

V. Die Kirche im Querschnitt und Aufriss.

1. Einschiffige Kirche und einschiffiger Chor.

Höhenverhältnis des Innern.

Bei Entwicklung des Kirchenquerschnittes aus der Grundrissform heraus sind nach Berücksichtigung der allgemeinen praktischen Aufgaben des Raumes die Forderungen der Überwölbung, die Bedingungen der Lichtzuführung und das Streben nach vollendetem architektonischen Ausdruck im Inneren und Äusseren als die massgebenden Faktoren zu betrachten. Für die einschiffige Kirche ist es ohne besondere Schwierigkeiten möglich, allen gleichzeitig gerecht zu werden.

Den Gewölben kann man hier immer, selbst bei sehr grossem Schub, genügend starke Widerlager aussen entgegensetzen, Licht lässt sich durch die Seitenwände in beliebiger Fülle einführen und der künstlerischen Gestaltung sind keine grosse Fesseln angelegt; sie kann in der Durchbildung der Einzelteile und ebenso in der Festsetzung der Hauptverhältnisse sich ziemlich ungebunden bewegen.

Ganz besonders beeinflusst das Höhenverhältnis des Ganzen und der einzelnen Teile den Charakter des Bauwerks. Eine Betrachtung der mittelalterlichen Werke lässt auch hier wieder eine unendliche Mannigfaltigkeit erkennen. Zwar spricht sich in den gleichartigen Bauten der einzelnen Gegenden in den Höhenmassen eine gewisse Verwandtschaft aus, dieselbe ist aber einem Wandel in den Zeitabschnitten unterworfen und wird in besonderen Fällen von dem Streben nach grösserer Prachtentwicklung, nach höherem Aufbau durchbrochen.

Im Durchschnitt hat die Höhe im Laufe der Jahrhunderte eine Steigerung erfahren, die etwa gleichen Schritt hielt mit der Vergrösserung der Fensterflächen und der Beschränkung der Mauermassen. Jedoch kommen zu allen Zeiten neben den stolz hinaufragenden Werken auch solche von recht bescheidener Höhenentwicklung vor, da die zu Gebote stehenden Baumittel hier ein gewichtiges Wort mitreden.

Das nächste Erfordernis ist wohl, dass die Höhe bis zum Gewölbanfang

Höhe bis
Gewölban-
fang und
Scheitel.

(h in Fig. 827) und ebenso die Höhe bis zum Scheitel (H) in einem fasslichen Verhältnis zur Breite stehe, mit anderen Worten, dass das Bild des durch den Gurtbogen gelegten Querschnittes dem Auge wohlgefällig sei.

Allerdings steht die Wirkung dieses Querschnittes auch noch in einer gewissen Abhängigkeit zu der Länge des ganzen Raumes wie der einzelnen Joche, zu der Überhöhung der Gewölbe, der Anlage der Fenster u. s. w.

So ist die Länge der ganzen Kirche insofern belangreich, als bei geringer Länge auch die Höhe nicht zu bedeutend sein darf, um das Gesamtbild des Gewölbes dem Auge noch fasslich zu machen. Bei Räumen, deren Länge und Breite ganz oder annähernd gleich ist, wird man die Höhe ungern viel grösser machen als die Länge und bei langgestreckten Räumen wird man nicht gar zu stark über die halbe Länge hinaufgehen. Bezüglich eines der Kirche angeschlossenen Chores kommt natürlich die Länge des Schiffes mit in Betracht.

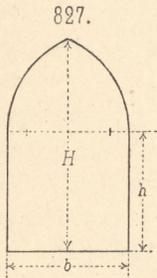
Will man einen Unterschied machen zwischen Kirchen von geringer, mittlerer und bedeutender Schiffshöhe, so kann man die Grenzen ziehen: wie folgt:

Niedrig ist eine Kirche zu nennen, deren Gewölbanfang sich um weniger als die Schiffweite über dem Fussboden erhebt ($h:b$ kleiner als 1), oder was etwa auf dasselbe hinausläuft, deren Gesamthöhe bis zum Scheitel unter $1\frac{2}{3}$ Schiffswerten bleibt. Hierher gehören viele Kapellen und zahlreiche kleine Dorfkirchen, aber auch manche grössere einschiffige Kirchen, die wegen der grossen Spannweite, ihrer Gewölbe doch schon zu einer ansehnlichen Höhe aufsteigen. Bei manchen Dorfkirchen liegt der Wölbanfang etwa in Kopfhöhe oder selbst noch tiefer, während der Wölbscheitel kaum eine Höhe gleich der lichten Schiffweite erreicht. Als ein Beispiel unter vielen möge die kleine, der mittleren Gotik angehörige Kirche des Dorfes Volksen bei Einbeck dienen, die bei einer Schiffweite von etwa 6 m eine Kämpferhöhe von 1,8 m und eine Scheitelhöhe von noch nicht 5 m aufweist. Bei ihrer geringen Länge, sie hat nur 2 kurze Joche und einen dreiseitigen Chorschluss, wirkt sie garnicht übermässig gedrückt.

Ein mittleres Höhenverhältnis ergibt sich, wenn der Wölbanfang $1-1\frac{1}{2}$ Schiffswerten hoch liegt, oder der Wölbscheitel $1\frac{2}{3}-2\frac{1}{4}$ Weiten. Sehr viele kleinere und grössere Kirchen der romanischen und gotischen Zeit, deren Inneres einen besonders ansprechenden Eindruck macht, bewegen sich in diesen Grenzen, auch die schon ziemlich schlank wirkende Oberkirche der Ste. Chapelle zu Paris überschreitet diese Höhenverhältnisse noch nicht.

Als schlank muss eine einschiffige Kirche bezeichnet werden, wenn das Höhenverhältnis die soeben bezeichneten Grenzen übertrifft, selten geht die Höhe des Anlaufes bei einschiffigen Kirchen über 2 Wölbweiten und die Höhenlage des Schlusssteines über $2\frac{3}{4}$ Schiffswerten hinaus. Das Mittelschiff „mehrschiffiger“ Kirchen, welches sich zu der Gesamtweite in gewisse Beziehungen setzt und welches ausserdem wegen der Lichtzuführung oft hoch hinausgeführt werden muss, ist im Durchschnitt höher als das Schiff der einfachen Kirche, es übersteigt mehrfach selbst die dreifache Weite (Köln).

Will man dem Auge wohlthuende geometrische Beziehungen zwischen Höhe und Breite aufsuchen, besonders zwischen der Höhenlage des Gewölbanfanges (h



in Fig. 827) und der lichten Weite (b , letztere je nach Umständen im Lichten der Vorlagen, der Schildbogenebene oder der Wandflucht gemessen), so könnten das folgende sein:

Geometrische Beziehung zw. Höhe und Weite.

1. Höhe gleich der halben Weite ($h = 0,5 b$).
2. Höhe gleich der halben Diagonale aus dem Quadrat der Weite ($h = 0,707 b$). Dieses Verhältnis scheint u. a. vorzuliegen bei der Kirche Maria-Selpritsch in Kärnten und im Chor der zu der frühwestfälischen Gruppe gehörenden Kirche zu Volkmarsen.
3. Höhe gleich der Weite ($h = b$) — Chor der frühgotischen Kirche zu Wetter, der spätgotischen Martinskirche zu Kassel und Längsschiff vieler anderer Kirchen.
4. Höhe gleich der Diagonale aus dem Quadrat der Weite ($h = 1,4142 b$) — Chor der Elisabethkirche zu Marburg, der Severikirche zu Erfurt, der Kirche zu Immenlausa in Hessen, Schiff der Ste. Chapelle zu Paris u. s. w.
5. Höhe gleich anderthalb Weiten ($h = 1,5 b$) — Chor der Kirche zu Fröberg.
6. Höhe gleich zwei Breiten ($h = 2 \cdot b$) — Marienkirche zu Mühlhausen i. s. w.

Die uns erhaltene Unterweisung des F. LACHER (Reichensperger, vermischte Schriften) geht von der Gesamthöhe bis in den Wölbscheitel aus und verlangt für diese $1\frac{1}{2}$ mal die Weite (was er die „rechte Höhe“ nennt) oder auch 2 bzw. 3 Weiten. LACHER setzt dann weiter die Pfeilhöhe der Gewölbe fest, indem er die Kreuzbogen zu Halbkreisen macht und den Gurt- und Schildbogen gleiche Scheitelhöhe giebt. In dem letzten Satz der erwähnten Abhandlung heist ein derartiges Gewölbe „ein recht Gewölbe“.

Das Dach der einschiffigen Kirche.

Die Aussenwand hat oberhalb des Gewölbes keine Aufgabe weiter zu erfüllen, als die Dachbalken und das Dachgerüst zu tragen. Demgenäss ist sie bei den meisten romanischen und gotischen Bauten nur so hoch hinaufgeführt, dass die ihr aufliegenden, über dem Gewölbe durchgehenden Dachbalken, selbst bei einer durch zufällige Belastungen hervorgebrachten Biegung, die Atssenflucht der Kappen nicht berühren. Es genügt zu diesem Zweck gewöhnlich ein Spielraum von 10—30 cm.

Es kann unter jedem Gespär ein Balken liegen, so dass der mittlere Abstand nur etwa 1 m beträgt. In diesem Falle ist es leicht, den Dachboden durch übergelegte Laufbohlen oder auch eine geschlossene Dielung begehbar zu machen. Nun ist aber eine bequeme Begehbarkeit des Bodens gewöhnlich so wenig erforderlich, dass man ihretwegen ungern eine volle Balkenlage aufwenden möchte. Daher hat man in alter und neuer Zeit vielfach nur Balken durchgezogen, wo man ihrer als Zughölzer zur Aufhebung des Dachschubes bedurfte, sie bekommen dann je nach der Eigenart der Dachkonstruktion einen Abstand von $2\frac{1}{2}$ —5 m oder auch darüber. Will man sie auch in diesem Falle zum Begehen des Dachbodens dienstbar machen, so kann man einige stärkere Laufbohlen oder auch Laufhölzer hinüberstrecken, stärkere Belastungen sind dann aber zu vermeiden.

Begehbarkeit des Dachbodens.

Vielfach benutzt man garnicht die Balken, sondern unmittelbar die Gewölbe zum Beschreiten des Dachraumes, man kann dann die Balken entweder so hoch hinaufschieben, dass man unter ihnen hindurch gelangen kann oder dicht über den Gewölben in grösseren Abständen von einander so anordnen, dass sie beim Überschreiten nicht hinderlich werden.

Ein Hinaufschieben der Balken lediglich zur bequemen Begehbarkeit der Ge-

wölbe bis über Kopfhöhe ist selten (Reims), denn selbst $1-1\frac{1}{2}$ m Raum zum Ermöglichen des Begehens in gebückter Stellung wird man ungern schaffen. Dagegen kann eine starke Überhöhung der Gewölbe dazu führen, die Balkenlage über die Höhe des Schildbogenscheitels hinaufzuheben. Ganz besonders wird dieses in Frage kommen, wenn man der sicheren Dachkonstruktion wegen die Balken aller Gebinde durchlaufen lassen will.

Eine höher gerückte Balkenlage lässt sich auf drei Wegen ermöglichen:

1. Man führt die Aussenwände in voller Stärke hinauf. Fig. 828. Die dabei zugegebenen Mauerstücke können eine erwünschte Oberlast für die Schildbogen geben und ausserdem die Ausbildung eines stattlichen Hauptgesimses im Äußern begünstigen.

2. Um Mauerwerk zu sparen, führt man die Wände nicht in ganzer Stärke hinauf, sondern nur eine dünne hinter der Rinnenbrüstung liegende Wand (Fig. 829).

3. Man legt den Balken in der Dachkonstruktion höher hinauf (Fig. 830). Die Mauer endet dann unmittelbar über dem Schildbogen, die Sparren stehen auf kleinen, auf Mauerlatten gelagerten Stichbalken. Damit die Sparrenlänge unterhalb der die Verankerung bewegenden Zugbalken (Kehlbalken) nicht ausbiegen kann, sind die Fusssteifen *d* und die Bänder *c* zugefügt. Eine derartige Konstruktion findet sich in St. Blasien in Mühlhausen. Noch fester wird der Sparrenfuss nach dem in Fig. 831 angedeuteten Dachgerüst, bei welchem die Balken besser durch Zangen ersetzt werden.

Eine Erhöhung der Aussenwand gehört immer zu den Ausnahmen, weit häufiger kommt es vor, dass man die Aussenwand so niedrig wie möglich zu machen sucht, um an Mauermasse zu sparen. Dabei lässt man stark überhöhte Gewölbe frei in den Dachboden hinauftragen, während man die Zugbalken soweit es geht über den tiefer liegenden Gurtbögen durchzieht, sonst aber Dachbinder nach Art der Fig. 830 und 831 anwendet.

Wenn nur einzelne Balken durchgehen, so müssen die zwischenliegenden kurzen Stichbalken am Fortschieben durch die Sparren verhindert werden. Sie nur durch feste Verbindung auf der Mauer festzulegen ist nicht günstig, da eine Übertragung des Dachschubes auf die Mauer recht unerwünscht ist. (Wie auf S. 169 u. f. gezeigt ist, macht schon der auf die entgegengesetzte Dachhälfte treffende Windschub, der zum Teil durch das Dach übertragen wird, genügend zu schaffen.) Es muss daher der Schub der Stichbalken auf die durchgehenden Hauptbalken geleitet werden, dieses kann durch besondere Wechselbalken oder auch durch die Mauerlatten geschehen. Wenn die Wechsel (*a* in Figur 832) lang werden, so sind sie durch kleine Streben (*b*) oder durch liegende Zughölzer *c* am Ausbiegen zu verhindern. Ein Mangel der Wechselkonstruktion besteht immer darin, dass die Stichbalken durch zugfeste Verbindungen an sie angeschlossen werden müssen. Man hat daher im Mittelalter häufiger die Mauerlatten zur Schubaufnahme benutzt, indem man die Stichbalken tief auf dieselben aufkämmt. Bei geringem Abstand der Hauptbalken genügen 2 breite Mauerlatten ohne weitere Hilfsmittel, bei grossem Balkenabstand werden zwei Spreizen zwischen die Mauerlatten gelegt (Fig. 832a),

Hinauf-
rücken der
Balken.

Dachgerüst
bei geringer
Wandhöhe.

Vereinzelt
Binder-
balken.

oder es wird ihr Ausweichen durch schräge Rückhalthölzer verhütet (Fig. 833), wie sie der in Fig. 833a dargestellte Dachstuhl der Nikolaikirche zu Reval zeigt.

Einige Angaben über Gebälke und Dachwerk werden noch weiter unten bei Besprechung der Hallenkirchen gemacht werden. Eine erschöpfende Darstellung der äusserst mannigfaltigen, mittelalterlichen Dachverbindungen muss einer gesonderten Bearbeitung vorbehalten bleiben, hier sei aber wenigstens darauf hingewiesen, dass man im Mittelalter die masslose Holzvergeudung späterer Jahrhunderte nicht kannte, dass man Holzendigungen mit unsicheren Verzäpfungen mied und dafür, besonders bei gezogenen Teilen, Verknüpfungen mittelst einer Verkämmung oder mässig tiefen Überblattung bevorzugte, selbst wenn man durch windschiefe Führung das Durchlaufen einzelner Zughölzer ermöglichen musste.

Die Dachdeckung steht so weit über, dass das Wasser von ihr direkt abtropft (Fig. 834) oder durch eine Wasserschräge nebst darunter befindlicher Tropfkante des Hauptgesimses zum Abtropfen gebracht wird, falls nicht eine Rinne angelegt ist. (Näheres darüber siehe S. 365 und weiter hinten unter Gesimsen.)

Abnahme der Wandstärke von unten nach oben.

Die Aussenwand der einschiffigen Kirche oder eines einschiffigen Chores, ebenso die Wand der Hallenkirche oder der Seitenschiffe der Basiliken pflegt in ganz oder nahezu gleicher Stärke vom Erdboden bis zum Hauptgesims aufzusteigen. Die romanischen Kirchen pflegen nur im Sockel einen geringen Vorsprung zu zeigen, während die Wand der gotischen meist auch unterhalb der Fenster in der Höhe des Kaffsimmes noch einmal etwas abgesetzt ist.

Gründe der geringen Verjüngung.

Es kann befremdlich erscheinen, dass man die äussere Stärkezunahme von oben nach unten nicht noch weiter getrieben hat, um sich möglichst der idealen Widerlagsform (vgl. Fig. 343) zu nähern. Es würde das sicher auch geschehen sein, wenn man es nur mit der Bekämpfung eines gleichbleibenden Wölbschubes zu thun gehabt hätte; nun treten aber ausser diesem noch wechselnde Beanspruchungen, besonders unter dem Einfluss des Windes auf. Der Winddruck setzt sich in der von ihm getroffenen Wand dem Wölbschub entgegen, er kann in vielen Fällen selbst grösser werden als dieser und daher die Wand nach innen überzuweichen trachten. Der entgegengesetzten Wand wird durch das Dachgerüst und unter Umständen auch durch den Scheitel des Gewölbes (siehe unten) gleichfalls ein Teil des Winddruckes zugeführt, der in den höchsten Teilen der Wand zum Angriff gelangt. Je höher aber eine Seitenkraft angreift, um so weniger ist es statthaft, die Stärke der Wand nach oben erheblich zu vermindern. In dem Grenzfall, dass nur eine grosse horizontale Kraft an der oberen Kante eines in gleicher Stärke aufsteigenden Mauerkörpers ohne Oberlast zum Angriff käme, würde über jeder Lagerfuge von unten bis oben hinauf die Gefahr des Umsturzes gleich gross sein. Für die oberen Schichten würde sogar die Möglichkeit des Fortschiebens (Gleitens) hinzutreten, welche für den unteren Mauerteil fortfällt (in dem dafür wieder die Druckpressung unter dem Einfluss des lastenden Mauerwerkes grösser ist). Dieser Grenzfall liegt nun zwar für eine Kirchenmauer nicht vor, da eine

gewisse Oberlast vorhanden ist und weit tiefer im Gewölbanfang der grosse Schub des Kreuzgewölbes angreift, immerhin wird aber aus vorstehendem erhellen, dass die Verjüngung der Wand mit Rücksicht auf die Windwirkung nicht gar zu weit getrieben werden kann. Besonders wird dann, wenn sich die Strebepfeiler schon stark verjüngen, um so mehr Anlass vorhanden sein, die Wand oben ungeschwächt zu lassen, ja es kann beim Vorherrschen der Strebepfeiler sogar geboten sein, die Wand oberhalb breiter Fenster dicker zu machen als unten, wie etwas später näher begründet werden soll.

Über die Standfähigkeit der Wände gegenüber dem Wölbschub ist S. 140—158, gegenüber dem Winddruck S. 169—171 gehandelt. Da dort keine Beispiele der Berechnung gegeben, seien hier deren zwei zur Veranschaulichung eingeschaltet.

Beispiel I: Stabilitätsuntersuchung einer einschiffigen Kirche ohne Strebepfeiler mit und ohne Einwirkung des Windes. Fig. 835. Die Kirche hat 10 m lichte Weite bei 6 m Jochteilung und 20 m Mauerhöhe über dem Sockel bezw. dem inneren Fussboden, sie ist mit einem 1 Stein dicken Kreuzgewölbe aus porösen Ziegeln in einem Pfeilverhältnis von 2 : 3, in der Querrichtung gemessen, überwölbt, die Kapitälplatte liegt 13 m über dem Fussboden. Jedes Wandfeld wird von einem 2,8 m breiten, im Mittel 13,0 m hohen Fenster oberhalb des 4 m hoch liegenden Kaffsimses durchbrochen, der unter dem Fenster liegende Wandteil ist durch Blenden ausgenischt und soll nicht als mittragend betrachtet werden. Sonst soll die Wand aus Sandstein von 2200 kg Gewicht für 1 cbm unter dem Kaffsims eine Dicke von 1,5 m, über demselben von 1,4 m erhalten.

Wölbkkräfte H und V. Auf einem Wandfeld ruht eine Gewölbhälfte von $6 \cdot 5 = 30$ qm Grundfläche. Nach S. 139 IVc liefert jedes qm Grundfläche einen Horizontalschub $H_0 = 180$ kg und eine Auflagerlast $V_0 = 530$ kg, die auf dem Wandfeld lastende Wölbhälfte also : $H = 30 \cdot 180 = 5400$ kg und $V = 30 \cdot 530 = 15900$ kg. Der Durchgangspunkt des Wölbdrukkes durch die Wandflucht kann in $\frac{1}{4}$ der Pfeilhöhe, also in 1,6 m über Kapitäl oder 14,6 m über Fussboden angenommen werden.

Gewicht der Wand. Die Mauermaße des unteren Wandteiles wiegt: $Q_1 = (6,0 - 2,8) \cdot 1,5 \cdot 4,0 \cdot 2200 = 42240$. Das obere Wandstück über Kaffsims wiegt: $Q_2 = (6,0 \cdot 16,0 - 2,8 \cdot 13,0) \cdot 1,4 \cdot 2200 = 183568$. Zusammen $Q_1 + Q_2 = 225808$ kg.

Gewicht des Daches. Bei 125 kg Gewicht für 1 qm Dachfläche mit Dachgerüst und Schieferdeckung (S. 168) wiegt jede Dachhälfte: $6,0 \cdot 9,4 \cdot 125 = 7050$ kg = D. Als lotrechte Windlast kommt bei etwa 50° Dachneigung nach der Tabelle auf S. 169 hinzu: auf der Windseite $6,0 \cdot 9,4 \cdot 24 = 1354$ kg, auf der windfreien Seite $6,0 \cdot 9,4 \cdot 36 = 2030$ kg. Dieses zum Dachgewicht addiert giebt an der Windseite 8404 kg = D', an der windfreien Seite 9080 kg = D''.

Der wagerechte Windschub des Daches beträgt nach Tabelle S. 169: $6,0 \cdot 9,4 \cdot 72 = 4061$ kg. Die Verteilung dieses Schubes auf die beiden Wände ist nicht bestimmbar, es sei einstweilen angenommen, dass die getroffene Seite $S' = 2000$, die windfreie Seite $S'' = 2961$ kg erhält.

Winddruck gegen die Wand. Mit Rücksicht auf schützende Nachbarbauten sei der Wind auf die unteren 4 m Höhe vernachlässigt, auf das obere, 16 m hohe Wandstück aber voll mit 125 kg auf 1 qm in Rechnung gebracht. Es beträgt dann der Winddruck $W = 6,0 \cdot 16,0 \cdot 125 = 12000$ kg mit einer mittleren Angriffshöhe von 12 m.

Am stärksten beansprucht wird in diesem Fall die Wand in der Fuge oberhalb des Sockels es sei deshalb die Untersuchung auf diesen Querschnitt beschränkt.

A. Druck oberhalb des Sockels ohne Wind. Für den unbekanntem Durchgangspunkt P des resultierenden Druckes, der x Meter vor der Innenflucht der Mauer liege, wird die Momentengleichung aller auf das Wandfeld wirkenden Kräfte aufgestellt (vgl. darüber Fig. 371 auf S. 144).

$$Q_1(x - 0,75) + Q_2(x - 0,70) + V \cdot x = H \cdot 14,6$$

Werden für Q_1 Q_2 V und H die obigen Zahlenwerte eingesetzt, so berechnet sich:

$$x = 0,99 \text{ m.}$$

Stabilität
einer Wand
ohne Strebepfeiler.

Somit geht der Druck in 0,99 m Abstand von der Innenkante oder 0,51 m von der Aussenkante durch die Grundfläche der 1,50 m dicken Wand, er liegt also an der Grenze des mittleren Drittels (Kern).

Die Grundfläche des in Rechnung zu stellenden Wandstückes zwischen den Fenstern beträgt: $1,50 \cdot 3,20 = 4,80$ qm oder 48 000 qcm. Auf dieser Fläche ruht eine Last $Q_1 + Q_2 + V =$ rd 242 000 kg und wenn man noch das Dachgewicht D hinzunimmt 249 000 kg. Der Durchschnittsdruck auf das qcm ist demnach $p = 249\,000 : 48\,000 = 5,2$ kg. Da der Druck etwa in $\frac{1}{2}$ der Breite angreift, ist die Pressung an der Aussenkante doppelt so gross, also etwa 10 kg. Nach oben hinauf nimmt der Druck in der Wand immer mehr ab, nach unten wird er durch rasche Erweiterung des Sockels und der Grundmauern auf eine grössere Fläche verteilt.

B. Druck bei Wind in der vom Winde getroffenen Wand. Es treten zu den vorigen die Kräfte D' , S' und W hinzu; es wird in derselben Weise die Momentengleichung für den unbekanntem Druckpunkt aufgestellt, der x' Meter vor der inneren Wandflucht liege.

$Q_1 (x' - 0,75) + Q_2 (x' - 0,70) + V \cdot x' + D' \cdot (x' - 0,70) = H \cdot 14,6 - W \cdot 12,0 - S' \cdot 20,0$
Werden die gegebenen Zahlenwerte eingesetzt, so ergibt sich:

$$x' = 0,25 \text{ m.}$$

Während für gewöhnlich der Druck näher der Aussenkante liegt, rückt er unter dem Einfluss des Windes dicht an die Innenkante (bis auf $\frac{1}{6}$ der Breite) heran und bewirkt in dieser eine Pressung, die der vierfachen Durchschnittspressung gleichkommt (s. S. 149 und Tabelle S. 149), also $4 \cdot 5,2 = 21$ kg auf 1 qcm beträgt.

C. Druck in der vom Winde abgekehrten Wand. Es wirken die Kräfte Q_1 , Q_2 , V , H , D'' , S'' , für welche die Momentengleichung für den x'' Meter von der Innenkante entfernten Druckpunkt lautet:

$$Q_1 \cdot (x'' - 0,75) + Q_2 \cdot (x'' - 0,70) + V \cdot x'' + D'' \cdot (x'' - 0,70) = H \cdot 14,6 + S'' \cdot 20,0$$

$$x'' = 1,14 \text{ m.}$$

Der Druck rückt bis auf 36 cm an die Aussenkante heran und wird hier eine Kantenpressung von etwa 15 kg auf 1 qcm erzeugen.

Es ist demnach an der Windseite eine Beanspruchung von 21 kg, an der windfreien Seite von 15 kg auf 1 qcm berechnet. Wenn durch das Dach oder auch das Gewölbe ein etwas grösserer Teil des Winddruckes auf die andere Seite übertragen wird als in der Rechnung angenommen war, so würde, an beiden Seiten etwa dieselbe Beanspruchung von 18 kg entstehen. In der That darf man annehmen, dass ein ziemlich weitgehender Ausgleich zwischen den Beanspruchungen der beiden Wände stattfindet (vgl. folg. Seite).

Beispiel II. Untersuchung derselben Kirche bei Annahme einer dünneren Wand mit grösseren Fenstern und Strebepfeilern. Fig. 835a.

Die 1 m dicke Wand ist von grossen Fenstern durchbrochen, die nebst den darunter liegenden Blenden eine ausgeglichene Höhe von 17 m und eine Breite von 4,5 m haben. Die Strebepfeiler sind 18 m hoch und 1 m dick, sie springen unten 1,5 m, oben 0,7 m, also im Mittel 1,1 m vor der Wand vor, ihr Schwerpunkt liegt 0,57 m vor der äusseren, also 1,57 m vor der inneren Wandflucht

Stabilität
einer Wand
mit Strebe-
pfeilern.

Gewicht der Wand: $Q = (6,0 \cdot 20,0 - 4,5 \cdot 17,0) \cdot 1,0 \cdot 2\,200 = 95\,700$ kg (= 43,5 cbm).

Gewicht des vorgelegten Strebepfeilers: $P = 18,8 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 2\,200 = 43\,560$ kg (= 19,8 cbm).

A. Druck über Sockel ohne Wind. Es wird wieder die Momentengleichung für den im unbekanntem Abstand x vor der inneren Wandflucht liegenden Druckmittelpunkt gesucht.

$$Q \cdot (x - 0,5) + P (x - 1,57) + V \cdot x = H \cdot 14,6.$$

$$x = 1,26 \text{ m.}$$

Bei einer Grundfläche des Strebepfeilers und tragenden Wandstückes von 3 qm oder 30 000 qcm berechnet sich die Durchschnittspressung auf 1 qcm zu 5,4 bzw. 5,2 kg, je nachdem man Dachlast hinzuzieht oder nicht. Bei der vorberechneten Lage des Druckes, der innerhalb des Kernes bleibt, ist die Kantenpressung aussen etwa 8 oder 9 kg auf 1 qcm.

B. Druck in der vom Wind getroffenen Wand. Entsprechend dem Vorstehenden ist:

$$Q \cdot (x' - 0,5) + P \cdot (x' - 1,57) + V \cdot x' + D' \cdot (x' - 0,5) = H \cdot 14,6 - W \cdot 12,0 - S' \cdot 20,0$$

$$x' = 0,095 \text{ m.}$$

C. Druck in der vom Winde abgekehrten Wand.

$$Q \cdot (x'' - 0,5) + P \cdot (x'' - 1,57) + V \cdot x'' + D'' \cdot (x'' - 0,5) = H \cdot 14,6 + S'' \cdot 20,0$$

$$x'' = 1,46 \text{ m.}$$

An der abgekehrten Wand bleibt die Stützlinie also noch über 1 m von der Aussenkante entfernt, letztere enthält eine Pressung, die nicht weit über 10 kg hinausgeht. An der Windseite dagegen rückt der Druck bis auf $9\frac{1}{2}$ cm an die Innenflucht der Wand heran und erzeugt eine gewaltige Kantenpressung, die auf etwa 76 kg auf 1 qcm ansteigen würde. (Denn nach S. 149 nimmt nur eine Fläche von $3 \cdot 95 = 28,5$ cm Breite, also bei 1,5 m Länge von 0,43 qm Inhalt an der Druckübertragung teil. Da die Last rd. 164000 kg beträgt, kommt auf 1 qcm im Durchschnitt 38 kg, die doppelt so grosse Kantenpressung wäre also 76 kg.) Wenn die Mauer auf sich allein angewiesen wäre, so entstände also eine nur bei guter Ausführung noch mögliche, immer aber über das zulässige Mass (20 bis 25 kg bei mittelgutem Sandstein) weit hinausgehende Beanspruchung. Nun findet aber ein Ausgleich zwischen der Beanspruchung beider Wände statt. Denn keine Mauer ist so starr, dass sie nicht vor dem Winde etwas ausböge, die getroffene, stärker beanspruchte Wand biegt sich mehr über als die andere, infolgedessen lehnt sie sich oben gegen das Gewölbe und überträgt durch dieses und ev. auch die Dachbalken einen Teil ihrer Seitenkräfte auf die andere Wand, bis beide annähernd gleich beansprucht sind. Dabei rückt in beiden Mauern der Druck um etwa das gleiche Mass nach aussen. Werden in dieser Weise ausser den angenommenen 2000 kg Winddruck als Hälfte des Windes gegen das Dach noch weitere 2000 bis 3000 kg, also im Ganzen 4000 bis 5000 kg Winddruck durch Gewölbe und Dachwerk auf die andere Seite übertragen, so bewegt sich der Druckpunkt unten um etwa 20 cm, er wird dann an der Windseite um etwa 30 cm, an der anderen Seite um 167 cm von der Innenflucht abstehen, wobei sich die Kantenpressung an beiden Seiten zu etwa 25 kg ergeben würde.

Es zeigt sich also, dass bei starkem Winde nicht nur bei einer Basilika, sondern auch schon bei einer derartigen Kirche eine gegenseitige Absteifung der oberen Wandteile möglich sein muss, möge diese nun durch die Wölbseitel, die Gurtbogen oder die Dachbalken statthaben. — Übrigens kommen derartige Windwirkungen sehr selten, oft in Jahrzehnten nicht vor. Die häufiger wiederkehrenden mässigen Windstärken werden meist in der getroffenen Wand die Kantenpressung eher verringern als vergrössern. Selten werden die Pressungen bei vorliegendem Beispiel weit über 10—12 kg auf 1 qcm hinausgehen.

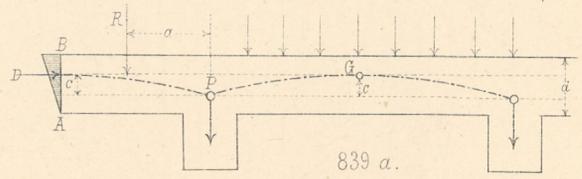
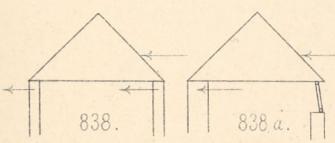
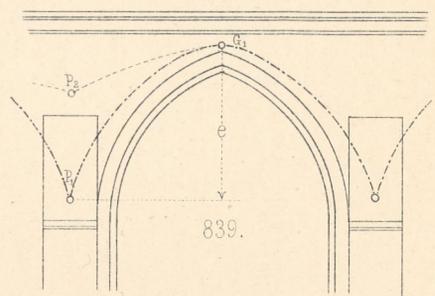
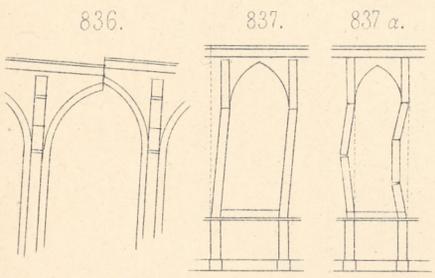
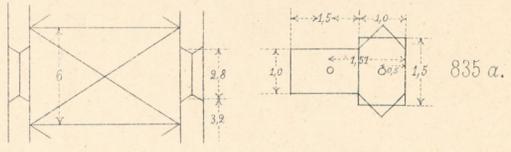
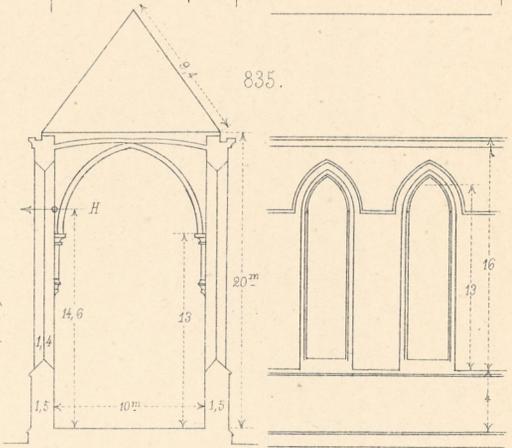
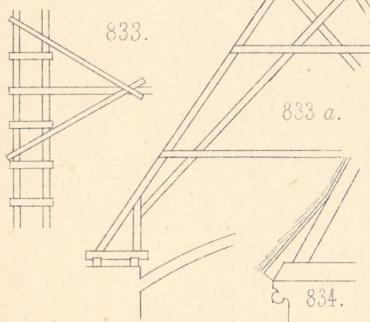
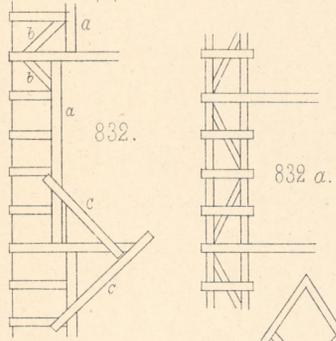
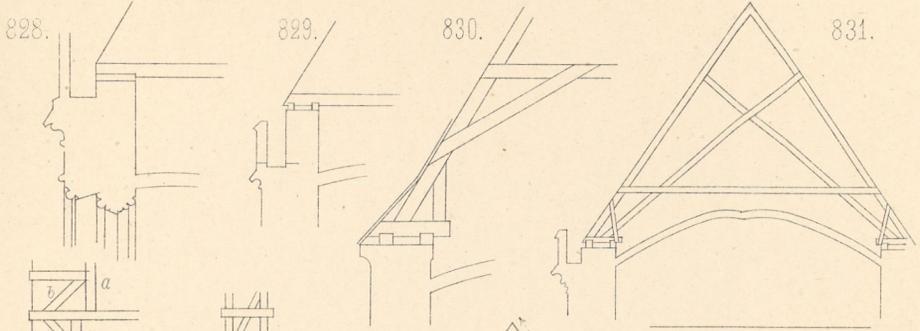
Bei den beiden Beispielen erweist sich die Beanspruchung des Mauerwerks bei der Ausführung mit und ohne Strebepfeiler etwa gleich gross, die volle Wand erfordert aber etwa die $1\frac{1}{2}$ fache Masse. Durch noch weiter gehende Einschränkung der Wanddicke und Vergrösserung der Fenster unter gleichzeitiger geringer Verlängerung der Pfeiler liesse sich noch mehr Masse ersparen, so dass man zur Not selbst mit der halben Masse der vollen Wand auskommen könnte, schliesslich sind hier aber Grenzen gezogen. Soweit die Wand unter dem Schildbogen liegt, kann sie sich ganz in Fenster und Blenden auflösen und ihre Aufgabe dem Pfeiler zuweisen, über dem Schildbogen aber behält sie immer ihre grosse statische Bedeutung, sie ist hier um so wichtiger, je mehr im übrigen das Mauerwerk eingeschränkt wird.

Der Schildbogen und seine Übermauerung.

Nebst dem Strebepfeiler ist der Schildbogen mit dem darüber liegenden Wandstück der wichtigste Teil des tragenden Mauerwerks. Die Aufgaben der Schild-

Vergleich
der Mauer-
masse mit
und ohne
Strebe-
pfeiler.

Dach und oberes Wandstück.



bogen und Oberwände sind so vielseitig, dass sie eine nähere Betrachtung erheischen. Sie haben

Aufgabe der Schildbogen und ihrer Übermauerung.

1. die benachbarten Strebepfeiler in der Wandebene zu verstreben,
2. den in den oberen Wölbteilen etwa wirkenden Schub aufzunehmen (besonders bei überhöhten Gewölben),
3. die Dachlast zu tragen,
4. den Windschub gegen das Dach und die oberen Wandteile auf die Strebepfeiler zu übertragen.

1. Die Versteifung in der Ebene der Wand ist um so nötiger, je mehr in deren Längsrichtung Kraftäusserungen durch verschieden grosse Schübe, Windwirkung, verschiedenes Setzen und dgl. zu erwarten sind, je mehr durch weite Fenster die verbleibende Wandbreite vermindert wird und je höher die Wände und je schmaler die Strebepfeiler sind.

Versteifung in d. Wandebene.

Die Übermauerung der Schildbogen bildet ihrer Form nach eine unverschiebliche Figur, welche das Seitwärtsneigen der Strebepfeiler verhindert, allerdings ist es Bedingung, dass oberhalb des Fensterscheitels noch ein hinlänglich fester Mauerstück verbleibt, um einer Verschiebung nach Art der Figur 836 zu widerstehen. Soll das Fenster sehr hoch hinaufragen, so kann ein Wimperg diesen Punkt kräftigen.

Unterhalb des Kaffsimses bildet das die Strebepfeiler verbindende Mauerstück wiederum eine kräftige Längsversteifung. Ist dieser Teil durch Blenden aufgelöst, so ist wenigstens eine kräftige Verbindung darüber unterhalb der Fenster wünschenswert, die sich bei Anlage eines Umganges in dieser Höhe von selbst ergibt.

Es bleibt nur noch die Möglichkeit einer Neigung oder Ausbauchung der Strebepfeiler in der Höhe der Fenster nach Art der Fig. 837 und 837a übrig. Bei geringer Fensterhöhe ist beides nicht zu fürchten, bei sehr bedeutender Höhe ist eine nochmalige Horizontalteilung des Fensters durch einen Umgang angebracht, wie sie sich an der Elisabethkirche zu Marburg findet. Besonders ist sie bei den einschiffigen Chor- und Kreuzflügeln hochragender Basiliken am Platze, bei denen eine Höhentheilung ohnedies schon durch die anschliessenden mehrschiffigen Teile gegeben ist. Gar zu hohe Fenster sind schwer zugänglich und in der Wirkung leicht unbefriedigend, so wirken die langen schlitzenartigen Fenster an den Querschiffen einiger mecklenburgischer Kirchen fast beunruhigend.

2. Ein Wölbschub wird auf die Schildbogen durch busige und überhöhte Gewölbe getragen, S. 51 u. f. ist angegeben, wie man seine wahrscheinliche Grösse ermittelt. Es kann aber auch ein gewöhnliches Kreuzgewölbe mit geradem Scheitel eine Schubwirkung auf die oberen Teile des Schildbogens ausüben, wenn durch die Art der Ausführung, Verdrückungen oder andere Zufälligkeiten die Spannungen in diese Richtung gelenkt werden (S. 49). Nun kann sich allerdings bei einem solchen Kreuzgewölbe der Schildbogen durch ein ganz geringes Ausweichen diesen Beanspruchungen entziehen, es werden dann alle Wölbteile, ohne dass dadurch die Haltbarkeit gefährdet zu sein braucht, ihre Unterstützung auf dem regelrechten Wege von den Rippen und Anfängen aus suchen müssen. Ein solches Umsetzen des Druckes geht aber gewöhnlich nicht ohne kleine Risse oder Ver-

Aufnahme des Wölbschubes.

drückungen ab, es ist daher gut, dass der Schildbogen steif genug ist, in einem gewissen Grade solchen zufälligen Wirkungen zu widerstehen. Von grösseren äusseren Kräften (Wind u. dgl.), die dem Schildbogen durch das Gewölbe zugeführt werden können, wird gleich noch besonders die Rede sein.

3. Die Verteilung der Dachlast hängt von der Art des Dachgerüsts ab. Wird ein Pfettendach verwandt, dessen Hauptbinder über den Strebepfeilern aufliegen, so werden die Zwischenbinder den Schildbogen nur wenig belasten, sind dagegen alle Binder gleich, so verteilt sich auch das Gewicht fortlaufend über die ganze Mauerlänge. Die senkrechten Lasten des Daches, die gewöhnlich klein gegenüber dem Mauergewicht sind, schaden dem Schildbogen selten, sie sind eher erwünscht als lästig. Anders verhält es sich mit den seitlichen Kräften, die das Dachwerk auf die Mauer tragen kann. Sie können hervorgerufen werden, abgesehen vom Wind (siehe unten), durch eine mangelhafte Aufhebung der Schubkraft, falls höher gelegte Zugbalken (Fig. 830, 831) oder Stichgebälke (Fig. 832, 833) von zu geringer Steifigkeit verwandt werden. Starke Dachschübe sollte man durch geeignete Wahl des Dachverbandes dem Bauwerk möglichst fern halten, da schon die unvermeidlichen Seitenbewegungen durch den Wind in dieser Höhe genügend zu schaffen machen.

Aufnahme
d. Dachlast.

Aufnahme
des Wind-
schubes.

4. Der Windschub gegen das Dach und die Wände kann für die Mauern über dem Schildbogen bedeutungsvoller werden als alle vorigen Einflüsse. Der Winddruck gegen das Dach ist in eine senkrechte Windlast und einen wagerechten Windschub zu zerlegen (s. Tabelle auf S. 169). Erstere gesellt sich der Dachlast zu und ist wie diese mehr nützlich als schädlich. Der horizontale Windschub, über dessen Grösse die letzte Spalte der Tabelle auf S. 169 Auskunft giebt, muss von der einen oder anderen Wand oder von beiden aufgenommen werden; wie er sich auf die beiden Seiten verteilt, ist nicht allgemein zu sagen.

Liegt ein Dachwerk vor mit einem festen Balken unter jedem Binder (Fig. 838), so bildet das Dach eine in sich unverschiebliche Figur, die der Wind in ihrer Gesamtgestalt seitwärts zu schieben sucht. Die Reibung der Balken bezw. der Mauerlatten auf der Wandabgleichung verhindert ein Fortrücken des Daches (Verankerungen sind gewöhnlich nicht nötig, die Reibung genügt bei freier Auflagerung meist). Kann sich aber das Dach nicht auf dem Gemäuer verschieben, so wird es dieses mit fortzudrängen suchen, der ganze Windschub gegen das Dach fällt also schliesslich den Mauern zu.

Sind beide Mauern gleich standfähig, so werden sie sich etwa gleichmässig in den Schub teilen, vielleicht übernimmt die Mauer, welche den grösseren senkrechten Auflagerdruck erhält, auch etwas mehr von dem Schube. Ist dagegen eine Wand weniger stabil, sei es infolge ihrer Gestaltung oder infolge anderer sie schon seitwärts schiebender Kräfte, so wird die schwächere Wand bereits gewillt sein, etwas auszuweichen, nachdem sie einen geringen Teil des Schubes übernommen hat, der grössere Teil muss dann durch die Balken der anderen festbleibenden Wand zugeführt werden (Fig. 838a, in welcher die schwache Wand als Stütze auf Gelenken dargestellt ist, wird dieses klar veranschaulicht). Es kann eine feste Dachbalkenlage sogar einen Teil desjenigen Windes, der gegen die „Wand“ kommt, auf die andere Seite übertragen, dann ist aber eine Verankerung zwischen Balken und Wand und eine gute Sicherung des oberen Wandstückes gegen Umkippen, Gleiten und Ausbauchen ins Auge zu fassen. Dünne bei Brüstungen übliche Mauerstücke (Fig. 829) sind dann ungeeignet.

Ist statt der vollen Balkenlage nur ein Stichgebälk oder eine höhere Balkenlage (Fig. 830) vorhanden, so ist das Dachwerk weniger imstande, den Windschub der stärkeren Mauer

zuzuführen, es wird dann die schwächere Wand ihren Anteil grossenteils auf sich nehmen müssen, sie kann sich erst tiefer durch Vermittlung steifer Gewölbe desselben entledigen.

Bei Pfetten- oder Stuhldächern kommt der Winddruck in den Hauptbindern zur Geltung, legt man diese über die genügend hoch hinaufgeführten Strebepfeiler, so kann man die Windbewegungen von der Zwischenwand ziemlich fernhalten. Erfordert die weite Jochteilung aber noch einen zwischenliegenden Hauptbinder über dem Schildbogenscheitel, so ist dieser um so mehr den Bewegungen ausgesetzt.

Wenn die vom Winde getroffene Wand nicht stabil genug ist, den Wind Schub in sich aufzunehmen (s. S. 174—176 betr. d. Basilika und Beispiel II, S. 111 bezgl. der einschiffigen Kirche), so muss ein Teil desselben sich oben auf die andere Wand übertragen, was durch einen steifen Gurt (Fig. 413) oder den Scheitel des Gewölbes (Fig. 412) möglich ist. Würde das Gewölbe eine grössere Druckübertragung nicht aushalten (z. B. ein gurtloses, leichtes, tonnenförmiges Netzgewölbe), so würden im Notfall die Dachbalken, wie soeben angegeben, sich zu einer Querversteifung herleihen müssen.

Unter diesen Kraftäusserungen gegen die Oberwand sind naturgemäss die seitlich gerichteten, durch Gewölbe oder Wind hervorgerufenen die wichtigsten. Bei schlanken Basiliken mit dünnen Pfeilern können sich in den oberen Mauer-schichten Schubkräfte sammeln, die dem regelrechten, im Wölb-anfang auftretenden Schub gleichkommen oder ihn gar übertreffen können. Bei einschiffigen oder mehrschiffigen Hallenkirchen pflegen sie geringer zu bleiben, sie dürfen aber nie unterschätzt werden. Das Beispiel II, S. 111 ergab an der vom Winde abgekehrten Seite einen nach dort durch Dach und Gewölbescheitel übertragenen Windschub von etwa 5000 kg, der also gar nicht weit hinter dem tiefer wirkenden Wölb-schub von 5400 kg zurückblieb.

Unter diesen Kräften können entweder die oberen Mauerschichten fortgeschoben werden, oder es kann das Mauerwerk oberhalb der Strebepfeiler sich überneigen, oder es kann schliesslich ein Ausbauchen der Wand zwischen den Strebepfeilern stattfinden.

Ein Fortschieben der oberen Schichten kann am leichtesten eintreten, wenn das Gebäude bereits von einem grossen Sturm getroffen wird, bevor der Mörtel erhärtet ist und bevor die versteifenden Gewölbe eingespannt sind. Es würde die getroffene Wand den Schub, soweit sie ihn nicht selbst bewältigen kann, durch das Dachgerüst auf die andere Seite zu lenken suchen, wobei sich die Dachbalken oder mit diesen gemeinsam die oberen Mauerschichten hinausschieben könnten. Wo es geboten erscheint, könnte man dieser Gefahr durch eine vorläufige Absteifung der Wände und durch Verankerung des Dachwerks bezw. der oberen Schichten untereinander (Stein- oder Metalldübel) vorbeugen. Ist der Mörtel erhärtet, so wird eine Verschiebung der Schichten nicht mehr zu fürchten sein, so lange über jeder Fuge die senkrechten Lasten wenigstens $1\frac{1}{2}$ oder 2 mal so gross sind wie die wagerechten Kräfte.

Dem Windschub „gegen das Dach“ pflegt eine genügend grosse Dachlast zu entsprechen, so war bei dem Beispiel auf Seite 111 der Schub, der ungünstigsten Falles auf eine Wand fallen könnte, 4061 kg, während die Dachlast für diese Wand 8000 bis 9000 kg betragen würde. Ist aber ein grosser Windschub „gegen die Wand“ durch den Wölb-scheitel zu übertragen, so kann sich

Fortschieben
der oberen
Schichten.

leicht die senkrechte Auflast als zu gering erweisen. Sie ist dann durch Verbreiterung oder Erhöhung der Mauer über dem Gewölbe in ihrer ganzen Länge oder durch aufgebaute Wimperge an den gefährdeten Punkten zu vermehren, wenn nicht anstatt der Versteifung d. h. Windübertragung durch den Wölbscheitel eine solche durch den Gurt an einem etwas tieferen Punkt ermöglicht wird.

Umsturz des
oberen
Mauer-
stückes.

Ein Überkippen des oberen Mauerstückes kann eintreten, wenn bei geringer Wandstärke die Strebepeiler (oder bei Basiliken die Strebebogen) nicht hoch genug hinaufgeführt sind, oder wenn die Strebepeilerstärke sich oben zu sehr vermindert hat. Die Stabilität kann man leicht untersuchen, indem man für die Lagerfugen über dem Strebepeiler oder über dessen oberen Rücksprünge in der üblichen Weise den Durchgang des Druckes sucht (vgl. S. 144).

Ausbiegen
der Ober-
wand.

Ein Ausbiegen der Wand zwischen den Strebepeilern ist zu fürchten, wenn die Strebepeiler genügend hoch und kräftig sind, aber die Wand zu dünn ist. Bei steifem Gurtbogen wird mehr die dem Winde zugekehrte Wand (Fig. 413), bei steifem Wölbscheitel mehr die abgekehrte Wand (Fig. 412) auf Durchbiegung beansprucht. Für die getroffene Wand ist meist weniger zu fürchten, da sie sich gegen die Wölbkappen lehnen und durch diese sich gegen die Gegenwand oder in schräger Richtung gegen die steifen Gurtbogen stützen kann. Für die abgekehrte Wand ist dagegen ein Ausbauchen nach aussen sehr leicht möglich, da sich hier der Windschub den vielleicht ohnedies schon im Wölbscheitel vorhandenen Schubwirkungen zugesellt.

Das Verhalten der Wand unter den ausbiegenden Kräften möge an Fig. 839 und 839a erläutert werden. Mit einer Biegezugfestigkeit, wie sie bei einem Balken in Frage kommt, kann man in der Grundrissebene der Wand nicht rechnen, da man dem Mauerwerk nicht mit genügender Verlässlichkeit Zugspannungen zumuten darf. Man muss annehmen, dass die Mauer im vorliegenden Fall nur Widerstand leisten kann durch ihre horizontale Stützfähigkeit, d. h. durch die Möglichkeit der Ausbildung einer Stützzinie in ihrem Grundriss. Diese Stützzinie nimmt man am sichersten so an, dass sie sich im mittleren Drittel (Kern) bewegt, also $c = \frac{1}{3}d$ ist. Die Stützzinien zweier benachbarter Felder vereinigen sich im Punkt P und erzeugen hier eine durch den Strebepeiler aufzunehmende Kraft, welche gleich der Summe aller auf eine Feldlänge wirkenden Schubkräfte ist. Will man auch noch wissen, wie gross die in der Stützkurve wirkende Kraft D ist, so stellt man für eine Feldhälfte die Momentengleichung für den Punkt P auf, sie lautet: $D \cdot c = R \cdot a$, worin R die Mittelkraft aller auf die Wölbhälfte wirkenden Schübe ist. Die grösste Kantenpressung am Punkte B findet man als $d = 2 \cdot D : F$, worin F der hier über dem Schildbogenscheitel widerstehende Mauerquerschnitt in qcm ist. (Man kann für die Rechnung auch unbedenklich annehmen, dass sich die Drucklinie in der mittleren Hälfte bewegt, also $c = \frac{1}{2}d$ ist, es entsteht dann der geringste Wert der Kantenpressung, der bei beliebiger Änderung von c erzielt werden kann.)

Die in dem Grundriss Fig. 839a gezeichnete Stützzinie darf man sich nicht in einer horizontalen Ebene liegend denken; während sie sich von G nach P allmählich nach aussen schiebt, bewegt sie sich gleichzeitig nach unten, wie es der Aufriss (Fig. 839) zeigt. Je grösser das Gewicht der Mauer im Vergleich zu der Schubkraft ist, um so rascher geht die Linie nach unten herab. Man kann als Annäherungsannahme setzen $e:c = Q:S$, worin Q das Gewicht einer Schildbogenbelastung und S die Summe der auf ein Feld oben kommenden Schubkräfte ist. Man kann sich aus dieser einfachen Beziehung ungefähr die Höhenlage des Punktes P berechnen und danach bestimmen, wie hoch man den Strebepeiler hinaufführen muss. Bei dem Beispiel II, S. 337 berechnet sich das Gewicht Q etwa zu 48000 kg, der Schub S im ungünstigsten Falle zu 5000, c zu 0,33 m ($= \frac{1}{3}$ der Wanddicke), somit ergibt sich e zu $0,33 \cdot 48000 : 5000 = 3,2$ m. Der Punkt P , bis zu welchem mindestens der Strebepeiler zu führen ist, würde also etwa 3 bis $3\frac{1}{2}$ m unter der Traufe liegen.

Je grösser die auf die oberen Wandteile wirkenden Seitenkräfte sind und je kleiner das Gewicht der Wand über dem Schildbogen ist, um so höher müssen die Strebe Pfeiler hinauftragen. Bei Basiliken kann der Angriffspunkt eine so hohe Stelle P_2 erhalten (er lässt sich in der eben angegebenen Weise annähernd richtig aufsuchen), dass ein Anfall der Strebebogen dicht unter der Traufe dringend nötig werden kann.

Damit die Mauer die auf sie wirkenden Kräfte sowohl im horizontalen als im vertikalen Sinne sicher auf die Strebe Pfeiler tragen kann, ist eine gute Verbindung der Steine durch Ineinandergreifen oder nötigenfalls auch mechanische Hilfsmittel von Wichtigkeit. Dass man dieses Erfordernis auch in alter Zeit nicht übersehen hat, erweisen unter anderen die Entlastungsbogen, die man mehrfach, so zu Amiens, Troyes und der Ste. Chapelle in Paris, über dem Fensterscheitel der Mauer eingefügt hat.

Ist im vorstehenden dargethan, welcher Art die Anforderungen an den oberen Wandteil beschaffen sind, so fragt es sich nun, wie denselben gerecht zu werden ist. Es ist eine ganze Kette verschiedenartiger, je durch viele alte Beispiele vertretener Lösungen zu verfolgen, deren Hauptglieder hier aufgeführt werden mögen:

Ausbildung
des oberen
Wand-
stückes.

1. Die Mauer hat kleine Fenster und keine Strebe Pfeiler, sie ist von unten bis oben so dick, dass sie den verschiedenen hoch angreifenden Seitenkräften überall sicher widersteht.

2. Die Mauer hat mässig grosse Fenster und mässig starke Strebe Pfeiler. Die Strebe Pfeiler haben nur dem Wölbschub in der Höhe des Anfängers zu widerstehen, brauchen deshalb nicht hoch hinaufzureichen. Alle übrigen Kräfte kann die Mauer selbst bewältigen, da sie von unten bis oben hinreichend dick ist, um gegen Umsturz durch diese Kräfte genügend gesichert zu sein.

3. Die Fenster öffnen sich von Strebe Pfeiler zu Strebe Pfeiler, alle Seitenkräfte müssen deshalb auf letztere geleitet werden. Schildbogen und Fensterbogen sind vereinigt, die Wand über dem Schildbogen ist zur besseren Versteifung erforderlichen Falles verbreitert, entweder nach aussen durch Herauswachsen der oberen Bogenprofile aus den Seiten der Strebe Pfeiler oder nach innen durch Übersetzen über den Gewölben.

4. Der Schildbogen ist nach innen vorgeschoben, zwischen ihm und der Fensterwand ist ein Tonnenbogen eingeschaltet, sonst ist alles wie vorstehend. Diese Ausbildung ergibt sich am natürlichsten bei einem Vorziehen der Pfeiler nach innen. (Fig. 338 und 844.)

5. Durch Wimperge ist die Oberlast vermehrt. Die Wimperge verhüten durch ihr Gewicht ein Fortschieben oder Überneigen der oberen Mauerschichten, sie bringen die Stützlinie (Fig. 839) in Einklang mit der Spitzenbogenform des Schildbogens und verstärken den Scheitel desselben bei hochragenden Fenstern (Fig. 836). Je schwerer der Wimperge lastet, um so dünner kann entweder die Mauer über den Fenstern sein, oder um so niedriger können die Strebe Pfeiler gehalten werden.

6. Alle Seitenkräfte werden, soweit es irgend möglich ist, dem Strebe Pfeiler, der sehr hoch hinaufragt, direkt zugeführt, von dem Wandfeld dagegen möglichst

ferngehalten. Es wird dies erreicht durch geeignete Dachkonstruktion (z. B. Pftendach mit Hauptbindern über den Strebepfeilern), durch entsprechende Wölbform (nicht schiebend im Scheitel) und besonders durch Anwendung eines versteiften Gurtbogens (Fig. 413), der eine geschlossene Querverbindung von einem Strebepfeiler zum gegenüberliegenden bildet.

Durch diese letzte Ausbildung lässt sich die Wandmasse am wirksamsten einschränken, selbst so weit, dass der Schildbogen, wie an den Kirchen Burgunds aus der frühen Gotik (Fig. 848) sich ganz von der Aussenwand unabhängig macht. Aber von dieser fast überraschenden Kühnheit ganz abgesehen, ist es immer für eine Kirche sowohl im Hinblick auf die dadurch mögliche Massenersparnis als besonders wegen der geringeren Beweglichkeit der empfindlicheren Teile vorteilhaft, alle Seitenkräfte möglichst den Gurtbogen und Strebepfeilern zuzuweisen.

Im ganzen stellen die sechs aufgeführten Ausführungsweisen eine Stufenfolge von der schweren zur leichteren Konstruktion dar, es lassen sich noch weitere Zwischenstufen unterscheiden, wie sich überhaupt einzelne mit Erfolg mit einander verbinden lassen.

Über die architektonische Ausbildung des oberen Wandstückes siehe weiter hinten unter Wimperg, Gesimse usf.

Die äusseren und inneren Gesimse.

Von der Form und Bildung der Gesimse handelt weiter unten ein besonderer Abschnitt, für den allgemeinen Kirchenquerschnitt kommt fast nur ihre Höhenlage und ihre Ausladung in Frage. Gewöhnlich hat die Aussenwand drei Gesimse, 1. den einfach profilierten ein- oder zweiteiligen Sockelvorsprung in Höhe des inneren Fussbodens oder des inneren Sockels, 2. das unter der Fensterbrüstung entlang laufende, gewöhnlich einen Mauerabsatz abschliessende Kaffgesims und 3. das seiner architektonischen und praktischen Bedeutung nach die erste Stelle einnehmende Hauptgesims oder Traufgesims.

Weite Ausladungen der Gesimse, soweit sie praktisch wertvoll und aus dem verfügbaren Baustoff ungekünstelt herstellbar sind, lässt die mittelalterliche Kunst in beliebigen Grenzen zu, für gewöhnlich aber gibt sie dem Gesims nicht jene unbedingte Vorherrschaft, wie die antike Kunst oder die Renaissance. Jedenfalls vermeidet sie es, durch zu starke Vorsprünge dem Verwittern Vorschub zu leisten oder gar dem Baumeister bezüglich der Ausführbarkeit in dem vorgezeichneten Stoff Verlegenheiten zu bereiten.

Allgemeine Regeln über die Stärke der Ausladung anzugeben, ist nicht möglich, da auch hier wieder praktische und künstlerische Rücksichten in mannigfaltige Wechselbeziehungen treten können. Die Spätzeit hat allerdings auch diese Glieder dem allgemeinen Schema einzuordnen versucht.

Bei LACHER ist die Differenz zwischen der halben Mauerdicke und der halben Diagonale derselben als Ausladungsmass für sämtliche Gesimse angegeben, so dass also *abc* in der Fig. 841 die Profilierung des unter den Fenstern herumlaufenden Simses („Kaffsims“) und *aebc* die des Dachsimse angiebt. Dieselbe Massbestim-

mung findet sich auch bei HOFFSTADT. LACHER führt aber auch ein anderes Ausladungsmass ein, nämlich die Hälfte der Grundrisstiefe der Fensterpfosten, welche er wieder nach $\frac{1}{3}$ der Mauerdicke bestimmt, also *fg* in Fig. 841. Dasselbe Mass teilt er sodann auch der Sockelausladung zu, dabei ist aber zu bemerken, dass diese Bestimmungen die der Mauerstärke nach einem Zehnteil der lichten Chorweite voraussetzen. Nach diesen Regeln würden die Gesimse um rund $\frac{1}{5}$ oder um $\frac{1}{6}$ der Mauerdicke vorspringen.

Diese Ausladungsmasse finden sich an den Werken des XIV. und XV. Jahrhunderts mehrfach bestätigt. An den frühgotischen Werken dagegen haben die Dachsimse in der Regel eine grössere Ausladung, besonders dann, wenn sie Wasserrinnen bilden.

Überhaupt ist es zunächst die strukture Funktion der Gesimse, welche ihre Ausladung in jedem einzelnen Falle bestimmt, und die Mauerdicke, welche derselben durch die Möglichkeit der Ausführung ein Maximum setzt.

Weiter aber möchten wir für die einfachen, nur die Funktionen einer Ableitung der Traufe erfüllenden Gesimse, wie sie in Fig. 840 angenommen sind, das Mass der Ausladung auch von dem Abstand zweier übereinander befindlicher Gesimse abhängig machen, in der Weise, dass das Dachgesimse, dessen Abstand vom Kaffsimse grösser ist als der des letzteren vom Boden, welches also eine grössere Höhe der Mauer vor der Traufe zu schützen hat, auch eine grössere Ausladung erhalten müsste. In der Wirklichkeit findet sich diese weitere Ausladung an den späteren Werken in der Regel durch den vorhängenden Dachrand, an den älteren aber schon durch die Bildung des Gesimses bewirkt. Wir möchten daher um so eher der Anordnung eines weiter ausladenden Dachsimse den Vorzug geben, als die geringe Ausladung desselben an den späteren Werken auf eine gewisse Scheu vor einem bestimmt ausgesprochenen wagerechten Abschluss zurückzuführen sein dürfte, welche die spätere Stylrichtung charakterisiert, derjenigen des XIII. Jahrhunderts aber völlig fremd ist. Möglich ist es ferner, dass die den reicherer Werken vom XIV. Jahrhundert an eigentümliche Bekrönung der Fenster mit den das Dachgesims überragenden Wimpergen den wagerechten Abschluss als ein womöglich zu verleugnendes Armutszeichen erscheinen liess.

