

Wege die Erzeugung und Darstellung einer sphäroidischen Gewölbfläche vorgenommen, so läßt sich ohne Schwierigkeit die Ausmittelung der Lager- und Stofskanten der Wölbflächen bewirken, je nachdem diese oder jene der besprochenen Anordnungen für den Fugenschnitt der Wölbung getroffen werden soll. In der Zeichnung entsprechen die Projectionen h, i, k, h', i', k' , so wie w, v, u, w', v', u' , den Lagerkanten von Wölbflächen, welche den Normalebene N_1 , bezw. N_2 , zum Diagonalbogen angehören. Die Bestimmung dieser Projectionen erfolgt nach bekannten einfachen Sätzen der darstellenden Geometrie. Das Nähere hierfür ist in der Zeichnung angegeben. Für das Austragen der wirklichen Gestalt der Wölbflächen als HJK und WVU der Normalebene N_1 und N_2 , so wie des wirklichen Querschnittes P der Diagonalrippe mit den entstehenden Ansatzflächen, welche in gleichem Sinne stattfinden kann, wie bei Fig. 453 (S. 390) angeführt ist, giebt die Zeichnung ebenfalls unmittelbar die nöthigen Anhaltspunkte.

β) Bufige Kappen mit Stelzung.

Liegen die Mittelpunkte der für das Rippenystem der gothischen Kreuzgewölbe vorgeschriebenen, meistens nach Spitzbogen geformten Ansatzlinien der Laibungsflächen der Gewölbkappen nicht in einer gemeinschaftlichen Kämpferebene, bezw. nicht in ein und derselben Grundebene, oder sind von vorn herein bestimmte Ansatzlinien in ihren Scheitelpunkten in Bezug auf den höchsten Punkt des ganzen Gewölbkörpers in höherem oder geringerem Grade zu heben oder zu senken; so erhalten diese Ansatzlinien durch im Allgemeinen in lothrechter Richtung angefügte Fußlinien eine Stelzung. Diese Stelzung ist sowohl für die Gestaltung und die Art des Einwölbens der Kappen, als auch für die Entwicklung und Construction der Rippenanfänge von Bedeutung.

309.
Gestaltung.

Durch die Ansatzlinien sind die Leitlinien für die Erzeugung der Kappenflächen gegeben. Die Gestaltung der bufigen Flächen hängt ab von der Form der als Erzeugende gewählten krummen Linie, von dem Gesetze ihrer Bewegung an den gegebenen Leitlinien und in vielen Fällen noch von dem Gesetze, wonach die Form der Erzeugenden einer Veränderung während ihrer Bewegung unterworfen werden muß.

Im Folgenden sollen an einigen Beispielen die für die Gestaltungen bufiger Kappenflächen mit Stelzung erforderlichen wichtigsten Grundzüge mitgeteilt werden.

310.
Beispiel
1.

Das Kreuzgewölbe über dem rechteckigen Gewölbefelde $abcd$ (Fig. 511) soll in den Scheitelpunkten der spitzbogigen Ansatzlinien der Randbogen eine gleiche Höhenlage mit dem Scheitel der gleichfalls spitzbogigen Ansatzlinien am Diagonalbogen erhalten. Die als gegeben angegebene Form dieser Ansatzlinien möge eine Stelzung der Ansatzlinie 505 des Randbogens der schmalen Rechteckseite bc um eine lothrechte Strecke $bs = bb' = bb''$, erforderlich machen, während die Ansatzlinie bca am Randbogen der langen Seite ab ohne Stelzung bleibt.

Die Gewölbkappen an den langen Seiten können also ohne Weiteres nach dem in Art. 301 (S. 435) unter a gemachten Mittheilungen gestaltet werden. Die Scheitellinie dieser Kappen sei der Kreisbogen ow . Die Gewölbkappen C und D der schmalen Seiten, wovon hier nur die Kappe D berücksichtigt wird, sollen bufige Laibungsflächen mit Stelzung erhalten. Die frei gewählte Scheitellinie dieser Kappen sei der Kreisbogen ef .

Wie sofort aus der Darstellung eines Schnittes nach der Richtung der Diagonale bd hervorgeht, bildet sich im Theile F der Kappe D eine am Fusse in einem Punkte begrenzte lothrechte Ebene, deren Höhe bb' , der Strecke der Stelzung bs , deren obere Breite der Länge der wagrechten Linie b_1q entspricht. Oberhalb dieser Wagrechten b_1q möge die bufige Laibungsfläche B der Kappe D beginnen. Die Erzeugende dieser Fläche sei ein Kreisbogen, dessen Halbmesser unveränderlich und gleich dem Halbmesser $55 = cb$ der Ansatzlinie 50 bleibt. Außerdem soll diese Erzeugende bei ihrer Fortbewegung an der Ansatzlinie bh des Diagonalbogens in Ebenen parallel zur Ebene der Ansatzlinie $b505c$ des Randbogens über bc und in ihrem höchsten Punkte in der Scheitellinie fe der Kappe D verbleiben. Führt man zur Befolgung dieses Gesetzes durch den beliebigen Punkt x der Geraden os eine Ebene

parallel zur Seitenebene bc , so wird die Leitlinie bh , bezw. ihre andere Projection $b'4c$ in 1 , die Scheitellinie ef in u geschnitten. Trägt man weiter auf oo die Höhenlage 11 des Punktes 1 der Leitlinie bh von o aus ab, zieht man entsprechend die wagrechte Gerade E , so wird in derselben der Punkt 1 als Lage eines Punktes der gesetzlich vorgeschriebenen Erzeugenden, wie aus der Zeichnung zu ersehen ist, bekannt. Ein zweiter Punkt ist in 1 auf der verlängerten Geraden oo enthalten. Die Höhe $o1$, von bc aus gemessen, muß der lothrechten Entfernung des Punktes u auf der Scheitellinie ef von der Spur ab der wagrechten Kämpferebene des Gewölbes gleich sein.

