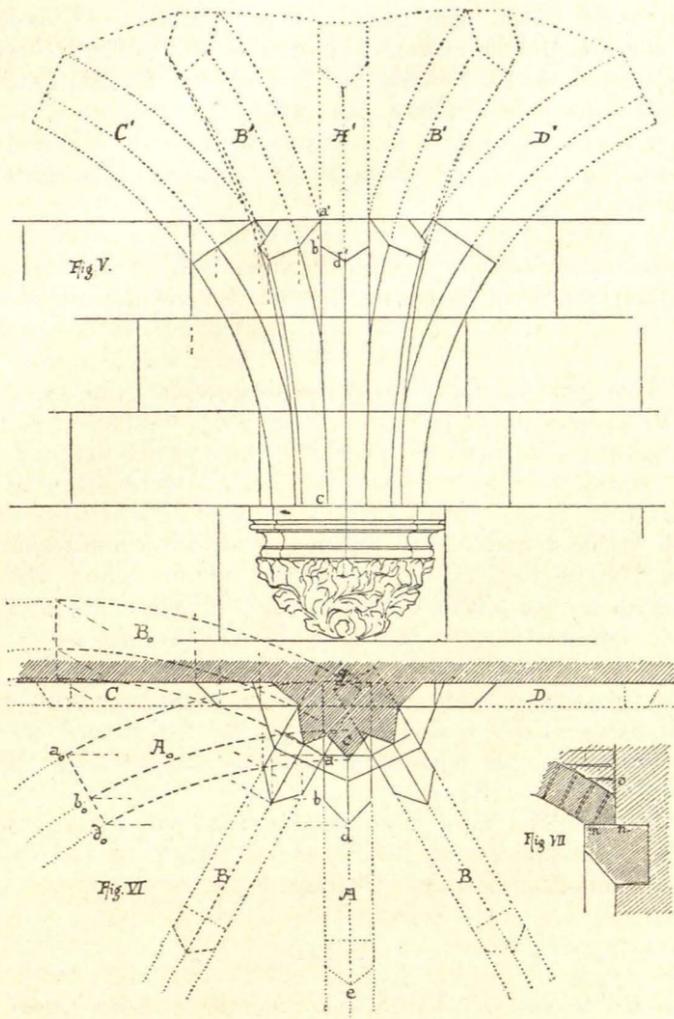


die Umklappung um die Mittellinie ge der Rippe gemacht ist) die gesuchte Höhe, d. h. $c'a'$ ist gleich ca_0 zu machen. Durch a_0 führe

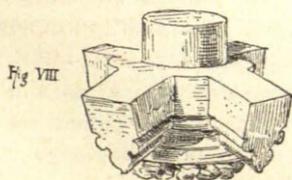
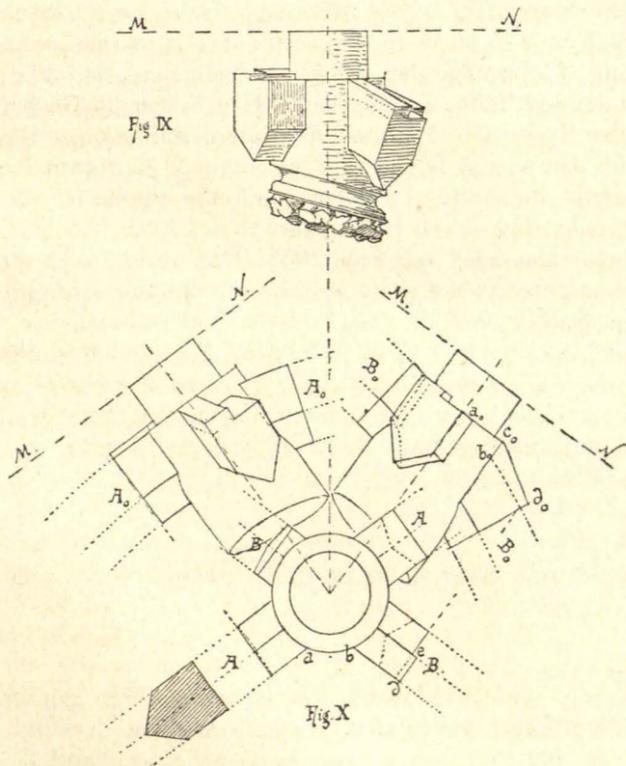


man nun die erste normale Fuge a_0d_0 , deren Grundriss $abd\dots$ und deren Aufriss $a'b'd'\dots$ ist.

