



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Lehrbuch der gotischen Konstruktionen

Ungewitter, Georg Gottlob

Leipzig, 1890-

4. Die Gewölbe mit zusammengesetzten Rippensystemen

[urn:nbn:de:hbz:466:1-80225](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-80225)

gegen die 3 Stirnbögen und schneiden oben walmartig zusammen (s. Fig. 57), wie solches z. B. in den Chorumgängen der Kathedrale von Paris und von Notredame zu Chalons vorkommt, oder aber es ist die dreieckige Grundform noch weiter geteilt durch die drei Linien ah , hg und he in Fig. 55, welche dann die Projektionslinien der eigentlichen Kreuzrippen sind, während die über den Dreiecksseiten geschlagenen Bögen in das Verhältnis der Gurtbögen treten. Ein sehr schönes Gewölbe der letzteren Art befindet sich in der unteren Halle des Römers zu Frankfurt a. M. Die Figuren 57 und 58 zeigen die Gegensätze beider Wölbungsarten in perspektivischer Ansicht. In der letzteren kann das Auftragen der einzelnen Bögen in derselben Weise geschehen, wie bei dem vierseitigen Kreuzgewölbe, so dass man mit der Konstruktion der Kreuzbögen den Anfang macht, welche, wenn das Dreieck ein gleichseitiges ist, wieder nach Viertelkreisen gebildet sein können. Beide Wölbungsarten lassen sich in einem Gewölbe von der in Fig. 55 gegebenen Grundform verbinden, in der Weise, dass die grösseren Dreiecke aeg etc. nach Fig. 58 und die an den Seiten übrig bleibenden kleineren aec eben wegen ihrer geringeren Grösse nach Fig. 57 zugewölbt werden. Das dabei verwandte walmartige Herauswölben aus den Ecken kann auch auf vierseitige Felder übertragen werden, es entsteht sodann die interessante aber selten ausgeführte Form des übereckgestellten Klostersgewölbes.

Wo es an Höhe mangelt, wie das vornehmlich bei Nutzbauten der Fall ist, da können die Gewölbebögen statt nach dem Halbkreis oder Spitzbogen nach dem Stichbogen gebildet werden oder auch nach dem in der englischen Profangotik sehr bevorzugten Knickbogen, d. h. Spitzbogen mit gebrochenem Widerlager. In der Konstruktion stimmen derartige Kreuzgewölbe mit den besprochenen überein. Soll z. B. in Fig. 59 der Bogen age der Kreuzgrat sein, so kann man unter Verwendung gleichen Halbmessers den Randbogen über af' als Knickbogen herstellen, oder man kann, um gleiche Scheitelhöhe zu erreichen, wie rechts gezeichnet ist, über der Seite af einen Flachbogen mit kleinerem Radius schlagen.

Flache Gewölbbögen.

4. Die Gewölbe mit zusammengesetzten Rippensystemen.

Sechsteilige und achtheilige Gewölbe.

Im XII. und XIII. Jahrhundert findet sich in den normannischen und nordfranzösischen Werken sowie in Deutschland im Dom zu Limburg und andern Orts das System des sechsteiligen Gewölbes. Seine Entstehung hängt mit der ganzen Grundrissanlage zusammen (vergl. Fig. 15 III), es wurde mit der fortschreitenden Entwicklung der gotischen Kunst im allgemeinen wieder verlassen. Fig. 60 zeigt den Grundriss und Fig. 61 seine perspektivische Ansicht. Es bildet sich über dem Mittel- und Querschiff der Basilika und hat meist eine quadratische Grundform, die der Breite von zwei Seitenschiffjochen entspricht. Von dem gewöhnlichen Kreuzgewölbe unterscheidet es sich dadurch, dass zu den beiden Diagonalbögen ab und cd noch ein dritter Gratbogen ef hinzutritt, der seinen Aufstand auf den Zwischenpfeilern e und f findet. Letztere dienen daher jetzt nicht allein dem Seitenschiff sondern auch zum Teil dem Mittelschiffgewölbe als Stütze. Die Längswände werden in je zwei

Das sechsteilige Gewölbe.

Schildbögen zerlegt, wodurch das ganze Gewölbe sechs Kappendreiecke erhält. Die Kappenteile eCb und aCd sind gewöhnliche Kreuzgewölbekappen, während die vier seitlichen dfC , bfC u. s. w. eine unsymmetrische Gestaltung erhalten, die man sich am besten vergegenwärtigt durch Antragen des Horizontalschnittes in einer gewissen Höhe, welchen die im Grundriss schraffierten Teile zeigen.

Die Aufrissentwicklung der Bögen ist in den Grundriss eingezeichnet. Die Kreuzbögen ab und cd sind der Regel nach Halbkreise, der Teilgrat über ef muss naturgemäss ein Bogen von derselben Scheitelhöhe sein. Für die sechs Randbögen steht es dagegen frei, sie entweder auf dieselbe Scheitelhöhe zu bringen (s. Fig. 62) oder ihre Spitze tiefer zu lassen (s. Fig. 61). Bei den ältesten Beispielen tritt noch zuweilen die Form des überhöhten Halbkreises auf, der aber sehr bald durch den gerade für diese Wölbform weit günstigeren Spitzbogen ersetzt wird. Die Kappflächen können gerade oder busig sein, je nach den Anforderungen der Gestaltung oder Ausführung.

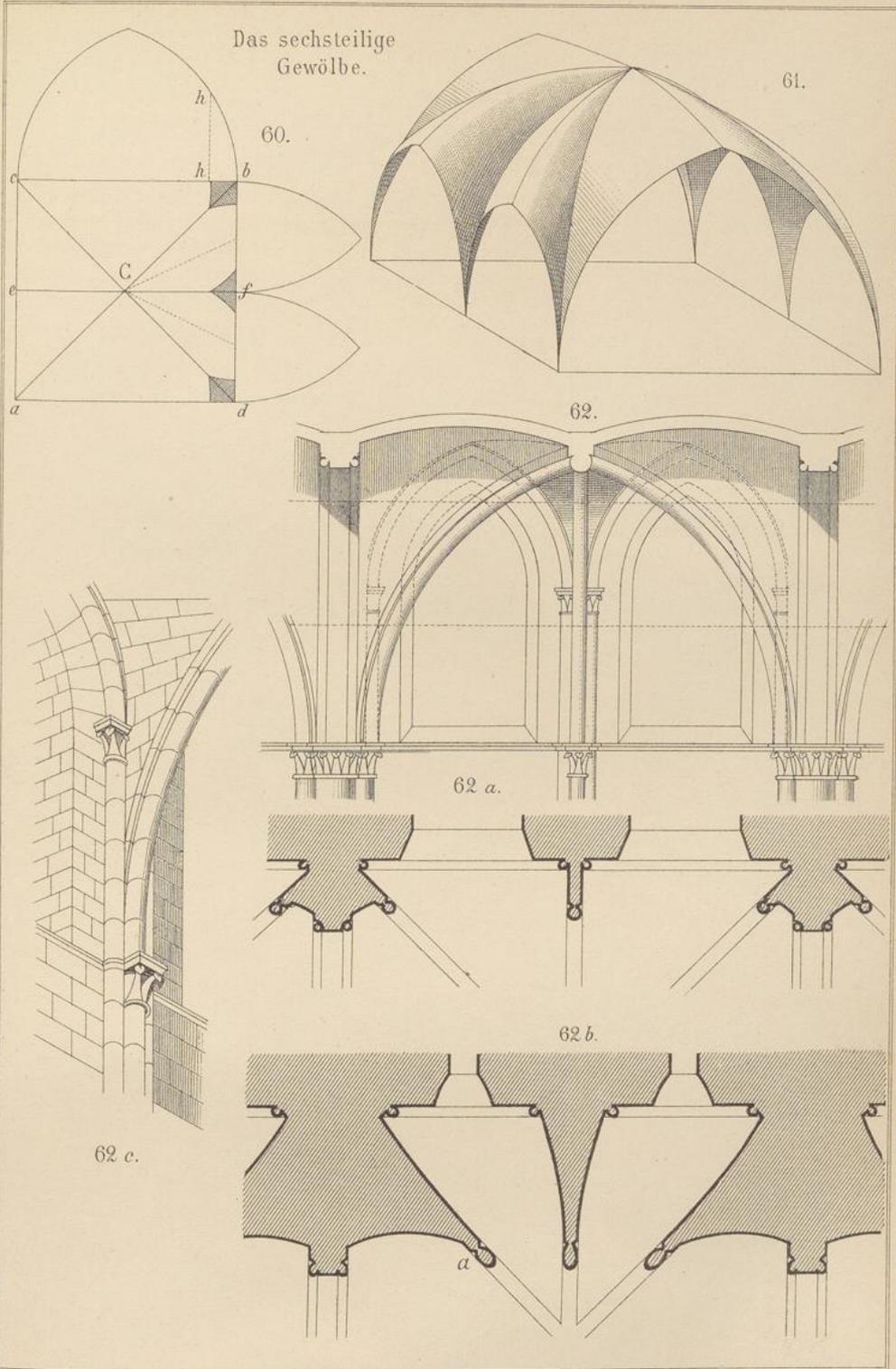
Die Figuren 62 bis 62c veranschaulichen die Aufrissentwicklung eines sechsteiligen Gewölbes mit aufgestellten Schildbögen. Fig. 62 stellt den Längsschnitt dar, 62a und 62b zeigen Grundrisse in verschiedenen Höhen, während 62c die Bildung des Anfängers vom Teilgrat klar legt. In Folge der Aufstellung der Schildbögen setzt sich unten hinter den Teilgrat eine senkrechte Wand, welche erst weiter oben in die Kappenwölbung übergeht. Der Schub, welcher den Zwischenpfeilern beim sechsteiligen Gewölbe zufällt, ist offenbar ein weit geringerer, als der auf die Hauptpfeiler wirkende (gewöhnlich nur $\frac{1}{3}$ desselben). Es bedürfen daher die ersteren entweder nur einer geringeren Stärke, wie in dem Dom zu Limburg, der Kathedrale zu Laon, der Kirche zu Mantes, oder sie können, wenn dieselbe Pfeilerstärke durch den Gewölbschub der Seitenschiffe sich bestimmt, der künstlichen Sicherung durch Strebebögen entbehren. Wo daher diese Voraussetzungen eintreten, wo entweder die Pfeiler schwächer oder die Anlage von Strebebögen schwierig, da wird die Anlage dieser sechsteiligen Kreuzgewölbe selbst bei sonstiger Durchführung des Systems der oblongen Kreuzgewölbe die zunächstliegende sein.

