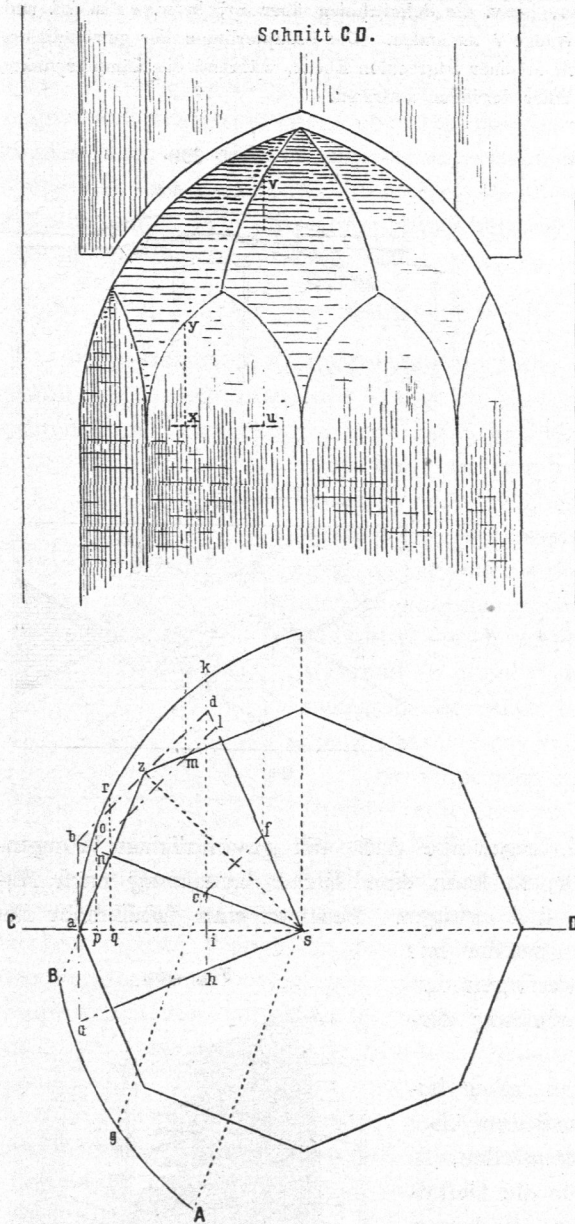


Fig. 397.



Nach demselben lassen sich ohne Weiteres die Gratlinien, z. B. über sn als AB , und ferner die hier elliptischen Spitzbogen entsprechenden Formen der Stirnbogen in bekannter Weise ermitteln, so weit dieselben für das wirkliche Kloster-, bezw. Haubengewölbe notwendig werden. Wie aus der Zeichnung zu entnehmen, ist im Schnitte CD das Loth $uv = ik = cg$, ferner $xy = po$, während der Scheitel der Stirnbogen in einer Höhe gleich qr über der wagrechten Kämpferebene liegen muß. Die Laibungen des Haubengewölbes gehören hier durchweg cylindrischen Flächen an, deren Leitlinien durch einen und denselben Grundbogen k bestimmt sind.

Liegen mehrere gleiche Raumabtheilungen neben einander, welche durch Säulen- oder Pfeilerstellungen mit unter sich verbundenen Gurtbogen einem Gesammtraume angehören, so sind für jede Abtheilung gleichfalls offene Klostergewölbe ohne Schwierigkeit herzurichten. Solche in Gewölbjochen neben einander liegende, offene oder abgestumpfte Klostergewölbe zeigen in ihrer Gesammtheit große Aehnlichkeit mit den später noch zu erwähnenden Trichtergewölben.

Verbindet man bei einem Klostergewölbe abgestumpfte Wangen mit Wölbflächen nicht abgestumpfter Wangen, so entspringt wiederum eine besondere Gestaltung für eine massive Decke. Fig. 398 zeigt die Anordnung derselben als umgestaltetes, flachbogiges Klostergewölbe für einen rechteckigen Raum.

Zieht man von der wagrechten Projection s des Scheitels des Gewölbes in gesetzmässiger Folge und Anordnung gerade Linien wie se , sf u. f. f., so können dieselben als die Grundrisprojectionen von Gratlinien des zu schaffenden Gewölbes angenommen werden. Behandelt man nun die Stücke, welche dem Theile $seaf$ entsprechen, als abgestumpfte Klostergewölbe, während die anretenden Theile wie t , i , v u. f. f. als gewöhnliche Klostergewölbwangen mit wagrechter Kämpferlinie bestehen bleiben, so erhält man das bezeichnete Gewölbe.

Nimmt man ef als wagrechte Projection einer Erzeugenden der Wange über $afse$ an, zieht darauf cd parallel zu ef , damit das Dreieck csd entsteht, so gilt dieses als Grundris für das ergänzende Klostergewölbe jener Wange. Die Leitlinie ist der über as liegende, um m beschriebene flache Kreisbogen ab .

Nach diesem Grundbogen ergibt sich unter Anwendung der wagrechten Projectionen zugehöriger Erzeugenden wie ef und fp ; i , n und k ; q und l sofort die Leitlinie der Wange t als elliptischer Bogen pv .

Für denselben ist $op = gh$, $tu = qr$ und $sv = sb$. Auf gleichem Wege sind, wie Fig. 398 kenntlich macht, auch die Gratlinien über fs u. f. w., bezw. die Schnittlinien über af , bezw. ae u. f. f. und endlich auch Punkte wie i , der Leitlinie der Wange i zu finden.* Die Kämpferlinien der gewöhnlichen Klostergewölbwangen i, t u. f. f. liegen fämmtlich in einer wagrechten Ebene, während die Kämpferpunkte der abgestumpften Wangen um eine Höhe gh unter derselben auftreten.

Fig. 398.

Schnitt A B.

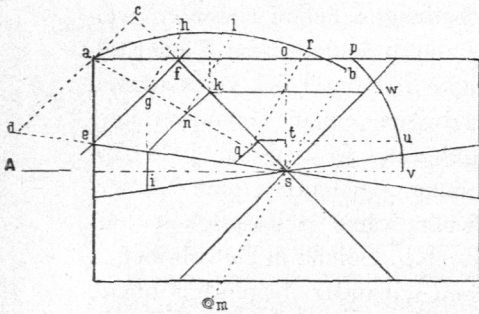
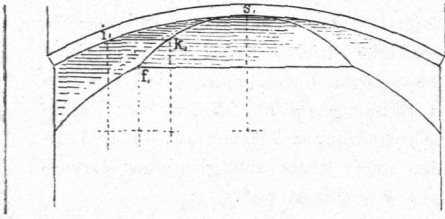
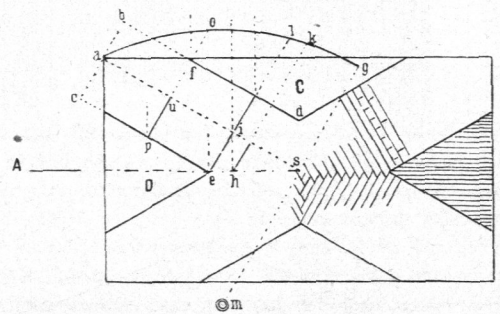
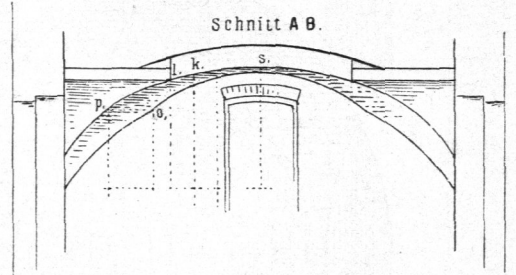


Fig. 399.

Schnitt A B.

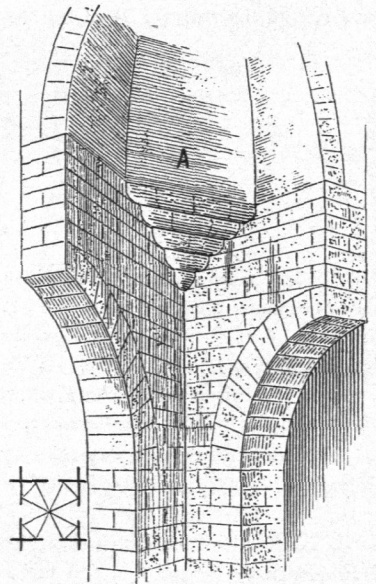


Wünscht man abgestumpfte Klostergewölbe statt mit gewöhnlichen Wangentheilen mit StICKKAPPEN zu verbinden, so kann eine solche Anordnung nach Anleitung von Fig. 399 wie bei *C, D* u. f. f. erfolgen. Beachtet man dabei noch das in Art. 133 (S. 164) für das Tonnengewölbe mit StICKKAPPEN Gefagte, so geht beim Verfolgen der Zeichnung alles Nöthige für die Darstellung derartiger Gewölbanlagen hervor.