Die Schildrippen werden, wie Fig. VII zeigt, in die Wandfläche eingelassen und ragen über dieselbe vor, so dass sich bei mno ein Widerlager für die Kappenwölbung ergibt.

§. 121.

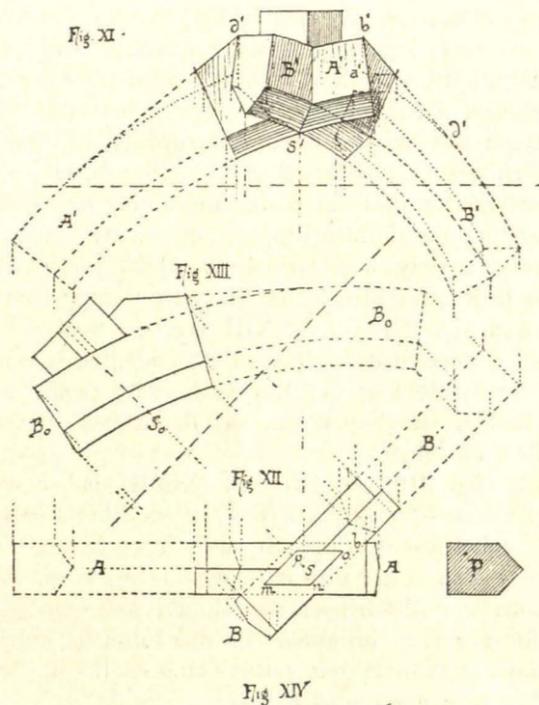
Jede Kreuzung zweier oder mehrerer Rippen heisst Schlussstein. Die einfachste Form des Schlusssteins ist diejenige, welche sich



ergibt bei der Kreuzung der beiden Diagonalrippen im einfachen regelmässigen Kreuzgewölbe, da in diesem Fall die Rippen bei gleicher Krümmung und Höhe ganz regelmässig an dem cylindrisch geformten Kern des Schlusssteins Fig. VIII sich anschneiden. Unterhalb ragt der Schlussstein in der Regel etwas über den eigentlichen Scheitelpunkt der Rippen herab und ist auf das mannigfaltigste ornamentirt. Oberhalb des Rückens der Rippen erhält der Schlussstein eine cylindrische Fortsetzung, etwas schmäler als der untere Theil und von einer Höhe gleich der Stärke des Kappengewölbes, das sich hier anschliesst.

Weniger einfach gestaltet sich die Form des Schlusssteins, wenn die Krümmungen der Rippen verschieden sind und in Folge dessen die oberen Rückenlängen der Rippen, in welchen das Kappengewölbe sich anschliesst, den Schlussstein in verschiedenen Höhen treffen, wie das bei den seitlichen Schlusssteinen der Stern- und Netzgewölbe der Fall ist (siehe Fig. IX und X). Die obere Kante der Rippe AA , deren Seitenprojektion A_0A_0 ist, trifft den Schlussstein im Punkt a_0 , die Rippe BB , deren Seitenprojektion B_0B_0 ist, trifft den Schlussstein im Punkt b_0 , da aber in a_0 und b_0 die Kappenwölbung zusammentreffen muss, so würde deren ungleiche Höhe Schwierigkeiten in der Ausführung machen. Man gibt daher der Rippe B_0 bei b_0 einen Aufsatz $b_0c_0d_0$ von der halben Breite der Rippe (im Grundriss bdc) und lässt diesen Aufsatz auf dem anstossenden Rippenstück allmählich verlaufen, um wieder auf die normale Rückenlängs zurückzukommen (siehe Fig. XIV).