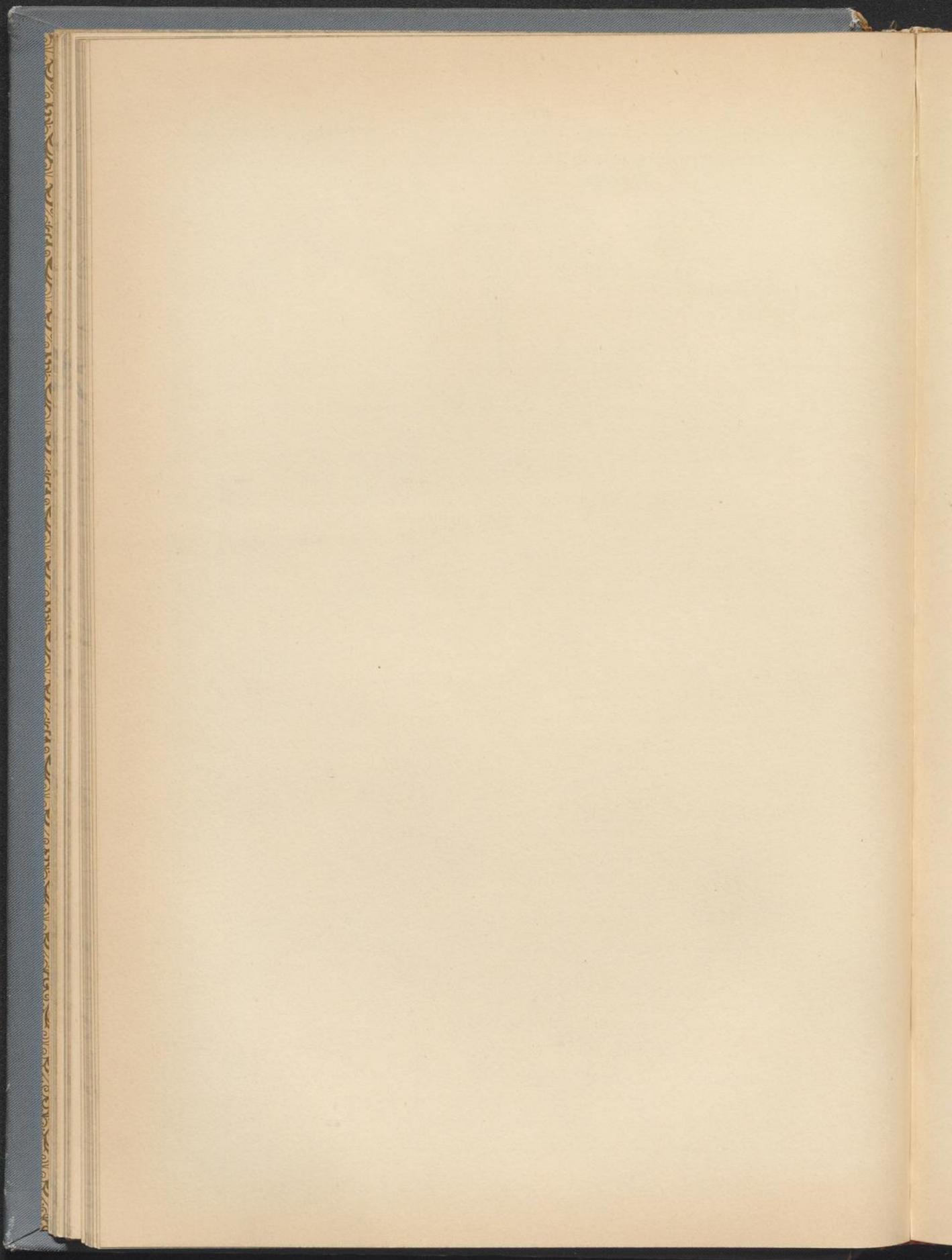
Derartigen Verhältnissen begegnen wir z. B. bei der Anlage der Kreuzschiffe. Es sei Fig. 63 der Grundriss eines solchen bei niedrigen Seitenschiffen und oblongen Kreuzgewölben über dem Mittelschiff. Dem Schub der Gewölbe des mittleren Quadrates auf den Kreuzpfeiler b wirken die Obermauern des Quer- und Mittelschiffes entgegen und dem der Mittelschiffsgewölbe auf die Schiffspfeiler a die von a nach c gespannten Strebebögen. Dagegen steht dem auf den Punkt d wirkenden Schub in der Richtung dc keine genügend hohe Mauer entgegen, ebensowenig kann in d ein Strebepfeiler angelegt werden, wenn nicht das Fenster ed wegfallen soll, und schliesslich würde ein von d nach c etwa möglicher Strebebogen den Strebepfeiler bei c von der Seite treffen, also umkanten. Es liegt daher am nächsten, den Gewölbeschub auf d zu verringern, und das geschieht eben durch die über ei bb angegebene Anlage eines sechsteiligen Kreuzgewölbes, wie es sich in den Kathedralen von Paris und Beauvais findet. Möglich, dass an dieser Stelle der erste Antrieb zur Entwicklung des sechsteiligen Gewölbes zu suchen.

Auch aus gewissen Arten der Choranlagen, deren Untersuchung wir daher hier vorgreifen müssen, ergeben sich verwandte Anordnungen. Schliesst das Chorthaupt genau mit einem halben Polygon, z. B. mit fünf Seiten des Zehneckes (in Fig. 64), so liegt der natürliche Anfallspunkt der Rippen in der Mitte der

Tafel VIII.

Das sechsteilige
Gewölbe.





Grundlinie des Polygons, also in *c*. Dem hier wirkenden Seitenschub dieser Rippen würde aber nur die Breite der Rippe *ab* einen ungenügenden Widerstand entgegenzusetzen, wenn das anstossende vierseitige Gewölbejoch nach dem System der oblongen Kreuzgewölbe sich bildet. Es muss daher dieses System verlassen und der Schwäche des Punktes *c* Hülfe geleistet werden, und das geschieht, wenn die Rippen von *d* und *e* nach *c* anstatt in der Diagonalrichtung geführt werden, mithin das Joch *abcd* die Gestalt der Hälfte eines sechsteiligen Kreuzgewölbes erhält, während das nächstfolgende mit einem gewöhnlichen Kreuzgewölbes überspannt wird. Derartige Anlagen finden sich häufig, u. a. in der Elisabethkirche zu Marburg und der Stiftskirche in Wetter.

Ebenso wie die Anlage der sechsteiligen Kreuzgewölbe auf der Einschaltung je einer Stütze in zwei Seiten des Quadrates beruht, so ergibt sich beim Einfügen einer Stütze in jeder Quadratseite das achtheilige Kreuzgewölbe, in welchem also auch die Kappen *cCb*, *acd* (Fig. 60) halbiert sind. Eine derartige Pfeilerstellung kommt vor, wo die Westtürme mit der Anlage von fünf Schiffen in der Weise verbunden sind, dass eine Turmbreite derjenigen der beiden Seitenschiffe zusammengenommen gleich kommt. Wenn dann freilich wie in Köln der untere Raum geteilt ist und ausser dem Eingang noch eine Kapelle in sich fasst, so ergibt sich ein neunter Pfeiler inmitten des Quadrates und ein Gewölbegrundriss von vier gleichen Jochen. Wo aber der innere Raum der Türme vollständig mit dem Inneren der Kirche vereinigt ist, wie an der Kathedrale von Paris, da ist ohne irgend eine besondere Disposition des Turmes der Mittelpfeiler überflüssig und es ergibt sich das achtheilige Kreuzgewölbe. Ein eigenes Beispiel dieser Art befindet sich in dem Zentralturm der Kirche St. Maclou in Rouen, dessen Gewölbe um zwei Stockwerke über dem Gewölbe des Mittelschiffes erhöht ist, so dass man von der Kirche aus den Einblick in das Innere des Turmes hat. Die Schildbögen sind nicht überhöhet, bleiben daher mit ihren Scheiteln weit unter dem der Kreuzrippen. Von den acht Schildbogenscheiteln sind zum Schlussstein hier steigende Scheitelrippen gespannt, so dass sich für das ganze Gewölbe der in der rechten Hälfte der Fig. 65 angegebene Grundriss ergibt.

Das
achtheilige
Gewölbe.

Stern- und Netzgewölbe.

Die Anlage des achtheiligen Gewölbes führt eine Verkleinerung der Kappenfelder mit sich, da sie an Stelle von vier grossen Kappen acht kleinere setzt. Dabei ist aber eine Verkleinerung der Kappen nur durch Vermehrung der Stützen erreicht; sie lässt sich auch ohne eine solche durch Einschalten neuer Rippen erzielen und führt dann zu verschiedenartigen reicheren Gestaltungen, unter denen besonders die Stern- und Netzgewölbe hervortreten.

Vor-
kleinerung
der Kappen.

