



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

## **Lehrbuch der gotischen Konstruktionen**

**Ungewitter, Georg Gottlob**

**Leipzig, 1890-**

V. Die Kirche im Querschnitt und Aufriss.

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-76966](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-76966)

## V. Die Kirche im Querschnitt und Aufriss.

### 1. Einschiffige Kirche und einschiffiger Chor.

#### Höhenverhältnis des Innern.

Bei Entwicklung des Kirchenquerschnittes aus der allgemeinen Grundrissform heraus sind zunächst die Forderungen der Ueberwölbung, die Bedingnisse der Lichtzuführung und das Streben nach vollendetem architektonischem Ausdruck im Innern und Aeussern als die massgebenden Faktoren zu betrachten. Für die einschiffige Kirche ist es ohne besondere Schwierigkeit möglich, allen gleichzeitig gerecht zu werden.

Den Gewölben kann man hier immer, selbst bei sehr grossem Schub, genügend starke Widerlager aussen entgegensetzen, es sind nur Gründe der Sparsamkeit, die auch bei der einschiffigen Kirche darauf hinweisen, die Masse der Gewölbe und Widerlager einzuschränken. 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 Bauten der verschiedenen 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 ( $h$  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.

Höhe bis  
Gewölban-  
fang und  
Scheitel.

Allerdings steht die Wirkung dieses Querschnittes auch noch in einer gewissen Abhängigkeit zu der Länge des ganzen Raumes wie der einzelnen Joche, zu der Ueberhöhung der Gewölbe, der

UNGEWITTER, Lehrbuch etc.

egehbar-  
keit des  
chbodens.

Hinauf-  
cken der  
Balken.

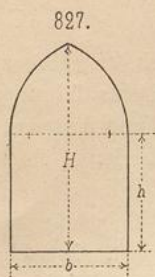


Anlage der Fenster u. s. w.; es kann ein an sich glückliches Verhältnis durch Einwirkungen dieser Art merklich beeinflusst werden.

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, es sollte die Höhe die halbe Länge nicht viel überschreiten. 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  $1\frac{1}{2}$  Schiffweiten 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 gar nicht übermässig gedrückt.



Ein mittleres Höhenverhältnis ergibt sich, wenn der Wölbanfang  $1-1\frac{1}{2}$  Schiffweiten hoch liegt, oder der Wölbscheitel  $1\frac{1}{2}-2\frac{1}{4}$  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 Anfanges bei einschiffigen Kirchen über 2 Wölbweiten und die Höhenlage des Schlusssteines über  $2\frac{1}{2}$  Schiffweiten 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 ( $h = 0,5 \cdot b$ ).
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 Immenhausen in Hessen, Schiff der Ste. Chapelle zu Paris u. s. w.



5. Höhe gleich anderthalb Weiten ( $h = 1,5 b$ ) — Chor der Kirche zu Friedberg.

6. Höhe gleich zwei Breiten ( $h = 2 \cdot b$ ) — Marienkirche zu Mühlhausen u. 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 bez. 3 Weiten. LACHER setzt dann weiter die Pfeilhöhe der Gewölbe fest, indem er die Kreuzbögen zu Halbkreisen macht und den Gurt- und Schildbögen gleiche Scheitelhöhe giebt. In dem letzten Satz der erwähnten Abhandlung heisst 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. Demgemäss 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 Aussenflucht 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 Dachsches 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 Ueberschreiten nicht hinderlich werden.

Eine höher gerückte Balkenlage lässt sich auf drei Wegen ermöglichen:

1. Man führt die Aussenwände so hoch hinauf, dass man unterhalb der auf ihnen liegenden Balken hindurchgehen kann. Die dabei zugegebenen Mauerstücke können eine erwünschte Oberlast für die Schildbögen geben und ausserdem die Ausbildung eines stattlichen Hauptgesimses im Aeussern begünstigen. Eine solche Aufhöhung bis über Kopfhöhe findet sich jedoch selten (Reims), etwas häufiger kommt es vor, dass man sich damit begnügt, die Balken 1— $1\frac{1}{2}$  m über die Gewölbe zu heben, sodass man beim Beschreiten der letzteren sich bei jedem Binderbalken bücken muss.

Hinaufrücken der Balken.

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 endigt dann unmittelbar über dem Schildbogen, die Sparren stehen auf kleinen, auf Mauerlatten gelagerten Stichbalken. Damit die Sparrenlänge unterhalb der die Verankerung bewirkenden Zugbalken (Kehlbalken) nicht ausbiegen kann, sind die Fusssteifen (Staffeln)  $d$  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.

Dachgerüst  
bei geringer  
Wandhöhe.

Ein Höherrücken der Balken, lediglich der Begehbarkeit der Gewölbe wegen, gehört immerhin zu den Ausnahmen, da es durch Mehraufwand von Mauerwerk oder einen weniger zuverlässigen Dachverband erkauft werden muss, weit häufiger kommt es vor, dass man die Aussenwand so niedrig wie möglich zu machen sucht, um an Mauermaße zu sparen. Besonders lässt man stark überhöhte Gewölbe oft in den Dachboden hinauftragen, während man die Zugbalken nur über den tiefer liegenden Gurtbögen durchzieht oder auch Dachgerüste nach Art der Fig. 830 und 831 anwendet, die dann eine grössere Berechtigung haben.

Vereinzelte  
Binder-  
balken.

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 Uebertragung des Dachschubes auf die Mauer recht unerwünscht ist. (Wie auf S. 163 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 Schubübertragung 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. 832 a), oder es wird ihr Ausweichen durch schräge Rückhalthölzer verhütet (Fig. 833), wie sie der in Fig. 833 a 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 Ueberblattung 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. 362 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 roma-

Gründe der  
geringen  
Verjüngung.



nischen Kirchen pflegen nur im Sockel einen geringen Vorsprung zu zeigen, während die Wand der gotischen meist auch unterhalb der Fenster in der Höhe des Kaffsimses noch einmal etwas abgesetzt ist.

Es kann befremdlich erscheinen, dass man die äussere Stärkenzunahme 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 überzuneigen 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.

Ueber die Standfähigkeit der Wände gegenüber dem Wölbschub ist S. 137—152, gegenüber dem Winddruck S. 163—165 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 bez. 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 kgr Gewicht für 1 cbm unter dem Kaffsim eine Dicke von 1,5 m, über demselben von 1,4 m erhalten.

Stabilität  
einer Wand  
ohne Strebe-  
pfeiler.

Wölbkräfte  $H$  und  $V$ . Auf einem Wandfeld ruht eine Gewölbhälfte von  $6 \cdot 5 = 30$  qm Grundfläche. Nach S. 135 IV c liefert jeder qm Grundfläche einen Horizontalschub  $H_0 = 180$  kgr und eine Auflagerlast  $V_0 = 530$  kgr, das Gewölbe also:  $H = 30 \cdot 180 = 5400$  kgr und  $V = 30 \cdot 530 = 15900$  kgr. Der Durchgangspunkt des Wölbdruckes durch die Wandfucht kann mit 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 Kaffsimis wiegt:  $Q_2 = (6,0 \cdot 16,0 - 2,8 \cdot 13,0) \cdot 1,4 \cdot 2200 = 183568$ . Zusammen  $Q_1 + Q_2 = 225808$  kgr.

Gewicht des Daches. Bei 90 kgr Gewicht für 1 qm Dachfläche mit Dachgerüst und Schieferdeckung (S. 162) wiegt jede Dachhälfte:  $6,0 \cdot 9,4 \cdot 90 = 5076$  kgr = D. Als lotrechte Windlast kommt bei etwa  $50^\circ$  Dachneigung nach der Tabelle auf S. 163 hinzu: auf der Windseite  $6,0 \cdot 9,4 \cdot 23 = 1297$  kgr, auf der windfreien Seite  $6,0 \cdot 9,4 \cdot 35 = 1974$  kgr. Dieses zum Dachgewicht addiert giebt an der Windseite  $6373$  kgr = D', an der windfreien Seite  $7050$  kgr = D''.

Der wagerechte Windschub des Daches beträgt nach Tabelle S. 163:  $6,0 \cdot 9,4 \cdot 69 = 3892$  kgr. Die Verteilung dieses Schubes auf die beiden Wände ist nicht bestimmbar, es sei einwillen angenommen, dass die getroffene Seite  $S' = 1892$ , die windfreie Seite  $S'' = 2000$  kgr 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 120 kgr auf 1 qm in Rechnung gebracht. Es beträgt dann der Winddruck  $W = 6,0 \cdot 16,0 \cdot 120 = 11520$  kgr 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 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. 140.)

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

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

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

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 48000 qem. Auf dieser Fläche ruht eine Last  $Q_1 + Q_2 + V =$  rd 242000 kgr und wenn man noch das Dachgewicht D hinzunimmt 247000 kgr. Der Durchschnittsdruck auf den qem ist demnach  $p = 247000 : 48000 = 5,2$  kgr. Der Druck an der Aussenkante ist doppelt so gross, also etwa 10 kgr. Nach oben hinauf nimmt der Druck in der Wand immer mehr ab, nach unten wird er durch rasche Erbreiterung 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.

$$Q_1 (X' - 0,75) + Q_2 (X' - 0,70) + V \cdot X' + D' (X' - 0,70) = H \cdot 14,6 - W \cdot 12,0 - S' \cdot 20,0$$

Werden die gegebenen Zahlenwerte eingesetzt, so ergibt sich:

$$X' = 0,27 \text{ m}$$

Während für gewöhnlich der Druck näher der Aussenkante liegt, rückt er unter dem Einfluss des Windes dicht an die Innenkante (fast bis auf  $\frac{1}{6}$  der Breite) heran und bewirkt in dieser eine Pressung, die fast der vierfachen Durchschnittspressung gleichkommt (s. S. 144 und Tabelle S. 145), also gegen 20 kgr auf 1 qem 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 kgr auf 1 qem erzeugen.

Stabilität  
einer Wand  
mit Strebe-  
pfeilern.

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

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.

Gewicht der Wand:  $Q = (6,0 \cdot 20,0 - 4,5 \cdot 17,0) \cdot 1,0 \cdot 2200 = 95700 \text{ kgr} (= 43,5 \text{ cbm})$ .

Gewicht des vorgelegten Strebepfeilers:  $P = 18,0 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 2200 = 43560 \text{ kgr} (= 19,8 \text{ cbm})$ .

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

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

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

Bei einer Grundfläche des Strebepfeilers und tragenden Wandstückes von 3 qm oder 30000 qcm berechnet sich die Durchschnittspressung auf 1 qcm zu 5,4 bez. 5,2 kgr, 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 kgr auf 1 qcm.

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

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

$$X' = 0,14 \text{ m.}$$

C. Druck in der vom Winde abgekehrten Wand.

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

$$X'' = 1,47 \text{ m.}$$

An der abgekehrten Wand bleibt die Stützlinie also noch über 1 m von der Aussenkante entfernt, letztere erhält eine Pressung die nicht weit über 10 kgr hinausgeht. An der Windseite dagegen rückt der Druck bis auf 14 cm an die Innenflucht der Wand heran und erzeugt eine gewaltige Kantenpressung, die auf etwa 50 kgr auf 1 qcm ansteigen würde. (Denn nach S. 144 nimmt nur eine Fläche von  $3 \cdot 14 = 42 \text{ cm}$  Breite, also bei 1,5 m Länge von 0,64 qm Inhalt an der Druckübertragung teil. Da die Last rd 162000 kgr beträgt, kommt auf 1 qcm im Durchschnitt  $25\frac{1}{2} \text{ kgr}$ , die doppelt so grosse Kantenpressung wäre also 51 kgr.) Wenn die Mauer auf sich allein angewiesen wäre, so entstünde also eine zwar bei guter Ausführung nicht gerade gefährliche, immer aber über das zulässige Mass (20 bis 25 kgr bei gutem Sandstein in Zement) 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 das gleiche Mass nach aussen. Wird in dieser Weise etwa  $\frac{1}{4}$  oder  $\frac{1}{5}$  des Winddruckes auf die andere Seite übertragen, so bewegt sich der Druckpunkt unten um etwa 20 cm, er wird dann an der Windseite um etwa 34 cm, an der anderen Seite um 167 cm von der Innenflucht abstehen, wobei sich die Kantenpressung an der Windseite zu etwa 20 kgr, an der gegenüberliegenden Seite etwas geringer 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 Wölbscheitel, die Gurtbögen oder die Dachbalken statthaben. — Uebrigens kommen derartige Windwirkungen sehr selten, oft in Jahrzehnten nicht vor. Die häufiger wiederkehrenden mässigen Windstärken werden eine obere Uebertragung unnötig machen, sie werden meist sogar in der getroffenen Wand die Kantenpressung eher verringern als vergrössern. Selten werden die Pressungen bei vorliegendem Beispiel weit über 10—12 kgr 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

Vergleich  
der Mauer-  
masse mit  
und ohne  
Strebepfeiler.



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 Uebermauerung.

Nebst dem Strebepfeiler ist der Schildbogen mit dem darüber liegenden Wandstück der wichtigste Teil des tragenden Mauerwerks. Die Aufgaben der Schildbögen und Oberwände sind so vielseitig, dass sie eine nähere Betrachtung erheischen. Sie haben

Aufgabe der Schildbögen und ihrer Uebermauerung.

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.

Versteifung in d. Wandebene.

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.

Die Uebermauerung der Schildbögen 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 Mauerteil 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.

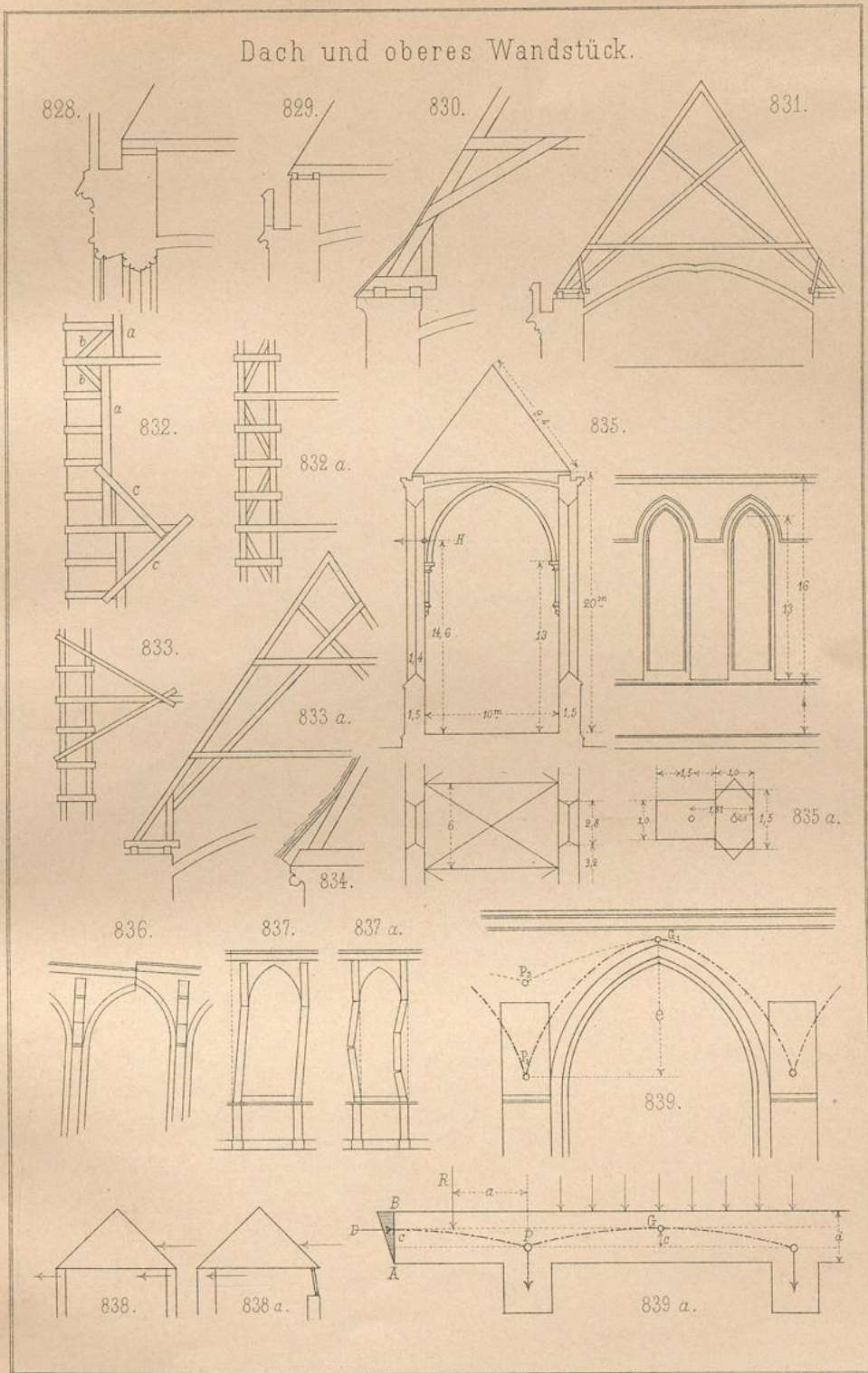
Es bleibt nur noch die Möglichkeit einer Neigung oder Ausbauchung der Strebepfeiler in der Höhe der Fenster nach Art der Fig. 837 und 837a übrig. Bei geringer Fensterhöhe ist beides nicht zu fürchten, bei sehr bedeutender Höhe ist eine nochmalige Horizontalteilung des Fensters durch einen Umgang angebracht, 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 schlitzartigen Fenster an den Querschiffen einiger mecklenburgischer Kirchen fast beunruhigend.

Aufnahme des Wölb-schubes.

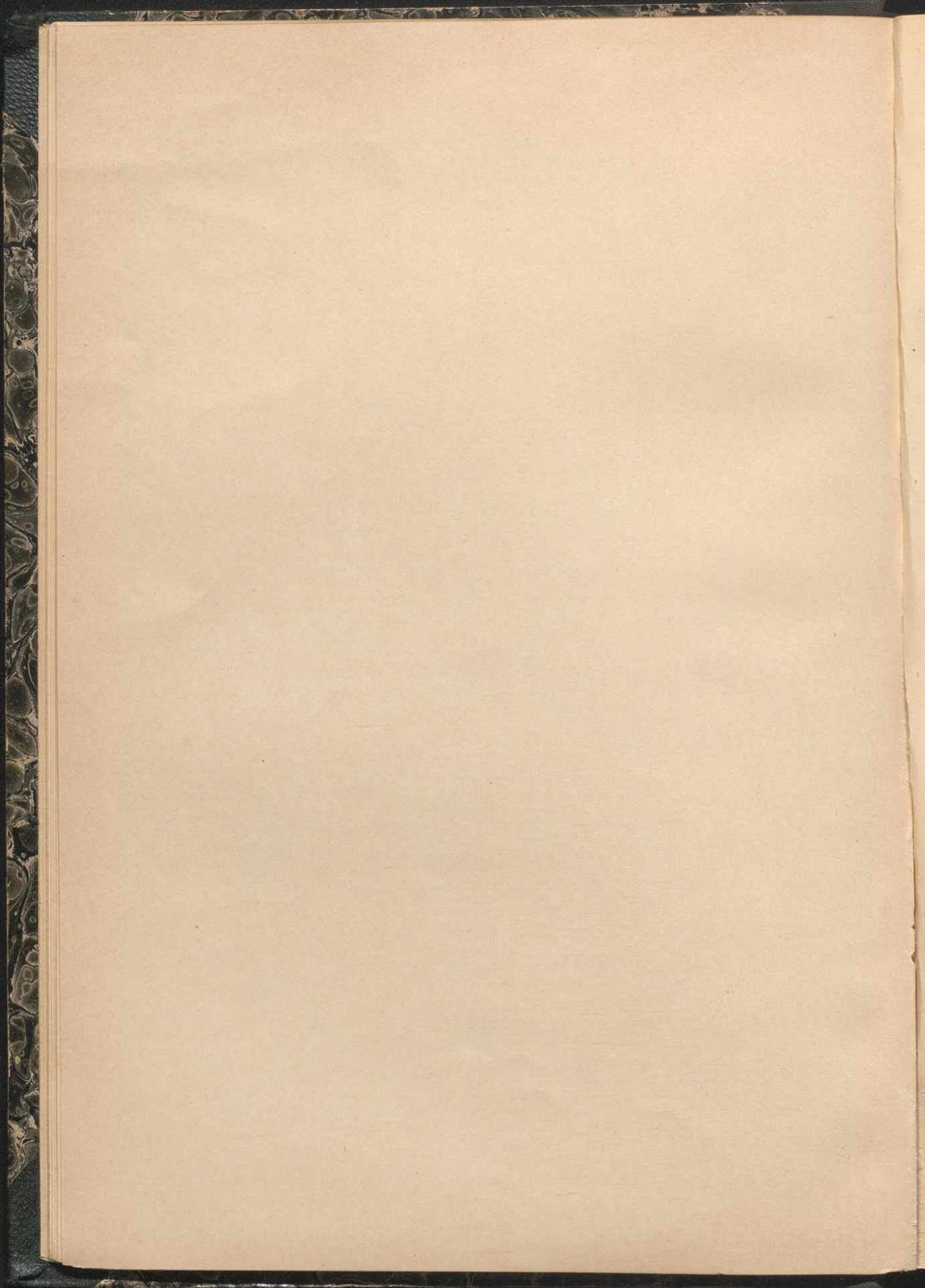
2. Ein Wölb Schub wird auf die Schildbögen durch busige und überhöhte Gewölbe getragen, S. 50 u. f. ist angegeben, wie man seine wahrscheinliche Grösse ermittelt. Es kann aber auch ein gewöhnliches Kreuzgewölbe mit geradem Scheitel eine Schubwirkung auf die oberen Teile des Schildbogens ausüben, wenn durch die Art der Ausführung, Verdrückungen oder andere Zufälligkeiten die Spannungen in diese Richtung gelenkt werden (S. 47). 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



Dach und oberes Wandstück.