Beschreibt man aus diesen beiden Grenzpunkten 1 und 1 mit dem maßgebenden Halbmesser $55 = ob$ des Spitzbogens 505 den Kreisbogen 11 , so ist der um 1 , gefchlagene Kreisbogen 11 diejenige Erzeugende, welche der durch x geführten Ebene zukommt. In gleicher Weise sind die Erzeugenden 22 mit dem Mittelpunkte 2 , 33 mit dem Kreuzrisse 3 , u. f. f. für die durch y , bezw. z u. f. f. parallel zu bc gelegten Ebenen bestimmt. Zur weiteren Darstellung der Kappenfläche D sind oberhalb von 55 durch den Punkt o und durch die unteren Endpunkte $1, 2, 3$ u. f. f. der ermittelten Erzeugenden $11, 22, 33$ u. f. f. wagrechte Ebenen gelegt. Die Durchstoßpunkte o, t, r, q u. f. f. mit der wagrechten Ebene o liefern die lothrechten Projectionen einer Wöblinie der busigen Kappe in dieser Ebene. Die wagrechte Projection dieser Wöblinie ist also, wie die Zeichnung erklärt, durch den Linienzug $strqpo$ fest zu legen. Genau so ergibt sich in Bezug auf die übrigen wagrechten Ebenen das Erforderliche zur Darstellung der wagrechten Projectionen der zugehörigen Wöblinien, wie $iklmn$ für die Ebene E oder $1, 22$ für die Ebene 2 u. f. f. In den lothrechten Projectionsebenen A und B erscheinen diese Wöblinien als gerade, parallel zu ab , bezw. bd geführte Linien ef , bezw. hg , 11 u. f. f. Nimmt man an der Ansatzlinie $b'h$ des Diagonalbogens oberhalb der wagrechten Abschlußkante $4b$, der lothrechten Wandfläche F eine Einteilung in Wölbfschichten vor, deren Lagerkanten in wagrechten Ebenen liegen sollen, so kann man unter Beachtung des Gefagten die Grundriss-Projectionen dieser Lagerflächen zeichnen. Die zugehörigen Lagerflächen werden windschief; denn die erzeugenden geraden Linien dieser Lagerflächen gehen z. B. für die Lagerkante $iklmn$ im Elemente i durch 1 , der Ebene x , im Elemente k durch 2 , der Ebene y u. f. f.

Für das Einwölben aus Quadermaterial würde hiernach die Bearbeitung der Lagerflächen der Wölbsteine einzurichten sein. Eine besonders kräftige Mauer-Construction erfordert der Gewölbefuß an der lothrechten Wand F , welcher als gemeinsamer Anfänger für die Bogen- und Kappenstücke an den Ecken des Gewölbefeldes am besten stets aus Quadern hergestellt wird, selbst wenn die busige Kappe oberhalb $4b$, aus Backsteinen gewölbt werden soll. Größere Binder wie b'' , k (Fig. 512), an welchen die Bogenlinien und Kappenflächen gleich mit angearbeitet werden, greifen möglichst tief in den Mauerkörper der Ecke b ein. Dasselbe gilt auch für Gewölbänfänger mit profilirten Rippen.

Soll oberhalb der Grenzlinie $4b$, der Wand F die Wölbung aus Backstein

Fig. 511.

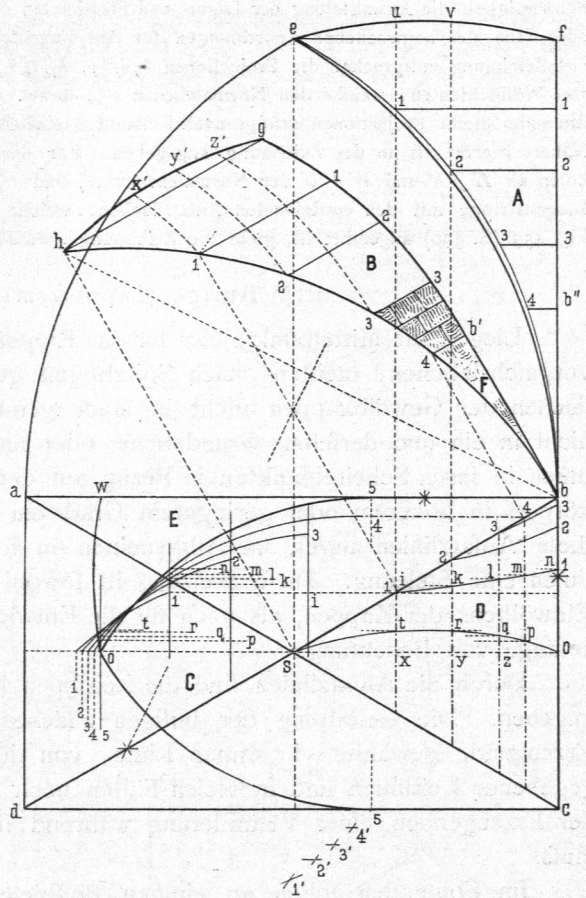
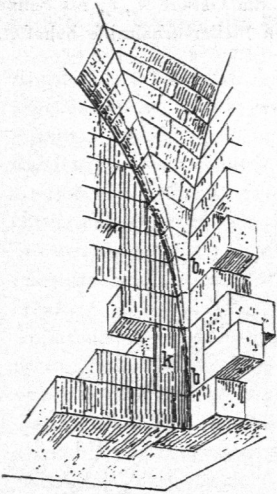


Fig. 512.

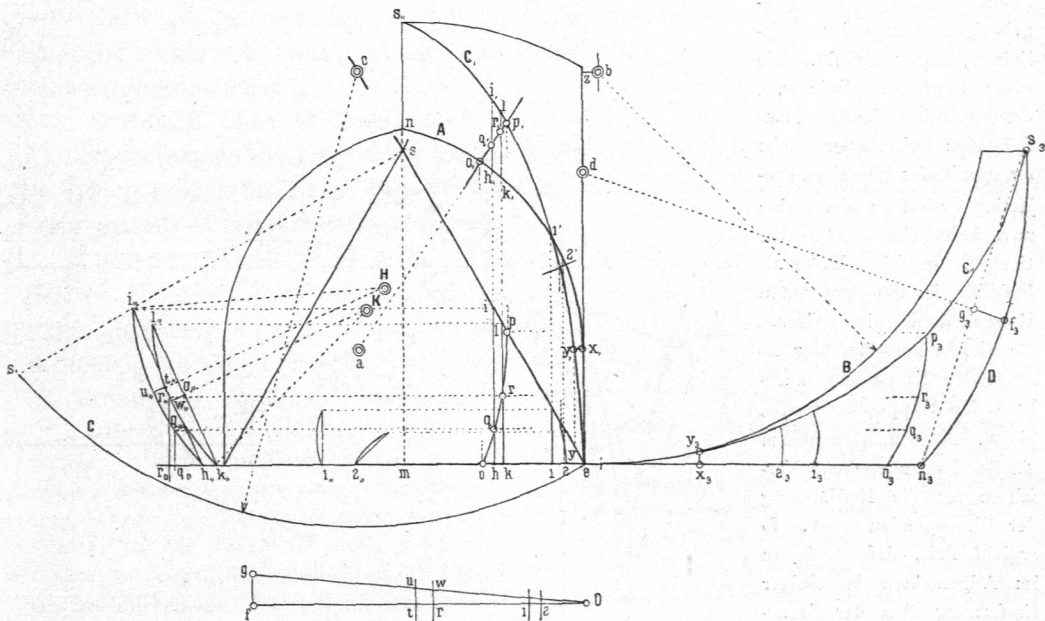


ausgeführt werden, so kann entweder der Fugenschnitt nach Normalebenen zum Randbogen oder zum Gratbogen in Anwendung kommen. Da die Gestalt der Gewölbefläche durch die Projectionen ihrer Leitlinien, der erzeugenden Kreisbogen und der in wagrechten Ebenen liegenden Schnittlinien vollständig bestimmt ist, so lassen sich auch die einzelnen, jenen Fugenschnitten angepassten Wölbschichten und eben so ihre Ansatzflächen an den Rippenkörpern auf zeichnerischem Wege, wie im Vorhergegangenen gezeigt ist, leicht darstellen. Diese Ausmittelungen sind alsdann für die praktische Ausführung der Gewölbekappen weiter zu verwerthen.