Das Streben, die Kappengrösse einzuschränken, muss als ein natürliches Ergebnis des einmal angebahnten gotischen Prinzipes angesehen werden. Sobald man die Rippen als „tragende Körper“ den Kappen als den „getragenen leichten Füllflächen“ gegenüberstellte, war es ein nahe liegender Schritt, das tragende Geripp zu vervielfältigen, um die Füllflächen bequemer einwölben und an Masse leichter machen zu können. Die Freude an der gefälligen Linienführung wirkte mit, die Musterung

immer reicher zu gestalten, bis man am Schluss des Mittelalters auf spielende Ausartungen verfiel.

Ist demnach die Vermehrung der Rippen als ein von vornherein vorgezeichneter Entwicklungsgang anzusehen, so haben doch bestimmte Anlässe dazu beigetragen, dieselbe anzuregen.

Im beigefügten Grundriss Fig. 66 mit rechteckigen Mittelschiffjochen ist ein beim sechsteiligen Gewölbe (Fig. 64) erwähnter Chorschluss zur Verwendung gekommen. Es zeigt sich, dass der Kappenteil dce grösser ist als alle benachbarten, daraus ergibt sich ein nicht recht befriedigendes Aussehen, die Wölbchichten dieser Kappen verlängern sich ungünstig, und wenn sie gebauht ist, wird eine grössere Pfeilhöhe des den Busen bildenden Segmentbogens nötig. Dieser Höhenverlust kann aber wegen der oberhalb des Gewölbes durchgehender Balken unbequem werden. Ueberdies kann eine zu grosse Kappe eine Vergrösserung der Wölbdicke erforderlich machen. Das alles führt auf eine weitere Teilung etwa durch die beiden halben Kreuzrippen dc' und ec' und die dem Seitenschub derselben im Scheitel widerstehende Scheitelrippe $c'e$.

Dasselbe Verhältnis wiederholt sich hinsichtlich des Mittelquadrates. Werden hier alle vier Kappen in derselben Weise geteilt, so gelangt man zu dem Grundriss des Sterngewölbes, wie es sich über den Mittelquadraten der Kathedrale zu Beauvais und vielen anderen findet.

Die Teilung der Kappen durch eine vermehrte Zahl der Rippen kann indess noch durch andere Rücksichten veranlasst werden. Es sei z. B. Fig. 67 der Grundriss eines Turmgewölbes, in dessen Mitte eine weite runde Oeffnung bleiben soll, um die Glocken oder selbst etwaiges zu Reparaturen erforderliches Baumaterial aufziehen zu können. Diese Oeffnung wird eingeschlossen von einem wagrecht liegenden Kranz, der von den Rippen getragen wird. Besteht der Ring nur aus vier Werkstücken ab, bc u. s. w., so genügen zu ihrer Unterstützung die Kreuzrippen, wird die Oeffnung aber so gross, dass der Kranz mehr — etwa acht — Werksteine erfordert, so empfiehlt es sich auch die Zahl der Stützpunkte entsprechend zu vermehren. Es kann dies beim steigenden Gewölbe durch Scheitelrippen ka u. s. w. erzielt werden, sonst führt das Einschalten der Rippen hb, hc zum Ziel.

Stern-
gewölbe.

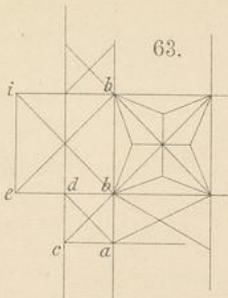
Vorstehende und noch viele andere Bedingnisse führen auf Rippenteilungen der mannigfaltigsten Art. Unter allen nehmen den hervorragendsten Platz die Sterngewölbe ein. Die klarste und einfachste Form eines solchen zeigt das Vierungsfeld der Fig. 66. Es ist dadurch entstanden, dass in jedes Kappendreieck eines gewöhnlichen Kreuzgewölbes je drei winkelteilende Rippen eingelegt sind, die sich im Mittelpunkt vereinigen. Wird diese Kappenteilung auf reichere Arten des Kreuzgewölbes angewandt, so erzeugen sich entsprechend reichere Gestaltungen. Das achtheilige Gewölbe liefert in dieser Weise die in Fig. 68 dargestellte Form, welcher zum Vergleich die aus dem achteckigen Gewölbe entsprungene Sternbildung (Fig. 69) gegenübergestellt ist. Sie unterscheiden sich von einander nur dadurch, dass bei ersterem die acht Stützpunkte über einem Viereck, bei letzterem über dem Achteck angeordnet sind. Räume mit regelmässig polygonalem Grundriss führen auf besonders schöne Sternformen, die sich in entsprechender Gestalt auf den vielseitig gebildeten Chorschluss übertragend.

Ueber oblongen Gewölbejochen lassen sich ebensowohl Sterngewölbe anlegen, wie über quadratischen, sie erhalten nur eine verschobene Form, die indess in der Wirklichkeit durch die Krümmung der Bögen bei weitem weniger auffällig wirkt, als im Grundriss.

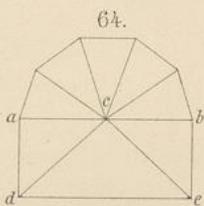
Natürlich lässt sich auch über ganz unregelmässigen Grundrissformen das Kreuzgewölbe in ein Sterngewölbe umwandeln.

Tafel IX.

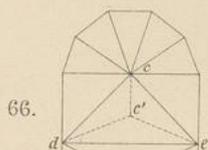
Sterngewölbe.



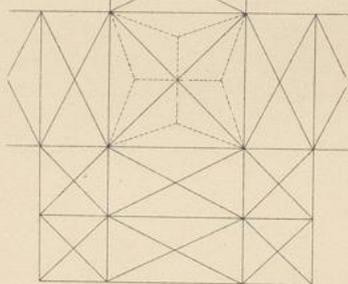
63.



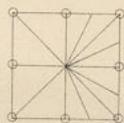
64.



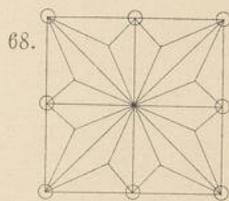
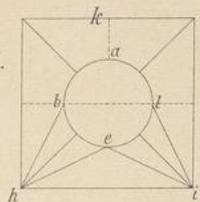
66.



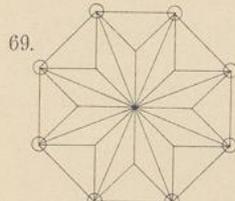
65.



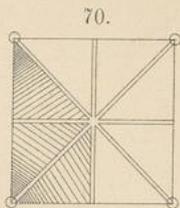
67.



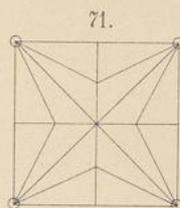
68.



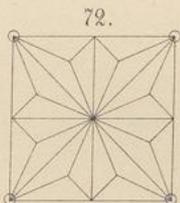
69.



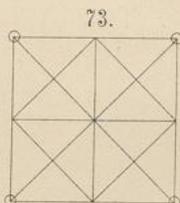
70.



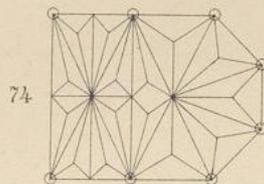
71.



72.

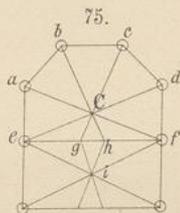


73.

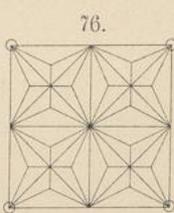


74.

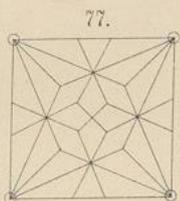
Köslin.



75.

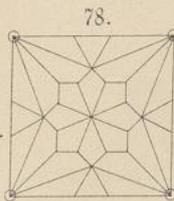


76.

