Balkendecken

Barkhausen, Georg

Stuttgart, 1895

a) Klostergewölbe

urn:nbn:de:hbz:466:1-77494

11. Kapitel.

Kloftergewölbe und Muldengewölbe.

a) Kloftergewölbe.

1) Geftaltung der Kloftergewölbe.

Das Kloftergewölbe zeigt in feiner Laibungsfläche feitlich neben einander tretende cylindrifche Flächen. Die Erzeugenden derfelben find parallele gerade Linien, wovon die Anfangserzeugende jedesmal eine in der Kämpferebene liegende Seitenlinie der Grundrifsfigur des Gewölbes ift. Ihre Schnittlinien find ebene Curven, jedoch in ihrer Grundrifsprojection gerade Linien, welche von den Ecken der Grundfigur nach einem gemeinfchaftlichen, innerhalb derfelben gelegenen Punkte gezogen werden können. In den meiften Fällen ift diefer Punkt der Schwerpunkt der Grundfigur, immer aber die wagrechte Projection des Scheitelpunktes des Gewölbes. 204. Form.

Ift für irgend eine der cylindrifchen Flächen des Kloftergewölbes eine ebene Curve als Leitlinie feft gefetzt, fo find hiervon fowohl die Leitlinien aller übrigen Wölbflächen, als auch die fämmtlichen Schnitt- oder Durchdringungslinien derfelben abhängig zu machen.

Diefe für eine beliebige Wölbfläche feft zu fetzende Leitlinie kann ein Flachbogen, ein Viertelkreis, ein fteil auffteigender Kreisbogen, ein elliptifcher Bogen, ein Parabelbogen u. f. w. fein. Der tieffte Punkt einer folchen Urfprungs-Leitlinie liegt in der Kämpferebene des Gewölbes, während ihr höchfter Punkt mit dem Scheitelpunkt des Gewölbes zufammenfällt.

Die Grundrifsfigur kann als Dreieck, Quadrat, Rechteck oder als regelmäfsiges, bezw. unregelmäfsiges Vieleck gegeben fein. Das Feftlegen der cylindrifchen Wölbflächen erleidet in der angegebenen grundlegenden Bildung keine Aenderung. Am beften eignen fich jedoch für die Anlage von Kloftergewölben regelmäfsig angeordnete Grundrifsformen.

Die Zahl der einzelnen zufammenzufügenden Flächen entfpricht der Seitenzahl der gegebenen Grundrifsfigur. Ift diefe Figur ein gefchloffener Kreis oder eine gefchloffene Ellipfe, fo entfteht eine Laibungsfläche, welche derjenigen der Kuppelgewölbe entfpricht, die alsdann aber, da nunmehr die Schnittlinien der einzelnen cylindrifchen Flächen verfchwinden, in ihrer Conftruction von derjenigen der Kloftergewölbe wefentlich abweicht.

Ift die Leitlinie der als Beftimmungsfläche genommenen Wölbfläche eine fteil auffteigende, gefetzmäfsig gebildete ebene Curve, fo entfteht bei einem Vieleck als Grundrifsfigur ftets ein Kloftergewölbe, welches auch wohl die Namen Haubengewölbe oder Walmkuppel führt, jedoch nicht mit der Bezeichnung Kuppelgewölbe belegt werden follte.

Da die fämmtlichen Wölbflächen des Kloftergewölbes von den Umfangsfeiten des zu überwölbenden Raumes aus beginnen und jede derfelben als ein Theil eines Tonnengewölbes anzufehen ift, welches an diefen Seiten feine Fufsfläche findet, fo treten fämmtliche Umfangsmauern des Raumes als Widerlagsmauern auf. Der Abftand des vorhin bezeichneten, in feiner wagrechten Projection beftimmten Scheitelpunktes von der wagrechten Kämpferebene beftimmt die Pfeilhöhe oder kurz die

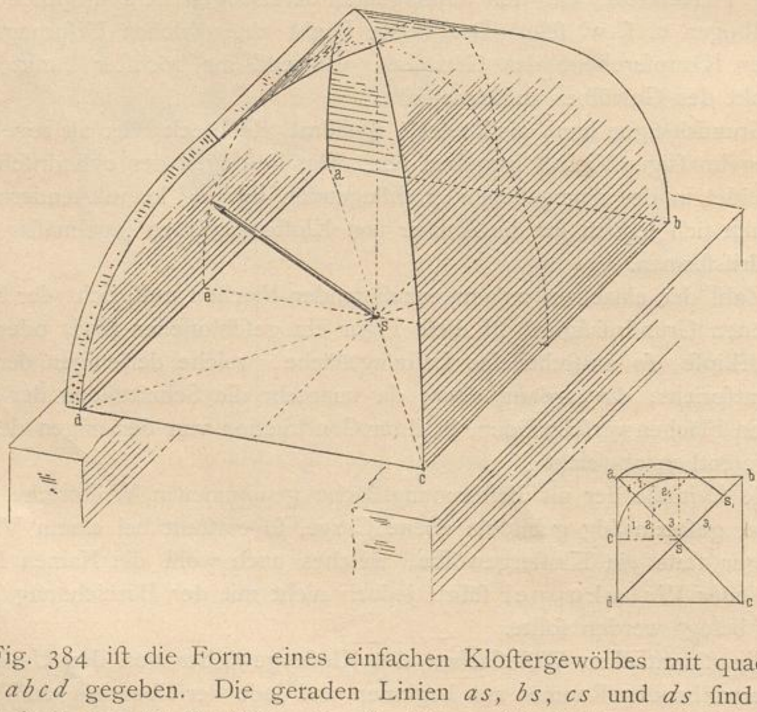
Höhe des Kloſtergewölbes. Dieſelbe kann je nach den für die Durchbildung des Gewölbes zu ſtellenden künſtleriſchen, bezw. ſtatiſchen Anforderungen entſprechend groſs oder klein genommen werden.

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 ſeinen Gunſten zu bewirken iſt, ſo daſs ſich die hier und da auftretende, oft ſtiefmütterlich erſcheinende Behandlung des Kloſtergewölbes vermeiden läſſt.

Fig. 384.



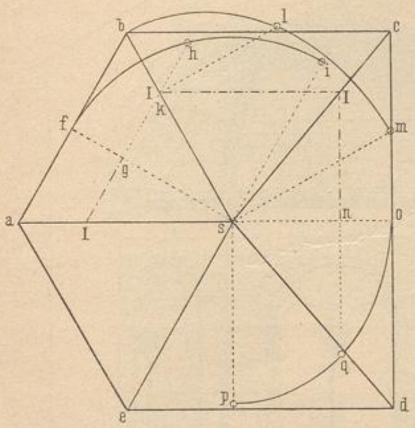
205 Einfache Kloſter-gewölbe.

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 *sc*, 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 ergiebt 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) erwachſen gleichfalls keine Schwierigkeiten. Hier iſt die wagrechte Projection des Scheitelpunktes des Gewölbes der Schwerpunkt s des Fünfeckes $abcde$. Gerade Linien, 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 Umfangsſeiten gefällt werden können. Bei ganz unregelmäſsiger Grundriſsform 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. ſ. f. gehenden geraden Linien sa, sb, sc u. ſ. f.

Fig. 385.



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. ſ. w. dieſer Ebene auf den ſämmtlichen Gewölbflächen, die gleichfalls in einer wagrechten Kämpferebene beginnen, parallel mit den zugehörigen Kämpferlinien der Gewölbkappen, d. h. parallel mit den Seiten der Grundriſsfigur. Gerade Linien mit den Eigenſchaften der Geraden II ſind Erzeugende der Gewölbkappen.

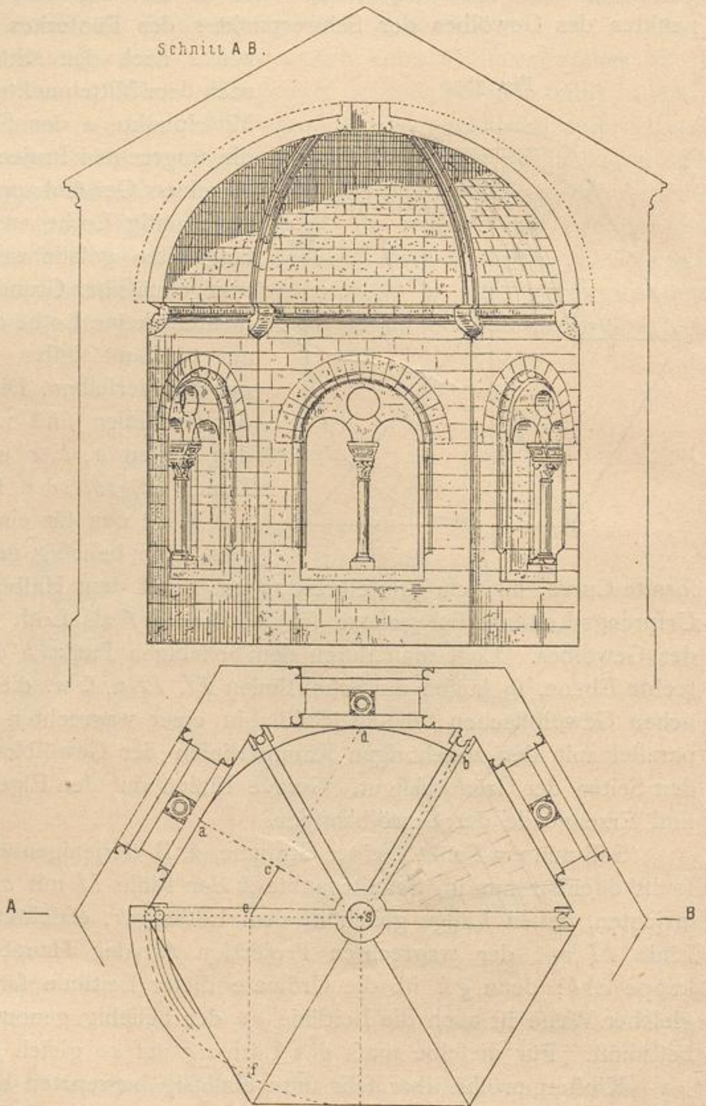
Soll nun ein Punkt l einer Gratlinie, z. B. derjenigen über bs, gefunden werden, ſo iſt offenbar nur im Schnittpunkte k der Linie II mit bs das Loth kl auf bs zu errichten, deſſen Länge gleich iſt dem Lothe gh, errichtet im Schnittpunkte g der Linie II mit der wagrechten Projection fs der Hauptleitlinie 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 Ausmittelung 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 ſämmtlicher 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 ſog. Gratbogen geſtalten, gegen welche ſich die einzelnen Wangen des Kloſtergewölbes legen. Dieſe Gratbogen, entſprechend mit Widerlagsflächen für die Kappen verſehen, treten dann zweckmäſsig in den Kehlen vor und erhalten hier eine mehr oder weniger reiche Gliederung. Durch ſolche Anordnung iſt neben einem Gewinn an architektoniſcher und unter Umſtänden auch an conſtructiver Durchbildung ein Beleben der immerhin ernſt erſcheinenden Gewölbkappen möglich.

Fig. 386.



In Fig. 386 iſt ein derartiges Beiſpiel für ein Kloſtergewölbe über einem regelmäſsig ſechseckigen Raume gegeben. Die Ausmittelung eines Gratbogens iſt unter Berückſichtigung des hierüber bereits Geſagten 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.