Wenn daher die oben erwähnten Bestimmungen der Ausladungsmasse am ersten noch für die Kaffsimse geeignet erscheinen, so findet sich auch die Gleichheit dieser letzten Ausladung mit jener des Sockels ebensowenig an den älteren Werken genau eingehalten, als sie im Wesen der Sache begründet ist. Es haben sonach jene Regeln höchstens noch den Nutzen, als gewisse Anhalte vor Übertreibungen und Missverhältnissen zu bewahren und einen anderen sollen sie auch nach den eigenen Worten Meister LACHER'S nicht beanspruchen, denn es heisst daselbst: „aber es ist nit darumb geschriben, dass du ihm in allen volgen sollst, dan wass dich besser tünget, dass es besser sein khan, so bessers nach deinem gueten gedunken; es ist einem Jeden nüt, wan er etwas khan und weiss zuebrauchen.“

Der Sockel war anfangs mit Vorliebe der attischen Basis entsprechend ge-

gliedert oder doch aus Stäben und Kehlen zusammengesetzt, die des guten Wasserabflusses wegen vereinfacht oder zusammengezogen wurden. Daneben trat schon früh ab und zu im Äusseren die einfache Schräge auf, die allmählich häufiger wurde und schliesslich dem Sockelgesims sogar die Bezeichnung „Schrägsims“ verlieh.

Sockel.

Die Höhe des Sockels über dem äusseren Erdboden findet sich fast in allen erhaltenen Meisterregeln durch das Mass der Mauerdicke bestimmt und dann bei LACHER diese Bestimmung dahin ergänzt, dass der Sockel den Unebenheiten des Erdbodens in Abtreppungen folgen solle. Eine derartige Anordnung ist der neueren Architektur in besonderem Masse fremd geworden. Wir zeigen daher in Fig. 842 die Sockelanlage der Kirche zu Frankenberg. Eine grössere Höhe des Sockels findet sich besonders dann, wenn derselbe in zwei oder mehrere Abteilungen zerfällt.

Der Sockel tritt entweder nur im Äusseren oder auch im Inneren vor, wie in der rechten Hälfte von Fig. 840 angenommen ist. Da aber in der Regel der innere Boden höher als der äussere liegt, so dass vor den Portalen sich Treppenanlagen finden, so wird die Sockelhöhe entweder im Inneren geringer als im Äusseren oder aber das innere Gesims höher als das äussere liegen müssen.

Anstatt des inneren Sockels findet sich an den meisten französischen Werken sowohl, wie in den Münstern von Freiburg und Strassburg eine vorspringende Sitzstufe (so in der linken Hälfte von Fig. 840), deren oberer Rand von einer Fase oder einem stumpf gebildeten Profil umzogen wird und auf welcher die Dienstsockel wie auf einem gemeinschaftlichen Basament aufsetzen. Wenn dann die unter den Fenstern befindlichen Mauerflächen durch Bogenblenden belebt sind, wie in den Figuren 844 und 855, so können die Säulensockel dieser letzteren auf eine zweite, sich über die erste erhebende Stufe aufsetzen, sowie überhaupt auch bei grösserem Vorsprung der Dienste die Ausladung der unteren Stufe in zwei oder mehrere Abteilungen zerfallen kann. Durch die ungleichen Höhen, welche die verschiedenen Dienstsockel hierdurch erhalten, können besonders malerische Kombinationen sich ergeben. Die Höhe der Stufen ist die gewöhnliche Sitzhöhe, soweit sie als Sitze dienen sollen.

Äusseres
Kaffgesims.

Das Kaffgesims hat dem Dachsim gegenüber immer eine untergeordnete Bedeutung und besteht deshalb meistens in einer einfachen aus der Höhe eines Werkstückes genommenen Profilierung, jedoch finden sich auch reichere Gestaltungen, bei welchen unter dem Traufsims noch eine einfache oder mit Blättern gefüllte Hohlkehle angebracht ist (s. Fig. 855).

Die Höhe der Fenstersohle oder vielmehr diejenige des den unteren Rand derselben bildenden Kaffgesimses ist bei Lacher danach bestimmt, dass letzteres um die lichte Weite zwischen 2 Strebepfeilern über dem Schrägsims liegen solle. Dieses Verhältnis ist bei gewissen mittleren Dimensionen vollkommen passend, würde aber bei kleineren auf allzu geringe und bei grösseren auf zu bedeutende Höhen führen, wird zudem durch jede höhere Lage des Sockels sowie durch jeden weiteren Abstand der Strebepfeiler von einander, wie er sich etwa im Schiff oder selbst in der parallelen Verlängerung des Chores dem Polygon gegenüber findet, völlig illusorisch und findet sich an den mittelalterlichen Werken durch die entschiedensten Abweichungen widerlegt. So beträgt die fragliche Höhe an der Bonifacius-Kapelle zu Fritzlar $1\frac{3}{4}$ Mal die Weite zwischen den Strebepfeilern, an den Chorkapellen zu St. Ouen kaum die Hälfte dieser Weite.

Die Höhenlage des Kaffgesimses wird folgerichtig so bemessen, dass in allen gewöhnlichen Fällen eine die menschliche Leibeslänge übersteigende Erhöhung der Fenster über dem Boden erreicht wird, da die Kirchenfenster den an weltlichen Werken befindlichen Fenstern gegenüber jeden Gedanken an die Möglichkeit des Hinausschauens ausschliessen sollen. (In unserer Fig. 840 sei die Höhe ac die anderthalbfache Manneslänge ab und es sei dann die Fenstersohle um die Mauerdicke über jene Unterkante gelegt, sodass sich danach auch die Steigung des Wasserschlags ergibt.) Eine Vergrößerung der fraglichen Höhe kann geboten werden durch gewisse an diesen Mauerflächen im Innern vorkommende Einrichtungen, als Chorstühle, Sedilien, durch unter den Fenstern anzuliegende Eingänge, ferner durch die Grösse des ganzen Werkes, zu welcher die Notwendigkeit einer gewissen, aber unbestimmbaren Proportion der Einzelteile ebensowenig wegzuleugnen ist, als die Abmessungen der letzteren allein daraus entwickelt werden können.

Überhaupt wird einem jeden rationell durchgeführten Gebäude eine dreifache Skala zu Grunde zu legen sein, nämlich die aus der Proportion des Ganzen, die aus der Leibeslänge und die aus der Grösse der Materialien, z. B. der durchschnittlichen Stärke der Schichten (sodass man bei etwaiger Durchführung geometrischer Proportionen unter anderen drei mit einander verbundene Quadraturen annehmen und hieraus sowie aus den sich ergebenden Differenzen die einzelnen Masse finden könnte).

An vielen einfacheren Werken fehlt das den unteren Rand der Sohlbank begleitende Kaffgesims und somit jede wagerechte Teilung zwischen Schrägsims und Dachsim. Auch ist eine solche nicht geradehin durch das Wesen der Sache gefordert. Sowie aber der Abschluss des Wasserschlages unter den Fenstern durch eine unterschrittene Gliederung den Wasserablauf befördert, so mag die Fortführung der Glieder über das ganze Wandfeld aus der die Weite zwischen zwei Strebepfeilern völlig einnehmenden Fensterlage entstanden sein. Die Herumkröpfung um die Strebepfeiler wurde dann durch die hier angebrachte erste Absetzung bedingt. Jedenfalls ist die Wirkung dieser wagerechten Teilung durch den Gegensatz gegen das mehr aufstrebende Verhältnis des Fensterstocks eine günstige und deshalb ist diese Anordnung der an einzelnen späteren Werken wie der Blasienkirche in Münden vorkommenden vorzuziehen, nach welcher das Kaffgesims neben den Fenstern in die lotrechte Richtung umkröpft, etwa um das Mass der halben Fensterbreite in die Höhe geht und sich dann in wagrechter Richtung über die Mauerfläche fortsetzt und die Strebepfeiler umzieht. Zuweilen findet sich ein solches Heraufkröpfen auch an den Seitenflächen der Strebepfeiler oder mit besserem Grund, bei niedriger Lage des Kaffsimse, in umgekehrtem Sinne unter einzelnen Fenstern, deren Sohle dadurch höher rückt, um einer darunter anzubringenden Nebenforte die nötige Höhe zu gewähren.

Im Innern sollte das Kaffgesims keine Traufe, sondern eine Rinne zur Aufnahme des an den Fenstern ablaufenden Wassers bilden, und deshalb, wie in Fig. 840 bei c angegeben, vorspringen. Zu den Diensten kann es in verschiedenartige Beziehungen treten, indem es dieselben umzieht (s. d in Fig. 840) oder sich

Inneres
Kaffgesims.

an denselben totläuft (s. *e*) oder unter denselben durchgeht, sodass letztere sich daraufsetzen. Das Umziehen der Dienste kann entweder mit gleicher Gliederung geschehen oder durch in der Höhe des Kaffsimmes angebrachte Ringe mit abweichender Gliederung (s. *c* in Fig. 840). Das Aufsetzen der Dienste auf dem Kaffsimms kann unmittelbar bewirkt werden, wenn die Ausladung des letzteren ausreichend ist, oder es kann eine damit verbundene Auskragung zu Hilfe genommen werden (wie bei *f*).

Als eine Vermittelung zwischen beiden Anordnungen könnte diejenige gelten, wonach unterhalb des Kaffsimmes einfache Dienste, und auf deren in der Höhe des Kaffsimmes befindlichem Kapitäl die den Gewölberippen entsprechenden dreifachen ständen.

Ferner finden sich zuweilen von 3 mit einander verbundenen Diensten die beiden kleineren auf dem Kaffgesims, während das letztere entweder um den mittleren stärkeren gekröpft ist oder an demselben sich totläuft.

Wir bemerken noch, dass der Unterschied zwischen dem Herumkröpfen oder Anlaufen der verschiedenen Gesimse an den Diensten für die verschiedenen Perioden der gotischen Kunst charakteristisch ist, insofern in den älteren Werken die durch auf dem Haupt stehende Werkstücke gebildeten Dienste durch diese herumgekröpften Gesimse mit dem Pfeilerkörper verbunden sind.

Allen derartigen Anordnungen kommt eine Verstärkung der unter dem Kaffsimms befindlichen Mauer zu Hilfe, ja letztere kann sogar in Form einer einfachen Schräge das Kaffgesims ersetzen, wie im Chor der Kirche zu Wetter (s. Fig. 843). An einfacheren Werken fehlt das Kaffgesims innen häufig ganz.

Auflösung des unteren Wandstückes.

Die Wand unterhalb der Fenster hat die Aufgabe, den Raum nach aussen abzuschliessen und die Fensterpfosten zu tragen. In statischem Sinne kann sie ferner dazu dienen, die benachbarten Strebepfeiler gegeneinander abzusteifen (vgl. Fig. 837), dem unteren stark beanspruchten Teil der Strebepfeiler Hilfe zu leisten, den Druck auf eine grössere Bodenfläche zu übertragen und durch eine Längsverkettung der Strebepfeilergrundmauern die Gefahren verschiedenen Setzens bei ungleichmässigem Boden zu verringern. Je nach Lage der Verhältnisse überwiegt die eine oder andere dieser Obliegenheiten.

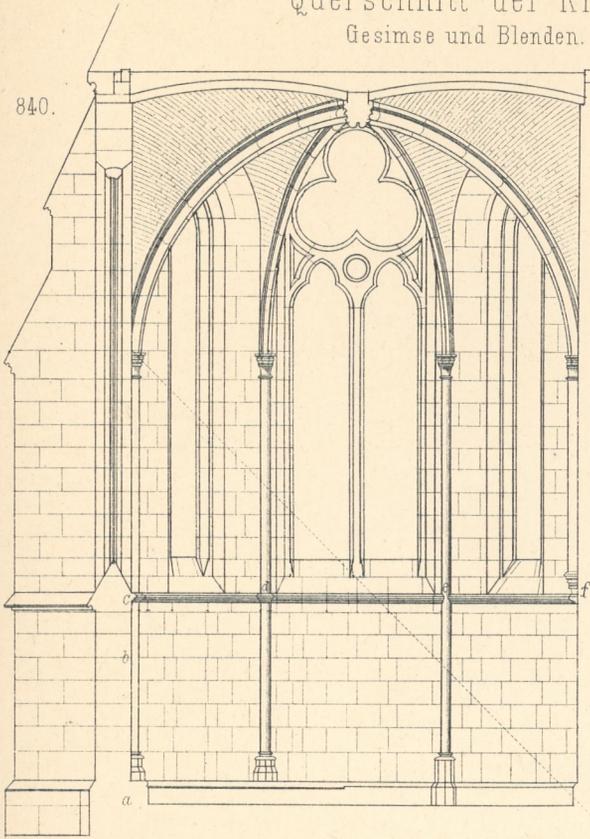
Hat die Wand keine oder nur kleine Strebepfeiler, so fällt dem unteren Wandstück natürlich die grösste Beanspruchung zu, es erhält eine entsprechend grosse Stärke, die bei geringer Fensterbreite ohne Aussparungen gleichmässig fortgeführt wird. Sind dagegen bei weit geöffneten Fenstern die Strebepfeiler die eigentlichen Stützkörper, so vermindert sich die Bedeutung der unteren Wand, sie hat, wie schon weiter oben (S. 338) ausgeführt, dann meist geringere Wichtigkeit als der Schildbogen und kann daher dünner als dieser oder, wo dieses nicht angeht, wenigstens durch Aussparungen an körperlichem Inhalt verringert werden.

Aussparungen an der Aussenfläche der Wand sind selten, solche an der Innenseite dagegen um so häufiger.

Zunächst kann die innere Verstärkung des unter den Fenstern befindlichen Mauerteils, auf welcher die Schildbogendienste aufzusitzen pflegen, wie in den Nebenchören von Notre-dame zu Dijon (s. Fig. 844), durch 2 den Kreuz-

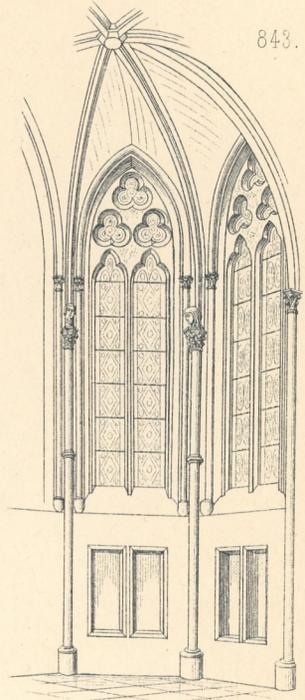
Querschnitt der Kirche.
Gesimse und Blenden.

840.

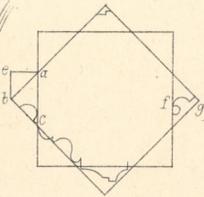


Wetter-Chor.

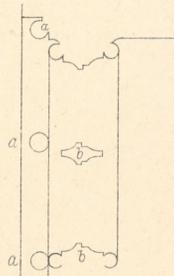
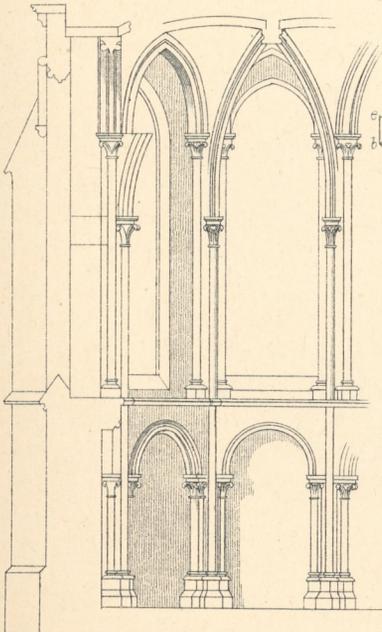
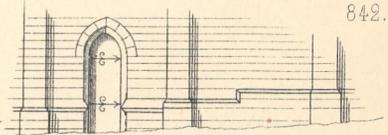
843.



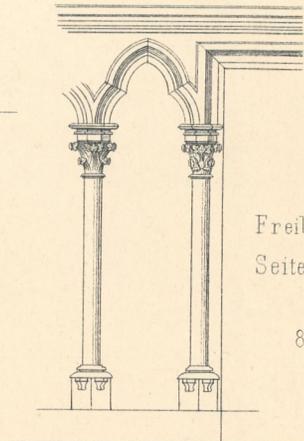
841.



842.



845 a.



Freiburg
Seitenschiff.

845.

844. Dijon, Nebenchor.

rippendiensten anliegende bogenverbundene Säulchen getragen werden, sodass sich also unter dem Kaffsims eine Bogenblende ergibt. Bei grösserer Breite des Wandfeldes werden mehrere dieser Blenden neben einander gesetzt, und es ergeben sich jene „Arkaturen“ nach dem französischen Ausdrucke, welche in derselben reichen Gestaltung sich unter den Fenstern der Seitenschiffe hinziehen wie die Triforien unter den Fenstern der erhöhten Mittelschiffe.

Arkaturen
unter den
Fenstern.

In der grossen Mehrzahl der französischen Kathedralen, in Deutschland aber in den Münstern von Strassburg, Freiburg usw. findet sich diese Behandlungsweise, welche den letzten Rest der glatten Mauerfläche entfernt und zu dem überwältigenden Reichtum des Ganzen so wesentlich beiträgt. Dabei gestattet die Nähe, in welcher diese Blenden sich zum Auge befinden, eine Feinheit der Detaillierung, zu welcher kaum an einem anderen Ort die Gelegenheit sich findet. Ausgezeichnet in dieser Hinsicht sind die Arkaturen der Ste. Chapelle in Paris und des Strassburger Münsters; letztere bei ganz einfacher Anordnung, sodass die mit ins Viereck übergehenden Kapitäl schliessenden Säulen durch kräftig profilierte Spitzbogen mit eingesetztem Kleeblatt nach Fig. 855 verbunden sind, und die zwischen den Bogen sich ergebenden Zwickel durch eingesetzte Kreise in 4 Felder zerfallen, von welchen dann das mittlere kreisförmige eine figürliche Darstellung trägt, während die 3 kleineren dreiseitigen Zwickel mit reichem Laubwerk geschmückt sind. Gesteigert wird die Wirkung noch durch die mit der Anlage der Umgänge zusammenhängende, in der Kapitälhöhe an der Rückwand befindliche, mit Laubwerk geschmückte Auskrugung (s. Fig. 855), durch welche die Säulen völlig frei zu stehen kommen. Das Nähere über diese eigentümliche Gestaltung s. bei den Umgängen (S. 356).

Im Gegensatz gegen die sonst übliche Anordnung von gleichen Säulen und Bogen wechseln in der Ste. Chapelle stärkere und schwächere Säulen, sodass erstere, durch Spitzbogen verbunden, unter jedem Fenster 2 Felder bilden, in welche sich die schwächeren, durch rundbogige Kleeblattbogen verbundenen Säulen setzen. In der Regel sitzen die Sockel der Säulchen auf einer durchlaufenden Bank, wie in Fig. 845, seltener unmittelbar auf dem Boden, wie in der Kathedrale von Chalons sur Marne.

Die Bogen selbst sind nach allen möglichen Linien gebildet, als Rundbogen wie in Fig. 844, als Spitzbogen, die entweder glatt oder mit Nasen besetzt sind, wie in der Kathedrale von Meaux, als rundbogige Kleeblattbogen, wie in der Kathedrale von Amiens, oder als spitzbogige Kleebogen, wie in den Münstern zu Strassburg und Freiburg. In einzelnen deutschen Werken des Übergangsstiles und der Frühgotik sind die mittleren Säulchen durch Auskrugungen ersetzt. Ein derartiges Beispiel aus der Kollegiatkirche zu Wetzlar zeigt Fig. 854. Weitere Beispiele finden sich in Westfalen, u. a. in der Martinikirche in Minden (s. got. Musterb. 2. Aufl. Tafel 24).

Von der regelmässigen Stellung der Säulen wird eine Abweichung herbeigeführt, wenn durch die betreffende Mauer ein Eingang gelegt ist, dessen Breite dann etwa der von 2 Blenden gleichkommt. Hiernach ändert sich dann auch die Bogenform, sie kann einfachsten Falles durch den geraden Sturz ersetzt werden, wie im Freiburger Münster (s. Fig. 845).

Da die Säulen dieser Blenden in der Flucht der Schildbogendienste stehen, so fällt die Notwendigkeit einer unmittelbaren Beziehung derselben zu den Fensterpfosten hinsichtlich der Zahl und Stellung weg. Selbst bei gleicher Felderzahl, z. B. vierteiligen Blenden unter vierteiligen Fenstern, können seitliche Verschiebungen eintreten (s. Fig. 845a, wo die Säulen mit *a*, die Fensterpfosten mit *b* bezeichnet sind). An den späteren Werken dagegen führte das Bestreben

diese Beziehung herzustellen darauf, die Säulchen der Blenden unter die Fensterpfosten, also um eine Abteilung zurückzusetzen, sodass die Schildbogendienste vor denselben auf den Boden hinabgehen und die Rückwand der Blenden in die Flucht der Verglasung zu stehen kommt. Immerhin kann hierbei noch durch das an die Schildbogendienste schneidende Kaffgesims und überhaupt durch die ganze Behandlungsweise eine Sonderung der Fenster von den Blenden bewirkt werden, wie in dem Seitenschiff der Kathedrale von Meaux und in Chalons. Es hört dieselbe aber völlig auf, wenn das Kaffgesims an die Fensterpfosten schneidet und letztere auf den Boden hinablaufend die Säulen der Blenden ersetzen, wie in den Kreuzflügeln der Kathedrale zu Meaux.

Blenden
ohne
Fenster
darüber.

Zuweilen finden sich diese Bogenblenden auch ohne die Verbindung mit darüber liegenden Fenstern, wie in der Vorhalle des Freiburger Münsters. In diesem Falle fällt natürlich auch das Kaffgesims darüber weg, da der wagerechte Abschluss aufhört eine Bedeutung zu haben, dann aber ist die der Natur des Spitzbogens angemessenste Überdeckung die giebelförmige, durch welche der Scheitel desselben belastet und die aufstrebende Gewalt desselben gebunden wird. Ebenso wird die Standfähigkeit der Säulen durch eine Belastung derselben vergrößert, welche in Freiburg durch eine Figurenstellung sich hervorgebracht findet. Es entspringt somit auch diese hier dekorative Gestaltung der statischen Auffassung der gotischen Architektur.

Blenden bei
schmalen
Fenstern.

Wenn die Fenster den Raum zwischen den Strebebefeilern nicht vollständig ausfüllen, so würden über den auf die volle Weite durchgeführten Bogenblenden die zu beiden Seiten der Fenster stehen bleibenden, glatten Mauerflächen eine lastende Wirkung hervorbringen.

Dieser Übelstand fällt fort, wenn sich, wie in Freiburg (s. unten), oben ein Umgang befindet oder oberhalb des Kaffgesimses die Mauerflächen gleichfalls in Blenden aufgelöst sind. Am einfachsten bleiben die Blenden seitwärts fort und beschränken sich auf die Fensterbreite. Dabei können sie die Tiefe des Gewändes haben, oder, wenn die Gewändegliederung auf den Boden hinabgeführt ist, unter den Fensterpfosten angelegt werden. Diese Hinabführung der Fenstergewände bis zum Boden findet sich in einzelnen späteren Werken auch ohne Blenden, und zwar im Inneren sowohl als im Äusseren. Wenn solcher Art eine äussere Ausnischung erzielt ist, so werden innen die Mauerflächen glatt bleiben.

Ein besonders reiches Beispiel der letzteren Art befindet sich an dem, aus dem XV. Jahrhundert stammenden Chorbau der Kirche zu Freiburg a. d. Unstrut, an welchem sich unmittelbar unter dem Kaffgesims, auf dessen Wasserschlag die Gewändegliederungen aufschneiden, von derselben Gliederung umzogene und mit dem Fenster gleiches Breitenmass haltende, vierseitige Blenden finden, deren Gründe mit Reliefs geschmückt sind, während die äussersten Glieder der Gewände unmittelbar unter dem Kaffgesims sich zu einer Reihe hängender, nasenbesetzter Rundbogen gestalten, welche gewissermassen Baldachine über den Reliefs bilden.

Einfache
Blenden.

Als Ersatz für alle solche reichere Gestaltungen finden sich dann häufig in den fraglichen Mauern einfache, jeder direkten Beziehung zu den Fenstern ermangelnde, mit Stichbogen überwölbte Blenden, wie in dem Chorumgang von Ste. Gudule in Brüssel und den Kreuzflügeln der Kirche in Wetter, ferner in vielen norddeutschen Backsteinkirchen.

Die Anlage der Fenster.

Für die Höhe des Fensterbogens bestimmt sich ein Maximum danach, dass für den Körper des Fensterbogens noch ausreichende Höhe bleibt. Es ergibt sich dieses Verhältnis von selbst, wenn die Fenster den Raum zwischen den Strebe-
pfeilern völlig einnehmen, mithin Fensterbogen und Schildbogen entweder konzen-
trisch werden oder zusammenfallen, wie für das mittlere Fenster in Fig. 840 an-
genommen ist.

Höhe der
Fenster.

Bei geringerer Fensterbreite wird die konzentrische Anlage der Fenster und Schildbogen nur dann möglich bleiben, wenn dem Fensterbogen dadurch keine übermässig spitze Gestaltung aufgezwungen wird, nötig ist sie keinesfalls. Meist wird des guten Lichteinfalles wegen der Fensterbogen nicht in der Höhe der Schildbogengrundlinie begonnen, sondern weiter in die Spitze des Schildbogens hinauf geschoben.

Über das Verhältnis der Fensterhöhe zu der Mauerhöhe unterhalb des Kaffgesimses lässt sich nur im allgemeinen sagen, dass erstere, wie es im Wesen der Sache begründet ist, vorherrschen soll. (In den frühromanischen Kirchen sind die Fenster meist niedriger als das Mauerstück unter ihnen.)

Es ist schon darauf hingewiesen, wie die grösste Breite der Fenster sich dadurch ergibt, dass die Wandpfosten derselben unmittelbar an den Strebe-
pfeilern liegen, sodass die Seitenflächen der letzteren die Gewände bilden, aus denen dann die Bogen sich herauschneiden. Da nun bei oblongen Jochen die Grundlinien der gestelzten Fensterbogen in eine Höhe zu liegen kommen, in welcher die Kreuz-
rippen auf eine beträchtliche Weise vorgerückt sind, so kann der Fensterbogen oder eine Verstärkung desselben, welche den eigentlichen Schildbogen abgiebt, ganz in derselben Weise aus den, hier noch lotrechte Flächen bildenden Kappenfluchten herauswachsen. Die perspektivische Ansicht in Fig. 846 zeigt diese Anordnung bei *b*, welche sich in besonders kühner Weise in den sechsteiligen Gewölben des Chores der Kathedrale von Beauvais findet, von denen Figur 847 die linke Hälfte eines Feldes zeigt. Es schneiden hier die fraglichen Schildbogen einerseits in die auf den Halbierungsrippen ruhenden lotrechten Wandzwickel (s. Fig. 62a), während auf der anderen Seite die Linie des Anschneidens hinter der in unserer Figur weggelassenen Kreuzrippe sichtbar wird. Hiernach bilden dann die äusseren Glieder des Schildbogens keinen vollen Spitzbogen mehr, sondern nur noch ein Segment.

Grösste
Breite der
Fenster.

Diese sonst wenig sichtbare Eigentümlichkeit findet sich in dem Chor der Kathedrale von Toul, den Fig. 850—850a in Auf- und Grundriss zeigen, mit aller Absicht durchgebildet. Wie der Grundriss zeigt, sind die Strebe-
pfeiler des nach dem halben Zehneck geschlossenen Chores so weit nach innen gerückt, dass über der Fenstersohle ein Umgang durch dieselben hindurchgeführt, und den Köpfen derselben die die Kreuzrippen tragenden Dienste *a* vorgelegt sind, während die durch eingesetzte Säulchen gegliederten Ecken *b* dieser Pfeiler die sich über den Umgängen als Tonnengewölbe fortsetzenden Schildbogen aufnehmen. Diesen inneren Strebe-
pfeilern liegen dann die Wandpfosten *c* der Fenster an, welche sich, wie der Aufriss zeigt, als Spitzbogen zusammenwölben, eben dadurch aber der äusseren Linie der oben erwähnten Verstärkungsbogen und weiter den zwischen die Pfeiler gespannten Tonnengewölben jene gebrochene Spitzbogenlinie auf-

zwingen, deren Anfang daher hoch über den in der Grundlinie der Kreuzrippen des Chores befindlichen Dienstkapitälen *e* in Fig. 850 zu liegen kommt. Da aber die Spannung der Kreuzrippen in dem dem Chor vorhergehenden Mittelquadrat eine weit grössere ist als im Chorpolygon, so ergibt sich für erstere bei gleicher Scheitelhöhe und ähnlicher Bogenform eine weitaus bedeutendere Höhe, und wird hierdurch die Kapitälhöhe im Kreuzschiff sowohl als an dem Chorpfeiler, auf welchem die dem Gesamtschub der Polygonrippen widerstrebende Kreuzrippe aufsitzt, um ebenso viel tiefer gerückt.

In dieser letzteren Höhe sind dann sämtliche Chorpfeiler durch Kapitäle abgeschlossen, auf welchen die jene Differenz bildenden Stücke gleichsam als selbständige Pfeiler aufsitzen.

Die Form des Fensterbogens wird, wenn die Fenster von Pfeiler zu Pfeiler reichen, durch die konzentrische Linie des Schildbogens bestimmt. Da, wo es aber die ganze Struktur mit sich bringt, dass die Scheitel der Bogen dem oberen wagerechten Mauerabschluss sehr nahe zu liegen kommen, besonders bei gleicher Höhe sämtlicher Bogenscheitel des Gewölbes, würde bei einer spitzigen Gestaltung des Fensterbogens, selbst schon bei derjenigen aus dem gleichseitigen Dreieck, die aufstrebende Kraft des Bogens diese wagerechte Begrenzungslinie zu brechen scheinen. Es ist daher in diesem Falle besser, den Scheitel lieber ein wenig tiefer zu legen, den Bogen selbst aber mit geringer Pfeilhöhe zu konstruieren. Der Figur 849 stellen wir die aus dem Durchschnitt Fig. 840 für das östliche Feld, nur mit Annahme einer spitzen Bogenform, entworfene Fig. 849a gegenüber. An den mit grösserem Reichtum ausgeführten Werken findet sich sodann zur Belastung der Bogenscheitel die zuerst an der Ste. Chapelle zu Paris vorkommende Bekrönung der Fensterbogen durch Giebelwimperge. (Näheres s. vorn S. 343.)

So ist es ferner die spitze Form des Schildbogens, welche auch bei geringerer Grösse der Fenster für dieselben wieder einen (wenn auch exzentrischen) Spitzbogen fordert, oder, bei mehreren Fenstern nebeneinander auf derselben Jochseite, wenigstens eine nach der Mitte aufstrebende Gruppierung. Eine solche wird erzielt bei zwei Fenstern, wie sie sich z. B. in dem Regensburger Dom und in der Petrikirche in Lübeck findet, durch Hinzufügung eines runden Fensters zwischen den beiden Fensterbogen und dem Schildbogen, bei 3 Fenstern nebeneinander, wie sie an den frühenglischen und einzelnen deutschen Werken vorkommt, durch eine grössere Höhe des mittleren Fensters.

Umgekehrt hat in manchen französischen Werken, wie in den Kreuzflügeln zu Amiens, die Anlage eines Radfensters über die ganze Weite auf einen halbkreisförmigen Schildbogen zurückgeführt.

Die Notwendigkeit, nicht die Statthaftigkeit des Spitzbogens oder der kulminierenden Fensterform fällt weg mit dem Gewölbe selbst und ebenso mit der Annahme jener in Fig. 96 dargestellten Rippengewölbe, in welchen die Kappen durch übergelegte Steinplatten ersetzt sind. Deshalb finden sich in dem Raum des Freiburger Turmes, welchem jene Konstruktion entnommen ist, zwischen je zwei solcher Rippen drei gleich hohe Spitzbogenfenster nebeneinander.

Dieselbe Konstruktionsweise hat in den älteren Kirchen der Bourgogne eine etwas veränderte Anwendung gefunden (Fig. 848). Hier ist nämlich die Fensterwand zwischen den Strebepfeilern so weit hinausgerückt, dass innerhalb derselben Durchgänge durch die letzteren führen. Die Schildbogen des Gewölbes

Schildbogen
und Fenster-
bogen.

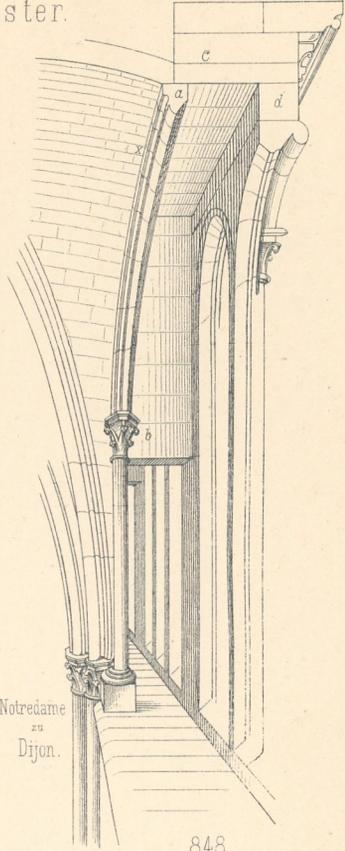
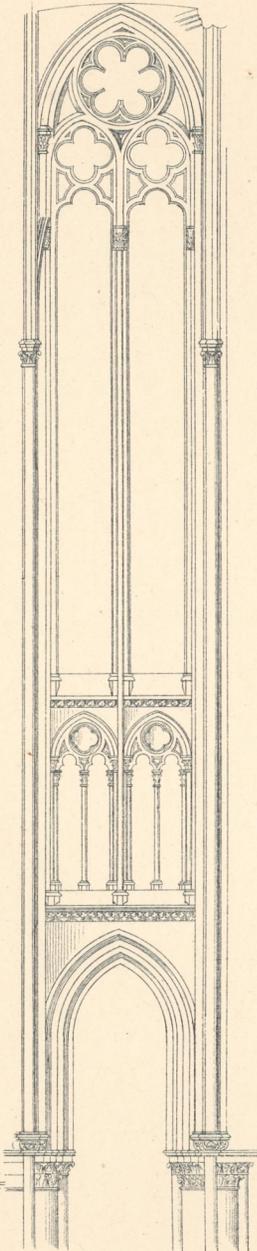
Unabhängig-
keit zwi-
schen
Schild- und
Fenster-
bogen.

Anlage der Fenster.

846.



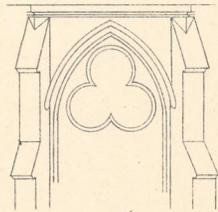
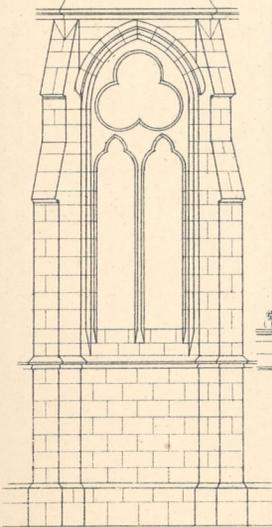
847.



Notredame
zu
Dijon.

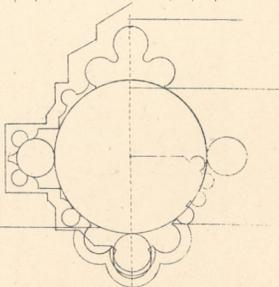
848.

849.



849 a.

Chor
zu
Beauvais.



847 a.

werden dann von der Mauer ganz abgetrennte Bogen und sind oberhalb des Kappenanschlusses durch eine aufgemauerte Wand wagerecht ausgeglichen und mit der Fensterwand durch übergelegte Steinplatten verbunden. Letztere bilden demnach auf die Breite des Umganges eine wagerechte Decke und können mit ihrer oberen Fläche die Wasserrinnen aufnehmen; Figur 848 zeigt diese Anordnung aus Notredame zu Dijon. Es sind darin *a* der Schildbogen, *b* der mit Durchgang versehene innere Strebepfeiler, *c* die übergelegten Steinplatten, *d* die Fensterwand, welche von drei gleich hohen Spitzbogenfenstern durchbrochen ist. Ebenso würde sich eine jede viereckige Fenstergestaltung eignen, deren Überdeckung die ausreichende Stärke besitzt, um jene Platten zu tragen. Bei VIOLLET LE DUC findet sich ein der Ste. Chapelle zu St. Germain des prés entnommenes Beispiel, in welchem dem Fensterviereck ein grosser, durch alte und junge Pfosten mit reichem Masswerk in 4 Felder geteilter Spitzbogen eingesetzt ist, und die zwischen letzterem und der vierseitigen Umschliessung befindlichen Zwickel wieder durch eingesetzte Dreipässe ausgefüllt sind, welche letztere die wagerechte Überdeckung ausreichend kräftigen.

Eine besonders sinnreiche und glänzende Anwendung derselben Konstruktion findet sich an der Fensterrose des Strassburger Münsters. Hier liegt der Umgang ausserhalb; das eigentliche Fenster rückt also an die Stelle des Schildbogens in Fig. 848, während die Fensterwand in derselben Figur durch einen zwischen die Strebepfeiler, den Boden und die Decke des Umganges eingewölbten, nach innen mit hängenden Bogen besetzten Kreis ersetzt wird, und die Zwickel zwischen dem letzteren und den Seiten des Quadrats mit durchbrochenem, schön gebildetem Masswerk gefüllt sind. Denken wir uns nun in dem oben angeführten Beispiel die Fensterwand wie in Fig. 848 in die äussere Seite des Umganges gerückt, so würden auch dann die Zwickel in derselben Weise durchbrochen und verglast sein, also die Einschliessung des Kreises durch ein Quadrat gerade so organisch erscheinen, als es nach der gewöhnlichen Gewölbbildung die durch den Spitzbogen ist.

An den Werken des XIII. Jahrhunderts nehmen, wie bereits angegeben, die Pfosten eine grössere und demzufolge die Gewände eine geringere Bedeutung an. Wir verweisen auf den in Fig. 851 gegebenen Grundriss der Fenster des Chores in Wetter, wo die Pfostendicke etwa die Hälfte der Mauerdicke beträgt und die Gewände in einfachen Schrägen bestehen. Letztere Form ist überhaupt an einfacheren Werken die häufigste, während reichere Gewände eingesetzte Dienste erhalten. Entweder setzen sich dann den Kapitälern dieser Dienste die Bogengliederungen nach einer anderen, dem rechten Winkel des Werkstückes einbeschriebenen Grundform auf, oder aber es setzt sich der Dienst als Rundstab in dem Bogen fort. Die durch diese Säulchen begonnene Gewändegliederung setzt sich dann in der der Pfosten fort, wird also komplizierter bei Anordnung alter und junger Pfosten. Nur in Strassburg bleibt der Unterschied der Pfosten fort, weil die alten Pfosten nur aus 2 aneinandergereihten jungen bestehen (s. Fig. 855a bei *b*).

Gewände u.
Pfosten.

Die Stärke der Fenstergewände und der Pfosten findet sich bei LACHER auf je $\frac{1}{3}$ der Mauerdicke bestimmt. Aus anderen Stellen derselben Schrift scheint die auch bei HOFFSTADT angenommene Pfostenstärke von $\frac{4}{10}$ der Mauerdicke und sonach die Gewändestärke von $\frac{3}{10}$ sich zu ergeben. Beide Massbestimmungen sind den meisten deutschen Werken des XIV. und XV. Jahrhunderts entsprechend, an welchen die Lust an reichen Masswerkkombinationen, an überschlanker

Pfostengestaltung auf die geringen Stärken der letzteren führte. Ein Beispiel dieser Art zeigt die in Fig. 841 enthaltene Quadratur.

Selbst in den Fällen, wo die Fenster die volle Jochweite einnehmen, finden sich zuweilen solche reiche Gliederungen an den sich ganz oder teilweise aus den Strebepfeilerflächen schneidenden Bogen. Ein derartiges Beispiel vom Chor von St. Quen in Rouen zeigt die Fig. 851b.

Zuweilen, so an den oberen Fenstern der Kirche zu Haina (s. Fig. 851a), liegen die mit Säulchen verbundenen Pfosten fast in den beiden Mauerfluchten und trennen sich von denselben nur durch eine Hohlkehle, sodass sie fast die volle Mauerstärke einnehmen. Dabei ist der Fensterbogen nach aussen verstärkt durch ein vorspringendes Traufgesims von konzentrischer Führung, welches in der Grundlinie der Fensterbogen in die wagerechte Richtung umkröpft, sich auf eine kurze Strecke in derselben fortzieht, dann lotrecht hinab und hierauf wieder wagerecht fort und um die Strebepfeiler geht, den Rand der Absetzung derselben bildend.

Überschlagsgesimsse.

Überhaupt liegt in diesen den Bogen umziehenden, vor die Mauerflucht vortretenden Gliedern, welche an den Werken des XIII. Jahrhunderts häufig vorkommen, ein sehr wirksames Mittel, die Bedeutung des Bogens zu verstärken und die Mauerfläche zu beleben.

In der Regel nehmen diese Überschlagsbogen die Gliederung einfacher Traufgesimsse an, in den französischen Werken sind ihre Kehlen indes häufig mit Rosetten oder mit Laubwerk gefüllt.

Während sie in Haina die Fensterbogen bilden, finden sie sich an anderen Orten gewissermassen als Abdeckung derselben, sodass sie von der Gliederung des Gewändes durch einen glatten Streifen getrennt sind.

Anstatt der oben erwähnten rechtwinkligen Kröpfung, welche die Überschlagsbogen in Haina annehmen und welche aus dem Verhältnis der Höhe des Gewölbeanfanges zu jener der Grundlinie des Fensterbogens hervorgeht, laufen sie häufig in der Grundlinie des Fensterbogens wagerecht fort bis an die Strebepfeiler, oder sie setzen sich in derselben Höhe neben dem Fenstergewände auf Kragsteine.

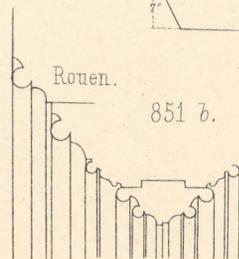
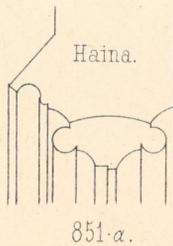
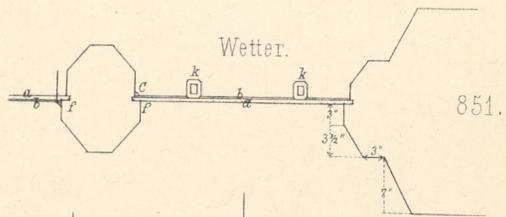
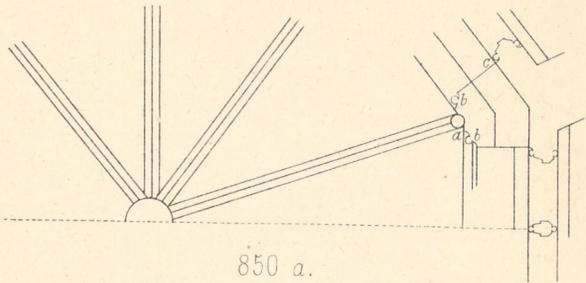
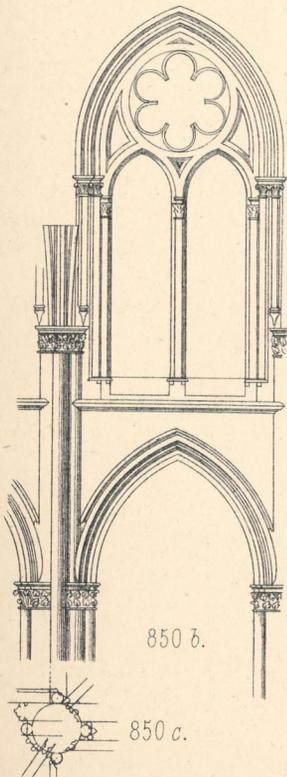
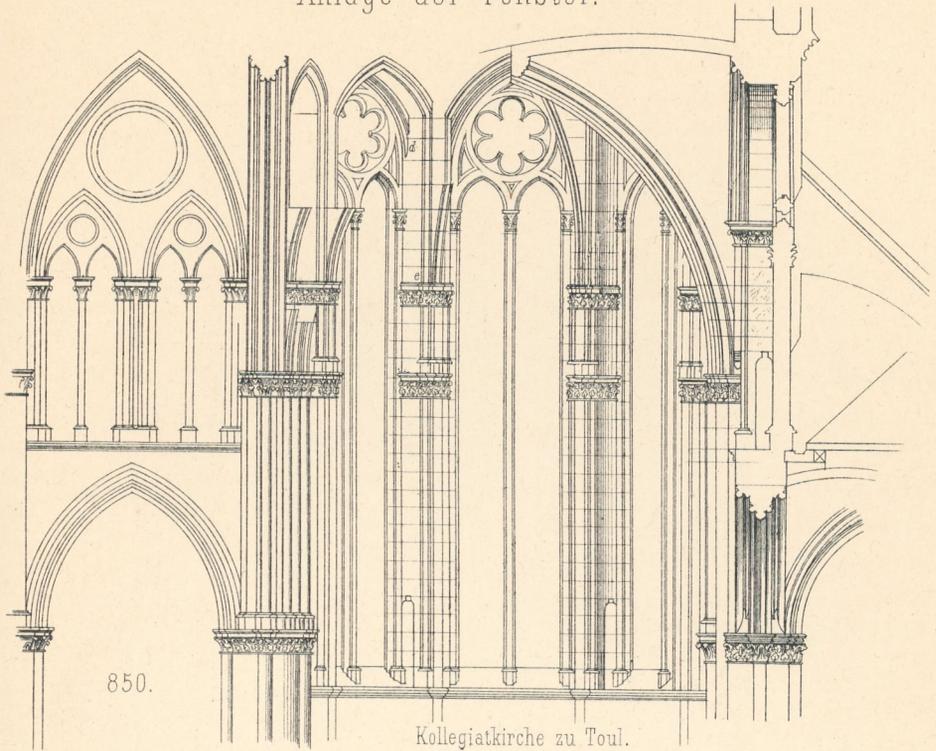
Die Umgänge.

Für die Erhaltung der einzelnen Teile eines jeden Gebäudes und die Herstellung der etwa entstandenen Schäden ist eine leichte Zugänglichkeit von höchstem Wert. Mehr aber als irgendwo wird dieselbe nötig an den Fenstern und findet sich hier an den gotischen Kirchen des älteren Systems geschaffen durch die Anlage von Umgängen, welche in der Höhe der Sohlbänke liegen und in der verschiedensten Weise konstruiert werden können.

Konstruktive Prinzipien der Umgänge.

Der modernen Gewöhnung würde, die sonstige Annahme des Systemes der gotischen Konstruktion vorausgesetzt, die in Fig. 852 im Durchschnitt gezeigte Anlage am nächsten liegen, nach welcher der Umgang in einem fortlaufenden, etwa von Kragsteinen getragenen Balkon bestände, welcher von den an der Wandflucht stehenden Gewölbediensten hinführte. In der gotischen Kunst tritt das Bestreben, die grössten Wirkungen mit den geringsten Mitteln zu erreichen, in seine Rechte. Sie benutzt den für den Umgang doch einmal zu schaffenden Vorsprung,

Anlage der Fenster.



um die Gewölbspannung zu verringern, demnach für den ganzen Bau mit geringerer Höhe und Widerstandsmasse auszureichen. Sie verwendet freistehende Säulen, welche in der äusseren Flucht des Umganges stehen, verbindet dieselben mit der Mauer oder vielmehr dem Strebepfeiler durch einen kräftigen Sturz, dessen Kopf *a* den Rippenanfang bildet und welcher durch Kragsteine von der Wandflucht aus gestützt wird, schlägt über der Tiefe des Umganges Tonnengewölbe, welche zugleich die Schildbogen für das mittlere Gewölbe abgeben, und unterstützt die Säulen entweder durch verstärkte Kragsteine oder durch von Grund aufgeführte Pfeiler. Mit Annahme der letzteren Konstruktion gelangen wir zu dem System der nach innen gerückten, in der Höhe der Fenstersohle mit Durchgängen versehenen Strebepfeiler. Unterhalb des Umganges sind die Pfeiler einfachsten Falles wieder durch Bogen oder Tonnengewölbe verbunden, welchen der Boden des Umganges aufliegt, während die Dienste entweder von Grund auf angelegt oder von der Pfeilerflucht aus in der Höhe des Umganges ausgekragt sind (s. Fig. 853). Letztere Anordnung findet sich in Chor und Kreuzflügeln der Kirche zu Haina und ist völlig an ihrem Platze, weil der dem Pfeiler eingebundene Kragstein durch die mächtige und konzentrierte Belastung desselben eine genügend gesicherte Lage erhält.

In Haina (s. Fig. 853a) und in den Seitenschiffen des Freiburger Münsters sind die Pfeiler vor dem Umgang dünn, aber sehr breit. Die Annahme einer so bedeutenden Pfeilerbreite ist der Absicht zuzuschreiben, die vermöge der Durchbrechung entstandene Schwächung auszugleichen. Diese Schwächung jedoch ist in weit minderem Grade vorhanden, als es den Anschein hat.

Stabilität.

Nehmen wir den Pfeiler in Fig. 853 an, so sind bei ungenügender Stärke desselben durch den Gewölbeschub zweierlei Wirkungen möglich. Die erste würde in einer Ausbiegung der inneren Mauer, die zweite würde in einem Umkanten des Pfeilers um den Fusspunkt der Vorderflucht bestehen.

Die erste dieser Wirkungen, das Hinausdrängen, ist nur hinsichtlich der dem Gewölbeschub unmittelbar ausgesetzten Schichten zu besorgen, welche je nach Verlauf der Drucklinie in $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{3}$ der Pfeilhöhe oberhalb des Wölbanfanges liegen. Es folgt hieraus, dass eine Durchbrechung des Pfeilers oder vielmehr des Bogenanfanges bis zu der so bestimmten Höhe oder darüber hinaus allerdings schwer möglich ist, unterhalb derselben aber eine Ausbiegung der Mauer nicht veranlassen kann. Wir führen hier das in Fig. 854 gegebene Beispiel des südlichen Kreuzflügels der Kollegiatkirche zu Wetzlar an, wo sich oberhalb der Pfeilerkapitäl die durch den Bogenanfang führende Durchbrechung *a* findet, welche nahezu die Grenzen des Möglichen erreicht.

Das jüngst wiederhergestellte Brunnenhäuschen am Dome zu Riga zeigte allerdings einen Umgang, der bis zur Scheitelhöhe des Schildbogens hinaufreicht. Die Haltbarkeit ist durch die geringen Abmessungen möglich, denn die ganze Höhe des Schildbogens vom Kapital zum Scheitel beträgt noch nicht 2 m. Auf diese geringe Höhe kann ein Ausbauchen nicht stattfinden. Immerhin macht der kleine Raum, der bei 4 bis 5 m Weite und Höhe zweigeschossige Wände mit oberem Umgang aufweist, einen eigenartig kühnen Eindruck.

Die Wirkung des Umkantens aber kann durch die Durchbrechung des Pfeilers nur insofern erleichtert werden, als der zu fürchtende Drehpunkt aus dem Fusspunkt in Fig. 853 nach dem Punkt *c* hinaufrücken würde, wodurch das Gewicht der bei der Drehung zu hebenden Masse um das kubische Mass der Durchbrechung und des bei derselben stehen bleibenden inneren Pfeilers sich verringern würde. Um diesen Verlust auszugleichen, bedarf es aber nur eines sehr geringen

Längenzusatzes für den Strebepfeiler, weil, wie schon mehrfach bemerkt, die Länge desselben etwa in quadratischem Verhältnis wirkt.

Hiernach erklärt sich die Breite jener inneren Pfeiler in Haina dadurch, dass man durch das Mass der einer früheren Anlage angehörigen und nicht mit Strebepfeilern verstärkten unteren Mauer an einem Längenzusatz für die oberen Strebepfeiler verhindert war, ein Grund, der in Freiburg allerdings nicht vorliegen konnte. Weiteres über die Stabilität der Umgänge siehe unten S. 360.

In vollkommenster Gestaltung erscheinen die inneren Durchgänge an den Seitenschiffsfenstern des Strassburger Münsters (s. Fig. 855 und 855a). Hier wird, wie der Grundriss zeigt, der innere freistehende Pfeiler völlig eingehüllt durch die drei von Grund auf angelegten Dienste der Gurt- und Kreuzrippen und die zwei dem Boden des Umganges aufsetzenden *a*, welche die freiliegenden Schildbogen tragen.

Die Breite des Umganges ist nicht wie in Fig. 853 durch ein einfaches Tonnengewölbe, dessen Dicke durch die der Kappen *d* noch einen Zusatz erhält, sondern durch eine dem Schildbogen konzentrische Fortführung der letzteren überspannt, welche an der Mauerflucht von dem sich längs derselben bewegenden Bogen *b* aufgenommen wird. Da ferner der innere, von den Diensten verdeckte, durchbrochene Strebepfeiler mehr die Schubkräfte der Seitenschiffsgewölbe dem ohnehin durch das Strebesystem des Mittelschiffs geforderten, starken äusseren Strebepfeiler zuführen, als dem letzteren eine Verstärkung gewähren soll, so wird seine Breite auf das geringste Mass zurückgeführt, und es springt seine Flucht *f* von beiden Seiten weit hinter die der Schildbogendienste *a* zurück. So kommt die ganze Anlage der Kühnheit der in Fig. 848 gezeigten Überdeckung der Umgänge mit wagerecht gelegten Steinplatten am nächsten und es ist ihr der letzteren gegenüber noch der Vorteil eigen, dass sie die beunruhigende Wirkung vermeidet, welche bei letzterer durch das einseitige Anstossen der Kappenschichten an die den Schildbogen aufgesetzten Wände, z. B. bei *x* in Fig. 848 hervorgebracht wird.

In Strassburg werden die Bodenplatten der Umgänge von den oben (S. 349) erwähnten Bogenblenden (s. *g* in Fig. 855) getragen. Da ferner die Fensterpfosten den Strebepfeilern nicht unmittelbar anliegen, so musste auch das Gewände wenigstens bis auf das Kaffgesims hinabgeführt werden, dadurch, sowie durch die Anlage des Umganges, entstand in der Höhe des Kaffgesimses eine unnötige Breite. Deshalb ist das Stärkemass der Mauer nicht allein durch jene schon oben (S. 349) erwähnte innere Auskragung, sondern auch durch kräftige Gliederung des Kaffgesimses verringert, noch mehr aber dadurch, dass die Stärke der Gewände noch über die äusserste Linie jenes Gesimses ausladet, sodass die Säulensockel mit einer wagerechten Unterfläche *h* über die Kante desselben hinausgehen.

Abgesehen von einzelnen spätgotischen Beispielen ermangeln die Umgänge der Brüstungen, zumal die Fensterwand einerseits völlige Sicherheit bietet. Nur in Freiburg ist der äussere Rand derselben nachträglich mit einer Galerie von durchbrochenem, spätgotischem Masswerk versehen worden, welches letztere dann in Relief auch über die vorderen Flächen jener inneren Strebepfeiler bis an die Dienste gearbeitet ist, hier aber, belastet durch die obere Mauermasse, keine günstige Wirkung hervorbringt. Zudem verdeckt die Galerie die unteren Teile der Fenster und würde besser durch von Pfeiler zu Pfeiler reichende und in beiden mit ihren Enden eingelassene Eisenstangen zu ersetzen sein.

Bis jetzt haben wir nur von Umgängen im Inneren gesprochen, sie können in derselben Weise auch nach aussen verlegt werden und hier durch die Strebepfeiler führen, wie an den Seitenschiffen der Kollegiatkirche in Wetzlar, dem Chorpolygon derselben und der Elisabethkirche zu Marburg. Überhaupt würde es am

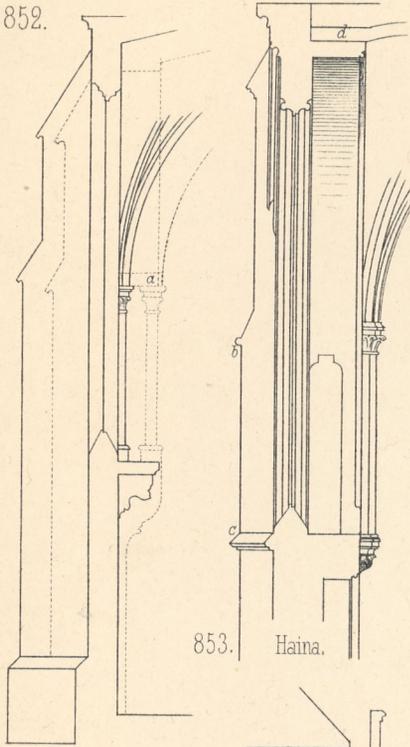
Umgang im
Strassburger
Münster.

Brüstungen
an Um-
gängen.

Äussere
Umgänge.

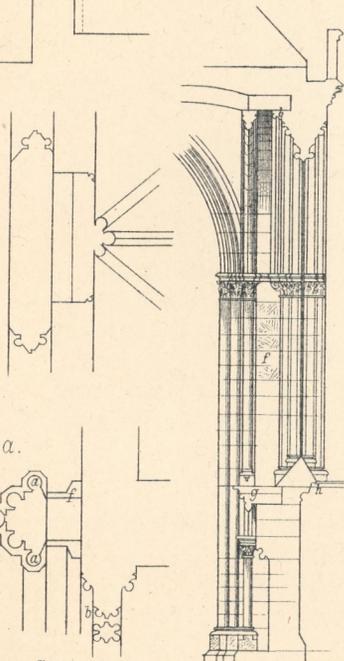
Innere Umgänge.

852.



853. Haina.

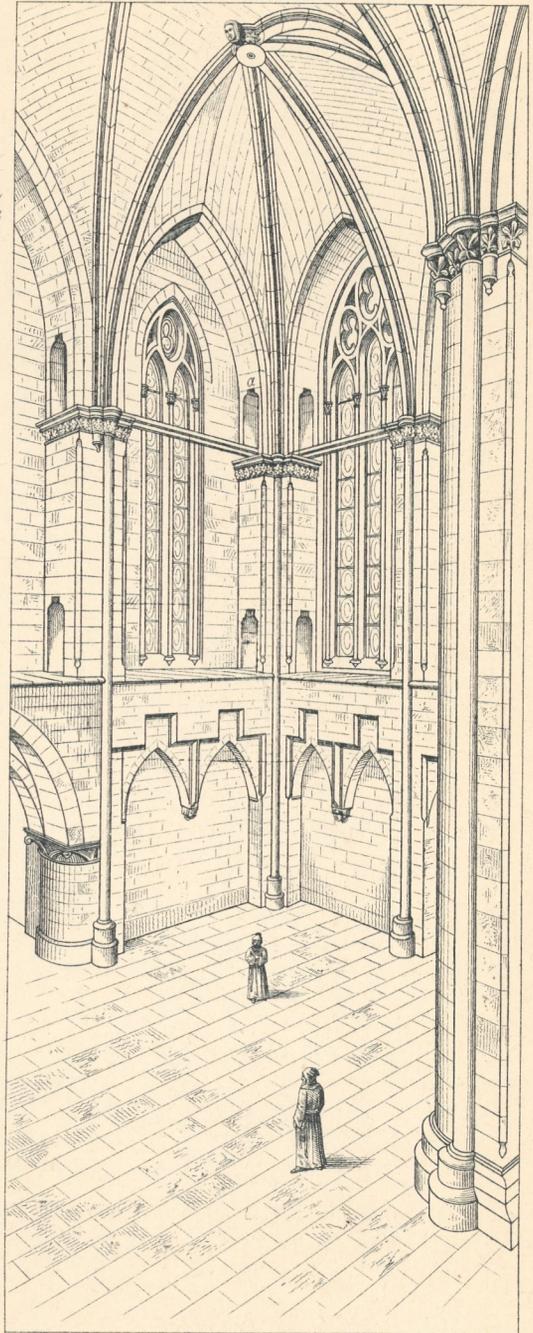
853 a.



855 a.

Strassburg.

855.



854. Wetzlar, Südliches Kreuzschiff.

nächsten liegen, sie auf diejenige Seite der Fenster zu rücken, von welcher die Verglasung angelegt ist.

Da sehr häufig bei Anlage von doppelten Fensterreihen über einander die unteren von innen und die oberen von aussen verglast sind, so würde hiernach auch die Lage der Umgänge eine verschiedene sein. So finden sich im Chor der Kirche zu Wetzlar zwei Umgänge, von welchen der untere auf der inneren und der obere auf der äusseren Seite der Fenster gelegen ist (s. Fig. 856—856c). Es trägt die ganze Anordnung noch ein sehr primitives Gepräge, insofern die beiden Umgänge, wie der Durchschnitt Figur 856a zeigt, schräg neben einander liegen und so eine Breite beanspruchen, die ihnen hier allerdings durch die ungewöhnliche Mauer- und Pfeilerstärke gewährt war. Ferner hat man auf den Nutzen verzichtet, der aus einer durchlaufenden Auskragung oder aus zwischen die Pfeiler geschlagenen Bogen für die Anlage der Umgänge zu ziehen gewesen wäre, und dafür zu einer Reihe von ungewöhnlichen Auskunftsmitgliedern Zuflucht genommen.

Zwei Umgänge übereinander.

Zunächst machen wir darauf aufmerksam, dass die Fluchten der Rückwände der beiden Umgänge *a* und *b* (s. Fig. 856a) über einander liegen. Demnach musste ein jeder Vorsprung der Fensterposten nach aussen wegfallen, um eine Verengung der Breite des Umganges zu vermeiden, die Verglasung selbst aber so weit über die Flucht *b* hereingeschoben werden, dass an dem Mittelposten noch die Anlage der äusseren Kalkleiste *c* möglich war. Der Mittelposten spricht sich dann nach aussen hin durch keinerlei Profil aus und erhält seine volle Stärke nach innen, mit welcher er über die Flucht *a* hinabläuft und in etwa 3 m Höhe über dem unteren Umgang bei *d* auf einem Kragstein aufsitzt. Die Wandposten sind weggelassen und die Verglasung ist unmittelbar an die Leibung des Gewändes gelegt (s. den Grundriss Fig. 856c bei *a*); da sie aber gleichfalls über die Wandflucht *b* hereinspringt, so musste sie auf dem die Sohle des Fensters bildenden inneren Gesimsvorsprung *e* aufsitzen.