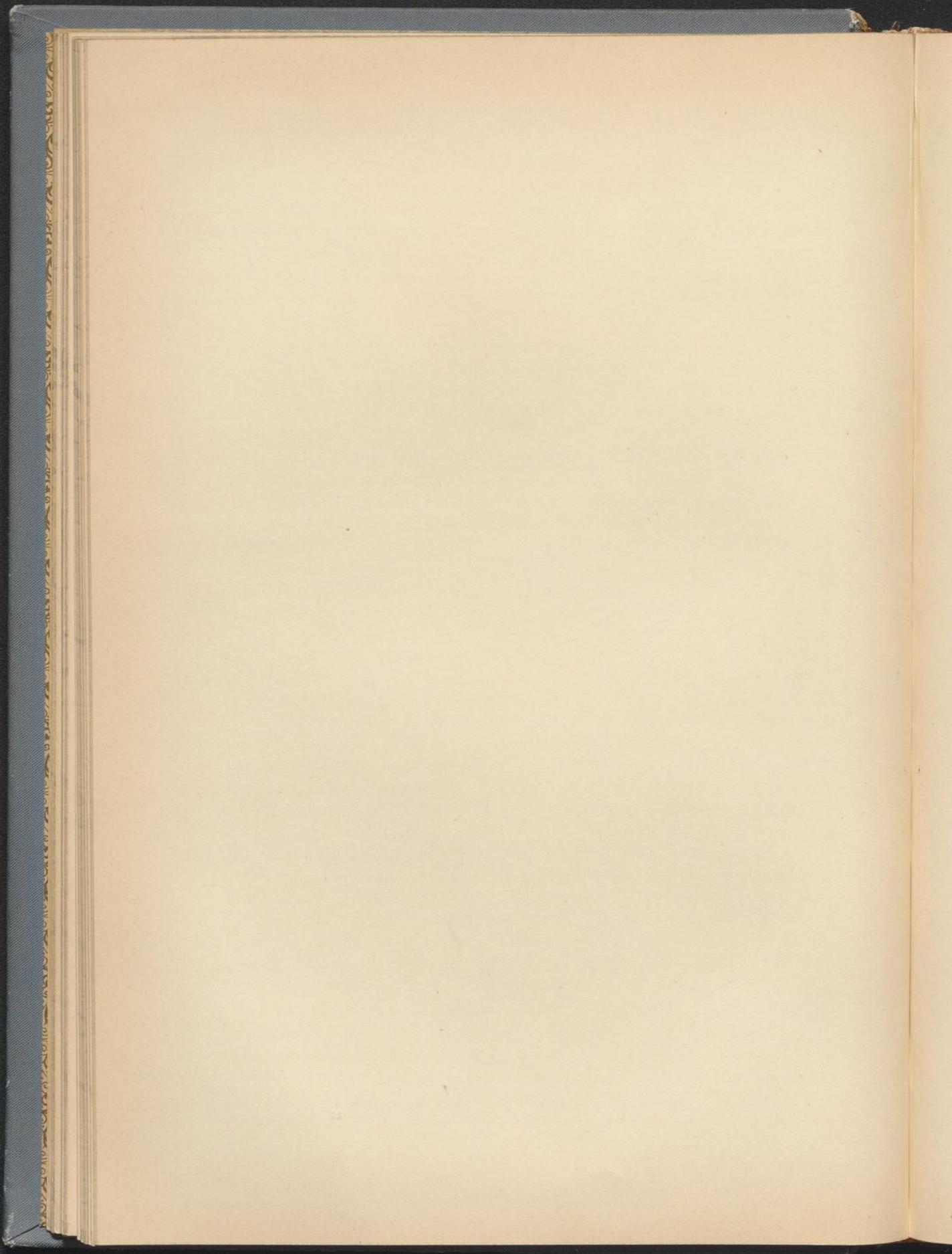


77.

Netz-
Gewölbe.



78.



Eine etwas abweichende Gestaltung zeigt das Sterngewölbe, welches aus dem Kreuzgewölbe mit vorspringenden Scheitelrippen (Fig. 70) erwächst. Die Scheitel- oder Firstrippen, deren Entstehung auf die Technik des Einwölbens zurückzuführen ist, findet sich sehr früh bei den normannischen und englischen Wölbungen, kommt aber auch bereits in romanischer Zeit in Deutschland vor, wie die Kirchen zu Osnabrück und Münster beweisen. Sie verbindet die Scheitel der Randbögen mit dem Schlussstein und ist in der Regel nach letzterem ansteigend und als Segmentbogen gestaltet. Teilt die Scheitelrippe schon an sich die Wölbflächen, so begünstigt sie auch in hohem Masse eine Fortentwicklung der Teilung. Figur 71 zeigt ein Hinzutreten von Rippen, welche den Scheitelbogen in der Mitte stützen, was bei dessen meist flachen Form sehr erwünscht war. Es ergibt sich auf diese Art eine sehr verbreitete Sternform, die beispielsweise für die Vierung der Kathedrale zu Amiens Verwendung gefunden hat. Ebenso oft tritt die Anordnung 72 auf, die unter anderen der Dom zu Schwerin und die Kirchen zu Köslin (Fig. 74) aufweisen, seltener dagegen ist die der Westmünsterabtei zu London entnommene Gestaltung 73.

Das Anstossen der Chorpolygone an die rechtwinkeligen Gewölbejoche führt noch auf weitere abweichende Teilungen, wie z. B. Fig. 75 zeigt. Hier spannen sich die Chorrrippen aC und dC den in derselben Richtung gehenden eC und fC entgegen. Soll nun für die Rippen bC und cC ein entsprechender Widerstand geschafft werden, so ergeben sich die Rippenstücke Cg und Ch , die sich vom Scheitel des Chorgewölbes an die Seite der Gurtrippe ef spannen und daher, um die letztere nicht seitwärts zu schieben, die Anlage der Rippen gi , hi und somit die Fortführung derselben Bewegung durch die ganze Länge des Joches zu fordern scheinen. Wir sagen mit Absicht „scheinen“, denn ein sehr dringendes konstruktives Bedürfnis liegt nicht zu Grunde, der Schub der Rippen eC und fC und des von ihnen begrenzten Kappenteiles kann genügen, um dem des Polygongewölbes zu widerstehen; es ergibt sich überhaupt kein weiterer Vorteil aus der ganzen Anlage als der einer Verkleinerung der Kappen und wir werden allmähig zu dem Punkte hinübergeleitet, wo die dekorative Konstruktion in eine konstruktive Dekoration übergeht. Nicht wollen wir damit einen Tadel aussprechen, aber es ist unverkennbar, dass die reicheren Gestaltungen, wie sie in Fig. 76, 77, 78 dargestellt sind, mehr dem Streben nach grösserer Pracht, als einem konstruktiven Antrieb ihre Entstehung danken.

Zwei dieser Beispiele zeigen bereits eine Unterbrechung der Kreuzrippen und bilden damit einen Uebergang zu der nunmehr zu besprechenden Klasse von Gewölben. Ueberhaupt ist der Reichtum dieser Gestaltungen im Grundriss der grössten Steigerung und Veränderung fähig.

Noch viel mannigfaltiger als die Sternformen sind die unter dem Namen Netz-Netzgewölbe. gewölbe zusammengefassten Bildungen. Als Sterngewölbe bezeichnet man alle bisher betrachteten Gewölbegrundrisse soweit sie noch auf dem des einfachen Kreuzgewölbes beruhen. In ihnen wurde das quadratische oder rechteckige Joch zuerst durch Kreuzrippen geteilt und jedes der so gebildeten Felder durch Zwischenrippen in eine grössere oder kleinere Anzahl von Unterabteilungen zerlegt. So ergab sich z. B. der Grundriss des einfachen Sterngewölbes dadurch, dass ein jedes der durch die Kreuzrippen eingeschlossenen Gewölbedreiecke nach Art der dreiseitigen Gewölbe

geteilt wurde. Erst in den reicheren daraus entwickelten Gestaltungen, wie Fig. 77 und 78, zeigt sich die Kreuzrippe unterbrochen oder vielmehr in zwei unter gleichen Winkeln daranstossende Rippen geteilt, d. h. es ist die Richtung der Hauptkraft in die der beiden Nebenkräfte aufgelöst. Die weitere Ausführung dieses Systemes, der Ersatz also der resultierenden durch die erzeugenden, der diagonalen durch die seitlichen Kräfte und umgekehrt, bildet nun das Thema, welches in den zusammengesetzteren Grundrissen zu variieren ist und welches nebst dem Prinzip einer Vermehrung der Durchkreuzungen diese reicheren Gestaltungen ermöglicht. So kann man in dem Grundriss des einfachen Sterngewölbes die Kreuzrippe durch die anderen Rippen ersetzt denken, mithin weglassen und so zu dem in Fig. 79 angegebenen Grundriss gelangen, der sich hiernach wieder als Vereinfachung des Sterngewölbes darstellt. Er zeigt das Netzgewölbe in einfachster Form.

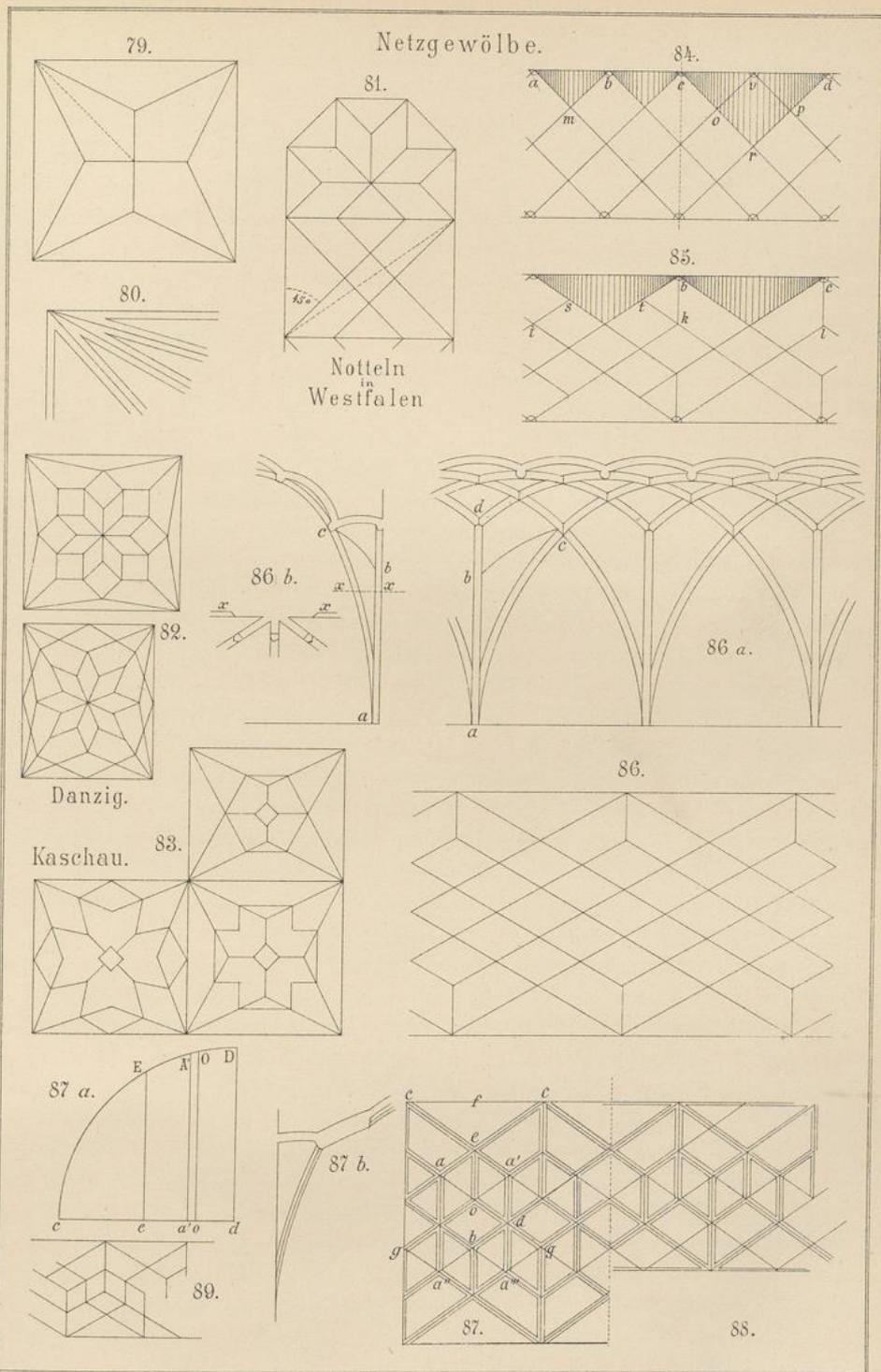
Es wäre Unrecht, die Entstehung des Netzgewölbes nur auf eine willkürliche Formenbereicherung zurückführen zu wollen. Welche berechtigten Gründe auf dasselbe hinleiten können, zeigt die Betrachtung eines langgestreckten rechteckigen Wölbfeldes. Bei demselben ergeben sich am Gewölbanfang sehr verschieden grosse Winkel zwischen den Rippen vergl. Fig. 80. Daraus entsteht aber neben dem ungünstigen Aussehen der Nachteil, dass die Gliederungen sehr unregelmässig in einander schneiden, und dass die Rippen wegen der verschiedenen Kappenformen leicht von der einen Seite grösseren Schub bekommen als von der anderen. Gleiche Winkelgrösse der Zwickel ist aus diesen Gründen für jedes Rippengewölbe von Vorteil. Zieht man aber über einem rechteckigen Felde die Rippen nicht in der Diagonale sondern in der Richtung der Winkelhalbierenden, so entsteht statt des einfachen Kreuzgewölbes das in Fig. 81 dargestellte Netzgewölbe. Diese Rippenanordnung ermöglicht gleichzeitig einen geschickten Anschluss des Chorgewölbes, der in der skizzierten Weise mehrfach ausgeführt ist — z. B. in der Kirche zu Notteln in Westfalen.