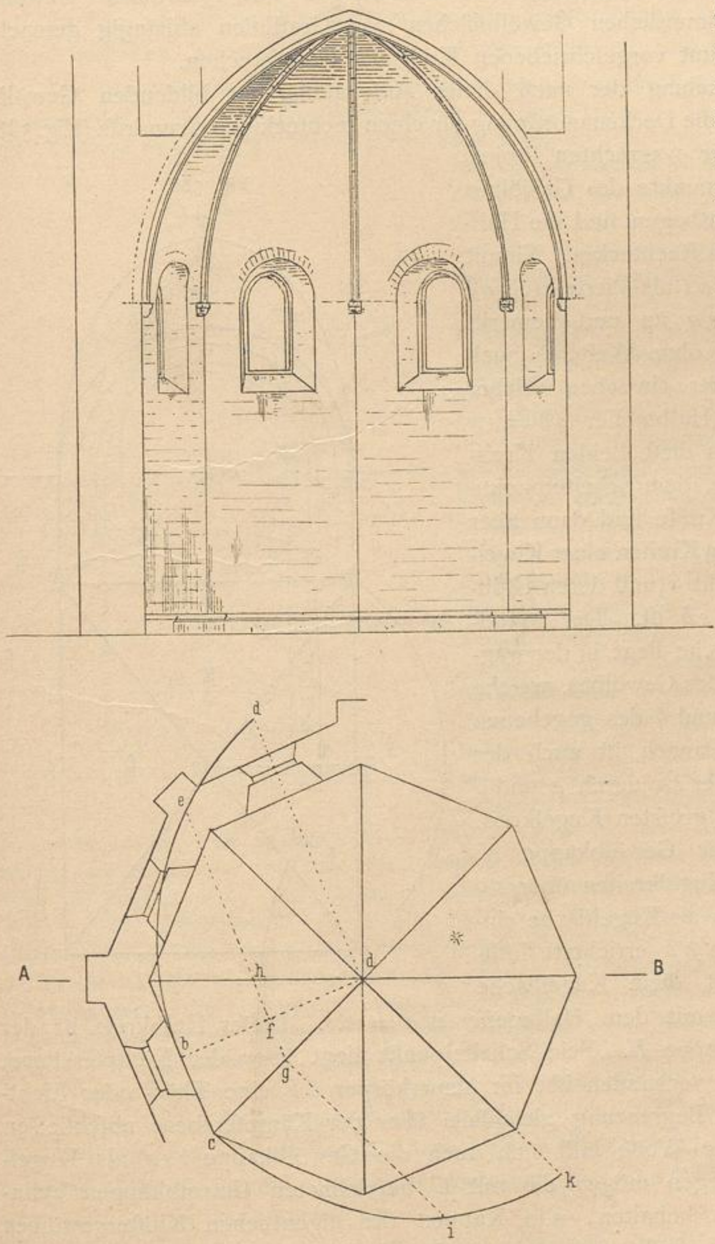
206. Kloſtergewölbe mit Stichkappen.

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

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

Fig. 387.

Schnitt AB.



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 Leitinie *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 Geſtaltung eines Haubengewölbes oder einer Walmkuppel an.

Man kann jedoch ohne Benutzung der eigentlichen Stichkappen in einfacher

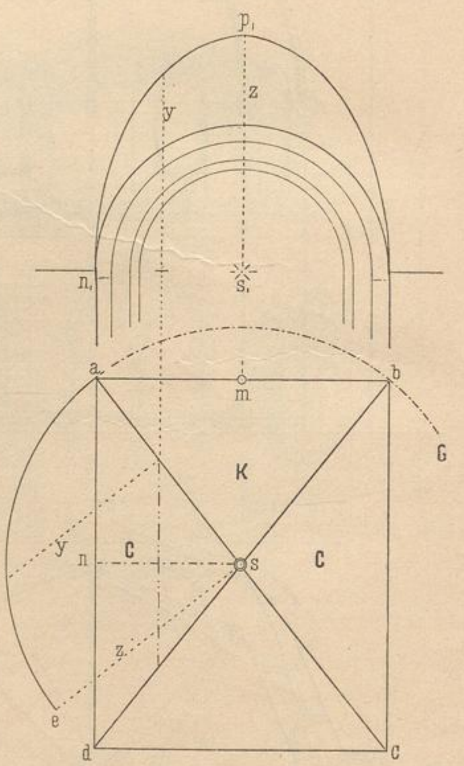
Weiſe, namentlich bei einer Deckenbildung durch Kloſtergewölbe über regelmäſsig begrenzten Grundriſſen, einzelne Umfangsmauern mit gröſseren Thür-, bezw. Fenſteröffnungen verſehen, ſobald eine weitere beſondere Umgeſtaltung des eigentlichen Kloſtergewölbes in Betracht gezogen wird.

207. Kloſtergewölbe mit ſphäriſchen Kappentheilen.

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

Für die Entwickelung 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, daſs 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 gröſsten Kreiſen einer Kugelfläche, deren Mittelpunkt s und deren Halbmeſſer ebenfalls $sa = sb$ iſt. Der Mittelpunkt s dieſer Kugelfläche liegt in der wagrechten 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 gröſster Kugelkreis. Die Laibungsfläche der Gewölbkappe K, welche zwiſchen den Kugelkreiſen über sa und sb liegt, kann alſo als Kugelfläche eingefügt werden. Die in ab errichtete lothrechte Ebene ſchneidet dieſe Kugelfläche nach einem Halbkreiſe mit dem Halbmeſſer $ma = mb$. Dieſer Halbkreis iſt der Stirnbogen der Kugelkappe K. Sein Scheitelpunkt liegt über der Kämpferebene, ſo daſs die Möglichkeit vorhanden iſt, im Mauerkörper ab eine Thür- oder Lichtöffnung mit der oberen Begrenzung gleichfalls über der Kämpferebene abſchlieſsen zu können. In gleicher Weiſe läſst ſich auch die Gewölbkappe csd als Kugelkappe einführen. Dagegen mögen die mit C bezeichneten Gewölbkappen cylindriſche Laibungsflächen behalten, alſo Kappen des eigentlichen Kloſtergewölbes bleiben. Ihre Leitlinien ſind nun aber von den für die Gratlinien as, bezw. bs angenommenen Kreisbogen abhängig zu machen. Dieſe Leitlinien werden hier Viertelellipſen, welche in bekannter Weiſe, z. B. über ns vermittels der Ordinaten y, z u. ſ. w., als $n_1 p_1$ zu beſtimmen ſind.

Fig. 388.



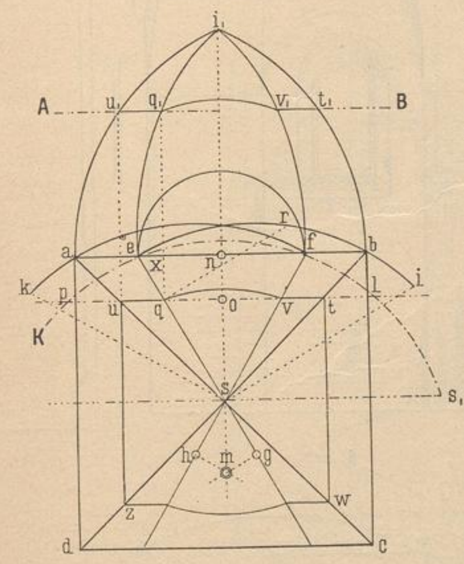
Würden dieſelben Maſsnahmen für eine quadratiſche Plananlage getroffen, ſo entſtänden auch hierbei keine Aenderungen in den grundlegenden Beſtimmungen für die Ausmittelung der Gewölbflächen.

Man braucht aber auch nicht eine einzelne Gewölbkappe in ihrer Geſammtheit 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 Grundriſs-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_1, welcher der Scheitellinie der Kugelkappe entſpricht. Die ſeitlich 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_1 und t_1 dieſelbe lothrechte Höhe $xq_1 = qr$ über der Kämpferebene beſitzen, wie die Punkte q_1 und v_1 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_1q_1 und v_1t_1 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_1v_1 iſt. Der Halbmeſſer nq_1 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_1t_1 gelegte wagrechte Ebene AB ſchneidet die Laibungsflächen des Wölbſyſtems in der Grundriſsprojection 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.

Fig. 389.



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

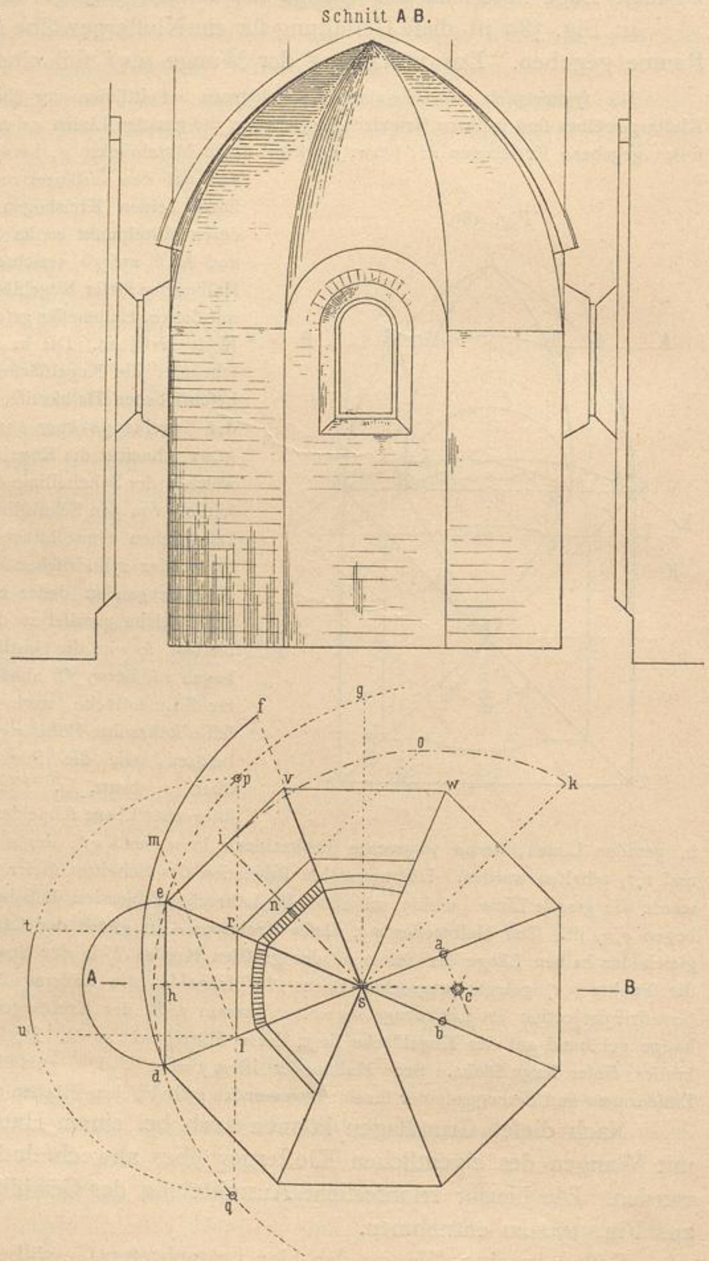
Sollen in einer Wange der hier betrachteten Gewölbe mehrere neben einander liegende Kugelkappen zur weiteren Gliederung der Wangenfläche angebracht werden, ſo tritt nur eine wiederholte Anwendung des angegebenen Verfahrens ein.

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

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

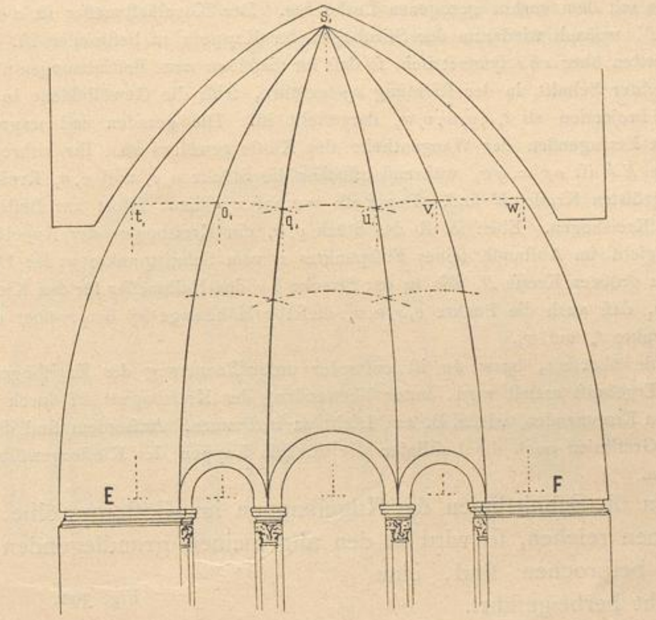
Wenngleich vorweg einer dieser Bogen mit seinem in der Kämpferebene und auf der unter Umständen weit über s hinaus zu verlängernden Geraden es, bezw. hs gelegenen Mittelpunkte beliebig gewählt werden kann, so empfiehlt es sich doch zur Festlegung der Höhe des Scheitels und der Entwickelung der allgemeinen Form des Gewölbes, zuerst einen Versuchskreisbogen 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.