Sind Klostergewölbe, wie schon früher bemerkt, im Allgemeinen am vortheilhaftesten über regelmäfsig gestalteten Grundrissen herzustellen, so lassen sich unter Beobachtung der für die Gestaltung von solchen Gewölben überhaupt gegebenen Entwicklungen auch bei diesen oder jenen gewählten Umformungen selbst Räume mit unregelmäfsig angelegtem Grundriss ohne erhebliche Hindernisse mit derartigen Decken versehen. Bei durchdachtem Zusammenfügen der einzelnen Wangen oder Kappen derselben kann selbst eine solche Decke in angenehmer Weise in die Erscheinung treten.

Ist die Grundrissform ein regelmäfsiges Vieleck von n Seiten und soll für dieselbe ein Klostergewölbe mit $2n$ -Wangen angelegt werden, so ist

Fig. 400.



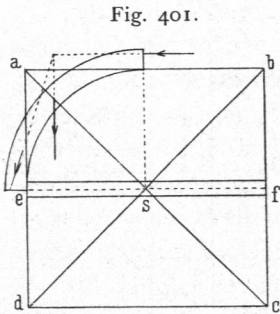
210.
Eck-
überführungen
etc.

für die Kämpferlinien dieses Gewölbes dem gegebenen n -Eck ein $2n$ -Eck einzuschreiben. In folchem Falle haben n Seiten des eingeschriebenen Vieleckes ohne Weiteres keine unmittelbare Unterstützung durch lothrecht aufgeführte Umfangs-, bezw. Widerlagsmauern. Dieselben sind alsdann, wie Fig. 400 bei einer Wange A zeigt, durch Tragsteine oder Ueberkragungen zu schaffen. Statt dieser Ueberkragungen können auch in besserer und oft in wirkungsvollerer Weise besondere kleine Gewölbe als fog. Eck- oder Nischengewölbe, wovon bei der Ausführung der Kloftergewölbe (unter 3) noch weiter gesprochen werden soll, in Anwendung kommen.

2) Stärke der Kloftergewölbe und ihrer Widerlager.

Beim einfachen Kloftergewölbe sind die Gewölbwangen Theile eines Tonnengewölbes. Zerlegt man jede Wange in einzelne Streifen, deren Begrenzungsebenen lothrecht und parallel zur Ebene der Scheitellinie der cylindrischen Wölbkappen geführt sind, so könnte jeder Streifen für sich als ein Theil eines Tonnengewölbes betrachtet und dem entsprechend statisch untersucht werden. Der Elementarstreifen se , bezw. sf (Fig. 401), dessen lothrechte Kräfteebene die Scheitellinien der zugehörigen Gewölbwangen enthält, ist offenbar ein Hauptstreifen, in welchem der grösste Gewölbschub herrscht, während in allen Nachbarstreifen, wenn von einer unzumuthigen oder übertriebenen Ueberlastung abgesehen wird, ein kleinerer Gewölbschub auftreten muss.

211.
Gewölbstärke.



Bestimmt man die Stabilität und die Stärke des Hauptstreifens unter der üblichen Annahme, dass die Breite desselben gleich einer Längeneinheit fe , ganz nach den für die Bestimmung der Stärke der Tonnengewölbe in Kap. 9 (unter b) gegebenen Entwicklungen, so giebt man aus praktischen Gründen den sämtlichen Wölbstreifen der betreffenden Wange die gefundene Stärke. Würden bei einem Kloftergewölbe über rechteckigen, vieleckigen oder auch über unregelmässigen Räumen sich solche Hauptstreifen von verschiedener Spannweite ergeben, so wird im Allgemeinen für das ganze Gewölbe diejenige Stärke beibehalten, welche der grösste Hauptstreifen beansprucht. Die auf Kuf gemauert gedachten Gewölbwangen legen sich über ihren Gratlinien gegen einander. Ihr Gewölbschub fliesst in dem Gewölbkörper bis zum Widerlager fort, ohne dass die Ebene der Grate dadurch mit Gewichten belastet wird. Tritt an die Stelle dieser Ebene ein selbständiger Gratbogenkörper, was zuweilen der Fall, aber nicht durchaus nöthig ist, so bildet derselbe für sich ein besonderes Tonnengewölbe, nur beeinflusst durch sein Eigengewicht, bezw. durch seine etwa vorhandene Ueberlast. Hiernach würde also die Stärke solcher Gratbogen eben so zu berechnen sein, wie bei einem derart angeordneten, frei stehenden Tonnengewölbe. Werden die Gewölbwangen auf Schwalbenschwanzverband ausgeführt, so entsprechen die Stabilitätsuntersuchungen der dann entstehenden Elementarstreifen dem in Art. 181 (S. 277) Vorgetragenen. Auch bei diesem Verbands, welcher wohl bei flachen Kloftergewölben, feltener oder gar nicht bei Gewölben mit entsprechend grosser Pfeilhöhe in Anwendung kommt, können die Schichten entweder stumpf in der Ebene der Grate zusammenstossen oder besser über der Gratlinie auf Stich gegen einander treten.

212.
Widerlags-
stärke.

Da die Gewölbstreifen, selbst wenn dieselben, wie es der Fall ist, sämtlich eine gleiche Stärke erhalten, vermöge ihrer verschieden großen Spannweite, welche von Null bis zur Weite eines Hauptstreifens in einer Gewölbkappe wächst, auf ihr Widerlager einen verschieden großen Druck ausüben, so folgt, daß die sonst ganz im Sinne des in Art. 143 (S. 197) geführte Bestimmung der Widerlagsstärke für jeden Elementarstreifen ein anderes Maß ergeben wird. Dieses Maß würde gleichfalls von Null bis zur größten Widerlagsstärke, welche der Hauptstreifen der zugehörigen Kappe nöthig macht, zunehmen. Trägt man die den einzelnen Streifen zukommenden Widerlagsstärken als Ordinaten der äußeren Begrenzungslinie des betreffenden Widerlagers auf, so erhält man eine krumme Linie und danach eine bestimmte Grundfläche des Widerlagskörpers. Für die praktische Ausführung eignet sich jedoch ein solches Widerlager nicht. Statt desselben ist besser ein Widerlagskörper mit rechteckiger Grundfläche anzuordnen. Derselbe muß aber das gleiche Maß der Stabilität besitzen, wie das theoretisch ermittelte, nach außen krummlinig begrenzte Widerlager.

Die krumme Linie aOb in Fig. 402, welche als äußere Begrenzung des Widerlagers einer Gewölbkappe gefunden ist, kann mit hinreichender Genauigkeit als eine Parabel mit dem Scheitel in O angesehen werden. Der Hauptstreifen möge die Widerlagsstärke w erfordern, so daß w die Pfeilhöhe jener Parabel ist. Diese Linie w scheidet die Parabelfläche in zwei gleiche, symmetrisch liegende Theile. Das Rechteck $abcd$, bezw. die Hälfte desselben $aefc$ soll dieselbe Stabilität besitzen, wie die Parabelfläche aOb , bezw. wie die Hälfte aeO derselben.

Die noch unbekannte Breite dieser Rechtecksfläche sei z . Unter Benutzung der Bezeichnungen in Fig. 402 erhält man zunächst das Stabilitätsmoment \mathfrak{M} der Fläche $aefc$ in Bezug auf die Drehkante fc als

$$\mathfrak{M} = lz \frac{z}{2} = \frac{l}{2} z^2 \dots \dots \dots 222.$$

Für einen Elementarstreifen von der Breite y und der Länge dx im Abstände x von der Linie der Parabelfläche aeO ist das Stabilitätsmoment $d\mathfrak{M}$, in Bezug auf die Aufsenkante

$$d\mathfrak{M}, = y \cdot dx \frac{y}{2} = \frac{y^2}{2} dx,$$

woraus durch Integration das Stabilitätsmoment \mathfrak{M} , der Parabelfläche aeO folgt als

$$\mathfrak{M}, = \frac{1}{2} \int_{x=0}^{x=l} y^2 \cdot dx \dots \dots \dots 223.$$

Nun ist aber für die Parabel Oa , deren Axe mit der Geraden w zusammenfällt,

$$\frac{w-y}{w} = \frac{x^2}{l^2}, \text{ d. h. } y = \frac{w}{l^2} (l^2 - x^2).$$

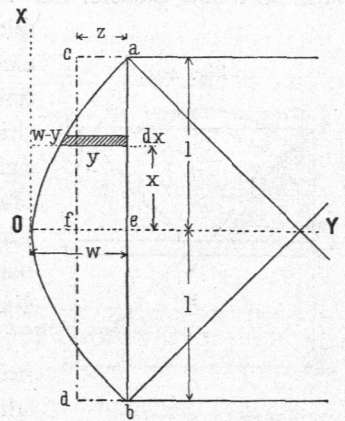
Setzt man diesen Werth in Gleichung 223, so ergibt sich

$$\mathfrak{M}, = \frac{w^2}{2l^4} \int_{x=0}^{x=l} (l^2 - x^2)^2 dx \dots \dots \dots 224.$$

Da nun $\mathfrak{M} = \mathfrak{M}$, sein soll, so wird den Gleichungen 222 u. 224 zufolge

$$z^2 = \frac{w^2}{l^5} \int_{x=0}^{x=l} (l^2 - x^2)^2 dx,$$

Fig. 402.



woraus nach Ausführung der Integration

$$z^2 = \frac{8}{15} w^2$$

oder schliesslich

$$z = w \sqrt{\frac{8}{15}} = 0,7303 w \dots \dots \dots 225.$$

zu bestimmen ist.