Der untere Umgang führt durch die Mauerdicke hinter den Wänden *w* in Fig. 856b und öffnet sich nach dem Inneren des Chores durch die beiden diese Wände durchbrechenden, wgerecht geschlossenen Öffnungen *o* in Fig. 856. Vor dem oberen Umgange liegen aussen die kapitällosen Pfeiler *f* in Fig. 856a und 856c, von welchen kräftige, mit Blättern verzierte Steinbalken nach der Mauer übergelegt sind, welche als Grundlagen der über den äusseren Umgang gespannten drei Tonnengewölbe zwischen je zwei Strebpfeilern dienen, durch welche letzteren dann der Umgang hindurchgeht. Durch die Anlage dieser Pfeiler und Gewölbe ist zugleich die sonst unvermeidliche glatte Wirkung der jeder äusseren Gliederung ermangelnden Fensterposten in glücklicher Weise gehoben.

Diese aus der altchristlichen und romanischen Zeit überkommene Anordnung von freistehenden Pfeilern oder Säulen als Träger der einzelnen Tonnengewölbe (Zwerggalerien u. s. w.) ist überhaupt den Umgängen des Übergangsstiles eigen, und zwar oft dem Inneren zugewandt und mit der Fensteranlage insoweit in Verbindung gebracht, dass unter jedem solchen Tonnengewölbe ein Fenster sich findet. In einer noch romanischen Behandlung sehen wir sie in dem Mittelschiff des Münsters zu Bonn, wo die Fenster nur auf die Höhe der Schildbogen angelegt sind, daher neben jener Säulenstellung noch die Mauerfläche stehen bleibt, hinter welcher der Umgang durchgeht und sich neben den Fenstern nochmals nach dem Innern öffnet.

Eine nah verwandte, aber weitaus kompliziertere Anlage von doppelten Umgängen über- und dabei doch neben einander wie in Wetzlar findet sich in der Kathedrale zu Besançon, wo das Fensterstockwerk mit der Anlage des Triforiums in Verbindung gebracht ist, und auf welche wir weiterhin zurückkommen werden.

Vorteilhafter in jeder Hinsicht als dieses Nebeneinanderlegen ist es, die in verschiedenen Höhen angebrachten Umgänge senkrecht über einander

zu legen. Eine solche Anordnung entsteht in einfachster Weise, wenn beide Umgänge auf derselben Seite der Fensterwände angebracht sind. Ein derartiges Beispiel findet sich in dem südlichen Kreuzflügel der Kirche zu Wetzlar, Fig. 854, wo anscheinend der Boden des oberen Umganges nur zeitweise im Falle des Bedürfnisses vermittelst überlegter Balken die Durchbrechungen der Gewölbefanfänge zu verbinden hatte und nachher wieder weggeräumt werden konnte.

Dauernde doppelte Umgänge fordern aber eine doppelte Fensterreihe, wie sie sich an der Elisabethkirche zu Marburg findet, wo die Umgänge auf den von einem Strebepfeiler zum anderen durchlaufenden Auskragungen liegen. In derselben Weise können sie auch von Bogen getragen werden, welche sich zwischen die Strebepfeiler spannen. Diese können sich entweder über die Breite der Umgänge als Tonnengewölbe fortsetzen oder in einem Abstände freiliegen und nach der Mauer übergelegte Platten tragen, wie in Fig. 848.

In dieser Anordnung liegt auch zugleich die einfachste Lösung der Aufgabe, die Umgänge an verschiedene Seiten der Fensterwände zu bringen, dadurch nämlich, dass jene Bogen mit den unteren Fenstern ihre Plätze wechseln, mithin die oberen Fenster über den Bogen zu stehen kommen. Hiernach würde der obere Umgang nach aussen und der untere nach innen liegen, und der Boden des letzteren entweder wieder von Gurtbogen oder, wie in Strassburg, von den Bogenblenden, oder endlich durch Auskragungen getragen werden, und zwar durch fortlaufende, wie in Marburg, oder durch einzelne bogenverbundene Kragsteine, wie in den Kirchen zu Gelnhausen und zu Wetzlar. Die oberen Fenster können, wie an der Elisabethkirche zu Marburg, mit den unteren übereinstimmen oder von denselben abweichen.

Auch hier ist es das Konstruktionssystem des Umganges, welches ganz in derselben Weise, wie wir bereits S. 349 über die Schildbogen näher angeführt haben, über die Wahl einer kulminierenden oder wagerecht begrenzten Fenstergestaltung zunächst entscheidet. Im allgemeinen wird wenigstens bei geringen Höhen eine Verschiedenheit der beiden Fensterreihen günstiger sein, etwa in der Weise, dass die unteren Abteilungen aus zwei oder drei gleich hohen Fenstern bestehen, die oberen durch einzelne pfostengeteilte Spitzbogen überwölbt sich bilden.

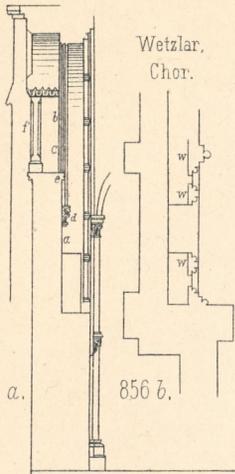
Bei grosser Höhenentwicklung ist der frühgotischen Anordnung einer doppelten Fensterreihe der in der späteren Periode angenommenen überschlanken Bildung der Fenster gegenüber der Vorzug eigen, dass sie neben der günstigeren Wirkung eine bessere Zugänglichkeit der Fenster und eine gute Längsversteifung (s. S. 339) liefert. Freilich hat man sich daran gewöhnt, die schlanken Fenster als notwendiges Produkt des gotischen Vertikalismus, ja selbst als alleinige Ausdrucksweise des kirchlichen Charakters in dem Masse anzusehen, dass sie sogar an kirchlichen Gebäuden modernen Stiles acceptiert wurden, in welchen sie dann von den Emporbühnen sich durchschnitten finden.

Umgekehrt hat man die Anlage der Marburger Kirchen lediglich aus romanischen Reminiscenzen und jene der französischen einschiffigen Chöre und Kreuzflügel, auf welche wir, wie auf die des Regensburger Domchores, schon jetzt hinweisen müssen, nur dadurch erklären wollen, dass entweder die Absicht, eine völlige Einheit der Wirkung mit den mehrschiffigen Teilen herbeizuführen, oder sich der Pracht der mit Umgängen versehenen Choranlagen zu nähern, oder end-

Aussere und
innere Um-
gänge ver-
bunden.

Doppelte
Fenster-
reihe.

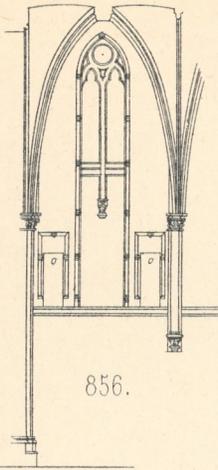
Innere und äussere Umgänge.



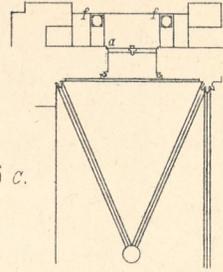
Wetzlar,
Chor.

856 a.

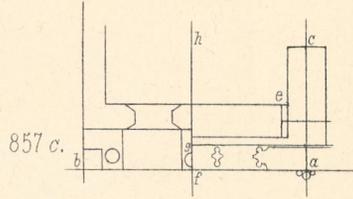
856 b.



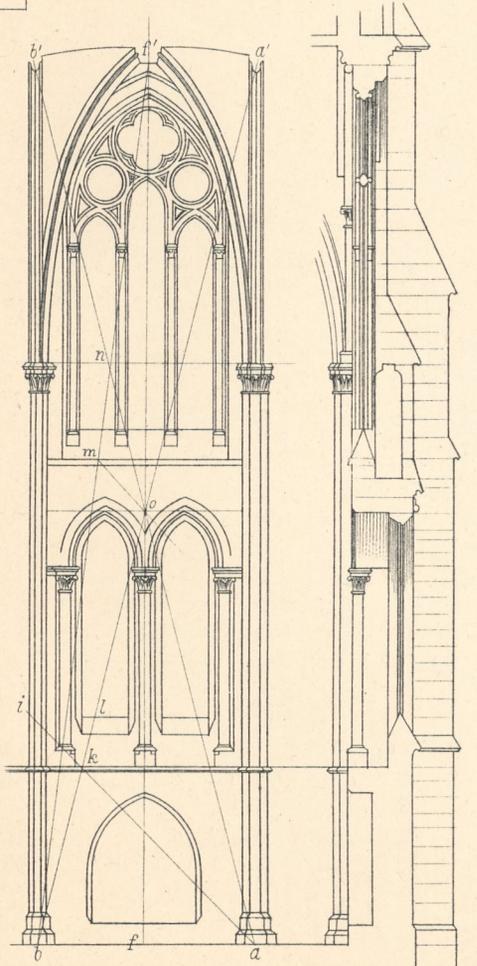
856.



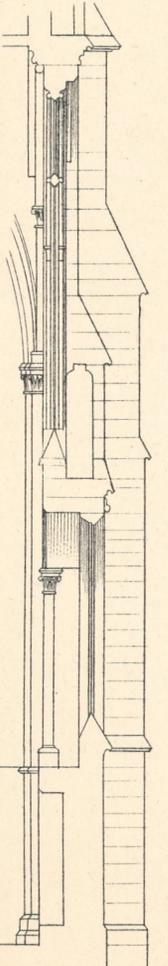
856 c.



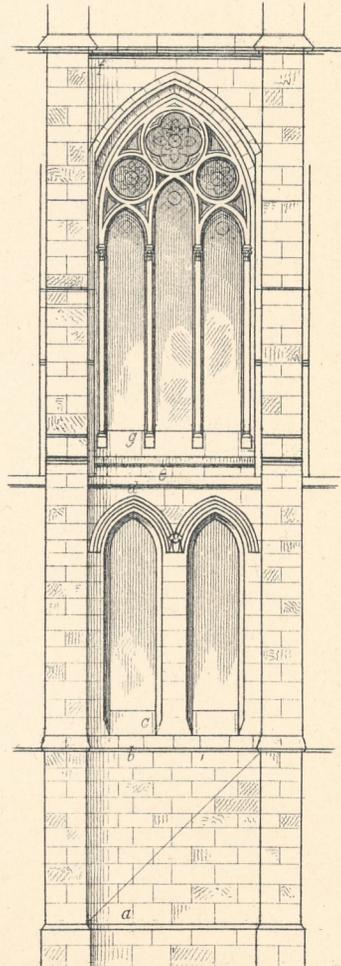
857 c.



857.



857 a.



857 b.

lich eine vollständigere Zirkulation zu ermöglichen, auf die Beibehaltung der Höhentheilung der Schiffe geführt hätte.

Dem wäre zu entgegenen, dass der letzten Bedingung durch Treppenanlagen hätte entsprechen werden können, dass überhaupt die Höhentheilung von Chor und Kreuzflügeln nicht immer mit jener der Schiffe übereinstimmt. Hierbei wollen wir nur auf die Kathedrale von Noyon hinweisen, in welcher in dem Langhaus über dem Seitenschiff, also unmittelbar über den Scheidebogen sich eine gewölbte Galerie, darüber das Triforium und über letzterem der Fensterstock findet, während in den Kreuzflügeln die Höhentheilung in der Weise umsetzt, dass über der Höhe der Scheidebogen, also in der Bodenhöhe jener Galerie das Triforium und über dem letzteren eine zweifache Fensterreihe übereinander angeordnet ist, sodass vor der unteren ein innerer, vor der oberen ein äusserer Umgang sich findet.

Weiter aber liegt die Absicht, zwischen verschiedenen Teilen desselben Werkes eine durch keinerlei innere Gründe geforderte Einheit herzustellen, dem Wesen der gotischen Kunst fern. Schliesslich muss hier bemerkt werden, dass, wenn der Vertikalismus durch die gotische Konstruktion zu einem gesteigerten Ausdruck gelangt, dieselbe doch in keiner Weise den Horizontalismus verdrängt, dass im Gegenteil das Bestreben, das erstere Prinzip auf Kosten des letzteren zum allein herrschenden zu erheben, unter Umständen eine Schwäche der späteren Werke ausmacht, welche von den Gegnern dieser Kunst irrigerweise als Notwendigkeit derselben hingestellt wird.

Übertrieben hohe Fenster sind ferner der Wirkung der Verglasung ungünstig, sowohl bei Annahme eines geometrischen Musters durch die Notwendigkeit der unzähligen Wiederholungen, als bei figürlichen Darstellungen, sie haben in der späteren gotischen Kunst auf jene turmartigen, gemalten Baldachine über den Figuren geführt, welche in ihrer Übertreibung streng genommen doch nur als Raumauffüllung angesehen werden können. Ferner aber verringert jene übermässige Fensterhöhe auch den durch die Umgänge für die Zugänglichkeit derselben geschafften Nutzen.

Es liegt in der Natur der Sache, dass die Verwendung doppelter Fensterreihen an ein gewisses Grössenverhältnis gebunden ist und einer sorgfältigen Abwägung der Höhen zu den Breiten bedarf. Das Minimum der Grösse, welches eine doppelte Fensterreihe gestattet, dürfte etwa in einer Schiffsweite von 8—9 m liegen, wobei die Höhe etwa die doppelte Weite beträgt.

Für diese Verhältnisse versuchen wir in den Figuren 857—857c den Entwurf für ein Joch. Wir machen darin die Jochlänge, also ab in Fig. 857c, gleich der halben Weite, die gesamte Pfeilerlänge ac gleich $\frac{1}{4}$ der Diagonale mit Rücksicht auf die Durchbrechungen, und nehmen dann eine genügende Pfeilerstärke und eine entsprechende Lage der Aussenflucht der unteren Mauer durch den Punkt e an. Hiernach ist in dem inneren Aufriss Fig. 857 die Höhe $ff' = 4ab$ und sonach das Rechteck $ab a' b'$ bestimmt und darin die Diagonalen sowie die Linien af' und bf' und ferner die Linie ai als Diagonale des Quadrats gezogen, sodass die verschiedenen, aus unserer Figur ersichtlichen Durchschnittspunkte dieser Linien die Höhen k, l, m, n, o anzeigen.

Ebenso ist in dem äusseren Aufriss Fig. 857b die Höhe ab durch die Weite zwischen zwei Strebepfeilern, die Höhe cd durch die Diagonale des mit dieser Weite beschriebenen Quadrats, die Höhe cg durch die Diagonale des Kubus, die Höhe ef aber durch die Summe der Weiten ab und cd bestimmt. In dem Querschnitte Fig. 857a sind über den unteren Fenstern zwei von einer Mittelsäule getragene Tonnengewölbe gespannt und ist der Bogen des oberen Fensters einwärts durch den Schildbogen, auswärts durch den zwischen die Strebepfeiler gespannten Bogen verstärkt.

Das Überwiegen der oberen Fenster über die unteren wird hier durch die Notwendigkeit gefordert, dass die Durchbrechungen der Strebepfeiler unterhalb der Angriffspunkte der Schubkräfte des Gewölbes zu liegen kommen. Es würde höchstens eine Gleichheit beider Abteilungen, nicht aber das umgekehrte Verhältnis zu erzielen sein.

Wenn wir hier die Anlage doppelter Fensterreihen zunächst in Beziehung

auf einschiffige Kirchen erörtert haben, so gilt doch das Gesagte in gleicher Weise von den Seitenschiffen bei dreischiffigen Kirchen. Auf doppelte Seitenschiffe über einander werden wir weiter unten zurückkommen.

Einfluss der Durchbrechungen auf die Standfähigkeit.

Ein Widerlager mit grösseren Durchbrechungen ruft immer den Eindruck grosser Kühnheit, unter Umständen sogar einer gewissen Unsicherheit hervor. In der That können Aussparungen an ungeeigneter Stelle bedenklich werden, anderseits lassen sie sich richtig angewandt sehr weit treiben, wie die alten Werke bekunden und eine Betrachtung der Standfähigkeit erweist.

In einem Widerlagskörper, der seitlichen Kräften widerstehen soll, kommt nur stellenweis die Festigkeit des Materials in Frage, während der grössere Teil der Baustoffe der Aufgabe zu dienen pflegt, als lastende Masse die Standfähigkeit zu erhöhen. Es leuchtet ein, dass sich zunächst in diesen mehr lastenden Teilen Öffnungen leicht unterbringen lassen; bei richtiger Verwendung können sie sogar zu einer besseren Lastverteilung dienen.

Unter Umständen sind Durchbrechungen selbst in den stärker beanspruchten Teilen möglich, sie können hier eine wünschenswerte Lage des Druckes erzwingen und bisweilen auch die statische Unsicherheit über die voraussichtliche Verteilung des Druckes beheben.

Will man in einer durchbrochenen Widerlagsmauer oder einem Pfeiler mit Aussparungen den ganzen Verlauf des Druckes von oben bis unten verfolgen, so sucht man sich auf dem gewöhnlichen Wege (vgl. S. 145) die Stützlinie auf, wobei die durch die Öffnungen ersparte Masse natürlich auch bei Berechnung der Gewichte fortzulassen ist. Wenn die Stützlinie eine Öffnung überquert, so liegt darin nichts Beängstigendes. Es wird sich an einer solchen Stelle der Mitteldruck spalten müssen, sodass sich zu jeder Seite der Öffnung ein entsprechender Anteil des Druckes in dem Mauerwerk überträgt, den man nach Grösse und Richtung aufsuchen kann (siehe unten).

Da die Sicherheit des Bauwerkes durch die Aussparungen nicht beeinträchtigt werden darf, sind die beiden Forderungen aufzustellen, dass zunächst die Gefahr des Umkippens nicht vergrössert wird und dass sodann die Kantenpressung nirgends zu gross wird. Neben der letzteren Bedingung wird auch wohl verlangt, dass zur Verhütung von klaffenden Fugen die mittlere Druckkraft innerhalb des Querschnittskernes bleibt.

Sicherheit gegen Umsturz. Ein Widerlagskörper von der in Fig. 858 dargestellten Form wird unter dem Einfluss einer Seitenkraft H zunächst geneigt sein, um die untere Kante A zu kippen. Wenn aber oberhalb einer höher liegenden Fuge KL starke Masseinziehungen oder grössere Durchbrechungen statt haben, so kann die gefährliche Kippkante nach K hinaufrücken, und zwar wird das Kippen eintreten, wenn das Stabilitätsmoment $Q \cdot a$ geringer wird als das Umsturzmoment $H \cdot c$, worin Q die resultierende Schwerkraft aller in und am Widerlager vorhandenen Gewichte und a deren seitlichen Abstand von der Kippkante K be-

Zulässigkeit
der Durch-
brechungen.

Umsturz
durch Um-
kippen.

zeichnet. Das Umkippen, dessen Vorgang Fig. 858a veranschaulicht, bewirkt eine Bewegung des Schwerpunktes S (Fig. 858) nach einer um K beschriebenen Bogenlinie bis S_1 , die ganze Masse Q ist also um das Stück h oder TS_1 zu heben.

Ausser dem Kippen kann sich bei Vorhandensein einer Aussparung der Umsturz in der durch Fig. 858b veranschaulichten Weise vollziehen. Das grössere, neben der Öffnung liegende Mauerstück $KCDR$ (Fig. 858) wird umgerollt oder aufgekantet, bis die Kante D senkrecht über K liegt; von da ab wird die Masse schon von selbst nach aussen überstürzen. Es rückt dabei der Schwerpunkt s des Mauerstückes $KCDR$ auf einer um K beschriebenen Bogenlinie nach s_1 , das Gewicht G desselben wird also um h_2 in die Höhe gehoben, das über CD liegende gesamte Mauerwerk wird gleichzeitig mit der Kante D um das beträchtliche Stück h_1 in die Höhe gerückt.

Umsturz durch Drehen der Umgangs-wand.

Bezeichnet man die Last der Oberwand über CD mit P und das Gewicht der Stelzwand $KCDR$ mit G , so ist bei diesem Hochkanten eine Arbeit zu verrichten: $P \cdot h_1 + G \cdot h_2$.

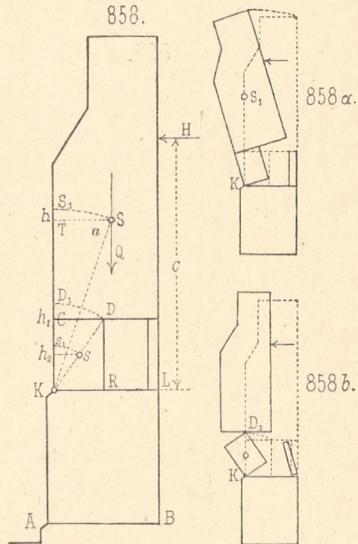
Die Arbeit beim einfachen Umkippen (Fig. 858a) ist dagegen: $(P + G) \cdot h$.

Je nachdem der erste oder zweite dieser Ausdrücke geringer ist, ist leichter ein Hochkanten (Fig. 858b) oder ein Umkippen (Fig. 858a) zu fürchten.

Wenn das Gewicht der Stelzmauer verhältnismässig klein ist, im Vergleich zu der Obermauer, so kann man sich ein noch viel einfacheres Kennzeichen verschaffen; man zieht in der Zeichnung um K die Kreisbogen SS_1 und DD_1 und misst die Ordinaten h und h_1 . Ist h kleiner, so wird leichter das Umkippen (Fig. 858a) eintreten; ist h_1 aber kleiner, so ist mehr das Hochkanten (Fig. 858b) zu fürchten. Die Anlage einer Durchbrechung wird also nicht als eine un stabile Stelle im ganzen Gefüge angesehen werden können, solange das Stück h_1 grösser ist als h . Diese Bedingung würde es oft gestatten, die Aussparungen bis zur Hälfte und mehr der Wandhöhe hinaufsteigen zu lassen, anderseits sind natürlich die Durchbrechungen um so weniger zu fürchten, je niedriger sie sind, und je breiter die Stelzwände neben ihnen bleiben.

Zulässige Beanspruchung, Kernlage des Druckes. Wenn man die Sicherheit des Mauerkörpers, wie vorstehend, nach der Gefahr des Umsturzes bemisst, so setzt man dabei ein unbegrenzt festes Baumaterial voraus; da es ein solches nicht giebt, wird in Wirklichkeit noch vor Eintritt des Umsturzes ein Zermalmen der gefährdeten Kanten stattfinden. Es ist deshalb die weitergehende Forderung aufzustellen, dass an keiner Stelle, besonders an keiner Kante die Pressung der Baustoffe eine als zulässig erachtete Grenze überschreitet. Daneben läuft für viele Fälle

Verteilung des Druckes auf die beiden Wände.



noch die Bedingung her, dass die Mittellinie des Druckes den Kern des Querschnittes nicht verlassen darf. Welche dieser beiden letzteren Forderungen die strengere ist, hängt in den einzelnen Fällen von Nebenumständen ab. Es sind die Fragen der Druckverteilung im allgemeinen weiter oben (s. S. 140—153) so eingehend behandelt, dass es hier nur erübrigt, die Kraftleitung in dem vorliegenden ganz bestimmten Falle einer Mauerdurchbrechung in Betracht zu ziehen.

Man sucht zunächst für die horizontale Fuge oberhalb der Durchbrechung Grösse und Lage der resultierenden Druckkraft auf (vgl. Fig. 370 und 371 auf S. 144) und hat sodann diese in die Seitenkräfte zu zerlegen, welche sich zu den beiden Seiten der Öffnung im Mauerwerk fortpflanzen. Für vier verschiedene Fälle ist die Zerlegung an den Figuren 859 I bis IV durchgeführt. Es ist dabei immer angenommen, dass die Überdeckung der Öffnung nicht wie ein schiebender Bogen, sondern wie ein Balken wirkt.

Einige besondere Fälle.

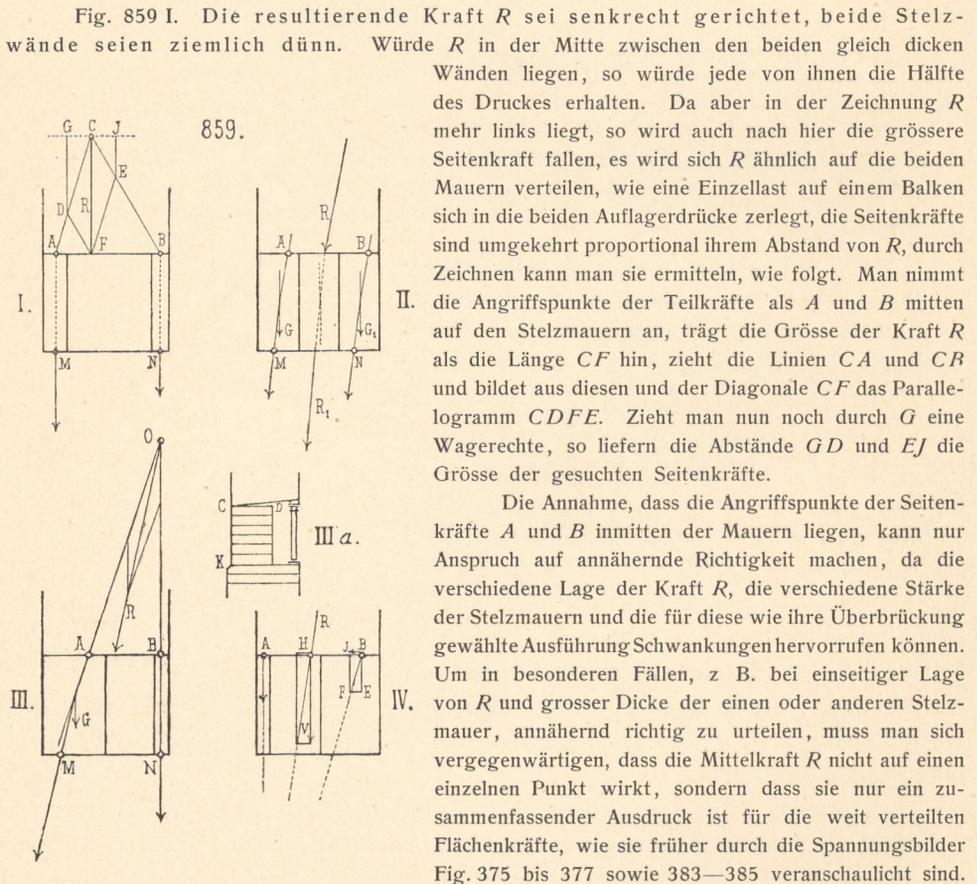


Fig. 859 II. Die Mittelkraft R sei schräg gerichtet bei gleicher Dicke der Stelzmauern. Kann man annehmen, dass die Seitenkräfte parallel zu R sind und dass die Druckpunkte A und B gegeben sind, so ist die Zerlegung ganz entsprechend vorzunehmen wie bei Figur I. Die Seitenkraft, welche näher bei R liegt, wird wieder entsprechend grösser ausfallen.

Nachdem man die Seitenkräfte noch mit den Gewichten der Mauern G und G_1 zusammengesetzt hat, treten sie unten als M und N hervor und können hier erforderlichen Falles wieder zu einer Mittelkraft R_1 vereinigt werden.

Auch hier ist die Lage der Druckpunkte A und B nicht mit Bestimmtheit festzulegen. Rechnet man ebenso wie bei den Wölbungen (s. S. 48) mit einem günstigen Einfluss des plastischen Mörtels, so ist anzunehmen, dass bei richtiger Ausführung die Seitenkräfte bestrebt sein werden, sich möglichst in der Mitte der Stelzmauer zu halten, dass also z. B. der Punkt A etwa so weit rechts von der Mitte liegt, wie M links von derselben. Geht man von dieser Voraussetzung aus, so kann man eine Stelzmauer als hinlänglich stark betrachten, solange es möglich ist, die Seitenkraft so in ihr unterzubringen, dass nirgends die Pressung zu gross wird oder auch, dass die Kraft überall im Kern bleibt.

Die parallele Richtung der Seitenkräfte zu der Mittelkraft trifft gleichfalls nur unter Umständen zu, es kann Fälle geben, in denen die eine Seitenkraft ganz oder nahezu senkrecht steht, während die andere um so schräger liegt (s. Fig. 859 III), ja sie können sogar bei stark schiebenden Gewölben zwischen den Stelzwänden beide nach aussen gekehrt sein. Besonders ist bei ungleich dicken Wänden vorauszusetzen, dass bei sonst entsprechender Ausführung die Seitenkraft in der schwächeren Wand steiler, in der stärkeren dagegen flacher ist.

Fig. 859 III. Bei schräger Richtung der Mittelkraft liege an der „Kippseite“ eine starke Stelzwand, an der anderen Seite dagegen nur eine dünne, aber genügend feste Stütze. Der letzteren wird man nur eine senkrechte Kraft zumuten können. Zur Auffindung der Seitenkräfte zieht man durch B eine Senkrechte (oder eine nahezu senkrechte Linie) bis zum Schnitt O mit R . Von O zieht man die Linie OA und zerlegt dann nach dem Parallelogramm die Kraft R nach den Richtungen OA und OB in ihre Seitenkräfte, denen man dann innerhalb der Wände deren Gewichte G und G_1 noch zufügt. Verläuft in der linken Mauer die Kraft ungünstig, so kann man durch Verschiebung von A die Konstruktion wiederholen.

Die thatsächliche Lage von A hängt natürlich wieder von Nebenumständen ab, sie kann besonderes durch die Länge der rechts stehenden Stütze stark beeinflusst werden, der ungünstigste Fall tritt ein, wenn die Stütze zu lang ist (vgl. Fig. IIIa). Es ruht sodann die obere Last vorwiegend auf der Kante C , die Übertragung der schrägen Kraft ist so überhaupt nicht möglich. Eine Ruhelage kann nur wieder eintreten nach Abspringen eines Steinstückes bei C oder nach einer Verschiebung der oberen Masse nach links, wobei sich die Stelzwand so weit dreht (vgl. Fig. 858b), dass die innere Kante D sich oben unterlegt und nebst den benachbarten Teilen der Fläche den Druck aufnimmt.

Fig. 859 IV. Die Lage der dicken Stelzwand und der Stütze sei vertauscht, sonst sei alles wie vor. Die Zerlegung der Kräfte vollzieht sich ebenso mit der alleinigen Ausnahme, dass der Schnittpunkt O nach unten rückt. Liegt der Schnittpunkt zu fern, so kann man sich in diesem wie im vorigen Fall in anderer Weise helfen. Man zerlegt R zunächst in die senkrechte und wagerechte Kraft V und H . V zerlegt man in ihre senkrechten, in A und B angreifenden Seitenkräfte nach Massgabe der Figur 859 I. Von H wird auf die links liegende Stütze gar kein oder doch kein beachtenswerter Teil kommen, es wird deshalb H ganz an den Punkt B als BJ getragen. BJ und BE geben zusammengesetzt nun die Kraft BF in der rechts liegenden, stärkeren Stelzwand.

Wo die Belastungen wechseln, wo z. B. der Wind grossen Einfluss übt, da wird die Grösse der resultierenden Druckkraft R , ebenso wie deren Richtung schwanken, es muss dann natürlich auch für diese Belastungsfälle eine hinlängliche Sicherheit vorhanden sein. Es genügt dann, die Untersuchung für die beiden Grenzlagen von R anzustellen.

Die Überdeckung schmaler Umgänge wird am besten durch Steinbalken oder Platten aus festen, zähen Steinen bewirkt; wo diese nicht ausführbar sind, durch Über-

Wechselnde
Belastung.

Art der Aus-
führung.

verankerungen überhaupt zulassen will, so können sie über und ev. auch unter den Durchbrechungen am Platze sein, um die Schübe der Überdeckung aufzuheben.

Damit eine richtige Kraftübertragung stattfindet, ist, wie aus den vorbesprochenen Beispielen deutlich hervorgehen wird, eine sehr sorgfältige Ausführung, die alle wichtigen Forderungen der Druckleitung ins Auge fasst, gerade an diesen Punkten geboten. Besonders wird Vorsicht erheischt, wenn an der einen Seite eines Durchganges lange, aus einem Stück bestehende Säulen angewandt werden, während die Mauer an der anderen Seite aus einzelnen Schichten in schwindendem Mörtel ausgeführt wird. Welchen nachteiligen Einfluss, abgesehen von der etwa zu grossen Belastung der Säulen, eine zu grosse Länge der letzteren ausüben kann, ist an der kleinen Skizze Fig. 859 IIIa dargethan. Dass derartige besonders kühne Konstruktionen an den mittelalterlichen Werken sich meist recht gut bewährt haben, zeugt dafür, dass die alten Meister bei der Ausführung alle wichtigen Erfordernisse richtig ins Auge gefasst haben.

Wasserablauf, Rinnen und Ausgüsse.

Die einfachste, in Deutschland am häufigsten vorkommende Wasserableitung besteht darin, dass das Wasser von dem vorstehenden Rande der Dachfläche einfach abtropft und das Überhängen desselben vor dem Hinabfliessen an der Mauerfläche bewahrt bleibt. Die Wirksamkeit dieses Schutzes wächst mit dem etwa durch eine Holzkonstruktion zu bewirkenden Vorsprung des Daches.

Ist auch die Anlage eines nur eine beschränkte Ausladung zulassenden steinernen Gesimses „ohne Rinne“ unvollkommen, so kann sie doch durch beschränkte Mittel geboten werden und nimmt dann entweder die in Fig. 860 gezeigte Gestalt an, wonach der Dachrand unmittelbar über die Gesimsflucht vorsteht, oder aber es ist etwa nach Fig. 861 an die vorragenden Köpfe der Aufschieblinge ein Brett genagelt, welches eine oberhalb des Gesimses befindliche, die Ausladung vergrössernde schräge Fläche bildet.

Indes ergibt eine genauere Untersuchung vieler in ihrem gegenwärtigen Zustand einer Rinne entbehrenden Werke, dass eine solche doch ursprünglich beabsichtigt war und entweder schon bei der Ausführung des Dachwerkes oder infolge späterer Veränderungen weggefallen ist. Häufig scheinen bei einfachen Bauten, besonders bei Profanbauten, auch vorgehängte Holz- oder Metallrinnen vorhanden gewesen zu sein.

Die Rinnen werden jetzt überall, wo es an tauglichem Steine fehlt, von Metall konstruiert. Für den Bestand des Bauwerkes sind am günstigsten frei vorgehängte Rinnen, nächst diesen folgen die auf dem Mauerwerk ruhenden aber vor den Balken liegenden Rinnen. Die auf die Balkenenden gelegten Rinnen bedingen stets gewisse Gefahren für das Holzwerk. Es verdient jedoch vielen modernen, unvollkommenen Anlagen gegenüber eine an niederrheinischen Werken vorkommende Konstruktion noch den Vorzug, wonach auf den bis in die äussere Flucht gestreckten Balkenköpfen der Rinne gewissermassen ein hölzernes Bett bereitet wird (s. Fig. 862). Es besteht dasselbe in einem den notwendigen Fall gewährenden

Ablauf über
den Dach-
rand.

Rinnen aus
Metall.

hölzernen Boden und einer aus aufgesetzten Bohlenstücken *a* gebildeten, niedrigen Vorderwand. Letztere wird dann von aussen bis über die Balkenköpfe geschiefert und von innen mit einer unter die letzte Schieferlage des Daches fassenden und um den oberen Rand jener Wand umgebogenen Metallbekleidung versehen. Verbessert würde diese Rinne, wenn dafür gesorgt würde, dass bei Undichtigkeiten das Wasser so abgeleitet würde, dass es die Balken nicht benetzen könnte. Besonders günstig sind die oberhalb einer Wasserschräge auf einzelnen vortretenden Steinstützen frei aufgelagerten Rinnen, wie sie an einer grossen Zahl der neuesten gotischen Ziegelbauten ausgeführt sind.

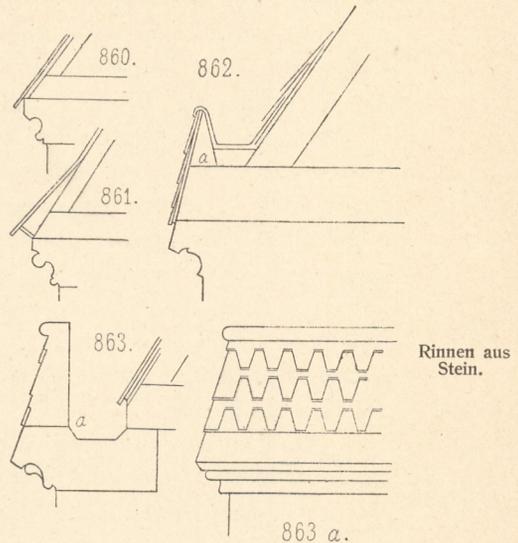
Die steinerne Rinne bildet sich durch eine der Oberfläche der Gesimsplatte eingearbeitete Vertiefung und erhält den nötigen Fall durch ein schwaches Gefälle des Bodens nach den Ausgüssen hin.

Mit Rücksicht auf dieses Gefälle muss die Tiefe der Rinne, um jede übermässige Schwächung des Steines zu vermeiden, möglichst verringert werden, die Sohle dagegen wird derart erbreitert, dass sie begangen werden kann. Die Seitenwände werden nach Böschungen gebildet (s. Fig. 863 bei *a*) oder gehen durch Kurven in die Bodenfläche über.

Der obere Rand der Rinne liegt einfachsten Falles unmittelbar unter der Unterkante der Balken, und der Dachrand kann über die Hirnenden derselben fassen, jedenfalls sind die Balkenköpfe vor dem Wasser zu sichern. Die beste Anordnung aber besteht in einer Erhöhung der Mauer über der hinteren Wand der Rinne, wobei auch die Balkenlage in die Höhe gerückt wird (siehe Fig. 864).

Bei vollkommener Ausführung wird der Rand der Rinne zur Erzielung eines Umganges durch eine Brüstungswand besetzt, welche einfachsten Falles jenen hölzernen, von aussen geschiefert Rinnen nachzubilden wäre, so dass ihre Aussenflucht die Schräge des Wasserschlages fortsetzen und von einer schuppenartigen Flächenverzierung überzogen würde (s. Fig. 863 und 863a).

Weitaus reicher ist die Anordnung von Masswerkgalerien (s. hinten unter Masswerk). Dieselben fordern für den Rand der Rinne eine ausreichende Breite zum Aufsetzen der Platten, welche entweder verdübelt oder nach Fig. 864 auf Nut und Feder eingesetzt sind. Die einzelnen Stücke der Brüstung sind demnach am Fuss verbunden durch die Rinne, in welche sie eingesetzt sind, und werden es am oberen Rande durch die aufgelegten Gesimsstücke, deren Fugen daher gegen die der Brüstungsplatten abwechseln müssen. Nach der älteren Konstruktionsweise sitzt das obere Brüstungsgesims an den Platten, so dass diese Verbindung wegfällt



und durch in den Stossfugen angebrachte Dübel ersetzt wird. Der Gesimsvorsprung muss hiernach im mittleren Teile abgearbeitet werden und bleibt an dem Fusse als Sockel stehen.

Rechnen wir nun für das Auflager der Balken die Breite von 35—40 cm, die gleiche für den Boden der Rinne und zum Aufsetzen der Galerie 15—18 cm, so ergibt sich für die obere Mauerfläche eine notwendige Breite von etwa 90 cm, welche die sonst erforderliche Stärke der Fensterwand übersteigen und deshalb eine Vergrößerung derselben bedingen kann.

Es kann die grössere obere Mauerbreite erzielt werden nach innen durch eine Auskragung oberhalb des Kappenanschlusses, oder besser durch einen dem Schildbogen etwa konzentrischen Bogen, nach aussen durch jene mehrfach erwähnten, zwischen die Strebepfeiler gespannten Bogen, vgl. Fig. 857b, in einfachster Weise aber durch eine Vergrößerung der Gesimsausladung. Weiter unten werden verschiedene Gliederungen ausladender Gesimse gezeigt werden. Fig. 864 zeigt ein derartiges Gesims mit Umgang. Bei den reichen Gesimsen bekommt die ausladende Hohlkehle einen wirksamen Schmuck durch stützende Blätter, welche denen der Kapitäle ähneln.

An den burgundischen Werken, so an Notredame und der Kathedrale von Dijon, ist dieses Gesimsstück ersetzt durch einzelne die Rinne tragende Kragsteine. An der Kollegiatkirche zu Kolmar findet sich unter dem Giebel des südlichen Kreuzschiffes ein Umgang von so grosser Breite, dass sich hier ein förmlicher Balkon mit einer durch drei Fialen verstärkten Masswerkbrüstung ergibt, dessen Bodenplatte von weit ausladenden Kragsteinen getragen wird. Allemal sind diese Kragsteine dem wirklichen Zwecke zufolge weit auseinander und unter die Fugen der Platten gerückt, im Gegensatz gegen die mehr dekorative, gedrängte Stellung an den römischen Gesimsen.

In Deutschland finden sich häufig unter dem Dachgesims Bogenfriese auf Kragsteinen, die, aus den romanischen Bogenfriesen hervorgegangen, mannigfaltige Formen zeigen und besonders in der späten Gotik nochmals lebhaft hervortreten.

Die steinernen Rinnen können den Mauern, auf welchen sie liegen, nachteilig werden, wenn das Wasser durch die Stossfugen der einzelnen Stücke dringt, oder bei poröser Beschaffenheit des Steines nach unten durchsickert. Um den ersten Schaden zu vermeiden, kann die Fuge mit Zement ausgegossen und zu beiden Seiten derselben eine etwa $\frac{1}{2}$ cm tiefe, $2\frac{1}{2}$ —4 cm breite Vertiefung in Boden und Wände der Rinne gearbeitet werden (s. *a* in Fig. 865), welche dann gleichfalls auf der frisch bearbeiteten Fläche mit Zement ausgestrichen wird, so dass derselbe mit dem die Fuge füllenden eine zusammenhängende Masse bildet. Es ist das wenigstens ein Mittel, auf welches, wie uns die Praxis gelehrt hat, die Maurer ganz von selbst verfallen. (Dasselbe Mittel ist bei VIOLLET LE DUC angegeben.) Statt des Zementes können auch harzige Bindemittel oder noch weit besser Blei Verwendung finden. Zu grösserer Sicherheit können dann unter die Fugen kleine, nach vorn mündende Kanäle in die obere Fläche des unter der Rinne befindlichen Werkstückes gearbeitet werden.

Rinnen auf
Kragsteinen.

Ausführung
der Stein-
rinnen.

Vollständige Sicherheit gegen die Durchlässigkeit des Steines selbst gewährt sorgfältige Auswahl der Platten oder ein Vorziehen der Rinnen vor die Mauerflucht, mithin Auflagerung auf Kragsteinen. Sie kann ferner gesucht werden durch einen Überzug des Rinnenbodens, wofür die neuere Chemie mancherlei, freilich noch nicht erprobte Mittel an die Hand giebt, und ist häufig beabsichtigt worden durch Ausfütterung mit Blei. Diese Ausfütterung, welche mehrfach bei Restaurationsbauten der neueren Zeit in Anwendung gekommen ist, kann aber leicht sehr nachteilig werden, wenn der Anschluss an den Stein sowohl an der vorderen als hinteren Kante nicht völlig gesichert ist, was nur dadurch geschehen kann, dass die Bleiplatten, wo sie dem Stein anliegen sollen, unter einen unterschrittenen Vorsprung desselben fassen.

Aus den Rinnen wird das Wasser ausgeworfen durch Ausgüsse oder Wasserspeier, nach dem neueren System abgeführt durch Fallrohre.

Die Ausgüsse liegen entweder in der Höhe der Rinne, so dass ihre Kanäle eine einfache Kehrung mit der letzteren bilden (s. Fig. 866—866c), oder sie gehören der darunter befindlichen Schicht an (Fig. 867).

Ausgüsse.

Im ersteren Fall erhält der Ausguss die in Fig. 866a im Durchschnitt gezeigte Gestalt. Um ein Kippen oder Abbrechen zu verhüten, muss die lastende Masse des Ausgusses nach vorn so viel als möglich verringert werden, und das geschieht durch eine Verjüngung in jeder Richtung, wobei nur die untere Fläche wagerecht bleibt, wie sie aus den Figuren 866—866c ersichtlich ist. Der Fall wird bewirkt durch die Senkung des Bodens und der Schuss des abfließenden Wassers vergrößert durch eine sich schon aus der Verjüngung des Werkstückes ergebende Verengung des Kanales. Es ist diese letztere von besonderer Wichtigkeit, denn das zu langsam abtropfende Wasser wird leicht durch die Luftbewegung hinter die Vertikale zurück an die Mauer getrieben. Es beträgt die Weite der Mündung an einzelnen, ihrem Zweck vollkommen entsprechenden, neueren Ausgüssen $\frac{1}{3}$ der Weite des Kanales beim Anschluss an die Rinne, während bei den kurz vorher ausgeführten, minder verengten sich jener Übelstand fühlbar machte. Ebenso ist die Ausladung des Ausgusses von besonderer Wichtigkeit und im allgemeinen so gross zu nehmen, als es das Werkstück und die sonstigen Umstände gestatten. Es ist hierauf besondere Rücksicht zu nehmen, wenn der Ausguss über einem Strebepfeiler liegt, er muss dann noch über die äusserste Flucht des Strebepfeilers möglichst ausladen. Es ist ferner eine Unterschneidung vor der Mündung des Ausgusses (s. *u*) nützlich, um das Herumziehen des Wassers auf der wagerechten Unterfläche zu verhüten.

Liegen die Ausgüsse unter der Rinne, was vielfache Vorteile bietet, so muss entweder der erhöhte Rand der Rinne nach vorn auf die Breite des Ausgusskanales abgearbeitet oder der Boden durchbrochen sein. Erstere Anordnung (s. Fig. 867) ist einfacher und etwaigen Verstopfungen minder ausgesetzt und kann noch durch eine Umkröpfung des Gesimsprofils insoweit gebessert werden, dass die Möglichkeit eines Herumlafens des Wassers nach den Seiten vermieden wird (s. Fig. 867a). Bei der letzteren ist eine Unterschneidung der Seitenwände der Durchbrechung vorteilhaft, wenigstens in der Richtung des Wasserlaufes.

Eine Verringerung der freiliegenden Länge ist häufig bewirkt durch untergeschobene Kragsteine, s. Fig. 869 von der Marienkirche zu Marburg.

Über den Strebepfeilern können die Ausgüsse in verschiedener Weise angeordnet sein, entweder unabhängig über den Dächern derselben oder von den Strebepfeilern aus gestützt. Das Nähere hierüber siehe weiter unten. Seltener liegen sie zwischen je zwei Strebepfeilern über den Mitten der Joche, wie an der Nordseite der Marienkirche zu Marburg.

Die äussere Gestaltung der Ausgüsse zeigt häufig nur eine die unteren Kanten säumende, sich gleichfalls nach vorn verjüngende, vor dem Anschluss an das Gesims oder die Mauerflucht aber ins Viereck zurückgehende Abfassung (s. Fig. 866b). An dem Chor der Stiftskirche zu Treysa finden sich dagegen unverjüngte Ausgüsse, an deren unteren Kanten das Gesimsprofil sich herumkröpft und neben der Mündung sein Profil zeigt (s. Fig. 868).

Die reichste und zierlichste Gestaltung der Ausgüsse liegt in der Annahme von Tierbildungen, an welchen Rücken und Hals einen offenen Kanal bilden, der nur durch den Kopf, gleichsam durch die Hirnschale, nach oben geschlossen ist (s. *a* in Fig. 870).

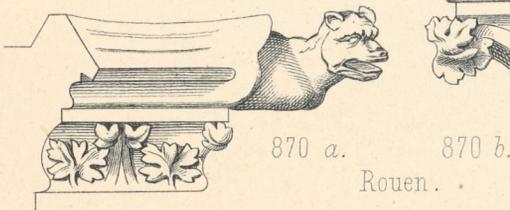
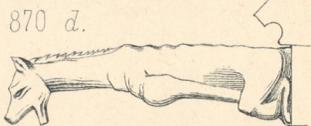
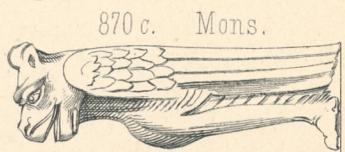
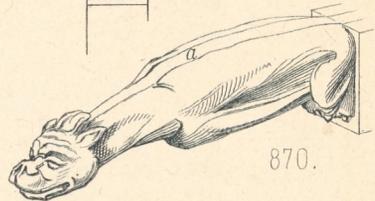
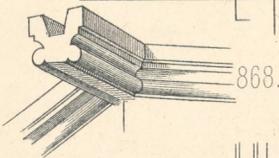
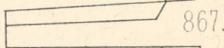
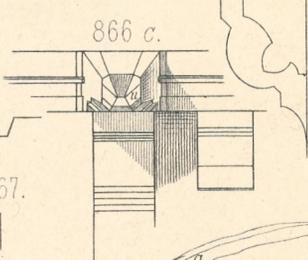
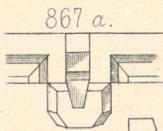
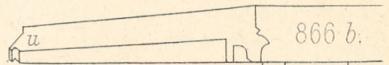
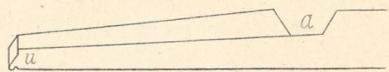
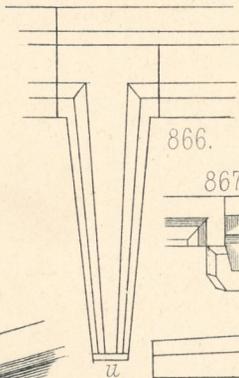
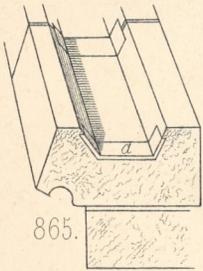
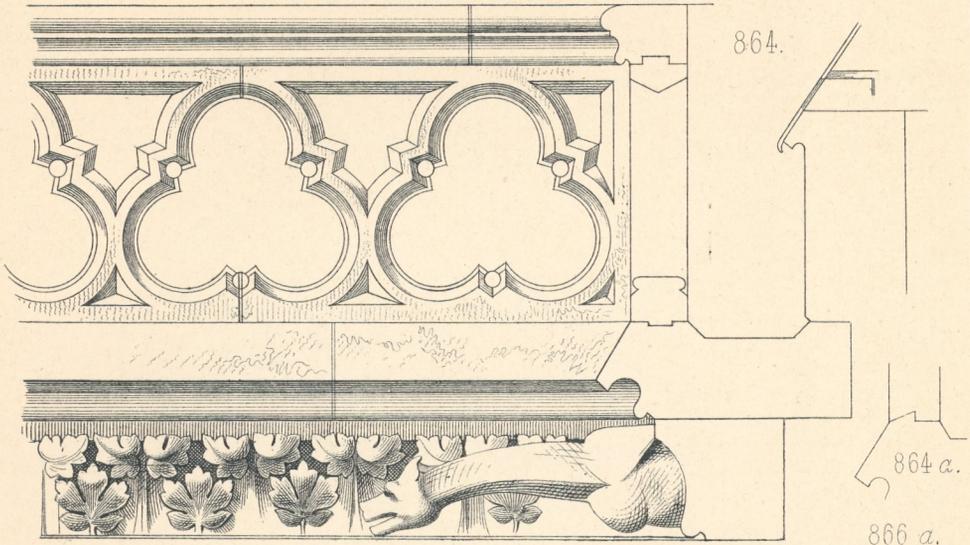
Wasser-
speier.

Die Mannigfaltigkeit dieser sog. Wasserspeier ist bekannt genug. Von streng konventionellen Bildungen ausgehend, nehmen sie immer bewegtere Stellungen an, welche zuweilen ihre Funktion völlig unkenntlich werden lassen. Die Behandlung wird naturalistischer, sie stellen teils wirkliche Tiere, vorherrschend aber infernale Ungeheuer dar, sie nehmen bald menschliche Gestalt an, bald bringen sie auch gar drollige Szenen zur Darstellung, wie jener Ausguss an St. Blasien in Mühlhausen in Gestalt eines Fasses, dessen Hahn von einer kleinen, menschlichen Figur gedreht wird, und geben überhaupt den besten Platz zur Ablagerung eines jeden Scherzes. Gegenüber solchen bewegten Darstellungen sind aber den älteren einfachen Ausgüssen mannigfache Vorzüge eigen. Es bestehen dieselben in ihrer ruhigen, besser zum Ganzen stimmenden Linie, ihrer gesicherteren Lage, ihrer der Vergänglichkeit minder ausgesetzten Behandlung und dem klareren Ausdruck, zu welchem ihre Funktion gelangt.

Es kommt in der früheren Zeit selten die ganze Figur zur Darstellung, vielmehr ist in der Regel das Hinterteil mit dem Gesims verwachsen (s. Fig. 864, 870b, 870c), selbst in der Weise, dass die Gliederung des letzteren noch ein kurzes Stück in den Leib sich fortsetzt und erst allmählich in die Detaillierung desselben übergeht (s. Fig. 870a), oder es ist zur Unterstützung des Leibes ein Kragstein angebracht (s. Fig. 870b). Allemal aber ist die Haltung eine stramme, die Linie der Bewegung, vor allem des Halses eine schön geschwungene (s. Fig. 864), während in der späteren Zeit die völlig frei gebildeten, nur mit dem Hinterteil dem Gesims anklebenden, also etwa nach Fig. 870d in ganzer Figur sich entwickelnden Bestien mit ihren oft völlig frei gearbeiteten Beinen und willkürlichen Kopfwendungen eine gewisse beunruhigende Wirkung hervorbringen können.

Die ganze Anordnung des Wasserablaufes hat eine unverkennbare Ähnlichkeit mit der Gestaltung der griechischen Sima. Auch hinter letzterer staut sich das Wasser und wird durch die Löwenmasken mit Speiröhren ausgeworfen, gerade wie in der gotischen Architektur durch die Wasserspeier. Nur ist ein jeder Vorsprung der Löwenmasken vermieden, und es wird die Mündung nur durch die Ausladung der ganzen Traufplatte über die Basis des Gebäudes vorgeschoben, weil es sich zugleich darum handelt, derselben einen direkten Schutz gegen den Regen zu verschaffen.

Die Wasserableitung.



Die Bedingungen der Möglichkeit einer derartigen Anordnung liegen aber in dem überwiegenden Verhältnis der Säulen- und Architravstärke zur Höhe, in der Beschaffenheit des Materials und den klimatischen Verhältnissen. Keine dieser Bedingungen war bei den gotischen Werken gegeben, die geringe Mauerstärke liess eine weite Gesimsausladung in Stein nicht zu, während die überwiegenden Höhenverhältnisse und der schiefe Einfallswinkel des Regens eine die griechische weit übersteigende Ausladung gefordert haben würden. Um die unteren Teile zu schützen, hätte man oben weit ausladende Teile um so mehr dem Verwittern aussetzen müssen. Deshalb findet sich hier jene Ausladung nur für die Ausgüsse beibehalten, selbst vergrössert unter völliger Verzichtleistung auf eine Überdachung der Mauerflucht durch das Gesims.

In neueren Zeiten hat man für die Profanbauten statt der Ausgüsse allgemein die Ableitung des Wassers in vertikalen Abfallrohren aus Eisen oder Zink angenommen, ja in grösseren Städten selbst polizeilich geboten. Trotzdem ist es nur erst in sehr vereinzelt Beispielen gelungen, diesen Anhängseln eine zweckmässige und dabei anständige Form zu geben. Abfallrohre.

Trägt hieran einestheils das ungünstige Material, aus welchem die Abfallrohre ausgeführt sind, die Schuld, so liegt dieselbe doch zum grösseren Teil an der Gewöhnung, die einzelnen nicht in den verschiedenen Mustern und Normen vorgesehenen Teile Maskerade spielen zu lassen, oder sie gleichsam vom Ganzen abzusondern und als notwendige Übel anzusehen, bei denen es um so besser ist, je weniger man damit zu thun hat. So sieht man solche Fallrohre häufig Säulchen darstellen mit Kapitälern, Kannelierungen, umgekröpften Gesimsen, oder bei naturwüchsigeren Neigungen dieselben unter den Hauptgesimsen und um die verschiedenen Gurtungen herum die abenteuerlichsten Biegungen und Kröpfungen vornehmen, welche dann zuerst leck werden und einen aus Staub und Rost bestehenden, die Glätte der Ölfarbe unterbrechenden braungelben Überzug annehmen. Dabei ist dann die Art der Befestigung häufig eine sehr unvollkommene, oft nur durch hölzerne, zwischen die Fugen getriebene Pflöcke bewirkte, in welche dann die Spitzen der die einzelnen Stücke haltenden Ringe oder Schellen eingeschlagen sind, ebenso ist das bei einer etwaigen Verstopfung oder Beschädigung nötige Abnehmen meist in hohem Grade erschwert.

Bei VIOLLET LE DUC findet sich die Konstruktion eines bleiernen Fallrohres, die wir in Ermangelung eines uns eigenen Beispiels hier anführen müssen. Das ganze Rohr besteht, je nach der erforderlichen Länge, aus einer grösseren oder geringeren Zahl von Stücken, die in der Weise ineinander gesteckt sind, dass der obere Rand des unteren Stückes vorsteht und unter diesen Vorsprung der in die Mauer eingelassene, eiserne Halter sich legt, so dass die Zahl der letzteren durch die der Stücke sich bestimmt und die vortretenden Ränder derselben mit den Eisen gewissermassen Gürtelglieder der ganzen Gestaltung bilden. Das Rohr selbst ist im Grundriss viereckig, um eine etwaige Ausdehnung im Falle der Verstopfung zuzulassen, und die untere Mündung statt durch ein Knie nur durch eine Vorbiegung der hinteren Wand gebildet. Unter der Rinne findet sich ein in derselben Weise befestigtes, gleichfalls aus Blei gebildetes Becken, welches ebenso in das obere Rohrstück einfasst, wie die einzelnen Stücke ineinander.

Nach diesem System sind an der in neuerer Zeit ausgeführten Sakristei der Kathedrale von Amiens die Rohre angebracht. Die Verbindung derselben mit der steinernen Rinne ist in derb humoristischer Weise dadurch bewirkt, dass eine aus letzterer nach Art der Wasserspeier vorspringende Bestie das Wasser durch eine hintere Körperöffnung in das darunter befindliche Becken lässt. Wesentlich erscheint hierbei, dass das Becken einen geringen Zwischenraum zwischen sich und dem Ausguss hat, und dass letzterer überhaupt angedeutet ist, nicht etwa nur in einem in den Boden der Rinne gearbeiteten Loch besteht, sowie ferner, dass alle etwa durch Gurtgesimse

veranlasste Kröpfungen vermieden werden. Es kann dies in zweifacher Weise geschehen, je nachdem entweder das Gesims oder die Rinne durchbrochen werden soll. In letzterem Falle muss allerdings die Kontinuität des Wasserlaufes gewahrt bleiben, indem mit dem Gesims steinerne Becken verbunden sind, in welche das darüber befindliche Rohr das Wasser führt, und aus welchen dasselbe in das untere Rohr abläuft. Ein grosser Vorteil für die etwaige Reparatur würde ferner gewonnen, wenn die Rohrstücke einzeln abgenommen werden könnten. Zu dem Ende müssten dieselben innerhalb des ausgebogenen Randes nicht aufeinander fassen, sondern einen so grossen Spielraum lassen, dass jedes einzelne Stück gehoben, und wenn zwei gehoben, das eine herausgenommen werden könnte. Das jetzt für Rinnen und Abfallrohre fast allgemein benutzte Zink ist wegen seiner grossen Wärmedehnung, Sprödigkeit und Vergänglichkeit für Monumentalbauten nicht geeignet. Bei diesen sollte Blei oder noch besser Kupfer verwendet werden.

2. Die Hallenkirchen.

Wenn die Prinzipien der gotischen Konstruktion gerade hinsichtlich der Querschnittsbildung die verschiedenartigsten Gestaltungen zulassen, in dem Masse, dass eine reichhaltige Zusammenstellung der verschiedenen Kirchendurchschnitte an sich schon das interessanteste Studium bildet, so können doch in dieser endlosen Mannigfaltigkeit zwei Systeme unterschieden werden, die freilich durch eine grosse Zahl von Zwischengliedern ineinander übergehen.

Das erste System beruht darauf, dass die Schubkräfte der Schiffsgewölbe in den Pfeilern einander entgegenwirkend sich ganz oder teilweise neutralisieren, und umschliesst demnach die verschiedenen Anlagen von gleichen Schiffshöhen, die sog. Hallenkirchen, das zweite System, die sog. basilikale Anlage, zeigt eine Überhöhung des Mittelschiffes, sie stellt den Schubkräften der Gewölbe in verschiedener Weise erschaffene Widerstandsmittel entgegen.

Unter der Bezeichnung Hallenkirche kann man alle zwei-, drei- und mehrschiffigen Kirchen zusammenfassen, deren Gewölbe genau oder annähernd gleiche Höhe haben. Die zweiseiffigen Kirchen sind schon bei der Grundrissbildung (S. 274—279) näher besprochen, die dort nicht berührten Einzelheiten erklären sich einerseits aus dem Querschnitt der einschiffigen, andererseits dem der dreischiffigen Kirchen. Auch die Querschnitte der fünfschiffigen Kirchen (vgl. über diese S. 288) führen sich in den meisten Stücken auf die dreischiffigen zurück, von denen daher im folgenden ausschliesslich die Rede sein wird.

Vierschiffige Kirchen gehören zu den Seltenheiten, als Beispiel sei die im Chor zweiteilige, im Langhaus vierschiffige, mit einem gemeinsamen Dach überdeckte Pfarrkirche zu Schwaz in Tyrol angeführt. — Als weitere Ausnahmbildung sei der fünfschiffige Westbau der spätgotischen Barbarakirche zu Kuttenberg hier erwähnt, deren drei mittlere Schiffe sich als gemeinsame Hallenkirche in basilikaler Weise über die äusseren Seitenschiffe erheben.

Stabilitätsverhältnisse der Hallenkirche im allgemeinen.

Wenn die drei Schiffsgewölbe gleiche Spannweite, gleiche Höhenlage und überhaupt gleiche Gestaltung aufweisen, so stellen sich die schon bei den zweiseiffigen Anlagen entwickelten Verhältnisse der Stabilität heraus, d. h. die Stärke der freistehenden Pfeiler bedingt sich vorwiegend durch die senkrechte

Belastung und diejenige der äusseren Mauer und Strebepfeiler durch die Schubkraft der äusseren Schiffsgewölbe, ganz unabhängig von jener des Mittelschiffes. Die Aussenwand ist daher gerade so herzustellen, wie bei der einschiffigen Kirche von gleicher Wölbspannung (vgl. S. 336). Höchstens kann das breitere Dach durch seine abweichende Konstruktion und den grösseren Winddruck weitere Bedingungen hinzufügen, die unter Umständen etwas grössere Stärken der Aussenwände und deren Strebepfeiler fordern. Die Untersuchung wird sich so vollziehen, wie bei den Beispielen auf S. 336 und 337.