Das Bestreben, die sphäroidischen Laibungsflächen der gestelzten Gewölbekappen einer reinen Kugelfläche möglichst nahe zu bringen, führt dazu, die Erzeugenden als Kreisbogen anzunehmen, deren Pfeilverhältniss proportional wird dem Pfeilverhältniss des als Scheitellinie der gestelzten Kappe vorgeschriebenen Kreisbogens. Die Ebenen der einzelnen Erzeugenden sind dabei parallel der senkrechten Ebene der Scheitellinie.

In Fig. 513 sei A die mit dem Halbmesser ax um a beschriebene, in ex , gestelzte Ansatzlinie eines Randbogens, der Kreisbogen C mit dem Mittelpunkte c die nicht gestelzte Ansatzlinie am Diagonal-

Fig. 513.

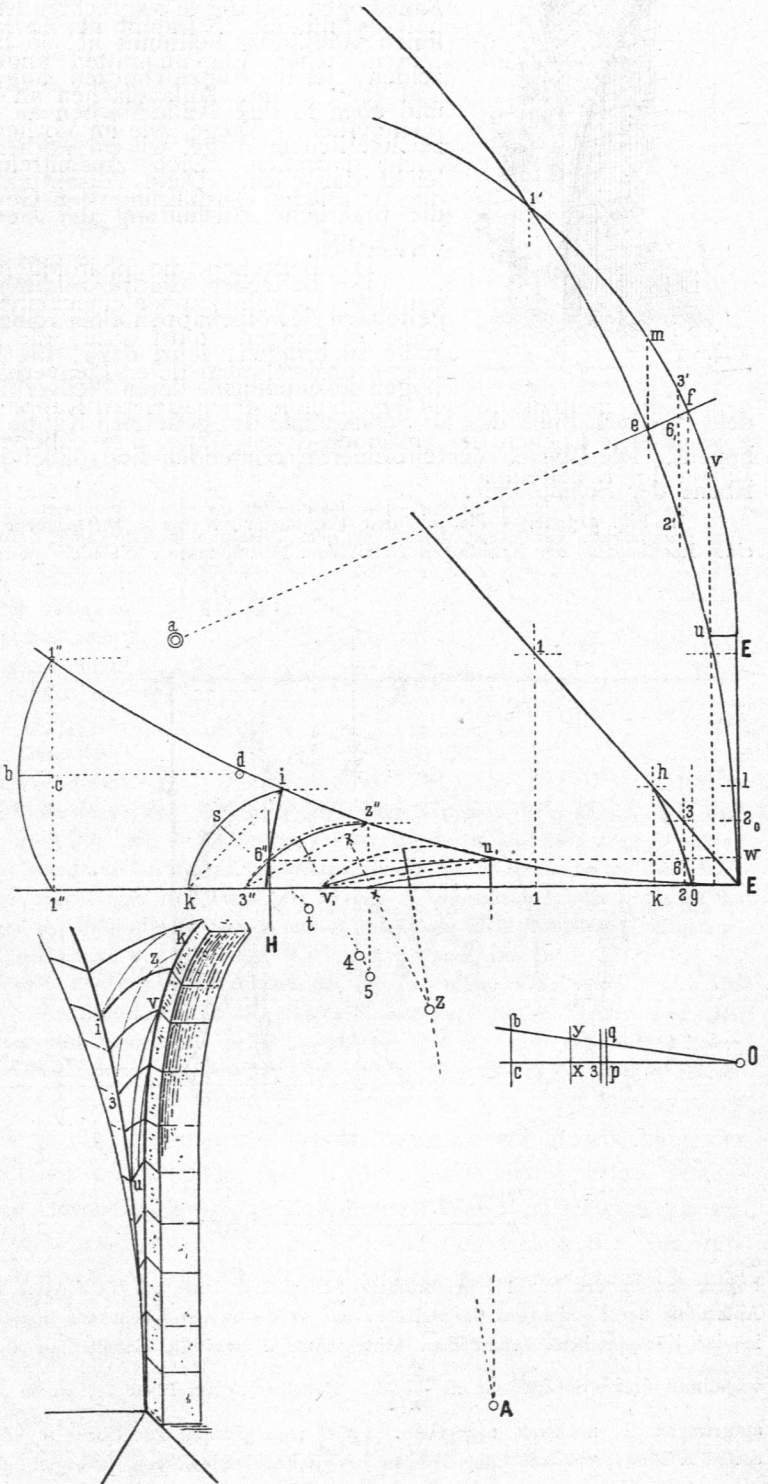


bogen, der um den Punkt b beschriebene Schenkel B eines um die Strecke zb gestelzten Spitzbogens die Ansatzlinie des Randbogens der Seite ez und D die in der Ebene ms liegende, als Kreisbogen mit dem in der Kämpferebene befindlichen Mittelpunkte d gewählte Scheitellinie der Kappe ems . Das Pfeilverhältniss dieser Scheitellinie ist $\frac{f_3 g_3}{m_3 s_3}$. Dasselbe ist im Plane O , worin $fg = f_3 g_3$ und $Of = m_3 s_3$ aufgetragen ist, nochmals angegeben. Führt man parallel zur Ebene ms der Scheitellinie an beliebiger Stelle, z. B. hi , eine die bufige Kappe ems schneidende Ebene, so ergibt dieselbe auf der Ansatzlinie A