Anfängen aus suchen müssen. Ein solches Umsetzen des Druckes geht aber gewöhnlich nicht ohne kleine Risse oder Verdrückungen 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 Dachgerüstes ab. Wird ein Pfettendach verwandt, dessen Hauptbinder über den Strebepfeilern aufrufen, Aufnahme d. Dachlast. 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 Dachschiebe sollte man durch geeignete Wahl des Dachverbandes dem Bauwerk immer fern halten, da schon die unvermeidlichen Seitenbewegungen durch den Wind in dieser Höhe genügend zu schaffen machen.

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. 163). 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. 163 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. Aufnahme des Windschubes.

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 bez. 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 Mauerbänke (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 Schildbogenseitel, 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. 167—169 betr. d. Basilika und Beispiel II, S. 337 bez. 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 Mauerschichten Schubkräfte sammeln, die dem regelrechten, im Wölbanfang 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. 337 ergab an der vom Winde abgekehrten Seite einen nach dort durch Dach und Gewölbescheitel übertragenen Windschub von etwa 5000 kgr, der also gar nicht weit hinter dem tiefer wirkenden Wölbschub von 5400 kgr zurückblieb.

Unter diesen Kräften können entweder die oberen Mauerschichten fortgeschoben werden, oder es kann das Mauerstück 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 bez. 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 336 der Schub, der ungünstigsten Falles auf eine Wand fallen könnte, 3892 kgr, während die Dachlast für diese Wand 7050 kgr betragen würde. Ist aber ein grosser Windschub „gegen die Wand“ durch den Wölbscheitel zu übertragen, so kann sich 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.

Ein Ueberkippen des oberen Mauerstückes kann eintreten, wenn bei geringer Wandstärke die Strebepfeiler (oder bei Basiliken die Strebebögen) nicht hoch genug hinaufgeführt sind, oder wenn die Strebepfeilerstärke sich oben zu sehr ver-

Fortschieben  
der oberen  
Schichten.

Umsturz des  
oberen  
Mauer-  
stückes.



mindert hat. Die Stabilität kann man leicht untersuchen, indem man für die Lagerfugen über dem Strebepfeiler oder über dessen oberen Rücksprüngen in der üblichen Weise den Durchgang des Druckes sucht (vgl. S. 140).

Ein Ausbiegen der Wand zwischen den Strebepfeilern ist zu fürchten, wenn die Strebepfeiler genügend hoch und kräftig sind, aber die Wand zu dünn ist. Bei steifen Gurtbögen 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 Gurtbögen 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.

Ausbiegen  
der Ober-  
wand.

Das Verhalten der Wand unter den ausbiegenden Kräften möge an Fig. 839 und 839 a erläutert werden. Mit einer Biegefestigkeit, wie sie bei einem Balken in Frage kommt, kann man in der Grundrissebene der Wand nicht rechnen, da man dem Mauerwerk keine Zugspannungen zumuten darf, die Mauer kann im vorliegenden Fall nur Widerstand leisten durch ihre horizontale Stützfähigkeit, d. h. durch die Möglichkeit der Ausbildung einer Stützzlinie in ihrem Grundriss. Diese Stützzlinie nimmt man am besten so an, dass sie sich im mittleren Drittel bewegt (also  $e = \frac{1}{3}d$ ). Die Stützzlinien zweier benachbarter Felder vereinigen sich im Punkt *P* und erzeugen hier eine durch den Strebepfeiler 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:  $D \cdot e = R \cdot a$ , 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.

Die in dem Grundriss Fig. 839a gezeichnete Stützzlinie 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 etwa annehmen  $e : c = Q : S$ , 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 Strebepfeiler hinaufführen muss. Bei dem Beispiel II, S. 337 berechnet sich das Gewicht *Q* etwa zu 48 000 kgr, der Schub *S* im ungünstigsten Falle zu 5000, *e* zu 0,33 m (=  $\frac{1}{3}$  der Wanddicke), somit ergibt sich *c* zu  $0,33 \cdot 48\,000 : 5000 = 3,2$  m. Der Punkt *P*, bis zu welchem mindestens der Strebepfeiler 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 Strebepfeiler hinauftragen. Bei Basiliken kann der Angriffspunkt eine so hohe Stelle *P*<sub>2</sub> erhalten (er ist in der eben angegebenen Weise aufzusuchen), dass ein Anfall der Strebebögen 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 Strebepfeiler 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 Entlastungsbögen, 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.



Ausbildung  
des oberen  
Wand-  
stückes.

Es ist eine ganze Kette verschiedenartiger, je durch viele alte Beispiele vertretener Lösungen zu verfolgen, deren Hauptglieder hier aufgeführt werden mögen:

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

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

3. Die Fenster öffnen sich von Strebepfeiler zu Strebepfeiler, 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 Strebepfeiler oder nach innen durch Uebersetzen 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.

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 Spitzbogenform des Schildbogens und verstärken den Scheitel desselben bei hochragenden Fenstern (Fig. 836). Je schwerer der Wimperg lastet, um so dünner kann entweder die Mauer über den Fenstern sein, oder um so niedriger können die Strebepfeiler gehalten werden.

6. Alle Seitenkräfte werden, soweit es irgend möglich ist, dem Strebepfeiler, der sehr hoch hinaufragt, direkt zugeführt, von dem Wandfeld dagegen möglichst ferngehalten. Es wird dies erreicht durch geeignete Dachkonstruktion (z. B. Pfettendach 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 ganz besonders wegen der geringeren Beweglichkeit der empfindlicheren Teile vorteilhaft, alle Seitenkräfte möglichst den Gurtbögen 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 u. s. f.



## Das untere Wandstück.

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, den einfach profilierten 1- oder 2 teiligen Sockelvorsprung in Höhe des inneren Fussbodens oder des inneren Sockels, das unter der Fensterbrüstung entlang laufende, gewöhnlich einen Mauerabsatz abschliessende Kaffgesims und 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 giebt 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 („Kaffsim“) und *abc* die des Dachsimse angeibt. Dieselbe Massbestimmung 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 rd.  $\frac{1}{5}$  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.

Ueberhaupt ist es zunächst die struktive 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 Dachgesims, dessen Abstand vom Kaffsim 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 Styldirection charakterisiert, derjenigen des XIII. Jahrhunderts aber völlig fremd ist. Möglich ist es ferner, dass die den reicheren 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 Uebertreibungen 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 tünkt, dass es besser sein khan, so bessers nach deinem gueten gedunken; es ist einem Jeden nütz, wan er etwas khan und weiss zuebrauchen.“

Der Sockel war anfangs mit Vorliebe der attischen Basis entsprechend gegliedert oder doch aus Stäben und Kehlen zusammengesetzt, die des guten Wasserabflusses wegen vereinfacht oder zusammengezogen wurden. Daneben trat schon früh ab und zu im Aeussern die einfache Schräge auf, die allmählich häufiger wurde und schliesslich dem Sockelgesims sogar die Bezeichnung „Schrägsims“ verlieh.

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 Schräggesimses findet sich besonders dann, wenn dasselbe in zwei oder mehrere Abteilungen zerfällt.

Der Sockel tritt entweder nur im Aeusseren oder auch im Inneren vor, wie in der rechten Hälfte von Fig. 840 angenommen ist. Da aber in der Regel die innere Bodenhöhe höher als die äussere liegt, so dass vor den Portalen sich Treppenanlagen finden, so wird die Sockelhöhe entweder im Inneren geringer als im Aeusseren 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, wie sie denn überhaupt als Sitze dienen sollen



Das Kaffgesims hat dem Dachsims 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 entweder einfache oder mit Blättern gefüllte Hohlkehle angebracht ist (s. Fig. 855).

Äusseres  
Kaffgesims.

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 von 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. Denn wirklich ist es doch die letztere, wonach sich das fragliche Mass in soweit richtet, als die Kirchenfenster den an weltlichen Werken befindlichen gegenüber jeden Gedanken an die Möglichkeit des Hinauschauens ausschliessen sollen; sodass die Unterkante des Kaffsimses mindestens um Mannshöhe über dem Boden zu liegen hätte. (In unserer Fig. 840 sei die Höhe durch die anderthalbfache Manneslänge bestimmt, welche wir im Verhältnis zum Ganzen durch  $a b$  ausdrücken und es sei dann die Fenstersohle um die Mauerdicke über jene Unterkante gelegt, sodass sich danach auch die Steigung des Wasserschlages ergibt). Eine Vergrösserung der fraglichen Höhe kann geboten werden durch gewisse an diesen Mauerflächen im Inneren vorkommende Einrichtungen, als Chorstühle, Sedilien, durch unter den Fenstern anzulegende Eingänge, ferner durch die Grösse des ganzen Werkes, zu welcher die Notwendigkeit einer gewissen, aber unbestimmbaren Proportion der Einzelteile ebensowenig wegzuleugnen ist, als die Masse der letzteren allein daraus entwickelt werden können.

Ueberhaupt 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, also der durchschnittlichen Stärke der Schichten zu entwickelnde (sodass man drei mit einander verbundene Quadrate 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 Dachsims. Auch ist eine solche nicht geradehin durch das Wesen der Sache gefordert. Sowie aber der Anschluss des Wasserschlages durch eine unterschrittene Profilierung den Wasserablauf befördert, so mag die Fortführung der letzteren eine Folge der die Weite zwischen 2 Strebepfeilern völlig einnehmenden Fensteranlage und die Herumkröpfung um die Strebepfeiler durch die hier angebrachte erste Absetzung bedingt gewesen sein. Jedenfalls ist die Wirkung dieser wagerechten Teilung durch den Gegensatz gegen das mehr aufstrebende Verhältnis des Fensterstocks eine günstige und deshalb diese Anordnung der an einzelnen späteren Werken wie der Blasienkirche in Münden



vorkommenden vorzuziehen, nach welcher das Kaffgesims jenseits der Fenster in die lotrechte Richtung umkröpft, etwa auf die halbe Fensterbreite in die Höhe geht und sich dann in wagrechter Richtung über die Mauerfläche fortsetzt und die Strebe-  
pfeiler umzieht. Zuweilen findet sich ein solches Heraufkröpfen auch an den Seiten-  
flächen der Strebe-  
pfeiler oder mit besserem Grund, bei niedriger Lage des Kaffsimses, in umgekehrtem Sinne unter einzelnen Fenstern, deren Sohle dadurch höher rückt, um einer darunter anzubringenden Nebenpforte die nötige Höhe zu gewähren.

Im Inneren soll das Kaffgesims keine Traufe, sondern eine Rinne zur Auf-  
nahme des an den Fenstern ablaufenden Wassers bilden, erhält deshalb die in Fig. 840  
bei *c* angegebene Gestaltung und kann zu den Diensten in verschiedenartige Beziehungen  
treten, indem es dieselben umzieht (s. *d* in Fig. 840) oder sich an denselben totläuft  
(s. *e*) oder unter denselben durchgeht, sodass letztere sich darauf setzen. Das Umziehen  
kann wieder entweder in gleicher Gestaltung geschehen oder so, dass die in der Höhe  
des Kaffsimses angebrachten Ringe eine verschiedene Gestaltung annehmen (s. *c* in  
Fig. 840). Das Aufsetzen der Dienste auf dem Kaffsims kann unmittelbar bewirkt  
werden, wenn die Ausladung des letzteren ausreichend ist, oder aber in der Weise,  
dass der Ausladung des Kaffsimses eine damit verbundene Auskragung zu Hilfe  
kommt (wie bei *f*).

Als eine Vermittelung zwischen beiden Anordnungen könnte diejenige gelten, wonach unterhalb des Kaffsimses einfache Dienste, und auf deren in der Höhe des Kaffsimses befindlichem Kapital die den Gewölberippen entsprechenden dreifachen ständen. Eine derartige Anordnung könnte sich z. B. aus Fig. 840 ergeben, wenn der Kragstein durch einen mit Kapital versehenen Dienst ersetzt würde.

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.

Allen derartigen Anordnungen kommt eine Verstärkung der unter dem Kaffsims 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), wie denn überhaupt letzteres an einfacheren Werken auch innen häufig fehlt.

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 herumkröpften Gesimse mit dem Pfeilerkörper verbunden sind.

#### Auflösung des unteren Wandstücks.

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

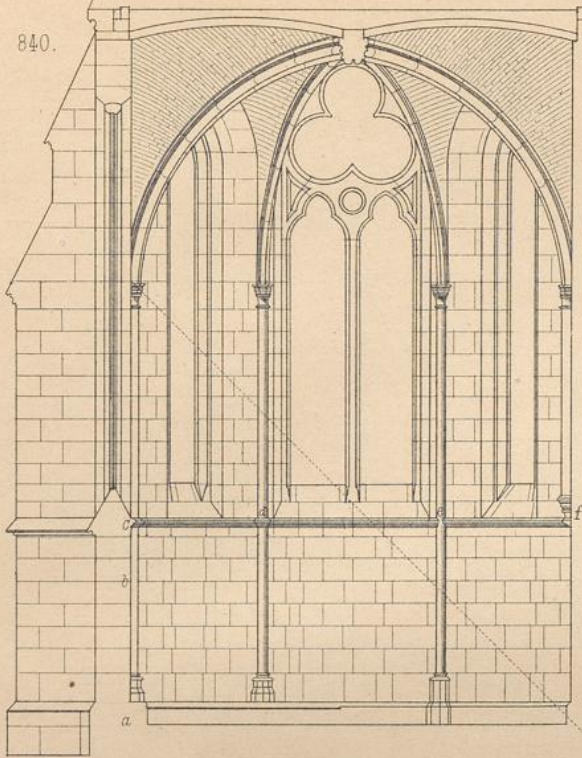
Hat die Wand keine oder nur kleine Strebe-  
pfeiler, so fällt dem unteren Wand-

Inneres  
Kaffgesims.



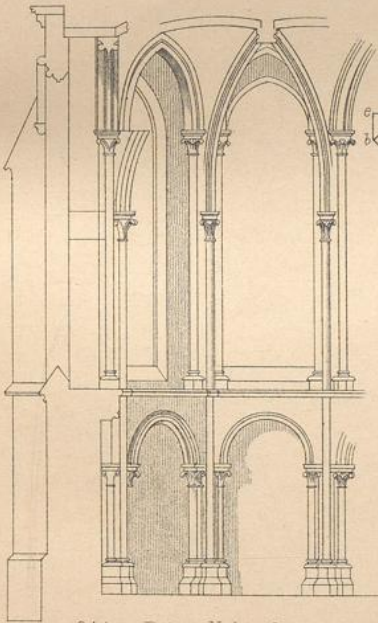
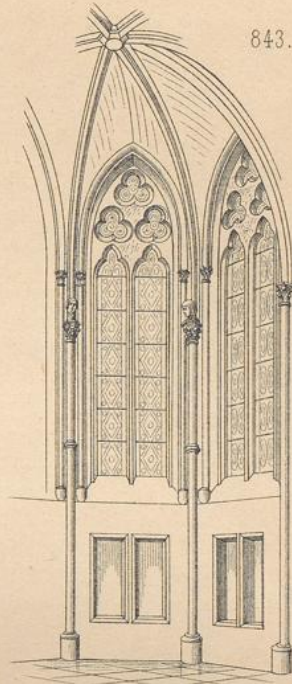
Querschnitt der Kirche.  
Gesimse und Blenden.

840.

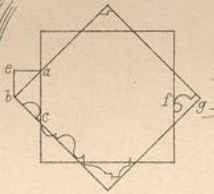


Wetter-Chor.

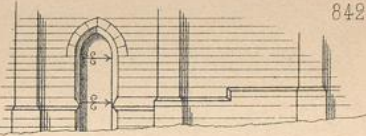
843.



841.



842.



845 a.

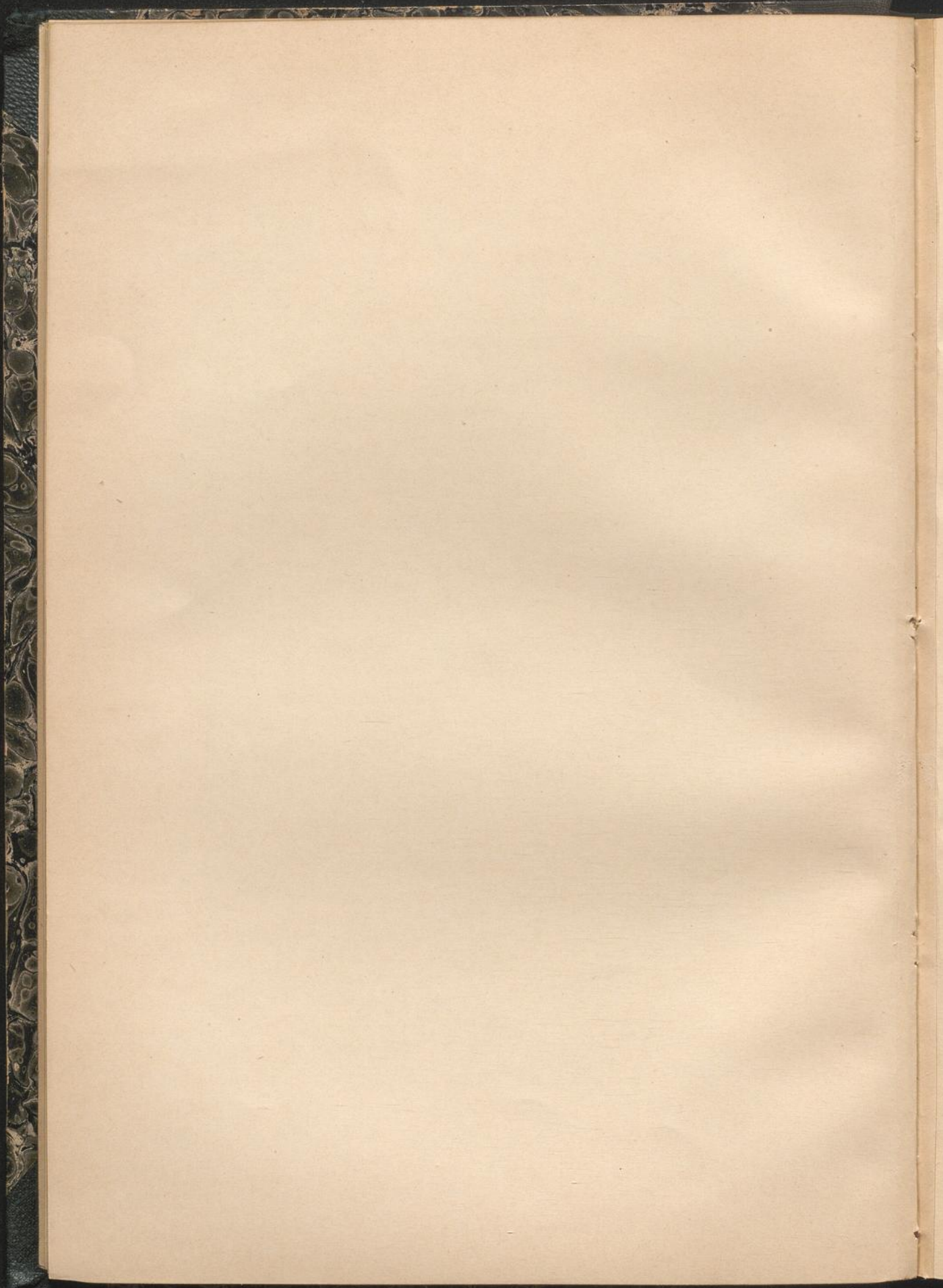


Freiburg.  
Seitenschiff.

