

Es sind nun die Kappen nach einer der im vorigen Kaapitel angegebenen Schichtlagen freihändig einzuwölben, wobei die einzelnen Kappen gleichmässig fortschreiten, es wird ein steifer Mörtel aus Kalk und einem sehr reinen, scharfen Flusssande verwendet. Bedient sich der Maurer für die busigen Schichten keiner Lehre, so ist ein gutes Augenmass von Wert, entstehende Buckel, die beim Weiterarbeiten leicht zu erkennen sind, müssen noch einmal erneuert werden. In den Scheitellinien, in denen sich die Schichten verschränken, wird meist eine Lehre angebracht. Zum Schluss pflegt einer der Maurer durch die Wölbmitte hindurch zu kriechen und die letzten Schichten von oben einzusetzen. Damit die Kappen eine gleichmässige Gestalt bekommen, ist es nicht ratsam, zu viele Maurer an demselben Gewölbe zu beschäftigen, andererseits ist es für die Druckverspannung nicht günstig, gar zu viele nächtliche Unterbrechungen eintreten zu lassen; am einem grösseren Gewölbe pflegen acht Maurer gleichzeitig tätig zu sein. Nach Schluss des Gewölbes kann seine obere Laibung mit einem dünnen Kalk- oder Zementbrei übergossen werden, der aber die Fugen nicht aufweichen darf.

Das Lehrgerüst ist unter den Rippen in unveränderter Form während des Zuwölbens der Kappen geblieben. Rippen aus grossen Werksteinen sind bei ihren geringen, fest vergossenen Fugen von vornherein so starr, dass ihr Setzen und Verdrücken kaum der Rede wert ist, es bleibt der Lehrbogen überhaupt nur unter ihnen stehen mit Rücksicht auf die beständige Lastveränderung während des Kappenschlusses, für welche die Rippen natürlich nicht berechnet sind. Nach Fertigstellen der Kappen steht der sofortigen Beseitigung der Lehrbogen bei Werksteinrippen nichts im Wege, man lässt sie jedoch meist noch einige Tage stehen.

Für Ziegelrippen empfiehlt es sich, die Lehrbogen etwas länger zu belassen, es können sonst abgesehen von Zufälligkeiten die Verdrückungen so stark werden, dass sie sich dem Auge bemerkbar machen. HASE empfiehlt je nach dem verwendeten Mörtel mit dem Ausrüsten 4 bis 7 Tage, im nassen Spätherbste selbst bis 14 Tage zu warten.

Es wird oft beobachtet, dass nach teilweisem Einspannen der Kappen eine Bewegung in den Rippen eintritt in der Weise, dass sich deren obere Enden samt dem Schlussstein von der Unterlage abheben. Diese Erscheinung, die besonders bei etwas nachgiebigen Lehrgerüsten eintritt, ist eine natürliche Folge von der anfangs mangelnden Belastung der Mitte, wenn diese zugefügt ist, legt sich der Schlussstein wieder auf. Es sind derartige grössere Bewegungen aber für die Rippen unerwünscht, man sollte sie verhindern. Es kann dies geschehen durch ein behutsames Absteifen des Schlusssteines gegen das Dachgerüst, weit besser aber durch eine Belastung, zu welcher die oben zu den Kappen nötigen Ziegelsteine das natürliche Mittel bieten, dieselben werden direkt auf den Schlussstein oder auf denselben umgebende Bretter gepackt und zwar anfänglich in zunehmender Menge mit dem Höherwachsen der Kappe. Aus gleichen Gründen kann es sich empfehlen, schwere Hintermauerungen in Absätzen einzufügen. Dass die aus statischen Gründen nötigen Hintermauerungen im unteren Teile fest im Verbands mit aufzuführen und in den oberen etwa später nachgefügt Lagen mit Sorgfalt zu mauern, nicht lässig einzuschütten sind, sei auch an dieser Stelle betont. Ein richtiges Abwägen von

Zwickel- und Scheitellast will schon beim Einwölben beachtet sein. Zeigen sich nach dem Ausrüsten Bruchfugen, so mahnen diese gewöhnlich dazu, eine der beiden Lasten zu berichtigen, was nach den in Kapitel 5 (Fig. 124 bis 127) aufgestellten Gesichtspunkten zu erwirken wäre. Schlanke spitzbogige Gewölbe pflegen sich erst so spät von der Widerlagswand zu entfernen, dass sie gar keiner Zwickel- ausmauerung bedürfen.