311.
Beispiel
2.

den Punkt h , auf der Projection C , der Ansatzlinie C den Punkt i . Trägt man auf den in h und i zu hi errichteten Lothen die Strecken $hh'' = hh$, und $ii'' = hi$, ab, so läßt sich die Gerade $h''i''$ als Sehne eines Kreisbogens ansehen, welcher, mit dem von der Scheitellinie abhängigen Pfeilverhältniße behaftet, eine Erzeugende der sphäroidischen Kappe bildet. Das Pfeilverhältniße soll proportional dem Pfeilverhältniße der Scheitellinie sein. Nimmt man $Ot = h''i''$, so ergibt die in t parallel zu fg gezogene Linie tu die gefuchte Pfeilhöhe der erzeugenden Bogenlinie. Das in der Mitte t , auf $h''i''$ errichtete Loth erhält die Länge $t''u'' = tu$. Der durch die drei Punkte $h''u''i''$ gelegte Kreisbogen mit dem Mittelpunkt H liefert die gewünschte Erzeugende. In gleicher Weise sind die Erzeugenden $k''l''$, $1''$ und $2''$ für die Ebenen kl , 1 und 2 aufgetragen. Für die Ebene 1 ist $1''$ die gemeinschaftliche lothrechte Projection ihrer Schnittlinie mit den Ansatzlinien A und C . Die Sehne der zugehörigen erzeugenden Kreislinie $1''$ liegt wagrecht. Die obere Begrenzungslinie x, y , der durch die Stelzung ex , entstehenden lothrechten Fläche ex, y , mit der Grundriß-Projection ey auf es bleibt eine unveränderliche wagrechte Gerade. Dieselbe bildet als Fußlinie der bußig geformten Kappenfläche eine Grenze für die Ausmittlung der erzeugenden Kreislinien innerhalb des Kappentheils x, y , bis $1''$. Setzt man in diesem Theile das angegebene Verfahren für die Bestimmung der Erzeugenden fort, so ergibt sich, dafs dieselben im Allgemeinen in einiger Entfernung über der Grenzlinie x, y , mit einem größeren oder geringeren Bogenstücke über die Ansatzlinie des einen oder anderen Rippenkörpers hinwegfallen, also nunmehr als Erzeugende der Kappenfläche ohne Weiteres nicht beibehalten werden können.

Fig. 514.



Um dennoch eine gefetzmäßige Erzeugung und bildliche Darstellung der in Frage kommenden Fläche und damit die Grundlagen für eine fachgemäße Ausführung ihres Gewölbkörpers zu erzielen, läßt man eine weitere Veränderung der bezeichneten Erzeugenden eintreten.

Ist in Fig. 514 $u, i, i,$ der Kappentheil, wofür nach und nach eine Veränderung der erzeugenden Kreisbogen erforderlich wird, so kann diese Veränderung z. B. für die lothrechte Ebene $z\mathcal{J}$ in der folgenden Weise bewirkt werden. Die Ebene $z\mathcal{J}$ liefert auf der Ansatzlinie $Ei, i,$ des Diagonalbogens den Schnitt $z,$, wofür $z_0 z,$ = $z\mathcal{J}$, aus der Zeichnung zu entnehmen ist, und auf der Ansatzlinie $Eki, i,$ des Randbogens den Schnitt $\mathcal{J},$, wofür $E\mathcal{J},$ = $z\mathcal{J}$, wird. Die Gerade $\mathcal{J}, z,$, ist die Sehne des erzeugenden Kreisbogens. Nimmt man im Hilfsplane Obc die Bestimmung der Pfeilhöhe dieses Bogens nach proportionaler Theilung wie früher vor, so wird, wenn Oc gleich der Sehne $i, i,$ und cb die Pfeilhöhe des Kreisbogens $i, i,$ ist, bei der Länge $O\mathcal{J}$ gleich der Sehne $\mathcal{J}, z,$, die in \mathcal{J} parallel zu cb gezeichnete, von Oc und Ob begrenzte Gerade, die gefuchte Pfeilhöhe ergeben. Der mit dieser Pfeilhöhe behaftete, punktirt eingetragene Kreisbogen, dessen Mittelpunkt in q zu bestimmen war, schneidet die Ansatzlinie des Diagonalbogens jedoch in unmittelbarer Nähe über $z,$, was für die Bildung der Kappenfläche unzulässig ist. Für eine weitere Ausmittlung der Erzeugenden $u, v,$ der lothrechten Ebene $uv,$ wobei der Mittelpunkt z gefunden wurde, ist ein derartiges Durchschneiden noch stärker bemerkbar. In diesen Fällen sind die Ordinaten $z_0 z,$, $wu,$ der Endpunkte $z,$ der Sehne $\mathcal{J}, z,$ und $u,$ der Sehne $v, u,$ als lothrechte Tangenten für die zugehörigen, nunmehr einer Veränderung zu unterwerfenden erzeugenden Kreisbogen anzunehmen.

Hiernach wird \mathcal{J} als Schnitt des im Halbirungspunkte der Sehne $\mathcal{J}, z,$ errichteten Lothes mit der durch $z,$ gezogenen Wagrechten der Mittelpunkt des einzuführenden erzeugenden, hier voll gezeichneten Kreisbogens $\mathcal{J}, z,$ und A auf der durch $u,$ ziehenden wagrechten Linie der Mittelpunkt der verwendbaren Erzeugenden $v, u,$.

Für die Erzeugenden unterhalb des Kreisbogens $v, u,$ sind die zugehörigen Mittelpunkte auf der Geraden u, A zu bestimmen, sobald nur wieder die Schnitte lothrechter, parallel zu $z\mathcal{J}$ geführter Ebenen mit der Ansatzlinie $Eki, i,$ und der wagrechten Grenzlinie $u,$ bzw. $u,$ der lothrechten Stelzungswand ermittelt sind.

Nach der gewonnenen Darstellung der Laibungsflächen der gestelzten bufigen Kappen bietet die Ausmittlung des Fugenschnittes für ihre Einwölbung keine Schwierigkeiten mehr.

Soll z. B. eine Wölbung nach Normalebene zum Randbogen vorgenommen werden, so können die Lagerfugenkanten in ihren Projectionen, wie für eine Ebene $ap,$ in Fig. 513 oder für af in Fig. 514, auf bekanntem, in der Zeichnung unmittelbar verfolgbarem Wege fest gelegt werden.

