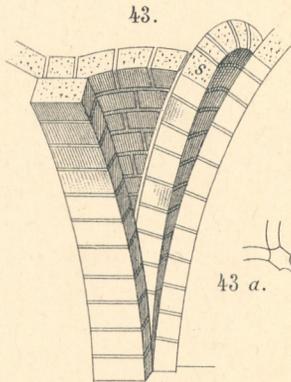
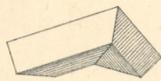
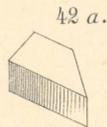
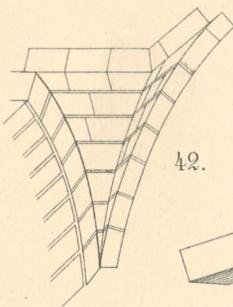
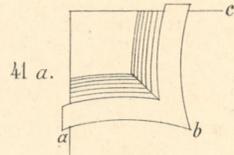
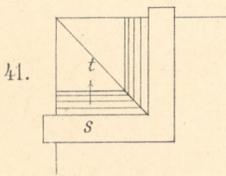
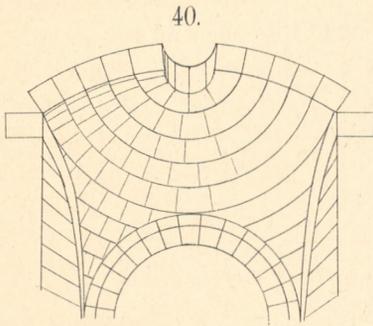
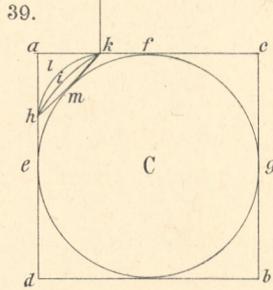
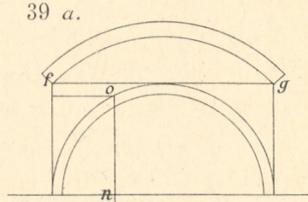
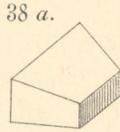
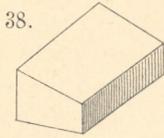
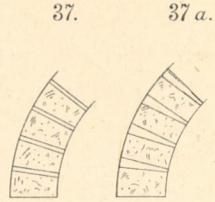
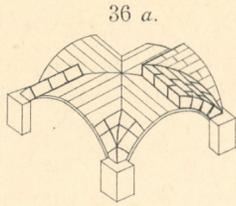
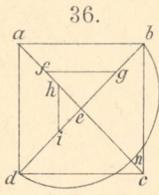


Tafel VI.





die früheren Wölbungsregeln des römischen Kreuzgewölbes und der Kuppel in sich vereinigt und sich gewissermassen als notwendige Folge derselben darstellt.

Die Benennung der Bestandteile des gotischen Kreuzgewölbes.

Es sei Fig. 45 der Grundriss des zu überwölbenden Raumes, in welchem die Anordnung des Gewölbes angegeben ist. Es heissen dann die Grundrissfiguren, hier die beiden Rechtecke  $abcd$  und  $bdef$ , die Gewölbejoche oder Gewölbefelder; die über den Seiten der Joche  $ab$ ,  $be$ ,  $ac$ ,  $ef$  usw. sich bildenden Bogen nennt man im allgemeinen Stirnbogen oder Randbogen, insofern sie aber durch Mauern geschlossen sind, Schildbogen. Benachbarte Joche scheidende Bogen, wie  $bd$ , welche also anstatt der Mauern  $ac$  eintreten, heissen Gurtbogen oder auch, wenn sie zwei Kirchenschiffe trennen, Scheidebogen. Über den Diagonalen der Joche liegen die Diagonal- oder Kreuzbogen, welche sich einfachsten Falles nur durch die Kantenlinien der in ihnen zusammenstossenden Kappenflächen bilden und dann Gewölbegrate genannt sind. Treten sie durch einen mehr oder weniger reich profilierten Körper vor der Kappenflucht vor, so heissen sie Rippen, also je nach ihrer Grundrisslage, Gurtruppen, Kreuzrippen, Schildbogenrippen. Die höchsten Punkte der Bogen sind die Scheitel. Die Länge der Grundlinie, über die der Bogen gespannt ist, heisst die Spannung oder Spannweite, die Höhe des Scheitels über den Widerlagern die Pfeilhöhe. Man sagt also z. B. der Bogen  $ab$  hat bei 5 m Spannung 3 m im Pfeil. Die sich zwischen die erwähnten Bogen spannenden Gewölbeflächen sind die Kappenflächen, oder, körperlich genommen, die Kappen; das Segment, nach welchem die Kappenschicht gemauert ist, heisst der Busen.