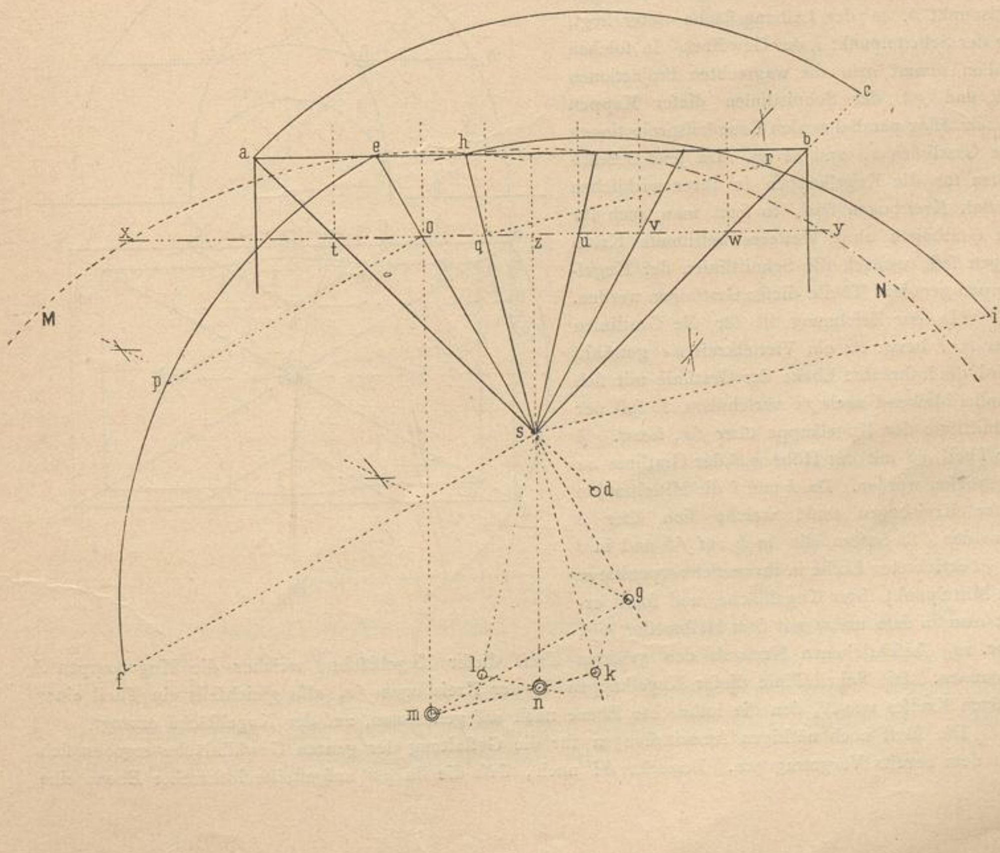
Fig. 390.



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 gesuchten Kreisbogens errichtete Loth trifft die verlängerte Gerade es im Mittelpunkte 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 ergiebt, 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. 391.





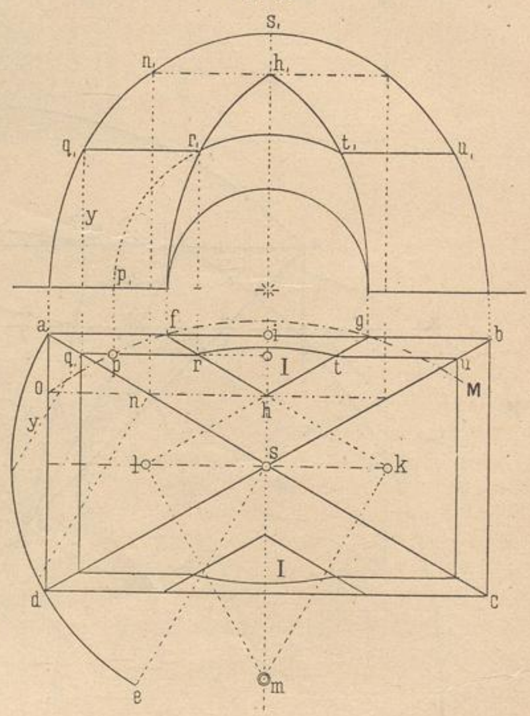
Für die mittlere Kugelkappe z entſprechen beide begrenzenden Schnittlinien demſelben Kreisbogen hi. Erweitert man us und nimmt man $sl = sk$, ſo ſind l und k die Mittelpunkte der Kreisbogen, welche der Kugelfläche dieſer Kappe angehören. Der Kugelmittelpunkt n iſt der Schnittpunkt des in l auf sl errichteten Lothes mit dem vorhin 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 Ergebniſs erzielt wird, unter Verwendung des Kreisbogens hi durch ſog. 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.

Fig. 392.



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.

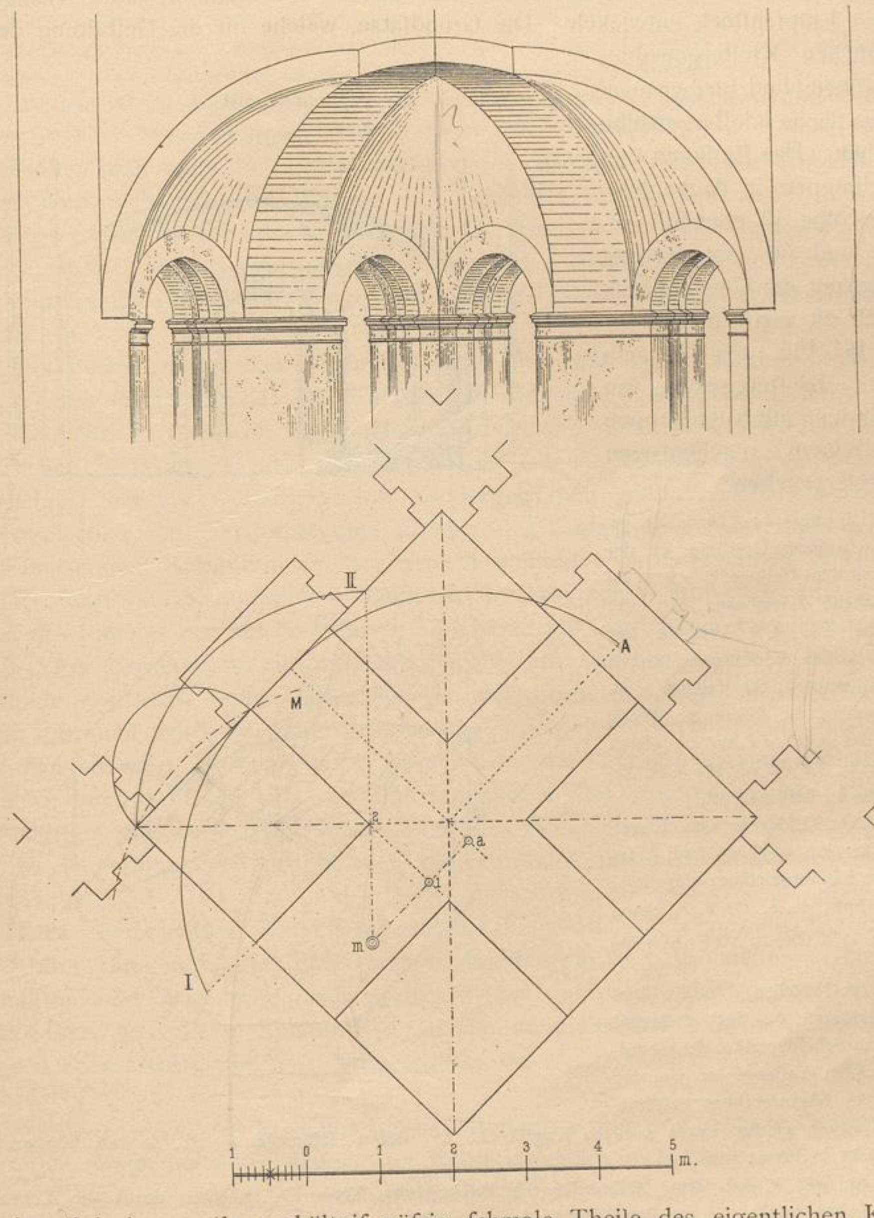
In der Zeichnung iſt für die Gratlinien über as, bezw. bs ein Viertelkreis ae gewählt. Wird die lothrechte Ebene der Gratlinie mit ſich parallel bleibend nach fk verſchoben, ſo ſoll der Schnittlinie der Kugelkappe über fh, bezw. gh der Theil ad mit der Höhe nd der Gratlinie ae zugewieſen werden. Da k 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. Bemerkt ſei noch, daſs die in qu aufgeſtellte lothrechte Ebene eine

Schnittlinie mit der Aufriſsprojection $q, r, tu,$ giebt, während eine wagrechte Ebene, durch $q, u,$ gelegt, die in der Grundriſsprojection gezeichnete Schnittlinie $v q r t u$ 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 Gewölbanordnungen finden ſich bei Bauwerken, welche im Zopf-, bezw. im ſog. Jeſuitenſtil errichtet ſind.

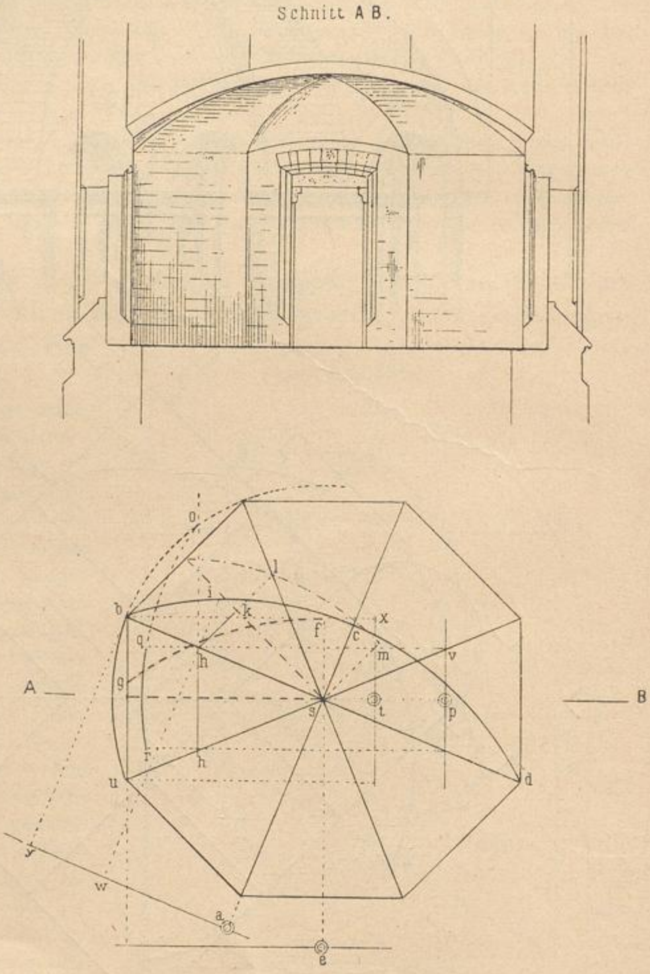
208. Flache Kloſter-gewölbe.

Iſt die Ausgangs-Leitlinie der Wangen eines Kloſtergewölbes eine geſetzmäſsig krumme Linie von nur geringer Pfeilhöhe, ſo entſteht ein ſog. **flaches** oder **flachbogiges** Kloſtergewölbe. Der Scheitelpunkt deſſelben liegt in mäſsiger 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.

Fig. 394.

Schnitt A B.



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 Abſtande 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 Abſtande 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 Halbirungspunkte der Seite *bu* auf die erweiterte Gerade *xm* gefällte und durch *s* ziehende Loth im Punkte *t* den Mittelpunkt für den im Grundrifs niedergelegten Stirnbogen *bu*.

Nimmt man *hh* parallel zu *bu*, fo fchneidet die in *hh* ftehende lothrechte Ebene die Kugelfläche nach einem Kreisbogen *qr* mit dem Mittelpunkte *p* und dem Halbmeffer *wi*. Der Punkt *p* liegt im Schnittpunkte einer zur Linie *hh* parallelen Geraden, für welche $hv = hw = sa$ ift, mit dem erweiterten Lothe *st* auf *bu*. Würde man die Gerade *hh* bis zum Schnittpunkte *o* mit dem Parallelkreife *bo* der Kugelfläche verlängern, fo geht auch der entfprechend fortgeführte, um *p* befchriebene Kreis *rq* durch diefen Punkt *o*.

Die Scheitellinie der Kugelkappe *bsu* ift der um *e* mit dem Halbmeffer $ef = ac$ befchriebene Kreisbogen *gf*. Der Punkt *e* liegt offenbar auf dem Lothe *se* zu *sp* im Abftande $se = sa$.

Läfft man auf eine Kloftergewölbwange ftets der Reihe nach eine Kugelkappe folgen, fo ergiebt fich eine Gewölbanordnung, welche im Schnitte *AB* noch näher verdeutlicht ift.