Hiernach erscheint die Breite z nahezu gleich $\frac{3}{4} w$, d. h. die Stärke des Widerlagers eines Kloftergewölbes beträgt etwa drei Viertel der Stärke des Widerlagers eines Tonnengewölbes von gleicher Leitlinie, Gewölbstärke und Belastung, wie dasselbe durch den Hauptstreifen in der Gewölbwange gegeben ist. Dasselbe Ergebniss ist bereits von *Rondelet* durch Versuche an Modellen fest gestellt.

Treten bei Kloftergewölben Vereinigungen cylindrischer Wangen mit Kugelhappen auf, so sind letztere einer besonderen Stabilitäts-Untersuchung zu unterziehen. Wie der Weg zur Prüfung derartiger Kappen einzuschlagen ist, wird später bei der Besprechung der Stärke der Kuppelgewölbe erörtert werden.

Da die Wangen eines Kloftergewölbes einem Tonnengewölbe angehören, so lassen sich die in Art. 140 (S. 193) für das Tonnengewölbe angegebenen empirischen Regeln auch für das Kloftergewölbe im Allgemeinen verwenden. Als maßgebendes Gewölbstück ist der Hauptstreifen, dessen lothrechte Ebene die Scheitellinie der am weitesten gespannten Gewölbwangen enthält, in Betracht zu ziehen und die hierfür empirisch ermittelte Gewölbstärke in der Regel für die Stärke sämmtlicher Wangen entweder ohne Weiteres oder unter besonderen Verhältnissen nur als Anhalt für eine strengere statische Untersuchung zu Grunde zu legen.

Ist für den erwähnten Hauptstreifen, bezw. für die Hauptstreifen jeder einzelnen Wange nach den in Art. 145 (S. 208) für Tonnengewölbe mitgetheilten empirischen Regeln die Widerlagsstärke berechnet, so werden für die mit rechteckiger Grundfläche angeordnete Widerlagsmauer der zugeordneten Gewölbwange drei Viertel dieser Stärke angenommen. Bei quadratischen Räumen mit einer Seitenabmessung bis zu 6 m kann die Stärke der Widerlagsmauern bei sorgfältiger Ausführung bis auf zwei Drittel der Widerlagsstärke eines dem Hauptstreifen gleichen Tonnengewölbes herabgesetzt werden.

Kloftergewölbe mit großer Pfeilhöhe, besonders die Haubengewölbe, erhalten, abgesehen von etwaigen Ausmauerungen der Zwickel über besonders angelegten Gratbogen, in den meisten Fällen keine besondere Ueberlast, weder durch darauf ruhende Balkenlagen, noch durch hierauf angebrachte Fußböden. Flache Kloftergewölbe dagegen können ähnliche Belastungen, wie Kappengewölbe, erfahren. Als dann sind nach den in Art. 177 (S. 264) gemachten Angaben die Abmessungen der Widerlagsstärken bei diesen Kloftergewölben am besten ohne Herabminderung gleich solchen bei Kappengewölben zu wählen.

3) Ausführung der Kloftergewölbe.

Die Gestaltung der Kloftergewölbe weist schon darauf hin, dass dieselben, als vorzugsweise in ihren Wangen von Tonnengewölben herrührend, auch in ihrer Ausführung sich nach derjenigen der Tonnengewölbe zu richten haben. Sämmtliche Hauptregeln, welche in dieser Beziehung in Kap. 9 (unter c) für das Tonnengewölbe gegeben sind, behalten auch für das Kloftergewölbe ihre Geltung. Aus-

213.
Empirische
Regeln
für die
Gewölbstärke.

214.
Empirische
Regeln
für die
Widerlags-
stärke.

215.
Allgemeines.

nahmen hiervon treten nur bei den in die Klostergewölbkörper eingefügten Kugelkappen ein. Solche Kappen unterliegen im Allgemeinen der Ausführungsweise von Kuppelgewölben, worüber später entsprechende Mittheilungen gemacht werden sollen.

Die Hauptbaufstoffe für Klostergewölbe sind wiederum Backstein, Quader oder dünn-schichtige, lagerhafte Bruchsteine, guter Kalkmörtel, verlängerter Cementmörtel oder Cementmörtel allein, und das hierüber beim Tonnengewölbe in Art. 150 (S. 218) Gefagte ist bei Klostergewölben gleichfalls zu beachten.

216.
Lehrgerüste.

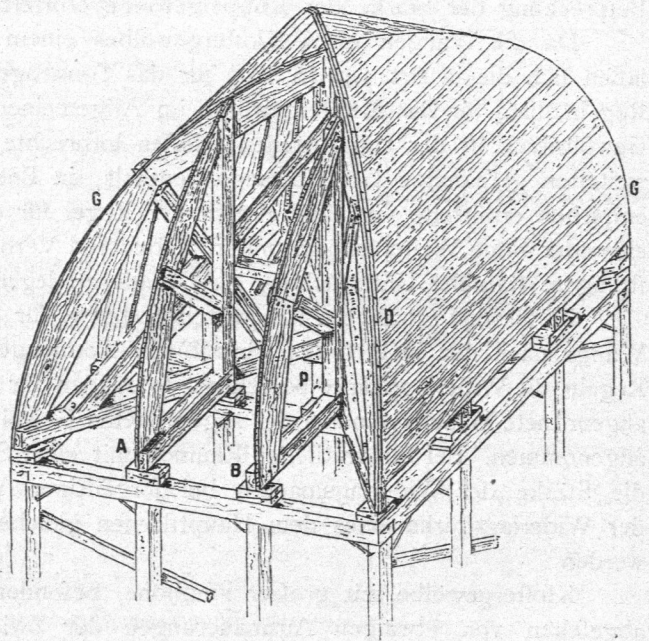
Das gewöhnliche Klostergewölbe wird auf einer Unterschalung, welche auf dem Lehrgerüste ruht, ausgeführt. Die Lehrbogen dieses Gerüstes sind jedoch in Rücksicht auf die in den Graten zusammentreffenden Gewölbwangen in anderer Weise aufzustellen, als beim geraden Tonnengewölbe. Nach Fig. 403 sind die sog. Gratbogen oder Diagonalbogen *G*, bezw. *D* von den sog. Schiff- oder Wangenbogen *A*, *B* zu unterscheiden. Die Gratbogen treten im Scheitellothe des Gewölbes kreuzförmig zusammen.

Liegen die Gratlinien des Gewölbes in einer und derselben lothrechten Ebene, so folgt ein ganzer, für sich bestehender Diagonalbogen *D* dieser Ebene, während die übrigen Gratbogen *G*, ihrer Durchkreuzung mit dem Hauptlehrbogen halber, aus zwei Hälften des Hauptlehrbogens bestehen. Der Kreuzungspunkt dieser Lehrbogen ist durch einen kräftigen Pfosten oder Mäkler *P* zu unterstützen; auch ist für eine Sicherung der Mittelpfosten der eigentlichen Lehrbogen gegen Ausweichen oder Drehen durch Eisenklammern, sog. Stichklammern, zu sorgen, welche nach der Ausführung des Gewölbes wieder leicht beseitigt werden können.

Die Schiffbogen *A*, bezw. *B* legen sich vom Gewölbkämpfer aus gegen die Gratlehrbogen; ihre obere Begrenzungslinie ist nach der Ursprungs-Leitlinie, welche der Gestaltung des Klostergewölbes zu Grunde gelegt war, leicht fest zu legen. Für jede Wange ist die Zahl dieser Schiffbogen so zu bestimmen, daß die freie Länge der darüber angebrachten Schalbretter 1,0 bis 1,5 m beträgt. Die Auflagerung der sämtlichen Lehrbogen an den Endpunkten ihrer Sohle oder Schwelle erfolgt in gleicher Weise, wie bei den Ausrüstungsvorrichtungen der Tonnengewölbe (siehe Art. 155, S. 224). In der Zeichnung sind Doppelkeile als Lagerungen angenommen.

Die Schalung besteht meistens aus einem Bretterbelag von 3 bis 5 cm Stärke; die einzelnen Bretter treten über den Gratbogen, nach der Gratlinie gefugt, stumpf zusammen. Ueber den Grat- und Schiffbogen findet ein Heften der Bretter mit

Fig. 403.



Drahtstiften statt, um auch hierdurch die unverrückbare Stellung der betreffenden Bogen in gewissem Grade mit zu sichern.

Für flache Kloftergewölbe benutzt man zu den Gratbogen und Schiffbogen einfache Wölbfscheiben, wie solche bei Kappengewölben gebräuchlich sind.