Bei komplizierteren Grundrissen der Stern- und Netzgewölbe fällt eine Benennung der einzelnen Bogen in der Regel weg, sämtliche Rippen oder Grate bezeichnet man wohl als die Reihungen des Gewölbes. Immerhin sind auch hier noch Unterscheidungen möglich in Hauptrippen, Zwischenrippen, Firstrippen usf. Das Werkstück, in welchem zwei oder mehrere Rippen entweder sich durchkreuzen oder zusammentreffen, ist der Schlussstein.

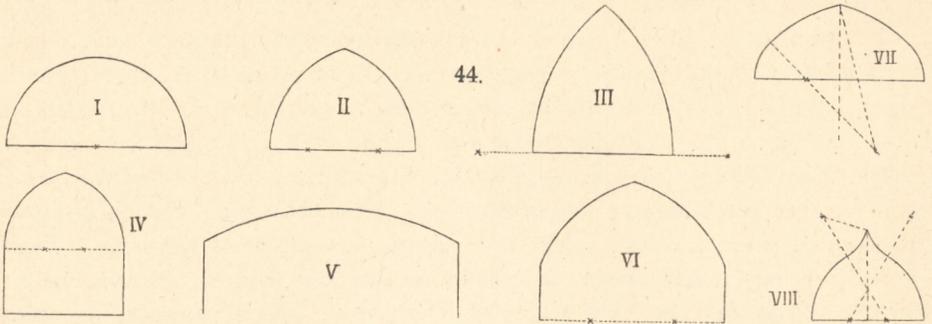
### 3. Die einfachen Kreuzgewölbe.

Die Aufrissgestaltung der verschiedenen Bogen des Kreuzgewölbes.

Das gotische Kreuzgewölbe gestattet den einzelnen Bogen in ihrer Aufrissentwicklung die grösste Freiheit. Sobald die eine Grundbedingung — das Gleichgewicht der Kräfte — erfüllt ist, kann jeder einzelne Bogen seine unabhängige eigene Gestaltung annehmen. Demgemäss zeigen die Wölbungen der Gotik die wechselvollste Mannigfaltigkeit. Die gängigsten Bogenformen sind neben dem Halbkreise (Fig. 44 I) der mehr oder weniger schlanke Spitzbogen (II, III) und der aufgestelzte oder überhöhte Spitzbogen (IV). Die Schenkel des Spitzbogens sind meist je aus einem, zuweilen aber auch aus mehreren Mittelpunkten geschlagen. (Fig. 48, 49). Bei geringer Konstruktionshöhe herrscht der Flachbogen (V) und der Flachspitz- oder Knickbogen oder spitzer Stichbogen (VI), letzterer besonders in der englischen, aber

Bogen-  
formen.

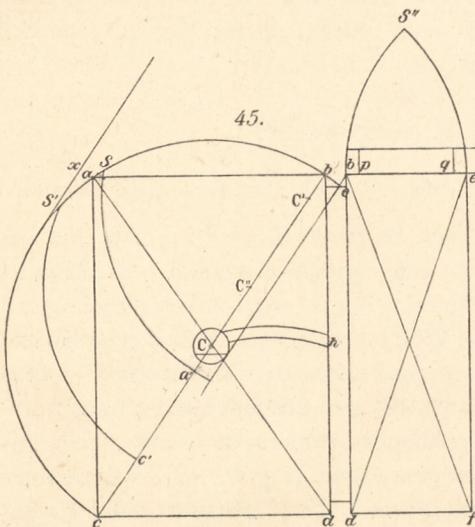
auch in der deutschen profanen Gotik. In der späten, besonders englischen Gotik kommt auch viel der gedrückte Spitzbogen oder Tudorbogen vor, welcher aus 4 Mittelpunkten geschlagen wird (VII) sowie der mehr dekorative Eselsrückenbogen



(VIII). Schliesslich treten vereinzelt die Ellipse, der Korbbogen, Hufeisenformen und andere auf. Die Vorherrschaft hat wegen seiner Vielseitigkeit der Spitzbogen.