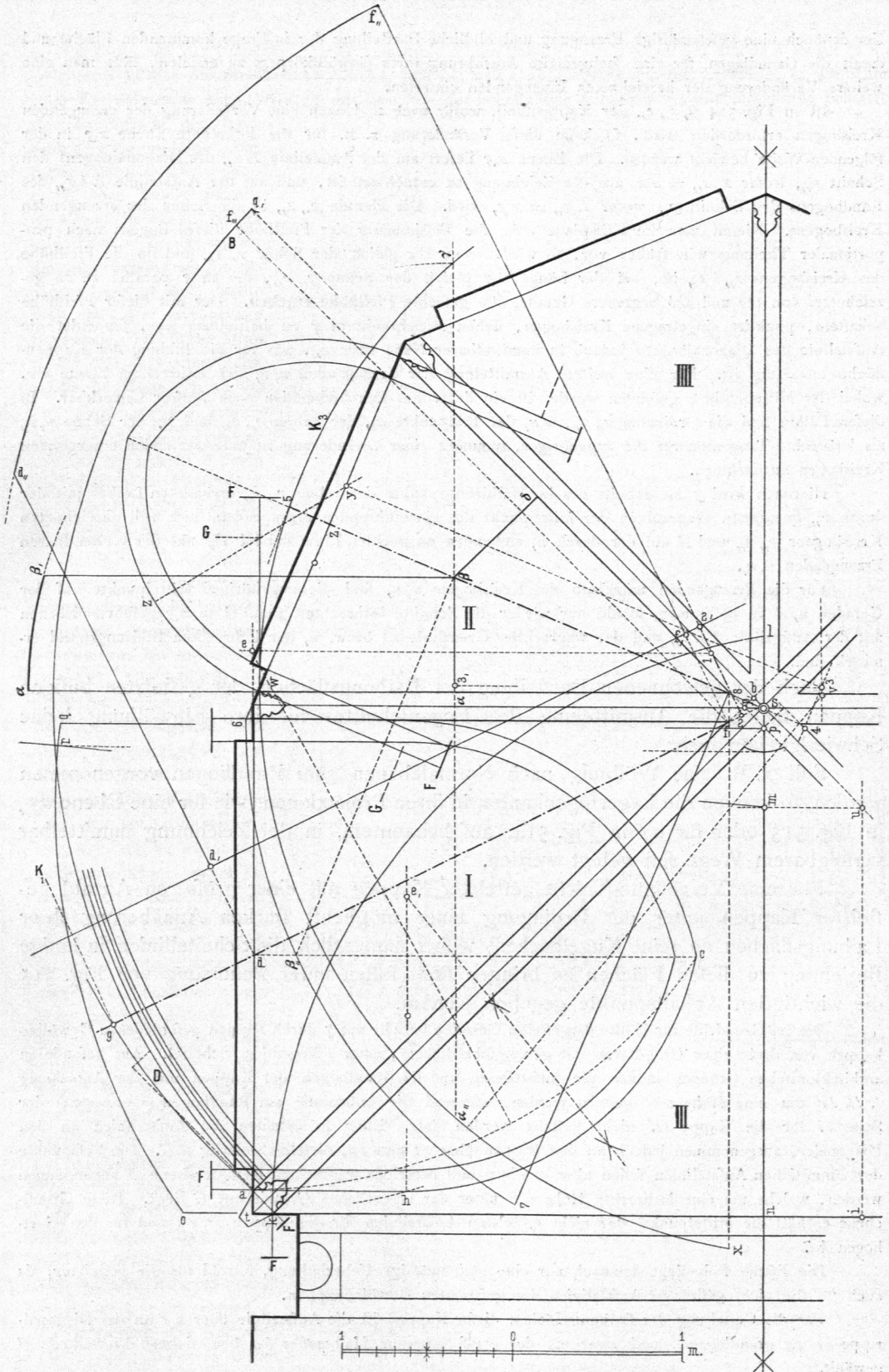
Für eine Vereinigung nicht gestelzter Kappen mit einer größeren Anzahl gestelzter Kappen unter der Bedingung einer möglichst starken Annäherung ihrer Laibungsflächen an reine Kugelflächen, wobei namentlich die Scheitellinien in innige Beziehung zu diesen Flächen zu bringen sind, sollen unter Benutzung von Fig. 515 die wichtigsten Anhaltspunkte gegeben werden.

Das im Grundrisse zur Hälfte dargestellte Gewölbe besteht aus 7 durch Rippen geschiedenen Gewölbekappen von dreieckiger Grundform mit gemeinschaftlichem, über s liegendem Scheitel. Aus besonderen architektonischen Gründen müssen die Ansatzlinien an den Randbogen der Kappen mit der Anordnung I, II, IV um eine Höhe wG gestelzt werden, während die Ansatzlinie am Randbogen (Gurtbogen) der Seite ki für die Kappe III nicht gestelzt werden darf. Eben so erhalten die Ansatzlinien an den Diagonalen, ausgenommen jedoch an den Rippen über st und $su,$ dieselbe Stelzung wG . Die Fußpunkte der sämtlichen Ansatzlinien sollen aber in einer und derselben wagrechten Kämpferebene F angenommen werden, welche um eine lothrechte Höhe aF unter der eigentlichen Grundebene G liegt. Diese Grundebene enthält die Mittelpunkte der nicht gestelzten Ansatzlinien für die Rippen st, su und für den Gurtbogen ki .

Die Ebene F bedingt demnach nur eine gleichmäßige Ueberhöhung, sowohl für die gestelzten, als auch für die nicht gestelzten Ansatzlinien der gesammten Gewölbekappen.

Für die Gestaltung der Laibungsflächen dieser Kappen ist die Ansatzlinie über af an der Diagonalrippe st als grundlegend, und zwar als der um b mit dem Halbmesser ba beschriebene Viertelkreis B gewählt.

Fig. 515.



Beibehalten der Scheitellinie $d, f,$ und der lothrechten Stelzfläche D am Diagonalbogen nach dem in Art. 311 (S. 453) Gefagten bewirkt. Die Laibungsfläche ist sphäroidisch; sie nähert sich der reinen Kugelfläche jedoch in bemerkenswerther Weise.

Die Gewölbeflächen der Kappen II, IV können aus reinen Kugelflächen zusammengesetzt werden. Die Fußpunkte sämtlicher Ansatzlinien an den Randbogen und Diagonalbogen liegen vermöge ihrer gleichmäßigen Stelzung in einer wagrechten Ebene, welche von der Grundebene G um die lothrechte Höhe Gw entfernt ist. Die Höhe δx der Ansatzlinie wx am Diagonalbogen ist gleich der um die Strecke Gw verkleinerten Höhe $ff,$ bzw. $f, f,$ weniger Gw . Bestimmt man den Mittelpunkt v auf der Geraden wv für den Kreisbogen wx , so ergibt derselbe die Ansatzlinie über $w\delta$, welche, wie vorhin bemerkt, auch die Ansatzlinie der Kappe I am Diagonalbogen unmittelbar beeinflusst. Ist die Ansatzlinie der Kappe II am Randbogen oberhalb w als stumpfer Spitzbogen gewählt, dessen Schenkel mit dem Halbmesser yw beschrieben sind, so wird \mathcal{P} der Mittelpunkt der Kugelfläche für das Kappenstück $\delta w z$, K_3 ihr größter Kreis und folglich der mit dem Halbmesser $\mathcal{A}5$ um \mathcal{A} beschriebene Kreisbogen $g7$ die Scheitellinie über δz . Die Fläche der zweiten Kappenhälfte ist nach den gleichen Grundlagen zu behandeln. Der Schnitt einer nach $\alpha\beta$ rechtwinkelig zu $w\delta$ stehenden lothrechten Ebene mit der Kappenfläche $\delta w 7$ ist der um \mathcal{P}_1 mit dem Halbmesser $\mathcal{P}_1\gamma$ beschriebene Kreisbogen α, β .