845.

844. Dijon, Nebenchor.







stück 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. 337) 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 Mauertheils, auf welcher die Schildbogendienste aufzusitzen pflegen, wie in den Nebenchören von Notre-dame zu Dijon (s. Fig. 844), durch 2 den Kreuzrippendiensten anliegende bogenverbundene Säulchen getragen werden, sodass sich also unter dem Kaffsimis eine Bogenblende ergibt. Bei grösserer Breite muss dann die Zahl dieser Blenden und der die Bögen tragenden Säulchen vergrössert werden und es ergeben sich jene „Arkaturen“ nach dem französischen Ausdrucke, welche in ihrer reicheren Gestaltung die Kombination, in welcher die oberen Fenster bei überhöhtem Mittelschiff mit den Triforien sich finden, wenigstens die formelle Wirkung derselben, auch den Fenstern der Seitenschiffe aneignen.

Arkaturen  
unter den  
Fenstern.

In der grossen Mehrzahl der französischen Kathedralen, in Deutschland aber in den Münstern von Strassburg, Freiburg u. s. w. 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, einen Reichtum, eine Feinheit der Detaillirung, 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 Kapitälern schliessenden Säulen durch kräftig profilierte Spitzbögen mit eingesetztem Kleeblatt nach Fig. 855 verbunden sind, und die zwischen den Bögen 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 Anordnung einer in der Kapitälhöhe an der Rückwand befindlichen, mit Laubwerk geschmückten Auskragung (s. Fig. 855), durch welche die Säulen völlig frei zu stehen kommen. Das Nähere über diese eigentümliche Gestaltung s. bei den Umgängen (S. 354).

Im Gegensatz gegen die sonst übliche Anordnung von gleichen Säulen und Bögen wechseln in der Ste. Chapelle stärkere und schwächere Säulen, sodass erstere, durch Spitzbögen verbunden, unter jedem Fenster 2 Felder bilden, welche durch die schwächeren, mit den stärkeren durch rundbogige Kleeblattbögen verbundenen weiter geteilt werden. 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 Bögen selbst sind nach allen möglichen Linien gebildet, als Rundbögen wie in Fig. 844, als Spitzbögen, die entweder glatt oder mit Nasen besetzt sind, wie in der Kathedrale von Meaux, als rundbogige Kleeblattbögen, wie in der Kathedrale von



Amiens, oder als spitzbogige Kleebögen, wie in den Münstern zu Strassburg und Freiburg. In einzelnen deutschen Werken des Uebergangsstyles findet sich dann die auch in den frühgotischen zuweilen beibehaltene Anordnung, wonach bei zwei Blenden nebeneinander die mittleren Säulchen durch Auskragungen ersetzt sind. Ein derartiges Beispiel aus der Kollegiatkirche zu Wetzlar zeigt Fig. 854.

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 modifiziert sich dann auch die Bogenform, sie kann einfachsten Falles durch den geraden Sturz ersetzt werden. Eine derartige Anordnung findet sich z. B. 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, und wird sich eine solche nur für den Mittelpfosten bei vierteligen Fenstern in der Weise ergeben, dass derselbe entweder über die mittlere Säule oder die Bogenmitte der Blenden zu stehen kommt, die übrigen Säulen dagegen seitwärts von den Fensterpfosten (s. Fig. 845 a, 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 Ueberdeckung 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, und wir gelangen somit in dieser hier dekorativen Gestaltung zu dem Ausdrucke eines Grundgesetzes der gotischen Architektur.

Blenden bei  
schmalen  
Fenstern.

Wenn die Fenster den Raum zwischen den Strebepfeilern nicht vollständig ausfüllen, so würden über den auf die volle Weite durchgeführten Bogenblenden die zu beiden Seiten der Fenster stehenden, glatten Mauerflächen eine lastende Wirkung hervorbringen. (In Freiburg freilich findet sich diese Anordnung mit der Anlage eines Umganges verbunden, worauf wir später zurückkommen werden.) Zur Vermeidung dieses Uebelstandes könnten die Blenden auch oberhalb des Kaffsimmes auf jenen Mauerflächen wiederholt werden oder unterhalb desselben wegbleiben, und nur auf die Fensterbreite, und zwar entweder in der Stärke des Gewändes oder innerhalb der bis auf den Boden hinabgeführten Gliederung des letz-



teren 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 Aeusseren, sodass in letzterem Falle die inneren 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 Kaffsim, auf dessen Wassersschlag 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 Rundbögen gestalten, welche gewissermassen Baldachine über den Reliefs bilden.

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

Einfache  
Blenden.

#### Die Anlage der Fenster.

Für die Höhe des Fensterbogens bestimmt sich ein Maximum danach, dass für den Körper desselben unterhalb des Schildbogens noch ausreichende Höhe bleibt. Es ergibt sich dieses Verhältnis von selbst, wenn die Fenster den Raum zwischen den Strebepfeilern völlig einnehmen, mithin Fensterbögen und Schildbögen entweder konzentrisch werden oder zusammenfallen, wie für das mittlere Fenster in Fig. 840 angenommen ist.

Höhe der  
Fenster.

Bei geringerer Fensterbreite wird die konzentrische Anlage der Fenster und Schildbögen nur dann möglich bleiben, wenn das Breitenverhältnis ein derartiges ist, dass dem Fensterbogen dadurch keine übermässig spitze Gestaltung aufgezwungen wird, nötig ist sie keinesfalls. Ein Minimum der Fensterhöhe bestimmt sich aber durch die Gemeinschaftlichkeit der Grundlinien zwischen Fensterbogen und Schildbogen. Hiernach sind die Höhen der Seitenfenster in Fig. 840 bestimmt.

Ueber das Verhältnis der Fensterhöhe zu der Mauerhöhe unterhalb des Kaffgesimses lässt sich nur im allgemeinen aufstellen, dass erstere, wie es im Wesen der Sache begründet ist, vorherrschen soll.

Es ist schon darauf hingewiesen, wie die grösste Breite der Fenster sich dadurch ergibt, dass die Wandpfosten derselben unmittelbar an den Strebepfeilern liegen, sodass die Seitenflächen der letzteren die Gewände bilden, aus denen dann die Bögen sich heraus schneiden. Da nun bei oblongen Jochen die Grundlinien der gestelzten Fensterbögen in eine Höhe zu liegen kommen, in welcher die Kreuzrippen auf eine beträchtliche Weite 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 (Fig. 846) zeigt diese Anordnung bei *b*, welche sich in besonders kühner Weise in den sechsteiligen Gewölben des Chores der Kathedrale von Beauvais findet, deren Anordnung die Fig. 847 zeigt. Es werden hier die fraglichen Schildbögen einerseits durch die die Halbierungsrippen begrenzenden lotrechten Linien

Grösste  
Breite der  
Fenster.



abgeschnitten, während auf der anderen Seite die Linie des Anschneidens hinter der in unserer Figur weggelassenen Kreuzrippe sichtbar wird. Hiernach bildet dann die äussere Linie des Spitzbogens, diejenige, an welche die Kappen sich ansetzen, keinen vollen Spitzbogen mehr, sondern nur noch ein Segment, sodass die Kappen an jene lotrechten Flächen unter einem sehr stumpfen Winkel anschneiden.

Diese sonst wenig sichtbare Eigentümlichkeit findet sich in dem Chor der Kathedrale von Toul, dessen Anordnung Fig. 850—850 a in Auf- und Grundriss zeigen, mit aller Absicht durchgebildet. Wie der Grundriss zeigt, sind die Strebepfeiler 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 Schildbögen aufnehmen. Diesen inneren Strebepfeilern liegen dann die Wandpfosten *c* der Fenster an, welche sich, wie der Aufriss zeigt, als Spitzbögen zusammenwölben, eben dadurch aber der äusseren Linie der oben erwähnten Verstärkungsbögen und weiter den zwischen die Pfeiler gespannten Tonnengewölben jene gebrochene Spitzbogenlinie aufzwingen, deren Anfang daher hoch über den in der Grundlinie der Kreuzrippen des Chores befindlichen Dienstkapitälern *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 Kapitäl abgeschlossen, auf welchen die jene Differenz bildenden Stücke gleichsam als selbständige Pfeiler aufsitzen.

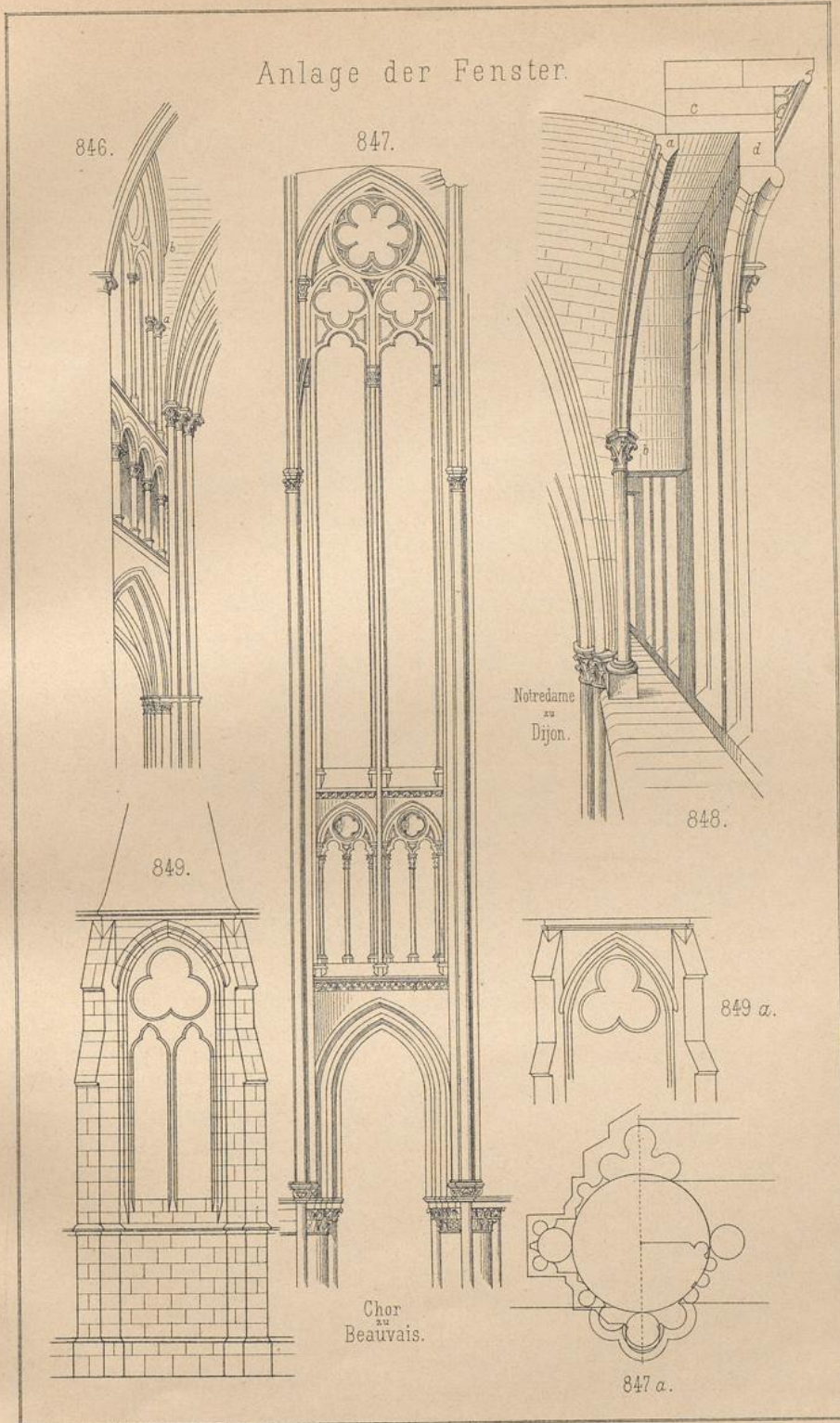
Die Form des Fensterbogens wird, wenn die Fenster von Pfeiler zu Pfeiler reichen, durch die konzentrische Linie des Schildbogens bestimmt. Da, wo es aber die ganze Struktur mit sich bringt, dass die Scheitel der Bögen dem oberen wagerechten Mauerabschluss sehr nahe zu liegen kommen, besonders bei gleicher 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 nicht allein zu brechen scheinen, sondern in manchen Fällen diese Wirkung auch in der That ausüben. Es ist daher in diesem Falle besser, den Scheitel lieber ein wenig tiefer zu legen, den Bogen selbst aber mit geringer Pfeilhöhe zu konstruieren (ihm z. B. die Form des „arc en tiers point“ zu geben, deren Mittelpunkte durch die Vierteilung der Grundlinie gegeben sind). Der Figur 849 stellen wir die aus dem Durchschnitt Fig. 840 für das östliche Feld, nur mit Annahme einer spitzigen Bogenform, entworfenen Fig. 849 a gegenüber. An den mit grösserem Reichtum ausgeführten Werken findet sich sodann zur Belastung der Bogenscheitel die zuerst an der Ste. Chapelle in Paris vorkommende Bekrönung der Fensterbögen durch Giebelwimperge. (Näheres s. vorn S. 342.)

Schildbogen  
und Fenster-  
bogen.

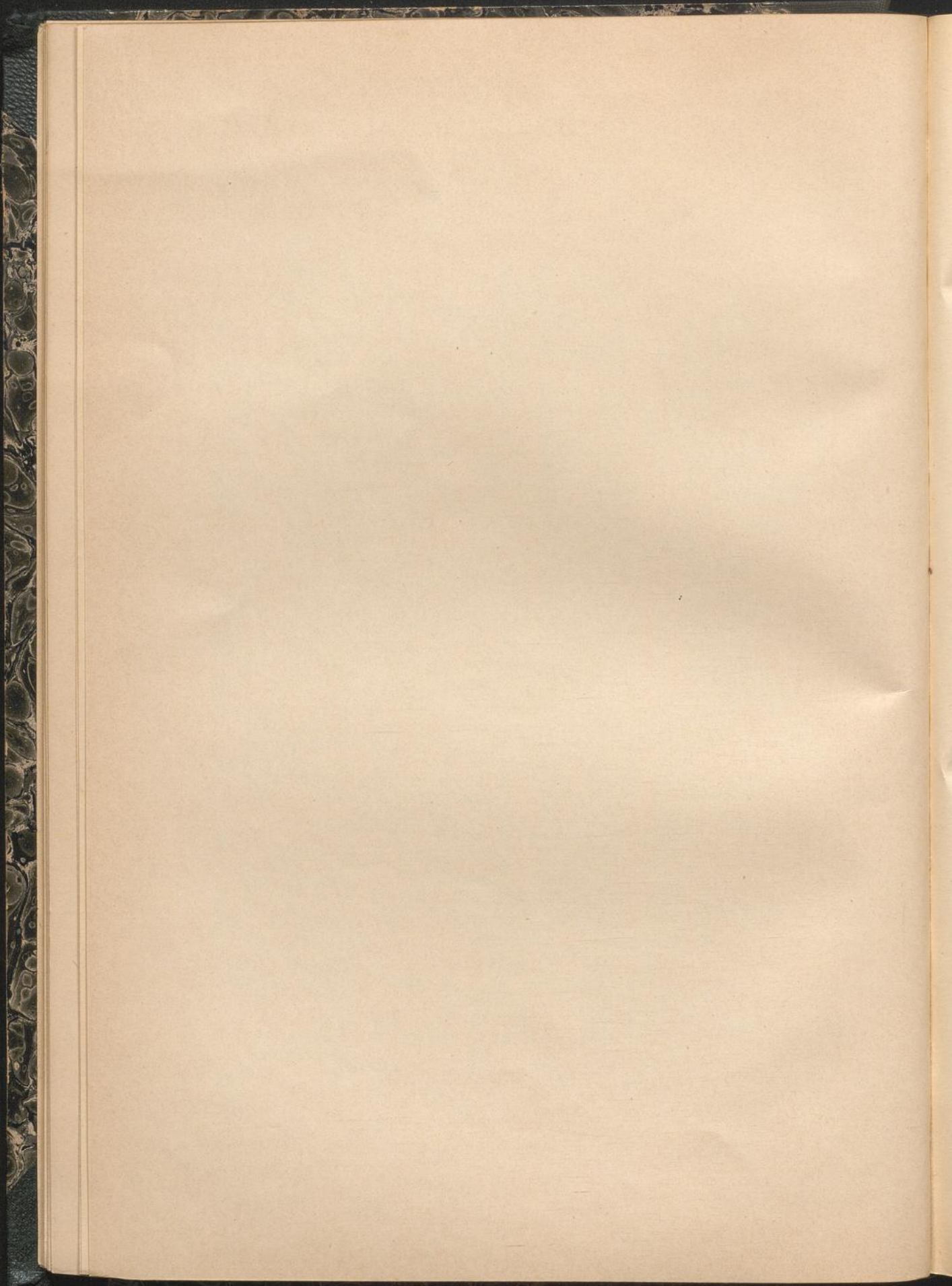
So ist es ferner die spitze Form des Schildbogens, welche auch bei geringerer Grösse der Fenster für dieselben wieder einen (wenn auch exzentrischen) Spitzbogen fordert, oder, bei Anlage mehrerer Fenster nebeneinander auf derselben Jochseite, wenigstens eine nach der Mitte aufstrebende Gruppierung. Eine solche wird erzielt bei Anlage von 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 Fensterbögen und dem Schildbogen, bei Anlage von 3 Fenstern nebeneinander, wie sie an den frühenglischen und einzelnen deutschen Werken sich findet, durch eine grössere Höhe des mittleren Fensters.



Anlage der Fenster.









Umgekehrt hat in manchen französischen Werken, wie in den Kreuzflügeln zu Amiens, die Anlage eines Radfensters über die ganze Weite auf die halbkreisförmige Gestaltung des Schildbogens 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.

Unabhängigkeit zwischen Schild- und Fensterbogen.