Die Schlusssteine der Kirchengewölbe sind oft durchbrochen, sei es zur Ermöglichung eines Luftaustausches oder sei es zum Befestigen von Kronleuchtern, beziehungsweise zum etwaigen Herablassen von Rüstseilen. Zu letzterem Zwecke sind vielfach auch die Kappen von je einigen senkrecht geführten mit Stein oder Metall umschlossenen Röhren durchsetzt, die unten wohl durch vergoldete an Kupfer- oder Messingdrähten hängende Sterne gedeckt sind.

Eine Sicherung der Wölbungen gegen Wasserschäden, die infolge undichter Kirchendächer entstehen können, scheint noch erwähnenswert. Die oberen Kappenflächen sind bei rauhem Bruchsteine glatt abgestrichen, so dass sich das Wasser rasch in den in Zement nach Gefälle gepflasterten Zwickeln sammelt, von deren tiefstem Punkte ein Kanal nach aussen oder eine Röhre durch die Wölbung nach dem Kircheninnern geführt ist. Letztere dürfte am besten als Bleirohr von mindestens 3 cm Lichtweite zu bilden sein und würde unten soweit vorragen, dass ein zulässiges Abtropfen des Wassers gewährleistet wäre. Natürlich ist diese Massnahme nutzlos, sobald die Zwickel mit Vorwissen zum Sammelplatze von Kehrlicht gemacht werden. Die Alten haben in nachahmungswerter Weise oft ihre Wölbzwickel zur besseren Überwachung zugänglich gemacht, indem sie den Rücken der Rippen in Form einer kleinen Treppe aufmauerten. Die Ablaufröhren der Zwickel aber haben sie recht gross gemacht, sie bestehen sehr oft aus 2 aufeinandergelegten Dachziegeln, die bei ihrer halbrunden Form eine kreisrunde Röhre bilden.

Es ist ziemlich wahrscheinlich, dass man oft in der romanischen Zeit und auch wohl in der Gotik die Gewölbe gleichzeitig mit den Mauern vor Aufbringung des Daches herstellte, wobei die Zwickelentwässerung besondere Bedeutung erlangte. Andererseits sind in der Zeit der Gotik aber auch schon früher sehr oft die Gewölbe mit Einschluss der Zwickel und Anfänge erst in die sachgemäss angelegten Rücksprünge der Schildbogen (vgl. Fig. 255a) nachträglich eingefügt. In beiden Fällen war das lästige Vermauern der Anfänge und der Gewölbe zu zwei verschiedenen Zeiten umgangen.

II. Form und Stärke der Widerlager.

1. Die allgemeine Gestalt der Widerlager.

Grundriss der Widerlagswände.

Als nächstliegende Widerlagsform für Tonnengewölbe und Kuppel bietet sich die einfache volle Wand, es war daher ganz natürlich, dass man dieselbe zuerst allgemein aufgriff und auch für andere Wölbformen, z. B. das Kreuzgewölbe, beibehielt. Volle Wände erfordern aber bei grosser Wölbweite und Widerlagshöhe eine solche Unmasse von Baustoffen, dass bereits die in diesem Punkte nicht kargen Römer begannen, an ein Sparen zu denken. Zielbewusster tritt die Bewältigung der Masse in der byzantinischen Kunst hervor, zum herrschenden Streben wird sie im Romanischen und ihre Vollendung erreicht sie in gotischer Zeit.

Schon für das einfache Tonnengewölbe ist die fortlaufende volle Wand, wenn auch das nächstliegende, so doch längst nicht das vorteilhafteste Widerlager. Der Baustoff lässt sich schon dadurch verringern, dass man in der Mauer grössere Öffnungen ausspart (Fig. 329). Die auf solche Weise gewonnene Masse braucht nur zum Teil zu einer Verbreiterung der Wand benutzt zu werden, um deren ursprüngliche Standfähigkeit wieder herzustellen; denn die Widerlagsfähigkeit einer Wand steht zu ihrer Längenentwicklung nur im einfachen, zu ihrer Dicke aber etwa im quadratischen Verhältnisse. Noch mehr lässt sich erreichen durch Pfeiler-vorlagen, die eine bedeutende Einschränkung der eigentlichen Mauerdicke gestatten (Fig. 330). Schliesslich kann man die Wand auf ein Minimum von Masse bringen, wenn man sie in Bogenform von Vorlage zu Vorlage spannt (Fig. 331), eine Bildung, die neuerdings häufig für Futtermauern gegen den gleichfalls fortlaufend angreifenden Erddruck verwendet wird. Die Überweisung des gleichmässig vertheilten Schubes auf Einzelpfeiler spricht sich in der Bogenform der Wand klar aus, liegt statt ihrer eine gerade Zwischenwand (Fig. 330) vor, so muss diese einem scheinrechten Bogen ähnlich wirken.