Bei aller Ungebundenheit der Bogenformen können bestimmte Rücksichten darauf führen, die Bogen in gesetzmässige Beziehungen zu einander zu bringen. Diese äussern sich einmal bezüglich der Halbmesser, mit denen die Bogen geschlagen sind, sodann bezüglich der gegenseitigen Höhenlage der Scheitel. Im ersteren Falle ist die nächstliegende Konstruktion diejenige, nach welcher sämtliche Randbogen mit dem gleichen Radius wie die Kreuzbogen geschlagen werden. Siehe Fig. 45.

Der Kreuzbogen, der hier als Halbkreis angenommen ist, ist neben der Diagonale niedergeschlagen. Von Endpunkte  $b$  aus sind die Jochseiten  $ab$  und  $ac$  auf der Diagonale als  $a'b$  und  $c'b$  abgetragen und über ihnen Spitzbogen errichtet mit dem Radius des Halbkreises. Die linksseitigen Zirkelpunkte der Spitzbogen fallen mit dem Mittelpunkte des Halbkreises  $C$  zusammen, die rechtsseitigen Punkte liegen auf der Grundlinie in  $C'$  bez.  $C''$ .



Bei dieser Konstruktion haben alle Bogen in ihrem unteren Teile genau dieselbe Form, so dass sie sich, wie die Figur zeigt, mit ihrer einen Hälfte ineinander schieben lassen.

Es bietet diese Gestaltung grosse Vorzüge für den Gewölbeanfang, sie giebt ihm ein regelmässiges Aussehen und erleichtert seine Ausführung, besonders wenn zahlreiche Gliederungen fächerartig auseinander wachsen.

Der allgemeinen Verwendung dieser Anordnung stellen sich aber häufig Erschwerungen entgegen. Zunächst ist es oft hinderlich, dass die Höhenlage der Bogen-scheitel durch sie festgelegt ist;

Gleichheit der Halbmesser. Höhenlage der Scheitel.

die Scheitel der Schildbogen liegen niedriger als die Gewölbemitte und weichen bei rechteckigem Joche auch untereinander ab und zwar um so merklicher, je mehr die zu überwölbende Grundform vom Quadrate sich entfernt. Zugleich aber werden wenn z. B. die Seiten des Joches sich verhalten wie 1:3, in *bedf* die über den kurzen Seiten geschlagenen Bogen eine übermässig spitze (lanzettartige) Form annehmen (siehe *bS''e* in Fig. 45).

Eine derartige Gestalt hat zwar für Schildbogen nicht geradezu konstruktive Nachteile und beeinflusst nur die etwaige Anbringung eines Fensters; desto entschiedener aber treten jene Nachteile an den Tag, wenn man sich die Wandflucht *be* durch einen Gurtbogen ersetzt denkt, welcher, wenn er dem Schildbogen konzentrisch sich bewegt, an der inneren Leibung eine noch spitzere Gestalt erhält. Hierdurch aber wird die charakteristische Eigenschaft des Spitzbogens, die Tragfähigkeit seines Scheitels, in übermässiger Weise gesteigert, so dass jede auf die Schenkel wirkende Last oder Seitenkraft den Schlussstein aufwärtstreibt und nur durch eine entsprechende Belastung des Scheitels ausgeglichen werden kann. Noch mehr macht sich ein solcher Nachteil geltend, wenn dem in *e* wirkenden Seitenschube dieses Bogens *pq* der eines viel weiter gespannten *ii* entgegenwirkt. Nicht allein wird der letztere die Rolle jener auf die Schenkel von *be* wirkenden und den Scheitel aufwärtstreibenden Kraft übernehmen, sondern er wird auch in dem auf ein Minimum reduzierten Seitenschube *be* durchaus keinen Widerstand finden und daher eine wesentliche Verstärkung des Pfeilers *e* notwendig machen.

Die Abhängigkeit der Scheitelhöhe von der Wahl des Halbmessers kann somit unbequem werden, ja es kann sogar erforderlich sein, in erster Linie die Höhenlage der Scheitel für die einzelnen Bogen nach ganz bestimmten anderen Forderungen festzulegen. So können verschiedene Gründe verlangen, dass entweder sämtliche Scheitel in gleicher Höhe liegen, oder dass der Scheitel der Kreuzbogen, also die Gewölbemitte, höher hinauf geht, oder dass selbst die Spitze eines bezw. mehrerer Randbogen den Kreuzpunkt der Diagonalbogen überragt. Um den Forderungen nach beiden Seiten gerecht zu werden, hat man auf verschiedene Art versucht, die Scheitelhöhe nach Erfordernis festzustellen und dennoch sämtliche Bogen mit gleichem Halbmesser zu schlagen.