Wollte man auch bei einem flachbogigen Kloftergewölbe mit Kugelkappen die letzteren nicht bis zum Scheitel des Gewölbes reichen laffen, fo ift in der Grundlage für folche Anordnung nach dem in Art. 207 (S. 213) Gefagten zu verfahren. Hierbei ift nur, wie bei Fig. 394 foeben gezeigt, immer der Abftand des Kugelmittelpunktes von der wagrechten Kämpferebene gehörig in Rückficht zu nehmen.

Das Beftreben, in den Umfangsmauern eines mit einem Kloftergewölbe abgefchloffenen Raumes, über die Kämpferlinie deffelben hinausgehend, Thür- oder Lichtöffnungen in thunlichft ungehinderter Weife anbringen zu können, ohne von eigentlichen Stichkappen oder von befonderen eingefügten Kugelkappen Gebrauch zu machen, hat zur Geftaltung von Kloftergewölben geführt, deren cylindrifche Laibungsflächen von den lothrechten Ebenen der Umfangsfeiten des Raumes nicht mehr in geraden Kämpferlinien, fondern in auffteigenden Bogenlinien gefchnitten werden. Von den Kämpferlinien bleibt in der wagrechten Kämpferebene an den Ecken des Raumes nur ein Punkt übrig; die benutzten Gewölbflächen gehören gleichfam in ihrer Erweiterung einem Kloftergewölbe an, welches für einen befonderen, eingebildeten Raum, deffen Grundrifs von der Form des gegebenen Raumes abhängig gemacht wird, in feiner Geftaltung feft gelegt wurde. Aus diefem zu Hilfe genommenen Kloftergewölbe bildet man das zur Anwendung kommende Gewölbe durch Abftumpfung der Laibungsflächen des erfteren, indem man das Urfprungsgewölbe von den Umfangsfeiten des gegebenen Raumes fchneiden läfft und die fo entftandenen Schnittlinien als Stirnlinien für das eigentliche Gewölbe verwendet. 209. Klofter-gewölbe mit Abftumpfungen.

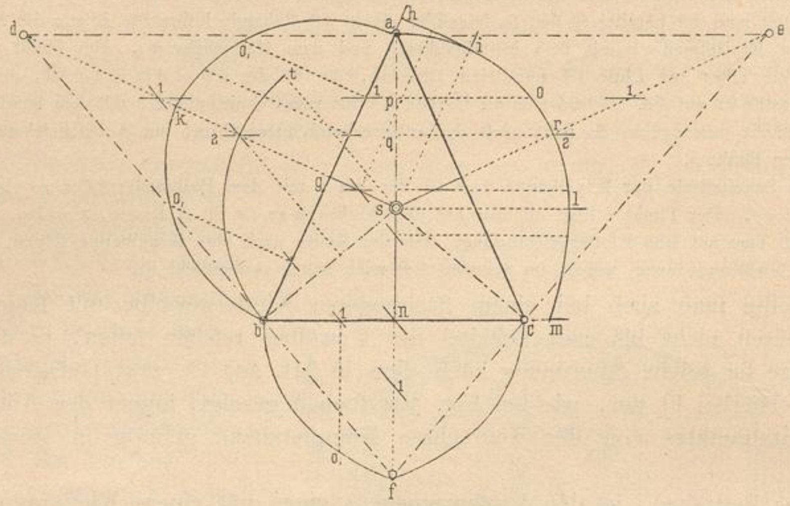
Unter Beibehaltung diefer Grundentwickelung laffen fich die »Kloftergewölbe mit Abftumpfungen« oder die »offenen Kloftergewölbe« in mannigfachfter, in architektonifcher Beziehung auch günftiger und anfprechender Weife ausbilden. Ueber einem dreieckigen Raume ift z. B. eine zu diefer Gruppe von Gewölben gehörige Deckenconftruction des Sanctuariums der *Nôtre-Dame*-Kirche in Paris ausgeführt[176]).

Zunächft möge die Erzeugung eines Kloftergewölbes mit Abftumpfungen auch hier unter Benutzung eines dreieckigen Raumes gezeigt werden.

Das Dreieck *abc* (Fig. 395) fei die gegebene Grundrifsform. Vom Schwerpunkt *s* deffelben gehen nach den Ecken *a*, *b*, *c* des Dreieckes die wagrechten Projectionen der Leitlinien des eigentlichen zu erzeugenden Kloftergewölbes. Zieht man von *s* die gehörig erweiterten Lothe *sd*, *se*, *sf*, fo läfft fich dem Dreiecke *abc* das Dreieck *def* umfchreiben. Betrachtet man diefes Dreieck *def* als Grundrifs eines

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

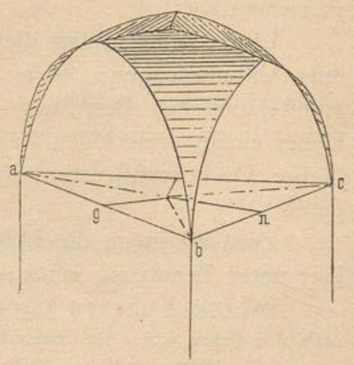
Fig. 395.



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 Hilfsgewölbes und *dse*, *esf*, *fsd* die Grundrissprojectionen der cylindrischen Wangen desselben. Setzt man für eine Wange, z. B. für *fsd*, ihre Leitlinie über *sb* als eine gesetzmäßig gebildete krumme Linie, hier als einen Viertelkreis *bt* fest, so können, nachdem die Ausmittelung 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 Maßnahmen getroffen werden. Mit Hilfe von Erzeugenden *11*, *22* ganz im Sinne von dem in Art. 205 (S. 305) Gesagten geführt, ergeben sich unter steter Benutzung der Ursprungs-Leitlinie *bt* in leichter und aus der Zeichnung zu ersehender Weise die Stirnlinien *akb*, *bfc* u. s. f. als Ellipsenstücke, 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. s. f., welche offenbar Theile der Gratlinien des Klostergewölbes über dem Ergänzungsraume *def* sind.

Wie das Bild in Fig. 396 ergiebt, sind durch ein derart geschaffenes, abgestumpftes Klostergewölbe reichlich grosse 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.

Fig. 396.

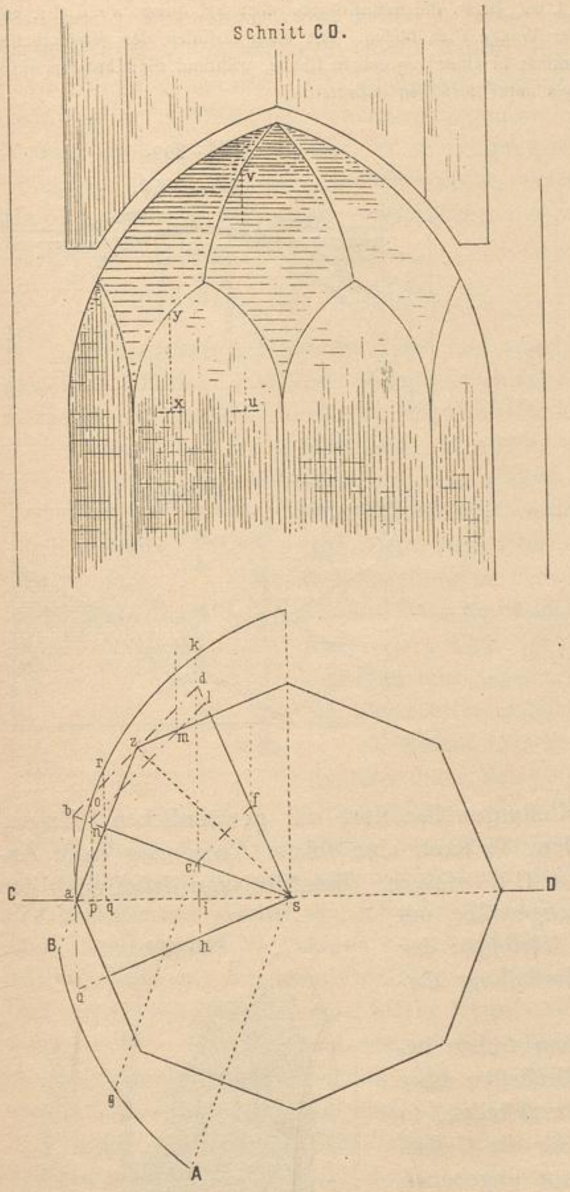


Ist die Grundrissfigur eines abgestumpften oder offenen Klostergewölbes ein regelmäßiges Vieleck, so erfolgt das Festlegen der Gewölbflächen im Allgemeinen nach denselben Grundsätzen, wie solche für das Dreieck angegeben sind.

In Fig. 397 ist ein regelmäßiges Achteck als Grundrissprojection eines abgestumpften Haubengewölbes angenommen. Wird diesem Grundriss ein neues Achteck umschrieben, so ist z. B. das Dreieck *bsd* die Grundrissprojection 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 beliebig gewählte, in *a* beginnende Kreisbogen *k*. –

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 nothwendig 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. s. f., so können dieselben als die Grundrissprojectionen von Gratlinien des zu schaffenden Gewölbes angenommen werden. Behandelt man nun die Stücke, welche dem Theile $seaf$ entsprechen, als abgestumpfte Klostergewölbe, während die antretenden Theile wie t, i, v u. s. 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 Grundriss für das ergänzende Klostergewölbe jener Wange. Die Leitlinie ist der über as liegende, um m beschriebene flache Kreisbogen ab.

Nach diesem Grundbogen ergiebt sich unter Anwendung der wagrechten Projectionen zugehöriger Erzeugenden wie ef und fp; i, n und k; q und t 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. ſ. w., bezw. die Schnittlinien über af, bezw. ae u. ſ. f. und endlich auch Punkte wie i, der Leitlinie der Wange i zu finden. Die Kämpferlinien der gewöhnlichen Kloſtergewölbwangen i, t u. ſ. f. liegen ſämmtlich in einer wagrechten Ebene, während die Kämpferpunkte der abgeſtumpften Wangen um eine Höhe gh unter derſelben auftreten.

Fig. 398.

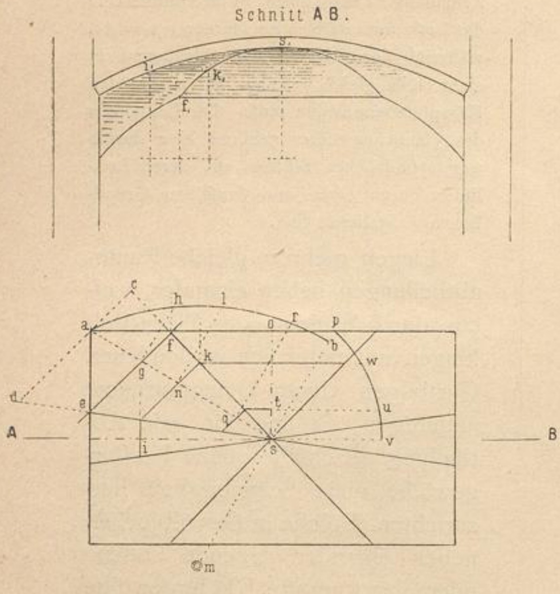
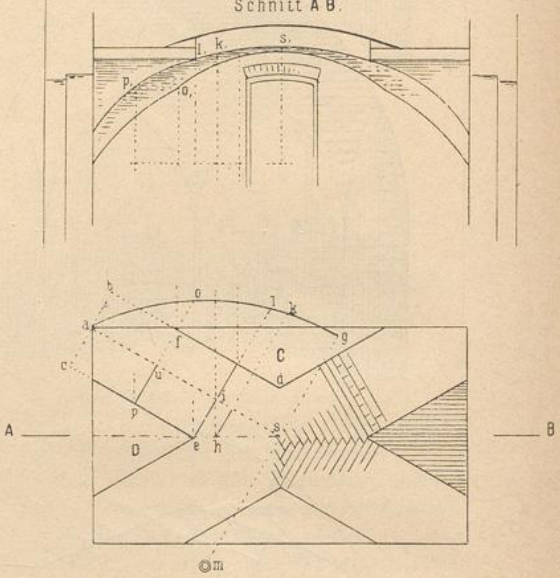
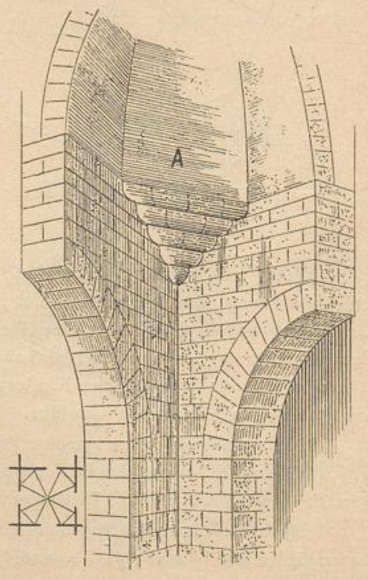


Fig. 399.