In den meisten Fällen erhält bei Stern- und Netzgewölben nur der Hauptscheitelpunkt einen dekorativen Schlussstein, während man an den übrigen Stellen einfach die Rippen sich kreuzen lässt, wie dies Fig. XI bis XIII veranschaulicht. Zwei Rippen AA und



BB mit dem gleichen Profil P kreuzen sich im Punkt (S, S') . Die wahre Krümmung der Rippe AA zeigt sich im Aufriss $A'A'$; die Rippe BB ist in der Umklappung B_0B_0 gegeben. Bei diesen Rippenkreuzungen wird die Anordnung stets so getroffen, dass die untere Mittellinie des Profils (im vorliegenden Beispiel die scharfe Kante desselben) in demselben Punkt (s, s') zusammentrifft. Da die Rippen verschiedene Neigungen gegen einander haben, so können die übrigen Kanten unmöglich in denselben Punkten zusammentreffen. Es muss daher auch in diesem Fall die oben beschriebene Anordnung getroffen werden. Die Rückenlängs der Rippe $B'B'$ trifft bei a' die Rippe $A'A'$, deren Rückenlängs bereits die Höhe b' hat. Diese Höhendifferenz ist behufs der zweckmässigen Ausführung des Kappengewölbes wieder durch eine Aufütterung $a'b'd'$ auszugleichen, die allmählich auf der ursprünglichen Rückenlängs der Rippe verläuft, wie Fig. XIV deutlich zeigt. Auch hier erhält der Schlussstein oberhalb einen Aufsatz von der Form $mno p$ und eine Höhe gleich der Dicke des Kappengewölbes.

§. 122.

Bei den frühesten gerippten Gewölben bestehen die Rippen aus einem Bogen von einem einzigen Mittelpunkte, welcher seinen

geometrischen Ort gewöhnlich in der Kämpferebene hat. Die Rippen sind hier aus vielen kleinen einzelnen Gewölbsteinen konstruiert, welche bis zum Niveau des Gewölbeanfanges hinabgehen und an der Rückseite nur roh verbunden sind. Dies ist z. B. der Fall bei dem gerippten Gewölbe des hohen Chors von Canterbury, woselbst in einer transversen Rippe von 9,42 m Spannung gegen 100 Steine gezählt werden. Erst in den spätern Perioden wurde die zweckmässige Anordnung getroffen, in dem untern Gewölbtheile sämtliche Rippen aus einem Steine hervorgehen zu lassen. Hierbei liess man jedoch nicht ausser Acht, die gegenseitige Unabhängigkeit der Rippen von einander durch die Art und Weise, in der sie vom Gewölbeanfange ausgehen, besonders hervorzuheben, indem man einige mehr oder weniger hervortreten liess als die übrigen, je nachdem der mittlere horizontale Querschnitt des Gewölbes es erheischte.

Der horizontale mittlere Querschnitt des Rippengewölbes, welcher sich ergibt, wenn man sich durch die Mitte der lichten Höhe des Gewölbes einen horizontalen Durchschnitt denkt, nahm nach und nach verschiedene Formen an; dies war eine ganz natürliche Folge der wiederholten Anwendung dieses Gewölbes. So wie jeder Meister sich bemüht, seinem Werke eine schönere und zweckmässigere Form zu geben, als ähnliche vorhandene Werke bereits besitzen, eben so waren auch die alten Baumeister bemüht, diejenigen Formen, welche durch öftere Anwendung dem Auge gleichgültig geworden waren, mit anderen zu vertauschen, welche sie für schöner und zweckmässiger hielten. Daher kam es, dass die einfache viereckige Form des horizontalen mittleren Querschnitts, welche wir beim einfachen römischen Kreuzgewölbe finden, nach und nach in die Form eines regulären Polygons überging und diese endlich der Kreisform im englischen Fächergewölbe Platz machte.

Zu diesen letzteren Formen fühlte man sich nicht bloss durch die schönere Form hingezogen, sondern auch in konstruktiver Hinsicht sprachen gute Gründe für diese Veränderung der Form. Denn beim römischen Kreuzgewölbe lastet der schwebende Gurt auf der Diagonalrippe und belastet diese ausserordentlich. Die Anordnung der Mittelrippen entlastete schon die Diagonalrippe bedeutend, noch mehr geschah dies durch die Anordnung der Mittelrippen in Verbindung mit den kurzen Rippen, am meisten geschah dies aber beim regulären polygonen Grundriss. Denn hier tritt die Diagonalrippe bedeutend zurück, die Mittelrippe aber hervor, wie aus Fig. 422 und Fig. 423 Taf. XXXIII ersehen werden kann. Diese verschiedenen Formen des mittleren Querschnitts gingen theils aus der veränderten Stellung der Rippen hervor, theils aus den veränderten Radien der Rippen und der damit veränderten Lage der Mittelpunkte derselben.