Dieselbe Konstruktionsweise hat in den älteren Kirchen der Bourgogne eine etwas veränderte Anwendung gefunden (Fig. 848). Hier ist nämlich die Fensterwand zwischen den Strebepfeilern soweit hinausgerückt, dass innerhalb derselben Durchgänge durch die letzteren führen. Die Schildbögen des Gewölbes werden dann aus der Mauer anliegenden zu frei vortretenden Bögen wie die übrigen Rippen und sind oberhalb des Kappenanschlusses durch eine aufgemauerte Wand wagerecht ausgeglichen und mit der Fensterwand durch übergelegte Steinplatten verbunden, welche demnach auf die Breite des Umganges eine wagerechte Decke bilden und mit ihrer oberen Fläche die Wasserrinnen entweder bilden oder aufnehmen; Fig. 848 zeigt diese Anordnung aus Notre-dame zu Dijon. Es ist darin *a* der Schildbogen, *b* der mit Durchgang versehene innere Strebepfeiler, *c* die übergelegten Steinplatten, *d* die Fensterwand, welche von 3 gleich hohen Spitzbogenfenstern durchbrochen ist. Ebenso würde sich eine jede viereckige Fenstergestaltung hierzu eignen, deren Ueberdeckung 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 Ueberdeckung 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 Bögen 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 Gewölbebildung 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 die an einfacheren Werken am häufigsten vorkommende, während reichere Gewände durch in die von dem Mauer vorsprung gebildeten rechten Winkel eingesetzte Dienste sich gestalten. Entweder setzen sich dann den Kapitälern dieser Dienste die Bogengliederungen nach einer anderen, dem rechten Winkel des Werkstückes einbeschriebenen Grundform auf, oder

Gewände u. Pfosten.



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. 855 a bei b).

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 HOFSTADT 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 Masswerkcombinationen, 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 Bögen. Ein derartiges Beispiel vom Chor von St. Ouen in Rouen zeigt die Fig. 851 b.

Zuweilen, so an den oberen Fenstern der Kirche zu Haina (s. Fig. 851 a), liegen die mit Säulchen verbundenen Pfosten fast in den beiden Mauerfluchten und trennen sich von denselben nur durch eine Hohlkehle, sodass sie die volle Mauerstärke einnehmen. Dabei ist der Fensterbogen nach aussen verstärkt durch ein vorspringendes Traufgesims von konzentrischer Führung, welches in der Grundlinie der Fensterbögen 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.

Ueberschlagsgesimse.

Ueberhaupt 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 Ueberschlagsbögen die Gliederung einfacher Traufgesimse an, in den französischen Werken sind ihre Kehlen indes häufig mit Rosetten oder mit Laubwerk gefüllt.

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

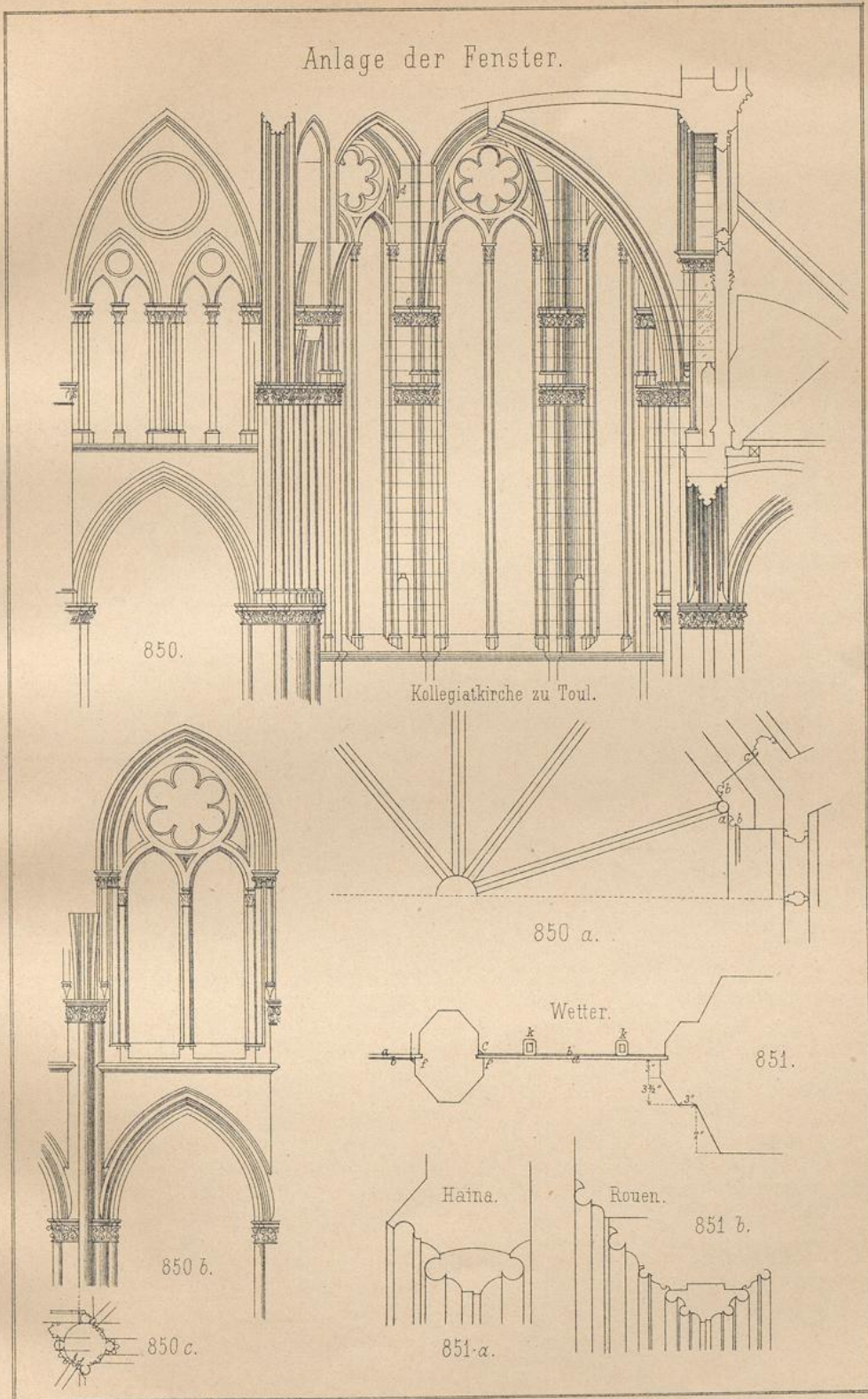
Anstatt der rechtwinkligen Kröpfung, welche sie dort annehmen und welche aus dem Verhältnis der Höhe des Gewölbeanfanges zu jener der Grundlinie des Fensterbogens hervorgeht, laufen sie häufig in der letzteren wagrecht fort und sich an den Strebepfeilern tot, oder sie setzen in derselben Höhe neben dem Fenstergewände auf Kragsteinen auf.

#### Von den Umgängen.

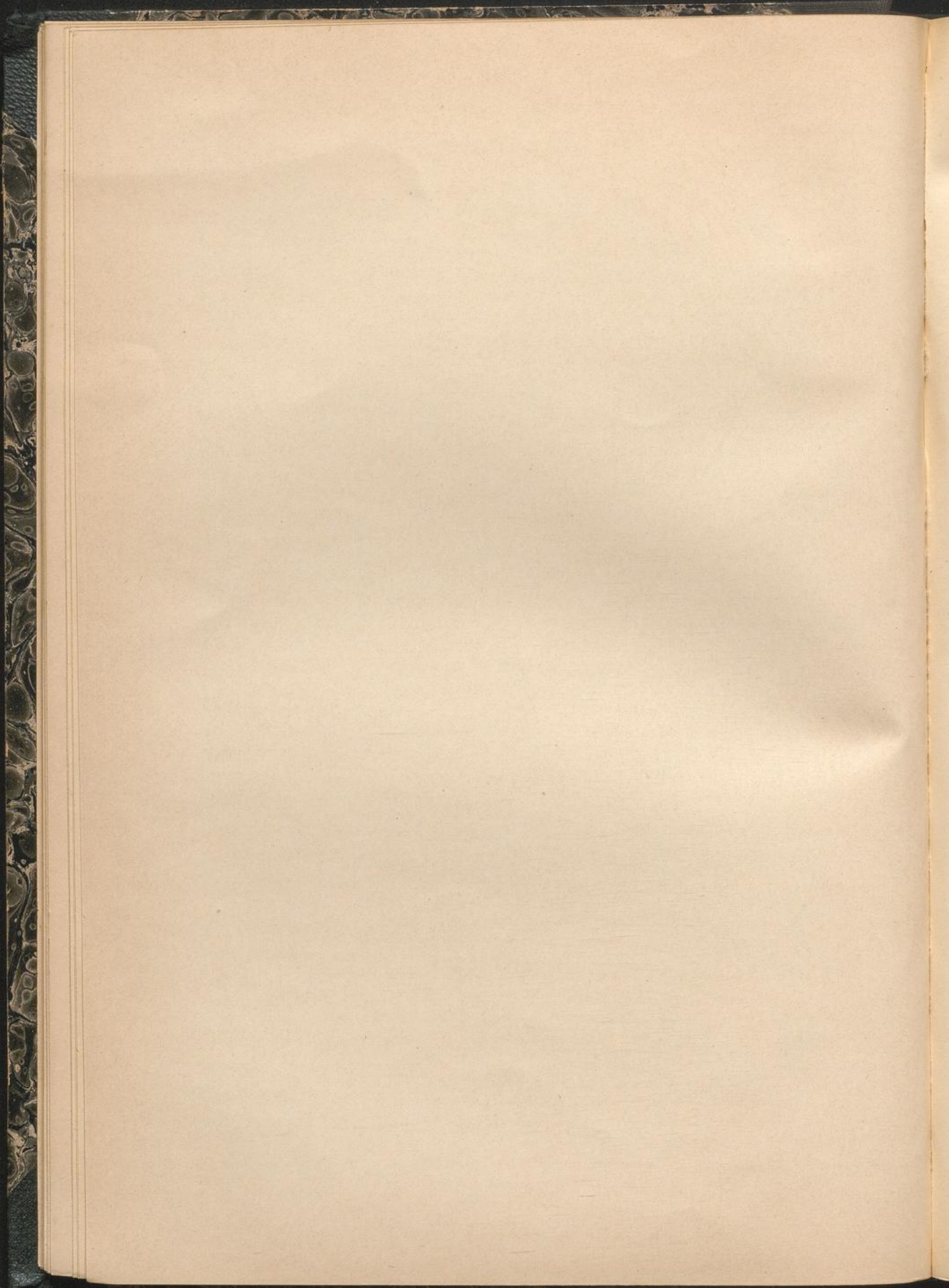
Für die Erhaltung der einzelnen Teile eines jeden Gebäudes und die Herstellung der etwa entstandenen Schäden ist eine leichte Zugänglichkeit von höchstem Wert. Mehr aber als irgendwo wird dieselbe nötig an den Fenstern und findet sich hier an den gotischen Kirchen des älteren Systems geschaffen durch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



Anlage der Fenster.









welche in der Höhe der Sohlbänke liegen und in der verschiedensten Weise konstruiert werden können.

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 vor 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, um die Gewölbespannung 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 Schildbögen 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 Bögen 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.

Konstruktive Prinzipien der Umgänge.

In Haina (s. Fig. 853 a) 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 minderm Grade vorhanden, als es den Anschein hat.

Stabilität.

Nehmen wir in Fig. 853 den Pfeiler vorläufig als voll an, so sind bei ungenügender Stärke desselben durch den Gewölbeschub zweierlei Wirkungen möglich. Die erste würde in einer Ausbiegung der Mauer bestehen und dann eintreten, wenn der Widerstand, welchen die aufeinander liegenden Schichten vermöge der Reibung, welcher hier die Bindekraft des Mörtels zu Hilfe kommt, der Schubkraft des Gewölbes entgegensetzen, wegen des unzureichenden Masses dieser Flächen oder der zu geringen Belastung nicht genügend wäre. Die zweite Wirkung 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 Wölbanges liegen. Es folgt hieraus, dass eine Durchbrechung des Pfeilers oder vielmehr des Bogenanfanges bis zu der so bestimmten Höhe oder darüber hinaus allerdings unmöglich 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 Pfeilerkapitälle die durch den Bogenanfang führende Durchbrechung *a* findet, welche nahezu die Grenzen des Möglichen erreicht.

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. 358.

Umgang im  
Strassburger  
Münster.

In vollkommener Gestaltung erscheint die Anlage innerer Durchgänge an den Seitenschiffsfenstern des Strassburger Münsters (s. Fig. 855 und 855 a). 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 Schildbögen 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 Ueberdeckung 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 Schildbögen aufgesetzten Wände, z. B. bei *z*, hervorgebracht wird.

In Strassburg werden die Bodenplatten der Umgänge von den oben (S. 347) 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. 347) erwähnte innere Auskragung, sondern auch durch die 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.

In der Regel 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.

Äusserer  
Umgänge.

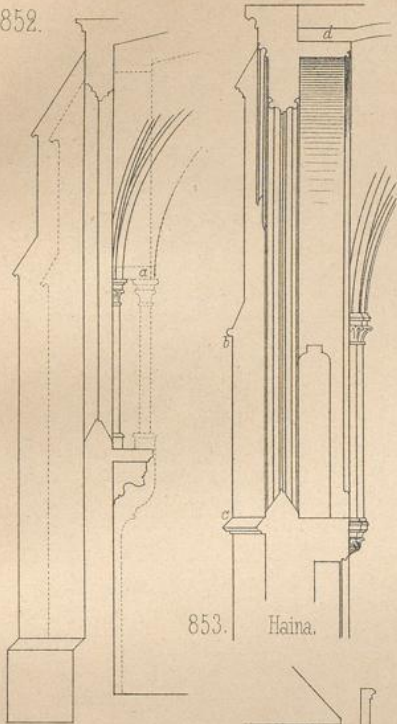
Bis jetzt haben wir nur von Umgängen im Inneren gesprochen, sie können in derselben Weise auch nach aussen verlegt werden und hier durch die Strebepfeiler führen, wie an den Seitenschiffen der Kollegiatkirche in Wetzlar, dem Chorpolygon derselben und der Elisabethkirche zu Marburg. Ueberhaupt würde es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



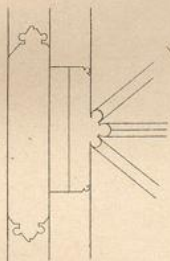
Innere Umgänge.

852.

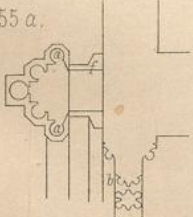


853. Haina.

853 a.

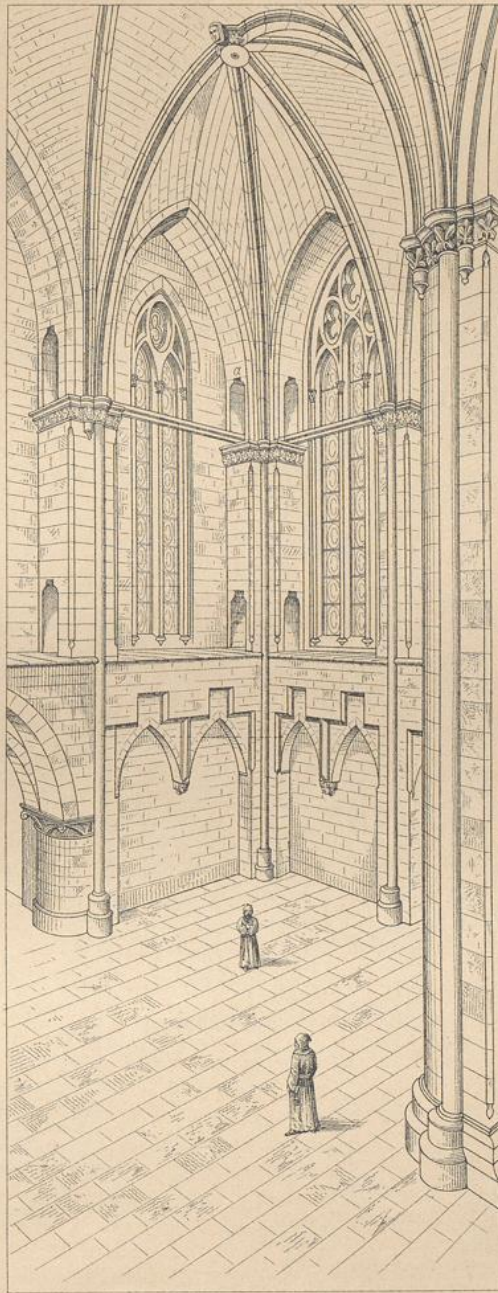


855 a.



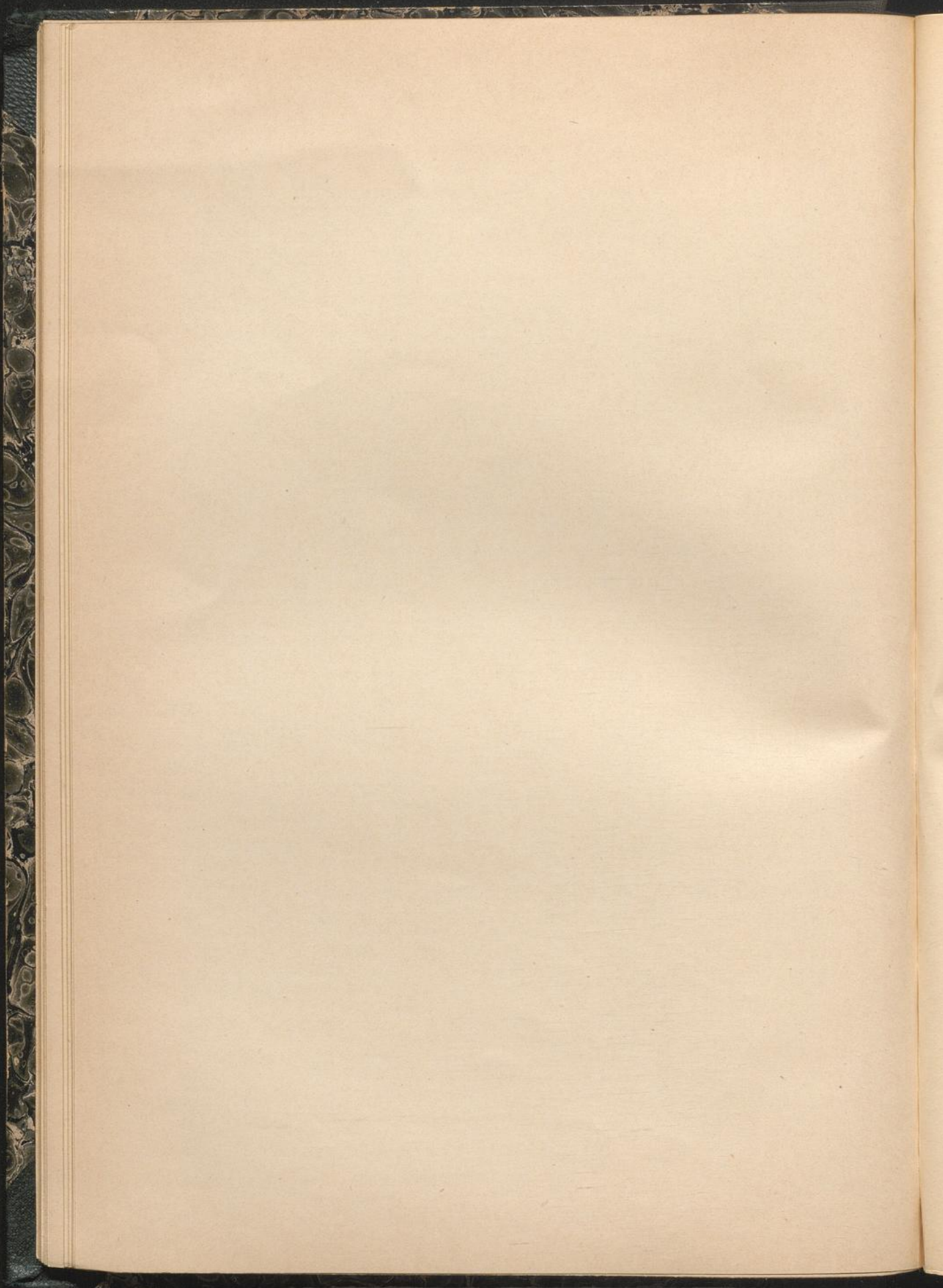
Strassburg.