Einer solchen Massenbekämpfung im Grundrisse kann eine gleiche im Aufrisse beigelegt werden, indem das Mauerwerk nicht in gleicher Stärke hochgeführt, sondern dem Verlaufe des Druckes gemäss verteilt wird.

Somit lassen sich für das Tonnengewölbe an Stelle der vollen Widerlagswand weit günstigere Formen auffinden, die allerdings mehr den Eindruck des Herbeigeholten, nicht des natürlich aus den Eigenschaften der Wölbung Abgeleiteten machen. Anders ist es beim Kreuzgewölbe, dieses giebt die Abwandlungen, wie sie in den Fig. 333 bis 335 dargestellt sind, unmittelbar an die Hand. Der Wölb-schub des Kreuzgewölbes wirkt vorwiegend auf einzelne Punkte und verlangt auch an diesen seine Widerlagsmasse. Die dazwischen liegenden Teile können sich darauf beschränken, den Raum abzuschliessen und dürfen, falls sie dieser Aufgabe ermangeln, sogar ganz fehlen. Bei überhöhten Kreuzgewölben muss man allerdings mit einem stärkeren der Wand zufallenden Schubanteile rechnen, derselbe kann von ihr nach unten geleitet werden, oder auch seitwärts auf die Strebepfeiler, wobei wieder der gebogene Grundriss Fig. 335 Vorteile haben könnte. Aber auch unter überhöhten Gewölben kann die Wand sich öffnen, soweit sich der Schub durch genügend kräftige Schildbogen abfangen lässt. Ein solcher Schildbogen würde eine im Grundrisse und Aufrisse gekrümmte Stützlinie enthalten, was bei peinlichstem Verfolge des Druckverlaufes wiederum dazu führen könnte, einen auch im horizontalen Sinne nach Art der Fig. 335 gekrümmten Schildbogen anzuwenden, falls nicht der von aussen wirkende Winddruck dagegen spräche.

Das natürliche Widerlager für das Kreuzgewölbe ist die aufgelöste, nicht die volle Wand. Ist man dennoch zur Anwendung der letzteren veranlasst, so ist zu bedenken, dass der dem Anfänger benachbarte Teil hinausgedrängt werden kann, und das um so mehr, je dünner die Wand ist, man wird daher mit Sicherheit nur ein gewisses Stück der Wandlänge, bei mittlerer Stärke vielleicht die Hälfte, als widerstehende Masse in Rechnung bringen können. Wenn die Mitte der Schildwand durch grosse Thür- oder Fensteröffnungen durchbrochen ist, so fällt dieser Teil von selbst als Widerlager fort, gerade in einem solchen Falle tritt das Kreuzgewölbe gegenüber der Tonne in sein Recht.

Bei einer fortlaufenden Widerlagswand ohne nennenswerte Öffnungen kann sogar das Tonnengewölbe im Vorteile sein, abgesehen von architektonischen Rücksichten, die schon wegen der freieren Wandentfaltung auch dann oft für das Kreuzgewölbe entscheiden werden.

Gemeiniglich liegen die stützenden Mauervorlagen oder Strebepfeiler aussen vor der Wand (Fig. 336), es steht aber nichts im Wege, sie zum Teil in das Innere des Raumes zu ziehen (Fig. 337), ja sie können selbst ganz innerhalb liegen (Fig. 338 und 339). In diesem Falle schwingt sich von Vorlage zu Vorlage ein breiter Schildbogen, ein Tonnengewölbe oder auch ein gestrecktes Kreuz- bzw. Sternengewölbe hinüber. Treten die Vorlagen weit in den Raum hinein, so können sie zur Ausbildung kleiner Kapellen Anlass geben, die sich durch Öffnungen mit einander verbinden lassen. Schliesslich können sie bei weitergehender Durchbrechung in den Charakter schmaler Seitenschiffe überleiten.

Wie später dargethan wird, ist es vorteilhaft, die lastenden Massen der Widerlager möglichst nach innen zu schieben, in dieser Beziehung ist die nach aussen gerückte Umfassungswand weniger günstig. Nützlich kann sie sich insofern erweisen, als sie eine erwünschte Verbreiterung der Grundfläche des Strebepfeilers an dessen Aussenkante herbeiführt. Empfehlen wird es sich bei aussen liegender Wand, die Oberlasten weniger ihr, als den inneren Strebekörpern zuzuleiten,

Strebepfeiler
aussen oder
innen.

soweit dieses bei Lage der Verhältnisse thunlich ist. Es lässt sich unter Umständen ein förmliches Strebssystem in das Innere der Kirche verlegen.