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

Fig. 400.



210. Eck-überführungen etc.

Sind Kloſtergewölbe, wie ſchon früher bemerkt, im Allgemeinen am vortheilhafteſten über regelmäſsig geſtalteten Grundriſſen herzuſtellen, ſo laſſen ſich unter Beobachtung der für die Geſtaltung von ſolchen Gewölben überhaupt gegebenen Entwickelungen auch bei dieſen oder jenen gewählten Umformungen ſelbſt Räume mit unregelmäſsig 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.

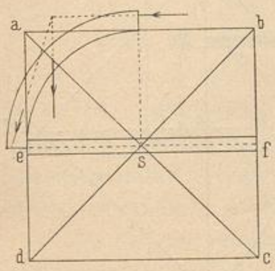
Iſt die Grundriſsform ein regelmäſsiges Vieleck von n Seiten und ſoll für dieſelbe ein Kloſtergewölbe mit $2n$-Wangen angelegt werden, ſo iſt für die Kämpferlinien dieſes Gewölbes dem gegebenen n-Eck ein $2n$-Eck einzuſchreiben. In ſolchem Falle haben n Seiten des eingeſchriebenen Vieleckes ohne Weiteres 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 ſog. Eck- oder Niſchengewölbe, wovon bei der Ausführung der Kloſtergewölbe (unter 3) noch weiter geſprochen werden ſoll, in Anwendung kommen.

2) Stärke der Kloſtergewölbe und ihrer Widerlager.

211. Gewölbſtärke.

Beim einfachen Kloſtergewölbe 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 unzweckmäſsigen oder übertriebenen Ueberlaſtung abgeſehen wird, ein kleinerer Gewölbſchub auftreten muſs.

Fig. 401.

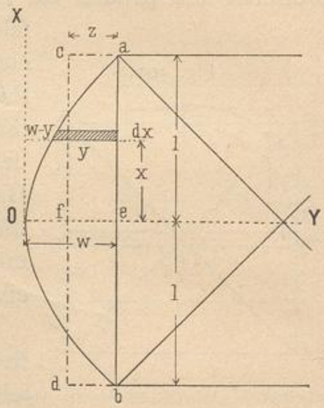


Beſtimmt man die Stabilität und die Stärke des Hauptſtreifens unter der üblichen Annahme, daſs die Breite desſelben gleich einer Längeneinheit ſei, ganz nach den für die Beſtimmung der Stärke der Tonnengewölbe in Kap. 9 (unter b) gegebenen Entwickelungen, ſo giebt man aus praktiſchen Gründen den ſämmtlichen Wölbſtreifen der betreffenden Wange die gefundene Stärke. Würden bei einem Kloſtergewölbe 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 Verbande, welcher wohl bei flachen Kloſtergewölben, ſeltener 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, ſämmtlich 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.

Fig. 402.



Die krumme Linie $a\,O\,b$ 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 $a\,b\,c\,d$, bezw. die Hälfte deſſelben $a\,e\,f\,c$ ſoll dieſelbe Stabilität beſitzen, wie die Parabelfläche $a\,b\,O$, bezw. wie die Hälfte $a\,e\,O$ 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 $a\,e\,f\,c$ in Bezug auf die Drehkante $f\,c$ als

$$\mathfrak{M} = l\,z\,\frac{z}{2} = \frac{l}{2}\,z^2 \quad \ldots \quad 222.$$

Für einen Elementarſtreifen von der Breite y und der Länge dx im Abſtande x von der Linie w der Parabelfläche $a\,e\,O$ iſt das Stabilitätsmoment $d\mathfrak{M}_,$ in Bezug auf die Auſsenkante

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

woraus durch Integration das Stabilitätsmoment $\mathfrak{M}_,$ der Parabelfläche $a\,e\,O$ folgt als

$$\mathfrak{M}_, = \frac{1}{2}\int_{x=o}^{x=l} y^2 \,.\, dx \quad \ldots \quad 223.$$

Nun iſt aber für die Parabel $O\,a$, 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 ergiebt ſich

$$\mathfrak{M}_, = \frac{w^2}{2\,l^4}\int_{x=o}^{x=l} (l^2 - x^2)^2\,dx \quad \ldots \quad 224.$$

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

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

woraus nach Ausführung der Integration

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

oder fchliefslich

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

zu beftimmen ift.

Hiernach erfcheint 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, Gewölbftärke und Belaftung, wie daffelbe durch den Hauptftreifen in der Gewölbwange gegeben ift. Daffelbe Ergebnifs ift bereits von *Rondelet* durch Verfuche an Modellen feft geftellt.

Treten bei Kloftergewölben Vereinigungen cylindrifcher Wangen mit Kugelkappen auf, fo find letztere einer befonderen Stabilitäts-Unterfuchung zu unterziehen. Wie der Weg zur Prüfung derartiger Kappen einzufchlagen ift, wird fpäter bei der Befprechung der Stärke der Kuppelgewölbe erörtert werden.

213. Empirifche Regeln für die Gewölbftärke.

Da die Wangen eines Kloftergewölbes einem Tonnengewölbe angehören, fo laffen fich die in Art. 140 (S. 193) für das Tonnengewölbe angegebenen empirifchen Regeln auch für das Kloftergewölbe im Allgemeinen verwenden. Als mafsgebendes Gewölbftück ift der Hauptftreifen, deffen lothrechte Ebene die Scheitellinie der am weiteften gefpannten Gewölbwangen enthält, in Betracht zu ziehen und die hierfür empirifch ermittelte Gewölbftärke in der Regel für die Stärke fämmtlicher Wangen entweder ohne Weiteres oder unter befonderen Verhältniffen nur als Anhalt für eine ftrengere ftatifche Unterfuchung zu Grunde zu legen.

214. Empirifche Regeln für die Widerlagsftärke.

Ift für den erwähnten Hauptftreifen, bezw. für die Hauptftreifen jeder einzelnen Wange nach den in Art. 145 (S. 208) für Tonnengewölbe mitgetheilten empirifchen Regeln die Widerlagsftärke berechnet, fo werden für die mit rechteckiger Grundfläche angeordnete Widerlagsmauer der zugeordneten Gewölbwange drei Viertel diefer Stärke angenommen. Bei quadratifchen Räumen mit einer Seitenabmeffung bis zu 6 m kann die Stärke der Widerlagsmauern bei forgfältiger Ausführung bis auf zwei Drittel der Widerlagsftärke eines dem Hauptftreifen gleichen Tonnengewölbes herabgefetzt werden.

Kloftergewölbe mit grofser Pfeilhöhe, befonders die Haubengewölbe, erhalten, abgefehen von etwaigen Ausmauerungen der Zwickel über befonders angelegten Gratbogen, in den meiften Fällen keine befondere Ueberlaft, weder durch darauf ruhende Balkenlagen, noch durch hierauf angebrachte Fufsböden. Flache Kloftergewölbe dagegen können ähnliche Belaftungen, wie Kappengewölbe, erfahren. Alsdann find nach den in Art. 177 (S. 264) gemachten Angaben die Abmeffungen der Widerlagsftärken bei diefen Kloftergewölben am beften ohne Herabminderung gleich folchen bei Kappengewölben zu wählen.

3) Ausführung der Kloftergewölbe.

215. Allgemeines.

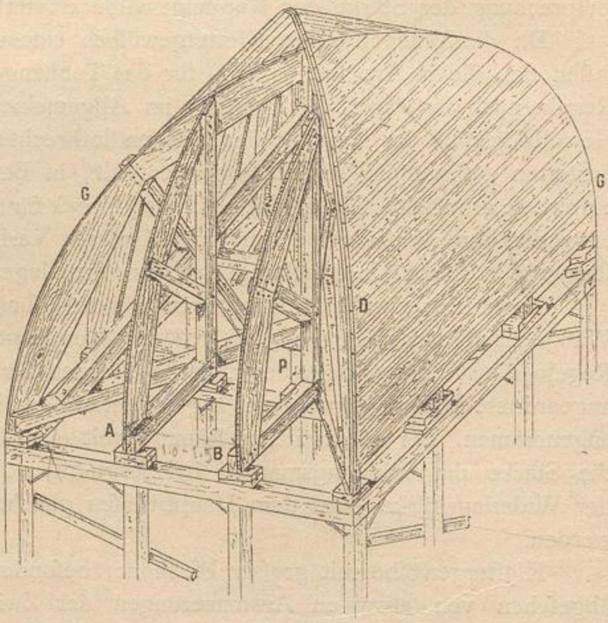
Die Geftaltung der Kloftergewölbe weist fchon darauf hin, dafs diefelben, als vorzugsweife in ihren Wangen von Tonnengewölben herrührend, auch in ihrer Ausführung fich nach derjenigen der Tonnengewölbe zu richten haben. Sämmtliche Hauptregeln, welche in diefer Beziehung in Kap. 9 (unter c) für das Tonnengewölbe gegeben find, behalten auch für das Kloftergewölbe ihre Geltung. Ausnahmen hiervon treten nur bei den in die Kloftergewölbkörper eingefügten Kugelkappen ein. Solche Kappen unterliegen im Allgemeinen der Ausführungsweife von Kuppelgewölben, worüber fpäter entfprechende Mittheilungen gemacht werden follen.

Die Hauptbauftoffe für Kloftergewölbe find wiederum Backftein, Quader oder dünnfchichtige, lagerhafte Bruchfteine, guter Kalkmörtel, verlängerter Cementmörtel oder Cementmörtel allein, und das hierüber beim Tonnengewölbe in Art. 150 (S. 218) Gefagte ift bei Kloftergewölben gleichfalls zu beachten.

216. Lehrgerüfte.

Das gewöhnliche Kloftergewölbe wird auf einer Unterfchalung, welche auf dem Lehrgerüfte ruht, ausgeführt. Die Lehrbogen diefes Gerüftes find jedoch in Rückficht auf die in den Graten zufammentreffenden Gewölbwangen in anderer Weife aufzuftellen, als beim geraden Tonnengewölbe. Nach Fig. 403 find die fog. Gratbogen oder Diagonalbogen *G*, bezw. *D* von den fog. Schift- oder Wangenbogen *A*, *B* zu unterfcheiden. Die Gratbogen treten im Scheitellothe des Gewölbes kreuzförmig zufammen. Liegen die Gratlinien des Gewölbes in einer und derfelben lothrechten Ebene, fo folgt ein ganzer, für fich beftehender Diagonalbogen *D* diefer Ebene, während die übrigen Gratbogen *G*, ihrer Durchkreuzung mit dem Hauptlehrbogen halber, aus zwei Hälften des Hauptlehrbogens beftehen. Der Kreuzungspunkt diefer Lehrbogen ift durch einen kräftigen Pfoften oder Mäkler *P* zu unterftützen; auch ift für eine Sicherung der Mittelpfoften der eigentlichen Lehrbogen gegen Ausweichen oder Drehen durch Eifenklammern, fog. Stichklammern, zu forgen, welche nach der Ausführung des Gewölbes wieder leicht befeitigt werden können.

Fig. 403.



Die Schiftbogen *A*, bezw. *B* legen fich vom Gewölbkämpfer aus gegen die Gratlehrbogen; ihre obere Begrenzungslinie ift nach der Urfprungs-Leitlinie, welche der Geftaltung des Kloftergewölbes zu Grunde gelegt war, leicht feft zu legen. Für jede Wange ift die Zahl diefer Schiftbogen fo zu beftimmen, dafs die freie Länge der darüber angebrachten Schalbretter 1,0 bis 1,5 m beträgt. Die Auflagerung der fämmtlichen Lehrbogen an den Endpunkten ihrer Sohle oder Schwelle erfolgt in gleicher Weife, wie bei den Ausrüftungsvorrichtungen der Tonnengewölbe (fiehe Art. 155, S. 224). In der Zeichnung find Doppelkeile als Lagerungen angenommen.

Die Schalung befteht meiftens aus einem Bretterbelag von 3 bis 5 cm Stärke; die einzelnen Bretter treten über den Gratbogen, nach der Gratlinie gefugt, ftumpf zufammen. Ueber den Grat- und Schiftbogen findet ein Heften der Bretter mit

Drahtftiften ftatt, um auch hierdurch die unverrückbare Stellung der betreffenden Bogen in gewiffem Grade mit zu fichern.