855.



854. Wetzlar, Südliches Kreuzschiff.







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—856 c). Es trägt die ganze Anordnung noch ein sehr primitives Gepräge, insofern die beiden Umgänge, wie der Durchschnitt Fig. 856 a zeigt, schräg neben einander liegen und so eine Breite beanspruchen, die ihnen hier allerdings durch die ungewöhnliche Mauer- und Pfeilerstärke gewährt war. So hat man ferner auf den Nutzen verzichtet, der aus einer durchlaufenden Auskragung oder aus zwischen die Pfeiler geschlagenen Bögen 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. 856 a) 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 Mittelpfosten noch die Anlage der äusseren Kalkleiste *c* möglich war. Der Mittelpfosten 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 etwa in 3 m Höhe über dem unteren Umgang bei *d* auf einem Kragstein aufsitzt. Die Wandposten sind weggelassen und die Verglasung ist unmittelbar an die Laibung des Gewändes gelegt (s. den Grundriss Fig. 856 c 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. 856 b und öffnet sich nach dem Inneren des Chores durch die beiden diese Wände durchbrechenden, wagrecht geschlossenen Oeffnungen *o* in Fig. 856. Vor dem oberen Umgange liegen aussen die kapitallosen Pfeiler *f* in Fig. 856 a und 856 c, 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 Strebepfeilern 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 Uebergangsstiles 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 Schildbögen angelegt sind, daher neben jener Säulenstellung noch die Mauerfläche stehen bleibt, hinter welcher der Umgang durchgeht und sich neben den Fenstern nochmals nach dem Inneren 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 diese Nebeneinanderlage ist es, die in verschiedenen Höhen angebrachten Umgänge senkrecht übereinander zu legen. Eine solche Anordnung entsteht in einfachster Weise, wenn beide Umgänge auf derselben Seite der Fensterwände angebracht sind. Ein derartiges Beispiel findet sich z. B. in dem südlichen Kreuzflügel der Kirche zu Wetzlar, wie die Fig. 854 zeigt, in der Weise, dass der Boden des oberen Umganges nur zeitweise im Falle des Bedürfnisses vermittelst überlegter Balken die Durchbrechungen der Gewölbeanfänge zu verbinden hatte, und nachher wieder weggeräumt werden konnte. Wir möchten wenigstens hierin den Grund für die Anlage jener Durchbrechungen finden.



Eine permanente, wirklich gebaute Anordnung von doppelten Umgängen fordert aber mit völliger Notwendigkeit die einer doppelten 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 Bögen 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 Bögen mit den unteren Fenstern ihre Plätze wechseln, mithin die oberen Fenster über den Bögen zu stehen kommen. Hiernach würde der obere Umgang nach aussen und der untere nach innen liegen, und der Boden des letzteren entweder wieder von Gurtbögen oder, wie in Strassburg, von den Bogenblenden, oder endlich durch Auskragungen getragen werden, und zwar entweder durch fortlaufende, wie in Marburg, oder durch einzelne bogenverbundene Kragsteine, wie in den Kirchen zu Gelnhausen und zu Wetzlar. Die Gestaltung der oberen Fenster kann, wie an der Elisabethkirche zu Marburg, mit jener der unteren übereinstimmen oder von derselben abweichen.

Aeussere u.  
innere Um-  
gänge ver-  
bunden.

Auch hier ist es das Konstruktionssystem des Umganges, welches ganz in derselben Weise, wie wir bereits S. 351 über die Schildbögen näher ausgeführt haben, über die Wahl einer kulminierenden oder wagerecht begrenzten Fenstergestaltung zunächst entscheidet. Im allgemeinen wird wenigstens bei geringeren 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 Spitzbögen überwölbt sich bilden.

In allen Fällen, welchen eine grosse Höhenentwicklung eigen, ist der frühgotischen Anordnung einer doppelten Fensterreihe der in der späteren Periode angenommenen überschlanken Bildung der Fenster gegenüber der Vorzug zu geben, da sie neben der günstigeren Wirkung eine bessere Zugänglichkeit der Fenster und eine günstige Längsversteifung (s. S. 338) 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 gewissenhafter Weise von den Emporbühnen sich durchschnitten finden.

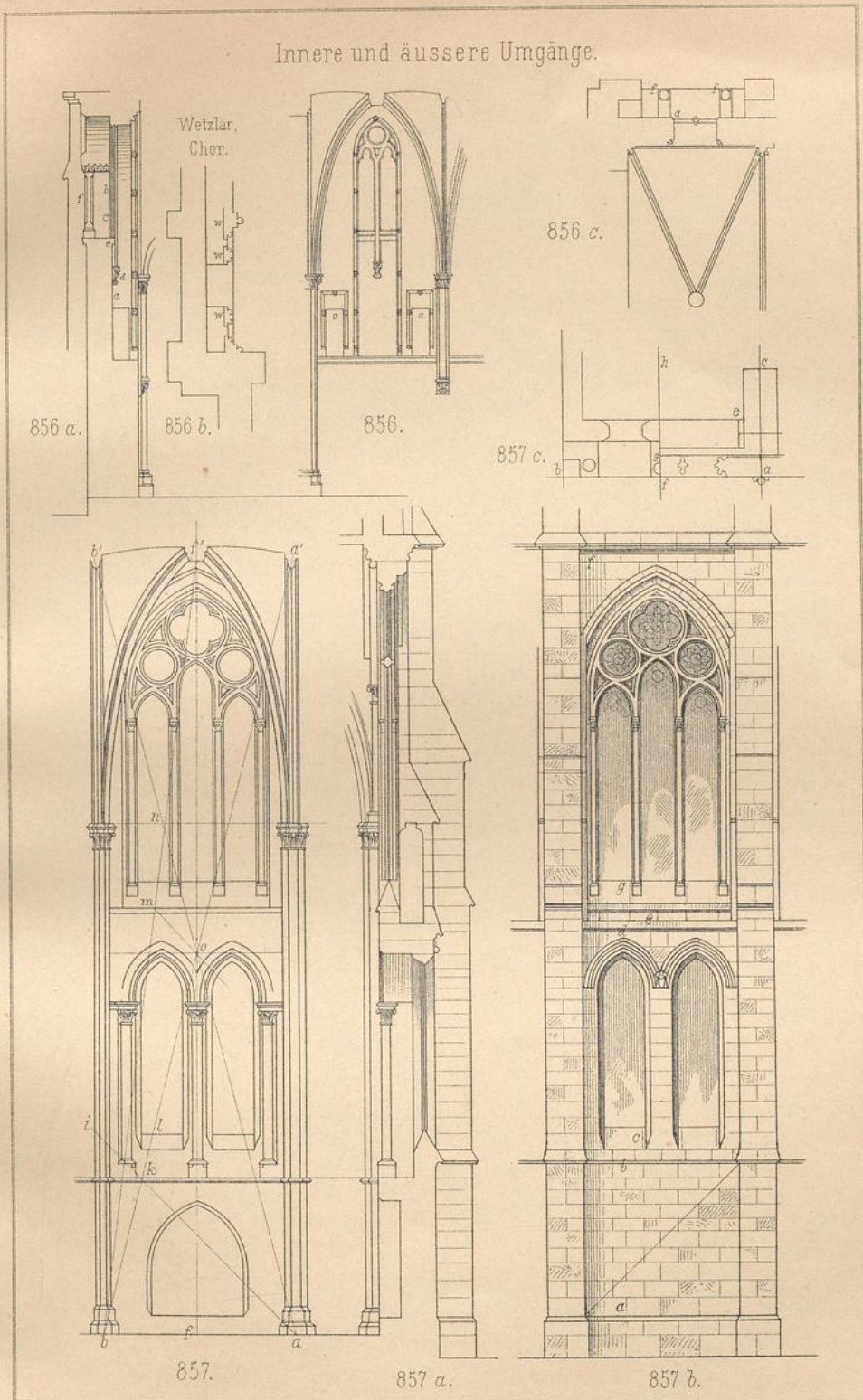
Doppelt-  
Fenster-  
reihe.

Umgekehrt hat man die Anlage der Marburger Kirchen lediglich aus romanischen Reminiszenzen 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 endlich eine vollständigere Zirkulation zu ermöglichen, auf die Beibehaltung der Höhentheilung der Schiffe geführt hätte.

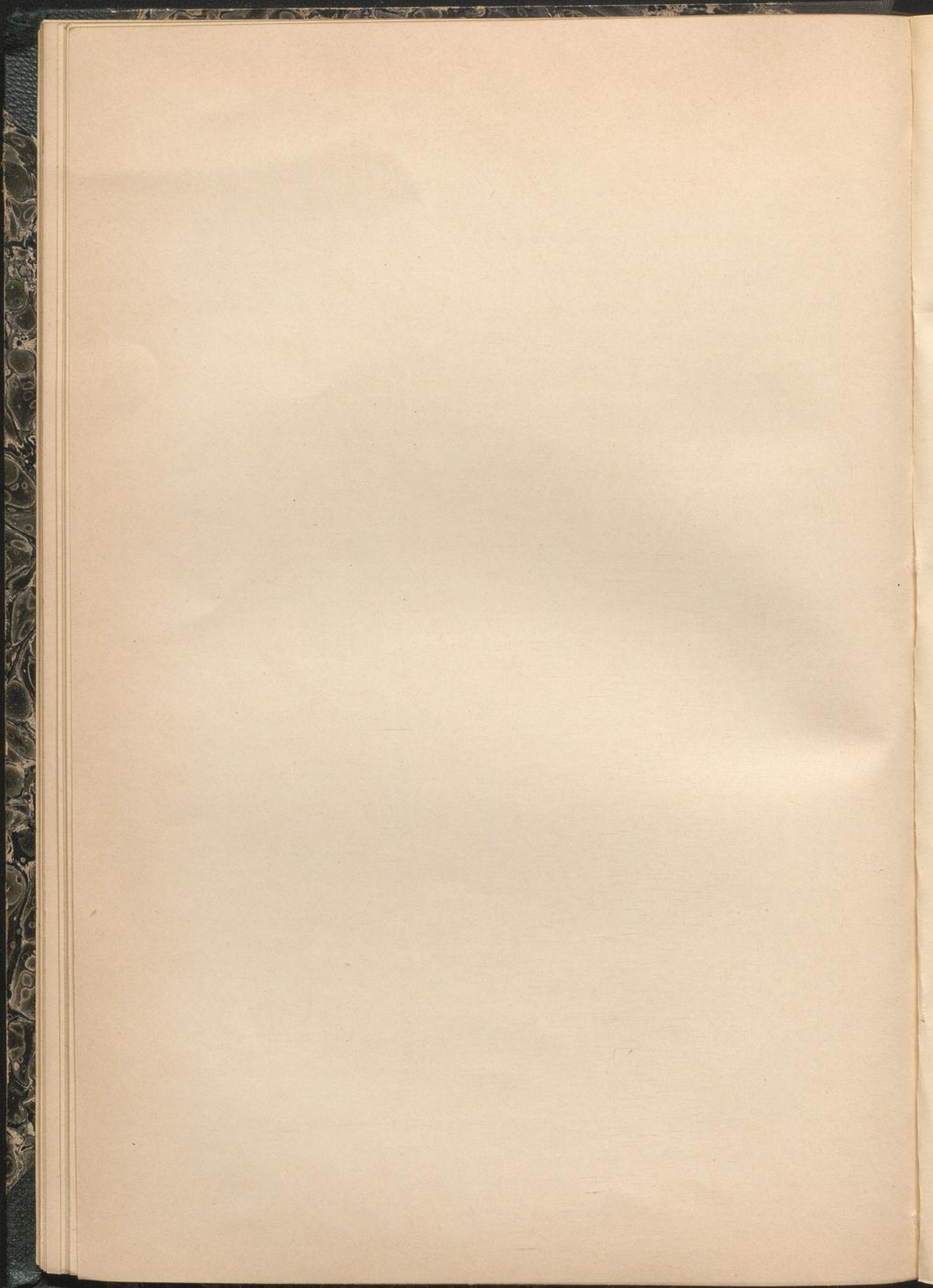
Dem wäre zu entgegen, dass der letzten Bedingung durch Treppenanlagen hätte entsprochen werden können, dass überhaupt die Höhentheilung von Chor und Kreuzflügeln nicht immer mit jener der Schiffe übereinstimmt. Hierbei wollen wir nur auf die Kathedrale von Noyon hinweisen, in welcher in dem Langhaus über dem Seitenschiff, also unmittelbar über den Scheidebögen 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 Scheidebögen, also in der Bodenhöhe jener Galerie das Triforium und über dem letzteren eine zweifache Fensterreihe



Innere und äussere Umgänge.









übereinander angeordnet ist, so dass 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 ebenso fern als die andere, eine Wirkung zu simulieren, die einer völlig verschiedenen Konzeption entspricht.

Weiter 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, eben eine Schwäche der späteren Werke ausmacht, welche von den Gegnern dieser Kunst irrigerweise als Notwendigkeit derselben hingestellt wird.

Wenn wir nun auf die spätgotische Anordnung der die ganze Höhe über dem Kaffgesims einnehmenden Fenster übergehen, deren Höhe oft eine so gesteigerte ist, dass das Verhältnis zur Breite kaum fasslich bleibt, so müssen wir den Nachteil hervorheben, dass ihre Wirkung eine zu ausschliessliche, alle sonstigen Teile beeinträchtigende ist, um günstig zu sein, und deshalb schon manche unliebsame Vergleiche hervorgerufen hat. Sie ist ferner der Wirkung der Verglasung ungünstig, sowohl bei Annahme eines weissen oder farbigen Musters durch die Notwendigkeit der unzähligen Wiederholungen, als bei Anordnung von figürlichen Darstellungen und hat in den späteren Perioden der gotischen Kunst auf jene turmartigen, gemalten Baldachine über den Figuren geführt, welche streng genommen doch nur als Raumauffüllungen angesehen werden können.

Ferner aber verringert jene übermässige Fensterhöhe auch den durch die Umgänge für die Zugänglichkeit derselben geschafften Nutzen. In dem erkannten Bedürfnis der letzteren ist daher der eigentliche strukturelle Grund für die frühgotische Anlage einer doppelten Fensterreihe zu suchen, deren Wirkung als Kunstform sodann, wie die vorhandenen Beispiele zeigen, derjenigen der späteren Anordnung mindestens nicht untergeordnet ist. Es liegt in der Natur der Sache, dass diese Anlage, wie überhaupt eine jede, 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—857 c den Entwurf für ein Joch. Wir machen darin die Jochlänge, also  $ab$  in Fig. 857 c, 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 entsprechend Lage der Aussenflucht der unteren Mauer durch den Punkt  $e$  an. Hiernach ist in dem inneren Aufriss Fig. 857 die Höhe  $ff' = 4 ab$  und sonach das Rechteck  $ab a' b'$  bestimmt und darin die Diagonalen sowie die Linien  $a f'$  und  $b f'$  und ferner die Linie  $ai$  als Diagonale des Quadrats gezogen, so dass die verschiedenen, aus unserer Figur ersichtlichen Durchschnittspunkte dieser Linien die Höhen  $k, l, m, n, o$  anzeigen.

Ebenso ist in dem äusseren Aufriss Fig. 857 b 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. Der Querdurchschnitt Fig. 857 a zeigt sodann die Konstruktion des Ganzen, worin über den unteren Fenstern zwei von einer Mittelsäule getragene Tonnengewölbe gespannt sind und der Bogen des oberen Fensters einwärts durch den Schildbogen, auswärts durch den zwischen die Strebepfeiler gespannten Bogen verstärkt ist.

Das Ueberwiegen der oberen Fenster über die unteren wird zunächst durch die Notwendigkeit gefordert, dass die Durchbrechungen der Strebepfeiler unterhalb der Angriffspunkte der Schubkräfte des Gewölbes zu liegen kommen. Hiernach wird 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, die ganze Anordnung aber findet erneute Anwendung in Verbindung mit einer Anlage von doppelten Seitenschiffen über einander, auf welche wir weiter unten zurückkommen werden.

#### 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, andererseits lassen sie sich richtig angewandt zu einer erstaunlichen Kühnheit treiben, wie die alten Werke bekunden und eine Betrachtung der Standfähigkeit erweist.

Zulässigkeit  
der Durch-  
brechungen.

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 Oeffnungen leicht unterbringen lassen, sofern sie nicht eine ungünstigere Anordnung oder zu grosse Verminderung der Lasten nach sich ziehen; bei richtiger Verwendung können sie sogar zu einer besseren Lastverteilung oder einer Ersparnis unnötiger Massen 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. 141) die Stützlinie auf, wobei die durch die Oeffnungen ersparte Masse natürlich auch bei Berechnung der Gewichte fortzulassen ist. Wenn die Stützlinie eine Oeffnung überquert, so liegt darin nichts Beängstigendes. Es wird sich an einer solchen Stelle der Mitteldruck spalten müssen, so dass sich zu jeder Seite der Oeffnung 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, oder neben der letzteren Bedingung auch, dass zur Verhütung von klaffenden Fugen die mittlere Druckkraft innerhalb des Querschnittskernes bleibt.

Umsturz  
durch Um-  
kippen.

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 statthaben, 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  $K$  bezeichnet. Das Umkippen, dessen Vorgang Fig. 858 a 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. 858 b veranschaulichten Weise vollziehen. Das grössere, neben der Oeffnung 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.

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:  $P \cdot h_1 + G \cdot h_2$ .

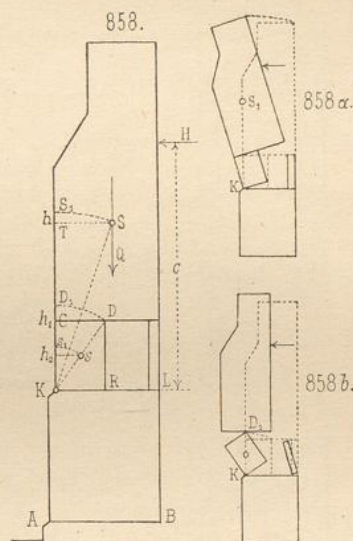
Die Arbeit beim einfachen Umkippen (Fig. 858 a) ist dagegen:  $(P + G) \cdot h$ .

Je nachdem der erste oder zweite dieser Ausdrücke geringer ist, ist leichter ein Hochkanten (Fig. 858 b) oder ein Umkippen (Fig. 858 a) 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 Kreisbögen  $SS_1$  und  $DD_1$  und misst die Ordinaten  $h$  und  $h_1$ . Ist  $h$  kleiner, so wird leichter das Umkippen (Fig. 858 a) eintreten; ist  $h_1$  aber kleiner, so ist mehr das Hochkanten (Fig. 858 b) zu fürchten. Die Anlage einer Durchbrechung wird also nicht als eine unstabile 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 die meisten Fälle 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. 137—148) so eingehend behandelt, dass es hier

Umsturz  
durch  
Drehen der  
Umgangswand.



Verteilung  
des Druckes  
auf die bei-  
den Wände.

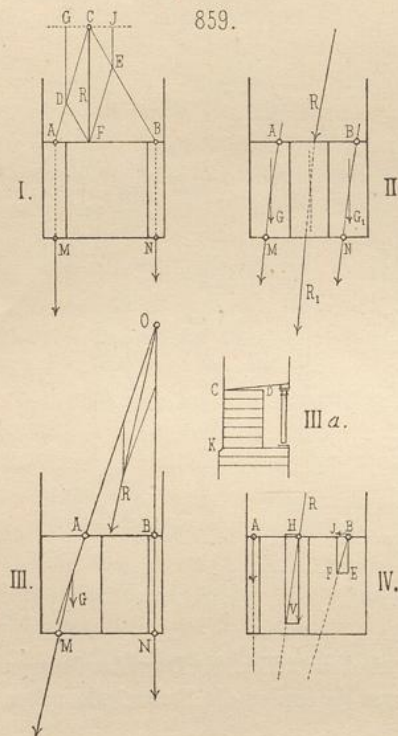


nur erübrigt, die Kraftleitung in dem vorliegenden ganz bestimmten Falle einer Mauerdurchbrechung in Betracht zu ziehen.