Aufriss der Widerlagswände und Strebepfeiler.

Ein volle Wand verlangt, wie gesagt, eine verhältnismässig grosse Widerlagsmasse, das gilt besonders, wenn sich keine Oberlast über ihr befindet. An einer solchen Wand treten, abgesehen von zufälligen Beanspruchungen durch Wind und dergleichen, nur drei Kräfte auf: 1. das durch den Schwerpunkt gehende Eigengewicht Q der Wand (vergl. Fig. 340), 2. der dem Gewichte des vom Widerlager getragenen Wölbstückes (Wölbhälfte) gleiche senkrechte Widerlagsdruck V , 3. der Horizontalschub des Gewölbes H .

Standfähigkeit der Widerlager.

Der Schub H sucht den Mauerkörper um die Kante A zu drehen oder umzukanten. Die Gefahr des Umsturzes wächst mit der Grösse der Schubkraft H und mit ihrer Höhenlage. Das Produkt $H \cdot h$ (Kraft mal Hebelarm) nennt man Umsturzmoment. Der Umsturz wird verhindert durch die senkrechten Lasten Q und V . Je grösser diese sind und je grösser ihr Abstand von der Kante A (ihr Hebelarm) ist, um so günstiger wirken sie. Da diese Kräfte die Standfähigkeit oder Stabilität der Mauer sichern, pflegt man das Produkt Kraft mal Hebelarm als ihr Stabilitätsmoment oder Standmoment zu bezeichnen.

Damit eine Mauer stehen kann, muss die Summe aller Stabilitätsmomente grösser sein, als die algebraische Summe aller Umsturzmomente. Im vorliegenden Falle muss sein: $Q \cdot q + V \cdot v$ grösser als $H \cdot h$. Ist diese Bedingung nicht erfüllt, so wird die Mauer umstürzen. Dass daneben noch andere Bedingungen in Frage kommen, dass z. B. an keiner Stelle die Pressung des Baustoffes zu gross werden darf, wird später noch Erörterung finden.

Aus den Anforderungen der Standfähigkeit gehen ohne weiteres die wichtigsten Bedingungen für die Bildung des Widerlagers hervor. Der Angriffspunkt des Horizontalschubes ist so tief als möglich herabzurücken, und der Schub selbst ist so klein als möglich zu machen, was sich besonders durch leichte steile Gewölbe erreichen lässt. Andererseits ist es von Wert, die senkrechten Kräfte thunlichst gross zu machen und sie möglichst weit von der Aussenkante zurückzulegen.

Das Widerlagsgewicht kann man durch Verwendung eines schweren Materials, seinen Hebel durch äussere Abtreppung oder Dossierung vergrössern. Das Gewölbe-gewicht erhöht an sich die Stabilität, trotzdem muss man es in der Regel so klein als möglich machen, da mit ihm der ungünstige Schub wächst. Höchstens kann eine schwere Zwickelausmauerung als günstig in Frage kommen.

Von grösstem Werte kann eine richtig angebrachte Oberlast der Wand sein, die auch wieder um so wirkungsvoller ist, je grösser sie selbst oder ihr Hebelarm ist.

Einfluss der Oberlasten.

Auf die lastende Wirkung einer Dachkonstruktion, Balkendecke oder selbst Fachwand soll man sich nicht zu sehr verlassen. Abgesehen von den Gewichtsschwankungen ist bei der üblichsten Auflagerung durch Längsschwellen schwer vorauszusetzen, dass der Druck überall sich gleichmässig überträgt, es ist sehr wohl

denkbar, dass gerade über dem Wölbanfang das Holzwerk hohl liegt, so dass die Mauer unbehindert darunter ausweichen kann. Ausserdem kann leicht ein zeitweises Fehlen derartiger Konstruktionen bei Erneuerungen, Umbauten oder Feuerbrünsten eintreten.

Als nutzbringende Oberlast kann dagegen eine massive Wand gelten, jedoch kommt es sehr auf ihre Stellung an. Ihr Schwerpunkt muss möglichst weit von der Aussenkante der Widerlagswand zurückgeschoben sein (vergl. Fig. 342). Wird eine schwere dünne Wand auf die äussere Mauerflucht gerückt (Fig. 341), so wird sie das Stabilitätsmoment nur wenig vergrössern, wogegen sie die Druckpressung an der Aussenseite recht ungünstig steigern kann. Wenn gar im Laufe der Zeit ein gewisses Überhängen nach aussen eintritt, so kann der Schwerpunkt verhängnisvoll nahe an die Aussenkante rücken.