In den Fig. 419 bis 423 Taf. XXXIII haben wir die verschiedenen Formen dieses mittleren Querschnitts dargelegt. Fig. 419 zeigt den mittleren Querschnitt des römischen Kreuzgewölbes, welchen man auch in der Fig. 420 dargestellten Form beizubehalten bemüht war, die Mittelrippen jedoch zurücktreten liess, um die sternförmige Form zu erhalten. In den Formen, welche Fig. 421, Fig. 422 und Fig. 423 darlegen, verliess man endlich die rechtwinklige Form, indem man das reguläre Polygon einfuhrte.

Einen eigenthümlichen mittleren Querschnitt hat das in Fig. 430 Taf. XXXIV dargestellte gerippte Gewölbe, dessen Form abc so sehr der Kreislinie sich nähert, dass man versucht werden könnte, dies Gewölbe für ein Fächergewölbe zu halten, was es doch keineswegs ist.

§. 123.

Gerippte Gewölbe können horizontale oder konkave Scheitellinien haben und der geometrische Ort des Mittelpunktes der Rippen kann entweder im Niveau des Gewölbeanfanges sich befinden oder oberhalb oder auch unterhalb desselben. Die einzelnen Bogen der Rippen können aus einem Mittelpunkte beschrieben sein oder aus zweien, je nachdem die Form der Scheitellinie dies erfordert. Während in Frankreich, Deutschland und Italien fast nur konkave Firsten mit Rippenbogen, welche aus einem Mittelpunkte beschrieben sind, vorkommen, haben die gerippten Gewölbe Englands meist horizontale Scheitellinien mit Bogen, welche aus verschiedenen Mittelpunkten beschrieben sind. Es kann jedoch nicht in Abrede gestellt werden, dass auch in England Gewölbe mit konkaven Firsten vorkommen, wie dies z. B. der Fall ist in dem Schiff der Kirche von Worcester; dergleichen Fälle kommen aber selten vor.

In dem Vorangegangenen haben wir bereits gezeigt, wie mit der Form der Diagonalrippe und der Form des Gurtbogens die Gestalt der Scheitellinie gegeben ist, wenn die Mittelpunkte der Rippen in der horizontalen Ebene des Gewölbeanfanges liegen sollen und wie umgekehrt aus der gegebenen Form der konkaven Scheitellinie die relativen Höhen sämtlicher Spitzbögen gegeben sind.

Wir hätten sonach nur noch zu zeigen, wie bei der horizontalen Scheitellinie die Bogen der Rippen konstruiert werden müssen. — Es sei Fig. 427 Taf. XXXIII $ABCD$ der Grundriss eines ge-

rippten Kreuzgewölbes, AB die kleinere Seite des Grundplans und BC die grössere. Ueber der kleinern Seite AB beschreiben wir den Spitzbogen AiB aus dem gleichseitigen Dreieck, also aus den Punkten A und B : dadurch ist die Höhe hi der rechtwinklig sich kreuzenden horizontalen Scheitellinien gegeben. Obwohl mit der Höhe hi die Höhen aller übrigen Rippen gegeben sind, bedürfen wir zur Konstruktion derselben doch noch den mittleren horizontalen Querschnitt des Gewölbes, da in demselben sämtliche Rippen einerlei Höhe haben müssen. Zu diesem Behuf halbiren wir den Bogen Bi der Mauerrippe in t , ziehen to senkrecht auf BA und nehmen die Fig. $opprrs$ als Form des mittlern Querschnitts beliebig an.

Um nun den Spitzbogen der Transversalrippe über BC zu konstruiren, errichten wir in den Punkten k und s Senkrechte auf BC und machen dieselben mit hi und ot beziehlich gleich lang, d. i. $kl = hi$ und $sw = ot$. Zur Konstruktion des Bogens Bwl sind nun drei Punkte gegeben, durch welche derselbe gehen soll, und damit ist die Form dieses Bogens gegeben. Um den Bogen der Mittelrippe Bf zu erhalten, ziehen wie pu senkrecht auf Bf und machen diese Linie mit ot gleich lang, ferner ziehen wir in dem Punkte f die Linie fv senkrecht auf fB und machen dieselbe mit hi gleich lang, so haben wir für den Kreisbogen Buv drei Punkte, durch welche derselbe gehen soll und damit ist der Mittelpunkt a dieses Bogens gegeben, denn man darf nur die Sehnen Bu und uv ziehen, in den Mitten α und β derselben Senkrechte auf diesen Sehnen konstruiren: der Durchschnittspunkt a derselben ist der Mittelpunkt des Bogens Bv .