Kloftergewölbe mit Kugelkappen erhalten nur eine Schalung der Lehrgerüste, so weit die eigentlichen Gewölbwangen in Frage kommen. Die Kugelkappen werden dazwischen aus freier Hand eingewölbt unter etwaiger Benutzung einer Lehre oder einzelner dünner Wölbfscheiben, deren obere Begrenzung der Kugelfläche entsprechend geschnitten ist.

Abgestumpfte oder offene Kloftergewölbe, deren Wangen, wie in Art. 209 (S. 315) gezeigt ist, cylindrische Laibungsflächen besitzen, erhalten zweckmäfsig eine geschlossene Unterschalung.

Wird für die aus Backsteinen auszuführenden Kloftergewölbe der Verband auf »Kuf« gewählt, so laufen die Lagerfugenkanten der Lage der erzeugenden Geraden der cylindrischen Wölbflächen gemäfs parallel mit den Kämpferlinien, so dafs die gefammte Anordnung mit derjenigen eines Tonnengewölbes übereinstimmt. Läßt man die Gewölbwangen über den Gratlinien oder Kehlen stumpf zusammentreten, so zeigt sich die Kehllinie als Fuge. Soll diese durchlaufende Fuge vermieden werden, so läßt man die einzelnen Schichten über der Gratlinie im Verbande wechselweise übergreifen. Hierdurch entsteht allerdings der Uebelstand, dafs die übergreifenden Ecktheile der Backsteine, welche zwei sich durchdringenden Cylinderchalen angehören, zur Aufnahme der Kehllinie etwas zugehauen werden müssen, wenn nicht bei Gewölben, die keinen Putzüberzug erhalten sollen, bei reicherer Ausführung besondere Formsteine für die übergreifenden Stücke genommen werden. Müssen über den gewöhnlichen Kloftergewölben Balkenlagen hergerichtet werden, welche innerhalb ihrer freien Länge noch einer Unterstützung durch Balkenträger bedürfen, so ist, da diese Träger niemals auf dem Mauerwerk der Gewölbwangen ruhen sollen, für diese Gewölbe die Ausführung selbständiger, genügend starker Grate als Gratbogen erforderlich, welche dann in geeigneter Weise durch Ausmauerung ihrer Zwickel oder durch Aufmauerung einzelner Pfeiler eine Stütze, bezw. eine Auflagerung für die erwähnte Balkenlage oder deren Träger gewähren können. Diese Gratbogen sind als für sich bestehende Tonnengewölbe regelrecht auszuführen. Die Gewölbwangen setzen sich unmittelbar stumpf gegen diese Grate.

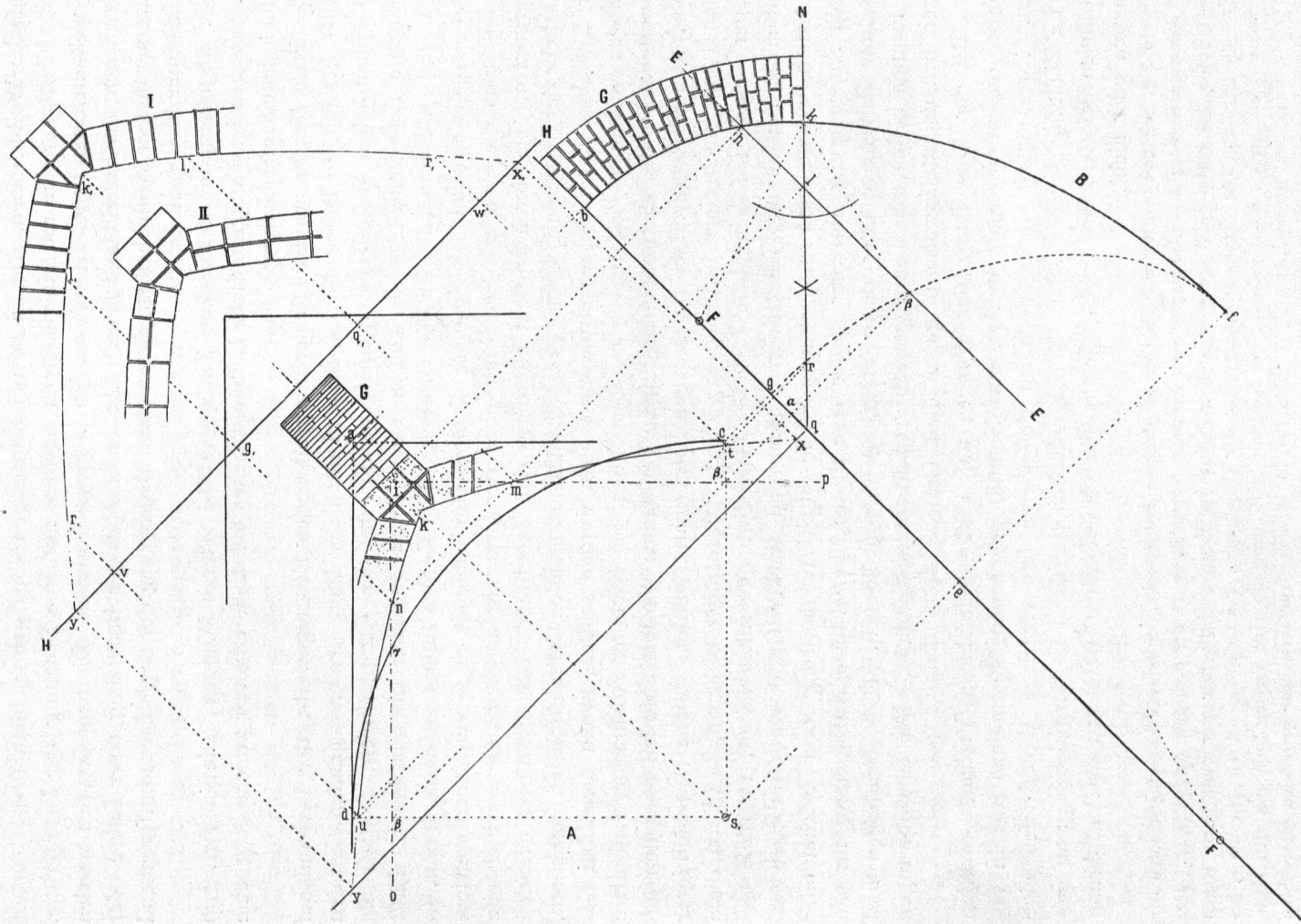
217.
Kloster-
gewölbe
aus
Backsteinen.

Bei der Einwölbung der Wangen auf »Schwalbenschwanz-Verband« werden die bei diesem Verbande in Art. 200 (S. 298) gegebenen allgemeinen Regeln befolgt. Zweckmäfsig wird jedoch im Besonderen den einzelnen Wölbstreifen eine solche Richtung gegeben, dafs die Lagerflächen derselben in Normalebene zu den Kehllinien des Gewölbes liegen, gleichgiltig, ob besondere Gratbogen zur Ausführung kommen oder nicht.

In Fig. 404 sind in tmk und unk die wagrechten Projectionen der inneren Lagerfugenkanten der in k zusammentretenden Wölbstreifen für eine beliebige Normalebene N der Kehllinie bf bestimmt. Der Grundriß des mit einem Kloftergewölbe zu überspannenden Raumes A ist hier der Einfachheit wegen quadratisch gewählt. Die Ursprungsleitlinie oder der Grundbogen des Gewölbes ist als ein um s , beschriebener Viertelkreis cd fest gesetzt. Die Kehllinie wird demnach eine Vierteilellipse mit den Halbaxen eb , ef und den Brennpunkten F , F . Dieselbe ist in einer zur Gratebene parallelen lothrechten Ebene B gezeichnet. Durch einen beliebigen Punkt k des Gratbogens ist eine Normalebene N mit den Spuren kq und qy geführt.

Diese Normalebene schneidet die lothrechte Projection gf des Grundbogens cd im Punkte r , also in einem Grenzpunkte der nach k führenden Lagerkante eines Wölbstreifens. Die wagrechte Projection

Fig. 404.