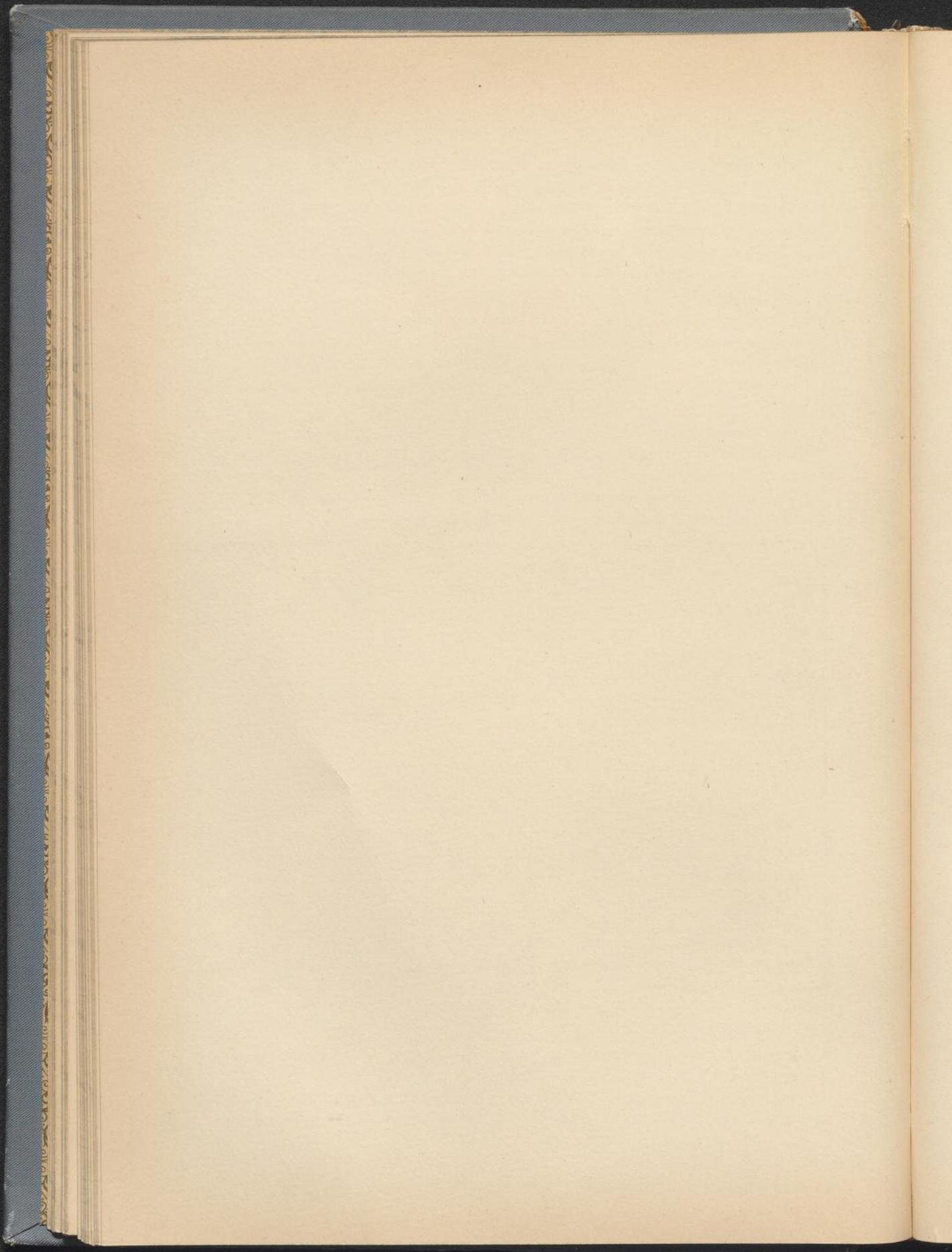
Welche freie Gestaltungen die Netzgewölbe annehmen können, zeigen die in Fig. 82 und 83 dargestellten Beispiele von der Marienkirche zu Danzig und dem Dome zu Kaschau. Es sind hier ansprechende geometrische Muster gebildet, an deren Stelle in der Spätzeit oft ein wirres Liniengewebe tritt.

Alle diese Formen zeigen nur eine Durchbrechung der Diagonalbögen, die Gurten sind beibehalten. Wenn letztere beseitigt werden, so tritt der Charakter des Netzgewölbes noch entschiedener hervor.

Untersuchen wir nun das Verhältnis der Gurtbögen, welche die Teilung in die verschiedenen Joche bewirken. In den Werken der älteren Periode war ihre Bedeutung eine wirklich konstruktive, unter anderen durch die starke Ueberhöhung oder die Anlage der Strebebögen bedingte (wie unter dem diese letzteren behandelnden Abschnitt in der Folge gezeigt werden wird). Demgemäss erhielten sie eine grössere Stärke und kräftigere Profilierung, als die Kreuzrippen. Für die Ausführung des Gewölbes selbst aber war diese Vergrösserung häufig unnütz und wurde daher schon im XIII. Jahrhundert in vielen Fällen aufgegeben. Die Gurten erhielten dann eine den Kreuzrippen gleiche Gestalt und Grösse, und es gelangte so ihr wirkliches von dem der Kreuzrippen nicht wesentlich abweichendes Verhältnis zum Gewölbe zum

Tafel X.





vollkommenen Ausdruck. Hiernach aber war es nur noch zufällig, dass sie ihre alte Richtung behielten und es konnte dieselbe nach dem schon auf die Kreuzbögen angewandten Prinzip durch die Seiten einer Raute ersetzt werden. Dadurch gelangte man zu dem Grundrisse des langgestreckten Netzgewölbes (Fig. 84, 85, 86.).

Tonnenartige
Netzgewölbe.

Das bestimmende Merkmal dieses letzteren ist daher darin zu suchen, dass sowohl die Kreuzrippen wie die Gurtrippen verschwinden, dass somit die Einteilung in Joche aufhört und die nunmehr durchweg die gleiche Funktion für das Gewölbe habenden Rippen wohl von den Pfeilern oder einzelnen Stützpunkten in der Wand ausgehen, aber, ohne diese in dem ganzen Schema irgend zur Geltung zu bringen, sich in den verschiedenartigsten Führungen über der zu überwölbenden Grundfläche verweben.

Auf eine besonders entschiedene Weise gelangt dieser Charakter zum Ausdruck in dem in Fig. 86 dargestellten, an vielen Orten, z. B. im Chor zu Freiburg i. B., in der katholischen Kirche in Marburg u. s. w., mit gewissen Abweichungen hinsichtlich der Zahl der Teilungen und der Anlage des Rippenanfangs wiederkehrenden Gewölbegrundriss, aus dem sich dann mit Benutzung der eben angeführten Bildungsgesetze die verschiedenartigsten Gestaltungen entwickeln lassen.

Im Aufriss haben diese Gewölbe meist eine dem Tonnengewölbe ähnliche Form nur die an der Wand liegenden (in den Fig. 84 und 85 schraffierten) Kappendreiecke sind in Form von Stichkappen unabhängig eingeschnitten.

Die ganze Wölbfläche ist mit rautenartigen Feldern überzogen, die als Maschen bezeichnet werden. Je nach der Zahl der in der Wölbbreite nebeneinander gereihten Felder, unterscheidet man ein-, zwei-, dreimaschige Netzgewölbe usf.