Erhalten die Mittelpfeiler keine Dachlast und werden sie bei genügender Standfähigkeit der vom Winde getroffenen Aussenwände auch von den Winderschütterungen nicht merklich beeinflusst, so wird ihre Stärke, wie gesagt, sich nur nach der auf ihnen ruhenden, senkrechten Last zu bemessen brauchen (s. S. 276), sie können dann recht dünn ausfallen. Sind dagegen die Pfeiler durch Dachlast oder Wind in Anspruch genommen, so müssen sie entweder entsprechend verstärkt werden, oder es muss über ihnen den Gewölben oder deren Gurten eine hinlängliche Steifigkeit innewohnen, um alle Seitenkräfte den starken Aussenwänden sicher zuleiten zu können (vgl. Fig. 412, 413).

Ein schönes Beispiel einer Hallenkirche mit drei gleichen Schiffen bietet die Marienkirche zu Herford. (XIV. J.)

Bei verschiedener Breite der Schiffe wird, eine gleichartige Beschaffenheit der Gewölbe vorausgesetzt, der Schub des breiteren, also gewöhnlich des Mittelschiffes, den des schmälern Schiffes überwiegen, es kommt daher über dem Pfeiler nur ein teilweiser Ausgleich der Schübe zu stande, der verbleibende, gegen das Seitenschiff gekehrte Überschuss muss aufgenommen werden, wozu drei Möglichkeiten gegeben sind.

Verschiedene Schiffsbreite.

1. Die Mittelpfeiler sind so standfähig, dass sie den Überschuss allein aufnehmen können, auf die Aussenwände kommt dann nur der Schub der Seitenschiffe.
2. Der Überschuss des Schubes wird zum Teil von den Mittelpfeilern, zum Teil von den Aussenwänden aufgenommen.
3. Dem Mittelpfeiler wird dieser wie jeder andere Seitenschub durch geeignete Mittel möglichst ganz fern gehalten. Der Schub auf die Aussenwände wird dann so gross wie der Schub des Mittelschiffes. Im ersten Falle sind die Aussenwände nebst Strebepfeilern so stark zu machen, wie bei einer einschiffigen Kirche von der Weite des Seitenschiffes, im letzten Falle wie bei einer einschiffigen Kirche von der Weite des Mittelschiffes. Im zweiten Falle erfordern sie eine dazwischen liegende Stärke.

Früher war man gewöhnlich der Ansicht, dass immer der erste Fall vorläge, d. h. dass der Überschuss des Mittelschubes von den Pfeilern zu bewältigen sei. Man hielt die Seitenschiffsgewölbe für unfähig, Seitenkräfte hinüberzutragen. Dabei konnten aber einerseits die überaus schlanken Mittelpfeiler einzelner Kirchen, andererseits die übermässigen Strebepfeilerstärken nicht genügend erklärt werden, bezüglich der letzteren warf man den alten Meistern eine gewisse Verschwendung vor. (Dieser Standpunkt findet sich auch in den früheren Auflagen dieses Lehrbuches vertreten, vgl. 2. Aufl. S. 455 und 456.)

Nun ist aber weiter oben (vgl. S. 174) schon darauf hingewiesen, dass die Kreuzgewölbe schon durch die Eigenart der Form im Gegensatz zu dünnen Tonnengewölben eine Querversteifung

oder Druckübertragung zu leisten vermögen. Wo diese nicht hinlangt, führt eine Versteifung der Gurtbogen zum Ziel (vgl. S. 175).

Den Alten ist diese Eigenschaft der Gewölbe nicht entgangen; wie an anderer Stelle, so haben sie auch bei der Hallenkirche sich dieselbe oft zu Nutze gemacht, wo es sich darum handelte, die Stärke der Mittelpfeiler einzuschränken. Darauf weist bei vielen Werken die Bildung der Gewölbe, noch mehr aber das gegenseitige Stärkeverhältnis von Mittelpfeiler zu Strebepfeiler hin.

Es können demnach Mittelpfeiler und Strebepfeiler in gewissem Grade für einander eintreten, man kann den einen dünner machen, wenn man den anderen entsprechend verstärkt. So zeigt die Klosterkirche zu Haina, der nur geringe äussere Wandstärken zugemessen waren, recht kräftige Mittelpfeiler, während bei vielen anderen Beispielen, Friedberg in Hessen, Wiener-Neustadt, Kuttendorf usw., umgekehrt die Aussenmauern kräftig im Vergleich zu den leichten Pfeilern sind.

Die Stärke der Mittelpfeiler und Aussenwände in ein bestimmtes Verhältnis zu den lichten Schiffswerten zu setzen, muss bei den wechselnden Stabilitätsverhältnissen als widersinnig erscheinen, bei den alten Beispielen bewegt sich die Stärke der Mittelpfeiler in den weiten Grenzen von etwa $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{12}$ der Mittelschiffweite (im Mittel $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{8}$) und die der äusseren Strebepfeiler einschliesslich der Mauerdicke von $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{1}$ der Seitenschiffbreite (im Mittel $\frac{1}{2}$ bis $\frac{2}{3}$).

Stabilität des Mittelpfeilers.

Wie soeben gesagt, kann der Unterschied zwischen den Schüben der Schiffe entweder von dem genügend stark zu machenden Mittelpfeiler aufgenommen oder ganz bzw. teilweise der Aussenwand und ihrem Strebepfeiler zugeführt werden. In den meisten Fällen wird es sich darum handeln, den Mittelpfeiler seines Schubes thunlichst zu entledigen, es sind dazu drei Wege möglich: 1. Das Seitenschiffgewölbe wird durch flache Form oder grosses Gewicht so stark schiebend gemacht, dass es den Mittelschiffschub aufheben kann; 2. das Seitengewölbe bleibt zwar leicht, jedoch wird es steif gemacht, d. h. es erhält eine Form, die es ermöglicht, dass sich flachere Drucklinien in ihm ausbilden können (beim Kreuzgewölbe in der Scheitelgegend oder im Gurt liegend, vgl. S. 174—175); 3. oberhalb der Seitengewölbe wird, von diesen getrennt, eine Absteifung des Mittelschiffes gegen die Aussenwände vorgenommen. Diese Anlage ist nur bei ziemlich hoch gezogenen Mittelschiffen möglich und leitet zum Strebesystem der Basilika über. Die Höhenlage der Gewölbe zu einander spielt beim Auswägen der Schübe überall eine grosse Rolle.

Das Seitenschiffgewölbe kann mit dem Mittelgewölbe in gleicher Höhe beginnen (vgl. Fig. 350, 351), es kann gegen dasselbe aufgehöhht oder aufgestellt sein (Fig. 352) oder es kann tiefer gerückt sein als dieses (Fig. 354). Diese verschiedenen Höhenlagen der Gewölbe, in etwaiger Verbindung mit einer der drei soeben angegebenen Schubübertragungen, liefern die verschiedenen Beanspruchungsfälle der Mittelpfeiler. Die wichtigsten derselben sind schon früher in den Figuren 350—355 dargestellt (siehe auch den zugehörigen Text, S. 130), sie lassen sich zusammenfassen, wie folgt.

a) Die Gewölbe im Mittelschiff und Seitenschiff beginnen in gleicher Höhe. Der ungünstigste Fall liegt vor, wenn die schmalen Seitengewölbe durch eine schlanke lanzettliche Form zu gleicher Scheitelhöhe mit den breiten Mittelgewölben gebracht werden (Fig. 350), und zwar steigert sich die Schwierigkeit mit dem Breitenunterschied der Gewölbe. Aus der Skizze 350 ist zu sehen, dass der Schnittpunkt der Gewölbschübe nicht in der Mitte des Pfeilers liegt, sondern in ungünstiger Weise gegen das Seitenschiff gerückt ist. Die Resultierende aus den Schüben verläuft überdies sehr schräg, so dass der Pfeiler eine grosse Stärke erhalten muss, um sie bis unten hin sicher zu beherbergen. Ist das Seitenschiff recht schmal, so erfordert der Pfeiler fast die Stärke, die er bei alleinigem Vorhandensein des Mittelgewölbes erhalten müsste.

Sehr
schlanke
Gewölbe im
Seitenschiff.

Ein Schubausgleich und eine obere Schubüberführung auf die Aussenmauern ist hier auch nur unvollkommen zu ermöglichen, denn eine Beschwerung des Seitengewölbes wäre nur durch sehr ansehnliche und bei der schlanken Form nur mit Vorsicht ausführbare (vgl. Fig. 127 D) Massenaufpackungen auf das sonst ziemlich leicht ausführbare Gewölbe oder dessen Gurt zu erreichen; und eine Absteifung, sei es durch den Wölbscheitel oder den Gurt, kann bei der grossen Scheitelhöhe des Seitenschiffes nur die oberen Teile des Mittelgewölbes abfangen und daher nicht verhüten, dass das Mittelgewölbe immer noch einen ansehnlichen Teil seines Schubes in der Höhe des Anfängers absetzt.

Viel günstiger wirken die Seitengewölbe, wenn ihr Pfeilverhältnis geringer genommen wird, etwa so, dass es dem der grossen Gewölbe entspricht ($f:b = F:B$ in Fig. 351). Die Schübe verhalten sich bei sonst gleicher Wölbstärke dann etwa so wie die Spannweiten. Der Schnittpunkt der Schübe rückt weniger weit aus der Mitte fort, und die Mittelkraft ist steiler nach unten gerichtet. Immerhin wird bei einem grossen Unterschied zwischen den Schiffweiten der Pfeiler eine ansehnliche Stärke erhalten müssen, wenn er in sich allein den Überschuss des Mittelschubes aufnehmen soll.

Ähnliche
Pfeilverhält-
nisse in den
Schiffen.

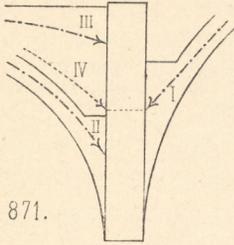
Eine Konstruktion der Stützlinie oder eine Berechnung, bei der zur Vereinfachung die Wölbschübe aus Tabelle I, S. 139 entnommen werden können, wird darüber Aufschluss geben, Auf S. 159 ist ein Beispiel einer solchen Berechnung gegeben. (Lies dort Zeile 5 v. u.: 6 m Jochlänge statt 9 m).

Bei einem solchen Pfeilverhältnis (vgl. Fig. 351 und auch Fig. 394) ist es aber unschwer möglich, durch Belastung der Seitengewölbe oder durch ihre Steifigkeit einen Ausgleich der Schübe zu erzielen.

Auf S. 162 ist an dem gleichen Beispiel dargethan, wie durch Übermauerung des Gurttes der Ausgleich zu ermöglichen und die Stärke des Mittelpfeilers auf ein Minimum zu bringen ist. Es waren bei jenem Beispiel 3 cbm Bruchstein nötig, die nicht als Absteifung, sondern nur als ruhende Last zu dienen hatten und daher regellos aufgeschichtet werden konnten. Wollte man statt dessen auf eine „Versteifung“ durch den Gurt rechnen, so hätte man über ihm eine geringere Masse aufzuführen, die aber derart in festen Verband zu bringen wäre, dass sie die Übertragung flacherer Stützlinien zuverlässig ermöglichen könnte. Am besten ist meist eine Zwischenstufe, nämlich eine Übermauerung, die bei besonderen Beanspruchungen als Versteifung, für gewöhnlich dagegen mehr als mässige Belastung wirkt.

Welche von den vielen möglichen Stützlinien in einer Übermauerung wirklich eintreten wird, hängt wieder von der Art der Ausführung usw. ab. Da man bei einem guten Mauerkörper mit einer gewissen Elastizität oder auch Plastizität rechnen kann, so muss man voraussetzen, dass sich Kraft und Gegenkraft immer so unmittelbar auszugleichen suchen, wie möglich.

Im vorliegenden Falle wirkt von der einen Seite das Mittelschiff mit der Kraft *I* in Fig. 871 ein. Von der anderen Seite wirkt der Druck des Seitengewölbes *II*, der aber wegen seiner geringen Grösse und tieferen Lage die Kraft *I* nicht ausgleichen kann. Der mittlere Mauerkörper wird oben nach links hinübergeneigt werden, was ein Gegenstemmen der Gurtübermauerung nach sich



zieht und als Folge davon die Ausbildung der Stützlinie *III* in ihr. Diese Stützlinie wird nach Lage und Kraftgrösse sich so bilden, dass sie mit *II* zusammengesetzt eine resultierende Linie *IV* liefern würde, die gerade die Kraft *I* auszugleichen vermag. Solange die Gurtübermauerung so beschaffen ist, dass sie eine zwanglose Ausbildung einer solchen Stützlinie *III* ermöglicht, kann sich der Schubausgleich oberhalb des Pfeilers vollziehen, letzterer wird einen senkrechten oder doch nur sehr wenig geneigten Druck erhalten. Ist eine den Anforderungen entsprechende Druckführung in der Übermauerung *III* nicht möglich, so ist deren Masse oder Form zu ändern, was an der Hand einer graphischen oder rechnerischen Untersuchung geschehen kann. Ist der

Schubausgleich oben nur teilweise zu erreichen, so muss der Rest durch die entsprechend stark anzulegenden Mittelpfeiler bewältigt werden.

Treten über dem Pfeiler noch Dachlasten oder Windschwankungen hinzu, so ist die senkrechte Teilkraft derselben gewöhnlich nicht unbequem, sondern erwünscht, bezüglich der horizontalen Kraftäusserungen muss aber gleichfalls untersucht werden, ob und inwieweit sie oben übertragen werden können, bezw. durch den Pfeiler selbst aufgenommen werden müssen.

Bei jeder Veränderung in den Schüben wird sich die Stützlinie *III* derart hinauf oder hinunter bewegen, bezw. mehr oder weniger stark krümmen, dass immer ein möglicher Ausgleich stattfindet, auf diese Art bleibt besonders bei Windschwankungen das Gleichgewicht gewahrt (s. S. 378).

b) Die Gewölbe des Seitenschiffes sind aufgestellt (vgl. Fig. 352).

Die Aufhöhung der Seitengewölbe ist bei zahlreichen Hallenkirchen der frühen und der späteren Gotik angewandt, als Beispiele seien die frühgotischen Kirchen Hessens zu Wetter und Haina, die Elisabethkirche zu Marburg, die Kirchen zu Friedberg und Frankenberg (Fig. 872), sowie die spätere Kirche zu Neustadt bei Marburg (Fig. 873) aufgeführt, aus den vielen westfälisch-niedersächsischen Beispielen seien der Dom zu Minden und die Alexandrikerkirche zu Einbeck herausgegriffen, und schliesslich mögen aus Österreich-Ungarn die Benediktinerkirche zu Ödenburg (Anf. des XIV. Jahrh.), die Georgkirche zu Wiener-Neustadt und die Piaristenkirche zu Krems Erwähnung finden.

Die Seitenschiffgewölbe setzen sich gewöhnlich mit denen des Mittelschiffes auf das gleiche Kapitäl, selten ist oberhalb des letzteren die Aufstellung durch ein kleines Gesimglied gekennzeichnet (Einbeck), bisweilen ist auch das Kapitäl des Seitenschiffdienstes in die Höhe oder das des Mittelschiffdienstes herabgerückt (Fig. 889), schliesslich zeigen die späten Beispiele eine kapitällose Entwicklung der Wölbglieder in verschiedener Höhe (Fig. 873).

Die Aufstellung hat zunächst den Zweck, die Scheitel der schmälere Seiten- gewölbe so hoch zu heben, dass sie sich gegen den Scheidebogen in gleicher Höhe mit dem Mittelgewölbe setzen können, daneben hat sie aber auch den konstruktiven Vorteil, dass sie die Stabilität des Mittelpfeilers günstiger gestaltet. Ganz besonders zeigt sich das bei einem Vergleich der Figuren 350 und 352. Eine kleine Aufstellung um etwa $\frac{1}{4}$ der Differenz beider Spannweiten bietet schon den Vorteil, dass die Horizontalschübe (vgl. H_1 und H_2 in Fig. 394) in gleiche Höhe

gelangen; dadurch wird erreicht, dass der Gesamtdruck auf den oberen Pfeilerteil etwa in der Mitte des letzteren beginnt. Wird die Aufstellung noch höher, so rückt, wie Fig. 352 zeigt, der Schnittpunkt der schrägen Wölbkräfte nach der Seite des Mittelschiffes, der Pfeilerdruck, der sich von da schräg abwärts bewegt, wird deshalb unten nicht so leicht an die äussere Kante gegen das Seitenschiff hin gelangen können. Daraus folgt, dass bei der Aufstellung in Fig. 352 der Pfeiler bedeutend dünner sein kann, als bei dem Lanzettbogen von Fig. 350. Zu hoch darf die Stelzung nicht getrieben werden, weil sonst der Pfeilerdruck oben gar zu dicht nach der Innenkante geschoben würde, was in der Höhe des Anfängers am Mittelschiff ein Zerdrücken der Steine oder ein Ausbauchen des Pfeilers gegen das Seitenschiff hin herbeiführen könnte, wie es bei der Kirche zu Neustadt (Fig. 873) in der That beobachtet ist. Es kann in solchen Fällen von Vorteil sein, oben am Mittelschiff einen verstärkenden Dienst auszukragen.

Mit Hilfe einer geeigneten Aufstellung lässt sich demnach eine günstige Druckführung und infolgedessen eine gewisse Einschränkung der Pfeilermasse erzielen, dabei muss aber der Pfeiler immerhin noch stark genug bleiben, um grösstenteils die Schubdifferenz der Gewölbe in sich selbst aufnehmen zu können. Ein Überleiten auf die Aussenmauer ist über ein aufgestelztes Gewölbe hinweg ebenso schwiesig, wie bei einem lanzettlichen (siehe oben). Ist es nötig, eine solche Leitung zu erwirken, weil man die Mittelpfeiler noch dünner machen will oder weil Dach- bzw. Windlasten abzufangen sind, so kommt man besser zum Ziel, wenn man die Gewölbe in gleicher Höhe beginnen lässt (Fig. 351, 353, 874), oder wenn man selbst die Seitengewölbe hinabschiebt (Fig. 354, 355).

Beim graphischen oder rechnerischen Verfolg der Drucklinie im Pfeiler wird man erkennen, dass der Schub des aufgestelzten Gewölbes (eingerechnet alle Aufmauerungen u. dgl.) immer kleiner bleiben muss als der Gesamtschub des Mittelgewölbes, er darf höchstens etwa so weit wachsen, dass sich die Horizontalschübe umgekehrt verhalten, wie ihre Höhen über dem Sockel, also in Fig. 873: $H_1 : H_2 = h_2 : h_1$.

c) Das Seitenschiffgewölbe beginnt tiefer als das mittlere. Schon bei gleich hohem Ansatz der beiden Gewölbe kann es vorkommen, dass eine Höhendifferenz neben dem Scheidebogen sich geltend macht, vgl. St. Laurentius zu Ahrweiler, Fig. 890. Dieselbe wird stärker, wenn das Seitengewölbe tiefer beginnt (vgl. Fig. 888). Die Höhe zwischen den beiden Wölbscheiteln wird durch eine Schildwand oder Scheidewand geschlossen, die vom Scheidebogen getragen wird und so stark sein muss, dass sie alle durch das Gewölbe, durch Dach und Wind erzeugten Schübe ohne umzukanten oder auszubauchen (vgl. S. 341) sicher aufnehmen kann. Ist sie durch ihre eigene Stärke nicht hinreichend standfähig, so muss sie in mehr oder weniger grosser Höhe abgesteift werden, sei es unterhalb oder oberhalb der Dachfläche.

Ist die obere Schildmauer sicher genug, so handelt es sich noch um die Standfähigkeit des Pfeilers. Der ungünstigste Fall liegt vor, wenn das schmale niedrigere Seitenschiff durch ein leichtes, nicht versteiftes Gewölbe, z. B. ein fortlaufendes Tonnengewölbe überdeckt wird, dasselbe wird dem grossen, höher angreifenden Schub des Mittelschiffes so wenig entgegentreten können, dass die Pfeiler jene gewaltigen Abmessungen erfordern, welche sie bei derartigen romanischen Werken in der That aufweisen. Würde man die Pfeiler zu dünn

Herab-
gerückte
Seiten-
gewölbe.

gemacht haben, so würden zunächst die seitlichen Tonnen im Scheitel gehoben und gebrochen sein, worauf die Pfeiler selbst zusammengestürzt wären. Man suchte durch steigende Halbtonnen eine höher angreifende, besser wirksame Absteifung zu erzielen, hatte aber erst den Schlüssel gefunden, als man über den Seitenschiffen Kreuzgewölbe verwandte. Die Kreuzgewölbe ermöglichen, in den flachen oberen Teilen eine bedeutende Querversteifung zu leisten (vgl. Fig. 412 und S. 174) und dadurch den grösseren Schub des Mittelschiffes ganz oder teilweise auszugleichen, also den Mittelpfeiler so sehr seines Schubes zu entheben, dass er bedeutend dünner gemacht werden kann. Kreuzgewölbe mit flachen Scheitelformen sind zu dieser Versteifung besser geeignet als busige oder gar melonenartige Wölbungen. Der Schub, der in solcher Art durch die oberen Teile der Seitengewölbe übertragen wird, trifft die oberen Teile der Aussenwand und muss durch deren Standfähigkeit genügend sicher aufgenommen werden können (siehe vorn S. 341).

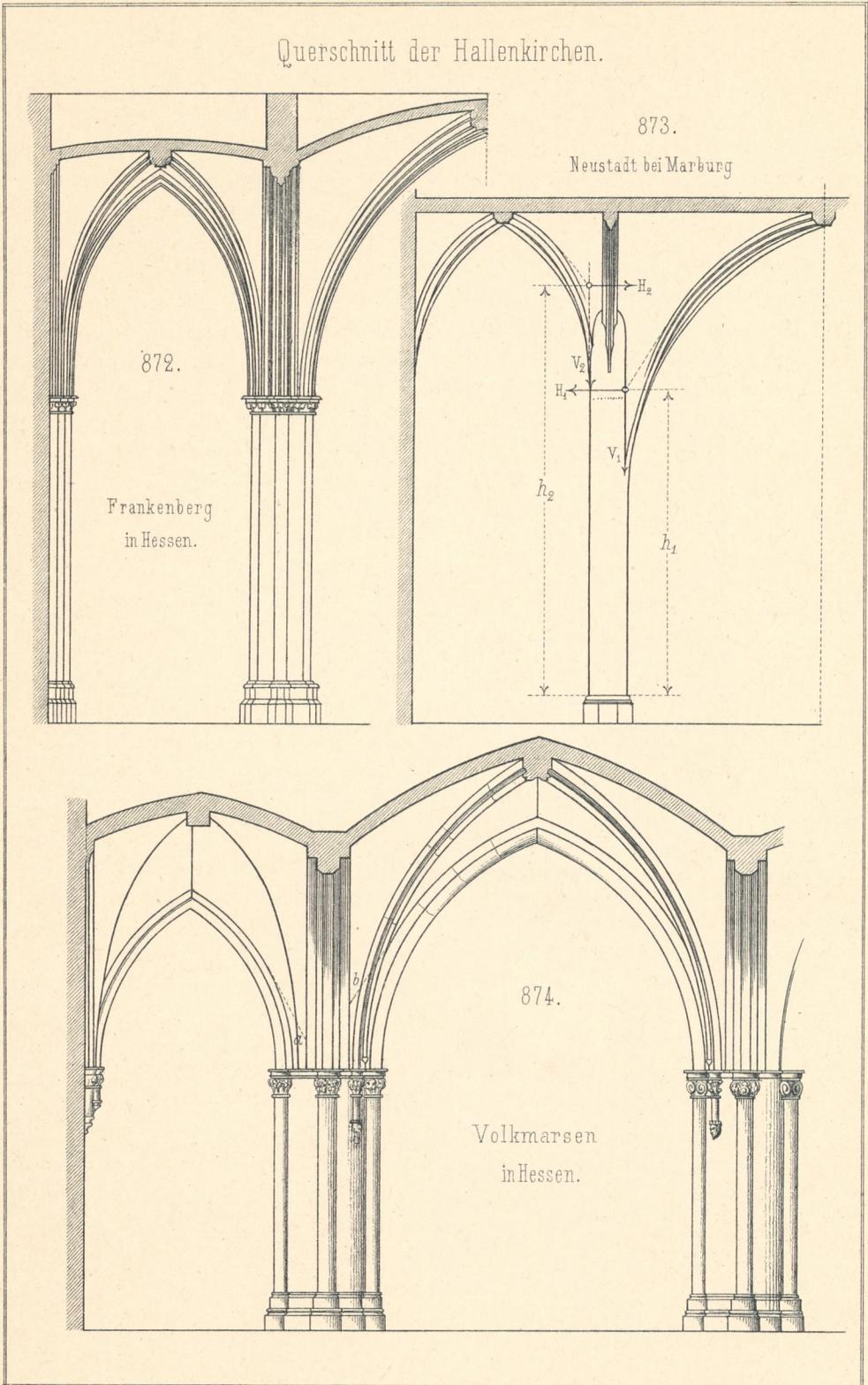
Will man sich auf die Steifigkeit des Gewölbes allein nicht verlassen, so bleibt wieder eine beschwerende oder versteifende Übermauerung des Gurtes übrig (Fig. 353, 354).

Die Beschwerung des Gurtes kann sehr weit getrieben werden, da es für die Stabilität des Pfeilers günstig ist, dass der Schub des tiefer liegenden Seitenschiffes grösser ist als der des höheren Mittelschiffes; je tiefer das Seitengewölbe herabrückt, um so grösser ist sein Schub zu machen. Es ist in den meisten Fällen sehr wohl angängig, eine volle Querwand auf den Gurt zu setzen, die bis zum Scheitel oder darüber hinausgeführt wird, sie kann horizontal abgeglichen sein oder sich schräg gegen das Mittelschiff erheben. Wird sie zu schwer, so ist sie zu durchbrechen (Fig. 888 u. 355).

Der Verlauf des Druckes ist etwa derselbe, wie er in Fig. 401 für eine einfache Basilika angegeben ist. Wäre der Gesamtschub des Seitenschiffes gerade gleich dem des Mittelschiffes, so würde der Druck im Pfeiler in der Höhe zwischen *I* und *II* senkrecht herablaufen; würde der Seitenschub kleiner sein, so würde der Druck sich nach aussen schieben; würde er grösser sein, so würde der Druck, wie in der Zeichnung, nach innen gelenkt werden. Letzteres führt zu einer mehr zentralen Lage des Druckes unten im Pfeiler und ist daher gewöhnlich am günstigsten. Die Gurtübermauerung wird sich als zu gross erweisen, wenn selbst bei Annahme einer steilen Druckkurve in ihr (vgl. *II* in Fig. 871) der Pfeilerdruck unten zu sehr gegen das Mittelschiff rückt; sie wird zu leicht sein, wenn selbst bei flacher Lage der Drucklinie (vgl. *III* in Fig. 871) der Pfeilerdruck zu sehr gegen das Seitenschiff sich bewegt. Als ungefähren Anhalt kann man annehmen, dass die Grösse der Schübe sich umgekehrt verhalten soll, wie ihr Höhenabstand über dem Sockel. Diese Regel trifft etwa zu, wenn sich die Lasten alle möglichst zentral über dem Pfeiler aufbauen, durch ein Überkragen der Lasten nach rechts oder links wird die Stabilität wesentlich beeinflusst, und zwar im günstigsten Sinne, wenn die Massen sich möglichst dem Druckverlauf anschmiegen.

Bei Schubschwankungen durch Wind usf. (s. Näheres nachstehend) muss für die Grenzfälle immer noch Gleichgewicht möglich sein, es ist dieses noch als vorhanden zu betrachten, wenn irgend eine, je nach Bedürfnis flachere oder steilere Drucklinie einen ungezwungenen Ausgleich der Kräfte oberhalb des Mittelpfeilers in soweit ermöglicht, dass letzterer nicht über Gebühr in Mitleidenschaft gezogen wird; gerade für diese Fälle bewähren sich nicht zu schwere, aber steife Gurtübermauerungen oder bei grösseren Höhen Strebebogen.

Querschnitt der Hallenkirchen.



Stabilität der Aussenwände, Einwirkung von Dachlast und Wind.

Die Standfähigkeit der Wand mit ihren Strebepfeilern muss zunächst genügen bei alleiniger Wirkung der Wölbschübe und sodann auch bei gleichzeitigem Hinzutreten von Dachlast und Wind. Zunächst sei der Wölbschub in Betracht gezogen.

Es ist vorhin gezeigt, wie die Stärken von Mittelpfeiler und Aussenwand in gewissen Grenzen für einander eintreten können. Ist der Mittelpfeiler so stark, dass er den Unterschied der Wölbschübe selbst aufnehmen kann, so wird der Aussenwand nur der Schub des Seitenschiffes zufallen; übernimmt der Mittelpfeiler einen Teil der Schubdifferenz, so wird der Rest der Aussenwand zugeführt werden, deren Schub dann zwischen dem des Seitenschiffes und dem des Mittelschiffes steht. Wird dagegen der Mittelpfeiler ganz von Schüben frei gehalten, so wird bei richtiger Konstruktion die Wand einen Schub zu erwarten haben, der etwa dem des Mittelschiffes entspricht, und zwar wird er bei gestelzten Seitengewölben im allgemeinen etwas geringer ausfallen (s. S. 376), während er bei tief ansetzenden Seitengewölben den Schub des Mittelschiffes übertreffen kann (siehe oben S. 376).

Weiter oben war für die in Fig. 394—395 dargestellte Hallenkirche für zwei verschiedene Fälle der Mittelpfeiler berechnet, der nach den dortigen Annahmen keine Dachlast, sondern nur Scheidebogen und Gewölbe zu tragen hatte. Im ersten Falle (Beispiel I, S. 159) war der Pfeiler gerade stark genug, den Unterschied der beiden Wölbschübe zu tragen, es würde daher für die Aussenwand nur der Schub des Seitenschiffes in Rechnung zu stellen sein. Im zweiten Fall (Beispiel II, S. 162), wo es sich darum handelte, den Mittelpfeiler auf ein minimales Mass zu bringen, erhielt die Aussenwand einen Schub ($H_2 + H_3 = 2160 + 1186$), der fast genau dem Schub des Mittelschiffes entsprach ($H_1 = 3240$). Für diese Schübe würde die Aussenwand genau so zu berechnen sein, wie die Aussenwand der einschiffigen Kirche (vgl. Beispiel S. 337).

Bezüglich der Dachlast und auch des Windschubes, der innig mit jener zusammenhängt, ist zunächst die Auflagerung der Dachbalken von grossem Wert. Am klarsten liegen die Verhältnisse, wenn das Dachgerüst nur auf den Aussenwänden ruht, während die Pfeiler, bezw. die Scheidebogen ganz leer ausgehen. Man kann dann zwar auch nicht völlig bestimmt angeben, wie sich der horizontale Winddruck auf die beiden Auflager verteilt, immerhin ist aber das Gesamtbild viel durchsichtiger, als wenn eine grössere Zahl von Auflagerpunkten vorliegt.

Wenn das Dach gleichzeitig auf den Aussenwänden und den Mittelpfeilern ruht, so würde der ungünstigste Fall entstehen, wenn ein durchgehender, das ganze Dachgerüst tragender Balken fehlt und ausserdem keine versteifende Verbindung zwischen den Pfeilern, bezw. deren Scheidebogen untereinander und den Aussenmauern vorhanden ist. Es hängt dann ganz von der Eigenart des Dachwerkes und den beim Richten hineingetragenen Spannungen ab, wie sich die Kräfte auf die einzelnen Punkte verteilen.

Es kann sich fügen, dass in solchen Fällen ein unvorteilhaftes Dachwerk schon an sich Schübe ausübt, ganz abgesehen von der Windwirkung, die bei ihrer grossen Höhe einen Stützpunkt, sei es die Wand oder den Pfeiler, sehr ungünstig beanspruchen können; es ist gar nicht sehr unwahrscheinlich, dass dann bei Eintritt von Wind der gleiche, schon stark überbürdete Stützpunkt auch noch den grössten Teil des gegen die (bei Hallenkirchen meist grosse) Dachfläche

Standfähigkeit gegen Wölbdruk.

Einfluss des Dachwerkes.

stossenden Windes aufzunehmen hat. Handelt es sich um die Aussenwand, so wird sie bei unzulänglicher Stärke bald Risse und Verdrückungen zeigen, die sich besonders nach grösseren Stürmen erweitern; handelt es sich um einen seiner Inanspruchnahme nicht gewachsenen Pfeiler, so wird er sich verdrücken und die Gewölbe, soweit dieses möglich ist, in Querspannung versetzen, um somit einen Teil der Überlastung den benachbarten Stützen zu übertragen, die ihrerseits natürlich genügend stark sein müssen. Es ist dann von grossem Nutzen, wenn wenigstens starke Scheidebogenübermauerungen vorhanden sind, damit sie, ohne auszubauchen, die Seitenkräfte den Wölbscheiteln überweisen können, die sie so gut wie möglich weitertragen werden. Mässige Seitenkräfte können in dieser Weise sehr wohl durch die Wölbscheitel übertragen werden, sehr grosse Windkräfte aber erfordern dabei ein jedesmaliges bedeutendes Umsetzen der Spannungen, was bei so empfindlichen Mauerteilen wie den Wölbungen zu nachteiligen Lockerungen des Gefüges führen kann. Besser greift man auch hier wieder, wie wir sehen werden, zu versteiften Gurten.

Versteifung durch die Dachbalken. Dachgerüste auf durchgehenden unteren Balken, die bei gleich hohen Schiffen meist anwendbar sind (Fig. 876), beseitigen die beregten Übelstände fast vollständig. Sie heben die Schübe der Dachhölzer auf und machen es auch unmöglich, dass der Winddruck gegen das Dach direkt einzelnen Stützpunkten zugeführt wird. Die ganze Windwirkung wird auf den Balken getragen und sucht diesen als Ganzes in seiner Längsrichtung zu verschieben. Der Balken seinerseits sucht alle unter ihm befindlichen Stützen umzudrängen, und zwar werden die schwächeren Stützen dabei geringeren Schub erhalten, da sie rascher geneigt sind zu weichen (vgl. Fig. 838a), die kräftigen Stützen werden sich dagegen der Verschiebung nachhaltiger widersetzen und demzufolge den grössten Anteil des Schubes auf sich nehmen. Das ist aber äusserst günstig: man kann bei durchgehenden Balken darauf rechnen, dass der Windschub gegen das Dach sich auf die Stützen (Pfeiler und Wände) ungefähr proportional zu deren Standfähigkeit verteilt. Der Wind gegen das Dach kann dem Bauwerk nicht schaden, wenn die Standfähigkeit der Stützen in Summe mit genügender Sicherheit gewahrt ist.

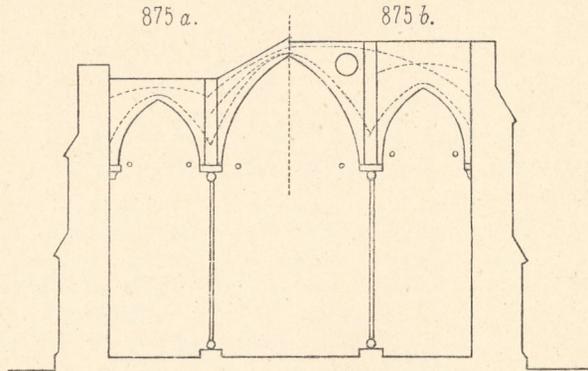
Der Klarheit wegen ist soeben nur von dem Winde gegen das Dach und noch nicht von dem auf die Aussenwand kommenden Winddruck gesprochen, letzterer erzeugt gleichfalls ein Umsturmmoment (Druck mal mittlere Angriffshöhe), das auch noch mit Sicherheit aufgenommen werden muss. Dieser Winddruck, der dem Wölbschub entgegengerichtet ist, kann meist schon von der getroffenen Wand aufgenommen werden; wo solches aber nicht möglich ist, muss ein Teil auf den nächsten Mittelpfeiler oder auch über alle 3 Schiffe hinweg auf die entgegengesetzte Aussenwand geführt werden, was durch die Wölbscheitel oder steifen Gurtbogen, weniger gut auch durch die Dachbalken zu erreichen ist.

Versteifung durch die Gurtbogen. Eine versteifende Übermauerung der Gurten ist das zuverlässigste und monumentalste Mittel, eine beliebige Schubübertragung zu ermöglichen, sie ist besonders da am Platze, wo durchgehende Dachbalken fehlen; von den Alten ist sie sehr oft zur Verwendung gebracht. Braucht nur die Wand mit den benachbarten Mittelpfeilern verstrebt zu werden, so genügt eine alleinige Übermauerung der Seitengurten; soll sich dagegen ein wesentlicher Schubaussgleich über die ganze Breite ermöglichen lassen, so sind auch die Mittelschiffgurte zu versteifen. Auf letzteren sind die Übermauerungen möglichst leicht zu machen, um den Schub des Mittelschiffes nicht unnötig zu vermehren, sie können daher schräg gegen den

Scheitel ansteigen (Fig. 875a) oder durchbrochen werden (Fig. 875b, 413). Die Wandstärke der Übermauerung genügt mit $\frac{1}{15}$ — $\frac{1}{30}$ der Spannweite, bei Ziegelstein braucht sie selten über 1 oder $1\frac{1}{2}$ Stein hinauszugehen.

Solche Versteifungen, die mannigfaltig verschiedene Drucklinien in sich aufnehmen können, werden noch besser wie durchgehende Dachbalken erwirken, dass sich die Seitenkräfte auf die Stützen etwa proportional zu deren Leistungsfähigkeit verteilen. Ganz besonders kann man sie bei richtiger Massenverteilung dazu verwenden, die Mittelpfeiler gänzlich von Seitenschüben frei zu halten, so dass sie nur mit Hilfe ihrer Druck- bzw. Knickfestigkeit die senkrechten Lasten zu tragen brauchen und daher auch bei ungleichen Schiffsbreiten recht dünn gemacht werden können.

Man würde sie sogar durch Eisenstützen ersetzen können, welche oben und unten in Gelenken stehen (Fig. 875), oder, was etwa auf dasselbe hinausläuft, durch schlanke Granitpfosten, die oben und unten so versetzt sind, dass die Kanten keine Pressung erhalten können.



Die Untersuchung der Windbeanspruchung kann, gleichviel ob nur gedrückte oder auch geschobene Pfeiler angenommen sind, graphisch, einfacher aber noch durch Rechnung erfolgen. Nach der letzten Spalte der Tabelle auf S. 169 findet man die Grösse des auf das Dach wirkenden Windschubes auf alle Auflager zusammen, diese multipliziert man mit der Höhe über der zu untersuchenden Grundfläche und hat damit das Umsturmmoment, dem zu begegnen ist. Dazu kommt das Umsturmmoment, das der Winddruck gegen die Wand erzeugt. Man hat nun zu berechnen, welches Umsturmmoment jede einzelne Stütze (Pfeiler oder Wand) noch aufnehmen kann. Zu diesem Zweck berechnet man die Lage des Druckes in der Grundfläche bei alleinigem Vorhandensein der Wölbenschübe und senkrechten Lasten (vgl. S. 160 u. 337) und sieht nun zu, um welches Stück sich der Druck noch in der Richtung des Windes bewegen darf, ohne zu nahe an die Aussenkante zu kommen. Dieses Stück, multipliziert mit der ganzen senkrechten Last, welche auf der Grundfläche ruht, giebt dasjenige Umsturmmoment, welches die Stütze noch aufnehmen kann. Die Summe dieser von den einzelnen Stützen noch aufnehmbaren Momente muss grösser sein, als das thatsächlich wirkende Umsturmmoment.

Beispiel I. Für die in Fig. 394 dargestellte Hallenkirche, deren Pfeiler nach Ausweis der Rechnung auf S. 160 stark genug sind, die Schubdifferenz der Gewölbe aufzunehmen, soll die Standfähigkeit der Aussenwände mit und ohne Winddruck untersucht werden.

Beispiel der Berechnung.

Die 20 m hohe, glatte Aussenwand von 1,70 m Stärke mit einem 30 qm grossen Fenster in jedem Joch soll aus lagerhaftem Sandbruchstein von 2300 kg Gewicht auf 1 cbm errichtet sein; ein Wandfeld hat demnach $(20,0 \cdot 6,0 - 30) \cdot 1,70 = 153$ cbm Inhalt und wiegt $153 \cdot 2300 = 351\,900$ kg oder abgerundet: $Q = 352\,000$ kg.

Die Schübe der (ohne Gurtversteifung hergestellten) Gewölbe sind S. 160 angegeben, es kommt für die Aussenwand als senkrechte Kraft $V_2 = 6840$ oder rund $= 7000$ kg und als Schubkraft $H_2 = 2160$, die aber mit Rücksicht auf die nicht ausgeschlossene Kraftübertragung vom Mittelschiff her auf 2500 kg erhöht werden soll; sie liege 13,2 m über dem Boden.

Das Dach hat bei 55° Neigung eine 20 m lange Schräge, also über jedem Joch 2 · 20,0 · 6,0 = 240 qm Fläche, welche mit Einschluss der Binder bei leichter Schieferdeckung etwa 100 kg auf 1 qm (vgl. S. 168) also im ganzen 240 · 100 = 24 000 kg wiegt.

Der Wind gegen die Wand giebt bei 125 kg auf 1 qm eine Seitenkraft von 20,0 · 6,0 · 125 = 15 000 kg, mit einer mittleren Angriffshöhe von 10,0 m. Der Wind gegen das Dach erzeugt nach S. 169 auf jedes qm getroffene Fläche 59 kg senkrechten und 84 kg wagerechten Druck, im ganzen also auf die 120 qm grosse Dachfläche 59 · 120 = 7080 kg senkrechten Druck auf alle Auflager zusammen und 84 · 120 = 10 080 kg wagerechten Windschub, der 20 m hoch über dem Boden auf die Auflager wirkt.

A. Lage des Druckes in der Wand ohne Dachlast und Wind. Die Lage des Druckes in der Grundfläche des Mittelpfeilers ist bereits S. 160 berechnet, er liegt 20 cm von der Mitte nach aussen gerückt.

Den Druck auf die Grundfläche der Aussenwand findet man nach S. 144 (Fig. 371) durch Aufstellung der Momentengleichung für den x-Meter von der Innenkante entfernten unbekanntem Druckpunkt:

$$V_2 \cdot x + Q \left(x - \frac{1,70}{2} \right) = H \cdot 13,2$$

$$\text{oder:} \quad 7000 \cdot x + 352000 \left(x - 0,85 \right) = 2500 \cdot 13,2;$$

$$\text{folglich:} \quad x = 0,93 \text{ m.}$$

Der Druck trifft demnach die Grundfläche in einem Abstand von 93 cm von der Innenkante oder 77 cm von der Aussenkante, er ist also nur um 8 cm vor der Mitte fortgerückt nach aussen. Die grösste Kantenpressung aussen lässt sich angenähert nach der Tabelle auf S. 149, genauer nach der Formel 5 auf S. 148 bestimmen, sie berechnet sich nach dieser zu:

$$P_1 = \frac{352000 + 7000}{600 \cdot 170} + \frac{(352000 + 7000) \cdot 8 \cdot 85}{\frac{1}{12} \cdot 600 \cdot 170 \cdot 170 \cdot 170} = 4,5 \text{ kg auf 1 qcm.}$$

Somit liegt der Druck für gewöhnlich an sehr günstiger Stelle und erzeugt nur eine mässige Kantenpressung, die auch dann, wenn man mit Rücksicht auf die Fensterdurchbrechung nicht die volle Wandlänge von 600 cm als tragend in Rechnung stellen würde, sehr gering bliebe. Das Hinzutreten des Dachgewichtes ohne Wind ändert das Ergebnis kaum merklich.

B. Lage des Druckes bei heftiger Windwirkung (125 kg auf 1 qm). Der Wind gegen die Wand liefert ein Umsturzmoment 15 000 · 10, dem sich ein Stabilitätsmoment $y \cdot (352 000 + 7000)$ entgegenstellen muss, woraus sich berechnet: $y \cdot 359 000 = 150 000$, also: $y = 0,42$ m.

D. h. der Druck rückt um 42 cm in der Richtung des Windes weiter, so dass er statt 93 cm nur noch 51 cm von der Innenkante entfernt ist. Es wird jetzt die Innenkante die grössere Pressung bekommen, und zwar, da der Druck ausserhalb des Kernes liegt, nach Formel 6 auf S. 149:

$$d_1 = \frac{2(352000 + 7000)}{3 \cdot 600 \cdot 51} = 7,8 \text{ kg auf 1 qcm.}$$

Die Wand kann somit den auf sie fallenden Wind sehr gut allein bewältigen, sie kann sogar noch einen Teil des Windschubes vom Dach übernehmen.

Der Wind gegen das Dach erzeugt das gewaltige Umsturzmoment von 10 080 · 20 = 201 600. Dasselbe kann aufgenommen werden durch die Aussenwände und den Mittelpfeiler an der Windseite, da bei diesem Wind und Wölbschub einander entgegenwirken. Für den Mittelpfeiler, der bei mässigem Zuschlag für die Dachlast 75 000 kg wiegt, möge nur eine Druckverschiebung um 35 cm angenommen werden, er kann dann 75 000 · 0,35 = 26 250 vom Umsturzmoment aufnehmen, das in seinem Rest von 175 350 Meterkilogramm von den Aussenwänden zu tragen ist. Wird jedem Wandgewicht ein durchschnittlicher, aber knapper Zuschlag für die Dachlast von 5000 kg zugefügt, so ist seine Gesamtlast: 352 000 + 7000 + 5000 = 364 000 kg. Die von den Wänden noch zu leistenden Stabilitätsmomente müssen gleich dem Umsturzmoment sein, also: 364 000 · y_1 + 364 000 · y_2 = 175 350. Daraus ergibt sich: $y_1 + y_2 = 0,49$.

In beiden Wänden muss sich also der Druck um 49 cm in der Windrichtung verschieben; wird davon auf die getroffene Wand 11, auf die andere 38 gerechnet, so ist erreicht, dass in

beiden der Druck gleich dicht an die Kante rückt, nämlich bis auf (77--38) oder (51--11) = rd 40 cm. Die Kantenpressung würde dann nach Formel 6 auf S. 149 sein:

$$d_1 = \frac{2 \cdot 364\,000}{3 \cdot 600 \cdot 40} = 10 \text{ kg auf } 1 \text{ qcm.}$$

Diese Beanspruchung erscheint für gutes lagerhaftes Bruchsteinmauerwerk nicht zu gross, wenn man bedenkt, dass eine derartige Windwirkung äusserst selten, vielleicht während des Bestandes des Bauwerkes überhaupt nicht eintreffen wird*). Die geringe Entfernung des Druckes aus dem Kern ist unter diesen Umständen gleichfalls durchaus unbedenklich. Auch eine weniger gleichmässige Schubverteilung auf die Wände würde nicht viel ausmachen.

Beispiel II. Bei derselben Hallenkirche sollen nach den Ausführungen von S. 163 sehr dünne Mittelpfeiler und übermauerte Gurte angewandt werden.

Die Rechnung, welche hier nicht weiter Platz finden soll, ist der vorigen ganz entsprechend, nur ist der Wölbschub auf die Aussenwand grösser, und der Wind ist allein von den Aussenmauern ohne Mithilfe der Pfeiler aufzunehmen. Es erweisen sich die vorhin angenommenen Mauerdicken auch für diesen Fall noch als ausreichend. Wenn das Dachwerk auf 4 Stützpunkten (Pfeilern und Wänden) ruht, von denen nur 2, die Wände, den Windschub aufnehmen sollen, so kann eine leichte Verankerung mit letzteren am Platze sein, besonders bei sehr steilen Dächern.

Der Einfachheit wegen ist aussen eine glatte Wand bei diesen Beispielen vorausgesetzt; würde eine Mauer mit Absätzen und Strebepfeilern vorliegen, so würde die Untersuchung im ganzen die gleiche sein, wie ein Einblick in die entsprechenden Berechnungen einer einschiffigen Kirche (S. 336) darthut.

Das Dach der Hallenkirchen.

Sowie die Anlage der Gewölbe für das Innere, so ist diejenige des Daches für das Äussere der Hallenkirche entscheidend. Beide Anlagen stehen aber zu einander in Beziehung und üben eine gewisse Wechselwirkung aufeinander aus.

Nehmen wir eine wenigstens annäherungsweise gleiche Höhe der verschiedenen Gewölbescheitel an, so würde die in Fig. 876 dargestellte Anlage der Kirche zu Immenhausen, welche ein die drei Schiffe überspannendes Dach mit durchgehenden Binderbalken aufweist, die zunächst liegende sein. Dabei stehen die Zwischengespärre in Stichbalken und bildet die den Scheidebogen aufgesetzte Mauer eine weitere Unterstützung des Dachwerks. Hierbei kann die Schwierigkeit, die zu den Binderbalken ausreichenden Holzlängen zu finden, darauf führen, dieselben nur über dem Mittelschiff durchzulegen, und die über den Seitenschiffen erforderlichen Balken den der wagerechten Ausgleichung der Scheidebogen aufliegenden und durch die Mittelbalken verankerten Schwellen aufzukämmen. Diese Verbindung kann in verschiedener Weise gewonnen und so auch die Anlage eines gemeinschaftlichen Daches über drei Schiffen von ungleichen Scheitelhöhen gebildet werden. Hierbei nehmen dann die über den Seitenschiffen angebrachten Durchzüge entweder eine schräge Richtung an, wie in der

Gemein-
sames Dach
über den drei
Schiffen.

*) Die statischen Nachweise, wie sie die Polizeibehörden für Hochbaukonstruktionen verlangen, pflegten bisher bei Mauerwerk die Windwirkung, wie überhaupt exzentrische Druckwirkungen meist zu vernachlässigen, es wäre daher am Platze, wo diese Momente genau berücksichtigt sind, die Grenzen für die zulässige Beanspruchung zu erweitern. Vielleicht könnte es sich empfehlen, zwei Grenzen zu setzen, die eine für dauernde Lasten, die andere für selten eintretende und vielleicht auch für erst nach völliger Erhärtung des Mörtels zu erwartende Inanspruchnahmen.

linken Hälfte von Fig. 877, oder es findet die aus der rechten Hälfte von Fig. 877 ersichtliche Konstruktion statt, in welcher die Balken *a* die Pfosten *b*, letztere die Schwellen *c*, und diese wieder die Balken *d*, und mittelst derselben die Mauerlatten verankern. Hiernach kommt also der Mauerabschluss des Seitenschiffs niedriger zu liegen als die Scheitel des Mittelschiffgewölbes, und letzteres ragt in den Dachraum hinein.

Wenn die Anlage eines gemeinschaftlichen Daches über den drei Schiffen die einfachste ist und hinsichtlich des Wasserablaufs gewisse Vorteile bietet, so ist sie für die äussere Wirkung wegen der überwiegenden Geltung der Dachflächen die ungünstigste und zugleich die dem eigentlichen Charakter des Durchschnitts am wenigsten entsprechende. Dieser Mangel an Ausdruck spricht sich schon in der Verhüllung der dreischiffigen Anlage, noch mehr aber in dem nicht einfach zu erzielenden Anschluss des Chordaches an dasjenige des Langhauses aus.

Dieser Anschluss des Chordaches wird zunächst eine den Dachraum des Langhauses nach Osten abschliessende Giebelmauer verlangen, welcher das Chordach entweder in gleicher Höhe, wie in Fig. 878, oder in gleicher Steigung sich anschliesst. In beiden Fällen ist zur Aufsetzung des Mauerdreiecks *abc* oder der entsprechenden Rautenflächen entweder eine Verstärkung des Triumphbogens oder ein unterhalb des Chordaches geschlagener, in Fig. 878 punktirter Bogen erforderlich. Zur Vermeidung des letzteren findet sich vereinzelt nur das Dreieck *abd* durch eine Mauer, das Dreieck *abc* aber durch eine geschieferte Holzwand abgeschlossen, so dass Mauer und Holzwand unter dem Giebelrand liegen bleiben. Weiter ist dann zuweilen auch das Mauerdreieck *abd* weggelassen und das ganze Dreieck *dac* durch eine Holzwand geschlossen.

Dann ist es aber richtiger, den östlichen Abschluss des Langhausdaches durch eine Walmdfläche zu bilden, in welche das Chordach einschneidet (s. Fig. 879). Letztere Anlage wird beinahe gefordert durch hochgeführte Nebenchöre. Bleibt dann zwischen letzteren und dem hohen Chor, wie in Fig. 880, ein einspringender Winkel *acb* stehen, so wird die Überspannung der Weite *ab* durch einen Bogen nötig, auf welchem die gerade durchlaufende Dachtraufe aufsitzt (s. Fig. 881). Bei gleicher Längenausdehnung sämtlicher Chöre ist durch solche Bogen ein besonders an den Backsteinkirchen der Ostseeländer gebräuchliches Mittel gegeben, zur weiteren Vereinfachung der Dachform und selbst zur Anlage eines östlichen, der ganzen Langhausbreite entsprechenden Giebels (Marienkirche in Prenzlau).

Ebenso führt der Anschluss des Daches der einschiffigen Kreuzflügel an dasjenige des dreischiffigen Langhauses auf die verschiedensten Anlagen, je nachdem die Höhe oder die Neigung beider Dächer die gleiche ist. Im ersten Fall, also bei gleicher Dachhöhe, läuft das Dach des Langhauses an die westliche und das Chordach an die östliche Dachfläche des Kreuzflügels (s. Fig. 882). Wenn auch das Chordach nach Art der Figur 878 bis zur Firsthöhe des Hauptdaches gehoben wird, so ändert sich Figur 882 in der Weise, dass sich die Firste in der Längsrichtung und Querrichtung gleichmässig durchdringen. Wenn die Dächer gleiche Neigung und daher verschiedene Höhe haben, dann kann sich die östliche Dachfläche des Kreuzflügels in einer Abwalmung des Langhausdaches fortsetzen (siehe

Fig. 883) oder letzteres das Kreuzflügeldach durchdringen und mit dem Chordach eine der eben angeführten Verbindungen eingehen.

Eine den Charakter des Notbehelfs tragende Dachbildung findet sich an der Kirche zu Wetter (s. Fig. 884), wo das Langhausdach mit dem Chordach gleiche Höhe und mit jenem des Kreuzflügels gleiche Neigung hat, so dass jenseits des letzteren die windschiefen Flächen *abcd* sich anlegen. (Es ist diese Anordnung aus einer späteren Veränderung hervorgegangen.)

Die Grösse der Dachflächen lässt eine dekorative Behandlung derselben wünschenswert erscheinen, welche entweder durch Zahl und Gestaltung der Dachluken, oder, wenn es das Material gestattet, durch mehrfarbige Muster gebildet werden kann. Zu dergleichen Anordnungen eignen sich alle irgend zur Dachdeckung gebräuchlichen Materialien, sofern die Verhältnisse es gestatten, sie in verschiedenen Farben zu beziehen, ganz besonders aber glasierte Ziegel. Besonders reiche Beispiele dieser Art finden sich an St. Stephan in Wien und an verschiedenen Kirchen der Bourgogne, wofür wir in Fig. 887 ein Beispiel von St. Benigne in Dijon nach einer flüchtigen Skizze mitteilen, für dessen Ursprünglichkeit wir freilich nicht einstehen können. (Es bezeichnet darin Weiss: Gelb, Hellgrau: Rot, Dunkelgrau: Grün, Grauschwarz: Schwarz.) Am wenigsten geeignet zu einer derartigen Behandlung sind die verschiedenen Metalldeckungen. Doch lassen sich auch hier durch teilweise Vergoldungen, durch die Lage der einzelnen Platten, durch die Gestaltung der Dachluken, durch Anordnung der den First krönenden Kämme gar reiche Wirkungen erzielen. Es ist mit Bestimmtheit anzunehmen, dass man die einförmige grosse Fläche der Bleidächer oft durch Farben belebt hat. Auch selbst bei Kupferdächern scheint man zuweilen Farbe und Vergoldung angewendet zu haben, wie aus Farbspuren an einigen allerdings späteren Zeiten angehörigen Kupferdächern des Strassburger Münsters zu schliessen ist.

Immer leidet die Anordnung eines gemeinschaftlichen Daches an dem Grundfehler, dass dieselbe mit der Gestaltung des Ganzen nur verbunden, nicht daraus hervorgegangen ist. Letzteres Verhältnis findet aber entschieden statt bei Überdeckung der verschiedenen Schiffe mit drei parallelen Längsdächern (Fig. 885), zwischen denen Rinnen zu liegen kommen, aus welchen das Wasser entweder in der Längsrichtung nur nach Westen und Osten durch Ausgüsse oder nach den beiden Seiten durch besondere Querleitungen unter den Seitenschiffsdächern abgeführt wird, eine Anlage, welche alle jene oben erwähnten Auskunftsmittel hinsichtlich des Anschlusses der Chor- und Kreuzflügeldächer entbehrlich macht. Parallele Längsdächer, für welche die Marienkirche in Danzig ein grosses Beispiel bietet, sind allerdings wegen der schwierigen Dichthaltung nicht sehr oft ausgeführt.

Jene verdeckten Wasserableitungen unter den Seitenschiffsdächern lassen sich in offene verwandeln durch die Anlage von isolierten Querdächern über den einzelnen Seitenschiffsjochen mit Rinnen über den die letzteren scheidenden Gurtbogen, welche entweder das Mittelschiffsdach als Zeltäcker umwachsen oder in dasselbe einschneiden können (Fig. 886). Allerdings ist besondere Sorgfalt auf die Bewahrung der Rinnen zu verwenden. Es müssen dieselben möglichst breit, von dem Mittelschiffsdach aus zugänglich, von starkem Blei gemacht sein

Dekorative
Behandlung
der
Dachfläche.

Längsdach
über jedem
Schiff.

Querdächer
über
den
Seiten-
schiffen.

und mindestens 20 cm unter die Dachdeckung hinauf fassen; in dem hiermit verbundenen Aufwand liegt aber auch der einzige Nachteil der ganzen Anlage, welche in jeder sonstigen Hinsicht als die vollkommenste zu bezeichnen ist, wie sie denn an den vorzüglichsten Werken mit gleich hohen Schiffen sich angenommen findet. Wir führen hierfür die Elisabethkirche zu Marburg an, ferner die Kreuzkirche zu Breslau, St. Blasien in Mühlhausen und die Kirche zu Friedberg. Vorhanden war sie bei St. Alexander zu Einbeck und ursprünglich beabsichtigt war sie ferner, wie sich deutlich erkennen lässt, an der Klosterkirche zu Hamm und St. Marien zu Mühlhausen, sie wurde in letzteren Fällen, etwa nur der Wohlfeilheit halber, in die Anlage eines gemeinschaftlich alle Schiffe überspannenden Daches herübergeführt, deren einziger Vorteil also in der damit verbundenen Kostenersparnis zu suchen ist. Die vordere Endigung der Querdächer kann durch Dachwalme oder gemauerte Giebel geschlossen sein.

Mittelschiff von grösserer Höhe.

Wenn die eben besprochene Dachanlage aus dem Profil der Gewölbe hervorgegangen ist, so würde umgekehrt die Gestaltung der Gewölbe nach dem gemeinsamen Dache, wie sie die Fig. 888 im Durchschnitt zeigt, auf die Annahme von völlig verschiedenen Gewölbehöhen in den 3 Schiffen führen. Dabei liegen die Scheidebogen in Höhe der Seitenschiffsgewölbe, auf denselben aber sind geschlossene oder nach den Dachräumen sich öffnende Mauern bis zur Höhe *a* aufgeführt, denen die Schildbogen der Mittelschiffsgewölbe sich anlegen.

Die ganze Anordnung ist vorzugsweise in beschränkten Verhältnissen angemessen. Bei grösseren Dimensionen ist die mangelhafte Beleuchtung des Mittelschiffgewölbes doch nachteilig, obwohl der Gegensatz gegen das hellere Licht des Chores malerisch wirkt.

Die Höhenunterschiede der Schiffe können dadurch verringert werden, dass die Seitenschiffsdächer eine flachere Neigung als das Mittelschiffsdach erhalten, also gegen letzteres einen Winkel bilden (s. die rechte Hälfte von Fig. 888). Sowie nun hierdurch die Einheit des Daches doch aufgehoben ist, so führt die Ungleichheit der Schiffshöhen darauf, die Obermauer des Mittelschiffs über den Anschluss der Seitenschiffsdächer hinaus in der Gestaltung eines beide Dächer scheidenden Frieses emporzuführen (Fig. 888a). Eine weitere Erhöhung des Mittelschiffes führt dann auf die Durchbrechung dieses Mauerteiles mit Fenstern, mithin auf das völlig ausgesprochene System der Basilika, so dass die in Fig. 888 enthaltene Anlage gewissermassen eine mittlere Stellung einnimmt zwischen der Hallenkirche und der Basilika.

Noch entschiedener spricht sich diese Zwischenstellung aus in den konstruktiven Verhältnissen der Gewölbe und Pfeiler. Die ganze Anlage des Durchschnittes bringt es, wie gezeigt, mit sich, dass eine direkte Gegeneinanderwirkung der Schubkräfte nicht stattfinden kann, mithin dem Schube des Mittelschiffes gegenüber ein Widerstand zu bilden ist, entweder durch eine Verstärkung der Schiffspfeiler oder durch irgend eine andere Anordnung. Dahin gehört die Aufführung von Strebemauern auf den die einzelnen Seitenschiffsjoche abteilenden Gurtbogen.

Mittel-
schiff bleibt
i. Dachraum

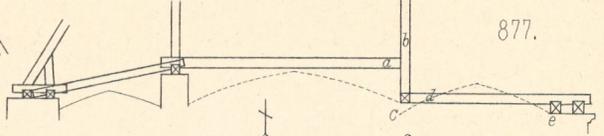
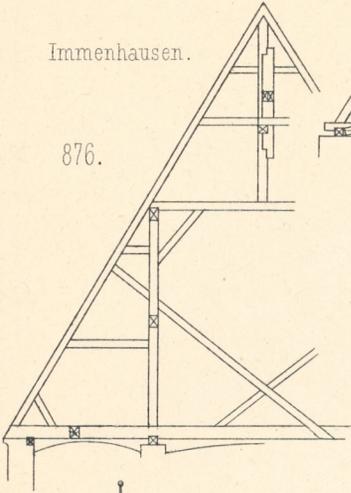
Mittel-
schiff tritt
über das
Dach.

Abstre-
bung
des Mittel-
schiffes.

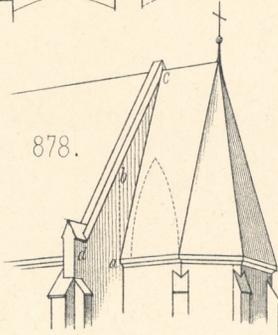
Das Dach der Hallenkirche.