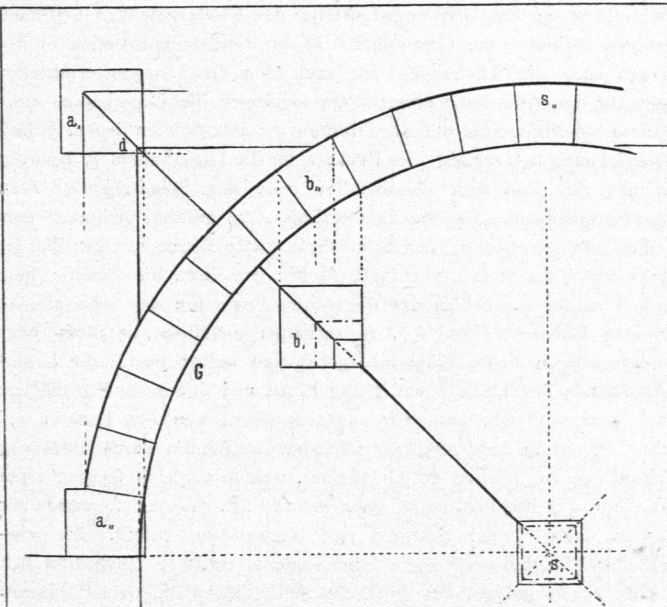
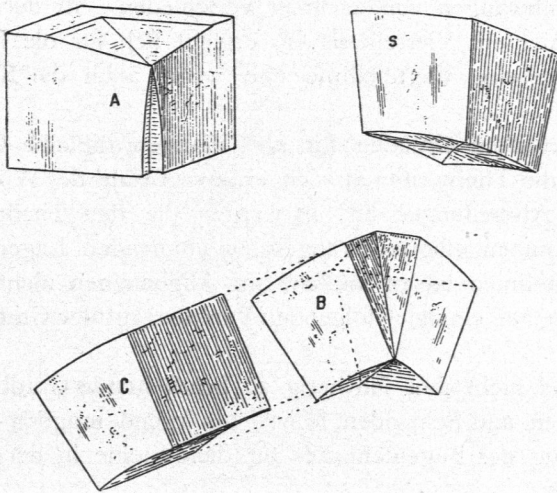
dieses Punktes ist der auf der Grundrifsprojection s, c der Leitlinie cd gelegene Punkt t . Führt man durch die Ebene B und rechtwinkelig hierzu eine beliebige, zwischen den Grenzpunkten r und k gelegene wagrechte Ebene EE , so schneidet dieselbe die Normalebene in dem durch l gehenden Lothe auf der Ebene B und die Gewölbwangen in geraden Erzeugenden derselben, welche, wie aus der Zeichnung zu entnehmen, als ip , bezw. io mittels der Punkte β , in ihrer Grundrifsprojection leicht angegeben werden können.

Die wagrechten Projectionen m und n der Durchstoßpunkte des in l befindlichen Lothes auf B mit den Gewölbwangen liegen auf diesen Erzeugenden und ergeben sich somit wiederum als Punkte der gefuchten wagrechten Projection der Lagerkante, welche dem Normalschnitte N angehört.

Vervollständigt man nach diesen Anleitungen die Linienzüge tmk , bezw. unk , so erhält man die gefuchten Lagerfugenkanten eines Wölbstreifens für eine Normalebene N . Wird dieses Verfahren wiederholt für alle Wangen in Anwendung gebracht, so ergibt sich die Anordnung der Wölbstreifen für den Schwalbenschwanz-Verband.

Nachdem die Projectionen der Lagerkanten der inneren Wölbfläche für eine Schicht ermittelt sind, läßt sich nach der Darstellung I die wirkliche Gestalt x, k, y , derselben finden, wobei z. B. q, l , bezw. g, l , gleich q, l sein muß. Sollen Gratbogen eingeführt werden, so zeigen die beiden Schichtenanordnungen I und II den anzuwendenden Backsteinverband. Die Wölbstreifen setzen sich hierbei mit senkrecht zu k, l , gerichteten Fugen an.

Fig. 405.



Dienen Bruchsteine als Wölbmaterial für Klostergewölbe, so ist unter Beobachtung des Verbandes auf »Kuf« wie bei Backsteinmaterial zu wölben. Im Uebrigen ist das in Art. 169 (S. 245) für Tonnengewölbe aus Bruchsteinen Vorgetragene auch hier zu berücksichtigen.

218.
Kloster-
gewölbe
aus
Bruchsteinen.

Bei Klostergewölben aus Quadern wird der Fugenschnitt für die Lager- und Stosfugenflächen der einzelnen Wölbsteine dem Verbands auf »Kuf« zugeordnet. Die Wölbquadern der Wangen sind einfache Tonnengewölbsteine. Besondere Gestaltung erfordern die Anfänger an den Ecken des Gewölbes, die Gratsteine und der Schlussstein desselben.

219.
Kloster-
gewölbe
aus
Quadern.

In Fig. 405 ist für eine quadratische Grundfläche der Steinfugenschnitt für ein Klostergewölbe mit einem Viertelkreis G als Grundbogen gegeben. Die Ermittlungen der Begrenzungsflächen der einzelnen angeführten Steine lassen sich

durch einfache Anwendungen der darstellenden Geometrie bewirken. Dieselben gehen aus der Zeichnung genügend hervor.

A , gebildet nach seinen Projectionen $a, a'',$ ist der Anfänger; B , ermittelt nach den Projectionen $b, b'',$ ist ein Gratstein. Bei demselben sind fortlaufende Anfätze, welche noch weiter in die Gewölbkappe reichen würden, absichtlich fortgelassen und dieserhalb die Stofs-fugenflächen einfach entsprechend den Lagerfugenflächen abgegrenzt, wie solche bei $b,$ durch die Theilung der Gewölbwangen entstehen. Etwa weiter in die Wangen fortgeführte Anfätze liefern einen hakenförmigen Stein von meistens bedeutenden Abmessungen. Bei der Bearbeitung dieser Werkstücke muß zur Bildung des Hakens ein erheblicher Theil des Materials als überflüssig fortgenommen werden, was bei dem hier gegebenen Fugenschnitt vermieden wird. C ist ein gewöhnlicher Wölbstein der Wange und S endlich der Schlufsstein, dessen Projectionen in $s,$ und $s'',$ vorhanden sind.

Für ein Kloftergewölbe aus Schnittsteinen über einem rechteckigen Raume gelten in den Hauptzügen dieselben Anordnungen für den Fugenschnitt, wie bei dem vorhin behandelten Gewölbe. Die Gratsteine bedürfen jedoch einer besonderen Aufmerksamkeit.

Bei einem rechteckigen Raume (Fig. 406) sind die Leitlinien der unmittelbar neben einander stehenden Gewölbwangen von einander verschieden. Ist der Grundbogen der schmaleren Wange hier ein Viertelkreis, so ergibt sich für die Leitlinie der antretenden breiteren Wange eine Viertelellipse und weiter auch die Kehllinie als die Viertelellipse $o, s''.$

Nimmt man nun aus praktischen Gründen für alle Wangen dieselbe Gewölbstärke und außerdem auch für die Theilweiten der ungeraden Anzahl der Wölbsteine jeder Wange möglichst gleiche Abmessungen an, so werden die den Theilpunkten der Wöblinie von je zwei zusammengefügt Wangen zukommenden Lagerkanten, welche parallel mit den Kämpferlinien laufen müssen, im Allgemeinen nicht in gemeinschaftlichen, der Reihe nach auf einander folgenden Punkten auf der Gratlinie os zusammentreffen.

Um dennoch geeignete und nicht sehr schwierig zu bearbeitende Gratsteine zu erhalten, an welchen spitze Ecken und Schneiden so viel als irgend möglich zu vermeiden sind, kann die Anordnung des Fugenschnittes für diese Steine in der folgenden Weise vorgenommen werden.