An alten Werken sind Widerlagswände ohne Strebepfeiler oft bedeutend gewichen, besonders wenn sich die ursprünglichen Lastverhältnisse verschoben haben, was man an pfeilerlosen Kirchen und Klosterbauten oft beobachten kann. Als Beispiel seien die dem XIII. Jahrhundert angehörenden Gewölbe im Domkreuzgange zu Riga angeführt (Fig. 341). Trotzdem die Gewölbe statisch günstig konstruiert sind, ihre Anfänger ziemlich dicht über dem Erdboden liegen und die Widerlagsstärke fast ein Drittel der Spannweite beträgt, befinden sich die Wände nach dem Ausweise angestellter statischer Ermittlungen an der Grenze der Stabilität. Es hat hier eine Aufhöhung des oberen Fussbodens und das Hinzutreten anderer nachteiliger Lasten dieses Ergebnis zur Folge gehabt.

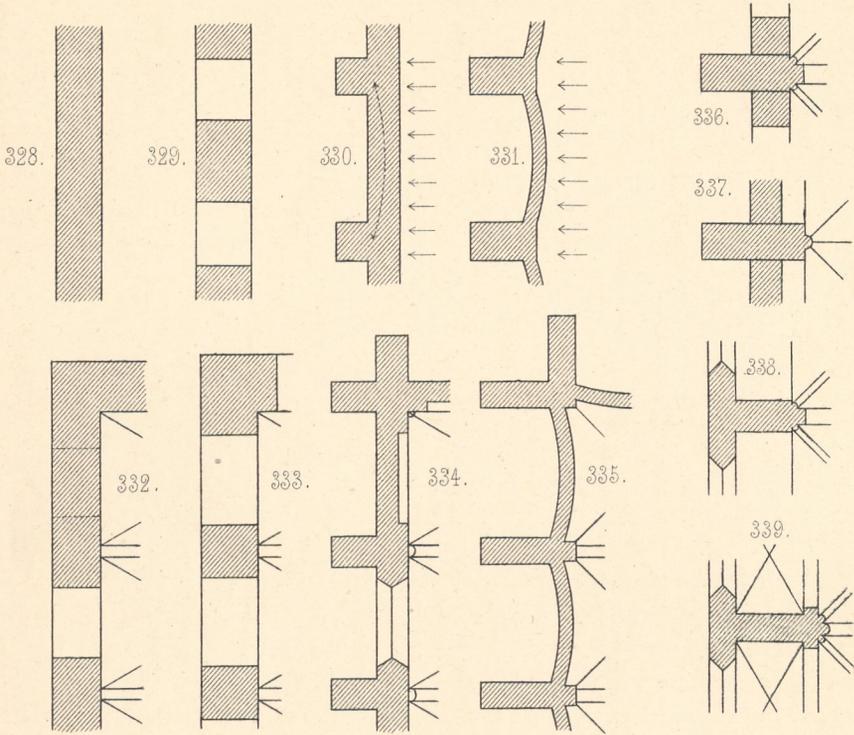
An diesen Betrachtungen lässt sich folgern, dass eine volle fortlaufende Wand als Widerlager für Gewölbe, besonders Kreuzgewölbe, sich nur da empfehlen kann, wo nur geringe Schübe auftreten, günstige Oberlasten vorhanden sind und aus anderen Gründen bereits dicke, volle Wände gefordert werden, z. B. bei den Kellern oder unteren Geschossen hoher Wohnhäuser. In anderen Fällen wird das Anlegen von Strebepfeilern immer zu grosser Materialersparung führen.

Aufriss der
Strebe-
pfeiler.