Immenhausen.

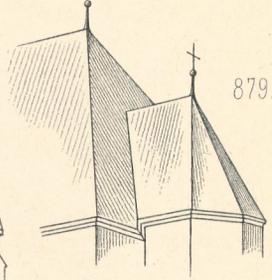
876.



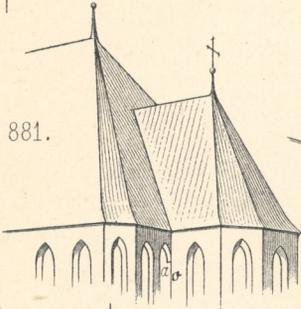
878.



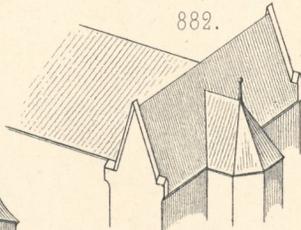
879.



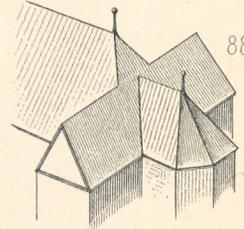
881.



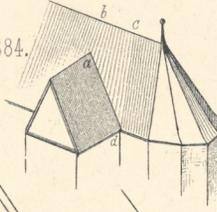
882.



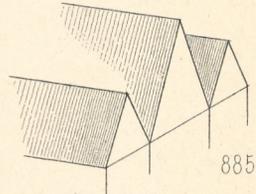
883.



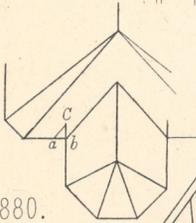
884.



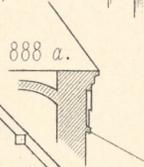
885.



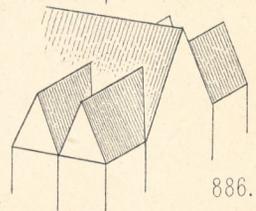
880.



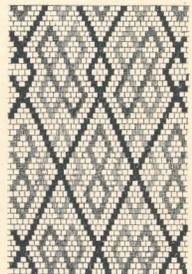
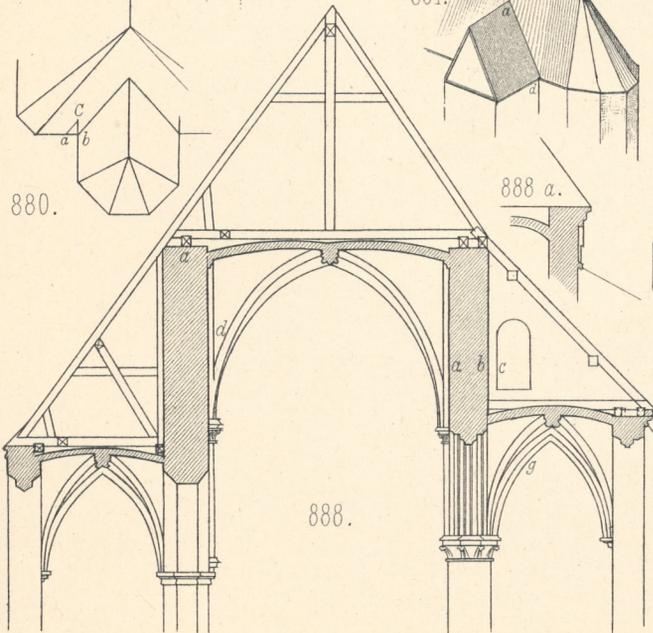
888 a.



886.



888.



887.

Letztere bedürfen dann einer Verstärkung, während jene Mauern bis unter die Seitenschiffsdächer geführt werden und in die Konstruktion derselben eintreten, d. h. die Fette aufnehmen können. Der notwendige Verkehr in den Dachräumen oder die aus statischen Gründen nötige Massenausparung (s. S. 131) bedingt dann eine Durchbrechung jener Strebemauern, die jedoch so zu treffen ist, dass in der Höhe der Angriffspunkte der Schubkraft der Mittelschiffsgewölbe die gesamte Stärke $ab + bc$ in Fig. 888 genügend gross bleibt oder aber die Durchbrechung nur eine mässige Höhe, bezw. die Gestalt eines Kreises bekommt. Diese Mauern können dann einen doppelten Zweck erfüllen, indem sie erstlich durch ihre Last die Schubkräfte der Gurtbogen vermehren und dadurch ein Umkanten der Schiffspfeiler nach aussen verhindern, dann aber die Schubkraft der Mittelschiffsgewölbe z. T. den in der Aussenmauer stehenden Strebepfeilern zuführen und gewissermassen eine Abstützung der jener Schubkraft ausgesetzten Mauerteile bilden. Die Last der Gurtbogen darf aber nicht zu gross werden, da sie sonst die Pfeiler zu stark nach innen schieben würden. (Ausführliches darüber s. vorn S. 376.)

Es folgt hieraus, dass jene Mauern den eben angedeuteten Nutzen eines Abstrebens der Schiffspfeiler wohl unter gewissen Verhältnissen gewähren können, dass aber dieselben, sobald sie zu schwer werden, besser durch eine Konstruktion ersetzt werden, welche die Belastung der Gurtbogen vermeidet, und das ist der unter oder über Dach liegende Strebobogen, auf welchen wir weiter unten zurückkommen werden.

Höhenverhältnis zwischen Chor und Mittelschiff.

Der Chor hat mit dem Mittelschiff der Regel nach gleiche Höhe. Abweichungen finden sich freilich nicht selten und gehen dann teils aus dem ganzen System hervor, teils sind sie als Veränderungen des ursprünglichen Planes, als Folgen einer Unterbrechung des Baues anzusehen. So kann eine grössere Höhe des Längsschiffes, je nach der Anordnung des Gewölbesystems, aus der Anlage der zweischiffigen Kirchen hervorgehen und findet sich z. B. in besonders auffallender Weise an der Kirche von Niederasphe bei Wetter in Oberhessen. Hier sitzt nämlich der Anfang der von der mittleren Pfeilerreihe ausgehenden Bogen und der nach demselben Punkt gespannten Kreuzrippen dem Schlussstein des Triumphbogens an, so dass die Scheitel dieses Bogens und der Chorgewölbe in die Höhe der Basis der Schiffsgewölbe hinabrücken.

Ebenso kann bei einschiffigen Kirchen mit schmalerem Chor die ungleiche Spannweite von Chor und Schiffsgewölben bei gemeinschaftlicher Basis auf eine mindere Höhe der ersteren führen, wie der in Fig. 735a dargestellte Durchschnitt der Minoritenkirche von Duisburg zeigt.

Umgekehrt findet sich eine grössere Höhe des Chores an der Kirche in Frankenberg zwar in Verbindung mit einer Erweiterung desselben, aber doch in einem solchen Masse, dass auch das Höhenverhältnis dasjenige des Schiffs übersteigt.

Indes ist, wie gesagt, die Gleichheit der Höhen zwischen Chor und Mittelschiff die Regel.

Emporen der Hallenkirchen.

Bei gleichen Schiffshöhen ergibt sich für die schmälere Seitenschiffe ein weitaus bedeutenderes Höhenverhältnis als für das Mittelschiff, und zwar bei einem Breitenverhältnisse von 1:2 das doppelte. Es liegt daher nahe, die Höhe der Seitenschiffe durch zwischen die Pfeiler und Mauern gespannte Zwischengewölbe, also durch die Anlage von sog. Emporbühnen, zur Erweiterung des inneren Raumes der Kirche zu verwenden.

Emporen
aus Stein.

Beispiele solcher gewölbter Emporbühnen finden sich besonders häufig in den späteren Werken der Rheinlande, so in den Stadtkirchen zu Kiderich und St. Goar, in St. Leonhard in Frankfurt und in St. Laurentius zu Ahrweiler. Die Anordnung der letzteren zeigt die Fig. 890 im Durchschnitt. Ursprünglich hat man diese Emporen wohl als besondere Schiffe betrachtet und mit Nebenaltären versehen, welche z. B. in Kiderich noch erhalten sind. Dagegen fand sich bis in die letzten Jahre in dem dem Kreuzschiffe vorhergehenden Joche des südlichen Seitenschiffes der Kirche zu Wetter eine nachträglich erst zu Anfang des 16. Jahrhunderts eingebaute Emporbühne, welche ursprünglich zur Aufnahme der Orgel bestimmt, späterhin als sog. Kirchenstand bevorzugter Kirchenbesucher benutzt wurde. Die Anlage dieser Bühne gewährte dadurch besonderes Interesse, dass deren Gewölbe sehr niedrig gelegt und Gurt- wie Kreuzrippen nach einem ziemlich flachen Segment gebildet waren, so dass die Profilierungen derselben an die runden Pfeiler sich anschnitten.

Aber auch in vielen frühgotischen Werken mit überhöhtem Mittelschiff in Frankreich, an der Kollegiatkirche zu Mantes, den Kathedralen von Noyon und Paris finden sich solche unterwölbte Emporbühnen über den Seitenschiffen, an welchen die eben erwähnte selbständige Stellung noch dadurch besonders betont sich findet, dass die sich nach dem Mittelschiff öffnenden Bogenweiten durch bogenverbundene Säulchen geteilt werden. Die Gewölbe über diesen Emporbühnen in der Kathedrale zu Paris zeigen dabei noch die für neuere Zwecke, wie wir gleich sehen werden, wesentliche Eigentümlichkeit einer Erhebung der äusseren Kappen von dem Schlussstein nach der Fensterwand.

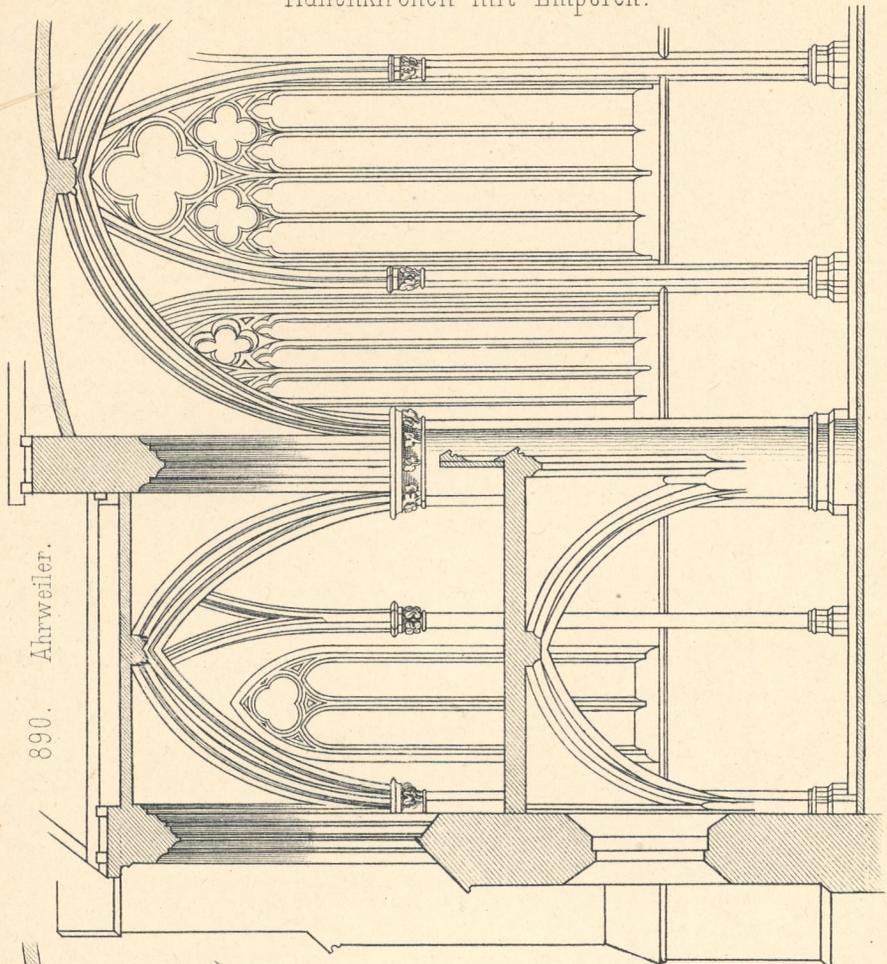
Seit dem 16. Jahrhundert nun hat man diese Emporbühnen immer häufiger, anfangs in den protestantischen, später aber, wenigstens in einzelnen Gegenden, auch in den katholischen Kirchen annehmen zu müssen geglaubt und denselben eine von der ursprünglichen wesentlich abweichende Bestimmung zugeteilt, indem jede Scheidung von dem sonstigen Raum der Kirche mit der Aufstellung von besonderen Altären darin wegfiel. Dabei hat man die Sichtbarkeit der Kanzel und wo möglich des Altars bis in die hintersten Sitzreihen als Notwendigkeit anzusehen sich gewöhnt und, hierdurch gedrungen, eine amphitheatralische Erhöhung des Fussbodens nach aussen hin vornehmen müssen.

Wenn es nun schon als feststehend anzunehmen ist, dass, vor allem in beschränkten Dimensionen, der Wirkung des Innern durch diese Einbauten Eintrag geschieht, so steht nicht minder fest, dass in manchen Fällen das Missverhältnis zwischen dem wirklichen Raumbedürfnis und den vorhandenen Mitteln zu dieser wohlfeilsten Art der Raumerweiterung zwingt. Noch gewisser ist, dass die gotische Architektur mehr als jede andere geeignet ist, einem jeden selbst ungünstigen Programm zu genügen.

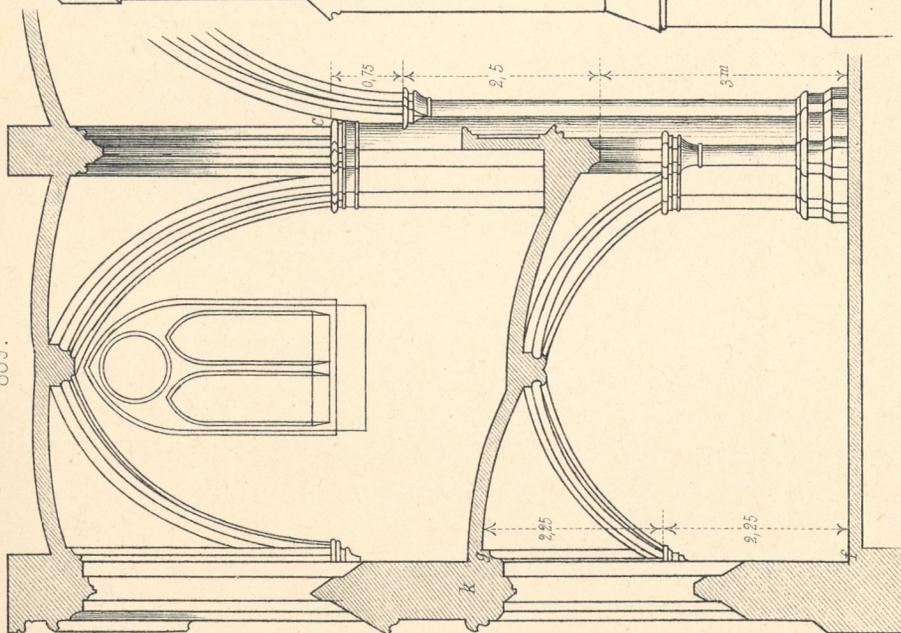
Unter allen möglichen Gestaltungsweisen ist für den vorliegenden Zweck eine dem ganzen Baukörper innigst verwobene, also zwischen die Pfeiler und Aussenmauern eingewölbte Empor-

Hallenkirchen mit Emporen.

890. Ahrweiler.



889.



bühne die vorzüglichere. Wir versuchen daher in Fig. 889 die Durchführung derselben mit dem mindesten Höhenmass, indem wir für die Mittelschiffs- und Seitenschiffsgewölbe Spannungen von 7 m und 4 m im Lichten der Vorlagen annehmen und die Grundlinie der ersten auf die Höhe von 5,50 m setzen. Als Minimum der Scheitelhöhe der zwischen die Pfeiler gespannten Gurtbogen der Emporen nehmen wir 3 m an und geben denselben, unter Voraussetzung eines lichten Pfeilerabstandes von 4 m, eine Pfeilhöhe von 75 cm. Nehmen wir nun für den Boden der Emporbühnen oben eine Neigung von 90 cm an, so werden die Kreuzrippen der denselben bildenden Gewölbe bei der in der Figur angenommenen Gestalt eine Pfeilhöhe von 1,50 m und diejenigen der an der Aussenmauer liegenden Schildbogen eine solche von 2,25 m erhalten. Die ganze lichte Höhe unten an der Wand ergibt sich danach zu 4,50 m.

Unter den angenommenen Grundrissverhältnissen bedürfen bei halbzirkelförmiger Gestaltung die Kreuzrippen im Mittelschiff einer Höhe von etwa 5 m. Hiernach konstruieren wir die Gewölbe des Seitenschiffes nach den S. 374 gegebenen Bestimmungen so, dass die Angriffspunkte der Schubkräfte in gleiche Höhe rücken und hiernach die Basis derselben etwa um 75 cm über jener der Mittelschiffsgewölbe liegt. Hiernach rücken wir die Kapitälé unter den Scheidebogen und den Rippen des Seitenschiffes in die Höhe dieser Basis, mithin höher als die des Mittelschiffes, so dass dieselben, wie bei *c* ersichtlich, an die Kreuzrippen des Mittelschiffes anlaufen. Es werden dieselben hierdurch möglichst weit über die Köpfe der auf den Emporbühnen befindlichen Personen gehoben, und zwar liegen sie im vorliegenden Falle um etwa 2,5 m über dem Boden.

Wenn derartige Bühnen von Holz konstruiert werden müssen — eine Notwendigkeit, welche allerdings in beschränkten Verhältnissen durch den Mangel an Höhe und an Mitteln herbeigeführt werden kann, — so muss doch die Anlage des Holzwerkes eine derartige sein, dass das Steinwerk der Pfeiler nicht durch eingesetzte Holzstücke verwundet wird. Es müssen daher entweder diejenigen Teile der Pfeiler, an welche die hölzernen Pfosten oder Balken dringen, eine dieser Beziehung entsprechende Umgestaltung erfahren, oder aber es darf gar keine Berührung zwischen beiden Teilen stattfinden. Ersterer Zweck würde zu erreichen sein durch eine Auskragung an den Pfeilern, welche dem Holzwerk das nötige Auflager zu gewähren hätte, so dass die Pfeilermasse ungeschwächt durchginge, oder aber in vollkommenerer Weise durch zwischen die Pfeiler gespannte steinerne Segmentbogen, denen dann das Balkenwerk aufzuliegen käme. Die Berührung aber lässt sich umgehen durch Aufstellung von besonderen, von den Pfeilern geschiedenen Pfosten zu beiden Seiten derselben. Für die Gestaltung des Holzwerkes aber, insbesondere der Pfosten, sind in den Figuren 606—623 Beispiele gegeben.

3. Die Kirche mit erhöhtem Mittelschiff (Basilika) und ihr Strebesystem.

Strebebogen über einfachen Seitenschiffen.

Wir haben bei der Hallenkirche mit ungleichen Schiffhöhen (Fig. 888) auf das Auseinanderfallen der Angriffspunkte der Schubkräfte und die daraus hervorgehende Notwendigkeit hingewiesen, dem höheren Mittelschiff einen ausreichenden Widerstand entgegenzusetzen. Diese Notwendigkeit wächst mit dem Höhenabstand der Angriffspunkte und wird daher bei einer die selbständige Beleuchtung des Mittelschiffes gewährenden Höhe der Mittelwände am stärksten hervortreten.

Bedeutung
des erhöhten
Mittel-
schiffes.

In der Annahme der oberen Fenster aber liegt der eigentliche materielle Grund der Erhöhung des Mittelschiffes überhaupt, gerade wie in dem Fehlen dieser Beleuchtung eine Schwäche der gleich hohen Schiffsanlagen bei „grossen Weiten“ zu finden ist. Deutlich geltend macht sich dieselbe bei dem Blick von dem Kreuzschiffe oder einem Joch der Seitenschiffe aus in diagonaler Richtung, bei welchem der Gegensatz der dunklen Schatten des Mittelschiffgewölbes zu dem vollen Licht der Seitenschiffsgewölbe selbst in den vollendetsten Werken leicht eine üble Wirkung hervorbringt.

Zudem aber ist der Ausdruck, zu welchem das Bauwerk gelangt, klarer; jeder Teil kommt zur angemessenen Geltung, so dass die Aufrissentwicklung gewissermassen durch die Grundrissanlage mit Seiten- und Kreuzschiffen gefordert ist, während sie bei gleichen Schiffshöhen nur als der letzteren nicht widerstrebend zu bezeichnen ist. Es ist die eigentliche Kirche in ihrer ganzen inneren Teilung, welche zur Darstellung kommt, während die verschiedenen Anlagen gleich hoher Schiffe sich mehr dem Charakter einer dem Chor angebauten Halle nähern.

Der eigentliche Triumph aber der Kunst liegt darin, dass es ihr gelungen ist, eine Vereinigung des traditionellen Basilikentypus mit den Fortschritten der Technik zu bilden und so beiden Prinzipien eine berechtigte Geltung zu gewähren.

Bei der flachen Überdeckung der Basilika war die Überhöhung des Mittelschiffes auf keine von jenen technischen Schwierigkeiten gestossen, welche aus der Überwölbung und dem Bedürfnis der Widerlager hervorgehen. Denke man sich nun mit einemmal das Bedürfnis der Wölbung erkannt, die dafür passende Anlage gefunden und zugleich die Achtung der Tradition entfernt, mit anderen Worten den Radikalismus zur Ausführung der neuen Anlagen berufen. Was würde dann wohl näher gelegen haben als die alten Typen zu verlassen, von vornherein eine direkte Gegeneinanderwirkung der Gewölbe auch für die kirchlichen Bauten anzustreben, mithin ohne weiteres auf das System der gleichen Schiffshöhen überzugehen, zudem dasselbe in den romanischen Werken Westfalens sowohl wie in denen einzelner französischer Provinzen in den verschiedensten Richtungen Anwendung gefunden hatte. Dadurch aber wären wir nicht um eine Phase der Entwicklung, sondern um deren höchste Stufe gekommen, die eben durch den Sieg über die entgegenstehenden Schwierigkeiten erreicht ist.

Statt dessen versuchten die Meister des XII. Jahrhunderts ein Mittel nach dem anderen und endigten damit, die Aufgabe zu lösen, die Forderungen ihrer Zeit mit der überkommenen Form zu verbinden, ein Gebäude zu erschaffen, welches an Tiefe des konstruktiven Gedankens, an Schärfe des Ausdruckes alles Vorangegangene übertrifft, und ein Prinzip zu begründen, dessen endlose Fruchtbarkeit auch den abweichenden Systemen zu gute kam. Denn ohne die materiellen Vorzüge der gleichhohen, in Deutschland allerdings sehr verbreiteten Schiffsanlagen, den künstlerischen Wert so vieler Beispiele derselben irgend zu verkennen, darf man doch annehmen, dass aus denselben jene feinere und edlere Behandlungsweise, welche zunächst an den frühgotischen Werken dieser Art ersichtlich ist, überhaupt die reichere Entwicklung der Detailformen nicht hätte gefunden werden können. Wie wäre man z. B. auf die Anlage der Dienste, der vielgliederigen Pfeiler über-

haupt gekommen, wenn nicht der Organismus des Baues den einzelnen Teilen verschiedene, in verschiedenen Höhen zu leistende Funktionen vorgeschrieben hätte?

Wir haben oben die selbständige Beleuchtung des Mittelschiffes als den zwingenden Grund der Erhöhung desselben angenommen. Selbst aber bei einer so geringen Höhe des hierdurch gebildeten Lichtgadens, wie sie etwa die Liebfrauenkirche in Worms aufweist, springt schon aus dem in Fig. 891 dargestellten Durchschnitt die Notwendigkeit eines selbständigen Widerstandes dem Mittelschiffgewölbe gegenüber in die Augen. Dieser Widerstand wird durch eine vollständig ausreichende Widerlagsmasse gebildet, und es handelt sich daher darum, diese Masse so aufzustellen, dass sie dem Organismus des Ganzen keinen Eintrag thue, wie solches durch eine Verstärkung der Schiffspfeiler geschehen würde, dann aber die zu bekämpfenden Kräfte nach dieser Masse zu leiten. Der ersten Forderung wird entsprochen durch eine mit Rücksicht auf den Zuwachs an Schubkraft vorzunehmende Verstärkung der äusseren Strebepfeiler, der zweiten durch die nach denselben geschlagenen Strebebogen, welche daher zunächst als Spriessen aufzufassen sind.

Zweck der Strebebogen.

Demnach muss der Strebebogen mit seinem Scheitel sich der Aussenmauer des Mittelschiffes in der Höhe des Angriffspunktes des Gewölbeschubes anlegen, mit seinem Fuss aber die Innenflucht des Strebepfeilers oberhalb des Anschlusses der Seitenschiffgewölbe treffen. Es handelt sich ferner darum, den Bogen gegen ein Ausweichen der einzelnen Werkstücke nach oben zu sichern und das geschieht zunächst durch einen Massenzusatz an demselben, sowie durch eine Vergrösserung des Halbmessers. Hiernach ergibt sich in Figur 891 nur durch jene geringe Höhe des Lichtgadens die Möglichkeit, die Strebebogen unterhalb des Seitenschiffdaches frei durch den Raum desselben zu schlagen, ohne weder die zu der Dachkonstruktion gehörigen Fette aufzunehmen, noch irgend eine Aufmauerung zu tragen. Der Bogen zeigt an der oberen Fläche die gekrümmte äussere Leibung ohne irgend eine Hintermauerung oder Übermauerung. Daher sind die bedeutenden Abmessungen des Strebebogens von 60 cm Höhe und 90 cm Breite nötig, um die Unveränderlichkeit der Bogenlinie zu sichern, sie könnten eine wesentliche Einschränkung erleiden, sobald der Rücken des Bogens durch eine Aufmauerung nach einer ansteigenden geraden Linie ausgeglichen wird. Diese Aufmauerung kann dann entweder gleichfalls unter dem Dache liegen bleiben oder besser dasselbe durchdringen und oberhalb desselben durch eine nach beiden Seiten mit einem Traufgesims versehene Lage Deckplatten abgedeckt werden. Hierdurch würde der dem Gewölbeschub gegenüber geschaffene Widerstand auf eine grössere Höhe wirksam und auch im Äusseren ausgedrückt werden. Beiden Anforderungen aber entsprechen in weit vollkommenerem Masse die Strebebogen, welche oberhalb des Daches statt unterhalb desselben geschlagen sind, durch welche zugleich die Beschränkung der Höhe des Lichtgadens völlig aufgehoben wird.

Sicherung gegen Ausbauchen nach oben. Übermauerung.

Wir haben eben die Strebebogen als blosse Leiter der Schubkraft auf die nächsten Strebepfeiler, mithin gewissermassen als neutrale Körper, ähnlich einer Holzspreize, aufgefasst. In der Wirklichkeit aber verhält sich die Sache anders, insofern sie vermöge ihrer Eigenschaft als Bogen beim Anschluss an die Mittelschiffsmauer eine aktive Schubkraft ausüben, durch welche ein Teil

Gegenschub des Bogens

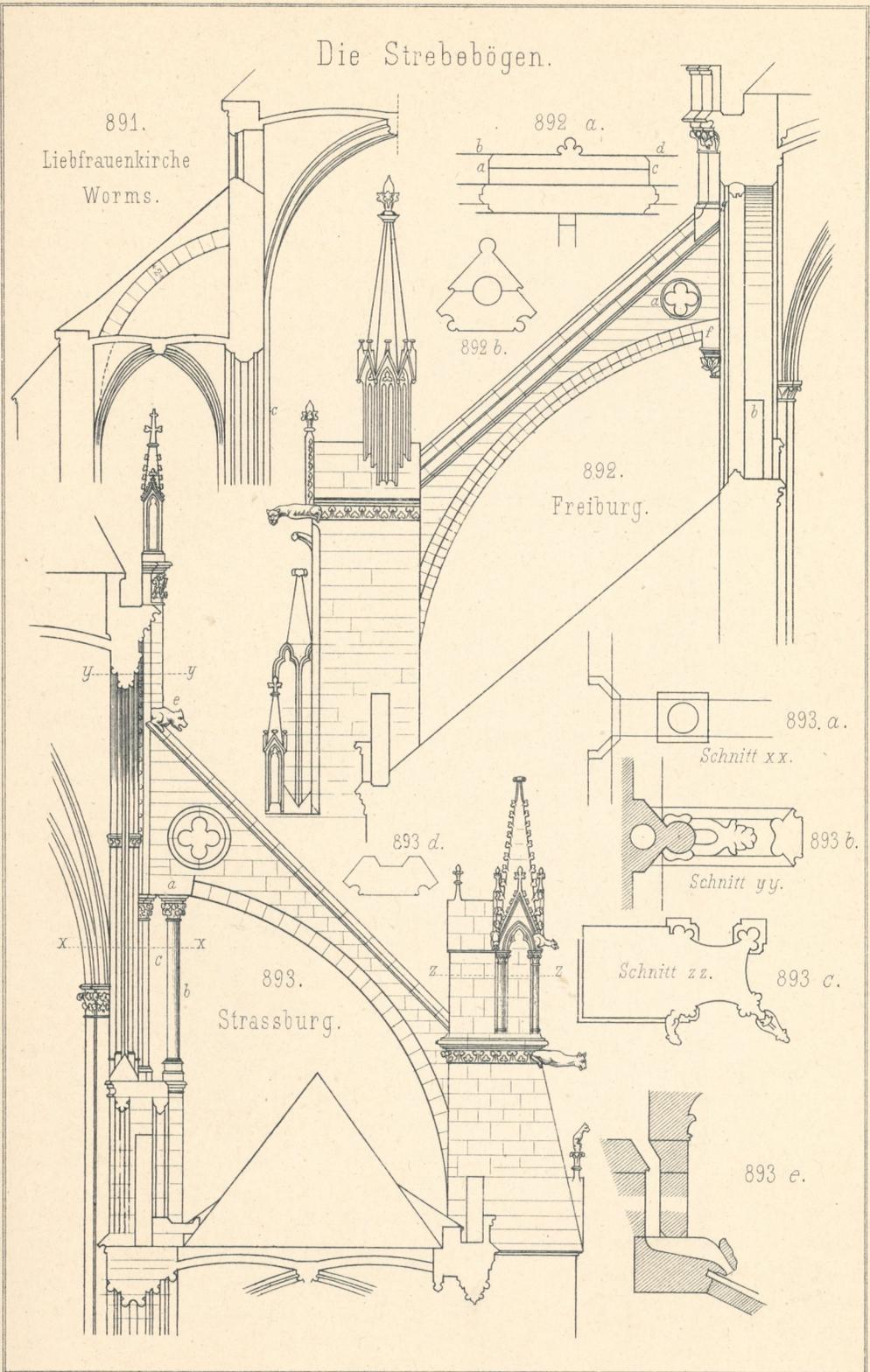
des Gewölbeschubes neutralisiert wird. Die Intensität dieser Kraft ist abhängig von dem Gewicht und der Krümmung des Bogens, sowie dessen Belastung, die Richtung der Kraft aber von der Richtung seines Anschlusses an die Mauer, mithin von der Lage seines Mittelpunktes (vgl. Fig. 402—405). Der Effekt dieser Kraft würde daher dem Gewölbeschub gegenüber am grössten sein, wenn der in möglichster Schwere konstruierte Strebebogen nach einem Flachbogen geschlagen wäre, der gegen die Mauer horizontal oder auch steigend anfiel. Ist der Bogen stärker gekrümmt (z. B. als Viertelkreis geformt) und ist er weniger belastet, so ist sein Schub geringer. Man hat es somit in weiten Grenzen in der Hand durch Schwere, Krümmung und Steigung des Bogens seine Endkraft nach Grösse und Richtung so zu bemessen, wie es den Stabilitätsverhältnissen günstig ist (vgl. Fig. 408, 409, 410). Dabei kann der Schub des Bogens kleiner oder grösser als der Wölbschub sein.

Sind Strebebogen verwandt, welche über Gebühr stark schieben, so werden sie die beiden Wände gegeneinander zu drängen suchen und infolgedessen die Gewölbe fest einspannen. Kreuzgewölbe können eine solche vergrösserte Querspannung durch die mehrfach erwähnte Steifigkeit ihrer Kappen oder Gurte in gebotenen Grenzen ohne Schaden ertragen (vgl. S. 174, 341). Somit sind zu schwere Strebebogen für die Gewölbe bei richtiger Anfallhöhe weniger ungünstig, ja sie können sogar bei „richtig“ versteiften Gurten die Unbeweglichkeit des ganzen Werkes vorteilhaft erhöhen, sie haben aber einen anderen Nachteil im Gefolge. Denn die gleiche grosse Schubkraft, welche der Bogen oben gegen die Wand ausübt, tritt auch am unteren Ende auf, weshalb ein übermässig schwerer Strebebogen auch einen besonders starken Strebepfeiler verlangt, also durch grösseren Massenaufwand erkauft werden muss. Es folgt hieraus, dass in der Regel eine leichte Konstruktion des Bogens vorteilhafter sein muss. Es handelt sich daher zunächst darum, den Querschnitt des Strebebogens so weit zu verringern, als es die Verhältnisse der Druckfestigkeit den durch denselben auf die Strebepfeiler zu übertragenen Druckkräften gegenüber gestatten. Diese Druckkräfte können aber, wie weiter oben (S. 166) angeführt ist, bei Wind- oder Lastschwankungen sich ändern, oder mit anderen Worten, es können in dem Strebebogen zeitweise flachere und krummere Stützlinien auftreten. Um diese jederzeit aufnehmen zu können ohne zu zerbrechen, ist das nächstliegende Mittel eine versteifende Übermauerung des Bogens. Da aber durch dieselbe dem Strebebogen eine mit der Steigung des Rückens zunehmende Belastung auferlegt wird, so ist oft, wenigstens bei irgend bedeutender Steigung, jene aufgesetzte Mauer von einem grossen, zuweilen nasenbesetzten Kreis durchbrochen (s. bei *a* Fig. 892).

Es wirkt bei der Gestaltung des Strebebogens nach dem Viertelkreis die Schubkraft desselben in etwa wagerechter Richtung gegen die Mittelschiffsmauer, also dem auf eine Umkantung dieser Mauer gerichteten wagerechten Teil des Gewölbeschubes direkt entgegen, so dass der senkrechte Teil dieses letzteren in seiner vollen Kraft bestehen bleibt, die Schiffspfeiler und die darüber befindlichen, schwächeren Konstruktionsteile belastend. Da wo aber gerade in Beziehung auf die letzteren eine Verringerung der Belastung wünschenswert wird, ist es vorteilhaft, den Strebebogen so zu gestalten, dass seine Schubkraft in ansteigender Richtung an die Mauer stösst, mithin einen Teil jener senkrecht wirkenden Kraft neutralisiert. Diese ansteigende Richtung aber ergibt sich durch Annahme eines grösseren Radius für den Strebebogen, also durch Verlegung des Mittelpunktes an die innere Mauerflucht, wie in Fig. 891 bei *c*, oder weiter einwärts, hierdurch aber erhält der Strebebogen eine den Viertelkreis übersteigende Höhe. Ist nach den gesamten Verhältnissen des Durchschnittes diese Höhe nicht vorhanden, so kann ein Einschneiden des Strebebogens in das Seitenschiffsdach oder selbst ein Hinabführen auf die Anfänge der Seitenschiffgurten nötig werden. An dem Regensburger Dom ist eine mindere Höhe der Strebebogen dadurch erzielt worden, dass dieselben aus drei Mittelpunkten geschlagen sind.

Form der
Bogenlinie.

Die Strebebögen.



Unterhalb des Anschlusses der Strebebogen sind bei völligem Ausgleich der Schübe (vgl. Fig. 409) für die Mauer des Mittelschiffes oder vielmehr für die dieselbe bildenden Pfeiler nur noch die Stärken nötig, welche durch das Verhältnis der Festigkeit des Steines, gegenüber der gleichfalls durch die Strebebogen ver-ringerten Belastung, erfordert werden. Hieraus ergibt sich die Möglichkeit, den erwähnten Pfeiler durch zwei Stützen zu ersetzen, zwischen welchen der zu einem Durchgang erforderliche Raum ausgespart ist (s. Fig. 892 bei *b*), mithin einen die Fenster des oberen Lichtgadens zugänglich machenden Umgang zu konstruieren, wie ein solcher bereits in Fig. 857 dargestellt ist. In den Werken der Bourgogne, in der Kathedrale von Toul (s. Fig. 850) und dem Freiburger Dom (892) liegt der Umgang im Inneren, die Fensterwand ist in die äussere Mauerflucht gerückt. Der Strebebogen schliesst entweder unmittelbar an die Mauerflucht, wie in Fig. 891, oder an einen dem unteren Schiffspfeiler aufgesetzten, etwa auch aus-gekragten Strebepfeiler, wie in Fig. 895, oder endlich, wie in Fig. 892, an eine blossе Auskragung an. Im Inneren aber greift eine jener Anordnungen Platz, welche bereits bei den Umgängen einschiffiger Kirchen erklärt worden sind. Beispielsweise zeigt Fig. 892 die Tonnengewölbe in der Mauerdicke, Fig. 892a den Grundriss dieser Figur in der Höhe jenes Durchganges, welcher bei einer die volle Jochlänge ausfüllenden Fensterreihe eine etwa der Fig. 855a entsprechende Gestaltung annehmen würde.

Umgänge
in der
Mittelwand
unterhalb der
Bogen.

Auf denselben konstruktiven Prinzipien beruht die Anlage der äusseren Umgänge. Dabei wechselt die Fensterwand mit jenen inneren Pfeilern *abcd* in Fig. 892a den Platz, rückt also in die innere Mauerflucht. Bei grosser Fensterbreite kommt dann der Wandpfosten dem Schildbogendienst anzuliegen, ersetzt denselben auch wohl, während jene innerhalb der Mauerdicke gelegenen Tonnengewölbe nach aussen zu Tage treten, wie an der Kathedrale von Reims (s. Fig. 894).

Wir bemerken hierbei, dass die ansteigende Durchschnittsbildung dieser Tonnengewölbe nicht willkürlich ist, sondern sich im Grundriss an dem Gewände des Pfeilers in der Ecke am Kreuzschiff entwickelt (s. Fig. 894a), wo sich allein durch die Annahme der dann auch am Bogen und vor den übrigen Jochen durchgeführten Schräge die Möglichkeit der Anlage des Pfeilers *a* ergibt.

Wo jedoch die Stärke, welche die auf den Fensterbogen ruhende Mauer durch jene Tonnengewölbe erhält, das Bedürfnis übersteigt und lie durch die nötige Steifigkeit (s. S. 342), die Anlage der Rinnen und Galerien, sowie die Auflagerung der Dachbalken geforderte obere Breite der Mauer leicht durch die Gesimsbildung und durch innere Auskragungen gewonnen werden kann, da fallen die Tonnengewölbe oder vielmehr die ausserhalb der Fensterwand lie Pfeiler verbindenden Bogen weg, und es bleiben nur die Pfeiler in der Dice der Strebebogen oder einer wenig grösseren Stärke stehen. Gegen diese Pfeiler sind dann die Strebebogen geschlagen, und sie sind unterhalb des Anschlusses derselben mit Durchgängen versehen, während sie nach oben entweder in den Strebebogen abschliessen, oder, sich durch dieselben fortsetzend, eine eigene Endzung erhalten. Ein Beispiel dieser Art zeigt die Kathedrale zu Soissons (VIOUET L DUC tom. I.

Frei-
stehende
Säule unter
dem Strebe-
bogen.

pag. 63). Dem zu erfüllenden Zweck gegenüber genügt es aber, wenn die durch die äusseren Pfeiler gebildete Stärke beim Anschluss des Strebebogens vorhanden ist, d. h. es kann der Strebepfeiler auch oberhalb der durch den Durchgang geforderten Höhe ersetzt werden durch eine frei stehende Säule, deren Kapitäl dem vorderen Ende des den Strebebogen aufnehmenden Werkstückes untersteht, während das hintere Ende des letzteren in die Mauer eingelassen ist und etwa durch einen, vor der Flucht derselben vortretenden Wandpfeiler weitere Unterstützung findet. Ein Beispiel dieser Art zeigt das Strebesystem des Strassburger Münsters (s. Fig. 893). Hier ist *a* das Werkstück, welches dem Scheitel des Strebebogens entgegensteht und von der Säule *b* getragen wird, *c* der Wandpfeiler, dessen Breite über die Stärke des Strebebogens hinausgeht, wie der Grundriss Fig. 893a darthut, so dass dieser Überschuss zu beiden Seiten des Strebebogens hinauf bis unter das Gesims dringt.

Durch eine steilere Richtung des Strebebogenrückens lässt sich die Höhe, auf welche der Widerstand gegen den Gewölbeschub wirksam ist, in einer bei mässigeren Dimensionen ausreichenden Weise vergrössern, wobei immerhin das Mass der Belastung vermittelt der bereits oben erwähnten Durchbrechungen zu verringern steht. Nehmen wir nun eine vollständige Durchbrechung des zwischen dem Strebebogen und dem geradlinigen Rücken befindlichen Dreieckes an, also etwa die Ausfüllung desselben durch eine Masswerk- oder Pfostenkonstruktion, deren Stärke eben hinreichend wäre, die Werkstücke der Abdeckung zu tragen (s. Fig. 899), so würde die Widerstandskraft der Höhe zwischen Bogen und Abdeckung verloren gehen und ausser dem Bogen selbst nur noch der geradlinige Rücken oder die Abdeckung eine zweite Absteifung der Mauer bilden, dabei aber immer noch genügende Sicherheit gewonnen sein, weil, selbst wenn ein Teil der Schubkraft zwischen den beiden gesicherten Punkten in Fig. 899 wirken sollte, dennoch der Abstand derselben voneinander zu gering ist, als dass eine Ausbiegung der Mauer erfolgen könnte.

2 Strebe-
bogen über-
einander.

Die Sicherheit der durch den Rücken des Strebebogens gewonnenen seitlichen Absteifung steht aber im umgekehrten Verhältnis zu der Steigung desselben und der Widerstand geht beinahe völlig verloren, wenn dieselbe noch steiler ist als der Wölbschub. Jene doppelte Absteifung aber lässt sich in vollkommener Weise gewinnen und zugleich die Höhe der dadurch gesicherten Linie nach Belieben steigern durch die Anlage doppelter Strebebogen übereinander. Es erreicht dann der untere Strebebogen die Mittelschiffsmauer etwa um die Pfeilerdicke oberhalb der Kapitälhöhe, und der obere etwa auf $\frac{2}{3}$ — $\frac{3}{4}$ der Gewölbhöhe, letzterem fällt ganz besonders die Aufgabe zu, den oben angreifenden Windkräften usw. zu widerstehen. Die Richtungen der Abdeckung werden minder steil und demnach müssen in der Regel auch die Durchbrechungen wegfallen.

Der Anschluss des oberen Strebebogens geschieht an den grösseren Werken, so an den Kathedralen von Köln, Amiens und Beauvais, ganz in derselben Weise, wie jener des unteren, an den durch eine Säule gestützten Sturz, so dass die obere Säule gerade über der unteren zu stehen kommt. Da aber der Zweck des Durchganges unter dem oberen Strebebogen wegfällt, so findet sich zuweilen (so

an der Kathedrale von Chalons, s. Fig. 898) jene frei stehende Säule durch einen äusseren Strebepfeiler ersetzt, dem die den Strebebogen aufnehmende Säule gleichsam als Dienst anliegt. Dieser obere Strebepfeiler ruht dann auf dem unteren Sturz und seine Vorderflucht bleibt hinter jener der unteren Säule zurück. Jener äussere Strebepfeiler gewährt zugleich eine sehr nützliche Verstärkung gegenüber der einwärts drängenden Kraft des oberen Strebebogens, welche die Mauer an einer Stelle trifft, wo der eigentliche Gewölbeschub nur mittelbar wirksam ist und der Winddruck nur zeitweise wirkt. Noch grössere Sicherung würde sich jener einwärts drängenden Kraft gegenüber ergeben durch Aufführung von transversalen, nach oben wagerecht ausgeglichenen Mauern auf den Gurtbogen, wie an der Kathedrale von Reims, welche dann, um die übermässige Belastung der Bogenschenkel zu vermeiden, in den Ecken von Kreisen durchbrochen sein können.

Einzelne Werke, so die Kathedrale von Bourges, zeigen sogar drei Strebebogen übereinander, die dann um so zuverlässiger den jeweiligen Schwankungen der Schübe nach ihrer Stärke und Angriffshöhe begegnen können. Nötig ist eine solche grosse Zahl von Bogen jedoch nie, sie dürfte ihr Dasein auch nur dem Umstande danken, dass der Meister die Kraftwirkung anfangs nicht klar genug durchschaut hatte. Auch die Einführung des zweiten, oberen Bogens dürfte zunächst der Beobachtung entsprungen sein, dass ein tief und überdies mit kurzer Basis anfallender Bogen die oberen Mauerteile zu wenig absteifte, was sich nach den ersten stärkeren Stürmen, die das Bauwerk trafen, zeigen musste.

Eine eigentümliche, formell an das System der doppelten Strebebogen erinnernde, dem Wesen nach aber auf völlig verschiedenen Prinzipien beruhende Konstruktion zeigen die Strebebogen der Kathedrale von Chartres. Hier sind die unteren, oder vielmehr die wirklichen Strebebogen durch eine konzentrische, nach beiden Seiten ein Traufsims bildende Schicht abgedeckt, auf welcher in radianter Stellung kleine mit Rundbogen verbundene Säulen stehen. Auf den nach oben zu einer den Strebebogen konzentrischen Bogenlinie ausgeglichenen Rundbogen liegt eine niedrige Schicht grösserer Werkstücke und auf letzterer ein dem unteren konzentrischer und überhaupt an Stärke entsprechender Bogen, der nach oben durch eine Aufmauerung nach ansteigenden geraden Linien ausgeglichen und mit einer nach beiden Seiten profilierten Abdeckung versehen ist. Es sind also wirklich, die niedrigen Abdeckungsschichten und die Arkaden ungerechnet, zwei Strebebogen vorhanden, aber eben die Verbindung beider durch die Arkaden, welche den oberen Bogen stützen und die ganze Last auf den unteren übertragen, benimmt dem oberen für gewöhnlich die Schubkraft, während sie diejenige des unteren verstärkt, so dass der obere Bogen nun mehr eine passive Absteifung bildet, wie sie eine geradlinig ansteigende Abdeckungsschicht in gleicher Weise bilden würde.

Doppelbogen von Chartres.

Dieser, seinen Feinheiten nach bisher viel zu wenig beachtete Doppelbogen zu Chartres giebt ebenso wie die von Durchbrechungen getragenen Abdeckungen (Fig. 897, 899) den unverkennbaren Beweis, dass die alten Meister die Bedeutung der Oberbogen, bezw. der steifen Gesimse über einfachen Bogen als zeitweis in Wirksamkeit tretender Steifen gegen Windschwankungen mit grösster Schärfe erkannt und in musterhafter Weise nach ihrem Gefüge und architektonischem Ausdruck zur Durchbildung gebracht haben.

Jene Belastung des unteren Bogens aber verhindert zugleich eine Ausweichung der Werkstücke desselben und sichert so seine Kurve.

Belastung des Bogenrückens.

Eine derartige Sicherung durch Belastung findet sich in verschiedener Weise bewirkt; so am Dom zu Köln durch eine dem Rücken des Strebebogens aufgesetzte Masswerk Galerie, an anderen Werken aber durch gewisse, die Abdeckung bzw. Wasserleitung tragende Pfosten und Bogenstellungen, von denen weiter unten die Rede sein wird.

In weitaus einfacherer Weise wird jene Unveränderlichkeit der Kurve gesichert durch die Gestaltung der Abdeckung nach einem scheinbaren oder aber nach einem flachen Bogen im entgegengesetzten Sinne, wie in St. Benigne zu Dijon (s. Fig. 895). Hiernach sichern die beiden Bogen einander gegenseitig und beide verspannen sich in gleicher Weise zwischen die Strebepfeiler und die Mittelschiffsmauer. Die formale Wirkung aber der oberen Kurve ist bei diesem Beispiel keine günstige, was wohl darauf zurückzuführen ist, dass die Kurve an dem Strebepfeiler wieder in eine steilere Richtung umbiegt.

Äusserst eigenartige Strebebogen zeigt die Andreaskirche in Hildesheim. Es sind hier vom Mittelschiff aus Spitzbogenäste gegen die Mitte des Strebebogens hinaufgeführt, welche die schwache Stelle in der Mitte des Strebebogens stützen und zugleich der veränderlichen Schubwirkung in den weitesten Grenzen gerecht werden.

Die Strebebogen über doppelten Seitenschiffen.

Wir haben bereits S. 289 ausgeführt, dass bei fünfschiffigen Kirchen die Strebebogen entweder die beiden Seitenschiffe in einem Bogen überfliegen, wie an der Kathedrale von Paris und dem Ulmer Münster, oder aber nach der gewöhnlicheren Weise in doppelten Spannungen geschlagen sind. In letzterem Falle setzen auf den die Schiffe scheidenden Säulen sich Pfeiler auf, welche das Seitenschiffsdach durchdringen, und an welche sich beide Strebebogen anschliessen. Der untere Strebebogen soll dabei die dem Zwischenpfeiler durch den oberen zugeführte Schubkraft auf den äusseren Strebepfeiler übertragen, so dass der Zwischenpfeiler, lediglich unter dem Eindrucke einer lotrecht wirkenden Belastung stehend, keiner bedeutenden Stärke bedarf. Es müssen sich daher die Schubkräfte der beiden Bogen, welche nicht im Bogen selbst, sondern auch in dessen Übermauerung liegen können, zwanglos aufheben können. Bei Fig. 896 ist in wünschenswerter Weise der Rücken beider Bogen in eine gerade Linie gelegt, dabei ist es meist noch möglich, dass die Angriffspunkte *a* und *b* des oberen und unteren Schubes sich etwa wagerecht einander gegenüber legen. Wenn nun auch aus einer geringen Entfernung der Angriffspunkte *a* und *b* eine wirkliche Gefahr nicht hervorgeht, so kann doch jene in Fig. 896a angegebene Anordnung unter Umständen nötig werden, wonach, wie an dem Chor von St. Ouen in Rouen, der Anschluss des unteren Strebebogens an dem Zwischenpfeiler etwas höher gerückt ist, so dass die Schubkraft desselben der des oberen direkt entgegenwirkt, wobei selbst die geradlinige Fortsetzung der Abdeckungen aufhört.

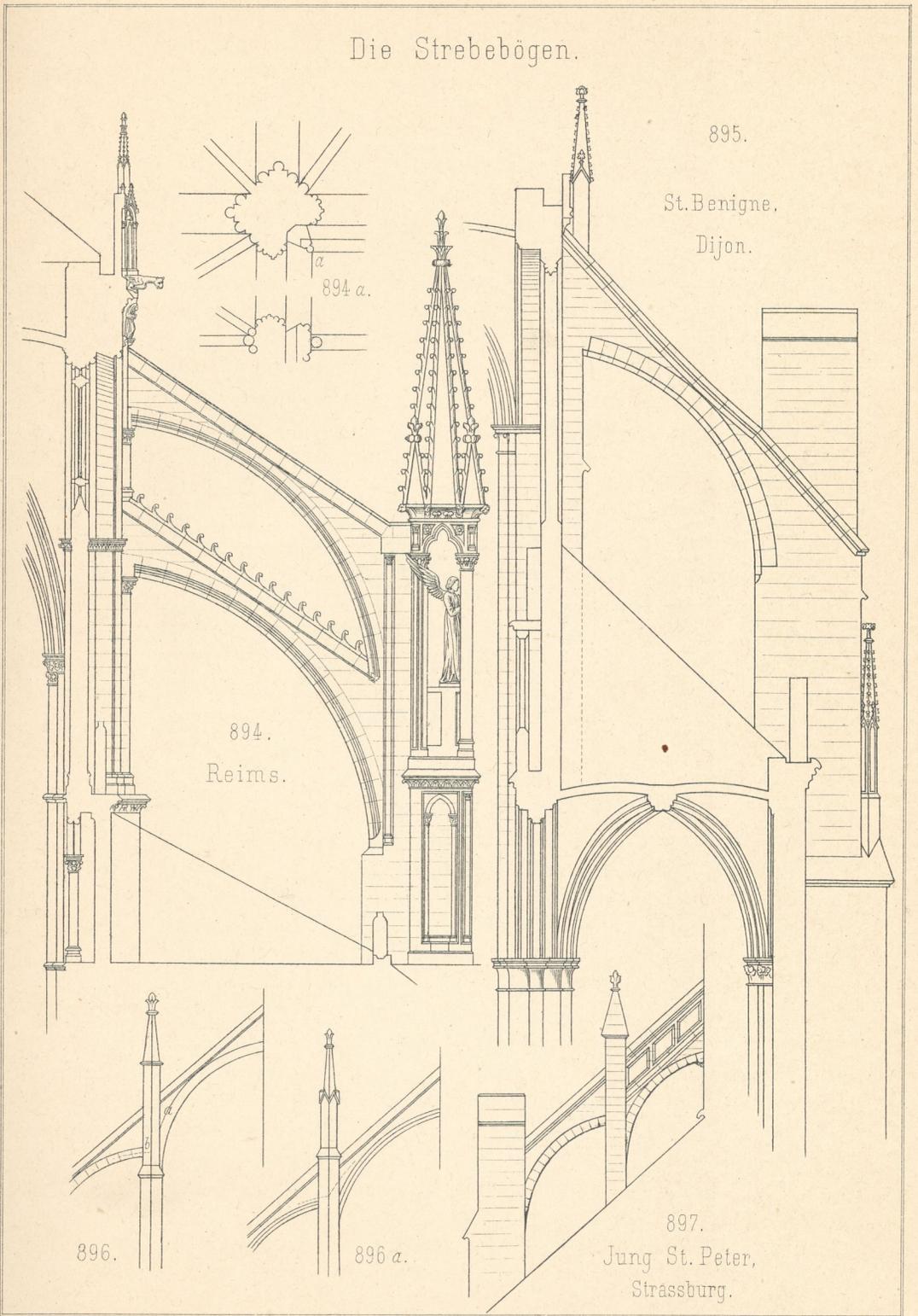
Wenn die Anlage der doppelten Strebebogen übereinander aus der Absicht hervorging, die ganze, den verschiedenen Schüben ausgesetzte Höhenlinie der Mauer durch eine Sicherung ihrer Endpunkte abzusteifen, so kann dasselbe Prinzip

Gegenkurve
der Ab-
deckung.

Einfacher
und doppel-
ter Bogen-
flug.

Anschluss
an den
Zwischen-
pfeiler.

Die Strebebögen.



895.

St. Benigne.

Dijon.

894.

Reims.

896.

896 a.

897.

Jung St. Peter,
Strassburg.

in umgekehrtem Sinne auch bei doppelten Spannungen der Strebebogen Anwendung finden, in der Weise, dass der durch zwei obere Absteifungen dem Zwischenpfeiler zugeführten Schubkraft nur eine untere entgegenwirkt. Ein einfaches Beispiel dieser Art zeigt das Strebesystem von Jung St. Peter in Strassburg (s. Fig. 897). Hier sind nämlich dem Rücken des eigentlichen Strebebogens Pfeiler aufgesetzt, welche die nach einer ansteigenden Linie gelegten Werkstücke tragen. Durch diese letzteren wird also eine zweite Steife gerade wie bei einer vorübergehenden Abstützung mit Holz gebildet, so dass die Schubkraft des Mittelschiffsgewölbes und der Windschub dem Zwischenpfeiler in zwei übereinander liegenden Punkten zugeführt und nur durch den einfachen unteren Strebebogen, welcher mit seiner ganzen Masse jenen doppelten Angriffspunkten entgegenwirkt und zwischen dieselben stösst, auf den äusseren Strebepfeiler hinüber geleitet wird. Entschiedener ist die in Rede stehende Absicht ausgesprochen, wenn zwei oberen Strebebogen ein unterer entgegenwirkt. Eine derartige Anlage findet sich z. B. in dem ursprünglichen Strebesystem von Notredame in Paris, wo der untere Strebebogen der zweiten Spannung den in verschiedenen Höhen an ein und denselben Zwischenpfeiler stossenden Schubkräften des Galeriegewölbes und der unter dem Dach dieses letzteren verborgenen und dasselbe tragenden Strebebogen entgegenwirkt.

Doppelte
Bogen über
doppelten
Seiten-
schiffen.

Doppelte Spannungen von Strebebogen finden sich an den Chorumgängen einzelner französischen Kathedralen durch die S. 303 angeführte Grundrissanlage der die Kapellen scheidenden Pfeiler bedingt, so dass die äusseren Strebebogen eine weitaus geringere Spannung erhalten, mithin ihre aktive Wirkung nahezu verschwindet. Deshalb ist z. B. in Amiens ganz auf diese Kraft verzichtet und der letztere Strebebogen nur als Leiter der Schubkraft auf die äusseren Pfeiler aufgefasst, daher durch einen vollen Spitzbogen ersetzt worden.

Die Anordnung des Wasserablaufes beim Strebesystem.

Die früheste, noch im 13. Jahrhundert an der Kathedrale zu Reims angenommene Anordnung unterscheidet sich in keiner Weise von der bereits erklärten, der Rinnen und Ausgüsse. Durch die letzteren wird das von dem Mittelschiffsdach kommende Wasser aus der Rinne in die Luft hinausgeworfen, in welcher es sich bei der geringsten Bewegung derselben zerstreut und so die Seitenschiffsdächer trifft, ohne in diesem zerteilten Zustand einen gar zu grossen Schaden anzurichten. Wenn sich die Ausgüsse nun gerade über den Strebebogen angebracht finden, so mag die Ursache davon eher in einem formellen Bedürfnis, als in der Absicht gefunden werden, die Rücken der Strebebogen zur Brechung des Wasserstrahles zu benutzen, welcher dieselben bei dem geringsten Winde gar nicht erreichen dürfte.

Rinnen und
Wasser-
speier.

Ganz abgesehen von der Schädigung der Seitendächer liegt ein nicht zu entfernender Widerspruch darin, dass das von dem einen Dach herabfliessende Wasser erst in der Rinne gesammelt, dann wieder in der Luft zerteilt auf ein zweites Dach fällt, an dessen Fusse die Vereinigung sich wiederholt. Es handelt sich demnach darum, entweder einen Schritt zurück oder einen solchen vorwärts zu thun, d. h. entweder die Vereinigung des Wassers in der Rinne des Mittelschiffsdaches, mithin diese Rinne selbst, wegzulassen, oder aber das in derselben

gesammelte Wasser in besonderen Leitungen über das Seitenschiff fortzuführen. Die erste Anordnung ist die an den romanischen Werken übliche, die indes noch mehrfach in der gotischen Periode vorkommt, u. a. an Notre-dame zu Dijon. Freilich fehlen derselben auch die unteren Rinnen, doch würde deren Hinzufügung eine mit dem freien Abfluss von dem oberen Dache sehr wohl vereinbare Verbesserung sein und sich dadurch rechtfertigen, dass das Wasser von dem unteren Dache auf die wagerechte Bodenfläche, statt wie von dem oberen auf die geneigte Dachfläche fällt, eben deshalb aber leichter an die Mauern zurückgetrieben wird, wenn es nicht, wie durch die Ausgüsse geschieht, auf eine grössere Entfernung über dieselben hinausgeworfen wird.

Leitung auf
dem Bogen-
rücken.

Was nun die zweite Anordnung betrifft, so sind zur Anlage einer besonderen Leitung die Rücken der Strebebogen ganz besonders geeignet, und es handelt sich daher nur darum, erstlich den Querschnitt der letzteren aus dem Umriss des Wimperges in den der Rinne hinüberzuführen, dann aber die so gebildete Rinne mit dem von der Rinne des Mittelschiffsdaches ausgehenden Strahl zu erreichen. Die Erfüllung dieser letzteren Bedingung wird aber in dem Masse schwieriger, als der Höhenabstand von dem Anschluss des Strebebogens bis zur Dachrinne wächst, wie das besonders bei einfachem Strebebogen stattfindet. Es stellt sich dadurch die Notwendigkeit einer vertikalen Leitung heraus.

An dem Strassburger Münster sind, wie die Figuren 893—893b zeigen den oberen Mauern des Mittelschiffes Wandpfeiler vorgelegt, an welche die Strebebogen anschliessen und welche oberhalb dieses Anschlusses noch durch auf dem Rücken der Strebebogen aufsitzende Säulchen verstärkt sind. Die Kapitäl der letzteren sind dann, wie Fig. 893 zeigt, aus der Höhe der Dachgalerie genommen und tragen die über letztere emporragenden Fialen. Innerhalb der solcherweise gebildeten Vorlage findet sich dann, wie der Grundriss Fig. 893b zeigt, ein senkrechtes Rohr ausgespart, durch welches das aus der Dachrinne kommende Wasser dem Wasserspeier zugeführt wird, der dasselbe in die den Rücken des Strebebogens bildende Rinne auswirft. Das Wasserrohr liegt demnach vor, nicht in der Mauer, und kann noch durch eine bleierne Ausfütterung gesichert werden. Fig. 893e zeigt den Durchschnitt der betreffenden Anordnung.

Ganz ähnlicher Art ist die zu Freiburg angenommene Leitung. Hier liegen, wie Fig. 892 zeigt, der Mittelschiffsmauer die nach fünf Achtecksseiten gebildeten, auf dem Rücken der Strebebogen aufsetzenden Wandpfeiler vor, welche unterhalb der Dachrinne mit weit ausladenden Kapitäl versehen sind, so dass hierdurch die Grundfläche gewonnen wird zu einem gleichfalls von der Dachbrüstung umzogenen Becken, aus welchem das Wasser durch das von jenem Wandpfeiler umschlossene Rohr hinabläuft und dem den Rücken des Strebebogens bildenden, gleichfalls geschlossenen Rohr zugeführt wird. Die Fig. 892b zeigt das Profil dieses letzteren.

Der wesentliche Unterschied dieser Anlage von der vorigen liegt also eben in dem vollständigeren Verschluss, in dem Ersatz der offenen Rinne durch ein geschlossenes Rohr. Ein Vorzug kann hierin um so weniger gefunden werden, als dadurch die Beseitigung einer etwaigen Verstopfung erschwert wird.

Von den oben erwähnten Anordnungen unterscheidet sich die bei VIOLLET LE DUC ersichtliche Kathedrale von Séz dadurch, dass der das Rohr einschliessende Pfeiler statt auf dem Rücken des Strebebogens aufzusetzen, etwa um die Höhe einer Schicht oberhalb des Anschlusses des letzteren an die Mauern ausgekragt ist, und diese Auskragung durch einen grossen, mit dem offenen Rachen nach unten gekehrten, also das Wasser offen in die Rinne auswerfenden Löwenkopf gebildet wird.