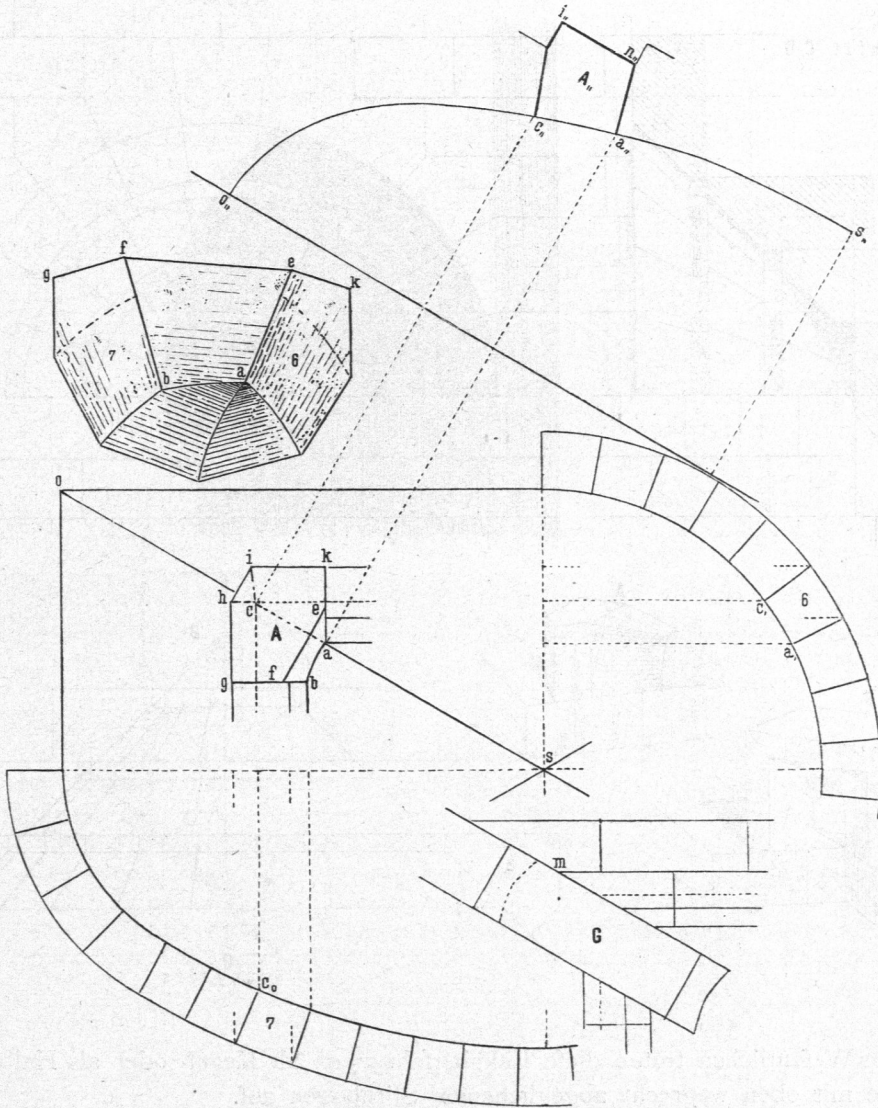
Sind die Theilungen für die Wölbsteine an der Ursprungs-Leitlinie des Kloftergewölbes bestimmt, so mögen die Lagerkanten eines beliebigen Steines δ die Gratlinie os in der Grundrifsprojection in den Punkten a und c schneiden. Sind ferner auch die Theilungen der nach dem Grundbogen ermittelten Wöblinie der antretenden Gewölbwange für die Wölbsteine eingetragen, so mögen die Lagerkanten eines Steines γ denjenigen des Steines δ in ihren Schnittpunkten auf der Gratlinie os am nächsten liegen, jedoch ganz abgesehen davon, dafs, wie in der Zeichnung sich ergibt, der Punkt c für die Lagerkanten $c,$ bezw. c_0 bereits ein gemeinschaftlicher Schnittpunkt ist. Von dem am nächsten nach dem Scheitelpunkte s zu liegenden Schnittpunkte a aus wird eine Normalebene $a, n,$ für die Gratlinie o, s'' geführt und nach dem bei Fig. 404 gezeigten Verfahren die Grundrifsprojection ab der Schnittlinie dieser Ebene mit der Wange, welche die nach o zurückliegende Lagerkante b des Steines γ enthält, so weit ermittelt, bis dieselbe diese Lagerkante in b trifft. Führt man durch a und b parallel zu der wagrechten Projection der Scheitellinien der zusammentreffenden Wangen lothrechte Ebenen ak und $bg,$ so enthalten dieselben die Stofs- oder Stirnflächen des Gratsteines A . Die Begrenzungen dieser Flächen ergeben sich weiter durch die Lagerkanten $ki,$ bezw. $gh,$ welche den Rückenflächen der Steine δ und γ angehören und durch die Stirnflächen dieser Steine selbst. Die Stofsfläche $abfe$ ergibt sich aus dem angenommenen, von den Punkten $a,$ bezw. $c,$ abhängigen lothrechten Schnitte $A,$ des in der Gratebene liegenden Gratsteines, durch Benutzung der durch $n,$ gehenden wagrechten Schnittlinie am Rücken des Gratsteines, welche zugleich fenkrecht auf der Gratebene steht. Die Linie ef ist die wagrechte Projection jener Schnittlinie. Genau so würde für den Punkt c vorzugehen sein. Hierfür ist durch $c,$ der Gratlinie eine Normalebene gelegt. Die wagrechte Projection ihrer Schnittlinie mit der Wange, welche die Lagerkante c_0 enthält, beschränkt sich hier nur auf einen Punkt c . Die Stofsfläche chi ergibt sich nach der Schnittfläche $A,$ ohne Weiteres.

Hätte der Schnittpunkt der Lagerkante von c_0 mit der Gratlinie os eine nähere Lage nach s zu aufgewiesen, als der Schnittpunkt c der Lagerkante c_1 , so würde die wagrechte Projection der Schnittlinie der Normalebene, welche nun dem Gratpunkt, der von c_0 geliefert wäre, angehören müßte, für die Bestimmung des betreffenden Fugenschnittes maßgebend geworden sein.

Im Bilde ist die Form des Gratsteines A noch weiter verdeutlicht; auch sind in demselben die Stoßflächen der Wölbchichten 6 und 7 angegeben. Ein Fugenschnitt, wie bei m und G ist zu vermeiden.

Tritt der Fall ein, daß gegen einen und denselben Gratstein von einer Seite allein oder gar von zwei Seiten zwei Wölbchichten geführt werden müssen, so werden

Fig. 406.



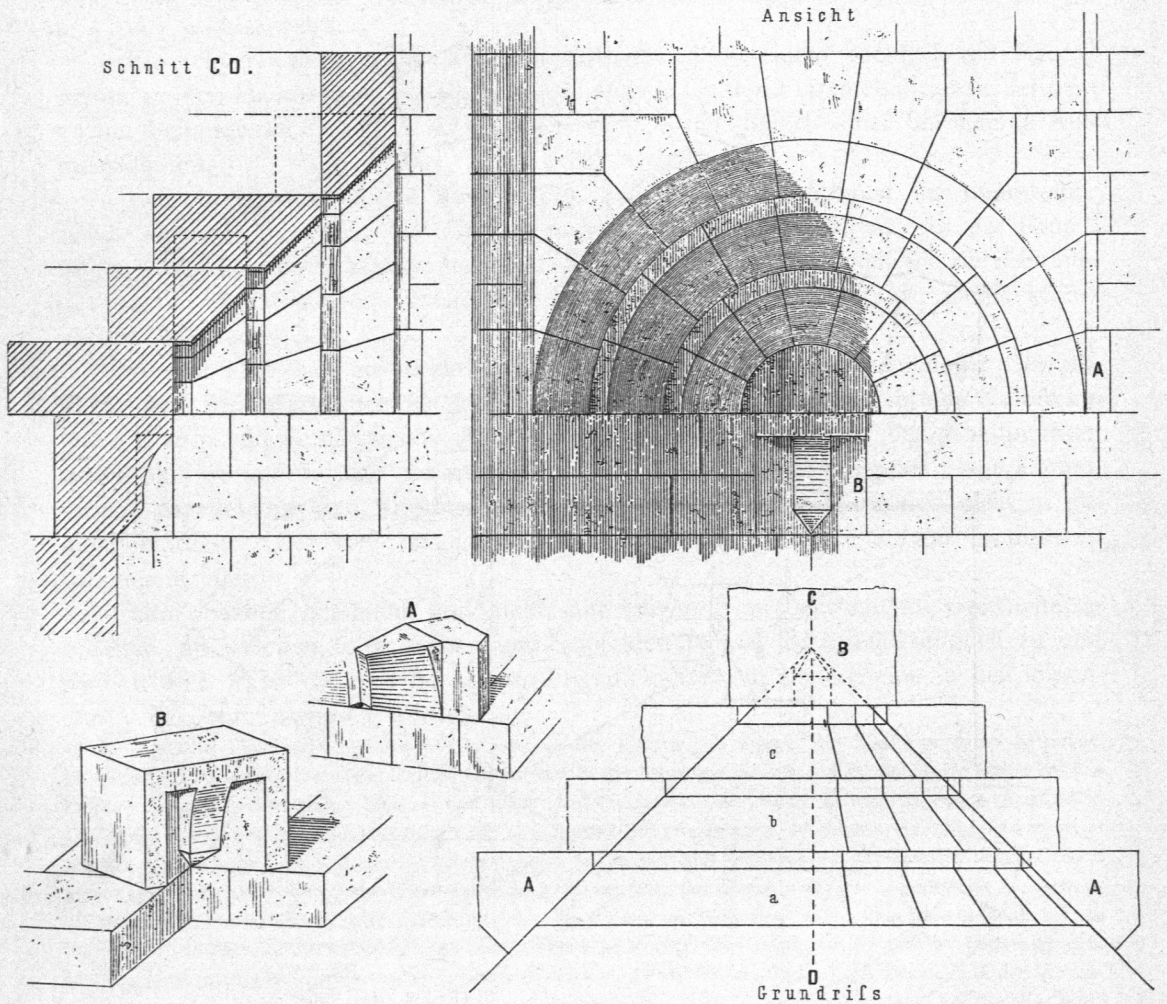
dadurch die grundlegenden Bestimmungen für den Fugenschnitt nicht geändert. Die gekennzeichneten Normalanschnitte sind alsdann nur jedesmal für die beiden äußersten Lagerkanten der antretenden Wölbchichten in Anwendung zu bringen.

Für das Verfetzen der Quader, die Mörtelung und die sonstigen Handhabungen, welche sich dabei geltend machen, kann auf Art. 170 (S. 246) verwiesen werden.

Sind für einzelne Wangen eines Klostergewölbes die in Art. 210 (S. 318) erwähnten Ecküberführungen nothwendig, so werden dieselben aufser der in Fig. 400 (S. 318) angegebenen Anordnung aus über einander lagernden kräftigen Tragsteinen oft weit zweckmäßiger durch besondere Eck- oder Nischengewölbe gebildet.