In dem gotischen ABC-Buche von FRIEDR. HOFFSTADT (Frankfurt a. M. 1840) ist zu diesem Zwecke ein Verfahren angewandt, das aus Fig. 46 erhellt.

Für den Schildbogen von der Grundrissbreite *be*, ist der Scheitel in *i* festgelegt — hier beispielsweise in gleicher Höhe mit dem Kreuzbogenscheitel. Sodann sind die beiden Äste des Spitzbogens mit dem Radius des Kreuzbogens aus den Mittelpunkten *k* und *l* geschlagen. Die Bogen schneiden seitwärts über das Lot hinaus und nehmen somit eine dem maurischen Hufeisenbogen entsprechende Gestalt an. Diese wenig empfehlenswerte Bogenform, die in gotischer Zeit nur vereinzelt z. B. in Canterbury zur Ausführung gelangt ist, liesse sich dadurch meiden, dass der Bogen vom Punkte *m* an unten in eine Senkrechte überführt wird. Dadurch entsteht aber ein aufgestellter Knickbogen, der ebensowenig befriedigt und viel besser durch einen überhöhten regelrechten Spitzbogen ersetzt würde.

Da bei obiger Konstruktion die wünschenswerte Gleichheit der Bogenanfänge nicht erzielt ist, im übrigen aber wenig Vorteile aus der Gleichheit der Radien erwachsen, muss dieser Versuch als ziemlich nutzlos angesehen werden.

Ein anderer, bei knapper Konstruktionshöhe nahe liegender Versuch, gleiche Halbmesser zu erzielen, legt die Mittelpunkte der grösseren Bogen unter die Grundlinie, wodurch sich Knickbogen ergeben (Fig. 47). Die Erscheinung der letzteren ist bei geringer Senkung der Zirkelpunkte nicht sehr störend, statisch sind sie sogar

günstig, wenn sie dazu dienen, halbkreisförmige oder gar elliptische Gratbogen zu ersetzen. Die wünschenswerten gleichen Bogenanfänge werden auf diese Art allerdings auch nicht erreicht.

Zusammengesetzte Spitzbogen.

Beachtenswert ist eine Konstruktion, welche schon seit Ende des XIII. Jahrhunderts in der englischen Gotik zu grosser Verbreitung gelangt ist. Sie beruht darauf, dass sich jeder Bogen aus zwei Stücken zusammensetzt, die mit verschiedenem Halbmesser geschlagen sind und zwar derart, dass alle unteren Teile ein und denselben Halbmesser haben. Siehe Fig. 48.

Die unteren Bogenstücke  $ab_1$  bzw.  $ab_2$  und  $ab_3$  sind sämtlich mit dem gleichen Radius  $ao$  um den Mittelpunkt  $o$  geschlagen. Dagegen haben die oberen Stücke ihre Mittelpunkte in  $c_1$  bez.  $c_2$  und  $c_3$ . Die Scheitel sind, wie dies bei den reichen englischen Gewölben die Regel ist, in gleicher Höhe angenommen.

In dieser Weise ist es möglich, gleiche Bogenanfänge zu erzielen und doch die Scheitelpunkte für jeden Bogen beliebig festsetzen zu können. Die oft verkannte zusammengesetzte Bogenform, die sich naturgemäss vom Gewölbe auch auf die konzentrischen Fensterlinien übertrug, entbehrt also durchaus nicht einer gewissen praktischen Berechtigung, statisch ist diese Form allerdings meist weniger günstig als der gewöhnliche Spitzbogen.

Es würde nichts im Wege stehen, bei gebotener Veranlassung auch die in Fig. 49 skizzierte Spitzbogenform zu wählen, bei welcher gerade umgekehrt der obere Teil der Bogensätze mit kleinerem Halbmesser geschlagen wird, sie kann statisch günstig und bei geringer Abweichung der Halbmesser auch dem Auge ganz wohlthuend sein. VIOLLET-LE-DUC behauptet in seinem „Dictionair etc.“ Bd. VI S. 29, dass im XII. Jahrhundert vielfach Spitzbogen auftreten, deren Schenkel in ihrem mittleren Teile mit einem vergrösserten Radius geschlagen seien. Auch dadurch könnte eine statisch günstige Form gewonnen werden.

Aufstellung.