Wenn der Abstand der Stützpunkte nur einer Maschenlänge entspricht (Fig. 84 linke Hälfte), so bilden die Rippen ein regelmässiges gebogenes Netz, in das sich die seitlichen Dreiecke abm u. s. w. als Stichkappen einschneiden. Wird dagegen die Entfernung der Stützpunkte grösser, z. B. gleich zwei Maschenlängen, wie in der rechten Hälfte der Figur, so wächst entsprechend auch die Grösse der Stichkappe cdr . Die Rippenstücke ov und pv können über die Stichkappe fortgeführt werden, sie bilden dann bei o und p einen Knick, um sich bis zu dem Scheitel v zu erheben. Meist werden sie fortgelassen, wie in der linken Hälfte der Fig. 85. Man ging sogar in der Regel noch weiter, indem man auch die Stücke is und tk beseitigte, dafür aber die quer gerichteten Rippenstücke bk , cl usw. einfügte. (Siehe rechte Hälfte der Fig.) So ergibt sich eine Anordnung, die besonders häufig vorkommt und welche die Fig. 86 in Grundriss und Aufriss darstellt.

Es liegen bei diesem Gewölbe meist alle Rippenpunkte, die in denselben Längsschnitt fallen auf einer Horizontalen, gerade so wie bei einem Tonnengewölbe. Dennoch bleibt zwischen ihm und dem Tonnengewölbe der prinzipielle Unterschied bestehen, dass erstens die Kappen auf die Rippen gewölbt, also von diesen getragen werden, dass zweitens die Kappen eine selbständige von der Tonnenfläche beliebig abweichende Busung haben können und dass drittens die Aufrissform nicht für den Querschnitt des Gewölbes festgelegt wird, sondern für eine schräg laufende Rippe.

Zur Bestimmung der Aufrissgestaltung wählt man eine möglichst lang durchlaufende Rippe aus und giebt ihr die jeweilig beabsichtigte Form als Spitzbogen, Rundbogen oder gedrückten

Bogen. Diesen Bogen, der den Namen Prinzipalbogen trägt entsprechend werden alle weiteren Rippenstücke gestaltet. Näheres darüber im folgenden Kapitel (S. 62 u. f.).

Ist der Prinzipalbogen ein Halbkreis, so wird der Querschnitt des Netzgewölbes eine aufrechtstehende halbe Ellipse. Es ist demnach jene häufig betonte Uebereinstimmung mit dem Tonnengewölbe nur in einer äusserlichen und zufälligen Aehnlichkeit begründet, welche völlig verschwindet, sobald der Grundriss der Rippenführungen nach den oben angedeuteten Prinzipien die geringste Aenderung erfährt.

Im Grundriss 87 z. B. sind die Schrägrippen stellenweise unterbrochen und durch quer gerichtete Rippenstückchen ersetzt. Da keine durchlaufende Rippe vorhanden, pflegt man in solchen Fällen wohl den Prinzipalbogen für einen gebrochenen Rippenzug anzunehmen. D. h. man legt, wie in Fig. 87a gezeigt, die Grundrisslängen des Rippenzuges $cea'd$ an einander und schlägt über der so addierten Länge den Prinzipalbogen, der beispielsweise ein Viertelkreis sei. Die in den Punkten e und a' errichteten Lote bestimmen in E und A' die Höhenlage der Kreuzpunkte, während die Bogenstücke cE , EA' und $A'D$ die wirkliche Form und Länge der entsprechenden Rippenstücke zeigen. Ein beliebiges anderes Rippenstück, z. B. do im Grundriss, bestimmt sich in der gleichen Weise dadurch, dass man seine Grundrisslänge do an entsprechender Stelle auf die Grundlinie des Prinzipalbogens trägt. Die in den Endpunkten errichteten Lote schneiden auch hier wieder ein Stück OD des Prinzipalbogens ab, das die wirkliche Gestalt des Rippenstückes angiebt. Wird in dieser Weise das Gewölbe nach einem Prinzipalbogen über gebrochenem Rippenzuge bestimmt, so weicht seine Form sowohl im Längsschnitt als im Querschnitt vom Tonnengewölbe ab. Die Form des Querschnittes zeigt Fig. 87b.

Ueber die Vorzüge und Mängel derartiger Konstruktionen nach dem Prinzipalbogen siehe das folgende Kapitel S. 66.

Aus den Grundrissen von Fig. 86 und 87 können dann durch Vereinfachung wie durch reichere Zusammensetzung, durch Veränderung der Verhältnisse der Pfeilerstellung, der Richtung der Rippen, durch fortgesetzte Anwendung des oben erörterten Systems der Auflösung der Diagonale in die Seiten oder umgekehrt der Vereinigung der Seiten zu der Diagonale alle irgend möglichen Gestaltungen entwickelt werden.

So kann in Fig. 86 die Zahl der Maschen seitlich vermindert oder beliebig vermehrt werden. Aus Fig. 87 lassen sich Bildungen wie Fig. 88 und 89 ableiten. Die Abwandlung immer neuer Netzformen kann überhaupt ins Unbegrenzte fortgesetzt werden.

Versetzte
Stützpunkte.

Bei den beiden zuletzt mitgetheilten Grundrissen Fig. 88 und 89 liegen die Stützpunkte des Gewölbes nicht mehr einander gegenüber, sie sind vielmehr zu einander versetzt. Derartige Gestaltungen finden sich schon in manchen romanischen Werken und mehren sich in den gotischen aller Perioden.

Eine noch auf dem System der Kreuzgewölbe beruhende Anordnung findet sich in den Seitenschiffen der dem XIII. Jahrhundert angehörigen Barfüsserkirche in Erfurt, über einem der Fig. 90 entsprechenden Grundriss. Die Schiffspfeiler stehen in a und b und sind durch die Scheidebögen verbunden. Ueber dem Scheitel dieser letzteren legen sich die beiden Diagonalbögen cd und de als Quadranten an und bestimmen sonach sowohl die Höhen der Punkte f , wie die Gestalt der Diagonalbögen ag und bg , deren Hälften den Stücken ef und cf entsprechen, die also Spitzbögen sind. Von g aus spannt sich dann der Gurtbogen gd als halber aufgestelzter Spitzbogen nach dem Scheitel der Scheidebögen. Eine perspektivische Ansicht dieser mit der ganzen Durchschnittsanlage zusammenhängenden Anordnung zeigt die Fig. 90a.

Aehnliche Verhältnisse der Pfeilerstellung finden sich sodann aus dem XIV. Jahrhundert in der Kreuzkirche zu Breslau und aus dem XV. Jahrh. in St. Stephan zu Wien. In ersterer ist die Auflösung bewirkt mittelst Teilung des Seitenschiffgewölbes in drei dreiseitige Joche Fig. 91 und in letzterer durch die eigentümliche Gestaltung des Netzgewölbes. Mit besonderer

Leichtigkeit eignen sich auch gerade die letzteren Gewölbe zur Auflösung solcher Fälle, wie überhaupt aller Unregelmässigkeiten. Gehen wir auf Fig. 87 zurück, so würde eine der Fig. 90 entsprechende Pfeilerstellung mit dem Schema der ersteren Figur leicht vereinbar sein, wenn gg als Pfeilerweite an der Aussenmauer und cc als halbe Entfernung der freistehenden Pfeiler angenommen wird.

Sowie in allen diesen Fällen jedem inneren Pfeiler noch ein äusserer gegenüberstand und nur die Zahl der letzteren sich verdoppelte, so kann aber auch bei gleicher Zahl die Gegenüberstellung aufhören oder das Verhältnis der Stützpunkte in den verschiedenen Reihen nicht mehr 1:2, sondern etwa 2:3 oder ein sonst beliebiges werden.

Beispiele der Verlegung der Stützpunkte bei gleicher Zahl haben wir in Fig. 88 und 89 entwickelt. In letzterer Figur liegt immer der Stützpunkt an der einen Seite der Bogenmitte der anderen Reihe gegenüber, in ersterer findet ein minder regelmässiges Verhältnis statt.

Das Verhältnis der Stützpunkte in beiden Reihen wie 2:3 findet sich in dem östlichen Flügel des Kreuzganges vom Meissner Dom, dessen Grundrissanordnung die Fig. 92 zeigt.

Die Scheitelpunkte sind hier $abcdef$; die erzeugenden Bogen gb , bh , mc , ma , sowie alle von n ausgehenden. Der Punkt k liegt ebensoweit von dem Scheitel b wie der Punkt l von dem Scheitel a . An der südöstlichen Ecke ist dann, wie aus unserer Figur ersichtlich, ein Uebergang in einen vereinfachten Grundriss dargestellt.

Bildungen der Spätzeit.

In der späteren Zeit wurden den Rippen verschiedenartige Bereicherungen zugefügt, sie wurden doppelt übereinander gesetzt, mit masswerkartigen Durchbrechungen versehen usf. Den ersten Anlass zu diesen Bildungen gaben senkrecht über den Rippen aufsteigende Wandzwickel.

Schon in romanischer Zeit führt der unregelmässige Zusammenschnitt von Wölbflächen auf solche Lösungen. Wenn z. B. das rechteckige Feld $abcd$ in Fig. 93 an der Langseite mit einem Halbkreis, an der kurzen Seite mit einem „überhöhten“ Halbkreis überspannt ist, so wird sich im Aufriss über dem Gurtbogenzwickel die dreieckige Wand mno erheben. Ueberhöhte oder gestelzte Bogen führen überhaupt leicht zu dieser Bildung, die sich besonders oft bei polygonalen Chorschüssen, häufig auch bei sechsteiligen Gewölben findet (vergl. Fig. 62c). Die späteren reichen Netzgewölbe bieten noch mehr Anlass zu derartigen Gestaltungen. So kommt es vor, dass bei dem in Fig. 86a dergestellten Netzgewölbe „nur die Rippen“ bis zu dem tief liegenden Stützpunkte a herabgehen; auf ihren Rücken wird eine senkrechte Wand hochgeführt, gegen welche die Kappenflächen erst weiter oben in der Höhe bc angesetzt werden. Es bildet sich sodann über jeder Rippe ein senkrecht wandstück abc usw., wie es Fig. 86b im Schnitt und Grundriss zeigt. Es liegt nahe, dieses Wandstück zu durchbrechen, beziehungsweise dasselbe in Masswerkformen aufzulösen.