Man sucht zunächst für die horizontale Fuge oberhalb des Durchganges Grösse und Lage der resultierenden Druckkraft auf (vgl. Fig. 370 und 371 auf S. 140) und hat sodann diese in die Seitenkräfte zu zerlegen, welche sich zu den beiden Seiten der Oeffnung im Mauerwerk fortpflanzen. Für vier verschiedene Fälle ist die Zerlegung an den Figuren 859 I bis IV durchgeführt.

Fig. 859 I. Die resultierende Kraft  $R$  sei senkrecht gerichtet, die Stelzwände seien ziemlich dünn. Würde  $R$  in der Mitte zwischen den beiden gleich dicken Wänden liegen, so würde jede von ihnen die Hälfte des Druckes erhalten. Da aber in der Zeichnung  $R$  mehr links liegt, so wird auch nach hier die grössere Seitenkraft fallen, es wird sich  $R$  ähnlich auf die beiden

Einige besondere Fälle.



Mauern verteilen, wie eine Einzellast auf einen Balken sich in die beiden Auflagerdrücke zerlegt, die Seitenkräfte sind umgekehrt proportional ihrem Abstand von  $R$ , durch Zeichnung kann man sie ermitteln, wie folgt. Man nimmt die Angriffspunkte der Teilkräfte als  $A$  und  $B$  mitten auf den Stelzmauern an, trägt die Grösse der Kraft  $R$  als die Länge  $CF$  hin, zieht die Linien  $CA$  und  $CB$  und bildet aus diesen und der Diagonale  $CF$  das Parallelogramm  $CDFE$ . Zieht man nun noch durch  $C$  eine Wagerechte, so liefern die Abstände  $GD$  und  $EJ$  die Grösse der gesuchten Seitenkräfte.

Die Annahme, dass die Angriffspunkte der Seitenkräfte  $A$  und  $B$  inmitten der Mauern liegen, kann nur annähernden Anspruch auf Richtigkeit machen, da die verschiedene Lage der Kraft  $R$ , die verschiedene Stärke der Stelzmauern und die für diese wie ihre Ueberbrückung gewählte Ausführung Schwankungen hervorrufen können. Um in besonderen Fällen, z. B. bei einseitiger Lage von  $R$  und grosser Dicke der einen oder anderen Stelzmauer, annähernd richtig zu urteilen, muss man sich vergegenwärtigen, dass die Mittelkraft  $R$  nicht auf einen einzelnen Punkt wirkt, sondern dass sie nur ein zusammenfassender Ausdruck ist für die weit verteilten Flächenkräfte, wie sie früher durch die Spannungsbilder Fig. 375 bis 377 sowie 383—385 veranschaulicht sind.

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. 47) 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 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 Umständen ab, sie kann besonders durch die Länge der rechts stehenden Stütze stark beeinflusst werden, der ungünstigste Fall tritt ein, wenn die Stütze zu lang ist (vgl. Fig. III a). Es ruht sodann die obere Last vorwiegend auf der Kante  $C$ , die Uebertragung 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. 858 b), dass die innere Kante  $D$  sich oben unterlegt und nebst den benachbarten Teilen der Fläche den Druck aufnimmt.

Fig. 859 IV. Die Lage der Stelzwand und 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 genügende Sicherheit vorhanden sein, es genügt dann, die Untersuchung für die beiden Grenzlagen von  $R$  anzustellen.

Wechselnde Belastung.

Die Ueberdeckung schmaler Umgänge wird am besten durch Steinbalken oder Platten aus festem, zähen Stein bewirkt; wo diese nicht ausführbar sind, durch Ueberkragung, in besonderen Fällen auch wohl durch Wölbungen. Wenn man Metallverankerungen überhaupt zulassen will, so können sie über und unter den Durchbrechungen am Platze sein.

Art der Ausführung.

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 III a 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.



### Von der Anordnung des Wasserablaufes, den Rinnen und Ausgüssen.

Die einfachste, in Deutschland am häufigsten vorkommende Wasserableitung besteht darin, dass das Wasser von dem vorstehenden Rand der Dachfläche einfach abtropft und durch das Ueberhängen 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.

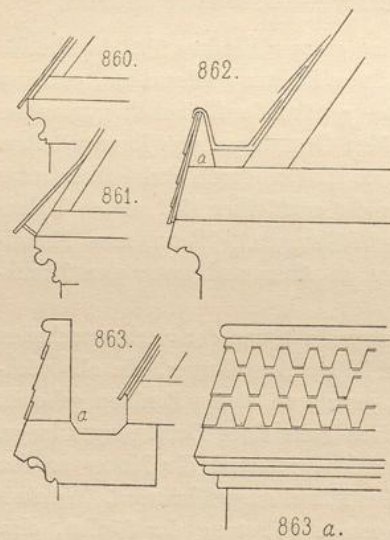
Ablauf über  
den Dach-  
rand.

Ist auch die Anlage eines immerhin nur eine beschränkte Ausladung zulassenden steinernen Gesimses „ohne Rinne“ eine unvollkommene, 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 sonst überall, wo es an tauglichem Steine fehlt, von Metall konstruiert. Es verdient jedoch vielen modernen, in mehrfacher Hinsicht unvollkommenen

Rinnen aus  
Metall.



Anlagen gegenüber eine an den niederrheinischen Werken vorkommende Konstruktion 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 hölzernen Boden und einer aus einzelnen, den Balken aufgesetzten und durch die Verschalung verbundenen 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 eine schwache Senkung des Bodens nach den Ausgüssen hin.

Rinnen aus  
Stein.



Mit Rücksicht auf diese Senkung muss die Tiefe der Rinne, um jede übermässige Schwächung des Steines zu vermeiden, möglichst verringert, die Breite dagegen so weit vergrössert werden, 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 entweder über die Hirnenden derselben fassen oder besser über dieselben zu liegen kommen. Jedenfalls sind die Balkenköpfe sowohl wie die Zwischenweiten vor dem Wasser zu sichern. Die beste Anordnung aber besteht in einer Erhöhung der Mauer über der hinteren Wand der Rinne, wobei entweder auch die Balkenlage in die Höhe gerückt wird, oder eine niedrige Kniewand entsteht (s. Fig. 864).

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

Weitaus reicher ist die Anordnung von Masswerkgalerien (s. hinten unter Masswerk); die Anlage derselben macht für die obere Fläche der Rinne eine zum Aufsetzen der Platten ausreichende Breite nötig, in welche die einzelnen Stücke entweder verdübelt oder nach Fig. 864 auf Nut und Feder eingesetzt sind. In beiden Fällen wird es vorteilhaft, die Wangen der Nut zu verstärken und deshalb der Rinne einen Vorsprung über die Galerieflucht zu lassen, welcher nach oben mit einem Wasserschlag abschliesst. Die einzelnen Stücke der Galerie sind demnach am Fuss verbunden durch die Rinne, in welche sie eingesetzt sind, und werden es am oberen Ende durch die aufgelegten Gesimsstücke, deren Fugen daher gegen die der Galerieplatten 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 auf die Höhe der Galerie abgearbeitet werden und bleibt an dem Fusse derselben als Sockel stehen.

Rinnen mit  
Brüstungen.

Rechnen wir nun für das Auflager der Balken die Breite von 36—40 cm, die gleiche für den Boden der Rinne und zum Aufsetzen der Galerie 16—18 cm, so ergibt sich für die obere Mauerfläche die notwendige Breite von mindestens 90 cm, welche das durch die Fensterwand, welcher die ganze Konstruktion aufliegt, geforderte Mass übersteigen und deshalb eine Vergrösserung desselben bedingen kann.

Es kann dieselbe bewirkt 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 Bögen, wie in Fig. 857 b, in einfachster Weise aber durch eine Vergrösserung der Gesimsausladung. Weiter unten werden verschiedene Profilierungen der dieselbe bewirkenden Werkstücke gezeigt. Der obere Rand dieser Gliederungen erhält dann, wenigstens bei reicherer Ausführung, eine Unterstüzung, wie der des Kapitälkelches, durch die so verschiedener Gestaltung fähigen Laubträger, die zugleich die wirksamste Zier des ganzen Gesimses ausmachen und deren Köpfe häufig die Flucht des Randes überragen. Wie an den Kapitalen, sind sie zuweilen mit einer niedrigeren Reihe von dazwischen angesteckten Blättern verbunden, zuweilen auch durch solche ersetzt. In Fig. 864 geben wir die ganze Konstruktion eines derartigen Gesimses mit Galerie.



An den burgundischen Werken, so an Notre-dame 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 diese Anordnung in grösseren Dimensionen, so dass sich hier ein förmlicher Balkon mit einer durch drei Fialen verstärkten Masswerkgalerie ergibt, dessen Bodenplatte von weit ausladenden Kragsteinen getragen wird. Allemal sind diese Kragsteine dem wirklichen Zwecke zufolge weit aus einander und unter die Fugen der Platten gerückt, im Gegensatz gegen die mehr dekorative, gedrängte Stellung an den modernen und römischen Gesimsen.

In Deutschland finden sich häufig unter dem Dachgesims kleine, mit verschieden-gestaltigen Bögen verbundene Kragsteine, die, aus den romanischen Bogenfriesen hervorgegangen, in der letzten Periode auf eine rein dekorative Gestaltung zurückgehen.

Die steinernen Rinnen können den Mauern, auf welchen sie liegen, nachteilig werden, wenn die Stossfugen der einzelnen Stücke sich öffnen, oder durch eine Filtration des Steines bei poröser Beschaffenheit desselben. Um den ersten Schaden zu vermeiden, können die Fugen 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.\*) Zu grösserer Sicherheit können dann unter die Fugen kleine, nach vorn mündende Kanäle in der oberen Fläche des unter der Rinne befindlichen Werkstückes gearbeitet werden.

Vollständige Sicherheit gegen die Filtration des Steines selbst gewährt sorgfältige Auswahl der Platten oder Vorlegung der Rinnen vor die Mauerflucht, mithin Auflager auf Kragsteinen. Sie kann ferner gesucht werden durch einen Ueberzug 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 nicht völlig gesichert ist, was nur dadurch geschehen kann, dass die Bleiplatten, wo sie dem Stein anliegen sollen, unter einen unterschrittenen Vorsprung desselben fassen, welcher an der Galerie sitzen müsste.

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

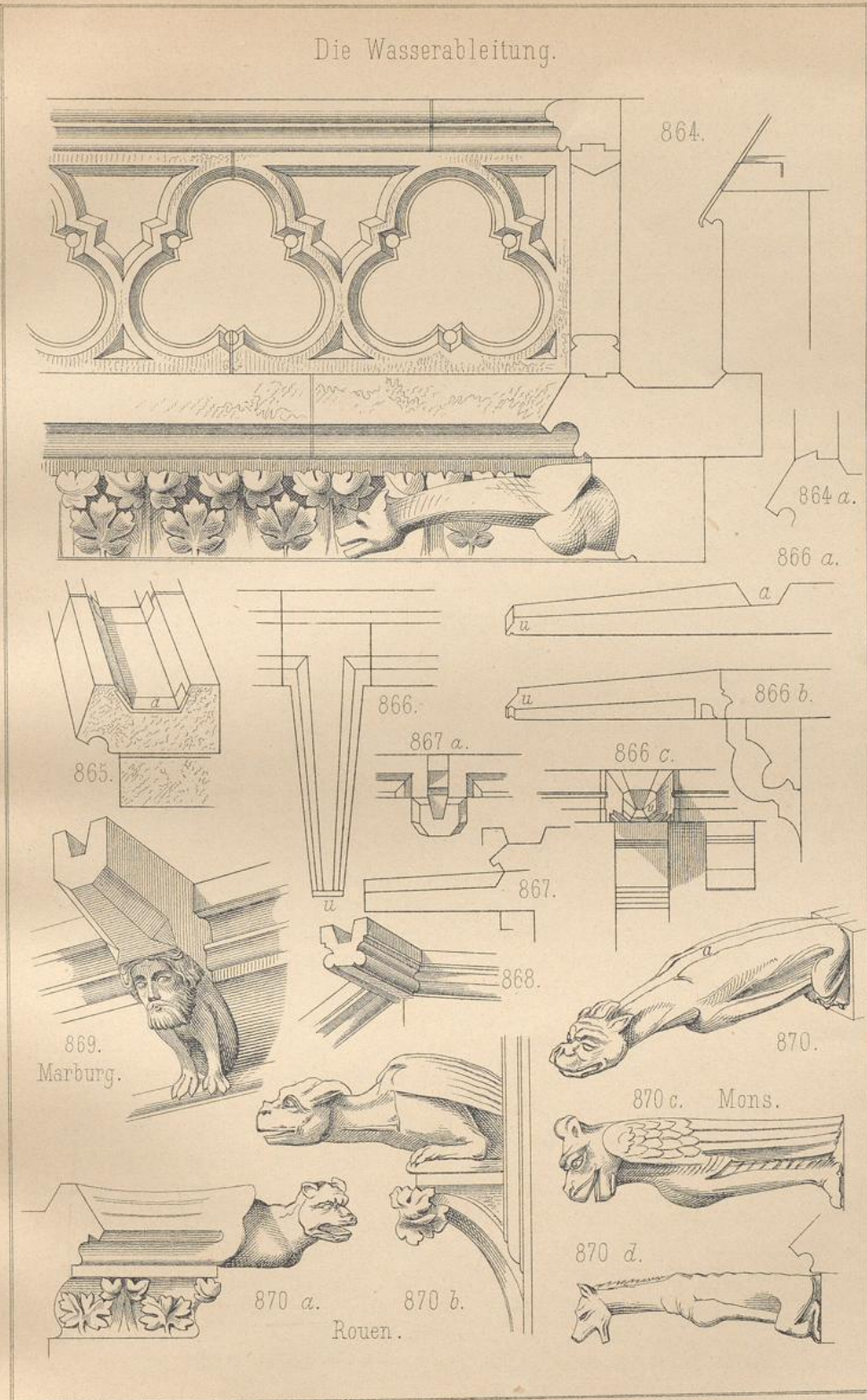
Die Ausgüsse liegen entweder in der Höhe der Rinne, so dass ihre Kanäle eine einfache Kehrung mit der letzteren bilden (s. Fig. 866—866 c), oder sie gehören der darunter befindlichen Schicht an (Fig. 867).

Im ersteren Fall erhält der Ausguss die in Fig. 866 a im Durchschnitt gezeigte Gestalt. Wegen der Schwächung, welche das Werkstück bei *a* durch die Abarbeitung des Randes erleidet, muss die Masse desselben 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—866 c ersichtlich ist. Der Fall wird bewirkt durch die Senkung des Bodens und der Schuss des abfliessenden

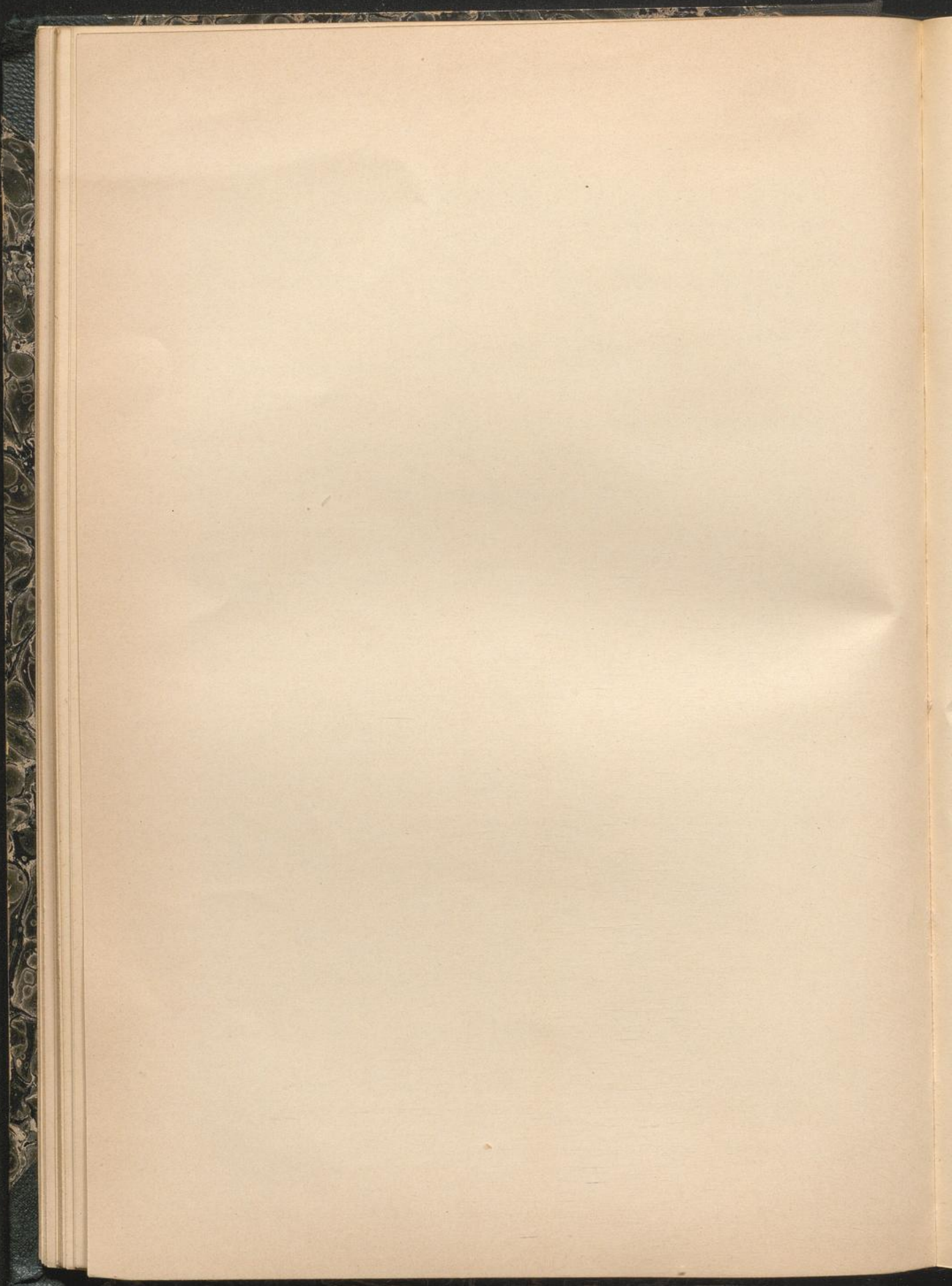
\*) Dasselbe Mittel ist bei VIOLLET LE DUC angegeben.



Die Wasserableitung.









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 Uebelstand 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, und es muss derselbe dann noch über die äusserste Flucht des Strebepfeilers möglichst ausladen. So 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, eine Anordnung, welche 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 Herumlauftens des Wassers nach den Seiten vermieden wird (s. Fig. 867 a). 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.

Ueber 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 s. 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 in der Regel 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. 866 b). 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).

Die Mannigfaltigkeit dieser s. g. Wasserspeier ist bekannt genug. Von streng konventionellen Bildungen ausgehend, nehmen sie immer bewegtere Stellungen an, welche zuletzt 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. Abgesehen von



solchen humoristischen Darstellungen, sind aber der älteren Gestaltungsweise 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, 870 b, 870 c), selbst in der Weise, dass die Profilierung des letzteren noch ein kurzes Stück in den Leib sich fortsetzt und erst allmählich in die Detaillierung desselben übergeht (s. Fig. 870 a), oder es ist zur Unterstützung des Leibes ein Kragstein angebracht (s. Fig. 870 b), 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. 870 d in ganzer Figur sich entwickelnden Bestien mit ihren oft völlig frei gearbeiteten Beinen und willkürlichen Kopfwendungen eine gewisse beunruhigende Wirkung hervorbringen und das häufige Ueberhandnehmen des amphibischen Charakters selbst widerlich wird.