Auf demselben Wege ergibt sich der Punkt d als Mittelpunkt des Kreisbogens Bz und b als Mittelpunkt des Bogens Dz der Diagonalrippe, so wie auch der Punkt c als Mittelpunkt der Mittelrippe Bn .

Hiernach sind nicht bloss die Höhen hi , fv , mz , gn und kl gleich gross, sondern auch die Höhen ot , pu , qy , rx und sw des mittlern horizontalen Querschnitts haben gleiche Masse.

§. 124.

$ABCD$ Fig. 428 Taf. XXXIV ist der Grundriss eines gerippten Gewölbes, dessen Firstlinien horizontal sind und dessen Rippen nicht aus einem Mittelpunkte, sondern aus mehreren Mittelpunkten konstruiert worden sind. Die Höhe ZN der Scheitellinie sei gegeben, so wie noch die Bedingung, dass sämtliche Rippen in den unteren Theilen einerlei Krümmung, also auch einerlei Radien haben sollen. — Um nun die Form der Rippen festzustellen, konstruiren man wie folgt:

Man nehme den Punkt O in der Mitte der Höhe NZ des Gewölbes an, ziehe die gerade Linie OX und beschreibe aus dem Punkte J , in welchem die Linie AB von OX geschnitten wird, mit der Länge JB den Kreisbogen BO . Hierauf ziehe man die gerade Linie NO und errichte auf derselben in ihrer Mitte eine Senkrechte, von welcher die Linie OX in X geschnitten wird: dieser Punkt X ist der Mittelpunkt des obern Kreisbogens ON der Mauerrippe.

Den Bogen BOM der Mittelrippe BE zu erhalten mache man $BH = BE$, ziehe HM normal auf BA und mache sie gleich lang mit ZN . Zuzufolge der gegebenen Bedingung, dass alle Rippen in der unteren Hälfte des Bogens dieselbe Krümmung haben sollen, stellt der Bogen BO das Profil der untern Hälfte dieser Rippe vor. Und um den oberen Bogen OM zu erhalten, darf man nur einen Kreisbogen konstruiren, welcher durch die gegebenen Punkte O und M geht und dessen Mittelpunkt in der Linie OX liegt. Wenn man daher konstruiert wie beim Bogen ON oben gezeigt wurde, so ergibt sich der Punkt a als Mittelpunkt des Bogens OM .

Um endlich noch den Bogen BOL der Diagonalrippe BF zu erhalten, mache man $BK = BF$, ziehe KL normal auf BA und mache diese Linie gleich lang mit ZN . Sodann ermittle man auf demselben Wege, wie oben gezeigt wurde, den Mittelpunkt eines Kreisbogens, welcher durch die Punkte O und L geht, konstruiren diesen Bogen mit dem Radius bo : die Kurve BOL ist dann der Bogen der Diagonalrippe.

Auf demselben Wege konstruiren man den Bogen der Transversalrippe BC , deren Mittelpunkte die Punkte d und c sind.

§. 125.

Fig. 430 Taf. XXXIV ist der Grundriss eines Sternengewölbes mit horizontalen Scheitellinien, dessen Rippen in derselben Weise konstruiert sind, wie dies im vorigen Paragraphen beschrieben ist. Alle Rippen haben nämlich in ihren Kronen einerlei Höhe, so wie einerlei Krümmung in der unteren Hälfte der Bogen, die Krümmungen der oberen Bogen sind aber verschieden wegen der ungleichen Spannungen der Rippen.

Die Zusammenstellung der Rippen ist hier in der Art bewirkt, dass nicht nur in der Mitte des Gewölbes ein Stern sich bildet, sondern sich auch aus jedem Gewölbeanfange ein Stern von unten nach oben erstreckt.