Durchbrochene Zwickel über den Rippen.

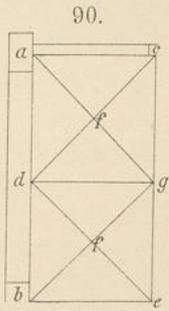
Ein sehr reiches Beispiel einer derartigen Gewölbeanlage zeigt der Kreuzgang von St. Stephan in Mainz, von dessen südöstlicher Ecke 95 eine Skizze giebt, zu welcher 94 den Grundriss darstellt. Da die Ecke in den Raum einspringend

ist, vereinigen sich an ihr eine grosse Zahl von Rippen. Der jedesmalige Querschnitt von Unter- und Oberrippe muss natürlich aus einem Werkstück gearbeitet sein, welches Fig. 95b in Perspektive darstellt. Auch der Anschluss der Oberrippe an den senkrecht herabgeführten Dienst besteht aus einem Stück, welches, wie der Grundriss Fig. 95c klarlegt, ziemlich grosse Abmessungen bekommt. Der in der Richtung einer Rippe angenommene Querschnitt Fig. 95a zeigt, dass die Masse *abc* fortgearbeitet werden muss, was die Ausbildung einer Nase an dieser Stelle begünstigt. Wird die Nase an dem darunter liegenden Werkstück wiederholt, so ergibt sich eine masswerkartige Ausbildung der Durchbrechung. Bei grösseren Verhältnissen wird natürlich das Masswerk bereichert und zur gegenseitigen Verstärkung der Unter- und Oberrippe benutzt werden können.

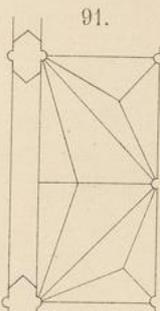
Das System, auf welchem die ganze Gestaltung beruht, die Durchbrechung der auf den Rippen aufgeführten Wand, findet sich indess, wenn schon in abweichender Ausführung, an manchen früheren Werken vor. Wir meinen jene Steinplattendecken, welche z. B. in dem Turme des Freiburger Münsters über dem unteren Saal des Turmachteckes und in ganz ähnlicher Weise über der Kapelle im nördlichen Flügel des Kreuzganges des Magdeburger Domes vorkommen, und die sich von einem wirklichen Gewölbe nur dadurch unterscheiden, dass die in letzterem nach einem flachen Bogen von Rippe zu Rippe gewölbten Schichten hier durch von Rippe zu Rippe gelegte Steinplatten ersetzt werden, die daher über dem Rücken der Rippe in einer Fuge zusammenstossen. Der letztere muss daher, um dieses Auflager zu bieten, wagrecht ausgeglichen werden, und diese Ausgleicheung wird bewirkt entweder wie in Freiburg durch ein Pfosten- und Bogensystem, wie Fig. 96 in perspektivischer Ansicht zeigt, oder durch das unmittelbare Einsetzen von Kreisen und anderen Masswerkformen in den Zwickeln zwischen dem Rücken des Bogens und der oberen Wagrechten, wie in Magdeburg. Der einzige Unterschied daher zwischen der Konstruktion von Fig. 95 und Fig. 96 liegt darin, dass die Rippe *e* in ersterer Figur einen Bogen, in dieser aber eine Wagrechte bildet. Während also erstere nur noch einer Sicherung des Widerlagers bedarf, so wird für letztere eine fortlaufende Unterstüztung nötig, welche wieder von der Rippe *e'* getragen werden muss. Wenn daher wie in Fig. 96 diese Unterstüztung durch Pfosten oder Säulchen bewirkt wird, so müssen die Ansätze der letzteren an die Werkstücke, aus denen die Rippe *e'* besteht, angearbeitet sein, und zugleich müssen diese Werkstücke so lang sein, dass ein jedes mindestens einen Pfosten aufzunehmen hat, weil bei ungleicher Belastung der verschiedenen Werkstücke das minder oder gar nicht belastete in die Höhe geschoben werden dürfte. Genaueren Aufschluss über die Belastung der Rippe giebt die für diesen Fall leicht zu konstruierende Stützzinie. Es muss daher jedes einzelne Rippenstück etwa die in Fig. 96a gezeigte Gestalt erhalten. In Freiburg freilich ist die Ausführung minder sorgfältig, indem etwa nur für die Hälfte der Pfostenbreite der Ansatz angearbeitet und die andere Hälfte in den Rücken der Rippe eingeschnitten ist, wodurch allerdings an Steinmaterial für die Rippe gespart wird.

Die Belastung der Rippe macht einen wesentlichen Vorzug der Konstruktion von Fig. 96 aus, indem dadurch die Rippe gegen ein seitliches Verschieben gesichert wird. Das Fehlen dieser Sicherung in Fig. 95 zwingt zur Anwendung künstlicher

Tafel XI.

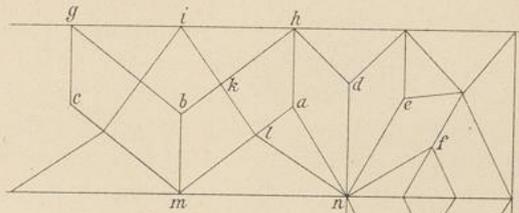


90.



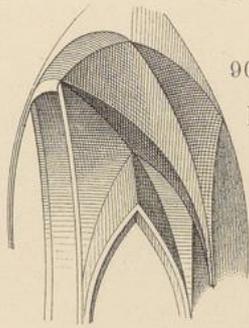
91.

Kreuzkirche
Breslau.



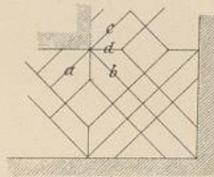
92.

Kreuzgang zu Meissen.

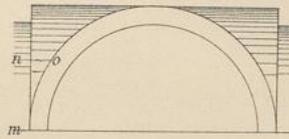


90 a.

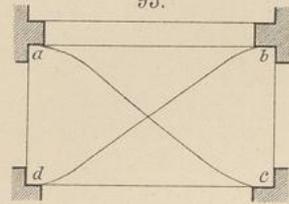
Barfüßerkirche
Erfurt.



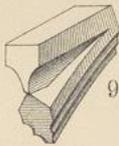
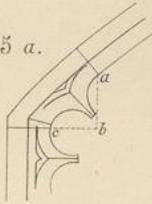
94.



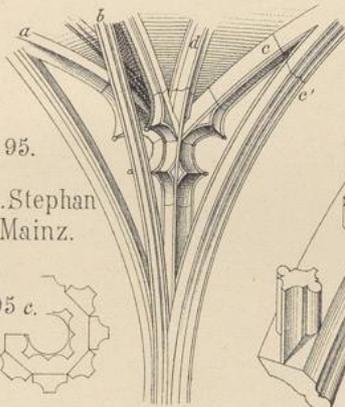
93.



95 a.



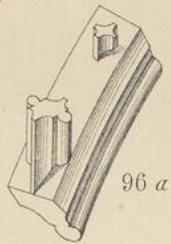
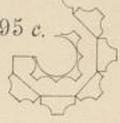
95 b.



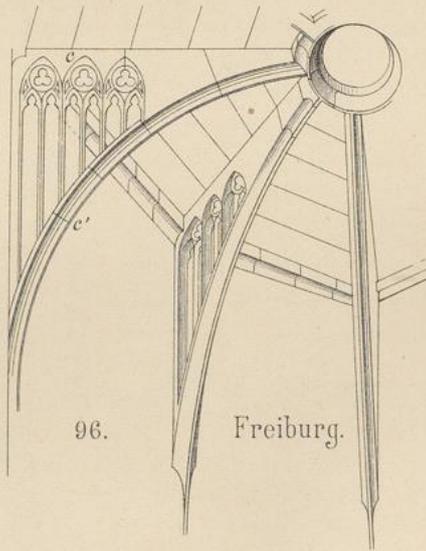
95.

St. Stephan
Mainz.

95 c.