Im allgemeinen ist es nicht empfehlenswert, bestimmten schematischen Konstruktionsregeln eine gar zu hohe Bedeutung beizumessen, man soll sich vielmehr in erster Linie von den Rücksichten auf die jeweiligen praktischen Anforderungen und die Schönheit leiten lassen. Meist gelangt man zum Ziele durch den gewöhnlichen Spitzbogen; wenn man von der Gleichheit der Radien absieht, wird es leicht, mit Hülfe desselben den Bogen eine beliebige Gestaltung und nötigenfalls durch Aufstellen auch jede beliebige Höhe zu geben.

Ist es beispielsweise erwünscht, den Schildbogen durch ein Fenster oder eine freie Öffnung von einer bestimmten Bogenform zu durchbrechen, so zeichnet man zweckmässig den Schildbogen konzentrisch um letztere herum (vergl. Fig. 50) und stützt dabei den Bogen  $bre$  so weit auf, als es die gewünschte Scheitelhöhe bedingt. In der vorliegenden Figur ist angenommen, dass der Schildbogen gleiche Scheitelhöhe mit dem daneben dargestellten spitzbogigen Kreuzbogen haben soll. Die Schwierigkeit, welche die Aufstellung für den Gewölbeanfang usf. ergeben kann, wird an geeigneter Stelle besprochen werden.

Die Aufrissentwicklung der Bogen von mehreren aneinander stossenden, verschiedenartigen Gewölbejochen, wie sie bei mehrschiffigen Kirchen vorkommen macht besonders ein geschicktes Abwägen erforderlich. Es kann hier entweder ein wohlthuendes Abstufen der Höhen stattfinden, oder es können, wenn das Vorhandensein eines oberen Fussbodens oder ein ähnlicher Grund es bedingt, die

Scheitel in gleiche Höhe gebracht werden. Es führt die Wahl verschiedener Radien und die Verwendung der Aufhöhung immer zum Ziele. Natürlich dürfen die statischen Anforderungen und die Schwierigkeit der Anfängergestaltung (siehe dort) nicht ausser acht gelassen werden.

#### Gewölbe über unregelmässigen Grundrissfeldern.

Besondere Beachtung erfordern unregelmässige Joche. Ist die Grundform des zu überwölbenden Raumes ein Trapez, wie  $abcd$  in Fig. 51, so können die Kreuzbogen nicht geradehin über den Diagonalen geschlagen werden, weil dann jeder Kreuzbogen aus zwei sehr ungleichen Ästen bestände, von denen der kleinere, wie Fig. 51a zeigt, entweder überhöht oder nach einem weit grösseren Halbmesser geschlagen werden müsste. Hieraus würde aber der statische Nachteil hervorgehen, dass die grössere Hälfte die kleinere hinüberdrängen, mithin die Stabilität gefährden könnte. Es muss daher der Scheitel aus dem Diagonalschnitt  $C$  fortgerückt werden nach der grösseren Grundlinie hin, etwa nach der Mitte  $C'$  der Mittellinie  $ef$  oder besser noch ein wenig weiter bis zum Schwerpunkt  $C''$  der Trapezfläche. Es werden dann die vier Gratbogenhälften annähernd gleiche Spannung erhalten. Wollte man noch weiter gehen und etwa den Scheitel über den Punkt  $g$  legen, welcher von den vier Eckpunkten gleichen Abstand hat, so könnte man dadurch zwar vier einander ganz gleiche Gratbogen erzielen, aber das Gleichgewicht wäre nun nach umgekehrter Richtung gestört. Es würde jetzt der Gesamtschub der Bogen  $dg$  und  $cg$  denjenigen der beiden anderen überwiegen und somit der Scheitel gegen die grosse Grundlinie hin gedrängt werden. Man wird daher auf diese Lage des Schlusspunktes verzichten müssen.

Trapez-  
förmige  
Felder.

Verschiedene versuchsweise entstandene Anordnungen zeigt das Mittelalter zu der Zeit, als es galt, den trapezförmigen Feldern des Chorumganges eine schickliche Kreuzwölbung zu geben (siehe vorn S. 17). So waren beim Chor der Kathedrale zu Langres (vgl. VIOLLET-LE-DUC Bd. IV S. 70) die Kreuzbogen noch über den Diagonalen gespannt, sie hatten dabei die Form des Halbkreises. Ihr Durchdringungspunkt lag daher weit unter dem Scheitel, so dass der herabgerückte Schlussstein eine geneigte Lage erhielt.