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 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 ein das griechische weit übersteigendes Verhältnis derselben 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 Ueberdachung der Mauerflucht durch das Gesims.

In neueren Zeiten hat man statt der Ausgüsse allgemein die Ableitung des Abfallrohre. 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.

Trägt hieran einestheils das ungünstige Material, aus welchem sie 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 auszusondern und als notwendige Uebel 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 Oelfarbe unterbrechenden, braungelben Ueberzug annehmen. Dabei ist dann die Art der Be-



festigung 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 in einander 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 in einander.

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 zwiefacher 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.

## 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 in einander 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 s. g. Hallenkirchen, das zweite System, die s. g. basilikale Anlage, zeigt eine Ueberhöhung des Mittelschiffes, sie stellt den Schubkräften der Gewölbe in verschiedener Weise erschafterte Widerstandsmittel entgegen.

Unter der Bezeichnung Hallenkirche kann man alle zwei-, drei- und mehrschiffigen Kirchen zusammenfassen, deren Gewölbe genau oder annähernd gleiche Höhe



haben. Die zweischiffigen Kirchen sind schon bei der Grundrissbildung (S. 276 bis 282) näher besprochen, die dort nicht berührten Einzelheiten erklären sich einerseits aus dem Querschnitt der einschiffigen, anderseits dem der dreischiffigen Kirchen. Auch die Querschnitte der fünfschiffigen Kirchen (vgl. über diese S. 289) 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 Ausnahmebildung sei der fünfschiffige Westbau der spätgotischen Barbarakirche zu Kuttenberg hier erwähnt, dessen drei mittlere Schiffe sich als gemeinsame Hallenkirche in basilikaler Weise über die äusseren Seitenschiffe erheben.

#### Stabilitätsverhältnisse der Hallenkirche im allgemeinen.

Gleiche  
Schiffs-  
breite.

Wenn die drei Schiffsgewölbe gleiche Spannweite, gleiche Höhenlage und überhaupt gleiche Gestaltung aufweisen, so stellen sich die schon bei den zweischiffigen 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. 335). 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. 335 und 336.

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. 278), 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 Anlage mit drei gleichen Schiffen bietet die Marienkirche zu Herford. (XIV J.)

Verschiedene  
Schiffs-  
breite.

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

1. Die Mittelpfeiler sind so standfähig, dass sie den Ueberschuss allein aufnehmen können, auf die Aussenwände kommt dann nur der Schub der Seitenschiffe.
2. Der Ueberschuss 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 fern gehalten. Der Schub auf die Aussenwände wird dann so gross wie der



Schub des Mittelschiffes. In diesem letzteren Falle sind daher die Aussenwände entsprechend stärker zu bemessen als in den beiden vorigen.

Früher war man gewöhnlich der Ansicht, dass immer der erste Fall vorläge, d. h. dass der Ueberschuss des Mittelschubes von den Pfeilern zu bewältigen sei. Man hielt die Seitenschiffgewölbe für unfähig, Seitenkräfte hinüberzutragen. Dabei konnten aber einerseits die überaus schlanken Mittelpfeiler einzelner Kirchen, andererseits die übermässigen Strebpfeilerstärken 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. 168) 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 Gurtbögen zum Ziel (vgl. S. 169).

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 Mittelpfeiler einzuschränken. Darauf weist bei vielen Werken die Bildung der Gewölbe, noch mehr aber das gegenseitige Stärkeverhältnis von Mittelpfeiler zu Strebpfeiler hin.

Es können demnach Mittelpfeiler und Strebpfeiler 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 u. s. w., umgekehrt die Aussenmauern kräftig im Vergleich zu den leichten Pfeilern sind.

Die Stärke der Mittelpfeiler und Aussenwände in ein bestimmtes Verhältnis zu den lichten Schiffweiten 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 Strebpfeiler 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 bez. teilweise der Aussenwand und ihrem Strebpfeiler zugeführt werden. In den meisten Fällen wird es sich darum handeln, den Mittelpfeiler seines Schubes tunlichst 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. 168—169); 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 aufgehöhhet 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. 127), 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 Mittengewölben 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 Mittengewölbes erhalten müsste.

Sehr  
schlanke  
Gewölbe im  
Seitenschiff.

Eine obere Schubüberführung auf die Aussenmauern ist hier auch nur unvollkommen zu ermöglichen, denn eine Erschwerung 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 Mittengewölbes abfangen und daher nicht verhindern, dass das Mittengewölbe immer noch einen ansehnlichen Teil seines Schubes in der Höhe des Anfängers absetzt.

Viel günstiger verhalten sich 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 Ueberschuss 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. 135 entnommen werden können, wird darüber Aufschluss geben. Auf S. 154 ist ein Beispiel einer solchen Berechnung gegeben. (Lies dort Zeile 20 v. u.: 6 m Jochlänge statt 9 m, ebenso S. 155, Zeile 21 v. o.: jeden qm statt qm.)

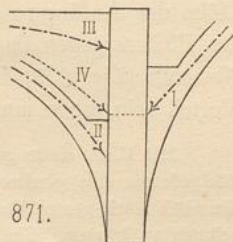
Bei einem solchen Pfeilverhältnis (vgl. Fig. 351 und auch Fig. 394) ist es aber unschwer möglich, durch Belastung der Seitengewölbe oder durch ihre Steifigkeit einen Ausgleich der Schübe zu erzielen.

Auf S. 157 ist an dem gleichen Beispiel dargethan, wie durch Uebermauerung 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 Uebertragung flacherer Stützlinien zuverlässig ermöglichen könnte. Am besten ist meist eine Zwischenstufe, nämlich eine Uebermauerung, die bei besonderen Beanspruchungen als Versteifung, für gewöhnlich dagegen mehr als mässige Belastung wirkt.

Welche von den vielen möglichen Stützlinien in einer Uebermauerung wirklich eintreten wird, hängt wieder von der Art der Ausführung u. s. w. 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 vor-



liegenden 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 Stützzlinie *III* in ihr. Diese Stützzlinie 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 Stützzlinie *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 Uebermauerung *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 aufgenommen werden können bez. durch den Pfeiler selbst getragen werden müssen.

Bei jeder Veränderung in den Schüben wird sich die Stützzlinie *III* derart hinauf oder hinunter bewegen, bez. mehr oder weniger stark krümmen, dass immer ein möglichster Ausgleich stattfindet, auf diese Art bleibt besonders bei Windschwankungen das Gleichgewicht immer gewahrt (s. S. 375).

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 Oesterreich-Ungarn die Benediktinerkirche zu Oedenburg (Anf. des XIV. Jahrh.), die Georgkirche zu Wiener-Neustadt und die Piaristenkirche zu Krems Erwähnung finden.

Aufgestelzte  
seitliche Ge-  
wölbe.

Die Seitenschiffgewölbe setzen sich gewöhnlich mit denen des Mittelschiffes auf das gleiche Kapitäl, selten ist oberhalb des letzteren die Aufstellung durch ein kleines Gesimsmitglied 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 Wölblieder 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 Ueberleiten auf die Aussenmauer ist über ein aufgestelztes Gewölbe hinweg ebenso schwierig 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- bez. 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:  $H_1 : H_2 = h_2 : h_1$ .

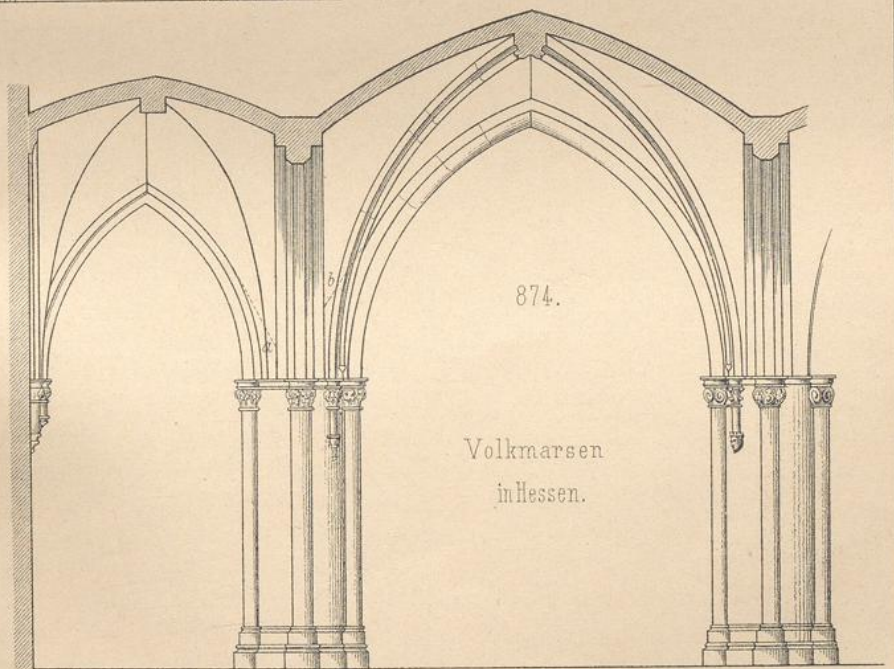
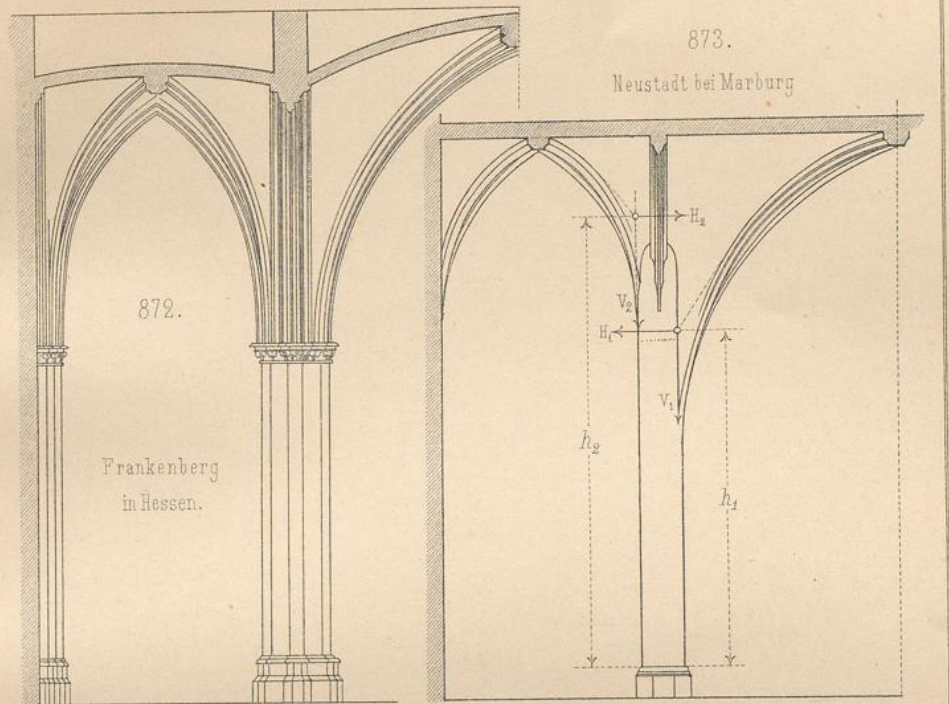
Herab-  
gerückte  
Seiten-  
gewölbe.

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. 340) 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 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. 168) 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.



Querschnitt der Hallenkirchen.









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 u. s. w. genügend sicher aufgenommen werden können (siehe vorn S. 340).

Will man sich auf die Steifigkeit des Gewölbes allein nicht verlassen, so bleibt wieder eine beschwerende oder versteifende Uebermauerung 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 angingig, eine volle Querwand auf den Gurt zu setzen, die bis zum Scheitel oder darüber hinaus geführt 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 Ueberkragen 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 u. s. f. (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 Strebebögen.

#### 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. 372), während er bei tief ansetzenden Seitengewölben den Schub des Mittelschiffes übertreffen kann (s. oben S. 373).

Standfähigkeit gegen Wölbdruk.



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 Scheidebögen und Gewölbe zu tragen hatte. Im ersten Falle (Beispiel I, S. 154) 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. 157), 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. 336).

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 bez. die Scheidebögen 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 bez. deren Scheidebögen unter einander 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 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 Ueberlastung 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.

Dachgerüste auf durchgehenden unteren Balken, die bei gleich hohen Schiffen meist anwendbar sind (Fig. 876), beseitigen die beregten Uebelstände fast vollständig. Sie beheben die Schübe der Dachhölzer 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. 838 a), die kräftigen Stützen werden sich dagegen der Verschiebung nachhaltiger widersetzen und demzufolge den grössten Anteil des Schubes auf sich nehmen. Das ist aber äusserst

Einfluss des  
Dachwerks.

Versteifung  
durch die  
Dachbalken.



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 entgegengesetzt gerichtet 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 Gurtbögen, weniger gut auch durch die Dachbalken zu erreichen ist.

Eine versteifende Uebermauerung 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

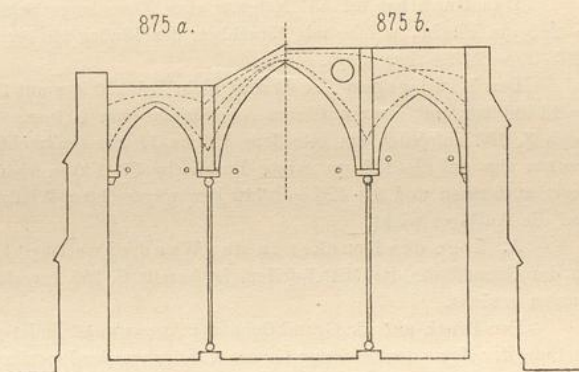
verstrebt zu werden, so genügt eine alleinige Uebermauerung der Seitengurten; soll sich dagegen ein wesentlicher Schubausgleich über die ganze Breite ermöglichen lassen, so sind auch die Mittelschiffgurte zu versteifen. Auf letzteren sind die Uebermauerungen möglichst leicht zu machen, um den Schub des Mittelschiffes nicht unnötig zu vermehren, sie können daher schräg gegen den Scheitel ansteigen (Fig. 875 a) oder durchbrochen werden (Fig.

875 b, 413). Die Dicke der Uebermauerung genügt mit  $\frac{1}{15}$ — $\frac{1}{30}$  der Spannweite, bei Ziegelstein braucht sie selten über 1 oder  $1\frac{1}{2}$  Stein hinauszugehen.

Soche Versteifungen, die mannigfaltig verschiedene Drucklinien in sich aufnehmen können, werden noch besser wie durchgehende Dachbalken erwirken, dass sich die Seitenkräfte auf die Stützen 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- bez. 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

Versteifung  
durch die  
Gurtbögen.





der letzten Spalte der Tabelle auf S. 163 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 Umsturzmoment, dem zu begegnen ist. Dazu kommt das Umsturzmoment, das der Winddruck gegen die Wand erzeugt. Man hat nun zu berechnen, welches Umsturzmoment 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 Wölbchübe und senkrechten Lasten (vgl. S. 155 u. 336) 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 Umsturzmoment, welches die Stütze noch aufnehmen kann. Die Summe dieser von den einzelnen Stützen noch aufnehmbaren Momente muss grösser sein als das thatsächlich wirkende Umsturzmoment.

Beispiel I. Für die in Figur 394 dargestellte Hallenkirche, deren Pfeiler nach Ausweis der Rechnung auf S. 155 stark genug sind, die Schubdifferenz der Gewölbe aufzunehmen, soll die Standfähigkeit der Aussenwände mit und ohne Winddruck untersucht werden.

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 kgr Gewicht auf 1 cbm errichtet sein; ein Wandfeld hat demnach  $(20,0 \cdot 6,0 - 30) \cdot 1,70 = 153$  cbm Inhalt und wiegt  $153 \cdot 2300 = 351900$  kgr oder abgerundet:  $Q = 352000$  kgr.

Die Schübe der (ohne Gurtversteifung hergestellten) Gewölbe sind S. 154 angegeben, es kommt für die Aussenwand als senkrechte Kraft  $V_2 = 6840$  oder rund = 7000 kgr und als Schubkraft  $H_2 = 2160$ , die aber mit Rücksicht auf die nicht ausgeschlossene Kraftübertragung vom Mittelschiff her auf 2500 kgr erhöht werden soll; sie liege 13,2 m über dem Boden.

Das Dach hat bei  $55^\circ$  Neigung eine 20 m lange Schräge, also über jedem Joch  $2 \cdot 20,0 \cdot 6,0 = 240$  qm Fläche, welche mit Einschluss der Binder 90 kgr auf 1 qm (vgl. S. 162) also im ganzen  $240 \cdot 90 = 21600$  kgr wiegt.

Der Wind gegen die Wand giebt bei 120 kgr auf 1 qm eine Seitenkraft von  $20,0 \cdot 6,0 \cdot 120 = 14400$  kgr, mit einer mittleren Angriffshöhe von 10,0 m. Der Wind gegen das Dach erzeugt nach S. 163 auf jeden qm getroffene Fläche 57 kgr senkrechten und 81 kgr wagerechten Druck, im ganzen also auf die 120 qm grosse Dachfläche  $57 \cdot 120 = 6840$  kgr senkrechten Druck auf alle Auflager zusammen und  $81 \cdot 120 = 9720$  kgr 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. 155 berechnet, er liegt 20 cm von der Mitte nach aussen gerückt.

Den Druck auf die Grundfläche der Aussenwand findet man nach S. 140 (Fig. 371) durch Aufstellung der Momentengleichung für den x Meter von der Innenkante entfernten unbekanntem Druckpunkt:

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

oder:  $7000 \cdot x + 352000 (x - 0,85) = 2500 \cdot 13,2$ ;  
folglich:  $x = 0,93$  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. 145, genauer nach der Formel 5 auf S. 143 bestimmen, sie berechnet sich nach dieser zu:

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

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 (120 kgr auf 1 qm). Der Wind gegen die Wand liefert ein Umsturzmoment  $14400 \cdot 10$ , dem sich ein Stabilitätsmoment  $y \cdot (352000 + 7000)$  entgegenstellen muss, woraus sich berechnet:  $y \cdot 359000 = 144000$ , also:  $y = 0,40$  m.



D. h. der Druck rückt um 40 cm in der Richtung des Windes weiter, so dass er statt 93 cm nur noch 53 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. 144:

$$d_1 = \frac{2(352000 + 7000)}{3 \cdot 600 \cdot 53} = 7,5 \text{ kgr auf 1 qcm.}$$

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  $9\,720 \cdot 20 = 194\,400$ . 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 kgr wiegt, möge nur eine Druckverschiebung um 35 cm angenommen werden, er kann dann  $75\,000 \cdot 0,35 = 26\,250$  vom Umsturzmoment aufnehmen, das in seinem Rest von 168 150 Meterkilogramm von den Aussenwänden zu tragen ist. Wird jedem Wandgewicht ein durchschnittlicher, aber knapper Zuschlag für die Dachlast von 5 000 kgr zugefügt, so ist seine Gesamtlast:  $352\,000 + 7\,000 + 5\,000 = 364\,000$  kgr. Die von den Wänden noch zu leistenden Stabilitätsmomente müssen gleich dem Umsturzmoment sein, also:  $364\,000 \cdot y_1 + 364\,000 \cdot y_2 = 168\,150$ . Daraus ergibt sich:  $y_1 + y_2 = 0,46$ .

In beiden Wänden muss sich also der Druck um 46 cm in der Windrichtung verschieben; wird davon auf die getroffene Wand 11, auf die andere 35 gerechnet, so ist erreicht, dass in beiden der Druck gleich dicht an die Kante rückt, nämlich bis auf  $(77 - 35)$  oder  $(53 - 11) = 42$  cm. Die Kantenpressung würde dann nach Formel 6 auf S. 144 sein:

$$d_1 = \frac{2 \cdot 364\,000}{3 \cdot 600 \cdot 42} = 9,6 \text{ kgr auf 1 qcm.}$$

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 sind nach den Ausführungen von S. 157 sehr dünne Mittelpfeiler und übermauerte Gurte angewandt.