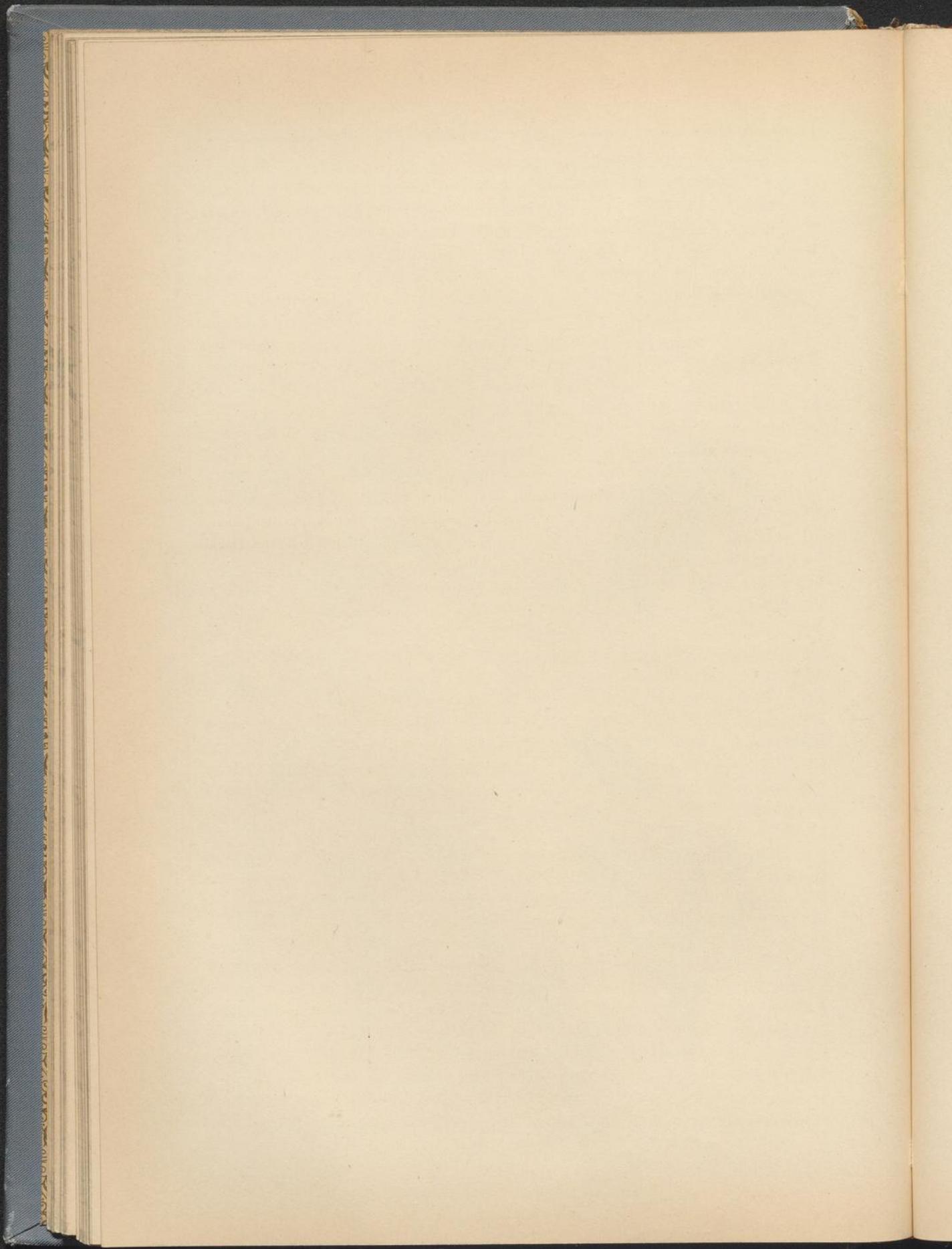


96 a.



96.

Freiburg.



Auskunftsmittel, wie eiserner Klammern oder Dübbel, die der oben angeführte Mainzer Kreuzgang zeigt, macht also eine Schwäche dieser sonst noch völlig konstruktiven Anordnung aus. Völlig verleugnet sich aber der konstruktive Charakter in einzelnen Rippengestaltungen der Spätgotik, deren Entstehung allein in dem Gefallen an der bunten Wirkung solcher Durchbrechungen gesucht werden kann. An manchen Arten, unter anderen in St. Leonhard in Frankfurt finden sich zwei Rippen von ungleichen Radien untereinander. Diese Anordnung kann konstruktiv berechtigt sein, wenn etwa die obere Rippe die Kappenlast aufnimmt und die untere zwei Kreuzpunkte verstrebt. Oft ist aber die untere Rippe eine völlig unnütze Zuthat, die zuweilen nur durch eiserne Dübbel ihre Lage behaupten kann. Fig. 97 zeigt, diese, wohl reiche, aber völlig willkürliche Anlage.

Das Streben nach reichen Formen spricht sich noch mehr in den gleichfalls dem Ende des XV. Jahrhunderts angehörigen Anlagen von doppelten Rippensystemen über einander aus. Von denselben steht nur das obere in Beziehung zu den Kappen, während das untere, von den gleichen Diensten ausgehend, von dem oberen völlig getrennt ist und seine Verschränkungen nach einem völlig abweichenden Schema bildet, so dass die Oberkante der unteren Rippe unter der Unterkante der oberen hindurchstreicht. Ein Beispiel dieser Anordnung findet sich in der Kirche des Dorfes Langenstein bei Marburg (s. Fig. 98). Die Wirkung der beiden Systeme, der einander durchkreuzenden Formen derselben, die noch gesteigert wird durch die von den unteren frei schwebenden Rippen nach oben auf die Kappenfläche geworfenen Schlagschatten, ist eine wahrhaft überraschende. Nicht minder überraschend ist aber die sinnreiche Grundrissanordnung, die überaus geschickte Verbindung der Entwicklung aus dem Viereck oder Achteck mit der aus dem Dreieck oder Sechseck. Es ist in dieser Hinsicht nicht ganz unfruchtbar, das Sonst mit dem Jetzt zu vergleichen. Es giebt wenig Handwerker oder selbst Baumeister, die im Stande wären, heutigen Tages eine Anordnung zu ersinnen, welche der des schlichten Dorfmauermeisters in Langenstein ebenbürtig wäre. Und es ist nicht die durch vielfache Kunstübung gewonnene Sicherheit der Ausführung, es ist in weit höherem Grade die Unmittelbarkeit der Erfindung, kurz der eigentliche Inhalt, welcher den Ruhm der alten Werke ausmacht.

Das erwähnte Gewölbe gehört erst der Spätzeit an, es leidet in erhöhtem Grade an der oben angeführten Schwäche, nämlich an der Notwendigkeit der eisernen Klammern für das untere System und ist überhaupt eher zum Studium, als zur Nachbildung geeignet. Ein noch reicheres Beispiel derselben Art findet sich in St. Willibrord in Oberwesel.

In der Spätzeit sind die Unterkanten der Gewölbebögen oft mit fortlaufenden Reihen kleiner herabhängender Schwebebögen besetzt. Es ist die nämliche Verzierungsweise, die sich schon weit früher an Portalbögen findet. Sie überträgt sich dann auf die Scheidebögen im Innern der Kirchen wie bei der noch romanischen Kirche S. Isidoro zu Leon in Spanien und später bei St. Jakob zu Lüttich, wo sie sogar in zwei parallelen Reihen angeordnet ist. Schliesslich macht sie sich auch an den Gurten und Rippen geltend. Bei letzteren finden sie sich entweder nur an den zunächst dem Schlussstein befindlichen Teilen und hören nach unten auf, wie

Doppelte
Rippen-
systeme.

Schweb-
bögen und
Nasen.

im Chor der Sebalduskirche in Nürnberg, oder sie werden über die ganze Rippe vom Kapitäl aus zum Schlussstein fortgeführt, wie im nördlichen Seitenschiff des Domes zu Mainz und in besonders zierlicher Weise in dem Treppenturm eines Hauses in der rue de forge in Dijon (Fig. 99, wozu 99a das Rippenprofil) zeigt.

Ebenso gehört zu den mehr willkürlich dekorativen Gestaltungen der Rippen, die oft in Verbindung mit den reicheren Grundrissen der Stern- und Netzgewölbe vorkommen, das Ansetzen der Nasen an die Seitenflächen der Rippen, welche dann frei unter die Kappenflächen hineinstecken, zugleich aber dem betreffenden Werkstücke der Rippe ein grösseres Breitenmass aufzwingen. Ein derartiges Beispiel findet sich in einer der Kirche Maria zum Kapitol in Köln angebauten Kapelle Fig. 100. In der Regel ist dann das Rippenprofil nach oben wieder zusammengezogen, so dass die Nase frei zu liegen kommt (s. Fig. 100a). Unmittelbar aus einer Fortführung der Nasenbögen ergibt sich die Gestaltung der im Grundriss masswerkartig gebildeten Rippen, welche anfangs noch in Verbindung mit geradlinigen Rippen vorkommen, wie in der Vorhalle der Marienkirche zu Mühlhausen (Fig. 101), während später der ganze Gewölbegrundriss daraus gebildet ist. Schwach gebogene Rippen können, wie bereits Seite 28 erwähnt wurde, ihre praktische Berechtigung haben, davon kann aber bei den sogenannten gewundenen Reihungen der Spätgotik meist nicht mehr die Rede sein, wofür eine Kapelle an der Südseite des Strassburger Münsters einen möglichst entschiedenen Beleg giebt. Die Wirkung der sich wie Schlangen im Raum herumwindenden Rippen ist eine wahrhaft quälende und überaus magere. Fig. 102 zeigt ein derartiges Beispiel im Grundriss.

Gewundene
Reihungen.

Die Konstruktion der Aufrissbögen dieser gewundenen Rippen geschieht zunächst für die Sehnen derselben, also für den Bogenteil ab in Fig. 102 über der Sehne ab u. s. w. Aus dem für die Sehne ab konstruierten Aufrissbogen bestimmt sich daher der Bogen der eigentlichen Rippe in der Weise, dass z. B. die Höhe des Punktes d' gleich der des Punktes d genommen wird und ebenso die Höhe des Punktes e' daselbst gleich der des Punktes e usw. Wenn in Fig. 102a der Bogen $adeb$ die isometrische Projektion des über der Sehne geschlagenen Bogens ist, so wird der Bogen $ad'e'b$ der wirkliche Bogen des Rippenstückes, welcher sich in derselben Weise für bc usw. würde ermitteln lassen.

In derselben Weise geschieht dann auch die praktische Ausführung, indem nämlich den Seitenflächen des über der Sehne ab gestellten Lehrbogens ein entsprechend gebogenes Stück Holz angefütert wird.

Die Richtung der Fugen in den Kappen kann in verschiedener Weise angenommen werden. Der Gewölbegrundriss bestimmt in der Regel die Wahl. Es kann diese Richtung entweder für jedes Kappenfeld eine besondere sein, so dass die Fugen der verschiedenen Felder sich auf den Rücken der Rippen unter schiefen Winkeln schneiden, wie in Fig. 103, oder es können die Fugen über den Rücken einzelner Rippen in gerader Linie durchgehen und auf den zunächstbefindlichen sich unter schiefen Winkeln schneiden, wie in Fig. 100 angegeben. Endlich können sie über allen Rippen in gerader Linie durchgehen und sich in den Mittellinien der Kappenfelder schneiden, in ähnlicher Weise, wie in den Scheitellinien der Kreuzgewölbe. Die letztere Anlage ist in Fig. 326 für ein rippenloses Gewölbe dargestellt. (Näheres über die Konstruktion der Kappen folgt in einem besonderen Kapitel.)

Tafel XII.

Rippenbildungen der Spätzeit.