Wenn nun in der Annahme einer offenen Leitung überhaupt ein Vorzug zu finden ist, so wird derselbe noch zu steigern sein durch die Beseitigung der Vorderwand jenes das Wasser aus der Rinne hinabführenden Rohres, wonach dasselbe gewissermassen die Gestaltung einer lotrechten Rinne annimmt. Ein derartiges Beispiel bietet der Dom in Regensburg. Hier wird nämlich jener vorliegende Pfeiler, in welchem in den vorerwähnten Beispielen das Rohr hinabgeführt ist, durch ein dreiseitiges, nach zwei Seiten offenes Gehäuse ersetzt, so dass zwei der dasselbe begrenzenden Säulchen der Mauer anliegen und das dritte frei steht. Dieses Gehäuse steht auf dem Rücken eines Wasserspeiers, der das Wasser in die auf dem Strebebogen befindliche Rinne auswirft. Eine Verbesserung dieser Anordnung würde etwa durch die Verbindung derselben mit dem eigentümlichen Ausguss von Séz zu erzielen sein, so dass auch der Punkt, in welchem das senkrecht herabstürzende Wasser in die schräge Richtung umwenden muss, geöffnet wäre.

Die Öffnung der zwei Seiten des Dreieckes bringt den Nachteil mit sich, dass das innerhalb desselben herabstürzende Wasser, durch den Wind seitwärts getrieben, sich über die Seitenschiffsdächer verbreiten kann, ohne die auf dem Strebebogen befindliche Rinne zu erreichen. Durch eine rechteckige Grundform der Leitung mit geschlossenen Seitenwänden könnte diesem Nachteil begegnet werden, noch besser aber dadurch, dass die Rinne aus der senkrechten in eine geneigte Lage überginge, mit anderen Worten, dass die auf dem Rücken des Strebebogens befindliche Rinne kurz vor ihrem Anlauf an die Mittelschiffsmauer in eine steilere Richtung umkehrt und hierdurch dicht unter der eigentlichen Dachrinne die Mittelschiffsmauer erreicht. Ein derartiges Beispiel findet sich an dem Chor der Kathedrale von Auxerre (s. die in Fig. 899 dargestellte perspektivische Ansicht).

Die erwähnte Anordnung ist daselbst mit einer anderen verbunden, welche im wesentlichen denselben Zweck hat und sich an vielen mittelalterlichen Werken in der verschiedensten Gestaltung ausgeführt findet. Wir meinen eine Erhöhung der Rinne über den Rücken des Strebebogens, also die Bildung einer förmlichen, auf dem letzteren fussenden Wasserleitung. Dabei werden die die Rinne bildenden Werkstücke in ähnlicher Weise wie der Handlauf eines Treppengeländers getragen, entweder durch ein System lotrecht gestellter, durch gerade Überdeckung oder durch verschieden gestaltige Bogen verbundener Pfosten, wie in den Chören von Amiens und Auxerre (s. Fig. 899), oder durch eine zur Richtung der Rinne winkelrecht angeordnete Masswerkalerie, wie an dem Dom zu Köln. Eine einfachere Gestaltung dieser Art würde sich nach den oberen Strebe-

bogen von Jung St. Peter in Strassburg bilden lassen. Bei Anordnung eines Pfostensystems muss der eigentliche Strebebogen durch eine entweder konzentrische oder in ansteigender Richtung der Rinne parallel gelegte Schicht abgedeckt werden (s. Fig. 897), an welcher dann die Ansätze für die Pfosten angearbeitet sind. Dadurch nun, dass die Werkstücke dieser Schicht so gross genommen werden, dass jedes derselben mindestens von einem Pfosten getroffen wird, erhält ein jeder Wölbstein des Bogens seine Belastung und wird derselbe vor jedem Ausweichen nach oben gesichert. Dass in vielen, wenn auch nicht allen Fällen die obere Abdeckung neben der Wasserführung einer Absteifung zu dienen hatte, ist an anderer Stelle erwähnt.

Weitere Ausführung der Strebebogen in ihren einzelnen Teilen.

Bogenlinie. Was zunächst die Bogenlinie selbst betrifft, so haben wir schon oben gesehen, dass man meist den Bogen nicht wagerecht, sondern etwas steigend gegen die Wand treten lässt, also nicht einen Viertelkreis verwendet, sondern den Mittelpunkt mehr nach innen z. B. in die innere Mauerflucht legt. Nach Feststellung des Mittelpunktes aber findet sich der Radius unmittelbar aus der Entfernung desselben von der inneren Strebepfeilerflucht oder von dem hier aufgestellten, den Strebebogen aufnehmenden Dienst, welcher etwa über dem Gurtrippendienst des Seitenschiffes stehen kann. Die Bogenlinie entspricht demnach der Hälfte eines Spitzbogens, ist derselbe sehr steil, so wird seine obere Endkraft mehr oder weniger schräg nach oben gerichtet sein (Fig. 405), ist er niedrig, also von wenig über Halbkreishöhe, so wird die obere Gegenlagskraft ganz oder nahezu horizontal wirken (Fig. 402, 404). Je steiler der Bogen ist, um so geringer wird bei sonst gleichbleibender Schwere sein wagerechter Gegendruck sein und um so tiefer wird derselbe nach dem Strebepfeiler unten geleitet. Ausserdem wird der steile Bogen dazu dienen können, einen Teil der „senkrechten“ Mauerlast der Mittelwand abzufangen.

Eine Beschränkung der Bogenhöhe aber kann durch die allgemeinen Verhältnisse gefordert erscheinen und wird sich durch Hinabrückung des Mittelpunktes und Vergrösserung des Radius ergeben, so dass hiernach der Strebebogen nur als Segment eines halben Spitzbogens erscheint. Hierdurch kommt der Schub des Bogens höher zum Angriff auf den Strebepfeiler und wird bei sonst gleichbleibendem Bogengewicht vergrössert.

Querschnitt des Bogens. Die Bedingungen, von welchen die notwendige Stärke des Strebebogens abhängig ist, haben wir bereits oben untersucht und stellen in Bezug auf das dort Gesagte hier nur die Stärkenverhältnisse von zwei verschiedenen Werken einander gegenüber. Es beträgt nämlich an dem Freiburger Münster, wo die Unveränderlichkeit der Bogenlinie durch die auf derselben befindliche Aufmauerung gesichert ist, die Stärke der Bogenschicht 45 cm, bei einer Dicke von 40 cm und einer Spannung von 8 m, während an den nicht abgedeckten Strebebogen der Liebfrauenkirche zu Worms sich eine Stärke von 60 cm, bei einer Dicke von 90 cm und einer Spannung von etwa $4\frac{1}{2}$ m findet.

An den älteren Werken ist der Durchschnitt der Strebebogen einfach rechteckig oder gefast. Reichere Gliederung zeigen diejenigen von St. Ouen in Rouen (s. Fig. 900), noch zierlichere die des Kölner Domes und der Katharinenkirche in Oppenheim (s. Fig. 901b). Eine Konstruktion aus zwei aufeinander liegenden Schichten wie an den Scheidebogen ist der Aufgabe des Strebebogens nach eben so überflüssig, als nach dem geringen Dickenmass unpassend.

Dagegen finden sich an einzelnen späteren Werken nach der Analogie des Fenstermasswerkes eingefügte, hängende einfache oder nasenbesetzte Bogen der unteren Fläche angesetzt. Neben der Sparsamkeit der älteren Behandlungsweise ist derselben eine feinere Unterscheidung, eine schärfere Charakteristik eigen, insofern sie die reicheren Gliederungen für die inneren Räume, für diejenigen Bogen, unter denen Menschen einhergehen, aufspart, an den über den Dächern gespannten Strebebogen aber vermeidet. Dazu wirken solche feine Glieder dem mächtigen Schwung der Bogenlinie, den grossen Dimensionen der angrenzenden Bauteile gegenüber doch nur in beschränktem Masse.

Über die den Rücken der Strebebogen abdeckende Gesimsschicht gilt, wenn dieselbe keine Rinne einschliessen soll, das weiter hinten über die Giebel-Abdeckung. abdeckungen Gesagte, nur mit dem Unterschied, dass wegen der minderen Steigung die wagerechte Fugenrichtung gegen die zur Steigungslinie senkrechte vertauscht werden muss.

Wenig oder gar nicht ändert sich die äussere Form durch die Anlage eines geschlossenen Rohres in der Abdeckung, wie solche sich an dem Frei-Geschlossenes Rohr. burger Münster und der Katharinenkirche in Oppenheim findet. An dem letzterwähnten Werke ist freilich nur die Absicht einer solchen Anlage aus dem in Fig. 901 dargestellten Werkstücke *a* des äusseren Strebepfeilers ersichtlich, an welches die Abdeckung des Strebebogens anschliessen sollte. Fig. 901a zeigt dasselbe von vorn. An dem der oberen Mauer des Mittelschiffes eingebundenen Endstücke dieser Abdeckung *b* in Fig. 901 findet sich dagegen eine offene Rinne, welche freilich mit der an dem Strebepfeiler angenommenen Anlage in Widerspruch steht, so dass entweder eine Veränderung der ursprünglich beabsichtigten Anordnung oder die nachträglich vorzunehmende Hinzufügung der oberen Hälfte des Rohres anzunehmen ist. Die Fig. 892b zeigt sodann das Profil der auf dem Rücken der Freiburger Strebebogen befindlichen, aus zwei Schichten bestehenden, geschlossenen Rohre. Eine ähnliche Anordnung findet sich an St. Barbara zu Kuttenberg.

Prinzipiell ist die Anlage der geschlossenen Rohre an dieser Stelle überhaupt zu verwerfen, indes stammt dieselbe in Freiburg doch noch aus der frühgotischen Periode und scheint auch keinerlei Nachteile im Laufe der Zeiten herbeigeführt zu haben.

Die Vorzüge einer offenen Rinne auf den Strebebogen bestehen in der Leichtigkeit, womit jedes zufällige Hindernis des Wasserablaufes hinweggeräumt werden kann, und in der Beförderung des Austrocknens.Offene Rinne.

Die einfachste Gestalt einer offenen Rinne ist in der Fig. 893d enthalten, Reichere Gliederungen derselben finden sich an dem Strassburger Münster (siehe

Fig. 893b) und der Kathedrale zu Auxerre (s. Fig. 899). Wenn mit einer offenen Rinne Laubbossen verbunden sein sollen, so müssen dieselben mit Durchlässen versehen sein, d. h. es müssen die Hörner oder Stengel aus den Rändern der Rinne sich emporschwingen und oben zu einer einzigen Blatt- oder Knospengestaltung sich vereinigen (s. Fig. 902), oder es müssen die Blätter nach beiden Seiten sichtbar sein und mit ihren Dicken oberhalb des Durchlasses zusammenwachsen. Solche Gestaltungen finden sich an den Domen von Köln und Regensburg. An den französischen Kathedralen dagegen fehlen die Laubbossen häufig in diesem Falle und zwar selbst dann, wenn bei doppelten Strebebogen sie den Rücken der unteren, keine Rinne einschliessenden bekrönen.

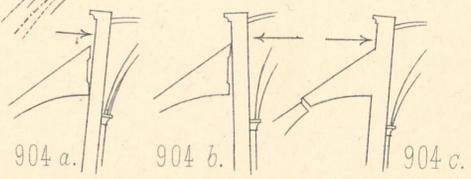
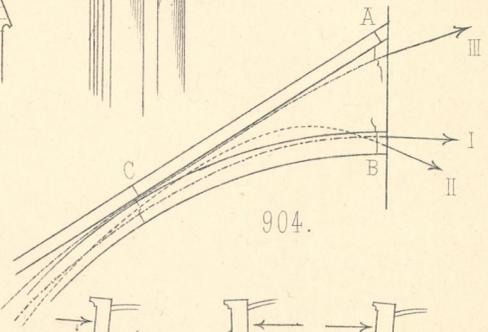
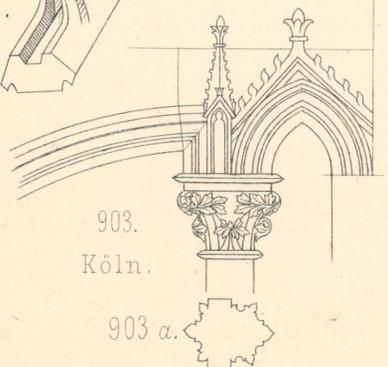
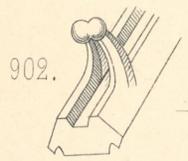
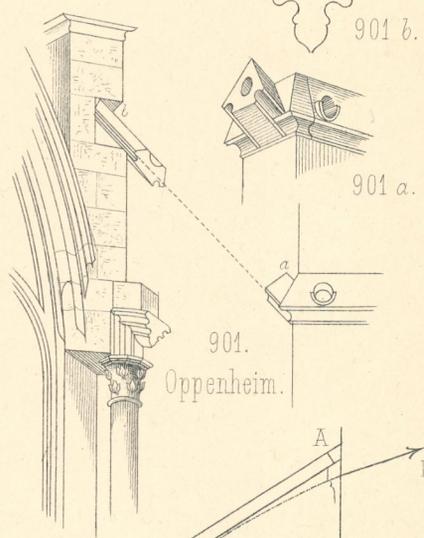
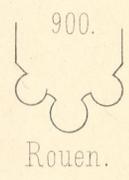
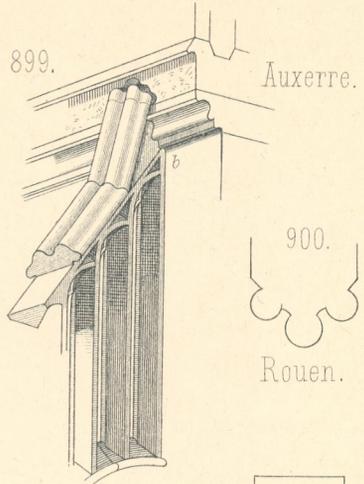
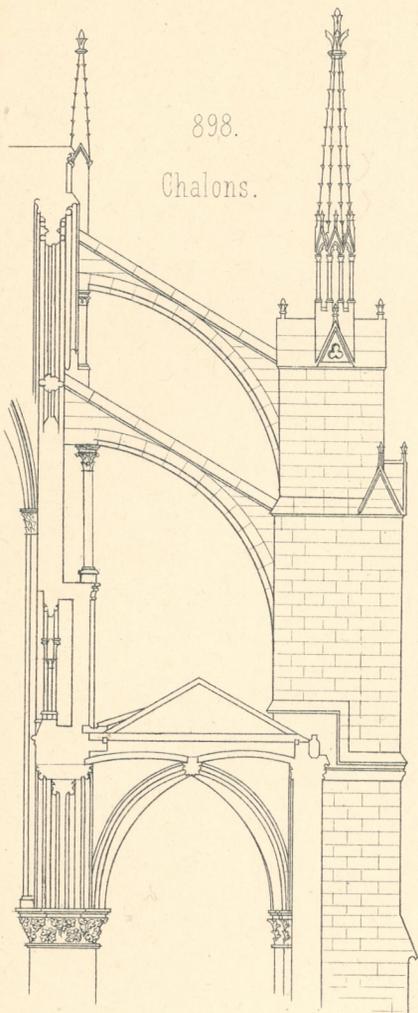
Anschluss
an das
Mittelschiff.

Der Anschluss der Strebebogen an die obere Mittelschiffsmauer geschieht, wie oben bemerkt, entweder unmittelbar oder gegen einen von Grund aufgeführten oder von Säulchen getragenen Strebepfeiler, dessen Stärke in der Regel mit jener des Strebebogens übereinstimmt. Im letzteren Falle tritt der Bogen gegen einen von der Mauer nach jenen Säulchen hin übergelegten Sturz, so dass die letzte radiale Bogenfuge ausserhalb des Unterstützungspunktes zu liegen kommt (s. Fig. 893 bei *a*). Dass dieser Sturz eine bedeutende Höhe haben oder durch darauf liegende Werkstücke verstärkt sein muss, ergibt sich aus der darauf lastenden Mauermaße. Er bleibt dann in der Regel einfach viereckig, so dass die Strebebogengliederung daran tofläuft oder sich durch eine Umkehrung in die lotrechte Richtung auf das Säulenkapitäl hinabsetzt, kann indes auch reichere Gestaltung annehmen. So sind in Amiens auf den Säulenkapitälen aufsetzende Blendbogen in die Seitenflächen gearbeitet, wodurch sich ein der verschiedenartigsten Ausführung fähiges Motiv ergibt, während in Köln das vollständige System der Wimpergen und Fialen sich daran durchgeführt findet, so dass, wie die Figuren 903 und 903a darstellen, die Strebebogengliederung sich zwischen den Ecksäulen auf das Säulenkapitäl hinabsetzt, zugleich aber die den Durchgang überspannenden, durch den Sturz gearbeiteten Bogen umzieht.

Der Anschluss der Abdeckung des Rückens geschieht in derselben Weise, so dass die Anfänge der betreffenden Gliederung einem eingebundenen Werkstück angearbeitet sind, wie die Fig. 901 bei *b* zeigt. Bei Anlage einer Rinne ist entweder der Anfang derselben mit dem Ausguss oder Wasserspeier aus einem Stück genommen, wie in Strassburg (s. Fig. 893 bei *e*), oder es muss eine vollständige Trennung stattfinden, wie sie sich z. B. nach der S. 397 erklärten Anlage von Séz ergibt, oder wenigstens der Wasserspeier auf einem Postament liegen, durch welches die Fuge hindurchgehen kann.

Die Gesamtmaße des auf dem Sturz lastenden Mauerteiles, gegen dessen Stirn der Strebebogen gespannt ist, bildet dann eine der Mittelschiffsmauer anliegende Strebemauer und kann entweder unter der Abdeckung des Strebebogens abschliessen, oder den verschiedenartigsten, die obere Mittelschiffsmauer und den Dachumgang verstärkenden Pfeiler- und Fialengestaltungen zur Basis dienen. So können entweder Pfeiler aufgesetzt werden, auf denen oberhalb des umgekröpften Dachgesimses die Fialen stehen, oder die letzteren in unmittelbarer Weise, so dass nur die Riesen in die Höhe der Dachgalerie zu stehen kommen, oder es können

Strebebögen.
Wasserleitung und Ausbildung einzelner Teile.



die Riesen ohne Leiber auf die Strebebogen oder endlich die Fialen erst oberhalb der Dachgalerie aufsetzen, wie in Strassburg (s. Fig. 893). Eine sehr schöne Auflösung findet sich an dem Chor der Kollegiatkirche zu St. Quentin, wo die Abdeckungen beim Anschluss an die Mittelschiffsmauer sich umrollen und auf die in solcher Weise gebildete Volute Figuren zu stehen kommen, welche der Mauer flucht anliegen.

Wie sich überhaupt die erwähnten Strebemauern den wirklichen Strebepfeilern analog verhalten, so finden die Fensterbogen, Wimpergen usw. in derselben Weise daran ihren Anschluss wie an den letzteren (s. Fig. 901).

Bezüglich des Anschlusses des Bogens an die Mittelwand weist VIOLLET LE DUC (dict. rais. de l'arch. Bd. I, S. 64) darauf hin, dass es wichtig sei, den Bogen oben nicht einbinden zu lassen, sondern eine senkrechte Anschlussfuge zu bilden, um durch die Möglichkeit des Gleitens bei verschiedenem Setzen der Mauerkörper ein Brechen des Bogens zu verhüten. Er behauptet, dass ein Fehlen dieser freien Anschlussfuge sich fast immer verhängnisvoll erwiesen habe.

Dazu ist zu bemerken, dass ein Gleiten bei einem eingespannten Bogen als unwahrscheinlich und auch bedenklich zu bezeichnen ist, dass dagegen die offene Fuge bei Bewegungen, besonders bei Windschwankungen, sich in anderem Sinne als günstig erweisen kann. Wenn in Fig. 904 die gewöhnliche Drucklinie durch *I* bezeichnet wird, so wird sich dieselbe bei Wind von links nach Art der Linie *II* verschieben, bei Wind von rechts wird sich dagegen die straffere Linie *III* bilden. Dabei kann sich unter Umständen der Druck so weit gegen die obere oder untere Kante schieben, dass ein jeweiliges Klaffen der Fuge (vgl. S. 148) an der entgegengesetzten Seite eintreten kann. Ist eine durchgehende Fuge vorhanden, so kann diese sich ungehindert etwas öffnen; fehlt dieselbe, so kann dagegen bei fest verzahntem Werkstein ein Zerreißen an den Stellen *A* oder *B* eintreten, oder aber, wenn die Festigkeit des Materiales dem widersteht, also eine feste Einspannung des Endes anzunehmen ist, ein Brechen des Bogens bei *C*.

Der Vorgang führt sich dem Verständnis noch klarer vor, wenn man ihn nicht statisch, sondern dynamisch betrachtet, wie es die Skizzen 904a, b, c darthun. Fig. 904a zeigt die Fuge oben geöffnet bei linksseitigem Wind, Fig. 409b dagegen unten bei Wind von rechts und Fig. 409c veranschaulicht das Brechen des Bogens an seiner schwächsten Stelle, wenn er oben fest eingespannt war.

Die Höhenverhältnisse der Basilika.

Es stehen die Höhen der Schiffe in einer gewissen Beziehung zu dem seither entwickelten konstruktiven System, wenn schon die dadurch gezogenen Grenzen sehr weite sind. Setzen wir z. B. die Weite der Seitenschiffe = 1, die des Mittelschiffes = 2, die Höhe des Seitenschiffes = 2, die Höhe des Triforiums = 1, so dass das Dach etwa die Richtung von 45° erhält und die Höhe des Fensterstockes = 2, so ergibt sich für das Mittelschiff das Höhenverhältnis von 2:5. Diese ist schon als ein Maximalverhältnis anzusehen, da die Fenstersohlen weit unter die Dienstkäpfele zu liegen kommen, so dass in gewöhnlichen Fällen eine Beschränkung erforderlich wird. Eine solche würde zunächst die Höhe des Fensterstockes, oder Lichtgadens nach dem alten besseren Ausdruck, betreffen. Wenn die Fensterbreiten die volle Jochlänge zwischen den Diensten einnehmen, so kann man die Fensterhöhe nicht gar zu sehr verringern, man wird dann äussersten Falles die Sohlbänke in die Höhe der Dienstkäpfele schieben, wonach die Höhe des Lichtgadens, durch die Gewölbehöhe bedingt, etwa $1\frac{1}{4}$ betragen wird. Reduzieren wir dann weiter auch die Höhe des Triforiums auf $\frac{3}{4}$, so wird

das Höhenverhältnis des Mittelschiffes jenem der Seitenschiffe entsprechen und 1:2 betragen. Durch Verringerung der Seitenschiffshöhen wird auch das Mittelschiff noch niedriger.

Noch geringere Höhen können bei geringeren Fensterbreiten erzielt werden, wofür wir die Reimser Kirche (Fig. 921) als Beispiel anführen, in welcher die Kapitäle der Triforiumsäulen in die Höhe der Dienstkaptäle zu liegen kommen, so dass die Sohle der etwa $\frac{2}{5}$ der Jochlänge weiten Fenster hinauf nach der Basis des Schildbogens rückt und für das Mittelschiff ein Höhenverhältnis von 2:3 sich ergibt.

Gestaltung der die Strebebogen aufnehmenden Strebepfeiler.

Die Widerlager der Strebebogen bilden die Aufsätze der den Seitenschiffmauern anliegenden Strebepfeiler. Um die Spannweite der Strebebogen möglichst zu verringern und dem Schub derselben wirksam zu begegnen, wird die innere Flucht der Strebepfeileraufsätze thunlichst nach innen geschoben. Sie setzt sich daher über die innere Mauerflucht oder, wenn die hier im Seitenschiff stehenden Dienste hinreichende Stärke haben, über die Innenflucht der letzteren. Da aber die Breite der Dienste meist weit unter jener der Strebepfeiler bleibt, so findet sich in der Regel darüber ein schmäleres Pfeilerstück oder wieder ein Dienst, welche dem Strebebogen das Auflager gewähren. Indes fehlt diese Vorlage auch häufig und der Strebebogen setzt sich auf einen Kragstein, welcher vor der inneren Pfeilerflucht ausladet, oder er wächst unmittelbar aus der letzteren hervor. Nicht selten ist der obere Aufsatz sogar ein merkliches Stück nach innen über die Mauerflucht, bzw. deren Vorlagen übergekragt, um sich noch wirksamer dem Bogen Schub entgegenzustemmen. Das Widerlager wird auch auf die Hintermauerung des Gurtbogens gesetzt und dann gegen die lichte Bogenweite etwas vorgeschoben.

Der ganze Aufsatz setzt sich einfachsten Falles in der Grundform des unteren Strebepfeilers fort. Bei reicheren Anlagen ist das Dachgesims der Seitenschiffe herumgekröpft und häufig findet sich darüber eine Absetzung. Wo jedoch die Umgänge auf jenem Dachgesims Durchgänge durch die Strebepfeiler bedingen, können diese Absetzungen nur gering sein, oder erst oberhalb des Durchganges angebracht werden. Der Boden der Durchbrechung bildet eine Fortsetzung der Rinne. Der Ausfluss des Wassers kann dann entweder vermittelt einer durch den Pfeiler hindurchführenden Leitung und eines oder zweier übereck gekehrter Wasserspeier geschehen, oder es können Wasserspeier in den Winkeln von Strebepfeiler und Seitenschiffmauer in diagonaler Richtung angebracht sein, oder es kann eine Ableitung des Wassers um den oberen Teil des Strebepfeilers herum angenommen werden und hiernach selbst die Durchbrechung des Strebepfeilers wegbleiben, wenn jene Leitung hinlängliche Breite erhält, um zugänglich zu sein.

Eine solche Anlage, wonach der ganze Umgang mit Brüstung um den Strebepfeiler gekröpft ist, und die sich z. B. am Chor der Kathedrale von Clermont, ausserdem aber an den Türmen von Strassburg und Kolmar vorfindet, führt auf eine Absetzung auch der Strebepfeilerdicke, wozu sich aber nur bei aussergewöhnlichen Breitendimensionen des unteren Pfeilerteiles das ausreichende Flächenmass gewinnen lassen wird. Bei gewöhnlichen Dimensionen werden also Auskragungen

Leitung des
Wassers
vom Seiten-
schiff.

in der Richtung der Pfeilerdicke nötig sein, welche entweder auch die Stirn umlaufen können, oder hier durch die Möglichkeit einer hinreichenden Absetzung ersetzt werden, in jedem Falle aber auf die reichsten und verschiedenartigsten Gestaltungen führen können. Wenn dann über den einzelnen Jochen der Seitenschiffe isolierte Satteldächer angelegt sind, so kann auch das Wasser aus den dazwischen befindlichen Rinnen um die Strebepfeiler herangeführt werden.

Was nun den oberen Abschluss des Strebepfeilers betrifft, so besteht die einfachste Anordnung desselben in einem nach der Längenrichtung seiner Grundfläche gelegten Satteldach, an dessen hinteren Giebel die Strebebogenabdeckung anläuft und hierdurch die Höhe bestimmt. Derartige Strebepfeiler finden sich z. B. in den Kirchen von Pforta und von Mantes (s. Fig. 905). Die Höhe des Abschlusses würde noch weiter zu reduzieren sein durch eine Fortführung des Strebebogenrückens bis zur vorderen Giebelflucht, wobei der Stärkenüberschuss, den der durch seine Last widerstehende Strebepfeiler dem gespannten Bogen gegenüber erhalten muss, und der schon durch die Bedingung des Widerstandes erforderlich wird, sich von beiden Seiten durch Pultdächer dem Strebebogen anlegt. Auch hier sind sehr verschiedene Gestaltungen möglich (s. Fig. 906 und 907).

Oberer Abschluss des Strebepfeilers.

Wenn dann auf dem Rücken des Strebebogens sich eine Rinne befindet, so kann der Wasserspeier entweder wagrecht auf das Pfeilerdach zu liegen kommen (Fig. 908) oder auf der oberen Pfeilerfläche ein Becken sich bilden, aus welchem das Wasser durch den tiefer gelegenen Ausguss abfließt (s. Fig. 909), oder es kann schliesslich das Wasser durch das Strebepfeilerdach nach unten hindurch gehen. Es handelt sich im wesentlichen bei allen diesen verschiedenen Anordnungen nur um das S. 365 ff. Gesagte. Wir bemerken jedoch, dass der Ausguss auf dem Strebepfeiler, wie Fig. 908, sehr lange Stücke zur Verhütung des Kippens fordert, daher eine tiefere Lage desselben, welche durch die Belastung gesichert wird, eine wesentliche Erleichterung gewährt.

Eine Steigerung der Widerlagskraft des Strebepfeilers durch grössere Belastung führt in einfachster Gestalt auf eine Erhöhung des Pfeilerdaches über den Anschluss der Strebebogenabdeckung hinaus (Fig. 912), in reicherer aber auf einen wagerechten oder aus mehreren Giebeln bestehenden Aufsatz darüber, oder auch einen Fialenriesen, bezw. eine völlige Fiale. Dieser Aufsatz steht über der hinteren oder der vorderen Strebepfeilerflucht oder auch über der Mitte der Länge. Erstere Anordnung ist wohl als die in statischer Hinsicht vorteilhafteste anzusehen, da sie den Schwerpunkt der ganzen Pfeilermasse weiter nach innen rückt, mithin den Hebelsarm des Widerstandes vergrössert. Sie findet sich z. B. am Freiburger Münster (s. Fig. 892). Andererseits aber bringt neben dem sonst genügend schweren Aufsatz die Zufügung einer leichteren Fiale über der Vorderflucht, wie sie sich an vielen französischen Werken findet, für den Standpunkt des Beschauers die Wirkung einer grösseren Entschiedenheit hervor und macht gewissermassen das Prinzip der Belastung anschaulicher. Zudem ist der wirkliche Verlust an statischem Effekt nur ein sehr geringer.

Fialenaufsätze.

Die Aufsetzung der Fiale über der Mitte der Strebepfeilerlänge findet sich in einfachster Weise an der Kathedrale von Chalons (s. Fig. 898), in reicherer an jener von Beauvais. Die Fiale des letzteren Werkes, deren Leib aus

vier bogenverbundenen Ecksäulchen besteht, also ein Gehäuse bildet, welches jedoch nicht wie sonst gewöhnlich eine Figur, sondern einen zwischen jenen Säulchen dem Strebebfeilerdach aufgesetzten Fialenriesen überdacht, eine Anordnung, welche sodann auch auf die ursprüngliche Gestaltung der Strebebfeiler des Kölner Domes übergegangen ist*), bringt eben durch die darin enthaltene Darlegung des höchsten Reichtumes eine eigentümlich überraschende Wirkung hervor. Wir möchten indes jener älteren Anordnung, wonach die Schlussfiale eine unsymmetrische Stellung erhält, den Vorzug geben. Zwar erhält dadurch der ganze Strebebfeiler eine minder selbständige Gestaltung, eben dadurch aber wird seine Zugehörigkeit zum Ganzen deutlich ausgesprochen.

An den Strebebfeilern des Strassburger Münsters besteht jener Aufsatz aus einem unteren geböschten Körper, der den Schwerpunkt nach hinten schiebt und darüber aus einem Pfeilerkörper von oblonger Grundform, dessen vorderer Teil eine Fiale bildet (Fig. 893 und 893c). Dabei stehen die Ecksäulchen der Fiale in der Flucht des Pfeilerkörpers und mit den Sockeln auf dem Gesimsvorsprung auf, so dass also auch in den Bogen und Giebeln der Fialen sich ein Vorsprung ergibt und das Giebeldach jenes Pfeilerteiles unter dem Fialengiebel abschliesst. Der Strassburger Aufsatz muss als besonders glücklich bezeichnet werden, da er eine gute Lage des Schwerpunktes mit klarer architektonischer Wirkung vereinigt.

Eine verwandte Anordnung findet sich an den älteren Strebebfeilern der Kathedrale zu Amiens, wo dem vorderen Teil der oberen Höhenabteilung des Strebebfeilers, an welche der obere Strebebogen anschliesst, vier ins Quadrat gestellte, bogenverbundene, mithin drei Blenden umschliessende Säulchen vorgesetzt sind, welche auf dem Vorsprung des unteren Pfeilerteiles aufsetzen und die Basis für die darüber aufgestellte Schlussfiale abgeben. Durch eine derartige, immer noch einfache Anordnung wird ein näherer Zusammenhang der Fiale mit dem Strebebfeiler vermittelt, die dekorative Wirkung gesteigert und zugleich durch die Wiederholung der unteren Pfeilerstärke in der Fiale gewissermassen ein konstruktiver Gedanke ausgesprochen, der den späteren oft überreichen Lösungen abgeht, oder doch minder klar daraus hervortritt.

Sobald das System der Fialenauflösung eine völlige Ausbildung gefunden hat, tritt das Bestreben hervor, dasselbe auf die oblonge Grundform jenes Aufsatzes, überhaupt diejenige des ganzen Pfeilers, in einer künstlicheren Weise anzuwenden. Die einfache Abdachung des Strebebfeilers hört völlig auf und auch die neben oder vor der Schlussfiale liegenden bleibenden Flächen werden in der verschiedenartigsten Weise in Fialen aufgelöst.

Bei den Strebesystemen doppelter Spannung, also über fünfschiffigen Anlagen kommen dann auch Pfeiler über den Zwischenpfeilern der Seitenschiffe zu stehen, welche als eigentliche Strebebfeiler nicht gelten können, da sie mehr eine senkrechte Last als einen Schub aufnehmen sollen. Einfachsten Falles würden dieselben die Gestaltung gewöhnlicher Gewölbepfeiler oder starker Säulen erhalten können. Indes liegt es auch hier nahe, der Stabilität durch Belastung zu Hülfe zu kommen, d. h. also jenen Pfeilern einen selbständigen, über den Anschluss der Strebebogen hinaus sich erhebenden Abschluss zu geben, anstatt sie unter der

Zwischenpfeiler bei doppeltem Bogenflug.

*) Bei der Restauration verwischt, s. REICHENSBERGER verm. Schr. S. 320.

Strebebogenabdeckung liegen zu lassen. Durch den Grundriss der Schiffspfeiler sowohl wie durch ihre Funktion wird diesen Zwischenpfeilern mehr eine konzentrische Grundform im Gegensatz zu der oblongen der äusseren Strebepfeiler vorgeschrieben, also im Grundriss in Form eines Polygons oder des griechischen Kreuzes wie in Köln, dessen vier Flügelquadrate in Fialen aufgelöst sind, deren Riesen die über dem Mittelquadrat stehende Schlussfiale umwachsen. Dasselbe Gestaltungsmotiv ist denn in Köln auch auf die äusseren Strebepfeiler ausgedehnt und nur gemäss der Funktion dieser letzteren dahin umgewandelt, dass der nach aussen gekehrte Kreuzarm eine bedeutende Verlängerung erhält, welcher in der Vorderflucht eine besondere Schlussfiale auf- oder vorgesetzt ist, so dass nunmehr

Flügel der
Strebe-
pfeiler.

der die Strebebogen aufnehmende Strebepfeiler statt der einfach oblongen Grundform die in Fig. 910 gezeigte kreuzförmige erhält.

Ähnliche Gestaltungen ergeben sich an den Chorstrebebfeilern einzelner Werke, wie der Kathedralen von Köln und Amiens, aus dem Anschluss der Kapellenwände an die Strebepfeiler, so dass nämlich, wie Fig. 911 zeigt, diesen Wänden noch die den Strebepfeiler verstärkenden Flügel *a* aufgesetzt sind. Indes hat diese Anordnung den Nachteil, dass die Strebepfeiler ein übermässiges Breitenmass erhalten und hierdurch den Anblick des hohen Chores beeinträchtigen, wie dies der Vergleich der genannten Choranlagen mit jener zu Beauvais darthut. An letzterer nämlich haben die Strebepfeiler die rechteckige Grundform behalten, und eben dadurch bleibt dem Mittelschiff eine grössere Geltung gesichert, welche dadurch noch gesteigert wird, dass dasselbe, anstatt nach dem Polygon, nach dem Halbkreis angelegt ist, wodurch das abschliessende Dachgesims eine grosse ruhige Kurve darstellt.

Der Anschluss des Strebebogenrückens führt auf eine wagerechte Teilung eines höher geführten Strebepfeilers, ebenso bestimmt sich in der Regel eine zweite Teilung durch den Anschluss des Bogens selbst, also die Höhe der Grundlinie desselben. Dieses Prinzip einer durch die Strebebogen beherrschten wagerechten Teilung der Strebepfeiler findet sich, zwar in freier Behandlung, selbst an denen des Kölner Domes, an welchem doch sonst der Vertikalismus in so entschiedener Weise vorherrscht.

Wagerechte
Teilung der
Strebe-
pfeiler.

Einem wesentlich verschiedenen System begegnen wir dagegen an der Kathedrale zu Reims (s. Fig. 894), wo der eigentliche Strebepfeiler, an welchen der Strebebogen anschliesst, sich an ein mächtiges Türmchen setzt, welches aus einem vollen, mit Blenden und auf den Ecken eingesetzten Säulchen geschmückten Untersatz und einem kolossalen, von vier Säulen getragenen, mit hohem achteckigen Helm und vier Eckriesen schliessenden Figurengehäuse besteht. Dabei entspricht die Höhentheilung des Türmchens weder jener des daran lehrenden Pfeilers, noch der durch den Anschluss der Strebebogen bestimmten Höhe. Dieses System der Aneinanderlehnung von zwei verschiedenen Pfeilerteilen, also einer mehr vertikalen Teilung, findet sich ferner, wenn schon in milderer Entschiedenheit an den Chorstrebebfeilern von St. Ouen zu Rouen (s. Fig. 1083), wo der obere Strebebogen auf dem unteren Gesims aufsetzt, und die Abdeckung desselben in der Höhe des Bogenanfanges des hinteren Pfeilerteiles anschliesst.

Es darf aber die Ungleichheit der Höhentellung der beiden aneinander lehrenden Pfeilerteile nicht zur völligen Regellosigkeit werden, vielmehr ist immer eine gewisse Beziehung derselben aufeinander zu wahren. So schliesst an den Reimser Pfeilern die Strebebogenabdeckung an das Giebeldach des Pfeilers, und letzteres oberhalb der Kapitäle an die Figurengehäuse in der Weise, dass der Dachfirst mit der Oberkante des wagerechten Gesimses abschliesst, und die Kapitäle der Säulen des Gehäuses mit denen der die hinteren Kanten des Pfeilers fassenden Säulchen aus ein und derselben Schicht genommen sind. Überhaupt ist es schon die Anlage durchgehender Lagerfugen, welche auf solche Übereinstimmungen der Höhen führt und den vertikalen Tendenzen die Grenzen steckt.

Der Wasserablauf aus der Strebebogenrinne, von der wir bereits oben gesprochen haben, muss bei einem Aufsätze entweder durch diesen hindurch, oder um denselben herum nach den über der Mitte oder den Ecken der Strebebogen ausladenden Ausgüssen geleitet werden.

Nur an der Katharinenkirche in Oppenheim teilt sich der in die Pfeiler gehende Kanal im Innern derselben nach beiden Seiten und mündet in den Seitenflächen der Pfeiler, in den in Fig. 901 bei *a* angegebenen Löchern, so dass das Wasser über Wasserschlag und Traufgesims nach den Rinnen der Seitenschiffdächer abtropft.

Bei den Herstellungsarbeiten in den Jahren 1878—1889 wurden nach Angabe des Herrn Prof. Freih. von Schmidt zu München die alten Wasserläufe in allen ihren Teilen wieder hergestellt und ausgebaut, das Wasser selbst aber in Abfallröhren geleitet, um die Gefahr des Undichtwerdens metallener, in geschlossene Steinrinnen gebetteter Rohre vom Bau fern zu halten.

Berechnung der Standfähigkeit des Strebewerkes.

Wenngleich die Bedingungen der Standfähigkeit in dem Abschnitt über Widerlager bereits dargelegt sind, so soll es auch bezüglich der Basilika nicht unterlassen werden, den Gang der Rechnung durch ein einfaches Beispiel dem Verständnis noch näher zu führen.

Beispiel: Der gleiche Grundriss (s. Fig. 394), welcher der Berechnung einer Hallenkirche auf S. 160 und 379 zu Grunde gelegt war, möge nun als einer in Ziegelstein zu erbauenden Basilika angehörig betrachtet werden. Die Gewölbe mögen die auf S. 160 angegebenen Schübe und Lasten ausüben, die Aussenwände des Seitenschiffes seien bei nur $2\frac{1}{2}$ Stein = 65 cm Dicke 11 m hoch, die von Pfeilern aus Sandstein getragenen Mittelwände, welche vom Fussboden bis zur Traufe eine Höhe von 22 m haben, sollen dagegen eine Stärke von 3 Stein = 78 cm erhalten, die bereits in den Scheidebogen vorhanden ist. Die Seitengewölbe sollen ohne, die Mittelgewölbe jedoch mit Gurtübermauerung versehen sein, welche in Gemeinschaft mit den Strebebogen eine feste Querversteifung bildet. Ein cbm Mauerwerk aus ziemlich schweren Ziegelsteinen möge 1800 kg wiegen. Das Weitere geht aus dem Schnitt Fig. 912 hervor.

Es soll zunächst berechnet werden, wie gross der Gegenschub des in 18 m Höhe anfallenden Strebebogens sein muss unter der Voraussetzung, dass der Druck unten durch den Mittelpunkt der Grundfläche des Mittelpfeilers geht.

Für letzteren Punkt wird die Momentengleichung aufgestellt für alle Kräfte, welche oberhalb der Grundfläche auf den Mittelpfeiler, bezw. die darüber lastende Wand wirken. Die Kräfte sind folgende:

Wasserlauf
vom Strebe-
bogen.

Beispiel:
Berechnung
des Schubes
der Strebe-
bogen.

Der gesuchte Horizontalschub B des Strebebogens, der mit 18,0 m Hebelsarm nach rechts dreht. — Der gleichfalls rechts drehende Schub des Seitengewölbes $H_2 = 2160$ (s. S. 160), er greift in rd 8,0 m Höhe über dem Fussboden an. — Der Vertikaldruck des halben Seitengewölbes $V_2 = 6840$, welche in der Scheidebogenflucht, also um 0,39 m links von dem Momentenpunkt angreift. — Der links drehende Schub des Mittelgewölbes $H_1 = 3240$ (s. S. 160), welcher in rd 17,5 m Höhe über dem Boden in die Wandflucht übergeht. — Der Vertikaldruck des halben Mittelgewölbes $V_1 = 10260$, mit einem Hebel von 0,39 m rechts drehend. — Dazu kommt die horizontale und vertikale Widerlagskraft der Gurtübermauerung. Letztere wirkt mit einem Hebel von 0,39 m rechts drehend und ist gleich dem Gewicht der Hälfte der Übermauerung, welches bei 25 cm Dicke und 7 qm Ansichtsfläche $V_g = 7,0 \cdot 0,25 \cdot 1800 = 3150$ kg beträgt. Der links drehende Horizontalschub des übermauerten Gurtes wechselt bei Windschwankungen usw., er kann im günstigsten Falle etwa so tief wie der Gewölbschub, also 17,5 m über Boden wirken und dann etwa ein Drittel der senkrechten Kraft V_g , also rind $H_g = 1000$ betragen. — Das Gewicht des Pfeilers und der darauf ruhenden Mittelmauer, das nach Abzug von Fenstern, Blenden usw. etwa 110 000 kg beträgt, entfällt aus der Rechnung, da bei symmetrischer Verteilung sein Schwerpunkt über der Pfeilermitte liegt, also einen Hebel $= 0$ hat.

Nach alledem lautet die Gleichung aus den rechts und links drehenden Kraftmomenten:

$$B \cdot 18,0 + H_2 \cdot 8,0 + V_1 \cdot 0,39 + V_g \cdot 0,39 = V_2 \cdot 0,39 + H_1 \cdot 17,5 + H_g \cdot 17,5.$$

Nach Einsetzen der obigen Werte berechnet man:

$$B = 3020 \text{ kg.}$$

Hat man den erforderlichen Schub des Strebebogens, so kann man das erforderliche Gewicht G desselben berechnen, indem man für den voraussichtlichen unteren Druckpunkt M die Momentengleichung aufstellt, sie lautet unter der Annahme, dass im vorliegenden Fall der Schwerpunkt des Bogens, bezw. die Kraft G um 3,0 m rechts von M und der obere Anfallspunkt N um 5,0 m oberhalb M liegt:

$$G \cdot 3,0 = 3020 \cdot 5,0.$$

Das Gewicht des Strebebogens muss also sein: $G = 5033$ kg. Das heisst der Bogen nebst der ihn belastenden Abdeckung muss $5033 : 1800 = 2,80$ cbm Inhalt oder bei $1\frac{1}{2}$ Stein $= 0,38$ m Dicke eine seitliche Ansichtsfläche von rd 7,40 qm erhalten.

Es ist gerade noch möglich, einen durchbrochenen Bogen, wie ihn Fig. 912 zeigt, mit dieser geringen Fläche herzustellen. Würden praktische Gründe für einen etwas grösseren Massenaufwand sprechen, so würde dem in gebotenen Grenzen bei sonst richtiger Verteilung nichts im Wege stehen, da ja die angenehme Gurtübermauerung durch ihre Steifigkeit (Vergrösserung von H_g) Widerstand leisten würde, natürlich würde dann aber auch der Widerlagspfeiler eine etwas grössere Stärke verlangen.

Es soll nun untersucht werden, wie sich der Strebegen, dessen Abdeckung $1 - 1\frac{1}{2}$ m unterhalb der Traufe anfällt, bei einem die gegenüberliegende Wand treffenden starken Sturm von 125 kg auf 1 qm verhält.

Berechnung
des Schubes
bei Wind-
wirkung.

Kann man annehmen, dass der Wind gegen Dach und Wand des Seitenschiffes von der Standfähigkeit dieser Aussenwand allein aufgenommen werden kann, so bleibt der Wind gegen die herausragende Mittelwand und das Mitteldach übrig.

Der Wind gegen ein 7 m hohes und 6 m breites Feld der Mittelwand beträgt: $6,0 \cdot 7,0 \cdot 125 = 5250$ kg und hat eine mittlere Angriffshöhe von 18,5 m.

Der Wind gegen eine Jochlänge des Daches, welche bei 60° Neigung und 10 m schräger Länge $10,0 \cdot 6,0 = 60$ qm Dachfläche aufweist, beträgt nach S. 169: $60 \cdot 92 = 5520$ kg, er greift in Höhe der Balken, also 22 m über dem Fussboden an.

Die Gesamtwirkung des Windes gegen Wand und Dach berechnet sich somit auf 10560 kg mit etwa $20\frac{1}{2}$ m durchschnittlicher Angriffshöhe. Davon werden einige hundert Kilogramm entfallen infolge einer kleinen Schubverminderung der Strebebogen an der Windseite, ausserdem werden die beiden Mittelpfeiler zusammen etwa 2000 kg aufnehmen können (was in jedem eine Druckverschiebung von $1000 \cdot 20,5 : 110\,000 = 0,19$ m nach sich ziehen würde, die ohne zu grosse

Kantenpressung, welche hier nicht näher verfolgt werden soll, wohl noch zugänglich ist, s. S. 149 u. S. 160). Es würde dann noch ein Winddruck von etwa 8000 kg verbleiben, der teils durch den steifen Gurt, teils durch das Dachwerk und den Schildbogen (s. S. 340) dem Strebebogen zugeführt wird.

Diese horizontale Kraft ist viel grösser als der gewöhnliche Gegenschub des Strebebogens, sie würde einen einfachen Bogen nach oben in die Höhe drängen und zerbrechen, sie kann nur aufgenommen werden durch die schräg ansteigende obere Abdeckung, welche überdies durch ihren hohen Anfall gegen die oberen Mauerteile den Wind da abfängt, wo er zur Geltung kommt, also dem Pfeiler erschütternde Drehmomente fernhält.

Der Winddruck $W = 8000$ kg zerlegt sich in zwei Seitenkräfte (s. Fig. 912 a), die eine Seitenkraft fällt in die Richtung der Strebe und beläuft sich bei 45° Steigung derselben auf $8000 \cdot \sqrt{2} = 11314$ kg, die andere ist senkrecht nach oben gerichtet und ergibt sich zu 8000 kg, ihr setzt sich die Last des oberen Mauerstückes nebst Dachgewicht und senkrechter Windlast (s. Tabelle S. 169) entgegen und verhindert ein Hochdrängen dieser Teile. Die grössere in die Richtung der Bogenabdeckung fallende Kraft von 11314 kg muss von dieser Abdeckung sicher nach unten geleitet werden können. Wird vorausgesetzt, dass die Gefahr des Knickens oder Ausbauchens im vorliegenden Falle noch nicht zu fürchten ist, so kommt nur die Druckfestigkeit des Querschnittes xx in Frage. Würde man bei einer Ausführung in Ziegel und Kalkmörtel 7 kg Druck auf 1 qcm zulassen, so müsste der Querschnitt $11314 : 7 = 1616$ qcm sein, also bei 38 cm durchschnittlicher Breite eine Höhe von $42\frac{1}{2}$ cm haben müssen. Bei Ausführung dieser Teile mit Zementmörtel oder bei Verwendung von Werkstein könnten die Abmessungen noch etwas eingeschränkt werden.

Nunmehr ist noch die Standfähigkeit des aus Ziegelstein aufzuführenden, den Strebebogen aufnehmenden Strebepfeilers zu prüfen, der bei einer vermittelten Höhe von 18 m und Breite von 1 m eine untere Länge von 3,2 m und eine obere Länge von 2,4 m haben möge.

Berechnung
der Strebe-
pfeiler.

Auf den Strebepfeiler wirken der Wölbschub H_2 des Seitenschiffes, der Schub B des Strebebogens und der 8000 kg betragende horizontale Schub W , den die Abdeckung des Strebebogens bei Wind ausübt (Fig. 912 b), als umstürzende Kräfte, sie liefern bezüglich der Pfeilergrundfläche in Fussbodenhöhe folgende Momente:

Seitenschiff	2160 · 8,0 = 17 280
Strebebogen	3020 · 13,0 = 39 260
Abdeckung des Strebebogens bei Wind 8000 · 15,0 =	120 000

Gesamtumsturzmoment: 176 540

Für den noch unbekanntem Druckpunkt in der Grundfläche, der x Meter vor der Hinterkante liegen möge, wird die Momentengleichung aufgestellt, indem das soeben ermittelte Umsturzmoment gleich den günstigen Momenten der senkrechten Kräfte gesetzt wird. Die senkrechten Kräfte sind die folgenden: 1. Das Gewicht des Strebepfeilers, der bei 18,0 m Höhe, 1,0 m Dicke und 3,2 m unterer, bzw. 2,4 m oberer, also 2,8 m mittlerer Länge $18,0 \cdot 1,0 \cdot 2,8 = 50,4$ cbm Inhalt hat, also $50,4 \cdot 1800 = 90\ 720$ kg wiegt, während sein Schwerpunkt 1,4 m vor der Innenkante liegt. — 2. Das Gewicht der an den Strebepfeiler anschliessenden Stücke der Aussenwand, welche bei rund 20 cbm Inhalt 36 000 kg wiegen, während der Schwerpunkt 0,32 m vor der Hinterkante liegt. — 3. Die in der inneren Mauerflucht angreifende Vertikalkraft des Seitenschiffgewölbes, die wie oben bemerkt 6840 kg beträgt. — 4. Das in der Hinterflucht des Strebepfeilers angreifende Gewicht des Strebebogens von 5033 kg. — 5. Die senkrechte Seitenkraft des von der Abdeckung übertragenen Druckes (Fig. 912 b), sie beträgt 8000 kg und kann als in der Hinterflucht angreifend betrachtet werden. Die Momentengleichung heisst somit:

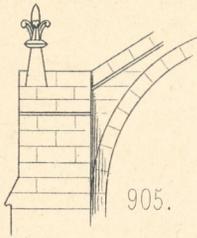
$$90\ 720 \cdot (x - 1,40) + 36\ 000 \cdot (x - 0,32) + (6840 + 5033 + 8000) \cdot x = 176\ 540.$$

Daraus berechnet sich der Abstand des Druckes von der Hinterkante zu:

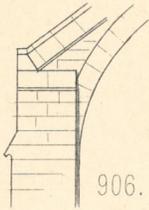
$$x = 2,15 \text{ m.}$$

Tafel LXXXVII.

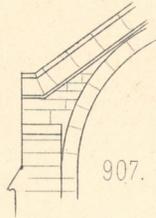
Die Widerlagspfeiler der Strebebögen.



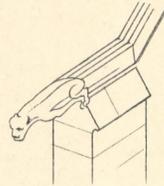
905.



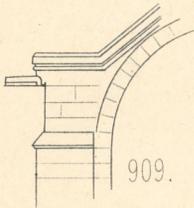
906.



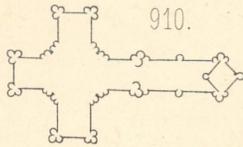
907.



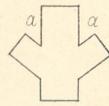
908.



909.

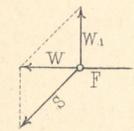


910.



911.

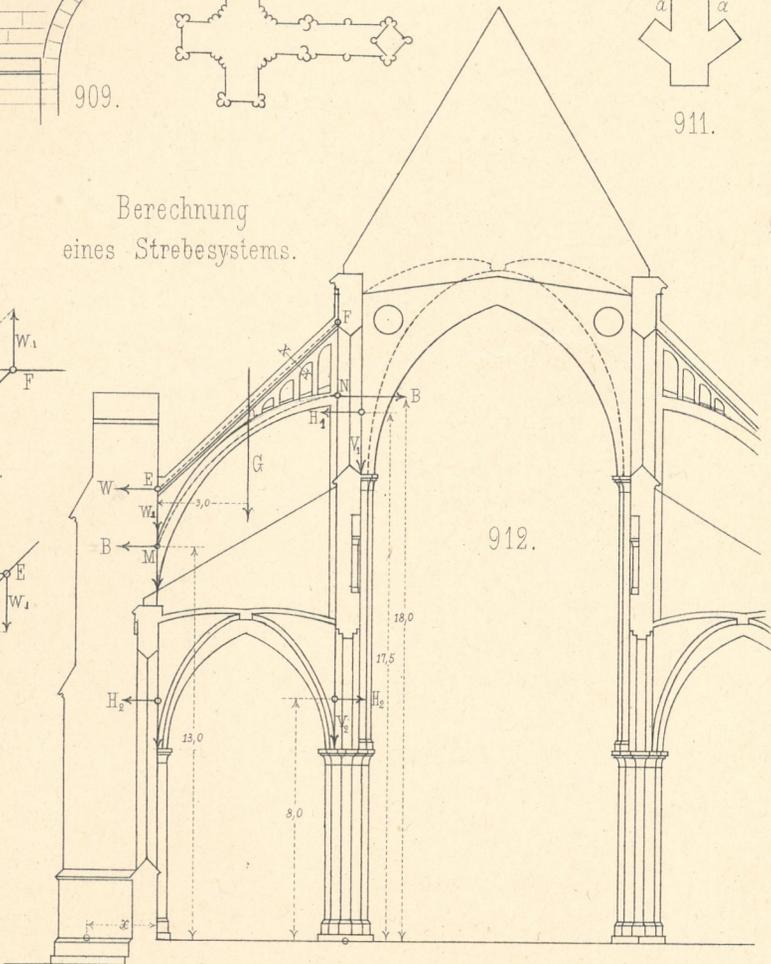
Berechnung eines Strebesystems.



912 a.



912 b.



Der Druck liegt schon etwas ausserhalb des Kernes, er bleibt aber immerhin noch 1,05 m von der Aussenkante entfernt. Die Summe aller auf der Pfeilergrundfläche ruhenden senkrechten Lasten berechnet sich zu rd 150 000 kg und die Durchschnittspressung beläuft sich bei rd 4,0 qm tragender Grundfläche des Pfeilers und der anstossenden Wand auf $\frac{150\,000}{40\,000}$, also 3,75 kg. Die Kantenpressung ist etwas mehr als die doppelte Durchschnittspressung, sie wird also etwa 8 oder 9 kg auf 1 qcm betragen. Diese Beanspruchung kann als nur ausnahmsweise vorkommend für gutes Ziegelmauerwerk allenfalls noch zugelassen werden; glaubt man das Mauerwerk nicht so stark beanspruchen zu dürfen, so würde der Pfeiler etwas verlängert und dann von neuem berechnet werden müssen. Es ist in unseren Rechnungen der Winddruck in der hergebrachten Grösse von 125 kg auf das qm senkrecht getroffener Fläche angesetzt; hält man es in Rücksicht auf bessere Untersuchungen oder örtliche Verhältnisse für angezeigt, grössere oder kleinere Werte zu Grunde zu legen, so wird das Schlussergebnis sich entsprechend etwas ändern, das Wesen der Sache wird aber das gleiche bleiben. Zu gering sollte man aber den Wind gegen das Mittelschiff der Basilika nie annehmen, da dasselbe gewöhnlich alle Nachbarbauten überragt und sich überdies der Wind von den Seitendächern gegen die Mittelwand hinaufschiebt. Wenn kein Wind wirkt, liegt der Druck nach Ausweis der ebenso wie vorhin aufzustellenden Momentengleichung in grösster Nähe des Schwerpunktes der Grundfläche, so dass eine fast gleichmässige Verteilung des Druckes erfolgt, der sich an keiner Stelle weit von der Durchschnittspressung, welche etwa 4 kg beträgt, entfernt. Würden die Mittelpfeiler sehr schlank gemacht, so dass sie nicht imstande wären, einen Teil des Windes (wie oben angenommen) aufzunehmen, so würde ihr Anteil dem Strebepfeiler noch mit zufallen, auf den dann oben eine Seitenkraft von etwa 10 000 statt 8 000 wirken würde, was eine Verstärkung des Strebepfeilers nötig machen würde. Es kann bei der Basilika also ebenso wie bei der Hallenkirche (s. S. 379) der äussere Strebepfeiler für den Mittelpfeiler eintreten, sobald für eine richtige Querversteifung durch Mittelgewölbe und Strebebogen gesorgt ist. Umgekehrt würde auch ein sehr starker Mittelpfeiler für einen zu schwachen äusseren Strebepfeiler eintreten können. Man kann allgemein bei richtiger Querversteifung annehmen, dass die Basilika standfähig ist, wenn die beiden Mittelpfeiler und der dem Winde abgekehrte Strebepfeiler in Summe standfähig genug sind.

Es steht nichts im Wege, die Rechnung, die hier wegen des knappen Raumes in möglichst abgerundeter Form nur für die Hauptteile durchgeführt ist, mit gesteigerter Genauigkeit auf weitere Einzelheiten auszudehnen, besonders den ganzen Druckverlauf in den Mittelpfeilern, bezw. Mittelwänden mit Einschluss des Dachwerkes, der Schildbogen, Umgänge usf. zu verfolgen, das Verhalten der Strebebogen und der Gurtübermauerung bei wechselnder Windstärke zu prüfen, die wichtigen Sockel und Fundamenterebreiterungen an der Hand der Rechnung festzustellen u. dgl. mehr. Es dürfte die vorliegende Auflage des Lehrbuches die Fingerzeige dafür an den verschiedenen Stellen geboten haben, so dass es dem Entwerfenden bei einiger Umsicht unschwer gelingen dürfte, sich mit Einzelheiten und Sonderheiten, die erst bei einem durcharbeiteten Entwurf in Erscheinung treten, in angemessener Weise abzufinden.

Allgemeines
über Rechnungen.

Hier kam es uns darauf an, die Scheu vor allem, was irgendwie an Theorie zu streifen scheint, etwas zu bannen, leicht begehbare Wege sowohl für genauere als angenäherte Rechnungen aufzusuchen und darauf hinzuweisen, dass wir bislang die statischen Verhältnisse derartiger Bauwerke nicht immer mit richtigen Augen angesehen haben, dass wir uns z. B. im Gegensatz zu den alten Meistern viel zu sehr daran gewöhnt haben, nur den ruhenden Kräften, Wölbschüben usf. Rechnung zu tragen, während es gerade in ganz besonderem Masse die schwankenden Beanspruchungen durch Wind u. dgl. sind, denen mit besonderer Aufmerksamkeit

begegnet werden muss. Es sei nochmals darauf hingewiesen, dass beim Fehlen von Windschüben zur Not unsere grössten Basiliken ohne Strebebogen ausführbar gewesen wären, da sich dann durch Überkragen und Auswägen der Massen immer eine Gleichgewichtslage hätte erreichen lassen.

Manche unserer Ausführungen sind, wie nicht geleugnet werden soll, erste Versuche, die hoffentlich weitere Vervollkommnung erfahren werden. Bei dieser Gelegenheit können wir leider die Bemerkung nicht unterdrücken, dass viele Grundfaktoren, auf welche sich unsere Rechnungen stützen müssen, noch weitgehender Klärungen bedürfen, dahin gehört die zulässige Beanspruchungsgrenze, die Elastizität und Knickfestigkeit der Stein- und Mörtelarten, die Stärke des Windes, seine Stosswirkung, seine Ablenkung und sein Gleiten auf schrägen Flächen und manches andere. Neuerdings scheinen erfreulicherweise sich Theoretiker und Praktiker etwas mehr diesen Gebieten zuzuwenden.

4. Die Entwicklung der Triforien.

Durchschnitt der Triforien.