Für flache Kloftergewölbe benutzt man zu den Gratbogen und Schiftbogen einfache Wölbfcheiben, wie folche bei Kappengewölben gebräuchlich find.

Kloftergewölbe mit Kugelkappen erhalten nur eine Schalung der Lehrgerüfte, fo weit die eigentlichen Gewölbwangen in Frage kommen. Die Kugelkappen werden dazwifchen aus freier Hand eingewölbt unter etwaiger Benutzung einer Lehre oder einzelner dünner Wölbfcheiben, deren obere Begrenzung der Kugelfläche entfprechend gefchnitten ift.

Abgeftumpfte oder offene Kloftergewölbe, deren Wangen, wie in Art. 209 (S. 315) gezeigt ift, cylindrifche Laibungsflächen befitzen, erhalten zweckmäfsig eine gefchloffene Unterfchalung.

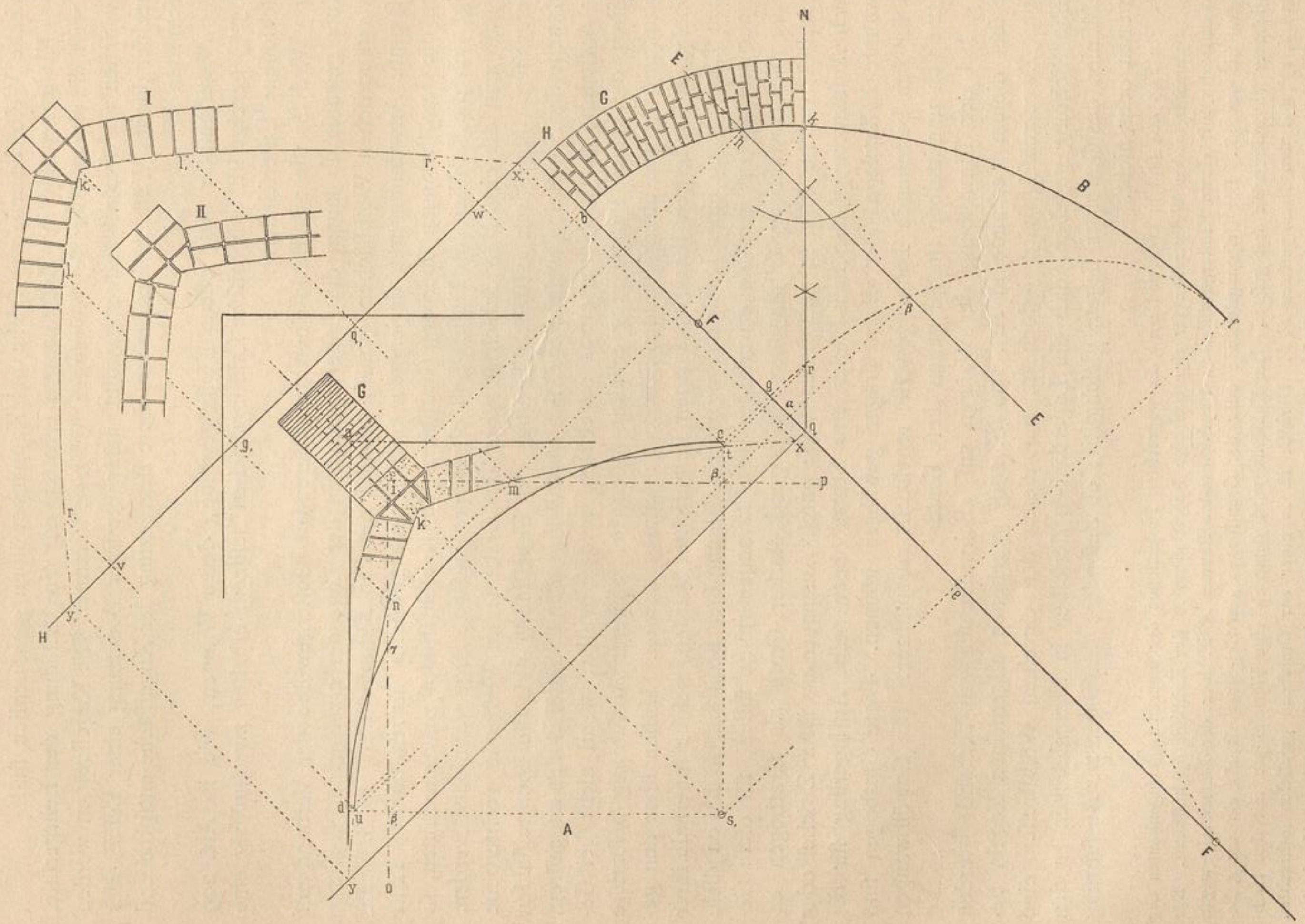
Wird für die aus Backfteinen auszuführenden Kloftergewölbe der Verband auf »Kuf« gewählt, fo laufen die Lagerfugenkanten der Lage der erzeugenden Geraden der cylindrifchen Wölbflächen gemäfs parallel mit den Kämpferlinien, fo dafs die gefammte Anordnung mit derjenigen eines Tonnengewölbes übereinftimmt. Läfft man die Gewölbwangen über den Gratlinien oder Kehlen ftumpf zufammentreten, fo zeigt fich die Kehllinie als Fuge. Soll diefe durchlaufende Fuge vermieden werden, fo läfft man die einzelnen Schichten über der Gratlinie im Verbande wechfelweife übergreifen. Hierdurch entfteht allerdings der Uebelftand, dafs die übergreifenden Ecktheile der Backfteine, welche zwei fich durchdringenden Cylinderfchalen angehören, zur Aufnahme der Kehllinie etwas zugehauen werden müffen, wenn nicht bei Gewölben, die keinen Putzüberzug erhalten follen, bei reicherer Ausführung befondere Formfteine für die übergreifenden Stücke genommen werden. Müffen über den gewöhnlichen Kloftergewölben Balkenlagen hergerichtet werden, welche innerhalb ihrer freien Länge noch einer Unterftützung durch Balkenträger bedürfen, fo ift, da diefe Träger niemals auf dem Mauerwerk der Gewölbwangen ruhen follen, für diefe Gewölbe die Ausführung felbftändiger, genügend ftarker Grate als Gratbogen erforderlich, welche dann in geeigneter Weife durch Ausmauerung ihrer Zwickel oder durch Aufmauerung einzelner Pfeiler eine Stütze, bezw. eine Auflagerung für die erwähnte Balkenlage oder deren Träger gewähren können. Diefe Gratbogen find als für fich beftehende Tonnengewölbe regelrecht auszuführen. Die Gewölbwangen fetzen fich unmittelbar ftumpf gegen diefe Grate. 217. Klofter-gewölbe aus Backfteinen.

Bei der Einwölbung der Wangen auf »Schwalbenfchwanz-Verband« werden die bei diefem Verbande in Art. 200 (S. 298) gegebenen allgemeinen Regeln befolgt. Zweckmäfsig wird jedoch im Befonderen den einzelnen Wölbftreifen eine folche Richtung gegeben, dafs die Lagerflächen derfelben in Normalebenen zu den Kehllinien des Gewölbes liegen, gleichgiltig, ob befondere Gratbogen zur Ausführung kommen oder nicht.

In Fig. 404 find in tmk und unk die wagrechten Projectionen der inneren Lagerfugenkanten der in k zufammentretenden Wölbftreifen für eine beliebige Normalebene N der Kehllinie bf beftimmt. Der Grundrifs des mit einem Kloftergewölbe zu überfpannenden Raumes A ift hier der Einfachheit wegen quadratifch gewählt. Die Urfprungsleitlinie oder der Grundbogen des Gewölbes ift als ein um s, befchriebener Viertelkreis cd feft gefetzt. Die Kehllinie wird demnach eine Viertelellipfe mit den Halbaxen eb, ef und den Brennpunkten F, F. Diefelbe ift in einer zur Gratebene parallelen lothrechten Ebene B gezeichnet. Durch einen beliebigen Punkt k des Gratbogens ift eine Normalebene N mit den Spuren kq und qy geführt.

Diefe Normalebene fchneidet die lothrechte Projection gf des Grundbogens cd im Punkte r, alfo in einem Grenzpunkte der nach k führenden Lagerkante eines Wölbftreifens. Die wagrechte Projection

Fig. 404.



N
E
G
k
h
B
H
I
II
l,
r,
x,
w
b
k,
l
F
β
r
g
α
q
E
x
c
t
p
β,
m
i
k
G
q,
g,
r,
v
y,
H
n
γ
d
u
β
A
s,
y
o
e
F

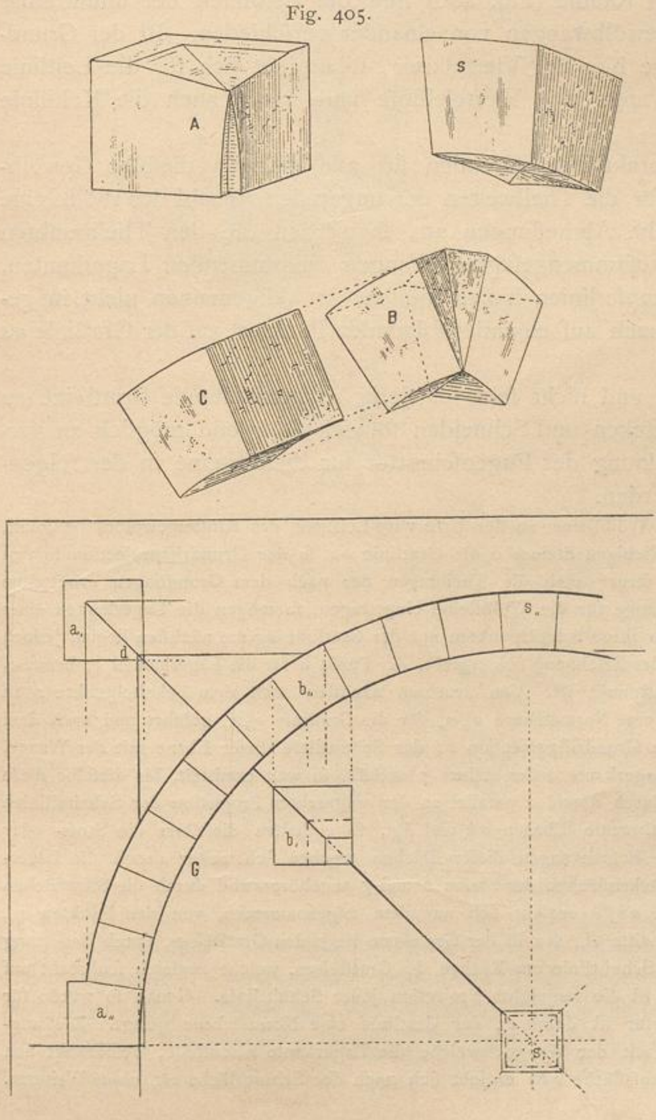
dieſes Punktes iſt der auf der Grundriſsprojection s, c der Leitlinie $c\,d$ gelegene Punkt t. Führt man durch die Ebene B und rechtwinkelig hierzu eine beliebige, zwiſchen den Grenzpunkten r und k gelegene wagrechte Ebene EE, ſo ſchneidet dieſelbe die Normalebene in dem durch l gehenden Lothe auf der 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 Grundriſsprojection 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 geſuchten wagrechten Projection der Lagerkante, welche dem Normalſchnitte N angehört.

Vervollſtändigt man nach dieſen Anleitungen die Linienzüge tmk, bezw. unk, ſo erhält man die geſuchten Lagerfugenkanten eines Wölbſtreifens für eine Normalebene N. Wird dieſes Verfahren wiederholt für alle Wangen in Anwendung gebracht, ſo ergiebt 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 ql 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.



218. Kloſtergewölbe aus Bruchſteinen.

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.

219. Kloſtergewölbe aus Quadern.

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

In Fig. 405 iſt für eine quadratiſche Grundfläche der Steinfugenſchnitt für ein Kloſtergewölbe mit einem Viertelkreis G als Grundbogen gegeben. Die Ermittelungen der Begrenzungsflächen der einzelnen angeführten Steine laſſen ſich durch einfache Anwendungen der darftellenden Geometrie bewirken. Diefelben gehen aus der Zeichnung genügend hervor.