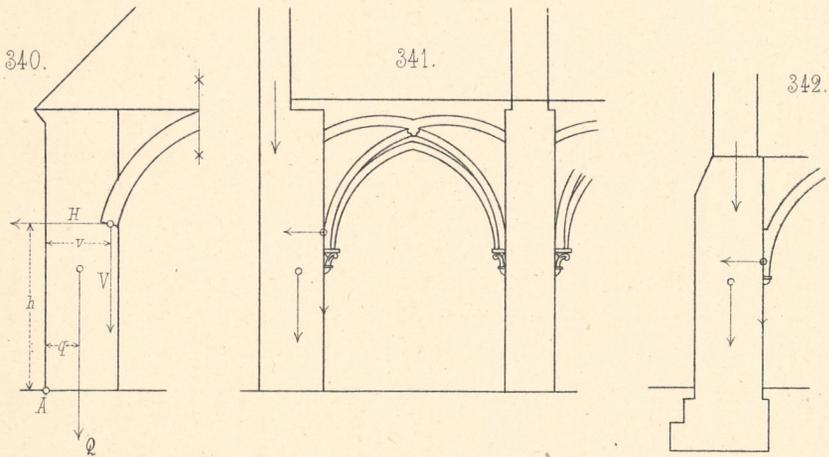
Da die Widerlagsfähigkeit eines Strebepfeilers mit seinem Vorsprunge, genannt seiner Länge, etwa quadratisch, mit seiner Dicke aber nur einfach wächst, so scheint es rätlich, ihn so schmal und lang als möglich herauszuziehen. Es werden aber Grenzen gesteckt durch die etwaige Verschiedenheit des Schubes in den beiden benachbarten Wölbfeldern, durch die Gefahr des seitlichen Umkantens oder Ausbauchens, schliesslich durch den Umstand, dass bei langgezogener Grundrissentwicklung die gute Verteilung des Druckes über den Querschnitt fraglich wird und demgemäss Abscherungen zu fürchten sind. Gewöhnlich bewegt sich die Länge zwischen der doppelten und dreifachen Breite, wobei das die Mauer durchsetzende Stück der Länge eingerechnet ist. Häufig wird empfohlen, den Strebepfeiler so dick wie die Wand, und seinen Vorsprung vor dieser so gross wie die Diagonale eines aus der Wanddicke konstruierten Quadrates zu machen; dazu sei bemerkt, dass gar zu starre Vorschriften über die Abmessungen derartiger Bauteile mässig und dem früheren Mittelalter unbekannt sind.

Der Strebepfeiler kann der Wand gegenüber vorherrschend oder untergeordnet sein, danach richtet sich seine Bedeutung als Widerlagskörper; meist fällt dem Strebepfeiler die grössere Aufgabe zu. Ist die Wand nur dünn, so wird man nicht ihre ganze Länge dem Strebepfeiler als Widerlager zurechnen, sondern nur

Grundriss der Widerlagswände.



Aufriss der Widerlagswände.



die benachbarten Teile, vielleicht zu jeder Seite nur ein Wandstück von quadratischem Grundrisse (Fig. 344.) Tritt die Stärke der Wand noch mehr zurück, so empfiehlt es sich, auf ihre Mitwirkung gar nicht zu rechnen, oder ihr höchstens bei überhöhten Gewölben den auf sie kommenden Schub des zugehörigen Kappenteiles zuzumessen.

Im Aufrisse kann der Strebepfeiler bis zum Gewölbeanfange, bis zum Hauptgesimse oder noch darüber hinaus in die Höhe steigen, er kann gerade aufwachsen oder vorn und seitlich Absätze haben, schliesslich auch stetige Querschnittsveränderungen erfahren.

Die theoretisch beste Form würde ein Strebepfeiler haben, der genau der Stützlinie folgte (Fig. 343). Letztere würde immer in der Mitte liegen und der Querschnitt sich nach unten gemäss der Drucksteigerung allmählich vergrössern. Ob die Lagerfugen dabei senkrecht gegen die jeweilige Druckrichtung oder einfach wagerecht laufen, ist meist ziemlich gleichgültig. Das innere Wandstück CDE könnte ganz entbehrt werden, soweit es nicht etwa nötig wäre, den Pfeiler vor Einführung der Gewölbe aufrecht zu erhalten.

In der That nähern sich Strebepfeiler an alten Werken ziemlich nahe dieser Grundform, die natürlich infolge der ganzen architektonischen Ausbildung nicht so unvermittelt zu Tage tritt. Selbst das Fehlen des unteren überflüssigen Stückes CDE ist erstrebt durch ein allmähliches Vorkragen der Wölbglieder. Lediglich nach dem Wölbschub lässt sich allerdings das Widerlager nicht immer festsetzen, es spricht vielmehr oft der Winddruck mit (s. hinten), welcher die Drucklinie wechselnd mehr nach aussen und innen schiebt. Mit Rücksicht auf den Winddruck müsste der Pfeiler in Fig. 343 so abgewandelt werden, dass er die verschiedenen Drucklagen aufnehmen könnte. Derartige Pfeiler sind natürlich mit dem denkbar geringsten Materialaufwande herstellbar, erfordern aber eine etwas lange Grundrissentwicklung in der Schubrichtung. Soll diese beschränkt werden, so bleibt nichts weiter übrig als eine grössere Massenauftürmung in der Höhenrichtung.