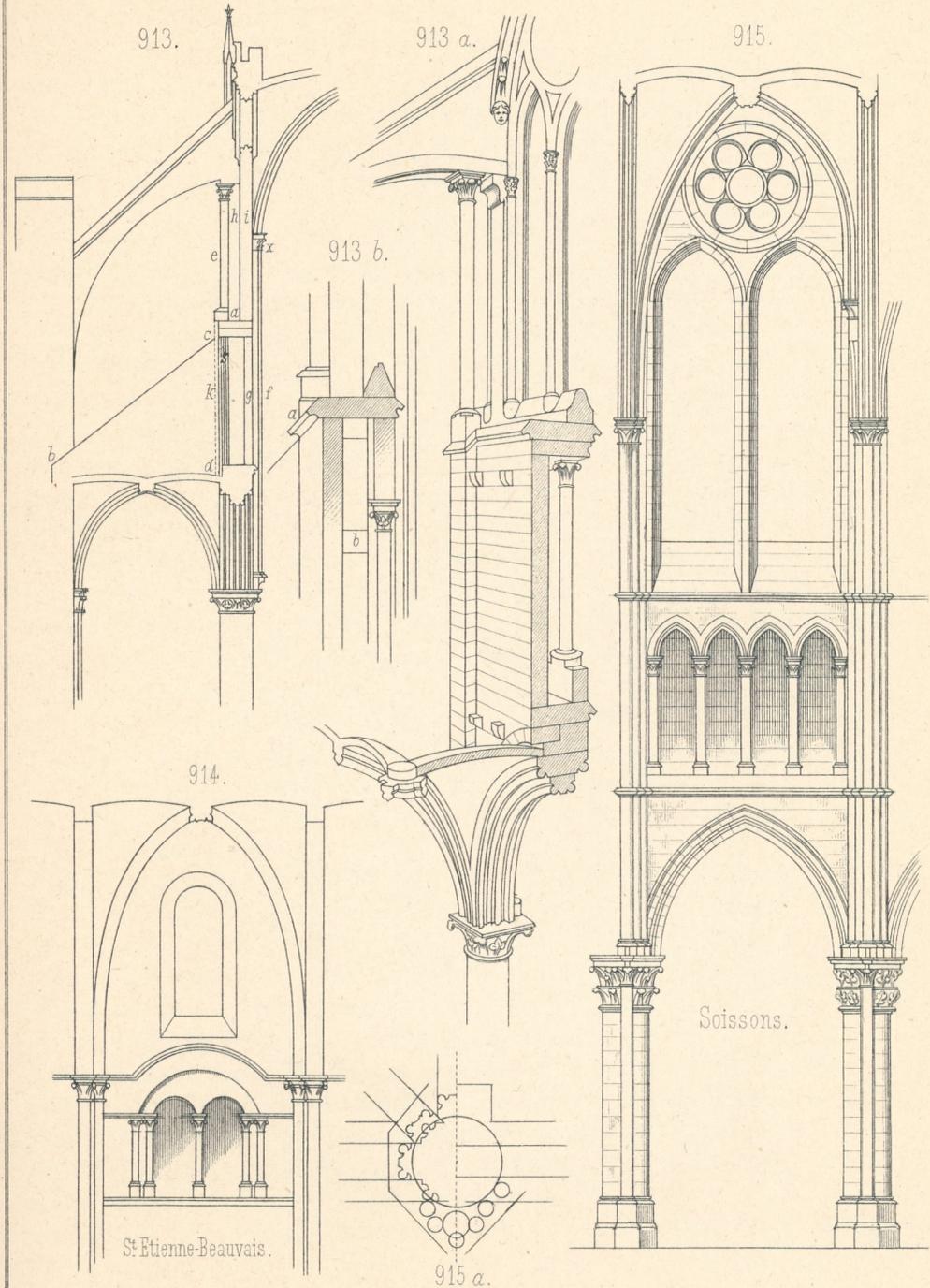
Es stelle Fig. 913 den Durchschnitt einer Kirche mit Strebesystem dar, wie dasselbe sich aus dem vorhergehenden ergibt, es sei darin a der vor den Mittelschiffsfenstern angelegte Umgang, das Dreieck dbc das Seitenschiffdach, und e das den Strebebogen aufnehmende Säulchen, welches auf einem durch das Innere jenes Daches geführten Pfeiler aufsetzt. Legen wir nun bestimmte Dimensionen zu Grunde und rechnen etwa bei Weiten von Mittel- und Seitenschiff von 9 m, bzw. $5\frac{1}{2}$ m und einer Pfeilerstärke von 1,35, für den Vorsprung der Dienste oberhalb der Pfeilerkapitälé, also fg , 30 cm, die Fensterwand hi 45—50 cm, die Weite des Umganges a 40 cm und die Säulen e 30 cm, so ergibt sich für die Gesamtstärke ex das Mass von etwa 1,50 m, mithin die Notwendigkeit jene die Säulen e tragenden Pfeiler entweder auszukragen, oder den Gewölbeanfang des Seitenschiffes aufzusetzen und zwar um eine Weite, welche mit der Abnahme der Schiffweiten und der dadurch bedingten der unteren Pfeilerstärken zunimmt, da die Weite des Umganges eine konstante sein muss.

Hiernach würde sich, wie unsere Figur zeigt, auf die Höhe zwischen dem Scheidebogenseitel und der Sohle des Umganges eine Mauerstärke von wenigstens 90 cm und über den Schiffspfeilern bei fk , da die Säulen e doch auch mit Sockeln versehen sind, eine solche von etwa 1,6 m ergeben.

Wenn nun schon oberhalb des Umganges eine solche Pfeilerstärke eben durch das Strebesystem überflüssig wurde, so ist sie es mindestens in gleichem Masse auf der Höhe des Dachanschlusses. Nicht minder überflüssig ist jene auf den Scheidebogen lastende Mauerstärke, ja sie wird wirklich nachteilig durch die Belastung und die hierdurch wesentlich verstärkte Schubkraft der Scheidebogen, welche selbst die Standfähigkeit des Kreuzpfeilers beeinträchtigen kann. Wir wollen hier nur anführen, dass das Gewicht einer solchen Mauermasse mehr als das sechsfache des jeden Pfeiler belastenden Gewölbeteiles zu sein pfligt, und dass

Aussparung
der Mauer
durch Tri-
forien.

Entwicklung der Triforien.



uns an einem neueren Gebäude noch vor der Vollendung desselben ein Beispiel einer durch Nichtbeachtung jener Gewichtszunahme entstandenen bedeutenden Gefahr vorgekommen ist. Eine Erleichterung jener Mauermaße erscheint demnach direkt, eine Verringerung der Stärke über dem Pfeiler mindestens indirekt gefordert. Beiden Forderungen würde in trivialster Weise durch irgend eine sich dem Auge entziehende Aussparung entsprochen werden können. Die offene Darlegung aller konstruktiven Verhältnisse bildet aber das Lebensprinzip der gotischen Architektur, und hat im vorliegenden Fall auf die Anlage eines nach dem Mittelschiff zu geöffneten Umganges innerhalb jener Mauerdicke, d. i. auf die des Triforiums geführt.

Nehmen wir nun in Fig. 913 und 913a die Bodenplatte des oberen Umganges als durch die Mauerdicke fassend unter der Fenstersohlbank an, so bildet sich das Triforium durch eine das innere Ende dieser Platte stützende Säulenstellung und die den Umgang nach aussen abschliessende Wand s. Nehmen wir nun für die Säulenstellung, für den Durchgang und die Rückwand die Stärken von 30, 45 und 30 cm, welche fast als Minimalstärken anzusehen sind, so ergibt sich eine Stärke von 1,05 m, welche die Scheidebogenstärke zu übertreffen pflegt. Mithin bildet sich auch hier die Notwendigkeit, die Rückwand des Triforiums, je nach den gesamten Dimensionen, ganz oder teilweise einem zwischen die Pfeiler gespannten, über dem Anschluss der Kappen an den Scheidebogen geschlagenen und demselben konzentrischen Bogen aufzusetzen, so dass ihre Last auf die Seitenschiffsdienste übertragen wird. Diese Notwendigkeit hört, wie aus dem über die Pfeiler Gesagten hervorgeht, mit einer aus den Gesamtdimensionen sich ergebenden Verstärkung der Scheidebogen auf. Zur Veranschaulichung fügen wir in Fig. 913a eine perspektivische Ansicht der ganzen Konstruktion bei.

Stellung der
Rückwand
der
Triforien.

Wie der Durchschnitt in Fig. 913b zeigt, springt die Fensterwand, welche wegen ihrer grösseren Höhe auch einer grösseren Stärke als die Säulen des Triforiums bedarf, vor der Aussenflucht der letzteren vor, und setzt sich auf die Bodenplatten des oberen Umganges. Die ungleichen Stärken setzen aber eine völlige Trennung der Säulen des Triforiums von den Pfosten der Fenster voraus, und hören auf, sobald das Triforium gewissermassen als Fortsetzung der Fensterwand behandelt wird. Zur Verstärkung ist die Anlage einer zweiten Schicht, oder wenigstens die von einzelnen von den Säulen des Triforiums nach der Rückwand übergelegten Werkstücken vorteilhaft, welche letzteren natürlich unter die Fugen jener Platten zu liegen kommen. Dabei können dann den oberen Flächen derselben unter den genannten Fugen befindliche, kleine Rinnen eingearbeitet sein, welche das etwa durch dieselben fliessende Wasser nach aussen abführen. Das Seitenschiffdach schliesst sich unter dem vorstehenden Gesimsrand jener Bodenplatten an, welcher sich dann, wie bei *a* Fig. 919b ersichtlich, auch um die Pfeiler, und zwar in einer der Dachneigung folgenden Richtung herumkröpft, in solcher Weise auch an letzteren den Dachanschluss sichernd. Die Dachhöhe, mithin auch die davon abhängige des Triforiums ergibt sich in der Regel grösser, als solche für die durch die Pfeiler führenden Durchgänge gefordert erscheint. Zur Verbindung der durch den Durchgang voneinander getrennten Pfeilerhälften finden sich daher in der

Regel die Binder *b* in Fig. 913b oberhalb der Durchgangshöhe angebracht, der Zwischenraum darüber kann ausgemauert sein.

Aufriss der Triforien.

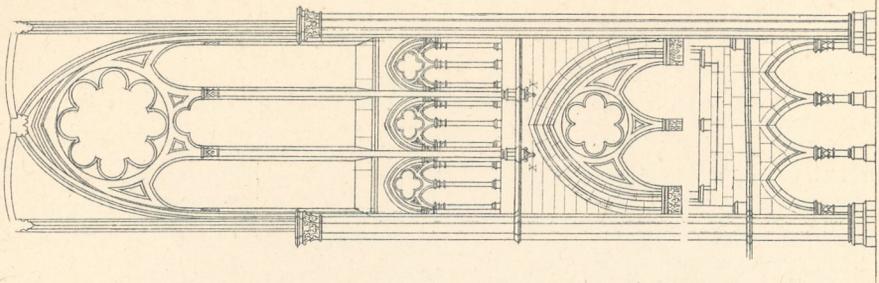
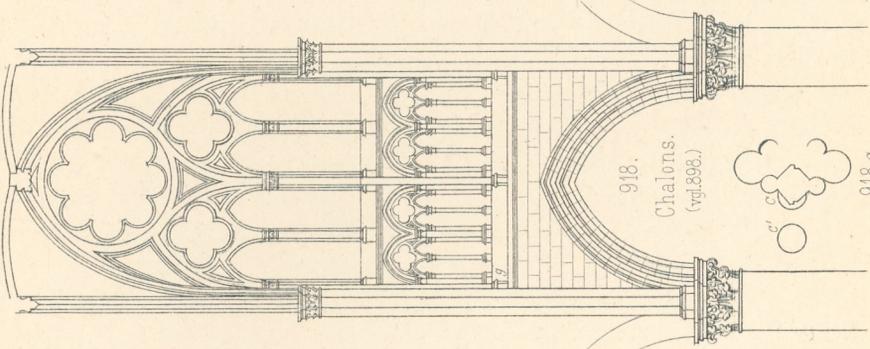
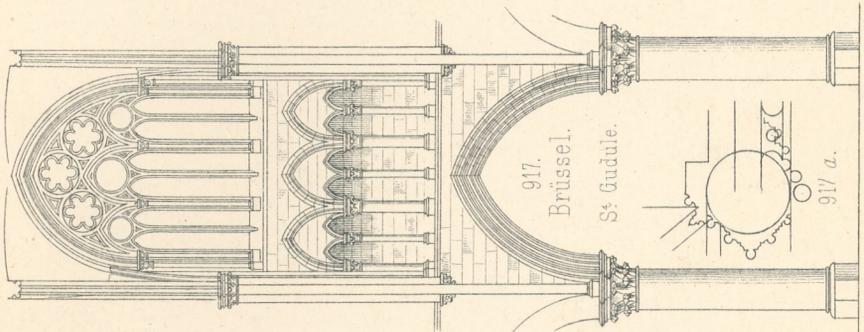
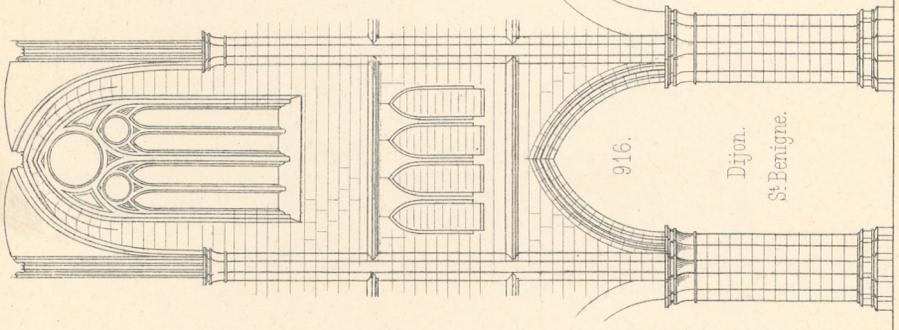
Die grösste Mannigfaltigkeit, von der einfachsten Gestaltung bis zum schmuckvollsten Reichtum, entfaltet sich in der Bildung der dem Mittelschiff zugewandten Seite der Triforien. An einzelnen älteren Werken, wie an St. Etienne in Beauvais (s. Fig. 914), zeigt sich noch die mit Bogenöffnungen mehr oder weniger durchbrochene Wand, so dass die Mauerflächen sowohl über als neben jenen Bogenöffnungen eine gewisse Geltung beanspruchen. Die Bogenöffnungen selbst sind bald einfach gehalten, bald zu Gruppen vereinigt, wie eben an St. Etienne (s. Fig. 914). In St. Germain des Près zu Paris aber findet sich gleich jeder Anklang an die Wand aufgegeben, indem die oberen Bodenplatten durch eine einfache Säulenstellung ohne verbindende Bogen gestützt sind, eine Anordnung, welche besonders bei geringen Höhenverhältnissen vorteilhaft und der verschiedenartigsten Ausbildung fähig ist, wie sie denn überhaupt in die Formenwelt des Inneren ein neues System einführt. Dabei können die Kapitäle der Säulen entweder unmittelbar jenen Platten, oder einem den vorderen Enden derselben auf die ganze Länge Auflager gewährenden Architrav unterstehen.

Der Steinbalken wird sodann nach der gewöhnlichen Anordnung ersetzt durch von Säule zu Säule geschlagene Bogen, über deren Gestaltung, sowie über die Stellung der Säulen zum Schildbogendienst, das S. 349 über die Arkaturen Gesagte gilt. Diese einfache gleichmässige, bogenüberspannte Säulenreihe findet sich an den älteren Werken vorherrschend, so an den Kathedralen von Laon, Soissons (s. Fig. 915), Reims, Chartres, an Notre-dame in Dijon, in Deutschland an den Domen in Limburg und Bonn. Statt einfacher Säulen finden sich zuweilen aus mehreren Säulen gegliederte Pfeiler, wie im Chor von St. Benigne in Dijon, oder kapitällose, die Bogengliederung fortsetzende Pfosten, wie im Schiff derselben Kirche (s. Fig. 916). Die mindere Höhe der Triforien bringt es dann mit sich, dass die Zahl der Abteilungen die des darüber befindlichen Fensters übersteigt, und zwar zunächst in der Weise, dass eine direkte Beziehung nicht stattfindet. So findet sich im Chor zu Rouen ein sechstheiliges Triforium unter einem vierteiligen Fenster, während häufig, wie in Chartres und Reims, das erstere die Zahl der Abteilungen des letzteren verdoppelt. Überhaupt aber schliesst die schon in der oben angeführten Stärkendifferenz enthaltene Trennung zwischen Fenster und Triforium die Notwendigkeit der Übereinanderstellung zwischen Fensterpfosten und Triforiumssäulen aus, wenn schon aus einer gewissen Beziehung zwischen beiden Teilen der Vorteil einer einheitlicheren Wirkung zu gewinnen steht: das Bestreben, dieselben in Übereinstimmung zu bringen, führte daher darauf, die Bogenöffnungen des Triforiums in Haupt- und Unterabteilungen zu gliedern, d. h. also zunächst stärkere Mittel- und Wandsäulen anzuordnen, dieselben durch Bogen zu überspannen, und die so gebildeten Felder durch schwächere, bogenüberspannte Säulchen zu teilen, also das System der alten und jungen Fensterpfosten darauf anzuwenden (Fig. 917 u. 918). Unter den vierteiligen Fenstern im

Öffnung des
Triforiums
gegen das
Schiff.

Beziehung
zw. Triforium
und Fenster.

Entwicklung der Triforien.



Schiff zu Amiens sind die Triforien aus zwei solchen, jedoch dreiteiligen Gruppen gebildet. Es mochte auch schon das aus der steileren Lage der Seitenschiffsdächer sich ergebende bedeutende Höhenverhältnis der Triforien eine derartige Anordnung wünschenswert machen, durch welche die übermässigen Höhen der Säulen am besten zu vermeiden waren.

An dem Chor zu Meaux hat das aus der geringen Länge der Polygonseiten sich ergebende bedeutende Höhenverhältnis des Triforiums sogar auf die Vereinigung beider Gruppen unter einem gemeinschaftlichen Spitzbogen geführt, eine Anordnung, welche bei grösserer Jochlänge natürlich unmöglich gewesen sein würde. Der Zusammenhang zwischen Fenster und Triforium wird besonders innig, wenn entweder eine Verdoppelung oder eine Übereinstimmung der Zahl der Abteilungen stattfindet, allemal aber die stärkeren Säulen des Triforiums den alten Fensterpfosten unterstehen. Das System der Gruppenbildung führt dann im Triforium entweder auf die Abwechslung zwischen stärkeren und schwächeren Säulen, wie in Ste. Gudule zu Brüssel (s. Fig. 917), oder auf eine den Fensterpfosten bei zusammengesetztem System analoge Gliederung.

Sowie nun durch den Wechsel der alten und jungen Pfosten die Stärke der Fensterwand zu einer ungleichmässigen wird, kann es angezeigt erscheinen, auch in der Vorderwand des Triforiums die den alten Pfosten unterstehenden Säulchen bis zur Übereinstimmung mit denselben zu verstärken. Noch mehr lassen sich Fenster und Triforium dadurch in Einklang bringen, dass die alten Fensterpfosten bis auf die Sohle des Triforiums oder bis auf die Kapitäle der stärkeren Triforiumssäulen hinablaufen.

Im ersteren Falle wird daher, wenn die Fig. 918 a den Grundriss des alten Fensterpfostens mit dem eingezeichneten jungen darstellt, der erstere zugleich dem der primären und der zweite dem der sekundären Triforiumssäulen entsprechen. Die jungen wie die alten Fensterpfosten enthalten aber noch ausser den Säulchen die innere, den Falz für die Verglasung bildende Gliederung, welche, in dieser Gestalt an den Triforiumssäulen überflüssig, dem Säulchen *c* an denselben entsprechen. Dieses letztere kann dann in der Aufrissentwicklung des Triforiums nur zur Anlage von tertiären Säulchen *c'* verwertet werden, welche also auf eine in den Fenstern nicht vorhandene Unterabteilung, d. h. auf die Verdoppelung der Abteilungszahl des Fensters für das Triforium führen. Hiernach erhält die Fenstersohlbank nur die Stärke der jungen Pfosten und der vortretende Gesimsrand läuft entweder an das hinabgehende Säulchen des alten Pfostens an (siehe Fig. 922), oder ist um dasselbe gekröpft. Beispiele solcher Triforien zeigen bei zweiteiligen Fenstern die Kathedrale von Beauvais (s. Fig. 847), bei vierteiligen das Schiff von Chalons (s. Fig. 918) und das Strassburger Münster, bei dreiteiligen der Kreuzflügel von Chalons (s. Fig. 919).

Wir machen hier auf die eigentümliche Auskrägung der Säulchen der alten Pfosten in der letzteren Figur bei *x* aufmerksam, welche darin ihren Grund hat, dass im Kreuzflügel die entsprechenden seitlichen Säulchen an den Wandpfosten nicht wie im Schiff auf dem Boden des Triforiums aufsetzen (s. *g* in Fig. 918), sondern bis auf den Fussboden der Schiffe hinablaufen (s. Fig. 919), mithin für die gleich weit vorspringenden Mittelsäulchen der Grund nur durch jene Auskrägungen zu gewinnen war.

In den späteren Werken nimmt dann das Bestreben, die Triforien zu einer Fortsetzung der Fenster zu machen, immer mehr überhand. Statt vieler führen wir das Beispiel von St. Peter in Löwen an, wo die Fensterpfosten in völlig unveränderter Gestalt durch die die Sohle der Fenster und den Boden

Vereinigung
von Triforium und
Fenster.

des Triforiums bezeichnenden Gesimse sogar hinab bis auf den Scheidebogen laufen, zwischen diesem und dem Triforium natürlich als Blendpfosten. Unterhalb der Gesimse sind sie durch nasenbesetzte Bogen und oberhalb des Bodens des Triforiums durch eine aus einzelnen Vierpässen bestehende Masswerkbrüstung verbunden.

Die Säulenstellung des Triforiums findet sich im Schiff der Kathedrale zu Rouen ersetzt durch zwischen die inneren Pfeiler gespannte Segmentbogen (s. Fig. 920). Die Wirkung derselben ist aber bei aller Originalität doch einigermaßen gewaltsam.

Wir haben seither die Anordnung der Triforien nur für jene weiten, die volle Jochlänge einnehmenden Fenster besprochen. Bei geringeren Fensterbreiten können die Säulenstellungen entweder unter den neben den Fenstern stehbleibenden Mauerflächen durchlaufen, wie an einer kleinen Kirche zu Reims (siehe Fig. 921), oder aber nur innerhalb der Fensterbreiten sich befinden. Letztere Anordnung, in Verbindung mit dem oben erwähnten Hinablaufen der Pfostensäulen bis auf den Boden des Triforiums, findet sich in Notre-dame zu Chalons (s. Fig. 922) und St. Remy zu Reims.

Die dichte Stellung der Säulchen dient zugleich zur vollständigen Sicherung der die Triforien Passierenden, und findet sich deshalb, an den älteren Werken wenigstens, in der Regel keine Brüstung dazwischen angebracht, zuweilen aber anstatt derselben eine Erhöhung der Säulensockel über den Boden, welche entweder durch ein Hinaufrücken des Gesimses über den Scheidebogen oder eine steilere Lage des Wasserschlages oder endlich die Anlage einer niedrigen Brüstungsmauer darüber bewirkt wird. Das Wegfallen der Säulchen aber, wie in der Kathedrale zu Rouen, enthält die Notwendigkeit einer Brüstung.

Wenn wir bisher von der Annahme eines äusseren Umganges vor den oberen Schiffsfenstern ausgegangen sind, so finden sich doch die Triforien mit demselben Recht auch dann, wenn jener obere Umgang im Inneren liegt, wie an den Kirchen der Bourgogne, und es greift nur der Unterschied Platz, dass die obere Fensterwand über die Rückwand des Triforiums rückt, mithin jede Beziehung zwischen den Säulen derselben und den Fensterpfosten wegfällt.

Bei geringeren Höhenverhältnissen oder bei einfacherer Ausführung fällt dann auch wohl der Umgang und somit die Säulenstellung des Triforiums weg, und es findet sich nur ein nach innen allseitig offener Gang über den Scheidebogen. Eine derartige Anordnung zeigen die grossen Ziegelkirchen an der Ostsee, so die Marienkirche zu Lübeck, wo dieser Gang mit einer Masswerkbrüstung besetzt ist. Eine weitere Vereinfachung zeigt dieselbe Kirche, indem auch die Durchbrechungen der Pfeiler wegfallen, so dass die einzelnen Austritte über den Scheidebogen nur durch den Dachraum über den Seitenschiffen miteinander in Verbindung stehen, nach welchem sie sich durch Thüren öffnen. Wenn nun im vorliegenden Falle aller Wahrscheinlichkeit nach ein Zugeständnis an den Ziegelbau zu suchen ist, so können doch auch im Quaderbau kleinere Abmessungen des Ganzen, mithin auch der Pfeiler, jene Durchbrechungen unmöglich machen. Deshalb findet sich an den übrigens nach dem gewöhnlichen System mit Säulenstellungen kon-

Triforien bei
geringer
Fenster-
breite.

Fenster über
der Rück-
wand des
Triforiums.

Verein-
fachte An-
lagen.

struierten Triforien von St. Ouen in Rouen dieselbe Anordnung wie in Lübeck. In sehr sinnreicher Weise ist dann in der Kathedrale von Limoges, bei gleichfalls vermiedener Durchbrechung der Pfeiler, der Umgang des Triforiums in einem oberhalb der Seitenschiffsgewölbe ausgekragten halbrunden Erker um dieselben geführt. Der obere Umgang findet sich auf der diese Erker deckenden Plattform und demnach fällt auch die Durchbrechung des oberen Pfeilers, sowie die Anlage jener äusseren frei stehenden Säulen weg, mithin setzen die Strebebogen sich unmittelbar an einen vor der oberen Mauerflucht vortretenden Strebepfeiler.

Eine weitere Vereinfachung der Anlage von St. Ouen und gewissermassen der Lübecker findet sich in einzelnen deutschen Werken, wo die Fenstergewände und die Pfosten, letztere jedoch nur in der Hälfte ihrer Grundform bis auf den Wasserschlag des oberhalb der Scheidebogen befindlichen Simses hinablaufen und die Dachräume über den Seitenschiffen sich durch zwischen den Blendpfosten befindliche Thüröffnungen nach dem Innern öffnen. Während also dort jene Dachräume dazu dienten, die einzelnen Abteilungen der Triforien zu einem Umgang zu verbinden, bilden sie denselben hier unmittelbar.

Streng genommen ist die Logik hier noch auf der Seite der letzteren Anordnung, dass aber anderseits die Wirkung jener überhohen, in der unteren Hälfte blinden, unmittelbar über den Scheidebogen aufsetzenden Mittelschiffenferster weitaus hinter jener zurücksteht, welche sich durch die Einschaltung jener Säulengalerie ergibt als des reichsten denkbaren Frieses in rein formaler Auffassung, dass durch den Gegensatz der Triforiumssäulen zu den Schiffspfeilern und Diensten, der zierlichen Bogen derselben zu den weitgespannten Scheide- und Fensterbogen die grösseren Teile erst zu ihrer vollen Wirkung gelangen oder darin gesteigert werden, das wird auch ohne Anschauung klar sein.

Überhaupt ist das Motiv der Einschlebung solcher Säulengalerien zwischen, über oder unter höheren, mit grösser gezeichneten Abteilungen versehenen Stockwerken eines der glücklichsten in der Architekturgeschichte vorkommenden und kehrt ausser der hier bezeichneten Stelle auch sonst in kirchlichen und weltlichen Gebäuden mehrfach wieder. Wir verweisen auf das Rathaus in Ypern, wo sich eine derartige Blendengalerie unter dem Zinnenkranz, an das Tuchhaus zu Löwen, wo sie sich unter den Fenstern des Hauptgeschosses hinzieht. Die Wurzel aber dieser Anordnungen haben wir in jenen sog. Zwergsäulengalerien oberhalb des Gewölbeanschlusses zu suchen, welche die romanischen Bauten der Rheinlande kennzeichnen.

Triforien mit Fenstern in der Rückwand.

Wenn die Triforien ursprünglich aus der Anlage der Pultdächer über den Seitenschiffen hervorgegangen sind, so finden sie sich doch auch an denjenigen Gebäudeteilen, denen dieser erzeugende Grund fehlt, in völlig gleicher oder wenig veränderter Gestaltung herumgeführt. Ja, sie mussten es werden, um den damit verbundenen Zweck der Gewinnung eines Umganges zu erreichen. Solche Gebäudeteile sind der Chor und die Kreuzflügel bei einschiffiger Anlage derselben, jedenfalls aber die Giebelmauern der Westseite und der Kreuzschiffe. Nur führt hier die Abwesenheit des Daches auf die Anlage von Fenstern in der Rückwand des Triforiums. Diese Fenster entsprechen dann entweder in ihrer Anlage den Bogenöffnungen des Triforiums, so dass sie dasselbe, mit Hinzufügung der Verglasung und der dadurch bedingten Teile nach aussen wiederholen, oder sie sind in einer abweichenden Gestalt, oder endlich auch nach einem abweichenden System angelegt. So ist z. B. in den Kreuzgiebeln zu Reims die Rückwand auf jede der drei Bogenweiten des Triforiums mit einem runden Fenster, in dem

Triforien im
Chor und
Querschiff.

Chor von Notre-dame zu Dijon aber die ganze Rückwand hinter dem zweiteiligen Triforium mit einem grossen Rundfenster durchbrochen, während an der Westseite der Kreuzflügel zu Compiègne, Fig. 923, in der Rückwand hinter den drei Bogenweiten des Triforiums sich zwei durch einen schlanken Mittelpfeiler geschiedene Spitzbogenfenster finden, und ferner für die erste Anordnung die in Fig. 932 dargestellten Kreuzflügel zu Chalons ein Beispiel bieten. Mag es sein, dass die gleichartige Teilung der Wirkung der Glasmalerei in diesen Fenstern günstiger ist, so müssen wir doch der durch eine Verschiedenheit des Systems, wie in Dijon und Compiègne, gewonnenen, wechsellöseren Linienführung gleichfalls ihre Rechte wahren.

Übertragung
der Fenster
auf die
Triforien des
Schiffes.

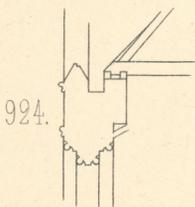
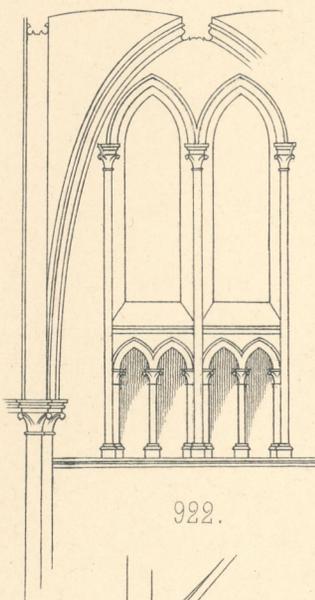
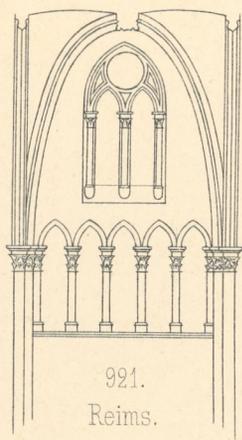
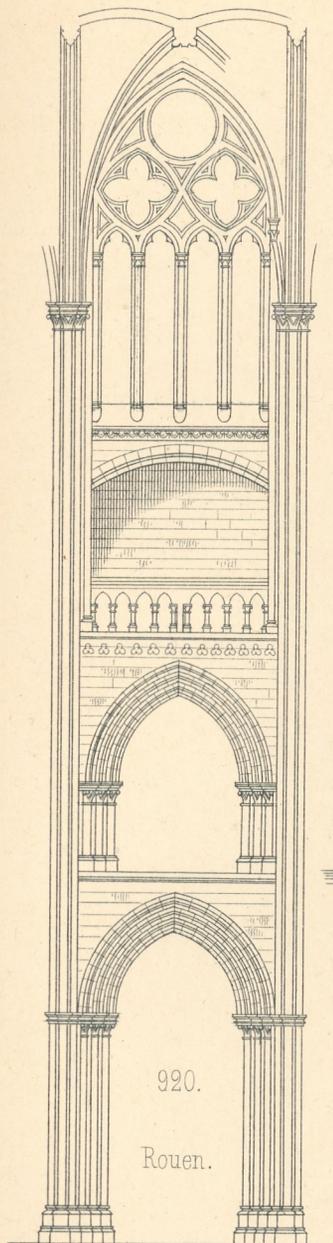
Die Pracht der Glasmalerei, durch welche die eben besprochenen Triforien ihre Schwestern im Schiff überstrahlen, mochte dann auf das Bestreben führen, den letzteren die gleiche Wirkung zu sichern. Im Schiff aber bedingte die Fensteranlage eine Umgestaltung des Daches, also den Ersatz des Pultdaches entweder durch eine Terrasse wie in Oppenheim, oder durch ein Satteldach mit einer längs der Mittelschiffsmauer angelegten Rinne wie in St. Denis und am Strassburger Münster.

Wenn es nun an sich etwas stark ist, die ganze Dachanlage zu ändern und in eine für die leichte Erhaltung des ganzen Gebäudes weniger vorteilhafte Form hinüberzuführen, wie das wenigstens die letztere unzweifelhaft ist, nur um die Wirkung einiger Glasmalereien zu gewinnen, für welche das ganze System des Baues ohnehin hinlänglichen Raum bot, so werden wir gleich sehen, wie diese Dachanlagen gerade auf die Beseitigung desjenigen Teiles führen, um dessentwillen sie entstanden waren, denn bei beiden fehlt die Höhenbestimmung des Triforiums, mithin die eigentliche Veranlassung für die Existenz desselben, und es ist kein Grund mehr vorhanden, das Fenster selbst nicht bis auf die Terrasse, oder die zwischen Dach und Mittelschiffsmauer liegende Wasserrinne hinabzuführen. Wenn dann die so gewonnene Höhe zu gross erschien, so konnte sie, wie überhaupt die Höhe des Mittelschiffes, verringert und hierdurch ein wirklicher Vorteil in materieller Hinsicht gesichert werden, wobei freilich das Innere um einen reizvollen Schmuck ärmer ward und sich der Wirkung jener, S. 358 besprochenen einfachen oder gleich hohen Schiffsanlagen mit doppelter Fensterreihe übereinander näherte.

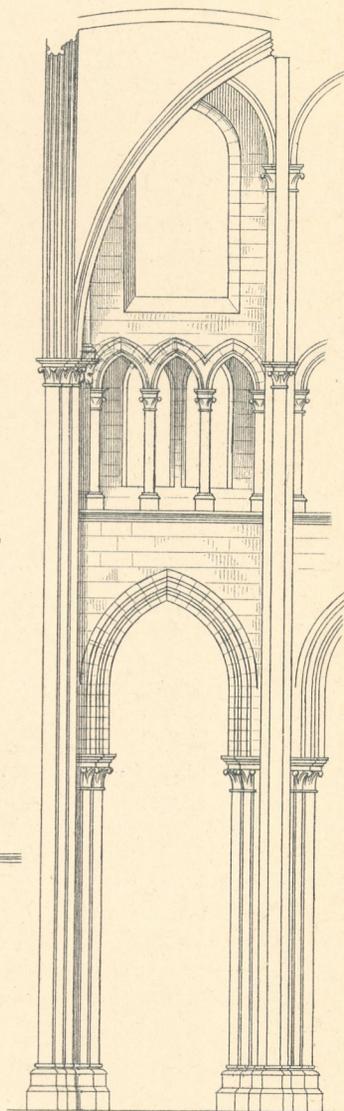
Als ein noch dem XIII. Jahrhundert angehöriges Beispiel dieser letzteren Art mit Satteldach führen wir die Kathedrale von Toul an (s. Fig. 850 u. 850b). Dieselbe Anordnung in Verbindung mit einer Terrasse findet sich an der dem XIV. Jahrhundert entstammenden Katharinenkirche zu Oppenheim.

Dabei führt in Oppenheim die Terrassenanlage über den Seitenschiffen, dieser bequemste Verkehrsweg, auf eine Weglassung der denselben Zweck erfüllenden Umgänge. Indes würde auch bei Anlage eines Satteldaches die durch dasselbe bedingte Wasserrinne an der Mittelschiffsmauer den Umgang gewähren und die Zugänglichkeit der Mittelschiffsfenster sichern, wie denn überhaupt die Rinne ganz an die Stelle des oberen Umganges über dem Anschluss des Pultdaches treten und sich etwa nach Fig. 924 gestalten könnte. Wir gestehen aber, kein Beispiel dieser Art anführen zu können.

Entwicklung der Triforien.



923.



Compiègne, S: Antoine-Kreuzschiff.

5. Die gewölbten Emporbühnen über den Seitenschiffen der Basilika.

Es unterscheiden sich die Emporen der Basilika von denen der Hallenkirche (s. S. 386) nur dadurch, dass, wie Fig. 926b zeigt, sich oberhalb derselben das Mittelschiff höher erhebt.

Wir haben schon oben (S. 386) auf die Anlage der Altäre auf diesen Seitenschiffgalerien hingewiesen, wodurch dieselben, über die Bedeutung der Schaubühne gehoben, eine mehr selbständige Stellung einnehmen. Demnach findet sich in der Regel und zwar in den bedeutendsten Werken, wie den Kathedralen von Laon, Noyon und Paris, der Kollegiatkirche zu Mantes und dem Dom zu Limburg, eine Zerlegung der Bogenweite durch ein oder zwei Säulchen in kleinere Öffnungen. Es sprechen für diese Säulenteilung auch ästhetische Gründe, da die Wiederholung von zwei nahezu gleich weiten Bogenöffnungen übereinander eine schleppende Wirkung hervorbringen muss, wie das der Aufriss der Schiffe von Rouen (s. Fig. 920) zeigt, wo jedoch die Galerien hinter den oberen Bogen fehlen. Die Säulchen sind in Mantes auf das Schönste aus der Gliederung der Scheidebogen und Pfeiler so entwickelt, dass jene Säulchen und die dieselben verbindenden Bogen samt dem darauf ruhenden Tympanon dem unteren Ring der Scheidebogen und den die letzteren tragenden Diensten entsprechen, mithin die Gliederung der oberen Pfeiler jener der unteren völlig gleich wird (s. Fig. 926 u. 926c).

Öffnung der
Emporen
gegen das
Mittelschiff.

Die Gewölbe der Emporen entsprechen in der Regel denen der Seitenschiffe.

Nur in Mantes finden sich in sehr eigentümlicher Weise die über dem Chorumgang befindlichen Joche mit radial gelegten Tonnengewölben überspannt. Diese Tonnengewölbe sind fast nach antiker Art auf Steinbalken gewölbt, welche von zwei den unteren Gurtbogen aufsitzenden Säulchen getragen werden. Die trapezförmige Grundfläche dieser Joche hat dabei zu keiner Erhöhung des Tonnengewölbes nach aussen, sondern bei horizontaler Lage des Scheitels zu einer fortwährenden Veränderung der Bogenlinien geführt, wie sie in Fig. 926d dargestellt ist.

Gewölbe der
Emporen.

Dabei ist dem Seitenschub des ersten Tonnengewölbes beim Anfang der Chorrundung in sehr geschickter Weise dadurch begegnet, dass in den anstossenden rechteckigen, mit Kreuzgewölben überspannten Jochen das betreffende Kappenviertel als Tonnenstück aufgeführt ist (s. Fig. 926b).

Über dem Umgang des Chores werden die Bogenöffnungen der Galerie so eng, dass vorn die Teilung durch Säulchen unmöglich ist. Dennoch aber ist das System derselben dadurch ausgesprochen, dass in einen höheren Bogen ein kleinerer eingesetzt ist, dessen Gliederung der der Teilungsbogen im Schiff entspricht, wie Fig. 926a zeigt.

Oberhalb der Emporen legt sich dann das Dach an die Mittelschiffsmauer, wodurch wieder der Platz für Triforien gegeben ist.

Da der Zweck und die Entstehung dieser Triforien-Umgänge mit denen der Emporen in keiner Weise zusammenhängt, so kann aus dem Vorhandensein der Emporen durchaus kein Grund für Weglassung der Triforien sich ergeben, und zeigen z. B. die Kathedralen von Laon, Noyon und Limburg, dass diese kleinen Arkaden zwischen den Bogen der Emporen und dem Fensterstock gerade eine sehr günstige Wirkung hervorbringen. Freilich sind in den erwähnten Werken

Umgänge
über den
Emporen.

auch die Bogen der Emporen nur durch ein, nicht wie in Paris und Mantes durch zwei Säulchen geschieden, gerade hierdurch wird jede Konkurrenz mit den Säulstellungen der Triforien vermieden. In der Kathedrale von Paris findet sich eine andere Anordnung in dem ursprünglichen Bau (s. VIOLLET LE DUC, tom. II. S. 289), die im wesentlichen auf dasselbe hinausläuft und ein Triforium fast noch absichtlicher als die oben erwähnten herstellt.

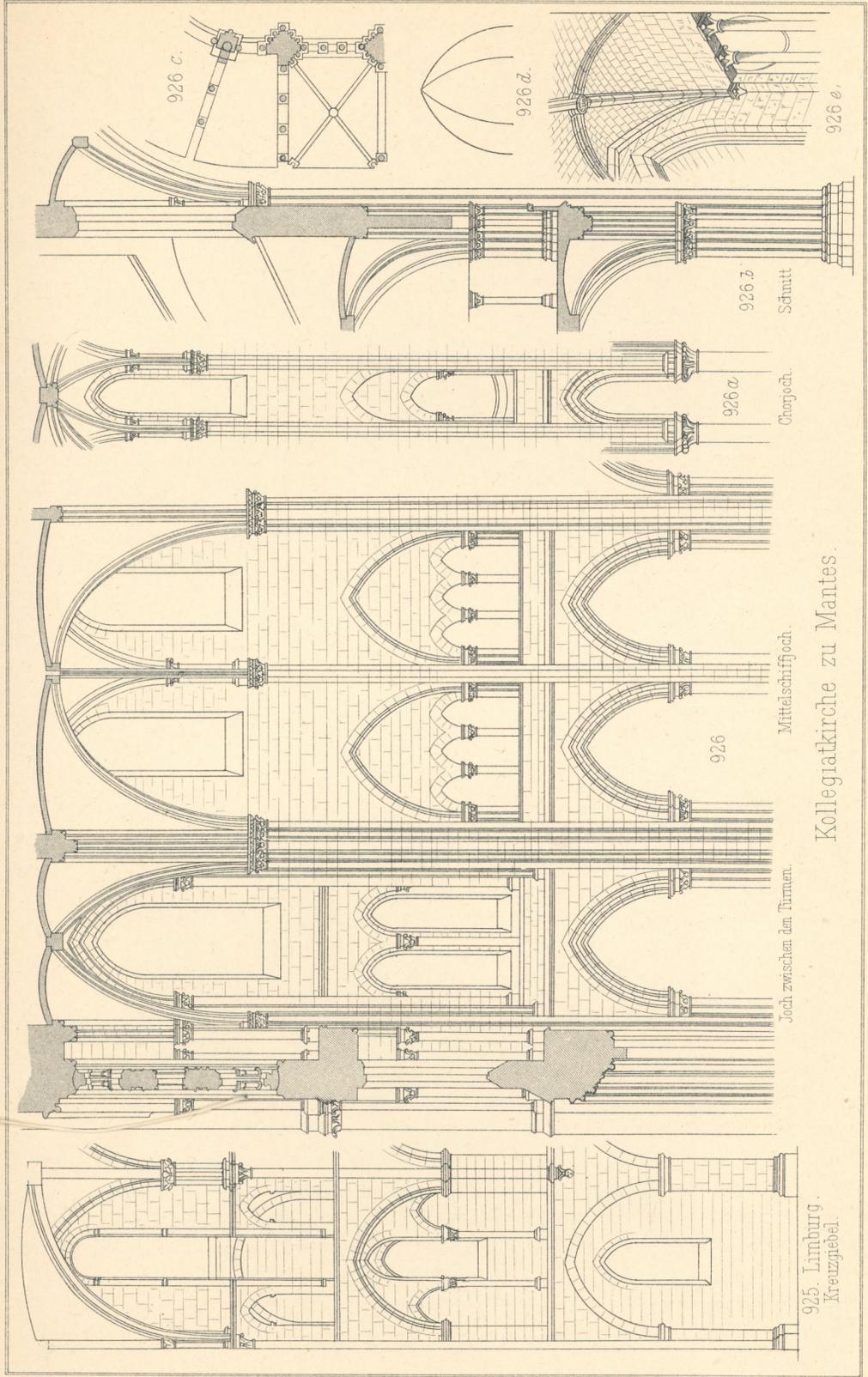
Obgleich hier nämlich das Dach über der Galerie so flach gelegt ist, dass dasselbe die Höhe für ein Triforium nicht gewährt, so ist dieselbe dadurch gewonnen, dass die nach dem Mittelschiff sich öffnenden Bogen der Galerien und somit der Anschluss der selbige überspannenden Kreuzgewölbe weitaus niedriger angelegt sind, als die äusseren Schildbogen derselben Gewölbe, etwa nach Art des in Fig. 889 gezeigten Durchschnittees. Nur ist in der so gewonnenen Höhe kein Umgang in der Mauerdicke gebildet, da überhaupt das ganze Strebesystem nicht auf einen solchen berechnet war, zudem der Raum über jener Senkung des Galeriegewölbes einen solchen gewährte, der sich dann durch grosse, runde, mit einfachem Masswerk gefüllte Öffnungen mit dem Mittelschiff in Verbindung stellt. In der Kirche von Mantes, deren Durchschnitt Fig. 926 zeigt, ist das Strebesystem gleichfalls auf keinen Umgang im Triforium berechnet, und sind die Dimensionen so mässige, dass eine Anordnung wie in Paris nicht ausführbar war. Zudem ist die Ausführung der ganzen Kirche sehr einfach und erinnert besonders durch die geringen Fenstermasse noch an die romanische Kunst.

Durch die gewölbten Galerien erhalten die Pfeiler und Mauern des Mittelschiffes eine weitere Sicherung, die in Paris noch durch oberhalb der Gewölbe, jedoch unter dem Dach befindliche Strebebogen verstärkt ist. Überhaupt aber haben die Emporen in den erwähnten Werken auf eine mindere Höhe des oberen Lichtgadens geführt, so dass über dem Anschluss der Seitendächer sich nur einfache Strebebogen finden.

Fragen wir nun nach dem Einfluss der Emporen auf die Gestaltung der Kreuzflügel, so geben uns die genannten französischen Werke keinen Aufschluss, indem in Mantes die Kreuzflügel überhaupt fehlen, in Paris und Noyon aber einschiffig, mithin auch ohne Emporen sind. Die über den Seitenschiffen von Langhaus und Chor angebrachten öffnen sich nach dem Kreuzschiffe gerade wie nach dem Mittelschiffe, ohne miteinander in Verbindung zu stehen. Auch würde selbst die gewöhnliche Anlage mehrschiffiger Kreuzflügel diese Verbindung vor den Giebelmauern hin nur durch nach oben offene Galerien, wie in Laon, gewähren können. Eine Herumführung der Seitenschiffe und somit der überwölbten Emporen um die Giebelmauern herum findet sich nirgends. Die Giebelwände sind daher in Noyon nur insofern von den Emporen in Mitleidenschaft gezogen, als sie mit doppelten Lichtgadens übereinander versehen sind, während sie in Paris sich jedem Einfluss entziehen. Nur der Dom in Limburg zeigt in der eigentümlichen Konstruktion seines Chores und Kreuzschiffes wenigstens einen Ersatz dafür. Die beiden letzteren Teile sind nämlich ringsum von Seitenschiffen und Umgängen umzogen, welche nur etwa die Hälfte der Seitenschiffweite im Langhaus, also da das Gewölbesystem das der sechsteiligen Gewölbe von quadrater Grundform ist, nur ein Viertel der Mittelschiffweite breit sind.

Über den Ecken dieser Umgänge an den Kreuzflügeln erheben sich dann je zwei, die letztere flankierende Türme. Hiernach also macht sich, wie die Fig. 925 zeigt, das System der Durchschnittsbildung in den Kreuzflügeln in derselben Weise geltend, wie im Schiff. Die Mög-

Emporen
an den
Kreuz-
flügeln.



Kollegiatkirche zu Mantes.

925. Limburg. Kreuzjoch.

Joch zwischen den Türmen.

Mittelschiffjoch.

Chorjoch.

Schnitt

926 b.

926 a.

926

926 d.

926 c.

lichkeit dieser Durchführung beruht aber auf der S. 420 erklärten Grundrisslage der Gewölbe, durch welche in die Mitte der Giebelmauer ein Pfeiler zu stehen kommt, und würde mit der Anlage gewöhnlicher Kreuzgewölbe abgeschnitten sein oder vielmehr auf die Anordnung einer nach oben offenen, die beiden Galerien in Verbindung setzenden Bühne, wie sich solche in Laon findet, führen müssen.

6. Der Querschnitt der einfachen Choranlagen, Kreuzflügel und Giebel der Basilika.

Chor.

Wie bereits oben bemerkt, setzt sich die ganze Höhentheilung, also die Lichtgaden von Mittel- und Seitenschiff und das Triforium, auch in den einschiffigen Teilen fort, so dass auch hier, wenn vor den unteren Fenstern ein Umgang sich findet, zwei innere und ein äusserer Umgang nach dem gewöhnlichen System sich bilden.

Jener untere Umgang, der sonst wegen der geringen Höhe der Sohle der Seitenschiffenster häufig fehlt und mehr als eine Eigentümlichkeit einzelner Gegenden, wie der Bourgogne, der Champagne und des Oberrheins anzusehen ist, erzeugt sich im Chor gewissermassen aus der Anordnung des Triforiums, insofern es, wie der in Fig. 927 dargestellte Durchschnitt zeigt, sonst nötig würde, unter der Rückwand des Triforiums einen Bogen *b* zwischen die Strebpfeiler zu spannen, welcher dann besser mit der unteren Fensterwand den Platz tauscht, so dass sich die in der Nebenfigur 927a gezeigte Anordnung mit einem unteren Umgang *a* ergibt. Als Beispiele dieser Art führen wir Notredame in Dijon und den Dom zu Regensburg an. Aus der Fig. 927 hätte sich indes auch ein äusserer Umgang konstruieren lassen.

Wenn nun in Fig. 927a, wie dies z. B. auch in Regensburg der Fall ist, und wie es aus der Konstruktion zunächst hervorgeht, der Boden des Triforiums nur aus von dem Bogen nach der Fensterwand übergelegten Platten sich bildet, so ergibt sich einer der S. 353 angeführten Fälle, wonach die Spitzbogenform des Fensters nicht gerade die geforderte ist. Dennoch findet sie sich in Dijon, aber einteilig, ohne Pfosten, wie denn auch im Mittelschiff der wagrechte Abschluss nur durch Nebeneinanderstellung von 3 kleineren Spitzbogenfenstern erzielt ward (siehe Fig. 848). In Regensburg dagegen ist das von den Strebpfeilern und jenen Bodenplatten begrenzte Viereck in reichster Weise durch eingespanntes Masswerk ausgefüllt, dessen Schema in einem die einzelnen Pfostenabteilungen überspannenden Spitzbogen besteht, so dass oberhalb desselben die Zwickel, und unterhalb die Scheibe mit anderen Masswerkformen durchbrochen sind.

In Notredame zu Dijon, wie in anderen Kirchen der Bourgogne, gehen die Fenster nicht, wie in Regensburg, bis auf den Boden des Umgangs hinab, sind vielmehr durch eine glatte Mauerfläche darüber erhöht. Im Chor zu St. Benigne zu Dijon findet sich eine weitere Vereinfachung durch Fortfall des unteren Lichtgadens, mithin auch des demselben zugehörigen Umganges und ebenso des über dem Triforium befindlichen, so dass der Vorsprung des Triforiums vor der Fensterwand sich durch einen Wasserschlag abgedeckt findet.

Ebenso fehlen zuweilen, wie in St. Leger in Soissons, die Fenster in der Rückwand des Triforiums, so dass die beiden Lichtgaden im Äusseren durch eine der Höhe des Triforiums entsprechende glatte Mauerfläche geschieden sind.

Fortführung
der Fenster
nach
Triforien.

Triforien.

Kreuzflügel.

Das hier über die einschiffigen Choranlagen Gesagte gilt in gleicher Weise von den Längenmauern der Kreuzflügel, und es wird nur durch die in der Regel die Länge einer Polygonseite übersteigende Jochlänge die Zahl der Bogenstellungen des Triforiums und ebenso die Fensterbreite vergrößert. Dabei kann die Jochlänge im Kreuzschiff immer noch geringer als im Mittelschiff sein, wie dies z. B. in Chalons der Fall ist, wo die Fenster in ersterem drei-, in letzterem vierteilig sind.

Durch das Zusammentreffen der einschiffigen Kreuzflügel mit dem dreischiffigen Langhause ergeben sich gewisse besondere Dispositionen der Dienste und Strebepfeiler, auf welche hier aufmerksam zu machen ist.

Es sei z. B. Fig. 928 der Grundriss einer derartigen, etwa nach dem System von Chalons angelegten Kreuzpartie und darin *a* der Kreuzpfeiler, *b* der gegenüberstehende Wandpfeiler, *c* das Seitenschiff, *d* das Mittelschiff, und es sollen vor den Seitenschiffenfenstern Umgänge angelegt werden, die sich dann vor dem unteren Lichtgaden des Kreuzschiffes fortsetzen. Nun bedarf der Wandpfeiler bei *e* dreier Dienste für den starken, die obere Mauer tragenden Gurtbogen, während die auf *f* treffende einfache Gurtrippe nur einen einzelnen Dienst fordert. Um dann die hierdurch sich ergebende Ungleichheit der Dienstzahl über die Seiten *eg* und *fh* auszugleichen und zugleich dem Eckpfeiler eine regelmässige Grundform von ausreichender Stärke zu verschaffen, sind der Ecke *h* zwei Dienste, der Ecke *g* aber nur ein solcher vorgesetzt. Von der ersteren läuft dann der Dienst 1, ebenso wie der entsprechende 2, welcher die Kreuzrippe trägt, bis auf den Boden hinab, bildet jedoch, da letztere im Kreuzschiff schon dem Dienst 3 aufsitzt, das äusserste Säulchen der Wandpfosten (s. Fig. 919), so dass für den gleich weit ausladenden mittleren die Basis fehlt, mithin die schon oben bemerkte Notwendigkeit der Auskrägung (s. *x* in Fig. 919) hervortritt.

Durch diese eigentümliche Anordnung löst sich dann die aus dem Gegensatz der einschiffigen zu der mehrschiffigen Anlage sich ergebende Dissonanz in glücklichster Weise auf, indem das nächste Feld des Kreuzschiffes, dessen Obermauer über dem Scheidebogen *lm* gerade wie nach dem Mittelschiff zu, von welchem die Fig. 918 ein Joch darstellt, über dem Scheidebogen *ho* zu stehen kommt, so dass hier die dem Dienst 1 entsprechenden und gleichfalls in den Fensterpfosten sich fortsetzenden Dienste 5 und 8, welche den Scheidebogen angehören, sich oberhalb derselben, wie in Fig. 918 bei *g* ersichtlich ist, in geringer Stärke wieder aufsetzen und die Fensterpfosten begleiten, eben deshalb aber hier die Auskrägung der den Mittelpfosten angehörigen, gleich weit vortretenden Säulchen überflüssig machen.

Es ist notwendig, auf die Gründe derartiger Eigentümlichkeiten, welche an den mittelalterlichen Werken nie willkürlich sind, aufmerksam zu machen, jener noch nicht völlig verbannten Auffassung gegenüber, welche gerade in der Willkür das Wesen der gotischen Architektur erblickt.

Gehen wir nun auf unsere Figur 928 zurück, so giebt uns dann *ik* zugleich die Stärke der oberen Fensterwand und der stärkeren Triforiumssäulen, so dass durch die punktierten Linien *s.s.x* die Weite des Triforiums und die Stärke seiner Rückwand sich bestimmt.

Oberhalb des Anschlusses der Seitenschiffe oder der Nebenchöre, würde nun der fragliche Pfeiler zwischen den beiden Fenstern, nur die ohnehin durch den Durchgang verringerte, und dem Gewölbeschub gegenüber keineswegs ausreichende Stärke *ik + kt* erhalten, für die Anlage eines winkelrecht stehenden Strebepfeilers aber an dieser Stelle eben wegen des Umganges die ausreichende Basis fehlen. Aus diesem Grunde ist der fragliche Strebepfeiler an Notredame zu Dijon übereck gekehrt, wie in Fig. 928 durch punktierte Linien angezeigt ist, eine Stellung, welche oberhalb des Anschlusses der Seitenschiffe allerdings ein eigentümliches und nicht auf den ersten Blick erklärliches Ansehen gewährt.

Nehmen wir nun an, dass der Umgang vor dem unteren Lichtgaden, als aus der einschiffigen Anlage sich ergebend, nur im Kreuzschiff, nicht aber im Seitenschiff sich fände, so er-

giebt sich die in Fig. 928 durch die punktierten Linien *ga' b' c'* bezeichnete, mithin aus der Axe der Gurtrippe gerückte, und zugleich einen Teil des betreffenden Seitenschiffsfensters verschliessende Strebepfeileranordnung, oder aber die Notwendigkeit eines Strebebogens, welcher jedoch den nächsten Strebepfeiler in der Flanke treffen, mithin entweder eine Verstärkung desselben oder einen weiteren Flug nach dem nächsten fordern würde. Allen diesen Schwierigkeiten wäre in leichtester Weise auszuweichen durch die Anlage eines 6teiligen quadraten Kreuzgewölbes über dem an das Mittelquadrat anstossenden, in Fig. 928 durch die beiden oblongen Joche eingenommenen Teil des Kreuzschiffes, wonach also auf *f* nur eine Halbierungsrippe treffen würde, deren Schubkraft wesentlich geringer ist.

Giebelwand.

Die verschiedenen Höhentheilungen der Basilika setzen sich wenigstens an den grösseren Werken, auch in den Giebelmauern der Kreuzschiffe fort. Mit Annahme des Systems der Halbierungsrippen für die betreffende Partie, wie am Dom zu Limburg und der Kollegiatkirche zu Wetzlar (s. Fig. 936), wonach also, wie Fig. 929 zeigt, das äusserste Joch des Kreuzschiffes ein 7teiliges wird, ergibt sich im wesentlichen für diese Giebelmauern dieselbe Disposition wie für die Längenmauern, sofern die Breite des Giebels nunmehr in 2 Teile geteilt ist, von denen jeder den sonstigen Jochseiten nahezu entspricht. Mit Entfernung dieser frühgotischen Zweiteilung aber führt die gesteigerte Breite des Feldes auf gewisse eigentümliche Gestaltungen der Lichtgaden.

Was zunächst den oberen Lichtgaden betrifft, so wird dessen Breite nahezu gleich der Höhe, oder selbst grösser als diese, mithin wird die Anlage eines die volle Weite füllenden pfeilgetheilten Spitzbogenfensters wesentlich erschwert. Das Verhältnis des Raumes weist auf eine mehr konzentrische Fensterform, zunächst also das Radfenster hin, abgesehen davon, dass dieses auch in rein formaler Hinsicht den Vorzug hat, sich der sonstigen Architektur der Giebelmauer überzuordnen.

Oberer
Lichtgaden.

Am einfachsten rückt der Mittelpunkt des Radfensters in die Höhe der Gewölbebasis, wobei oben zwischen dem Kreis und dem Schildbogen eine halbmondförmige Fläche und unten zwischen dem Kreis und dem Triforium 2 Zwickel stehen bleiben, oder in eine noch höhere Mauerfläche. An den älteren Werken, wie der Kathedrale von Reims und Notredame zu Dijon (s. Fig. 933 und 934), sind diese Zwischenflächen nach innen und aussen glatte Mauern und tragen zur ruhigen Wirkung bei. Jene halbmondförmigen Flächen oberhalb sind an den Kreuzflügeln der Kathedrale von Amiens dadurch entfernt worden, dass auch der Schildbogen ein aufgesetzter Halbkreis ist, mithin der wagrechte Durchmesser des konzentrischen Radfensters um das Mass dieser Aufstellung in die Höhe rückt. An den meisten Werken aber erscheint das Radfenster dem spitzen Schildbogen eingesetzt, wobei jene halbmondförmige Fläche oberhalb glatt bleiben, einfach durchbrochen oder mit Masswerkformen gefüllt werden kann.

Radfenster
im Giebel.

Die Beseitigung der unteren Zwickel war dann leicht auf demselben Wege zu bewirken. Wenn die untere Fläche aber höher war, so wurde ihre Ausbildung erschwert durch den Zusatz eines Rechteckes, welches undurchbrochen zu lassen man sich an den reicheren Werken wenigstens nicht entschliessen konnte. Zur Ausfüllung

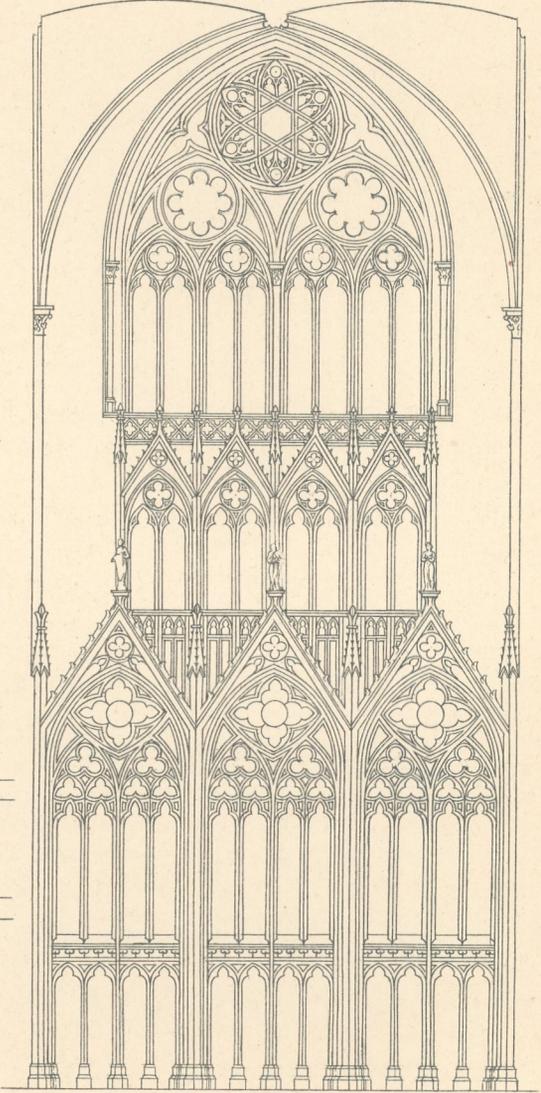
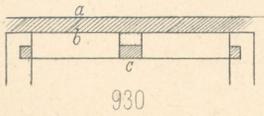
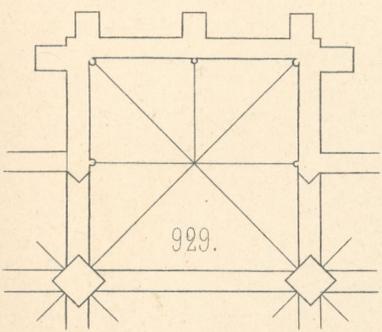
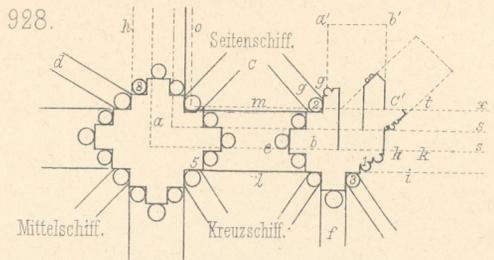
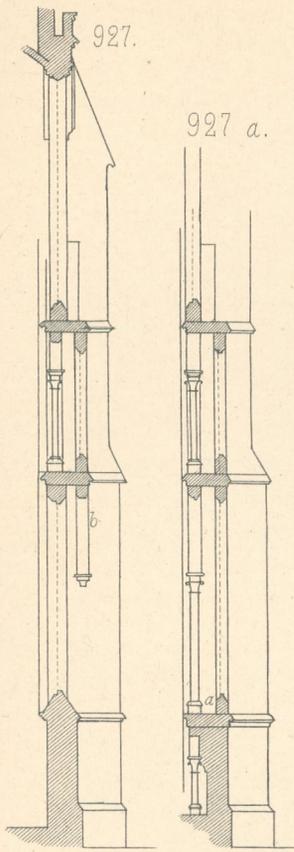
dieses letzteren bot sich nun zunächst die Anordnung eines Pfostensystems. In neueren Zeiten hätte man sich vielleicht damit begnügt, die Ausfüllung allein durch nach beiden Seiten orgelpfeifenartig an Höhe zunehmende Spitzbogen zu erreichen. Eine derartige Anordnung bringt bei grösserer Zahl der Abteilungen eine einförmige Wirkung hervor. Im Mittelalter aber war der Formensinn durch die fortwährende Betrachtung von kunstgerechten Arbeiten weit ausgebildeter als in der Gegenwart, und demgemäss auch die Erfindung reicher. Wir können deshalb nicht unterlassen, wenigstens auf zwei völlig verschiedene Gattungen der fraglichen Ausbildung hinzuweisen.