$A_,$ gebildet nach feinen Projectionen $a_,$, $a_{,,}$, ift der Anfänger; $B_,$ ermittelt nach den Projectionen $b_,$, $b_{,,}$, ift ein Gratftein. Bei demfelben find fortlaufende Anfätze, welche noch weiter in die Gewölbkappe reichen würden, abfichtlich fortgelaffen und dieferhalb die Stofsfugenflächen einfach entfprechend den Lagerfugenflächen abgegrenzt, wie folche bei $b_{,,}$ durch die Theilung der Gewölbwangen entftehen. Etwa weiter in die Wangen fortgeführte Anfätze liefern einen hakenförmigen Stein von meiftens bedeutenden Abmeffungen. Bei der Bearbeitung diefer Werkftücke mufs zur Bildung des Hakens ein erheblicher Theil des Materials als überflüffig fortgenommen werden, was bei dem hier gegebenen Fugenfchnitt vermieden wird. C ift ein gewöhnlicher Wölbftein der Wange und S endlich der Schlufsftein, deffen Projectionen in $s_,$ und $s_{,,}$ vorhanden find.

Für ein Kloftergewölbe aus Schnittfteinen über einem rechteckigen Raume gelten in den Hauptzügen diefelben Anordnungen für den Fugenfchnitt, wie bei dem vorhin behandelten Gewölbe. Die Gratfteine bedürfen jedoch einer befonderen Aufmerkfamkeit.

Bei einem rechteckigen Raume (Fig. 406) find die Leitlinien der unmittelbar neben einander ftehenden Gewölbwangen von einander verfchieden. Ift der Grundbogen der fchmaleren Wange hier ein Viertelkreis, fo ergiebt fich für die Leitlinie der antretenden breiteren Wange eine Viertelellipfe und weiter auch die Kehllinie als die Viertelellipfe $o_{,,}\,s_{,,}$.

Nimmt man nun aus praktifchen Gründen für alle Wangen diefelbe Gewölbftärke und aufserdem auch für die Theilweiten der ungeraden Anzahl der Wölbfteine jeder Wange möglichft gleiche Abmeffungen an, fo werden die den Theilpunkten der Wölblinie von je zwei zufammengefügten Wangen zukommenden Lagerkanten, welche parallel mit den Kämpferlinien laufen müffen, im Allgemeinen nicht in gemeinfchaftlichen, der Reihe nach auf einander folgenden Punkten auf der Gratlinie $o\,s$ zufammentreffen.

Um dennoch geeignete und nicht fehr fchwierig zu bearbeitende Gratfteine zu erhalten, an welchen fpitze Ecken und Schneiden fo viel als irgend möglich zu vermeiden find, kann die Anordnung des Fugenfchnittes für diefe Steine in der folgenden Weife vorgenommen werden.

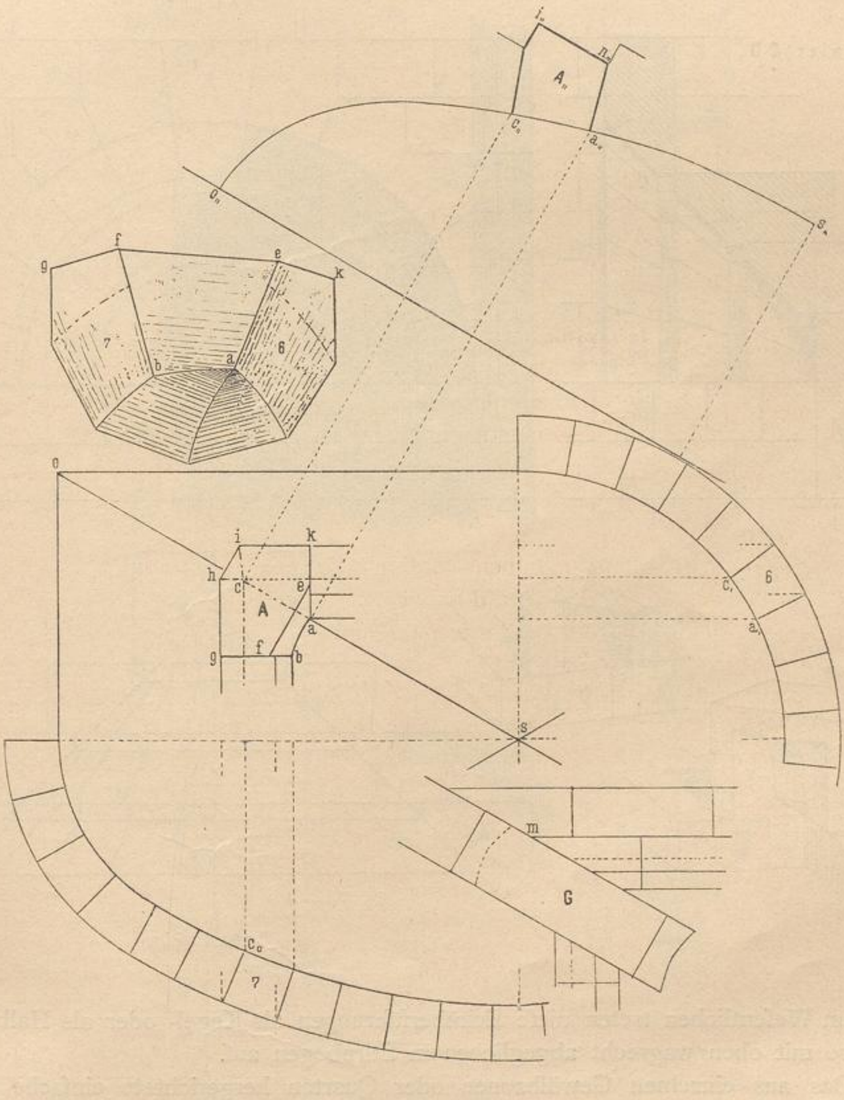
Sind die Theilungen für die Wölbfteine an der Urfprungs-Leitlinie des Kloftergewölbes beftimmt, fo mögen die Lagerkanten eines beliebigen Steines 6 die Gratlinie $o\,s$ in der Grundrifsprojection in den Punkten a und c fchneiden. Sind ferner auch die Theilungen der nach dem Grundbogen ermittelten Wölblinie der antretenden Gewölbwange für die Wölbfteine eingetragen, fo mögen die Lagerkanten eines Steines 7 denjenigen des Steines 6 in ihren Schnittpunkten auf der Gratlinie $o\,s$ am nächften liegen, jedoch ganz abgefehen davon, dafs, wie in der Zeichnung fich ergiebt, der Punkt c für die Lagerkanten c, bezw. c_0 bereits ein gemeinfchaftlicher Schnittpunkt ift. Von dem am nächften 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 $a\,b$ der Schnittlinie diefer Ebene mit der Wange, welche die nach o zurückliegende Lagerkante b des Steines 7 enthält, fo weit ermittelt, bis diefelbe diefe Lagerkante in b trifft. Führt man durch a und b parallel zu der wagrechten Projection der Scheitellinien der zufammentreffenden Wangen lothrechte Ebenen $a\,k$ und $b\,g$, fo enthalten diefelben die Stofs- oder Stirnflächen des Gratfteines A. Die Begrenzungen diefer Flächen ergeben fich weiter durch die Lagerkanten $k\,i$, bezw. $g\,h$, welche den Rückenflächen der Steine 6 und 7 angehören und durch die Stirnflächen diefer Steine felbft. Die Stofsfläche $a\,b\,f\,e$ ergiebt fich aus dem angenommenen, von den Punkten $a_{,,}$, bezw. $c_{,,}$ abhängigen lothrechten Schnitte $A_{,,}$ des in der Gratebene liegenden Gratfteines, durch Benutzung der durch $n_{,,}$ gehenden wagrechten Schnittlinie am Rücken des Gratfteines, welche zugleich fenkrecht auf der Gratebene fteht. Die Linie $e\,f$ ift die wagrechte Projection jener Schnittlinie. Genau fo würde für den Punkt c vorzugehen fein. Hierfür ift durch $c_{,,}$ der Gratlinie eine Normalebene gelegt. Die wagrechte Projection ihrer Schnittlinie mit der Wange, welche die Lagerkante c_0 enthält, befchränkt fich hier nur auf einen Punkt c. Die Stofsfläche $c\,h\,i$ ergiebt fich nach der Schnittfläche $A_{,,}$ ohne Weiteres.

Hätte der Schnittpunkt der Lagerkante von c_0 mit der Gratlinie os eine nähere Lage nach s zu aufgewiefen, als der Schnittpunkt c der Lagerkante c_1, fo würde die wagrechte Projection der Schnittlinie der Normalebene, welche nun dem Gratpunkt, der von c_0 geliefert wäre, angehören müffte, für die Beftimmung des betreffenden Fugenfchnittes mafsgebend geworden fein.

Im Bilde ift die Form des Gratfteines A noch weiter verdeutlicht; auch find in demfelben die Stofsflächen der Wölbfchichten *6* und *7* angegeben. Ein Fugenfchnitt, wie bei m und G ift zu verwerfen.

Tritt der Fall ein, dafs gegen einen und denfelben Gratftein von einer Seite allein oder gar von zwei Seiten zwei Wölbfchichten geführt werden müffen, fo werden

Fig. 406.



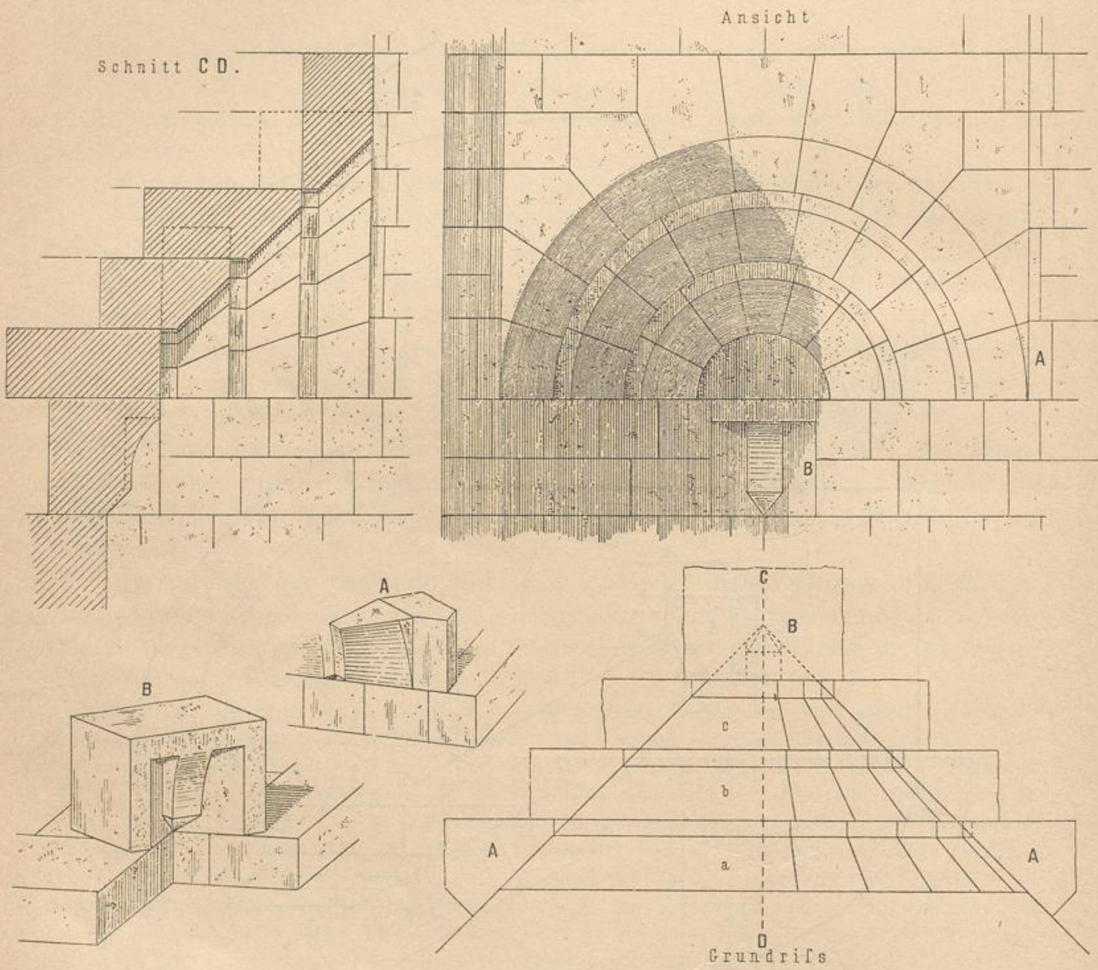
dadurch die grundlegenden Beftimmungen für den Fugenfchnitt nicht geändert. Die gekennzeichneten Normalfchnitte find alsdann nur jedesmal für die beiden äufserften Lagerkanten der antretenden Wölbfchichten in Anwendung zu bringen.