Der gerade aufwachsende Strebepfeiler der ersten Gotik hat keine sehr grosse Grundrisslänge, erfordert aber noch ziemlich viel Masse (Fig. 344). Der trapezförmige Pfeiler (Fig. 345) ist im Grundrisse zwar etwas länger, spart aber nicht unerheblich an Masse. An Stelle des Trapezes kann eine dreieckige Pfeilervorlage in Frage kommen, besonders wenn die Umfassungswände schon an sich recht kräftig sind (Fig. 346). Der Trapez- oder Dreiecksumriss braucht nicht in seiner schlichten Form zu Tage zu treten, er kann vielmehr eine geeignete Auflösung erfahren, bei der aber vor gar zu plötzlichen Querschnittsänderungen zu warnen ist, denn selbige führen leicht zu Rissen und Abscherungen.

Den Vorzug der nach oben verjüngten Pfeiler 345 und 346 gegenüber dem geraden 344 erkennt man bei einem Vergleiche mit der Form Fig. 343, er leuchtet aber auch ohne weiteres ein, sobald man sich das Stabilitätsmoment vorstellt, das weite Zurücktreten des Schwerpunktes hinter die Kippkante ist von Vorteil. In dieser Hinsicht kann man noch mehr erreichen, wenn man den rechteckigen Grundriss verlässt und dafür unten und oben verschiedene Querschnitte einführt, z. B. zwei gegeneinander gekehrte Dreiecke (Fig. 348). Unten ist es günstig, die

gefährdete Aussenkante ab so lang als möglich zu machen, oben dagegen ist es besser, die Masse möglichst nach hinten zu schieben. Auch diesen Vorteil hat sich das Mittelalter nicht entgehen lassen. Es treten sehr oft Grundrisse nach der Art der Fig. 349 auf, bei denen unten die Aussenkante durch Eckvorlagen verstärkt ist, während oben schwere Fialenaufbauten dicht an der Mauerflucht an günstigster Stelle belasten. Man sieht, an der Möglichkeit mannigfaltiger Gestaltung fehlt es dem Strebepfeiler weder in statischer noch architektonischer Beziehung; über seine weitere Ausbildung wird noch an anderer Stelle zu sprechen sein.

Bei Fig. 343 war gezeigt, dass sich ein Raum unter dem Strebepfeiler ganz sparen lässt, besonders wird das bei sehr hohen Pfeilern merklich sein. Man kann noch einen Schritt weiter gehen und nach Art der Fig. 347 die am Wölbanfange wirkenden Kräfte in zwei Richtungen spalten. Den einen Teil kann man in einem Pfeiler AB senkrecht nach unten führen, den anderen aus dem Schube und nach Belieben auch einem Teile der senkrechten Lasten gebildeten Kraftanteil führt man, der Stützlinie folgend, in einem gebogenen Mauerkörper AC hinab. Letzterer wird dünner, rückt aber weiter nach aussen als der Strebepfeiler Fig. 343. Den Raum CB zwischen dem äusseren und inneren Pfeiler kann man in das Innere des Bauwerkes hineinziehen, wodurch sich auch auf diesem Wege die basilikale Kirchenanlage mit ihrem Strebesysteme herausbilden würde. Je nach der Art, wie man die Kräfte auf die beiden Mauerkörper verteilt, und nach der Weise der Massenordnung in denselben hat man es in der Hand, die verschiedensten Formen für ein solches Strebesystem abzuleiten. Wie man den Gleichgewichtszustand in demselben prüfen kann, wird bald in einem besonderen Abschnitte besprochen werden.

Mittelpfeiler.

Treten Wölbungen in mehreren Reihen nebeneinander, so werden zu ihrer Unterstützung Mittelpfeiler nötig. Die Benutzung des Raumes erheischt für dieselben meist eine möglichst geringe Dicke, zu deren Erlangung ein allseitiger Ausgleich der Schubkräfte am wirksamsten beiträgt. Heben sich alle Horizontalschübe gegenseitig auf, so braucht der Pfeiler nur so stark zu sein, dass er unter der Last der ihm auflagernden Gewölbe nicht zerdrückt oder zerknickt wird, dazu gehört aber gewöhnlich nur ein sehr geringer Querschnitt, den man zur Sicherheit mit Rücksicht auf zufällige schiefe Belastungen oder den ungleichartigen Vorgang beim Einwölben etwas zu vergrössern pflegt.