Am zweckmäßigsten wird für diese Gewölbe Quadermaterial unter Anwendung eines geeigneten Fugenschnittes benutzt.

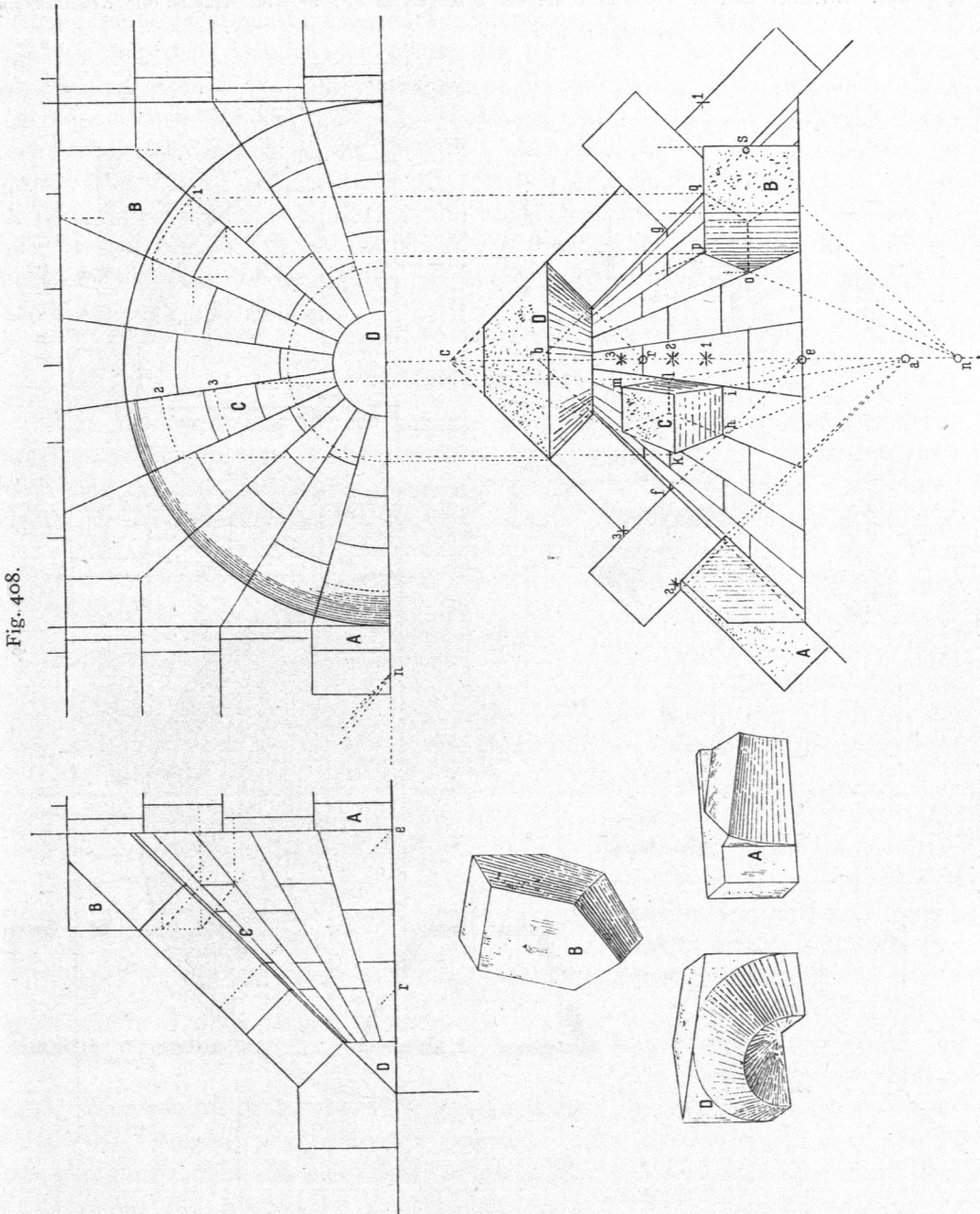
Fig. 407.



Im Wesentlichen treten diese Ecküberführungen als Kegel- oder als Halbkugengewölbe mit oben wagrecht abgeglichenem Stirnbogen auf.

Das aus einzelnen Gewölbzonen oder Quartan hergerichtete einfache kegelförmige Nischengewölbe ist in Fig. 407 dargestellt und hieraus in feiner Anlage und in feinem Fugenschnitte deutlich zu erkennen. Von Wichtigkeit ist eine geeignete Durchbildung des Anfängers oder des fog. Auges *B*, von welchem aus die Ecküberführung zu beginnen hat. Für dieses Auge wird stets ein hinlänglich großes Werkstück benutzt.

Das an sich weniger einfache, vollständige Kegelgewölbe ist als Nischengewölbe in feinem Steinverbande nach Fig. 408 anzuordnen. Die Lagerfugenflächen, welche von der Theilung des Stirnbogens abhängig gemacht werden, laufen gegen das Auge *D*. Sie gehören Ebenen an, welche erweitert sich fämmtlich auf der Kegel-



axe schneiden. Die Stofsfugenflächen dagegen gehören besonderen Kegelflächen an, deren Leitlinien Schnittlinien sind, welche durch Ebenen, parallel zur Stirnlinie des Nischengewölbes geführt, auf der Laibungsfläche dieses Gewölbes hervorgerufen werden und deren Erzeugende gerade Linien sein sollen, welche senkrecht zur Kegelfläche des Nischengewölbes stehen.

Besitzt das Gewölbe eine gleichmäßige Stärke und sind b und c die Spitzen der Kegelflächen der inneren Laibung und des Rückens, so sind bs und cs parallele Erzeugende in der Kämpferebene des Kegelgewölbes. Der Abstand sr dieser Erzeugenden ist der Gewölbstärke gleich. Soll nun z. B. die Stoßfugenfläche opq für die durch o ziehende Stoßfugenkante bestimmt werden, so führt man durch o parallel zur Stirnebene in der Richtung os einen lothrechten Schnitt; alsdann enthält dieser die Stoßfugenkante. Errichtet man in s das Loth auf der Erzeugenden bs , so trifft dasselbe die Kegelaxe im

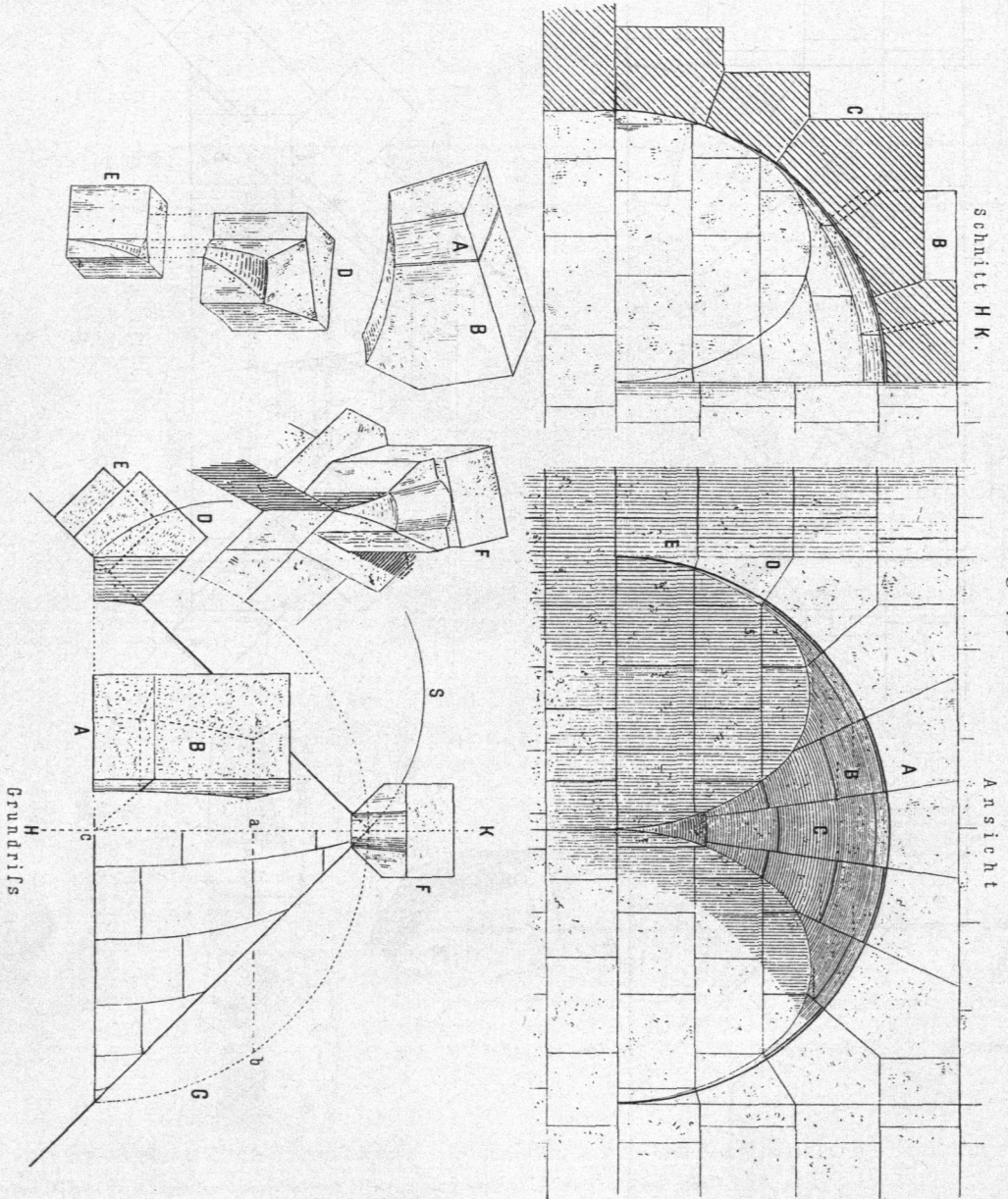


Fig. 409.