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

220. Eck-überführungen. Sind für einzelne Wangen eines Kloftergewölbes die in Art. 210 (S. 318) erwähnten Ecküberführungen nothwendig, fo werden diefelben aufser der in Fig. 400 (S. 318) angegebenen Anordnung aus über einander lagernden kräftigen Tragfteinen oft weit zweckmäfsiger durch befondere Eck- oder Nifchengewölbe gebildet.

Am zweckmäfsigften wird für diefe Gewölbe Quadermaterial unter Anwendung eines geeigneten Fugenfchnittes benutzt.

Fig. 407.



Im Wefentlichen treten diefe Ecküberführungen als Kegel- oder als Halbkugelgewölbe mit oben wagrecht abgeglichenem Stirnbogen auf.

Das aus einzelnen Gewölbzonen oder Quarten hergerichtete einfache kegelförmige Nifchengewölbe ift in Fig. 407 dargeftellt und hieraus in feiner Anlage und in feinem Fugenfchnitte deutlich zu erkennen. Von Wichtigkeit ift eine geeignete Durchbildung des Anfängers oder des fog. Auges *B*, von welchem aus die Ecküberführung zu beginnen hat. Für diefes Auge wird ftets ein hinlänglich grofses Werkftück benutzt.

Das an ſich weniger einfache, vollſtändige Kegelgewölbe iſt als Niſchengewölbe in ſeinem 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 ſämmtlich auf der Kegel-

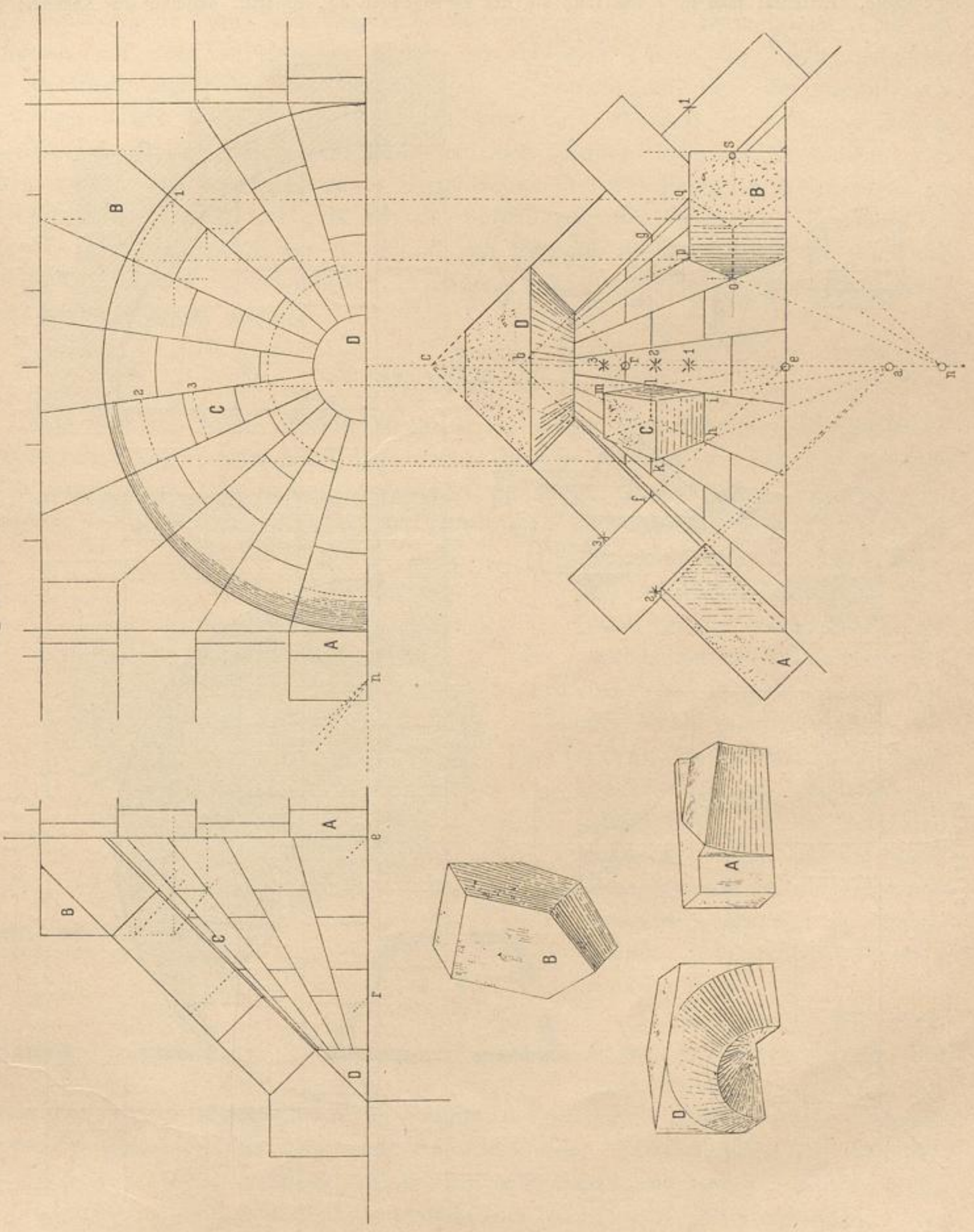


Fig. 408.

axe ſchneiden. Die Stoſsfugenflächen 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.

Befitzt das Gewölbe eine gleichmäfsige Stärke und find *b* und *c* die Spitzen der Kegelflächen der inneren Laibung und des Rückens, fo find *bs* und *c 1* parallele Erzeugende in der Kämpferebene des Kegelgewölbes. Der Abftand *s 1* diefer Erzeugenden ift der Gewölbftärke gleich. Soll nun z. B. die Stofsfugenfläche *opq* für die durch *o* ziehende Stofsfugenkante beftimmt werden, fo führt man durch *o* parallel zur Stirnebene in der Richtung *os* einen lothrechten Schnitt; alsdann enthält diefer die Stofsfugenkante. Errichtet man in *s* das Loth auf der Erzeugenden *bs*, fo trifft daffelbe die Kegelaxe im

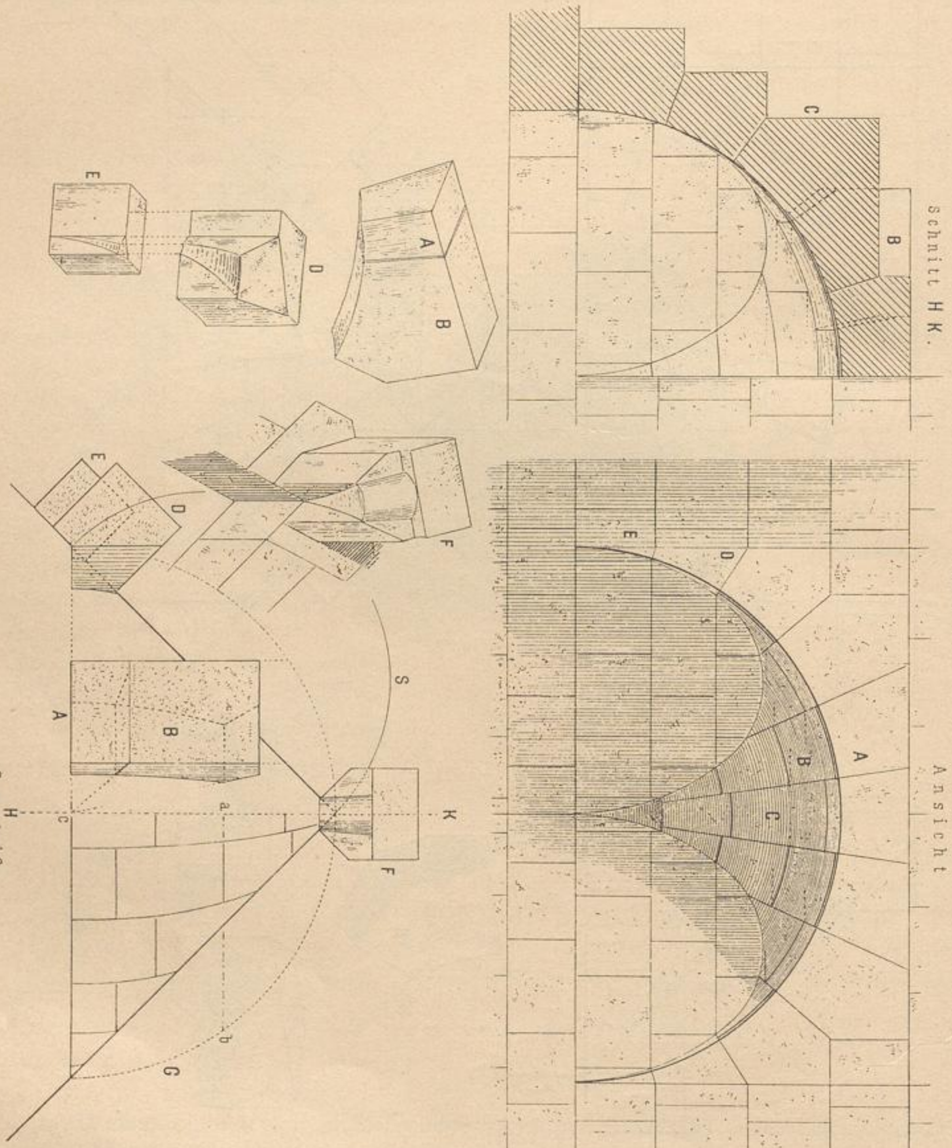


Fig. 409.

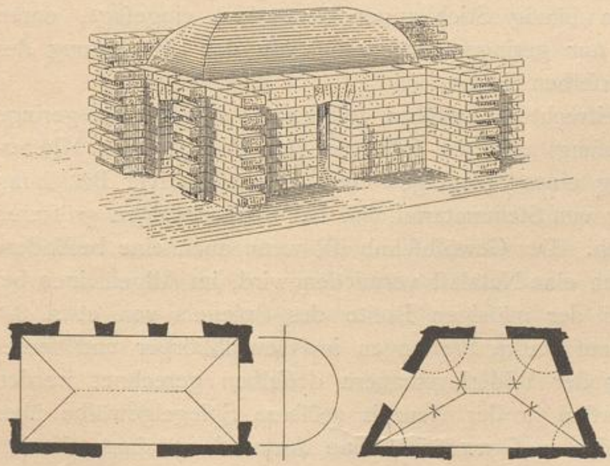
Punkte *n*. Erweitert man *ns* bis *1* der Erzeugenden *c 1* der Rückenfläche, legt man durch *1* wieder eine parallele Ebene zur Stirnebene *e* des Gewölbes, fo giebt *1 1* die Lage der Stofsfugenkante auf der Rückenfläche in der Grundrifsprojection an. Da der Punkt *q* mit Hilfe des Kreisbogens vom Halbmeffer *1 1* und der Aufrifsprojection entfprechend zu finden ift, fo bleibt nur noch übrig, durch *n* und *o*, bezw. durch *n* und *q* gerade Linien zu ziehen, um die Grundrifsprojection der Stofsfugenfläche *opq* zu erhalten. Aufrifs und Seitenprojection ergeben fich auf dem aus der Zeichnung erfichtlichen Wege. Nach demſelben Verfahren ſind die Punkte *a* für die Stoſsfugenfläche *h i k*, *e* für die Stoſsfugenfläche *l m* des Steines *C* und endlich *r* für die kegelförmige Stoſsfugenfläche 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 abgeſchnittenen 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 ſämmtlichen Lagerſugenflächen Meridianſchnitte der Halbkugel ſind, während die Stoſsfugenflächen Kegelflächen werden ſollen, die ſämmtlich den Mittelpunkt *c* der Kugelfläche zur Spitze haben. Die Leitlinien dieſer Kegelflächen ſind Parallelkreiſe, welche, wie in der Grundriſsprojection z. B. als *a b*, die Stoſsfugenkanten 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 221. Geſtalt. 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 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.

Fig. 410.



Je nach der für die Stirnwalme gewählten Weite ſind dieſe Anſchluſspunkte feſt zu legen. Die Grundriſsprojectionen 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 Halbirungsſtrahlen der Winkel an den Ecken des Raumes. Sämmtliche Umfangsmauern treten als Widerlager auf.

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