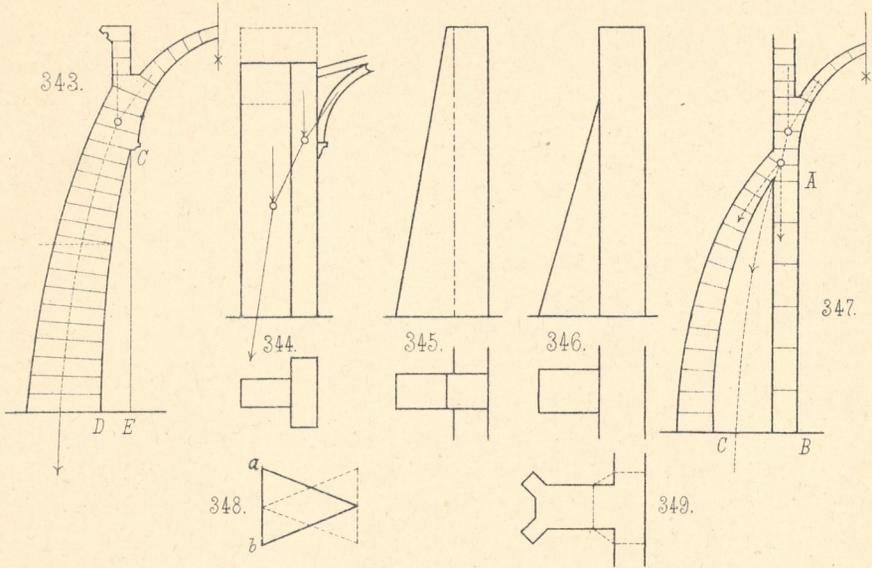
Wenn ein weiter Saal oder auch eine mehrschiffige Kirche mit Gewölben gleicher Grösse und Höhe überspannt wird, so ergibt sich ein Ausgleich der Schübe meist von selbst; man kann einen solchen aber auch bei verschieden breiten, benachbarten Gewölben, beispielsweise einer Kirche mit ungleichen Schiffbreiten, durch geeignete Konstruktion ganz oder zum Teil erreichen.

Treten zwei Gewölbe von gleicher Stärke und gleicher Scheitelhöhe aber abweichender Spannung zusammen, so fallen die Schübe sehr verschieden aus, sie verhalten sich etwa wie die Quadrate der Spannweiten (Fig. 350). Bei einem Weitenverhältnisse wie 2 zu 3 wären z. B. die Schübe wie 4 zu 9 und bei einem Unterschiede wie 1 zu 2 würde gar der grössere Schub 4mal den kleinen über-

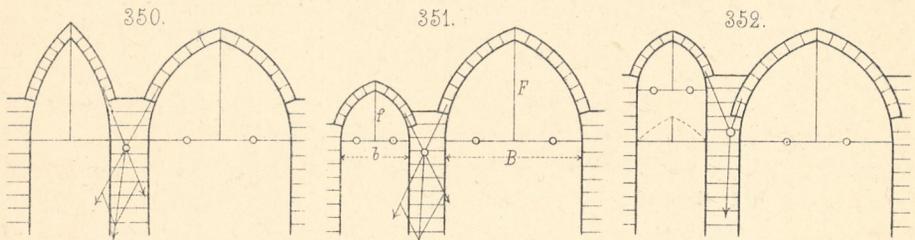
Allseits
gleiche
Schübe.

Ausgleich
der Schübe
verschieden
weiter
Gewölbe.

Aufriss der Strebepfeiler.



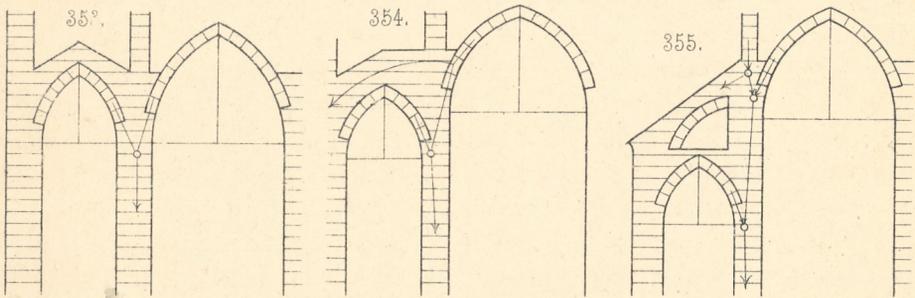
Stärke der Mittelpfeiler.



Scheitelhöhen gleich.

Pfeilverhältnis gleich.

Kleineres Gew. flach od. gestelzt.



Kl. Gew. mit Oberlast.

Kl. Gew. mit versteifender Uebermauerung.

Gr. Gew. abgestrebt.