Punkte n . Erweitert man ns bis r der Erzeugenden cs der Rückenfläche, legt man durch r wieder eine parallele Ebene zur Stirnebene e des Gewölbes, so giebt rr die Lage der Stoßfugenkante auf der Rückenfläche in der Grundrissprojection an. Da der Punkt q mit Hilfe des Kreisbogens vom Halbmesser rr und der Aufsichtprojection entsprechend zu finden ist, so bleibt nur noch übrig, durch n und o , bzw. durch n und q gerade Linien zu ziehen, um die Grundrissprojection der Stoßfugenfläche opq zu erhalten. Aufsicht und Seitenprojection ergeben sich auf dem aus der Zeichnung ersichtlichen Wege. Nach dem

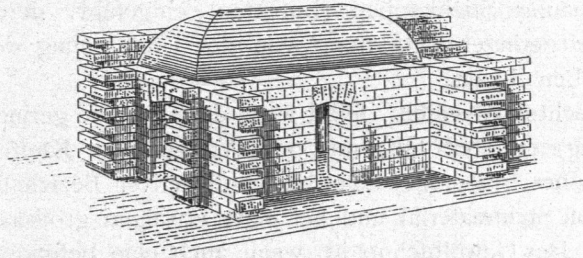
felben Verfahren sind die Punkte a für die Stosfugenfläche hik , e für die Stosfugenfläche lm des Steines C und endlich r für die kegelförmige Stosfugenfläche des Auges D ermittelt. Die im Bilde vorgeführten Steine A , B und D lassen die ihnen zu gebende Form noch näher erkennen.

Das halbkugelförmige Nischengewölbe mit abgechnittenen Seiten ist in Fig. 409 vorgeführt. Bei demselben ist G der größte Kreis einer Kugelfläche, welcher das Nischengewölbe in seiner Laibungsfläche entnommen ist. Der Seitenbogen S ist ein Halbkreis mit dem Durchmesser gleich der schrägen Länge der Eckübertragung. Der Steinfugenschnitt hat den Bedingungen zu entsprechen, daß die sämtlichen Lagerfugenflächen Meridianschnitte der Halbkugel sind, während die Stosfugenflächen Kegelflächen werden sollen, die sämtlich den Mittelpunkt c der Kugelfläche zur Spitze haben. Die Leitlinien dieser Kegelflächen sind Parallelkreise, welche, wie in der Grundriffsprojection z. B. als ab , die Stosfugenkanten enthalten. Nach diesen einfachen Forderungen ist an der Hand von Fig. 409 die Gestaltung der einzelnen Wölbsteine, wovon die wichtigsten besonders noch perspectivisch gezeichnet sind, ohne Schwierigkeiten möglich.

b) Muldengewölbe.

Das Muldengewölbe ist ein längeres Tonnengewölbe mit an den Stirnseiten vorgelegten Wangen eines Klostergewölbes. Dasselbe entsteht, wie Fig. 410 angiebt, durch eine einfache Verbindung der beiden genannten Gewölbformen. Ein gemeinschaftlicher Anfallspunkt der beiden Stirnwangen oder Walme fehlt. Statt eines

Fig. 410.



Scheitelpunktes, wie beim Klostergewölbe, tritt eine mehr oder weniger lange Scheitellinie des eigentlichen Tonnengewölbes auf. Die Anschlußpunkte der Kehl- oder Gratlinien der Stirnwalme sind stets die Endpunkte dieser Scheitellinie, gleichgiltig, ob die schmalen Stirnseiten rechtwinkelig oder schiefwinkelig zu den längeren, einander parallelen Umfangsmauern des zu überwölbenden Raumes stehen.

Je nach der für die Stirnwalme gewählten Weite sind diese Anschlußpunkte fest zu

legen. Die Grundriffsprojectionen der Kehllinien sind gerade Linien, welche von den Ecken der Kämpferlinien nach den Anschluß- oder Anfallspunkten der Scheitellinie gezogen werden. Meistens sind bei einem Rechteck und auch bei einem Trapez als Grundriß die wagrechten Projectionen der Kehllinien Halbirungsfrahen der Winkel an den Ecken des Raumes. Sämtliche Umfangsmauern treten als Widerlager auf.

Alles, was hinsichtlich der Ausmittlung der Leitlinie für die Gewölbwangen und für die Bestimmung der Kehllinien derselben beim einfachen Klostergewölbe gefagt wurde, findet auch unmittelbar wieder Anwendung beim Muldengewölbe.



Dasselbe wird bei Festungsbauten zur Ueberwölbung von Casematten häufig benutzt. In Folge der hohen Erdüberschüttung, welche bei derartigen Bauwerken über dem Gewölbe angebracht wird, ist dasselbe meistens sehr stark herzurichten.

222.
Ausführung.

Die Stabilitäts-Untersuchung im Allgemeinen und die Ausführung der Mulden-
gewölbe im Besonderen erfolgt nach den für das Tonnengewölbe und das einfache
Klostergewölbe gemachten Mittheilungen.

In architektonischer Beziehung nimmt das Mulden-
gewölbe, selbst wenn das-
selbe in feinen Laibungsflächen durch Einfügen von Stichkappen bewegter gestaltet
werden sollte, nur einen mehr untergeordneten Rang ein.

12. Kapitel.

Spiegelgewölbe.

a) Gestaltung der Spiegelgewölbe.

223.
Gestalt.

Das Spiegelgewölbe ist ein Klostergewölbe, welches zwischen der Kämpfer-
ebene und dem Scheitelpunkt durch eine wagrechte Ebene abgeschnitten und in der
dadurch gebildeten Oeffnung durch ein wagrechtes oder schiebbares Gewölbe wieder
geschlossen wird. Die Laibungsfläche dieses wagrechten Gewölbes wird Spiegel
genannt. Wird die Oeffnung zum Anbringen eines Deckenlichtes benutzt, so entsteht
ein Spiegelgewölbe mit Deckenlicht.

Zur weiteren Gliederung des Gewölbes werden in die als Theile von Kloster-
gewölben auftretenden Wangen häufig Stichkappen (Lunetten) eingefügt, deren
Spitzen oder Anfallpunkte in nur geringer Entfernung von der Umrahmung des
Spiegels oder unmittelbar in derselben liegen.

Die Vereinigung eines schiebbaaren Gewölbes, selbst wenn dasselbe eine geringe
Pfeilhöhe (Stich, Stechung, Bufung) erhalten soll, mit den Wangen des Kloster-
gewölbes ist für die Herstellung eines Spiegelgewölbes in constructiver Beziehung
bei ausschließlicher Verwendung von Steinmaterial und bei einer etwaigen größeren
Deckenbildung immerhin mislich. Der Gewölbschub ist, wenn auch eine besondere
Befchwerung des Gewölbes durch eine Nutzlast vermieden wird, im Allgemeinen bei
derartigen Gewölben schon bei der mäßigen Breite des Spiegels von etwa 3 m
ziemlich beträchtlich, so daß auf starke Pressungen im Gewölbkörper und ferner
auch auf kräftige Durchbildung der Widerlagsmauern desselben gerechnet werden
mufs. Aus diesem Grunde werden in der Neuzeit größere Spiegelgewölbe über
Vorhallen, Treppenhäusern, Sälen u. f. w. nicht ohne Anwendung eines eisernen
Stütz- und Tragsystems ausgeführt, welches in seinem Gerippe die Gewöltheile
aufnimmt.

In architektonischer Beziehung hat das Spiegelgewölbe jedoch eine nicht zu
unterschätzende Bedeutung. Erscheint dasselbe vermöge der durch Lunetten unter-
brochenen, vom Widerlager aufsteigenden Hohlkehlen seiner Wangen schon als eine
leicht sich erhebende, mit der Theilung der Umfangswände in harmonischer Ueber-
einstimmung stehende Deckenbildung, so kann die Wirkung der ganzen Anlage durch
Ausfchmückung der hierfür äußerst günstigen Gewölbfächen mit Ornamenten, Ge-
mälden u. f. w. eine Steigerung erfahren, welche den höchsten Anforderungen zu
entsprechen vermag, die an Reichthum und Pracht in der Ausstattung der Spiegel-