Oft kommt es vor, dass die Kreuzbogen in der Grundrissprojektion keine gerade, sondern eine gebogene Linie bilden. Abgesehen davon, dass schon am römischen oder frühen romanischen Gewölbe diese Form beim unregelmässigen Zusammenschnitt von Cylinder- oder Kegelflächen von selbst entsteht (vergl. Fig. 33 und 201), ist sie später bei gotischen Rippengewölben bisweilen mit Absicht verwendet und zwar aus zwei Gründen. Entweder weil man gern zwei gleiche Zwickelanfänge für die benachbarten Kappen haben wollte und daher die Rippe in Richtung der Winkelhalbierenden beginnen liess, oder weil man ein seitliches Ausbauchen beim Zusammentreten zweier ungleich schiebender Kappen verhüten wollte. Von den bei den Netzgewölben der letzten Periode häufig vorkommenden sogenannten gewundenen Bogen wird noch die Rede sein.

Bei völlig unregelmässigen Grundformen (siehe Fig. 52 und 53), mögen sie vier oder mehr Seiten haben, verfährt man in der Regel am besten, wenn man den

Schlussstein in den Schwerpunkt der Grundrissfläche legt. (Letzteren bestimmt man für unregelmässige Formen genügend genau dadurch, dass man die Fläche in starkem Papier ausschneidet und auf einer Zirkelspitze schweben lässt oder noch besser, dass man das Papierstück nacheinander an zwei beliebigen Punkten aufhängt und den Schnittpunkt der von den Aufhängungspunkten ausgehenden Lotlinien ermittelt.) Meist werden sämtliche Grate verschiedene Länge erhalten, man bestimmt am besten zunächst die Aufrissgestalt für den längsten und danach diejenige der übrigen.

Einigermassen abweichend aber gestaltet sich die Überwölbung einer dreieckigen Grundform.

Es kann dieselbe zunächst aus dem einfachen Bedürfnisse sich bilden. Es kann z. B. in Fig. 54 der zu überwölbende Raum durch die Gurtbogen  $ef$  und  $gd$  in rechteckige Felder in der Weise zerlegt werden, dass das Dreieck  $gbd$  übrig bleibt. Oder aber es können gegen die langen Seiten des zu überwölbenden Rechteckes  $abcd$  in Fig. 55, die gegeneinander versetzten Scheidemauern  $ee$ ,  $ff$  und  $gg$  treten. Ist die Umfassungsmauer des Raumes selbst nicht stark genug, den Gewölbeschub aufzunehmen, so müssen die Scheidemauern als Widerlager dienen, dadurch zwingen sie aber den einzelnen Jochen die dreieckige Grundform  $eag$  und  $egf$  etc. auf. Die Sakristei in der Petripaulskirche zu Stettin zeigt einen annähernd quadratischen Grundriss in drei Dreiecksfelder zerlegt (Fig. 56). Hier scheint der Anschluss an die Kirche durch einen seitlichen Zugang  $m$  die Hauptveranlassung zur Einschaltung des fünften Stützpunktes  $e$  gewesen zu sein. Eine fernere Veranlassung zu dieser Grundform kann sich bei den grösseren mit Umgängen versehenen Choranlagen ergeben, von denen in der Folge die Rede sein wird.

Die Ausführung des Gewölbes über einem Dreiecksfelde kann in verschiedener Weise geschehen. Entweder verspannen sich die Kappen unmittelbar gegen die drei Stirnbogen und schneiden oben walmartig zusammen (s. Fig. 57), wie solches z. B. in den Chorumgängen der Kathedrale von Paris und von Notre-dame 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 Bogen in das Verhältnis der Gurtbogen 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 Unterschiede beider Wölbungsarten in perspektivischer Ansicht. In der letzteren kann das Auftragen der einzelnen Bogen in derselben Weise geschehen, wie bei dem vierseitigen Kreuzgewölbe, so dass man mit der Konstruktion der Kreuzbogen den Anfang macht. 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 verwendete walmartige Herauswölben aus den Ecken kann auch auf vierseitige Felder übertragen werden, es entsteht sodann die interessante aber selten ausgeführte Form des übereckgestellten Klostersgewölbes (Fig. 14a).

Wo es an Höhe mangelt, wie das vornehmlich bei Nutzbauten der Fall ist, da können die Gewölbebogen statt nach dem Halbkreise 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

Völlig unregelmässige Grundrisse.

Dreieckige Wölbfelder.

Flache Gewölbebogen.

# Tafel VII.

Form der einzelnen Bögen.