Das ganze Gewölbe besteht aus Schnittsteinen, sowohl die Rippen, als auch die Gewölbdecke. In der untern Hälfte des Gewölbes wird die Gewölbdecke zwischen den Rippen von den Rippensteinen selbst gebildet, in den oberen Gewölbtheilen bestehen aber die Rippen für sich, so wie auch die dazwischen liegende Gewölbdecke, welche aus dünnen Steinplatten konstruirt ist, die entweder mit centralen Lagerfugen auf den Vorsprung *e* Fig. 431 der Rippen gelegt werden oder auch, ohne centrale Lagerfugen zu haben, stumpf an einander gelegt werden, wie bei *A* und *B* Fig. 430 zu ersehen ist.

Bei dieser Konstruktion treten die Rippensteine nicht allein im Innern des Gewölbes vor der Gewölbdecke hervor, sondern auch oberhalb des Gewölbes geschieht dasselbe, wie aus Fig. 429 zu ersehen ist, welche Figur eine gerade Ansicht dieses Gewölbes von vorn vorstellt.

In dem Gewölbeanfange kommen die Rippen einander so nahe zu liegen, dass deren Profile sich gegenseitig durchschneiden. Aus diesem Grunde haben wir hier eine Blätterreihe angebracht, aus denen die Rippen da erst hervortreten, wo die Glieder der Profilirung schon vollständiger dargestellt werden können. Es ist dies ein Princip, welches in England mitunter angewendet worden ist.

Da die zwei Scheitelrippen horizontal sind, so müssen die einzelnen Steine derselben den Fugenschnitt des scheinbaren Gewölbes erhalten. Der gemeinschaftliche Schlussstein *C* greift mit seinen acht Enden in die beiden Diagonalrippen und in die beiden rechtwinklig sich kreuzenden Firstrippen. Zur Vermehrung der Festigkeit dieses Steins werden die acht spitzen Zwickel der Ge-

wölbdecke zwischen den Enden desselben von diesem Steine mit aufgenommen. Dasselbe geschieht von den kleinern Schlusssteinen, welche die Kronen der Mittelrippen mit den kurzen Rippen verbinden. Ein solcher kleinerer Schlussstein hat alsdann die Form *D* Fig. 429, wogegen eben derselbe Stein die Form *E* Fig. 429 erhält, wenn der Stein nur die entsprechenden Ende der aufzunehmenden Rippen enthält.

In dieser Figur hat man vorn eine gerade Ansicht der Transversalrippe *FG*, deren Kreisbogen in den unteren Theilen die Punkte *J* und *L* zu Mittelpunkten haben, in den oberen Theilen aber die Punkte *H* und *K*.

Die punktirten Linien *ab*, *bc* Fig. 430 bezeichnen den mittleren horizontalen Querschnitt dieses Gewölbes. — Fig. 431 zeigt das Profil der Diagonalrippe in doppeltem Maasstab.

§. 126.

Fig. 433 Taf. XXXIV ist der Grundriss eines sehr reich konstruirten Liernengewölbes, dessen vertikaler Querschnitt, nach der Linie *A'D'* genommen, in der Fig. 432 vorgestellt wird. Die Struktur dieses Gewölbes ist dem Gewölbe der St. Georgskapelle in Windsor nachgebildet. Dies Gewölbe besteht aus drei Theilen, welche durch die zwei horizontalen Scheitelrippen *J'K'* und *L'M'* von einander geschieden werden. Der mittlere Theil, nämlich *J'K'M'L'* ist ein reich verziertes Tonnengewölbe, die beiden anderen Theile *N'J'K'O'* und *L'M'P'Q'* sind dagegen Liernengewölbe mit horizontalen Firstrippen *A'B'*, *E'F'*, *C'D'* und *G'H'*.

ACHTES KAPITEL.

Von den Fächergewölben.

§. 127.