Als Probe für die richtige Höhenlage der Punkte α , und β , ist zu bemerken, daß $\alpha\alpha, = \alpha\alpha,$ und $\beta\beta, = \beta\beta,$ sein muß. Dieselbe Schnittlinie α, β , würde sich auch für eine lothrechte Ebene mit der Grundrissspur $\beta\delta$ ergeben.

Bei vollständiger Regelmäßigkeit der Fußflächen der Diagonalrippen (Fig. 516) tritt ein concentrischer Lauf der Ansatzlinien der Kappen mit den Grenzlinien der Profile dieser Rippen ein. Die Gestaltung der Gewölbefläche IV entspricht der bei der Kappe II gegebenen Entwicklung.

Endlich ist auch die Laibungsfläche der Kappe III nach reinen Kugelflächen zu bilden. Die Ansatzlinie über kn der Seite ki am Gurtbogen sei der um i mit dem Halbmesser ik beschriebene Schenkel kl eines gleichfalls stumpf genommenen Spitzbogens. Die Ansatzlinie über $k\beta$ am Diagonalbogen entspricht dem Kreisbogen B . Der gemeinschaftliche Fußpunkt k der beiden in Frage kommenden Ansatzlinien, welche für die Kappe III nicht gestelzt werden sollen, liegt in der Grundebene G .

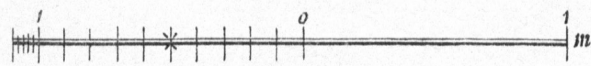
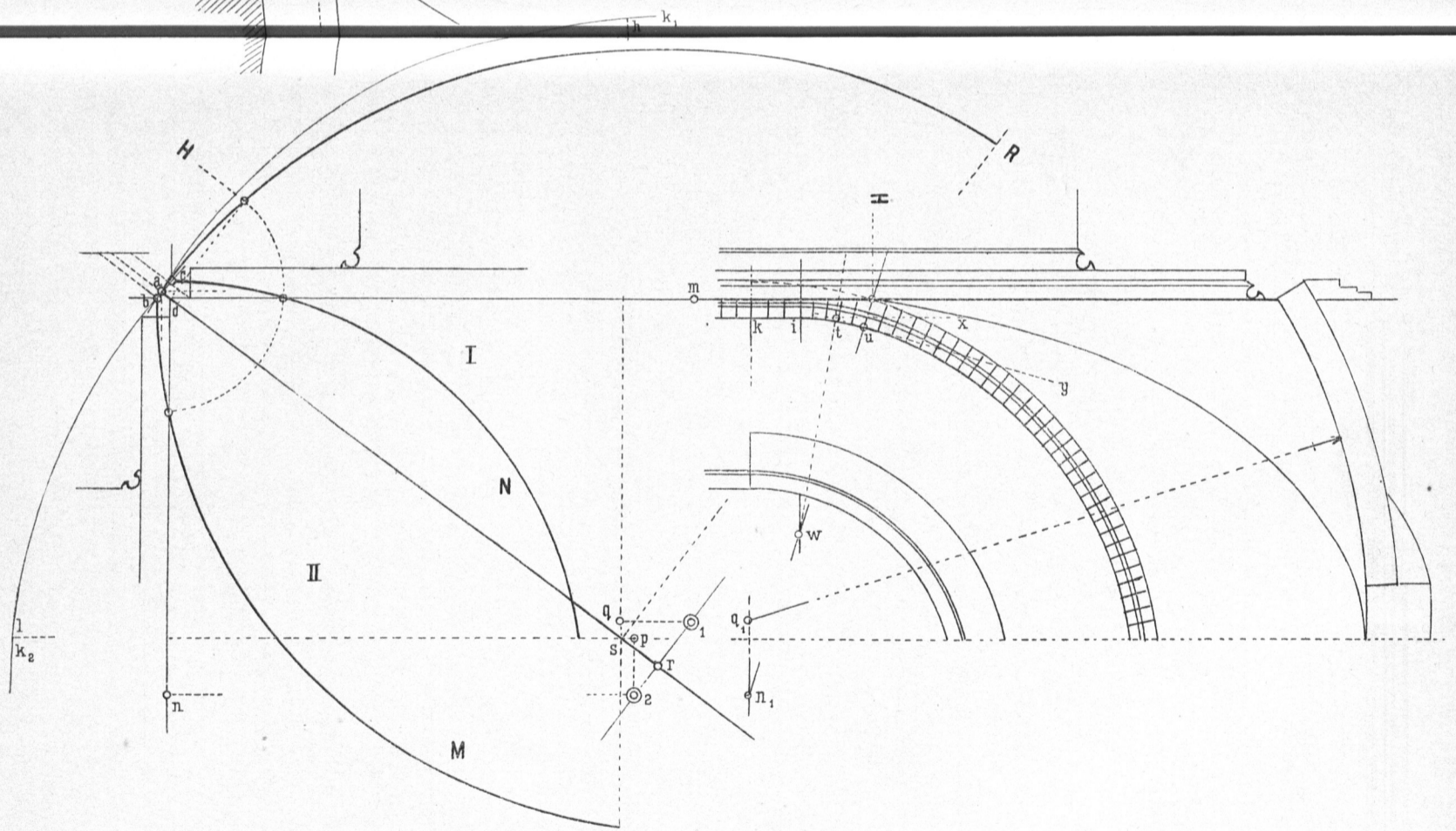
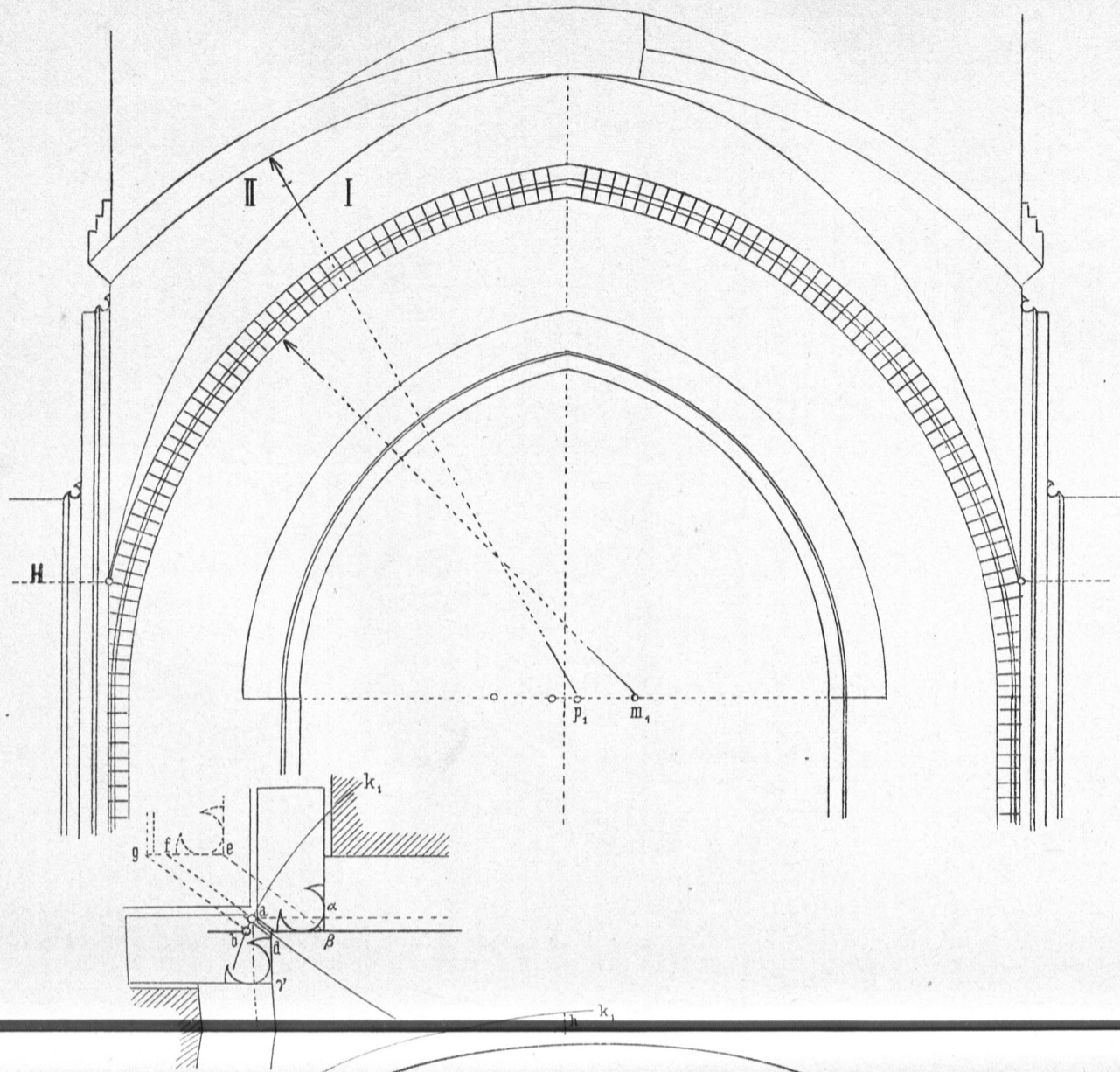
Nach bekanntem Verfahren wird u der Mittelpunkt der Kugelfläche über $kn\beta$ und m der Mittelpunkt der Scheitellinie oq , für welche $no = nl$ und $pq = bq$, ist. Von dieser Scheitellinie fällt durch Einfügen eines größeren Schlusssteines bei s , dessen äußere Randlinie in einer durch $f,$ bzw. $f,$ geführten wagrechten Ebene liegt, das Stück rq fort, so daß wiederum die Höhe des Punktes r genau gleich der Höhe $ff,$ bzw. $f, f,$ über der Grundebene wird.