So ist an dem, dem 14. Jahrhundert angehörigen Kreuzschiff zu Amiens jenes untere Rechteck vom Kreis durch eine wagerechte Teilung geschieden und durch 8 spitzbogige zweiteilige Blenden ausgefüllt, während die Zwickel 2 diesen unteren entsprechende und sich dem Kreis anschmiegende Blenden erhalten haben. Diese Anordnung ist nur geschickt, nicht gerade sinnreich, wir stellen ihr die entsprechende der Kreuzflügel von Chalons gegenüber, welche an glänzender Erfindung und kühner Ausführung kaum ihresgleichen haben dürfte (s. Fig. 932 und 932a). Hier ist der Schildbogen ein Spitzbogen geblieben, und das ganze von demselben eingeschlossene Feld bis auf den Boden des Triforiums hinab durch ein Fenster ausgefüllt, welches durch das eingefügte Radfenster in entschiedener Weise beherrscht wird, obschon der Durchmesser desselben kleiner als die Spannweite des Schildbogens ist. Dabei ist innen jene S. 413 erwähnte Hinabführung der Säulchen der alten Fensterpfosten bis auf den Boden des Triforiums für zwei seitliche Felder durchgeführt, deren Spitzbogen in der Höhe der Dienstkapitäl aufsetzen (vgl. Fig. 932a). Die Säulchen bilden also eine Verstärkung der dem 6teiligen Triforium angehörigen. Der zwischen dem Rade, der Oberkante des Triforiums und den genannten Säulchen übrig bleibende Raum ist dann statt durch ein Pfostensystem, wie in Amiens, hier durch 5 sich dem Kreis anschmiegende und daher nach der Mitte an Grösse abnehmende Vierpässe ausgefüllt. Die Gliederung dieser letzteren ist eine sekundäre, d. h. sie entbehren der Verstärkung, welche die genannten Säulchen und der denselben entsprechende äussere Rundstab des Radfensters gewähren. Die Vierpässe tragen demnach die untere Kreishälfte, oder verstreben dieselbe vielmehr und verhindern das Ausweichen der einzelnen Stücke in radialer Richtung. Nach aussen ist dasselbe System durchgeführt (Fig. 932), nur mit dem Unterschiede, dass jene Säulchen auf die das Triforium abdeckenden Steinplatten auflaufen, somit weit kürzer als im Inneren sind. Die Fenster des Triforiums entsprechen wieder genau den inneren Bogenweiten derselben, und erhalten eine besondere reiche Gestaltung durch die sie bekrönenden Wimpergen.

An den späteren Werken findet sich das Radfenster meist verdrängt durch ein gewöhnliches und zwar in reichster Weise durch Pfosten und Masswerk geschmücktes Spitzbogenfenster, also eine für die fragliche Stelle charakteristische Anordnung durch eine solche, welche überall vorkommen kann. Indes finden sich Beispiele dieser Art schon an den frühgotischen Werken, wie St. Leger in Soissons (s. Fig. 935).

Spitzbogen-
fenster im
Giebel.

Chor und Querschchiff der Basilika.



931. Meaux. Innenans. d. nördl. Querschiffe.

In neueren Zeiten ist man mehrfach darauf ausgegangen, das Fenster im Giebel, welches sich in reichster Weise an den Kathedralen von Köln und von Meaux findet, als für die deutsche Gotik charakteristisch und die eigentliche Konsequenz des Systems bildend, zu proklamieren. Wahr ist hieran nur soviel, dass die Entstehung der meisten deutschen gotischen Werke, der reicheren wenigstens, in Zeiten fällt, in welchen selbst eine gewisse Übertreibung des Vertikalismus mit Absicht bis in alle Einzelheiten hinab gesucht ward. Das System der gotischen Konstruktionen führt mit völliger Notwendigkeit auf eine vorherrschend vertikale Wirkung des Ganzen, welche jedoch in den einfachsten der früheren Werke, wie die in Fig. 933 und 934 dargestellten Kreuzflügel von Notredame zu Dijon zeigen, bereits eben so kräftig ist als in der gleichfalls ein grosses Radfenster und zwar fast als Hauptobjekt enthaltenden Westseite des Strassburger Münsters oder jener des Kölner Domes. Die Annahme aber, dass dieser Grundcharakter des Ganzen in allen Einzelheiten durchgeführt werden, und alle mehr neutralen Formen ausschliessen müsse, würde mit völliger Notwendigkeit auf die Entfernung aller dem Masswerk eingespannten Kreise, mithin auf die Gestaltungen des englischen „perpendicular style“ hinführen, in welchem allerdings die Rundfenster überall durch pfeilgeteilte Spitzbogenfenster verdrängt sind, aber auch die einzelnen Masswerkabteilungen nur proportionale Wiederholungen der Hauptform des Ganzen darbieten.

Während in Köln der Schildbogen im Kreuzschiff noch zugleich Fensterbogen ist und das Triforium noch die einfache Gestaltung einer Arkadengalerie beibehält, so findet sich in Meaux, wo die Höhenverhältnisse eine ähnliche Entfaltung nicht gestatteten, eine mehr gekünstelte Anordnung, deren System wir in Fig. 931 nach einer flüchtigen Skizze darstellen. Hier ist die Breite des achteiligen, reich mit Masswerk angefüllten Fensters etwa um ein Drittel geringer als die Spannung des Schildbogens und daher seine Grundlinie über die des letzteren erhöht. Das nahezu in derselben Breite gehaltene Triforium ist dann in vier mit Wimpergen bekrönte Felder, und jedes derselben durch Mittelpfosten wieder in zwei Abteilungen geteilt.

Der Umgang über dem Triforium findet sich gleichfalls im Innern, und ist wie das Triforium mit einer durchbrochenen Masswerk Galerie versehen. Die unterhalb des Triforiums befindliche, den Seitenschiffen entsprechende Höhe, in welcher der Lichtgaden der letzteren fortgeführt sein sollte, ist auf die volle Weite des Kreuzschiffes durch 4 übereck gestellte, mit Fialen bekrönte Pfeilerkörper in drei mit Spitzbogen überspannte und mit Wimpergen bekrönte Abteilungen zerlegt. Letztere sind wieder durch ein System alter und junger Pfosten in je 4 Felder geteilt, von denen durch eine dem Kaffsims entsprechende wagrechte Gliederung etwa das untere Drittel abgeschieden ist zu Arkaturen.

Stellen wir nun dieses gleichwohl glücklich erfundene System dem von Chalons gegenüber, so ergibt sich eine die verschiedenen Stilperioden charakterisierende wesentliche Unterscheidung. Hier wie dort giebt sich das Bestreben kund, zwei ihrem Wesen nach wagrecht voneinander geschiedene Stockwerke zu einer vertikal wirkenden Gruppe zu verbinden, nämlich in Chalons das Triforium mit dem oberen und in Meaux mit dem unteren Lichtgaden, oder den denselben ersetzenden Blenden. An ersterem Orte aber ist dieser Zweck auf konstruktivem Wege erreicht, denn ohne jene hinabgeführten Säulchen und die darauf gespannten Bogen würde die zierliche Durchbrechung des unter der Rose befindlichen Raumes nicht wohl möglich gewesen sein. In Meaux dagegen ist alles auf rein dekorativem Wege nur durch die Fialen und Wimpergeanordnungen erzielt worden, welche zur Verstärkung der Konstruktion so wenig beitragen, dass sie fast überall ohne Schaden fortgenommen werden könnten.

Wenn der Regel nach die Triforien am Kreuzgiebel mit denen des Schiffes übereinstimmen, so finden sich auch Ausnahmen hiervon, wie in Reims, wo sie zwar dieselbe Höhe behaupten, jedoch nur aus drei Bogenweiten bestehen.

Die Säulchen tragen die vorderen Enden der nach der Rückwand übergelegten Steinblöcke, welche die Anfänger von ebenso vielen halbkreisförmigen Tonnengewölben bilden.

Für den unteren Lichtgaden an der Giebelwand des Querschiffes herrscht die Breite noch mehr vor als für den oberen, die sich für denselben ergebende Höhe würde noch nicht einmal ein Radfenster gestatten, ganz abgesehen davon, dass eine solche Wiederholung die Wirkung abschwächen müsste. Es bleibt also nur die Anordnung mehrerer nebeneinander gestellter Fenster übrig. So finden sich in Chalons (s. Fig. 932) hier zwei zweiteilige Fenster nebeneinander, in Reims und in St. Leger zu Soissons (s. d. Aufriss-Fig. 935) drei einteilige, in Notre-dame zu Dijon (s. Fig. 934) aber fünf solche.

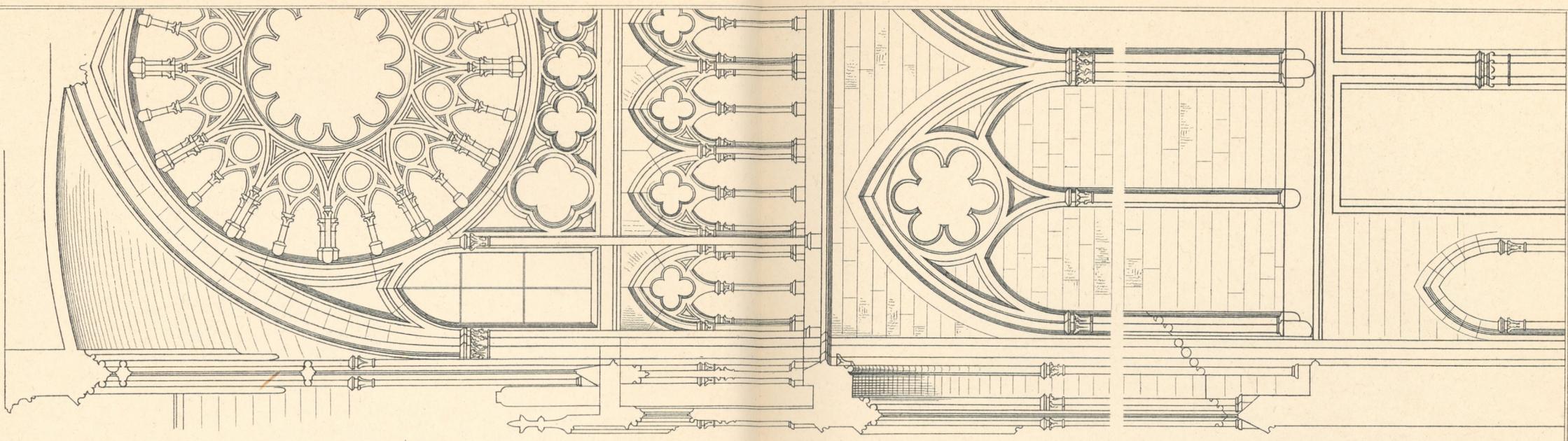
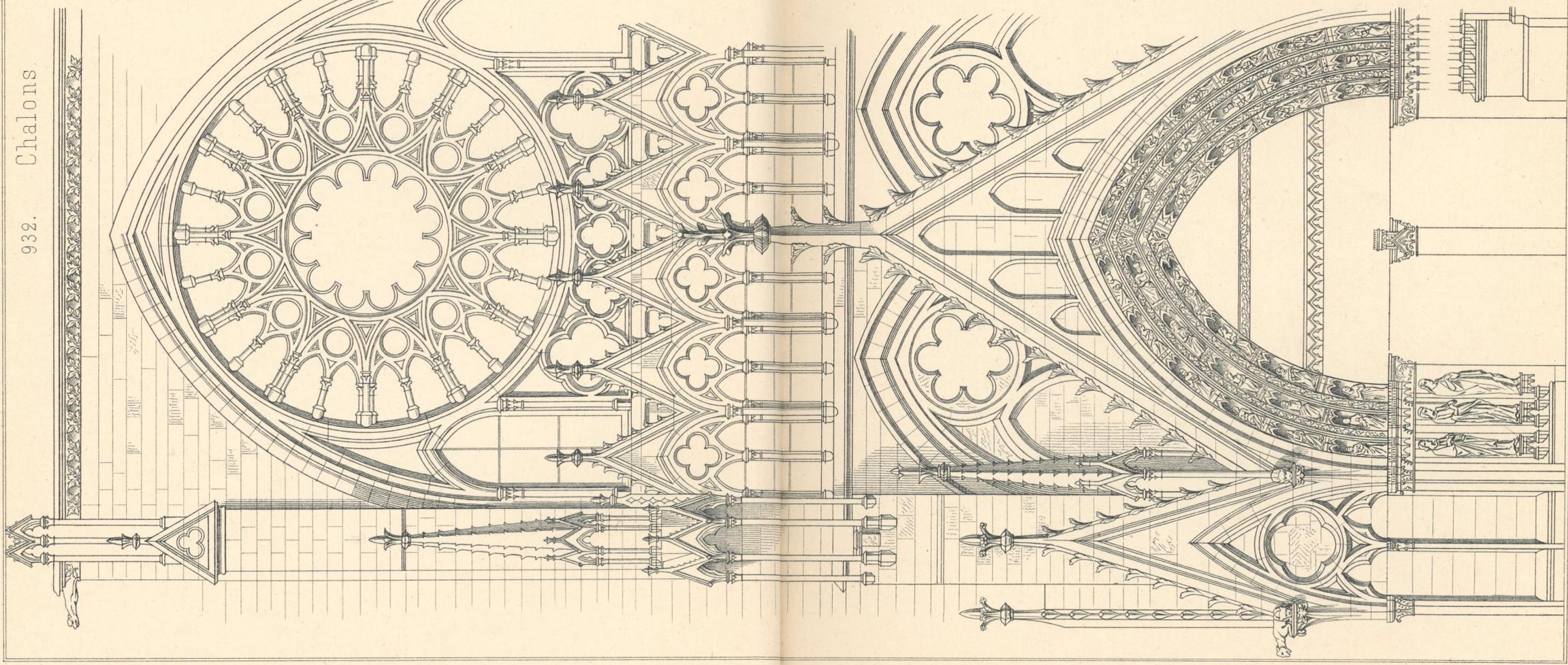
Die Umgänge vor dem unteren Lichtgaden ergeben sich hier in derselben Weise aus der Konstruktion, wie bei den Choranlagen (vgl. Fig. 927). In Fig. 930 sei *ab* die Rückwand des Triforiums oder die untere Fensterwand, dann würde etwa nach dem System von Chalons zur Unterstützung der Triforiumarkaden der mit den Eckpfeilern durch Bogen verbundene Mittelpfeiler *c* nötig, welcher, um den Durchgang zu gestatten, durchbrochen oder durch freistehende Säulchen ersetzt werden müsste. Statt der einen Mittelstütze *c* kann eine ganze Reihe von Einzelstützen angenommen werden. Wenn dann, wie in Reims, auch für diesen Umgang die oben beschriebene Überspannung des Triforiums mit parallel gelegten von diesen Säulchen getragenen Tonnengewölben angenommen ist, so wird eine Übereinstimmung der Fenstereinteilung mit den so gebildeten Arkaden zur Notwendigkeit. Nach der gewöhnlichen Anordnung aber, wonach die Säulchen nur durch Bogen verbunden sind, und so eine Wand bilden, von welcher aus nach der Fensterwand die Bodenplatten übergelegt sind, kann jene Übereinstimmung aufhören. Eine sehr eigentümliche Anordnung letzterer Art findet sich in Notre-dame zu Dijon (s. Fig. 933). Hier sind im Inneren zwei untereinander und mit den Eckpfeilern durch Segmentbogen verbundene Säulchen angeordnet und in solcher Weise drei Abteilungen gebildet, hinter welchen jedoch in der Rückwand sich die für Fanatiker der höheren Regelmässigkeit grauevolle, in der Wirklichkeit aber sehr reizvolle Anordnung von fünf schlanken Spitzbogenfenstern findet.

Unterhalb des unteren Lichtgadens finden sich dann, wenn überhaupt in den Kreuzflügeln Portale angeordnet sind, die Thüröffnungen, wie in Chalons (s. Fig. 932). Wenn aber die Höhen für die letzteren nicht ausreichend sind, so können dieselben auch oben in den Umgang hinauftragen, welcher dann, wie in den Seitenschiffen des Regensburger Domes und der Liebfrauenkirche zu Trier, vermittels einer von beiden Seiten ansteigenden Treppenanlage darüber hinführt.

Grossartigere Portalanlagen aber müssen mit ihren Bogen und Giebeln wenigstens einen Teil der Fenster verschliessen. So sind z. B. in Chalons von den in der fraglichen Abteilung ersichtlichen Fenstern nur die oberen Kreise in den Bogenfeldern wirklich durchbrochen und verglast, die unteren Abteilungen aber nur Blenden geblieben. Diese Notwendigkeit hat dann häufig auf ein völliges Aufgeben der unteren Fenster und die direkte Aufnahme eines Blendensystems

Der untere
Lichtgaden.

Portale in
den Giebeln.



geführt, wie in den Kreuzflügeln zu Amiens, eine Anordnung, welche den konstruktiven Verhältnissen in gleicher Weise entspricht. Sie liefert die für die oberen Teile erforderliche Breite ohne übermässigen Massenaufwand und gestattet auch Umgänge.

Während in Chalons die Thüröffnungen nach innen ganz ungeschmückt bleiben, zeigen die Kreuzflügel von Amiens ein freilich in mässigen Dimensionen gehaltenes, aber doch mit seinem Giebel in die darüber befindlichen Blendenreihen eingreifendes inneres Portal. Eine mächtigere Entwicklung dieses letzteren, welche jedoch durchaus nicht in einem grösseren Vorsprung desselben nach innen gesucht werden darf, würde dann die gesamte Mauerfläche bis unter das Triforium einnehmen, mithin den unteren Lichtgaden ausschliessen. Derartige Anordnungen finden sich hauptsächlich an den Westportalen. So ist in Reims der Raum zwischen der auch nach innen sichtbaren Gewändegliederung und den nächsten Diensten, durch mehrfache Reihen von übereinander geordneten Blenden mit Relieffiguren belebt, welche sich auch oberhalb des inneren Bogens unter dem Boden des Triforiums hinziehen, und so eine überaus reiche Einrahmung bilden.

Innenseite
der Portale.

In den neuen Kreuzflügeln zu Köln sind die zwischen Thüröffnung und Triforium gelegenen Mauerflächen durch eine grosse Zahl von kleinen Nischen belebt, welche durch die darin angebrachten Kragsteine und darüber befindlichen Baldachine zu Figurenplätzen charakterisiert erscheinen. Es ist das eine Anordnung, welche über das konstruktive Verhältnis einer Massenersparung, wie sie sich in den Blenden zu Amiens und dem inneren Portalbogen von Reims ausspricht, hinausgeht, und eine rein dekorative Bedeutung gewinnt, eben deshalb aber vielleicht an dem gegenüberliegenden Kreuzflügel nicht in ganz oder nahezu gleicher Gestaltung hätte wiederholt werden sollen.

An den Westmauern kann das Erfordernis einer Orgelbühne gewisse Sonderheiten bedingen.

Orgelbühne
im Westen.

Die monumentalste Auflösung dieser Aufgabe, wie sie sich z. B. innerhalb des Westgiebels der Kathedrale zu Soissons oder der Kreuzgiebel zu Laon findet, ist eine Herumführung der Seitenschiffsanordnung in dem westlichen Mittelschiffsjoche. Es kommen dann zwischen das westliche Pfeilerpaar ein oder zwei den Schiffspfeilern entsprechende, aber je nach der Spannweite schwächer gehaltene Pfeiler zu stehen, von welchen aus nach der Westmauer die Rippen des den Boden der Bühne bildenden und dem des Seitenschiffes entsprechenden Gewölbes geschlagen werden. Dass bei Anordnung eines Mittelpfeilers die Führung der Rippen mit Rücksicht auf die etwaigen inneren Portalbogen einzurichten ist, und etwa ein eingeschobenes Gewölbedreieck nötig machen kann, versteht sich von selbst. Indes würde auch in diesem Fall die Anordnung der Turmportale der Kathedrale von Paris vorteilhaft sein, wo von dem, die beiden Thüröffnungen scheidenden, aber hinlänglich starken Mittelpfeiler die Halbierungsrippen des achtteiligen Turmgewölbes ausgehen.

Bei einer derartigen inneren Bühne kann ein reicheres Triforium vom Schiff aus nicht mehr wahrgenommen werden. Indes kann dabei die Anlage des Triforiums selbst oder die eines in der Mauerdicke unterhalb des Westfensters anzulegenden Ganges gerade für die Zugänglichkeit des Orgelwerks von der hinteren Seite einen grossen Nutzen gewähren. Dass die Orgel in ihrer Höhe möglichst

zu beschränken und so zu gestalten ist, dass das etwa vorhandene Westfenster unverdeckt bleibt, ist schon früher bemerkt worden. Es kann aber diese Rücksicht darauf führen, die Gewölbe der in Rede stehenden Bühne niedriger als diejenigen der Seitenschiffe zu legen.

Das Weitere über die Verbindung der Westseite oder der Kreuzgiebel mit den Türmen siehe in dem die letzteren behandelnden Abschnitt.

Vereinfachte
Anlagen.

Die seither erklärte Anordnung der Kreuzflügel ist den grossen Kathedralen eigentümlich und fordert deren Dimensionen. Fehlen diese letzteren, sind namentlich die Höhenverhältnisse beschränkter, so ergibt sich die Notwendigkeit, Vereinfachungen zu bilden.

Zunächst ist es eine Verringerung des oberen Lichtgadens, welche eine die Breite des Kreuzflügels füllende Fensterrose oder überhaupt eine grossartige, die ganze Wandfläche beherrschende Fensteranlage nicht mehr gestattet. Da nun dem ganzen System nach das Vorherrschen jenes Lichtgadens Bedingung einer einheitlichen Wirkung ist, so muss das Triforium an der Giebelmauer des Kreuzflügels wegfallen, und die Verbindung der an den Längenmauern der Kreuzflügel oberhalb des Triforiums befindlichen Umgänge mit dem letzteren durch Treppentürme auf den Ecken der Kreuzflügel hergestellt werden, während die Triforien selbst miteinander durch den oberhalb der unteren Fensterreihe befindlichen Umgang in Verbindung stehen.

Eine derartige Anordnung findet sich an Notre-dame in Dijon (s. Fig. 933 und 934), wo die fraglichen Treppentürme unmittelbar unterhalb des unteren Umgangs ausgekragt sind und deshalb offenbar die oben erwähnten Zwecke zunächst erfüllen sollen. Dieselbe vereinfachte Anordnung findet sich an dem Kreuzflügel von St. Leger in Soissons (Fig. 935), wo die Treppentürmchen jedoch bis auf den Boden hinabgeführt sind, ebenso wie an St. Martin in Laon.

Alle diese Anordnungen beruhen also darauf, dass das obere Fenster am Kreuzgiebel die durch Lichtgaden und Triforien im Schiff in Anspruch genommene Höhe ausfüllt.

Durch die Anordnung eines Portals kann dann, wie oben erwähnt, auch der untere Lichtgaden in Wegfall kommen. Immerhin ist es günstig, die wagrechte Teilung der Schiffe, und wenn irgend möglich, auch den Umgang über der Höhe der Seitenschiffe an dem Kreuzgiebel herumzuführen, um diesen mit dem Ganzen sowohl materiell als ästhetisch zu verbinden. Diese Teilung weglassen und den Kreuzgiebel etwa mit einem bis auf den Kaffsims der Seitenschiffe hinablaufenden Fenster ausfüllen, heisst streng genommen soviel als mit einer Basilika den Kreuzgiebel einer Hallenkirche in Verbindung bringen. Einige grosse Ziegelkirchen an der Ostsee bilden Beispiele dafür.

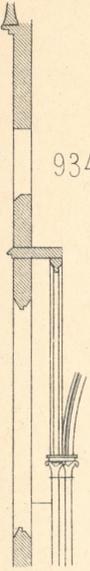
7. Die äussere Ausbildung der Giebel.

Die untere Giebelwand.

Bis zur Grundlinie des Daches hinauf ergeben sich die verschiedenen Ausbildungen der Giebelseiten aus dem über den Durchschnitt bisher Gesagten;

Giebelwand der Querschiffe.

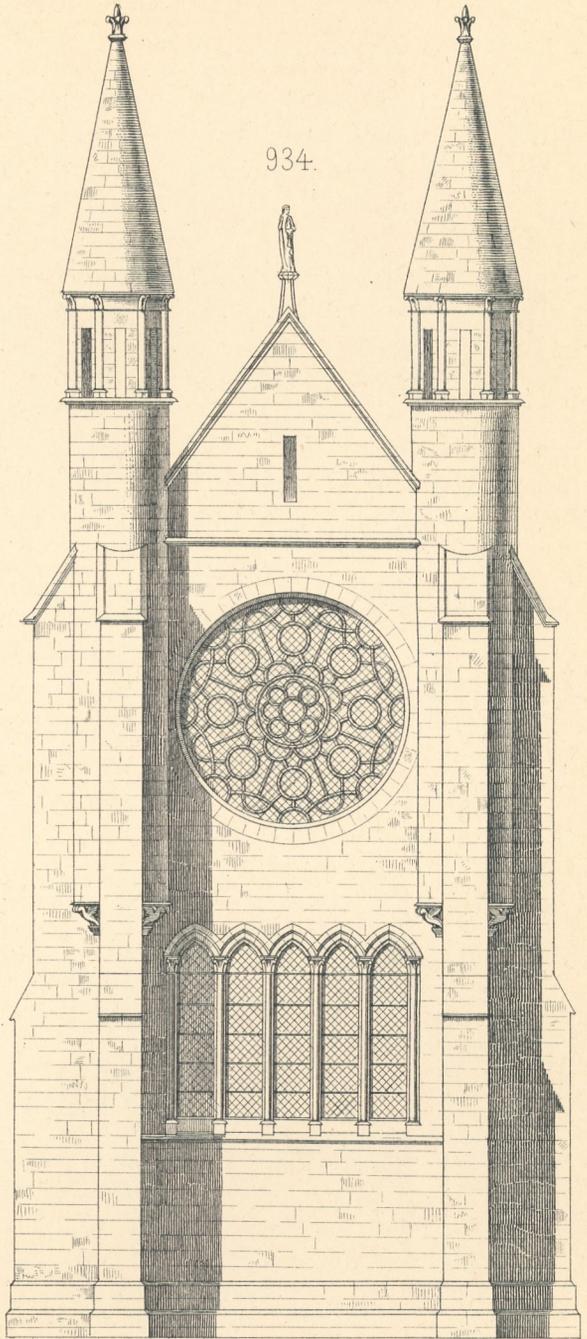
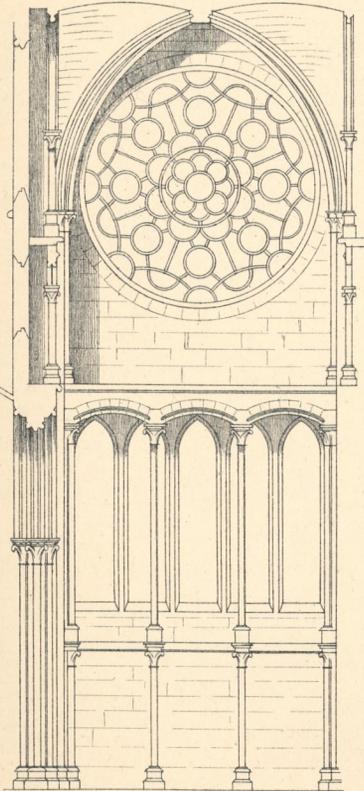
934 a



DIJON
Südgiebel
von
Notredame.

934.

933.



wir verweisen daher zunächst auf die in den Figuren 931, 932, 933 gegebenen Beispiele.

Ein wesentliches Mittel zu einer wirkungsvollen Bildung liegt, wie dies schon die Gesetze der Konstruktion an die Hand geben, in einer kräftigen Gestaltung der Ecken, in einer Flankierung des Giebels entweder durch Strebepfeiler von gesteigerter Bedeutung oder durch Ecktürmchen. Beide fallen für die Umrisslinie des Giebels oft dadurch zusammen, dass sie verbunden vorkommen, wie in Fig. 934, oder dass den Strebepfeilern in Höhe der Dachbasis Ecktürmchen aufgesetzt sind, welche die Giebelspitze überragen.

Türmchen
oder Strebe-
pfeiler an
den Ecken.

Die Bedeutung dieser Eckbildung muss natürlich wachsen mit der Durchbrechung der Giebelmauern, bei welchen der starke Schub der durch den Giebel belasteten grossen Fenster oder Rosen eine Vergrösserung der Widerlagsstärke zum Bedürfnis werden lässt. Umgekehrt nimmt sie ab mit einer geschlosseneren Gestaltung der Giebelmauern bis auf das Mass der gewöhnlichen Strebepfeiler, denen dann auch die Ecktürmchen fehlen. Wo Türmchen sich ohne die Notwendigkeit einer Verstärkung der Widerlager finden, wie in Limburg und Wetzlar (s. Fig. 936), da sind sie aus dem Bedürfnis einer Treppenanlage oder aus der Grundrissbildung hervorgegangen, beispielsweise an ersterem Orte aus Anlage der schmälere Umgänge um das Kreuzschiff, an letzterem (s. Fig. 854 und 936a) aus jener der inneren Eckpfeiler. Andere Beispiele von solchen Ecktürmchen zeigen die Dome von Meissen und Magdeburg.

Die Wirkung jener, die volle Breite der Giebelmauer durchbrechenden Fensteranlagen ist von einer so überwältigenden Macht, dass hierdurch gewisse Anlagen erklärlich sind, welche sich dieser Wirkung durch verschieden gestaltetes Blendwerk nähern. Ein Beispiel zeigt der nördliche Kreuzgiebel der Kollegiatkirche von St. Quentin, an welcher der das Radfenster einschliessenden grossen Spitzbogenblende sich zu jeder Seite eine kleinere, den Raum bis nach den Strebepfeilern der Ecke füllende Blende anschliesst. Noch absichtlicher spricht sich das erwähnte Bestreben an dem südlichen Kreuzgiebel der Kollegiatkirche zu Colmar aus, an welchem sich zu jeder Seite des etwa $\frac{2}{5}$ der Giebelbreite füllenden sechsteiligen Spitzbogenfensters eine völlig von demselben getrennte mit Kleeblattbogen geschlossene und mit fialenflankierten Wimpergen bekrönte Blende findet.

Blenden
neben den
oberen
Fenstern.

Das Giebeldreieck.

Die Aufrissbildung des eigentlichen Giebeldreiecks und sein Verhältnis zu den unteren Mauerteilen steht im Zusammenhang mit den verschiedenen Anlagen des Dachgesimses über den Langseiten. Wenn das Wasser auf den Langseiten einfach über den Gesimsrand abtropft und sich am Fusse des Daches kein Umgang findet, so ist derselbe auch vor dem Giebel kein Bedürfnis, da es sich nicht mehr darum handelt, eine Verbindung herzustellen. Es kommt daher die glatte, in beliebiger Weise durchbrochene oder völlig geschlossene Mauer des Giebeldreiecks über die untere Mauerflucht zu stehen, wie in den Figuren 934 und 935.

Umgänge
am
Giebel-
dreieck.

Vergleichen wir nun die erstere Figur mit dem zugehörigen Durchschnitt 934a, so bleibt die volle Stärke von dem Scheidebogen bis zur Fensterwand unter dem Dach liegen, ohne in der Aufrissentwicklung irgendwie zur Geltung zu kommen. Eine Benutzung derselben, oder überhaupt bei einfacher Durchschnittsbildung der vollen Giebelmauerstärke liegt nahe und kann zunächst bestehen in der Anwendung der Triforien auf das Giebeldreieck.

So findet sich in dem südlichen Kreuzgiebel der Kollegiatkirche zu Wetzlar (s. Fig. 936) über der eigentlichen Fensterwand eine Pfeilerstellung, und über jenen in Fig. 854 sichtbaren inneren Pfeilern die geschlossene Giebelmauer. Von der hinteren Giebelwand aus nach den Pfeilern sind starke Steinblöcke übergelegt, die den drei spitzbogigen Tonnengewölben das Auflager gewähren, welche den zwischen Pfeiler und Giebelmauer befindlichen Durchgang überdachen. Andere Beispiele derselben Art, welche durch teilende Säulchen einen grösseren Reichtum gewinnen, sind die Kreuzgiebel des Domes zu Limburg, und der von den grossen Türmen eingeschlossene Westgiebel desselben Werkes mit einer besonders zierlichen Anordnung dieses Durchganges (s. Fig. 937). Dasselbe Motiv zeigen sodann in einer mehr dem Giebel von Wetzlar verwandten Weise die Kreuzgiebel der Dome zu Meissen und Magdeburg und von St. Blasien in Mühlhausen. Hier sind jene weitgestellten kräftigen Pfeiler durch gedrängtere zierliche kapitällose Pfosten ersetzt, die wieder durch ansteigende nach Kleeblattbogen gebildete Tonnengewölbe miteinander verbunden sind. Die Anfänger dieser letzteren sind von den Pfosten nach der Rückwand übergelegt, dabei stehen die höheren Pfosten mit der Rückwand noch durch Steinblöcke in Verband. Die Pfosten könnten auch durch Säulchen ersetzt werden.

Nehmen wir nun die Pfosten oder Säulchen statt durch Tonnengewölbe nur durch Gurtbogen verbunden an, so ergibt sich die Notwendigkeit einer Überdeckung des Durchganges vermittels Steinplatten, welche von der so gebildeten vorderen Arkadenwand nach der geschlossenen Giebelmauer übergelegt sind. Bei einer der Steigung des Giebels folgenden Anlage der Bogen müssten jene Platten aufeinander gelegt mit ihren oberen Flächen eine von beiden Seiten nach der Giebelspitze hinanführende Treppe bilden, die weiter unten (siehe Giebel und Wimperge) nähere Erklärung finden wird.

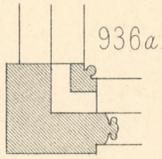
Wage-
rechter
Abschluss
der
Umgänge.

Indes ist der Parallelismus jener Arkaden mit der Giebelsteigung keineswegs eine Notwendigkeit. Es können vielmehr die Arkaden unabhängig vor dem Giebel liegen und einen wagrechten Abschluss finden. Der Umgang kann durch ein Pultdach oder einen zweiten unbedeckten Verbindungsgang zwischen den beiden den Giebel flankierenden Ecktürmen überdeckt sein. Dabei kann die ganze Konstruktion, d. h. also die Arkadenwand mit dem darüber befindlichen Verbindungsgang entweder ein geringeres Höhenverhältnis erhalten, so dass der obere Teil des Giebeldreiecks darüber emporragt, oder sie kann die volle Höhe des Giebels einnehmen und somit einen wagrechten Abschluss der Westseite bilden. Letzterer findet sich z. B. an der Westseite der Kollegiatkirche von Mantas (s. Fig. 939 und 939b) und an der Kathedrale von Paris, an letzterer freilich aus der eigentümlichen Konstruktion entwickelt, dass über den beiden von den Türmen

Giebelwand der Querschiffe.

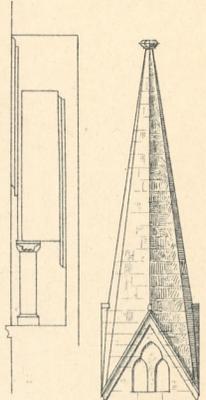
935.

Soissons - St.Leger.
Nordgiebel.



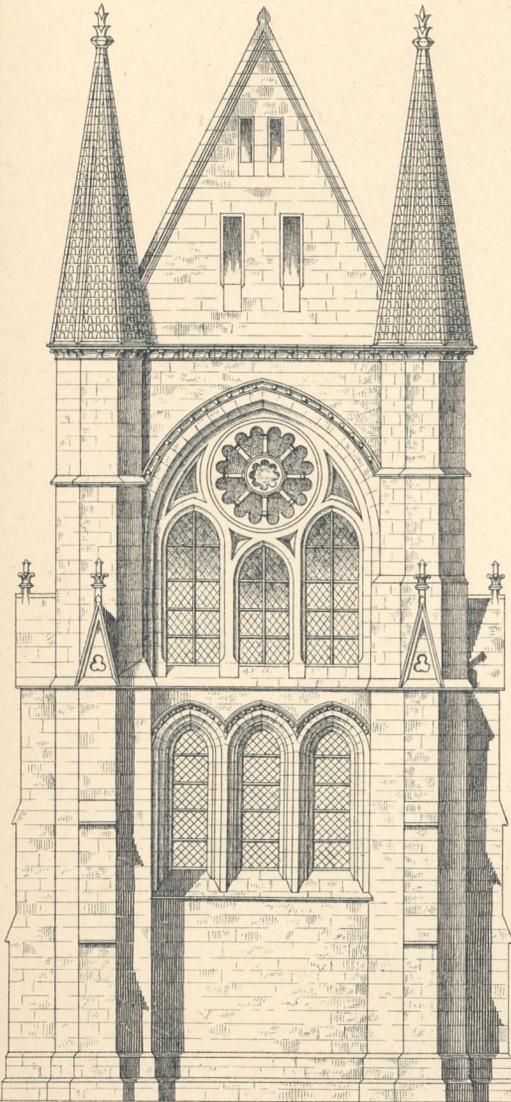
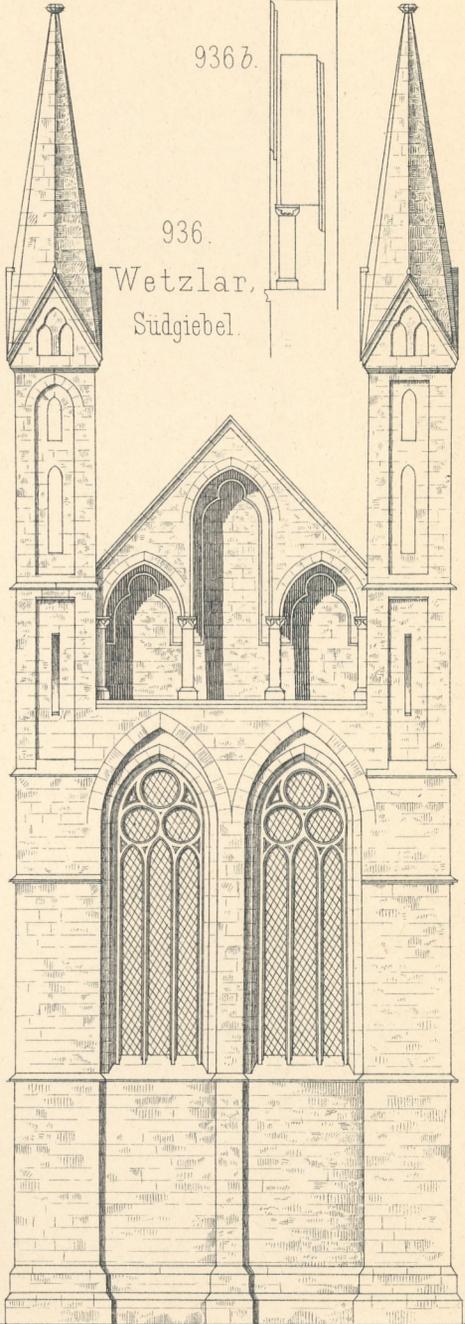
936a.

936b.



936.

Wetzlar.
Südgiebel.



eingeschlossenen westlichen Jochen des Mittelschiffes sich eine Terrasse findet, während der eigentliche Giebel in die Ostflucht der Türme gerückt ist, deren Westfluchten dann durch eine doppelte bogenüberspannte Säulenstellung miteinander verbunden sind, welche den Verbindungsgang trägt.

Gehen wir aber auf die gewöhnliche Anordnung zurück, bei der das Mittelschiffsdach zwischen den Türmen durchschiesst, so sind die Giebelmauern hinter der Säulenstellung entweder bis oben hinauf geführt und daher gleichfalls waagrecht abgeschlossen, oder sie behalten ihre dreieckige Gestaltung, und es sind denselben den vorderen entsprechende, nur nach Massgabe der Giebelsteigung verkürzte Säulchen aufgesetzt, welche die Bodenplatten des oberen Verbindungsganges tragen. Ein Beispiel zeigt die Westseite der Kollegiatkirche in Mantes (s. Fig. 939). Wir machen hierbei noch darauf aufmerksam, dass die vorderen Säulchen mit der Rückwand durch starke Steinblöcke verbunden sind, deren Stirnseiten die Kapitäle der unteren Säulenabteilung bilden. An der Westseite von St. Martin in Laon findet sich sodann die eigentümliche Anordnung, dass der Giebel oder vielmehr das Mittelschiffsdach scheinbar durch den zwischen den Ecktürmchen befindlichen Verbindungsgang hindurchdringt in der Weise, dass die völlig geschlossene und nur durch Blendarkaden belebte Vorderwand des letzteren dem Giebeldreieck gerade so aufgesetzt ist, wie wir solches oben von der Rückwand angeführt haben.

Einfacher wird die ganze Anordnung durch eine unbedeckte Galerie in der Höhe der Giebelbasis, wonach das Giebeldreieck völlig zu Tage liegt und in verschiedenartiger Weise mit Fenstern durchbrochen sein kann. Auch hier ist es unverkennbar das Rad- oder Rundfenster, auf welches die Form der durchbrechenden Fläche hinweist, sobald es sich überhaupt um eine reichere Gestaltung handelt. Auch ist dasselbe, wie die Kreuzflügel von Notre-dame in Paris zeigen, sehr wohl verträglich mit einem grossen, das Kreuzschiff beleuchtenden Radfenster darunter und sogar durch die notwendigerweise kleineren Dimensionen geeignet, die Grösse und Pracht des unteren stärker hervortreten zu lassen. Die harmonische Wirkung des Giebeldreiecks kann noch gesteigert werden durch den Zusatz von drei kleineren gleichfalls runden oder gewöhnlichen Spitzbogenfenstern in den drei Winkeln des Dreiecks. Derselbe Zweck einer vollständigeren Übereinstimmung der Durchbrechung mit der Form des Giebels wird ferner erreicht durch drei ins Dreieck gestellte Rundfenster, welche sich der Wirkung des Dreipasses nähern. Eine derartige Anordnung findet sich z. B. an dem nördlichen Kreuzgiebel der Gelnhäuser Kirche, freilich an einem anderen Ort, nämlich unterhalb des Giebels in der Scheibe des Schildbogens.

Solche Rundfenster sind sehr wohl verträglich mit einem vor der Giebelmauer befindlichen Säulengange, ja sie wirken durch die Verbindung mit demselben, in ähnlicher Weise wie an den Rückwänden der Triforien, noch malerischer. In Mantes (s. Fig. 939) ist die Giebelmauer auf jede Säulenweite mit einem kleineren Rundfenster durchbrochen.

Geht der Säulengang nicht bis in die Firsthöhe hinauf, so dass noch ein Teil des Giebeldreiecks darüber sichtbar bleibt, so kann letzteres durch Fenster

Freie Umgänge vor dem Giebel.

Rundfenster im Giebeldreieck.

Figuren-
schmuck
im Giebel.

durchbrochen sein, durch eine bildliche Darstellung, eine runde Figur unter einem Gehäuse oder ein Relief geschmückt werden. Letzteres findet sich auf den ganzen Giebel von St. Martin in Laon angewandt.

Eine sehr eigentümliche Ausbildung zeigt der Westgiebel der Kirche zu Pforta. Hier ist nämlich vor dem eigentlichen staffelförmig abgeschlossenen Kirchengiebel noch ein nahezu die volle Breite einnehmender Bogen ausgekragt, welcher nach oben mit einem der Dachrichtung parallelen und dem Treppengiebel vorliegenden einfachen Giebel abschliesst und so einen kolossalen Baldachin bildet, unter welchem in runden Figuren der Kruzifixus mit Maria und Johannes und 4 Engeln zur Seite dargestellt ist.

Das schönste aber und in seiner Art vielleicht einzige Beispiel einer solchen Giebelausfüllung bietet die Liebfrauenkirche in Trier, deren Giebel nicht die volle Dachbreite einnimmt, so dass dem Giebeldreieck noch ein Rechteck untergeschoben ist. Dieser ganze, von dem blättergefüllten Giebelsims umrahmte Raum ist dann in drei Blenden geteilt, welche mit einfachen Rundbogen geschlossen sind. Der mittleren ist ein kolossaler Kruzifixus vorgestellt, während in den Seitenblenden Maria und Johannes stehen.

Spitzbogen-
fenster im
Giebel-
dreieck.

Oft sind im Giebeldreieck die Radfenster durch Spitzbogenfenster ersetzt, und zwar entweder durch grosse pfostengeteilte mit Masswerk, oder durch mehrere einfache nebeneinander gestellte. Die letzteren können gleich hoch sein, oder nach der Mitte zu an Höhe zunehmen, so dass die ganze Gruppe der Giebelsteigung sich nähert oder derselben parallel wird. Bei einer Reihe von Fenstern geringer Höhe kann dann über der Fenstergruppe eine zweite, etwa wieder konzentrische Durchbrechung sich finden.

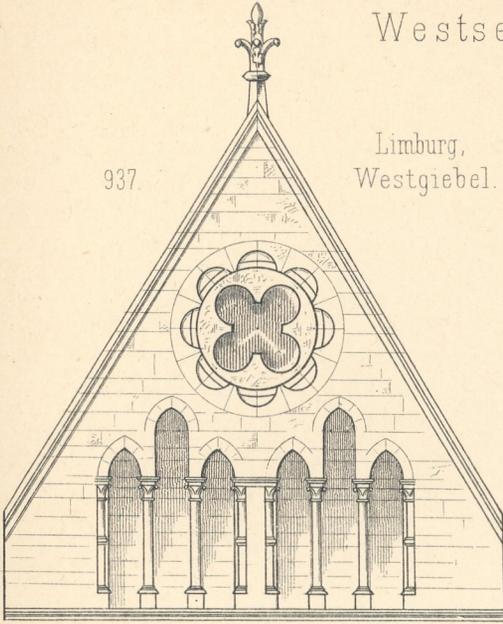
Wenn an den Giebeln der Kreuzflügel und der Westseite der unter den Fenstern des Lichtgaders befindliche Umgang in derselben Weise wie an den Langseiten nach Art der Fig. 913 angelegt ist, so geht dadurch für den oberen, in der Höhe der Dachbasis befindlichen, entweder isolierten oder die Dachgalerien verbindenden Umgang die Grundfläche zunächst verloren. An den Längenmauern ist das freilich ebenso der Fall, indes lässt sich hier leicht durch einen innerhalb der Mauerflucht über dem Kappenanschluss geschlagenen, auf die Gewölbestärke aufsetzenden Bogen das zur Auflage des Dachgebälks erforderliche Flächenmass gewinnen. Schwieriger würde dieses an den Kreuzflügeln wegen der eine Jochlänge weit übersteigenden Weite derselben auszuführen sein, und so liegt es hier näher, jenen Verlust an Grundfläche dadurch zu vermeiden, dass der obere Umgang gerade über den unteren zu liegen kommt, und durch irgend eine auf dem letzteren ruhende Konstruktion getragen wird. Ein derartiges Beispiel von dem Strassburger Münster haben wir bereits S. 353 erwähnt. Andere Anordnungen würden in einer auf dem Rande des unteren Umgangs aufgesetzten Säulenstellung oder einem zwischen die Strebpfeiler gespannten Bogen bestehen. Denken wir uns letzteres z. B. auf die Kreuzflügel von Chalons (Fig. 932), die in der Wirklichkeit mit einem Walmdach schliessen, angewandt, so würde der betreffende Bogen etwa dem oberen Spitzbogen sich konzentrisch bewegen. Im Gegensatz dazu wird der Umgang an dem südlichen Kreuzgiebel zu Colmar einfach durch weit ausladende Kragsteine unterstützt.

Allen den erwähnten reicheren Gestaltungen stellen wir nochmals die so einfachen Giebel von Notre-dame zu Dijon und von St. Leger zu Soissons

Westseite.

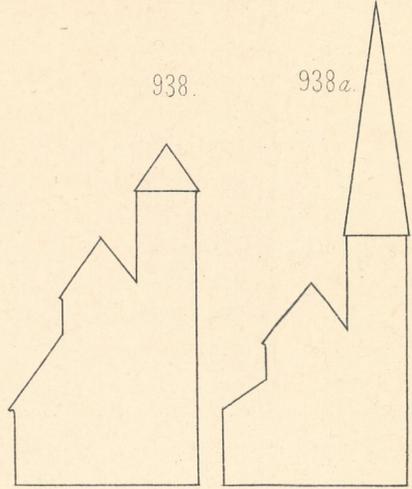
937.

Limburg,
Westgiebel.



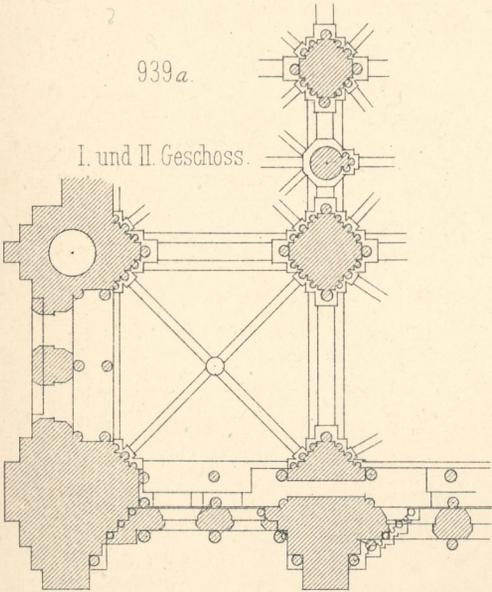
938.

938a.



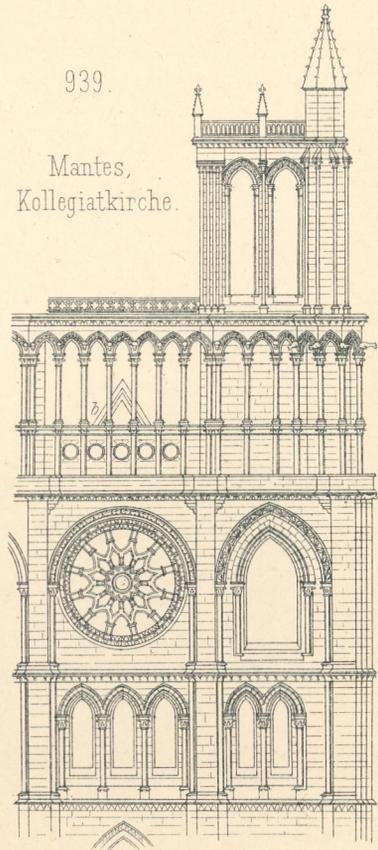
939a.

I. und II. Geschoss.



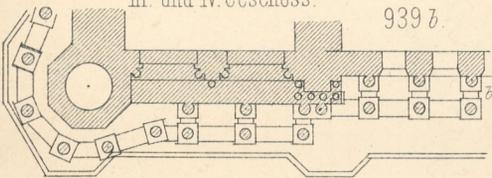
939.

Mantes,
Kollegiatkirche.



III. und IV. Geschoss.

939b.



(Fig. 934 und 935) gegenüber, zum Beweise, dass es jenes reicheren Schmuckes gar nicht bedarf, um eine glückliche Wirkung zu erzielen.

Von grosser Wichtigkeit aber ist das Steigungsverhältnis des Mittelschiffsdaches. Wenn schon nicht zu verkennen ist, dass die gotische Kunst der letzten Periode sich in der Anlage übermässig steiler Dächer besonders gefiel, und ebenso in umgekehrtem Sinne feststeht, dass dieselbe flachere Dächer keineswegs ausschliesst, wie solches neben den mehrfach erwähnten Terrassen, den häufig niedrigen Seitenschiffsdächern, noch die Dächer der weltlichen Gebäude in den südlichen Gegenden und selbst die der Schweizer und Tyroler Bauernhäuser darthun, so giebt sie doch im allgemeinen den steileren Dachanlagen vorzüglich zum Abschluss der kirchlichen Gebäude den Vorzug. Als Grenzen für die Höhe der Mittelschiffsdächer können die Verhältnisse 5:7 bis 1:1 angesehen werden. Aber auch eine Zunahme der höher hinaufgeführten Teile, also des Mittelschiffsdaches über jenes der Seitenschiffe, des Turmhelmes über ersteres geht fast mit Notwendigkeit aus dem der gotischen Kunst eignen Vertikalismus hervor. Der in Fig. 938a dargestellte Umriss einer Kirche mit überhöhtem Mittelschiff und Turm auf einer Seite, welcher nach dem eben angeführten Gesetz konstruiert ist, erreicht mit Leichtigkeit seine ansehnliche Höhe, während die mit parallelen Steigungen gebildete Fig. 938 dieser Höhe kläglich nachsinkt; dass aber in der Wirklichkeit dieser Gegensatz noch schärfer wird, geht aus den Gesetzen der Perspektive hervor. Auch dem wagerechten Abschluss ist eine gleiche Entschiedenheit eigen, vornehmlich, wenn derselbe durch einzelne höher geführte Teile überragt wird, während die flacheren Dachneigungen leicht, besonders bei grösseren Gebäudekomplexen, die Wirkung einer Unentschiedenheit hervorbringen, und auch bei einfacher Anlage gewisser dekorativer oder konstruktiver Zusätze bedürfen, um über dieselbe hinauszukommen, wie solche z. B. in den mächtigen Akroterien der Griechen und den weiten Ausladungen der Dächer jener Gebirgshäuser zu suchen sind, auf welche wir eben hindeuteten.

Dach- und
Giebelneigung.

Die weiteren aus dem eigentlichen Zwecke des Daches und der Beschaffenheit der zur Deckung zu verwendenden Materialien, vorzüglich in unsern Klimaten, herzunehmenden Gründe lassen wir dabei als allgemein bekannt gänzlich bei Seite, und führen nur noch an, dass vornehmlich bei der Restauration mittelalterlicher Werke die Wahrung der ursprünglichen Dachsteigung um so wichtiger ist, als sie dem modernen Schönheitsgefühl an vielen Orten wenigstens noch zu widerstreiten scheint, so dass die Gefahr nahe liegt, dieselben durch dem sog. Zeitgeist angemessene Dachanlagen ersetzt zu sehen.

Möchten doch alle eines solchen Beginns Fähige vorher diejenigen Beispiele einer genaueren Prüfung unterwerfen, an welchen die genannte Umbildung der Dächer sich vollbracht zeigt und die Wirkung der Silhouette, welche dadurch gewonnen wurde, mit derjenigen vergleichen, welche das Werk in seiner ursprünglichen Gestalt etwa in der Topographie des Merian hervorbringt, die Trivialität der gegenwärtigen Form mit der kühnen Entschiedenheit der alten: wir glauben, sie würden sich zweimal bedenken, darin vorzugehen. Als Beispiel zu einem derartigen Studium führen wir noch die jetzige protestantische Kirche in Fritzlär an, welcher man statt des alten steilen Giebeldaches über den beiden Schiffen ein niedriges Zeldach aufgesetzt hat, auf dessen Spitze statt des ehemaligen Dachreiters ein reich mit hölzernem Masswerk verzierter stumpfer Turm sich breit macht, während das nach demselben Steigungswinkel angelegte Chordach sich dem Zeldach einseitig anschliesst.

Staffelgiebel und durchbrochene Giebel.

Wenn die Dachdeckung über die Giebelmauer fasst, so ist der letzteren damit die Umrisslinie fest vorgeschrieben. Es kann höchstens die Bekrönung des Giebeldreiecks, vielleicht auch eine Anzahl von Fialen die Dachdeckung durchdringen und damit die Umrisslinie beleben. Es sind solchen Durchbrechungen der Deckung aber wegen der Schwierigkeit der Dichtung praktische Grenzen gezogen.

Wenn dagegen die ganze Giebelmauer über die Dachdeckung sich erhebt, so lässt sich letztere durch Eingriff in eine fortlaufende Nute oder durch Unterschieben unter ein steigendes Deckgesims gegen das Mauerwerk abdichten. Bei dicken Giebelmauern pflegt man nicht das Mauerwerk in ganzer Stärke über Dach zu führen, sondern lässt einen Teil der Breite so tief unterhalb der Deckung liegen, dass sich das letzte Geperre darauf legen kann. Es ist naheliegend, den über-tretenden Rand des Giebels parallel mit der Dachdeckung zu begrenzen und ihn mit einem Abdeckgesims zu versehen. Es tritt damit die Dreiecksform des Giebels klar zu Tage und kann durch eine Bekrönung der Spitze und durch Kantenblumen belebt werden. Meist hat man sich, besonders bei den kirchlichen Bauten, mit dem Dreiecksgiebel begnügt. Die Notwendigkeit, die Dreiecksform beizubehalten, liegt aber bei Höherführen des Mauerwerks nicht vor.

Die gegebene obere Begrenzung eines schichtenmässig aufgeführten Mauerwerks ist die wagerechte Linie, daher wird eine ansteigende Gartenmauer meist in Abtreppungen aufgeführt. Es ist zu natürlich, solche Abtreppungen auch auf die aus wagerechten Schichten hergestellte steigende Giebelmauer anzuwenden. Es können praktische Gründe noch besonders darauf hinweisen. In Zinna bei Jüterbogk zeigt ein vermutlich Anfang des 13. Jahrhunderts aufgeführter Giebel aus Granit bei jeder etwa 20 cm hohen Steinschicht einen geraden Absatz. Gleichviel ob die Giebelkante noch ursprünglich oder verändert ist, so dankt sie ihr Vorhandensein der Schwierigkeit der Materialbearbeitung, man scheute davor zurück, dem harten Granit eine Schräge anzuarbeiten, ein Verwittern der geraden Absätze war nicht zu fürchten. Ebenso kann ein zu wenig wetterfestes und für die Bearbeitung von Giebelschrägen ungeeignetes Material dazu führen, das Mauerwerk in wagerechten Absätzen aufhören zu lassen und diese mit geneigten Dachsteinen abzudecken.

Damit ist der Staffelgiebel oder Treppengiebel geschaffen, der mit Vorliebe bei Profanbauten, ab und zu aber auch bei Kirchen Verwendung fand. Über die Zahl und Grösse der Staffeln giebt es keine Regel, es kann, wie in Zinna, jede Schicht eine Stufe bilden, oder es kann der ganze Giebel nur in 3 Staffeln aufgelöst sein.

Die Staffeln werden am besten mit wetterfesten Werksteinen abgedeckt, die nach vorn und hinten oder nur nach einer Seite eine Wasserschräge mit Tropfkante haben. Im letzteren Falle zog man es vor, die Tropfkante nach der Dachseite zu legen, besonders wurde dies zur Regel bei den Abdeckungen mit Dachziegeln an den Backsteinbauten.

Die wagerechte Linie der Staffeln kann durch ein bekrönendes Ornament belebt, durch Eckfialen überragt oder in einen kleinen Giebel umgewandelt werden.

Wenn die einzelnen Staffeln eine genügende Grösse dazu haben, so können sie durchbrochen werden mit einem kleinen Kreis, einem Vielpass oder einer Bogenöffnung, bei reicher Ausbildung auch mit einer Rose oder einem pfostengetheilten Masswerk. Die Pfosten können auf der vollen Giebelmauer nach unten als Blindmasswerk fortgesetzt werden, so dass durch die theils geschlossene, theils offene Architektur die Dachform in Erscheinung tritt.

Diese nur in den Hauptzügen aufgeführten Giebelbekrönungen und Giebeldurchbrechungen bieten in Gemeinschaft mit der sonstigen Giebelarchitektur dem künstlerischen Schaffen ein schier unerschöpfliches Feld, auf dem sich die alten Meister auch mit Freuden bethätigt haben, im Ziegelbau wegen der wohlfeilen Formengebung fast noch mehr als im Werksteinbau.

An den späteren Werken ist oft das ganze Giebfeld durch fialenbekrönte Pfeiler in eine Anzahl von bogenüberspannten, häufig pfostengetheilten Feldern aufgelöst, die wieder nach oben mit Wimpergen abschliessen, welche sich zwischen jene Pfeiler verspannen. Als eines der frühesten Beispiele reicher Staffeligebel kann der Westgiebel der Elisabethkirche in Marburg gelten. Dort ist der Gesamtanordnung noch eine grosse, von der fast starren Wirkung der späteren Fialenentwickelungen weit entfernte Freiheit eigen.

Auflösung
des Giebels
in Wim-
perge oder
Staffeln.

Dieser Giebel ist zu dem darunter befindlichen Westfenster, das etwa dem Schluss des 13. oder dem Anfang des 14. Jahrhunderts angehört, aber, wie das die Elisabethkirche überhaupt thut, der gleichzeitigen Entwickelung anderer Werke in etwas vorgreift, in schönsten Einklang gesetzt, und es dürfte schwer fallen, über letzterem einen passenderen Abschluss zu finden.

Es ist nämlich die Giebelbreite in drei spitzbogige, durch Pfosten und Masswerk wieder zweigeteilte Blenden gegliedert, von denen die mittlere die andern weit überragt und etwa bis zur Bogengrundlinie derselben von einer viereckigen Thüre eingenommen wird, von deren Sturz die die Teilung des oberen Blendenteils bewirkenden Pfosten ausgekragt sind. In derselben Höhe etwa sind von den Zwischen- und Wandpfeilern der Blenden 4 nach dem gleichseitigen Dreieck gestaltete Fialen ausgekragt, zwischen welchen die Giebelwimpergen der Seitenblenden sich verspannen, deren Bekrönungen in gleicher Höhe mit denen der Fialen abschliessen. Unmittelbar über den letzteren sind vor den Zwischenpfeilern wieder 2 völlig gleiche Fialen ausgekragt, zwischen welche sich eine die mittlere Blende bekrönende Wimperge verspannt. In der Höhe der Auskragung der letztgenannten Fialen finden sich dann über den Seitenwimpergen wagerechte Simse, denen wieder 3 kleine Zinntürmchen aufgesetzt sind, von welchen also das mittlere über der Wimpergenbekrönung steht, und zwischen welchen die wagerechte Linie des Simses durch je zwei halbe, den Türmchen anliegende, und eine mittlere ganze treppenförmige Zinne belebt ist.