Es wurde oben gezeigt, wie der mittlere horizontale Querschnitt des gerippten Kreuzgewölbes in den verschiedenen Perioden nach und nach sich veränderte. Wie derselbe, folgerecht dem Princip des römischen Kreuzgewölbes, anfänglich nach dem rechtwinkligen Parallelogramm konstruirt wurde, wie man später zwar die Stellung der Rippen veränderte, dessen ungeachtet aber den rechtwinkligen Querschnitt noch beizubehalten suchte und erst in der spätern Periode durch Einziehung der Diagonalrippe dem horizontalen mittlern Querschnitt die Form eines gleichseitigen Polygons gab. In dieser letztern Periode ist nun der Uebergang zum Fächergewölbe zu suchen, denn es durfte der horizontale Querschnitt nur in sofern verändert werden, dass derselbe nicht mehr die Form eines gleichseitigen Polygons hatte, sondern die Form des Kreisbogenstücks, weil beim Fächergewölbe alle horizontalen Querschnitte die Form des Kreisbogenstücks oder des vollständigen Kreisbogens haben.

Die Verschiedenheit zwischen dem gerippten Stern- oder Liernengewölbe und dem Fächergewölbe besteht überhaupt in der veränderten Form des horizontalen Querschnitts und in der verschiedenen Konstruktion der Rippen. Beim Liernengewölbe erhielten die Rippen meistens verschiedene Krümmungen, damit ihre Scheitel zum Schluss gebracht werden konnten und die obern kurzen Rippen wurden in einer gebrochenen Richtung angeordnet, wodurch die Sterne ihre auslaufenden Spitzen erhielten. Beim Fächergewölbe haben dagegen alle Rippen dieselbe Krümmung, welche in ihrer obern Begegnung anstatt der kurzen Rippen durch kreisrunde horizontal laufende Rippen unter einander verbunden werden.

Ausserdem findet in der Stellung der Rippen gegen die Gewölbeoberfläche noch der Unterschied Statt, dass beim Fächergewölbe alle Rippen eine normale Richtung gegen die Oberfläche des Gewölbes haben, wogegen beim Liernengewölbe sämtliche Rippen eine lothrechte Stellung erhielten, wodurch den obern kurzen Rippen eine schiefe Richtung gegen die Oberfläche des Gewölbes gegeben wurde.

Ringleb, Steinschnitt.

§. 128.

Die Struktur des Fächergewölbes ist aus den Fig. 440 bis 445 Taf. XXXV deutlich zu erkennen. Fig. 440 stellt den Grundriss eines Fächergewölbes ohne Rippen vor, Fig. 441 ist ein vertikaler Durchschnitt nach der Linie *A'B'* des Grundrisses und Fig. 442 ein vertikaler Durchschnitt nach der Linie *C'D'*.

Die obersten kreisrunden Steinschichten dieses Gewölbes berühren sich und lassen zwischen je vier Kreisschichten einen Raum *E* frei, welcher entweder horizontal eingewölbt wird, wie hier in Fig. 440 angenommen worden ist, oder welcher als Fortsetzung der untern Gewölbfläche gekrümmt konstruirt wird, wie in Fig. 443 geschehen ist.

Das in Fig. 440 dargestellte Gewölbe heisst auch Normännisches Gewölbe.

Die Fig. 443 bis 445 zeigen die Konstruktion des gerippten Fächergewölbes, Fig. 443 ist der Grundriss desselben, Fig. 444 ein vertikaler Querschnitt nach der Linie *A'B'* des Grundrisses und Fig. 445 ein anderer vertikaler Querschnitt nach der Linie *C'D'*.

Die Anordnung der Lagerfugen ist im Grundrisse und in den Durchschnitten vollständig angegeben worden, die Stossfugen haben wir dagegen blos im Grundrisse Fig. 443 vollständig eingezeichnet, in Fig. 445 aber ganz fortgelassen, damit die Zeichnung nicht zu viel getrennte Linien enthielte.

§. 129.

In Fig. 434 haben wir noch die Konstruktion eines runden Gewölbes gegeben, dessen Struktur mit dem Normännischen Gewölbe völlig übereinstimmt. Fig. 434 ist der Grundriss und der vertikale Querschnitt nach der Linie *A'B'* des Grundrisses, hat entweder die Form von Fig. 435 oder von Fig. 436.

Diese Gewölbekonstruktion dient zur Ueberwölbung eines runden Saales, in dessen Mitte eine Säule zu stehen kommt, um welche die kreisrunden Steinschichten ringsum laufen. Die Achse der Säule ist Achse des Gewölbes, in welcher die Richtungen der ringsum laufenden Lagerfugen sich schneiden; jede Lagerfuge hat ihren be-