313.
Befeitigen
der
Stelzungs-
flächen.

Zur Vermeidung der lothrechten Wand- oder Stelzungsfläche, welche in Folge der Stelzung einer Gewölberippe an dem dicht benachbarten, nicht gestelzten Rippenkörper entsteht, könnte füglich statt des gestelzten Rippenbogens und der damit verbundenen Ansatzlinie der Kappe ein in Art. 279 (S. 408) gekennzeichnete Knickbogen oder ein in geeigneter Weise aus beliebig vielen Mittelpunkten construirter Korbbogen in Anwendung kommen. Bei schmalen rechteckigen Gewölbefeldern, so wie auch bei Gewölben, deren Scheitel bedeutend höher liegen, als die Scheitel der sonst zu stelzenden Bogen, liefert dieses Auskunftsmittel jedoch, in Rücksicht auf eine mit der ganzen Gewölbekonstruktion in vollem Einklange stehende Form, meistens kein besonders befriedigendes Ergebnis.

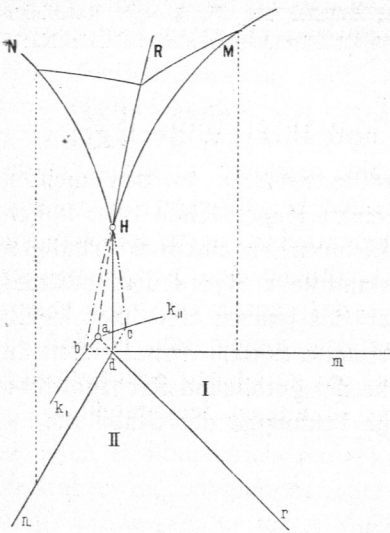
Weit besser kann in der Regel das Befeitigen der Stelzungsfläche durch ein Zurücksetzen der Stelzungswand in die Widerlags- oder Pfeilerkörper des Gewölbes bewirkt werden, selbst wenn damit eine geringfügige Aenderung eines kleinen Theiles am Fusse der sonst zu stelzenden Bogenlinien veranlaßt wird. Außerdem kann dabei die Möglichkeit der Durchbildung der Kappenflächen als reine Kugelflächen aufrecht erhalten werden.

Die Grundlagen für diese Gestaltung sind in Fig. 517 enthalten. Würde bei gestelzten Randbogen M , bzw. N der Seiten dm und dn eines Gewölbefeldes die Höhe der Stelzungswand über der Kämpferebene gleich dH werden, so würde beim Einführen dieser Wand der Diagonalbogen R seinen Fußpunkt in d bekommen,



Kreuzgewölbe ohne Stelzungwand über rechteckigem Gewölbefelde.

Fig. 517.



pen. Diesen Grundlagen entsprechend ist auf neben stehender Tafel die Zeichnung von einem Kreuzgewölbe ohne Stelzungswand über einem rechteckigen Gewölbe-felde gegeben.

Die profilirten Randbogen der Seiten dm und dn sind in ihren Begrenzungslinien wesentlich concentrisch mit den Bogenlinien der oberen Abschlüsse der Lichtöffnungen in den Seitenmauern zu halten.

R ist der in a auf der Kämpferebene beginnende, als Kreisbogen um r mit ra beschriebene Diagonalbogen. Punkt m , und demnach auch m ist der gegebene Mittelpunkt des Fensterbogens der Seite dm . Da m , bezw. m auch Mittelpunkt des Randbogens und damit zugleich die Ansatzlinie über dm für die Kappe I sein soll, so ergibt sich im Schnitte I des in m auf dm errichteten Lothes mit dem in r auf ar gezogenen Lothe der Mittelpunkt der Kugelfläche für das Kappenstück I . Der um r mit dem Halbmesser ra beschriebene Kreisbogen k , bezeichnet ihren größten Kreis. Die lothrechte Ebene md schneidet gehörig erweitert den Kreis k , in b und folglich wird der um m mit mb geschlagene Kreis M die Ansatzlinie der Kappe I über der Seite dm ; sie vereinigt sich mit dem Diagonalbogen R an der lothrechten Mauer- oder bei d in einer Höhe dH über der Kämpferebene. Unter Benutzung der Punkte n , bezw. n und r ergibt sich in z der Mittelpunkt der Kugelfläche für das Kappenstück II mit dem Halbmesser za und dem größten Kreise k_1 , so wie in dem um n mit dem Halbmesser nc beschriebenen Kreise N die gefuchte, ebenfalls in der Höhe dH auslaufende Ansatzlinie der Kappe II für die Seite dn .

Die Scheitellinien der Kappen I und II sind die um q , mit dem Halbmesser qh und um p , mit dem Halbmesser pl beschriebenen Kreisbogen der zugehörigen Kugelflächen.

Zur Erzielung eines gleichartigen Emporsteigens der profilirten Randbogen ist der Grundriß der Ansätze dieser Bogen zweckmäßig unter Benutzung des größten Kugelkreises k , und des Punktes b für die am weitesten gespannte Kappe I in der Weise zu entwickeln, daß, wie im vergrößerten Plane bei ge gezeigt ist, unter der hier genommenen Anordnung gleicher Profile, die Breite der Fußflächen $d\beta = d\gamma$ wird. Diese Annahme einer gleich großen Breite kann allerdings zur Folge haben, daß ein mit dem Halbmesser n, k um n , geschlagener Kreisbogen, wobei der Punkt k dem Punkte γ in der Kämpferebene entspricht, der Ansatzlinie N im Aufriss an der schmalen Rechtecksseite nicht mehr concentrisch bleibt. Solches ist hier der Fall. Eine um n , mit der Ansatzlinie N concentrische innere Begrenzungslinie des Randbogens fällt über k hinaus. Da aber hierdurch eine nicht beabsichtigte, auch nicht günstige Verminderung der Breite $d\gamma$ der Fußfläche des Randbogens eintreten würde, so muß eine Umgestaltung der inneren Begrenzungslinie für die Strecke ku stattfinden. Für die Fußlinie $ktiu$ geht die Fugenrichtung am Randbogen in der Höhe H durch u nach n . Vom Scheitel dieses Bogens bis u verläuft die Bogenlinie concentrisch mit sämmtlichen übrigen Bogenlinien. Die Lothrechte kx schneidet die in u gezogene Tangente y im Punkte t . Nimmt man $tu = ti$ und zieht iw parallel zu kn , so wird w der Mittel-

punkt eines kurzen Kreisbogens ui , und die Lothrechte ik ergibt eine mäfsige, nicht ungünstig wirkende Ueberhöhung der nunmehr fest gelegten inneren Begrenzungslinie, welcher sich die übrigen Randlinien gleich laufend anzuschließen haben. Durch diese an sich geringfügige Umformung werden keinerlei Nachtheile für die Gewölbekonstruktion verursacht.

8) Stärke der gothischen Kreuzgewölbe und ihrer Widerlager.

314.
Ueberficht.

Die Gewölbekappen der gothischen Kreuzgewölbe erhalten in den meisten Fällen eine Bufung. Ihre Laibungsflächen gehören reinen Kugelflächen oder kugelförmigen Flächen an; ihre Wölbung entspricht im Wesentlichen einem freihändigen Zusammenfügen der Wölbsteine in der Weise, daß Bestandtheile eines Kugelgewölbes entstehen, welche sich gegen die Rippen als Träger des ganzen Gewölbes legen. Letztere liefern das gefamnte im Gewölbe nach gerufene System von Kräften an die Gewölbstützen ab. Die zur Ermittlung der Stärke der gothischen Kreuzgewölbe zu führenden Untersuchungen umfassen vorwiegend die Prüfungen der Stabilität:

- a) der Gewölbekappen,
- β) der Gewölberippen und
- γ) der Gewölbewiderlager oder Gewölbstützen.

Bei dem zuletzt genannten Punkte sind noch besonders die bei den gothischen Kreuzgewölben mannigfach in Anwendung kommenden Strebepfeiler und Strebe- oder Schwibbogen zu berücksichtigen.

a) Stabilität der Gewölbekappen.

315.
Stabilität
der
Gewölbekappen.

Die bufigen Kappen der gothischen Kreuzgewölbe sind, wie auch die Art ihrer Einwölbung beschaffen sein mag, im Wesentlichen als Bestandtheile eines Kugel-, bzw. eines Kuppelgewölbes anzusehen. Ihre statische Untersuchung und die damit verknüpfte Bestimmung ihrer Stärke hat die Lehre vom Gleichgewichtszustande dieser besonderen Gewölbe zur Richtschnur zu nehmen. Die Theorie der Kuppelgewölbe ist in Theil I, Band 1, zweite Hälfte (Art. 489 u. ff., S. 461 u. ff.¹⁸³) dieses »Handbuches« gegeben.

Die hierin enthaltenen Grundlagen sollen im Folgenden bei den statischen Untersuchungen der in Frage kommenden Gewölbekappen mit berücksichtigt werden.

Ein Kuppelgewölbe besteht im Allgemeinen aus concentrischen Wölbchichten oder Kränzen, d. h. aus gewölbten Ringschichten, welche nach und nach für sich geschlossen und über einander gelagert werden. Ihre Lagerflächen sind Kegelflächen mit einer gemeinschaftlichen Spitze im Mittelpunkte der zugehörigen Kugel- oder Kuppelfläche; ihre Stofsflächen liegen in lothrechten Meridianebenen der Kuppel. Die gemeinschaftliche Schnittlinie dieser Schar von Meridianebenen ist die lothrechte Kuppelaxe. Ein von zwei benachbarten Meridianchnitten begrenztes Stück des Kuppelgewölbes ergibt einen Meridianstreifen.

Diesem besonderen Aufbau und Zerlegen der Kuppelgewölbe, wodurch sich dieselben wesentlich von der Herrichtung der cylindrischen Gewölbe unterscheiden, entsprechend, muß bei der statischen Untersuchung der Kuppelgewölbe der Gleichgewichtszustand von zwei Kräftegruppen geprüft werden. Diese Kräftegruppen umfassen erstens das auf die ebenen Stofsflächen der Wölbkränze einwirkende Kräftesystem und zweitens die auf die kegelförmigen Lagerflächen dieser Kränze gelangenden Kräfte.

¹⁸³) 2. Aufl.: Art. 281 u. ff., S. 269 u. ff.