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. 337) darthut.

### Das Dach der Hallenkirchen.

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

Nehmen wir eine wenigstens annäherungsweise gleiche Höhe der verschiedenen Gewölbeseitel an, so würde die in Fig. 876 dargestellte Anlage der Kirche zu

\*) Die statischen Nachweise, wie sie die Polizeibehörden für Hochbaukonstruktionen verlangen, pflegten bisher bei Mauerwerk die Windwirkung, wie überhaupt exzentrische Druckrichtungen, 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.



Gemein-  
sames Dach  
über den drei  
Schiffen.

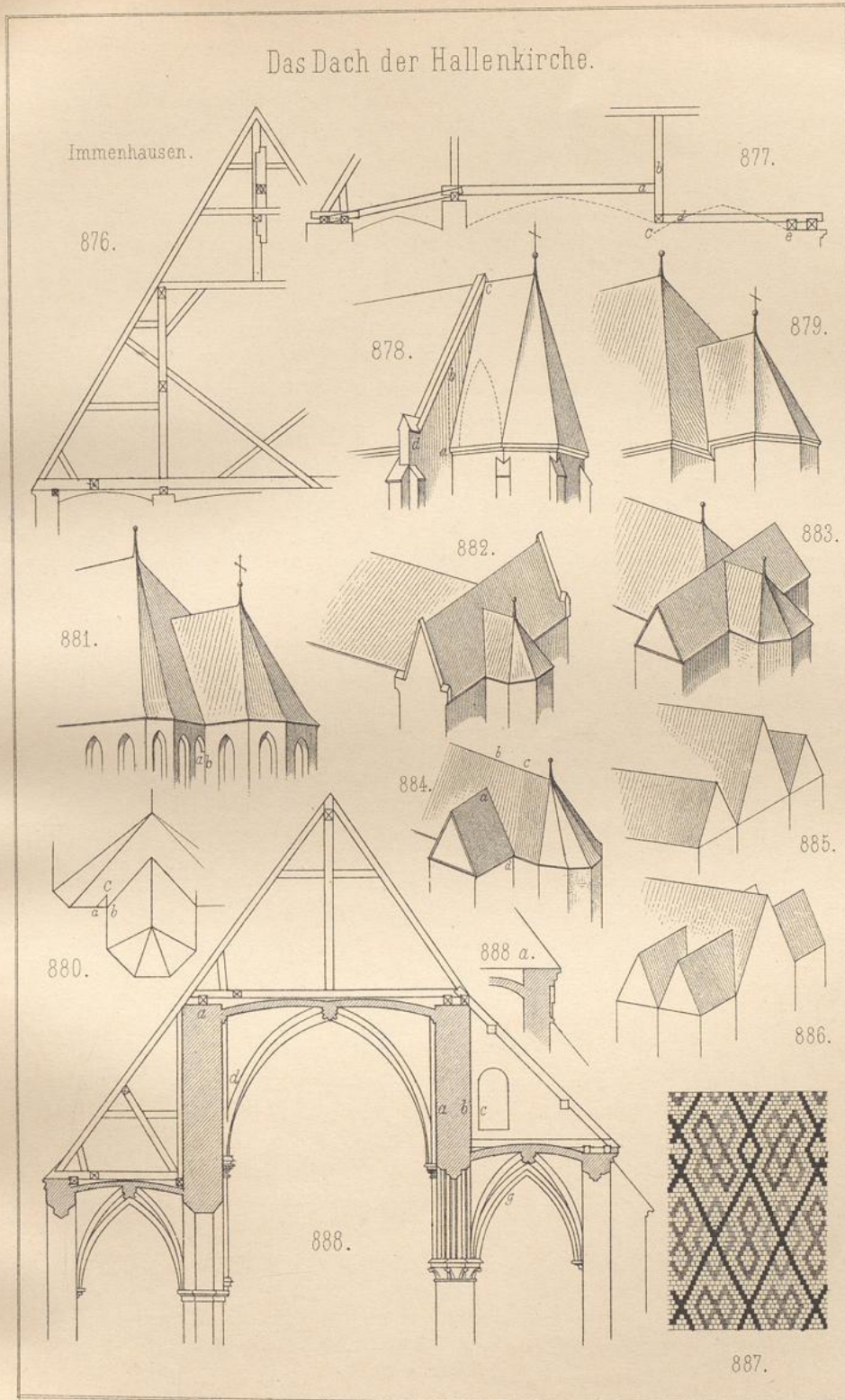
Immenhausen, welche ein die drei Schiffe überspannendes Dach mit durchgehenden Binderbalken aufweist, die zunächst liegende sein. Dabei stehen die Zwischengesparre in Stiehbalken und bildet die den Scheidebögen aufgesetzte Mauer eine weitere Unterstützung des Dachwerks. Hierbei kann die Schwierigkeit, 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 Scheidebögen 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 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 Durchchnitts am wenigsten entsprechende. Dieser Mangel an Ausdruck spricht sich schon in der Verhüllung der dreischiffigen Anlage, noch mehr aber in dem nur auf gewaltsamem Wege oder durch gewisse Auskunftsmittel zu erzielenden Anschluss des Chordaches an dasjenige des Langhauses aus. Dieser Anschluss würde 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 anschliesse. In beiden Fällen wäre zur Aufsetzung des Mauerdreiecks *abc* oder der entsprechenden Rautenflächen entweder eine Verstärkung des Triumphbogens oder die Anlage eines unterhalb des Chordaches geschlagenen in Fig. 878 punktierten Bogens erforderlich. Zur Vermeidung des letzteren findet sich dann 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 Walmfläche 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 ein einspringender Winkel *acb* stehen, wie in Fig. 880, so wird die Ueberspannung der Weite *ab* durch einen Bogen nötig, auf welchem die gerade durchlaufende Dachtraufe aufsitzt (s. Fig. 881). Bei gleicher Längenausdehnung sämtlicher Chöre ist dann durch die Anlage solcher Bögen 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.

Ebenso führt der Anschluss des Daches der einschiffigen Kreuzflügel an dasjenige des dreischiffigen Langhauses auf die verschiedensten Anlagen, je nachdem



Das Dach der Hallenkirche.









die Höhe oder die Neigung beider Dächer die gleiche ist. Im ersten Fall läuft das Dach des Langhauses an die westliche und das Chordach an die östliche Dachfläche des Kreuzflügels (s. Fig. 882). Im zweiten kann sich die östliche Dachfläche des Kreuzflügels in einer Abwalmung des Langhausdaches fortsetzen oder letzteres das Kreuzflügeldach durchdringen und mit dem Chordach eine der eben angeführten Verbindungen eingehen (s. Fig. 883). Eine allerdings den Charakter des Notbehelfs tragende Anordnung 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: Roth, 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.

Immerhin aber 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 Ueberdeckung 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 Auskunftsmitel hinsichtlich des Anschlusses der Chor- und Kreuzflügeldächer entbehrlich macht.

Jene verdeckten Leitungen unter den Seitenschiffsdächern lassen sich sodann in offene verwandeln durch die Anlage von isolierten Querdächern über den einzelnen Seitenschiffsjochen mit Rinnen über den die letzteren scheidenden Gurtbögen, welche entweder das Mittelschiffdach als Zeltdächer 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 Mittelschiffdach aus zugänglich, von starkem Blei gemacht sein und mindestens 6—8" 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

Längsdach  
über jedem  
Schiff.

Querdächer  
über den  
Seiten-  
schiffen.



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. Indes würde auch letztere wegfallen, sobald für die bleiernen Rinnen ein ausreichender Ersatz gefunden wäre. 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 Dache, wie sie die Fig. 888 im Durchschnitt zeigt, auf die Annahme von völlig verschiedenen Gewölbehöhen in den 3 Schiffen führen. Dabei liegen die Scheidebögen in Höhe der Seitenschiffsgewölbe, auf denselben aber sind geschlossene oder nach den Dachräumen sich öffnende Mauern bis zur Höhe *a* aufgeführt, denen die Schildbögen der Mittelschiffsgewölbe sich anlegen.

Mittelschiff  
bleibt im  
Dachraum.

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

Die Höhendifferenzen 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, mithin dieses Mauerteiles, führt dann auf die Durchbrechung desselben mit Fenstern, mithin auf das völlig ausgesprochene System des überhöhten Mittelschiffes, so dass die in Fig. 888 enthaltene Anlage gewissermassen eine mittlere Stellung einnimmt zwischen der Hallenkirche und der Basilika.

Mittelschiff  
tritt über  
das Dach.

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 Schub 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 Gurtbögen. 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. Die notwendige Kommunikation der über den einzelnen Jochen gelegenen Dachräume oder die aus statischen Gründen nötige Massenaussparung (s. S. 128) bedingt dann eine Durchbrechung jener Strebemauern, deren Anordnung jedoch so zu treffen ist, dass in der Höhe der Angriffspunkte der Schubkraft der Mittelschiffsgewölbe eine ausreichende Stärke stehen bleibt, um das Ausschleiben der einzelnen Schichten, mithin die Ausbiegung des Pfeilers zu hindern, d. h. es wird die gesamte Stärke  $ab + bc$  in Fig. 888 genügend gross oder aber die Durchbrechung in Gestalt eines Kreises gewölbt sein müssen. Diese Mauern

Abstrebung  
des Mittel-  
schiffes.



können dann einen doppelten Zweck erfüllen, indem sie erstlich durch ihre Last die Unveränderlichkeit der Gurtbogenlinie sichern, d. h. jede Ausbiegung derselben nach oben und hierdurch ein Umkanten der Schiffspfeiler nach aussen verhindern, dann aber die Schubkraft der Mittelschiffsgewölbe den in der Aussenmauer stehenden Strebepfeilern zuführen und gewissermassen eine Abstützung der jener Schubkraft ausgesetzten Mauerteile bilden. Die Last der Gurtbögen darf aber nicht zu gross werden, da sie sonst die Pfeiler zu stark nach innen schieben würden. (Ausführliches darüber s. vorn S. 373.)

Es folgt hieraus, dass jene Mauern den eben angedeuteten Nutzen eines Abstrebens der Schiffspfeiler wohl unter gewissen Verhältnissen gewähren können, dass aber die Konstruktion derselben, sobald sie zu schwer werden, leicht eine verfehlte und besser durch eine solche zu ersetzen sein wird, welche die Belastung der Gurtbögen vermeidet, und das ist die der unter oder über Dach liegenden Strebebögen, auf welche 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 der ganzen Anlage zu Grunde liegenden 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 Bögen 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 Spannungsweite von Chor und Schiffsgewölben bei gemeinschaftlicher Basis auf eine mindere Höhe der ersteren führen, wie der in Fig. 735 a 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 s. g. Emporbühnen zur Erweiterung des inneren Raumes der Kirche zu verwenden und somit für die einzelnen Höhenabteilungen der Seitenschiffe ein völlig oder nahezu mit dem des Mittelschiffes übereinstimmendes Höhenverhältnis zu erzielen.

Beispiele solcher gewölbter Emporbühnen finden sich besonders häufig in den Emporen aus  
späteren Werken der Rheinlande, so in den Stadtkirchen zu Kiderich und St. Goar, Stein.



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 Kreuzschiff 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 s. g. Kirchenstand destinguierterer Korporationen 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 gedungen, eine amphitheatralische Erhöhung des Fussbodens nach aussen hin vornehmen müssen.

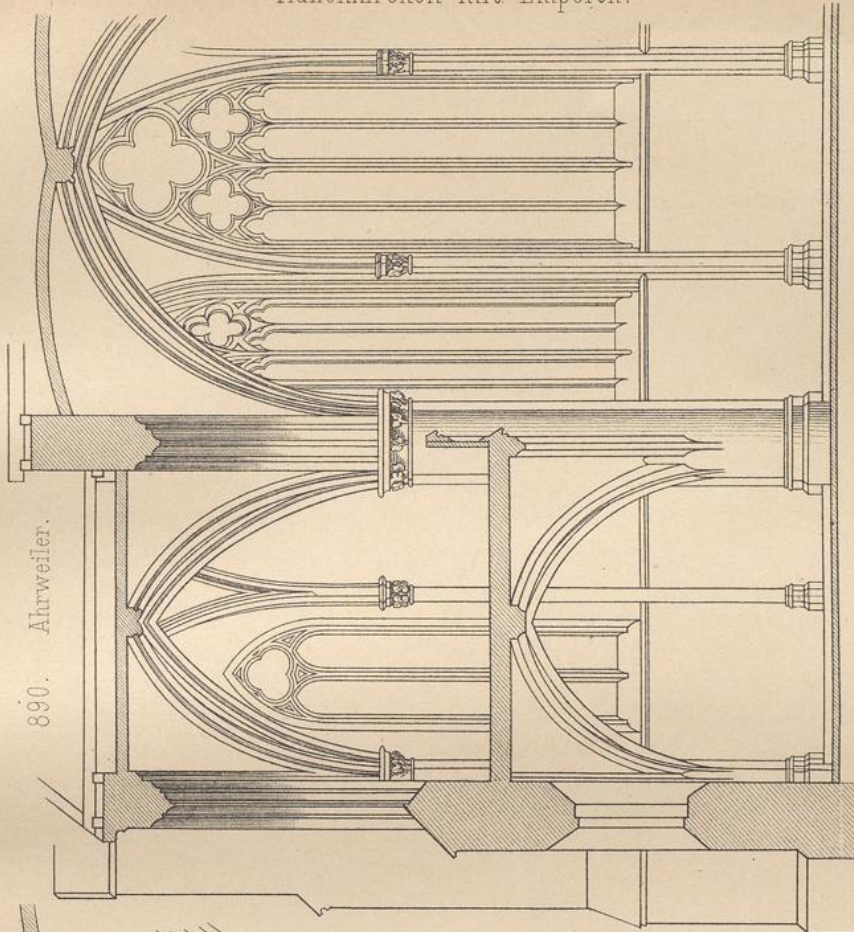
Wenn es nun schon als feststehend anzunehmen ist, dass, vor allem in beschränkten Dimensionen, der Wirkung des Innern durch diese Einbauten Eintrag geschieht; wenn ferner anzunehmen steht, dass das Raumbedürfnis häufig nur ein imaginäres und, wie die Forderung der freien Aussicht nach der Kanzel oft nur aus einer gewissen frommen Eitelkeit hervorgehendes ist: so steht nicht minder fest, dass in manchen Fällen das Missverhältnis zwischen dem wirklichen Raumbedürfnis und den vorhandenen Mitteln zu dieser wohlfeilsten Art der Raumbewinnung zwingt, oder dass wenigstens die Weglassung der Emporen und selbst nur die einer amphitheatralischen Erhöhung des Fussbodens den entgegenstehenden Wünschen und Ansichten gegenüber nicht durchzusetzen steht. 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 Emporbühne 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 ersteren auf die Höhe von 5,50 m setzen. Als Minimum der Scheitelhöhe der zwischen die Pfeiler gespannten Gurtbögen 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 Schildbögen eine solche von 2,25 m erhalten. Die ganze lichte Höhe unten an der Wand ergibt sich danach zu 4,50 m.

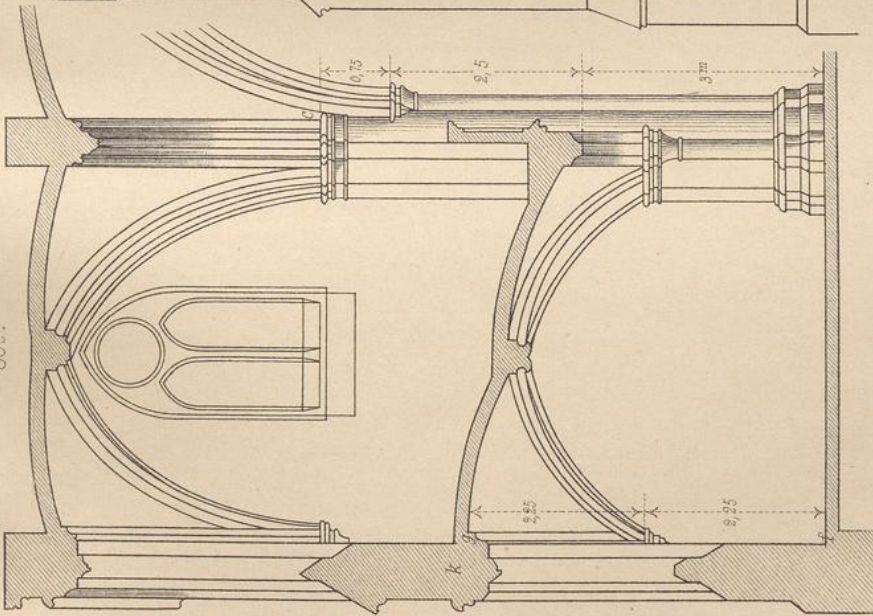
Unter den angenommenen Grundrissverhältnissen bedürfen bei halbzirkelförmiger Gestaltung die Kreuzrippen im Mittelschiff einer Höhe von etwa 5 m. Hiernach konstruieren wir die Gewölbe des Seitenschiffes nach den S. 371 gegebenen Bestimmungen so, dass die Angriffspunkte der Schubkräfte



Hallenkirchen mit Emporen.



890. Ahrweiler.



889.







in gleiche Höhe rücken und hiernach die Basis derselben etwa um 75 cm über jener der Mittelschiffsgewölbe liegt. Hiernach rücken wir die Kapitäle unter den Scheidebögen 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 Anlage einer Auskragung an den Pfeilern, welche dem Holzwerk das nötige Auflager zu gewähren hätte, so dass die Pfeilermasse ungeschwächt durchginge, oder aber in vollkommener Weise durch zwischen die Pfeiler gespannte steinerne Segmentbögen, 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.

Bühnen aus Holz.

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

#### Strebebögen über einfachen Seitenschiffen.

Wir haben bei der Hallenkirche mit ungleichen Schiffshöhen (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.

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 Kreuzschiff, oder einem Joch der Seitenschiffe aus in diagonaler Richtung, bei welchem der Gegensatz der dunklen Schatten des Mittelschiffsgewölbes zu dem vollen Licht der Seitenschiffsgewölbe selbst in den vollendetsten Werken leicht eine üble Wirkung hervorbringt.

Bedeutung des erhöhten Mittelschiffes.

Zudem aber ist der Ausdruck, zu welchem das Ganze gelangt, klarer; jeder Teil gelangt 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 Ueberdeckung der Basilika war die Ueberhöhung des Mittelschiffes auf keine von jenen technischen Schwierigkeiten gestossen, welche aus der Ueberwölbung 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 der Gegenwart mit der überkommenen Form zu verbinden, ein Gebäude zu erschaffen, welches an Tiefe des konstruktiven Gedankens, an Schärfe des Ausdrucks alles Vorangegangene übertrifft, und ein Prinzip zu begründen, dessen endlose Fruchtbarkeit auch den abweichenden Systemen zu Gute kam. Denn ohne die materiellen Vorzüge der gleich hohen, in Deutschland allerdings vorherrschenden 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 überhaupt 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 kann allein durch eine vollständig ausreichende Widerlagsmasse gebildet werden und es handelt sich daher nur 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 Strebebögen, welche daher zunächst als Spiessen aufzufassen sind.

Demnach muss der Strebebogen mit seinem Scheitel sich der Aussenmauer des Mittelschiffes in der Höhe des Angriffspunktes des Gewölbeschubes anlegen, mit seinem

Zweck der  
Strebe-  
bögen.



Fuss aber die Innenflucht des Strebepfeilers oberhalb des Anschlusses der Seitenschiffsgewölbe 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 der daraus ersichtlichen Anlage, wonach nämlich die Strebebögen unterhalb des Seitenschiffsdaches frei durch den Raum desselben geschlagen sind, ohne weder die zu der Dachkonstruktion gehörigen Fellen aufzunehmen noch irgend eine Aufmauerung zu tragen. Ueberhaupt hat die ganze, im Aeusseren nicht zu Tage tretende Anlage mehr den Charakter eines unter gewissen Umständen allerdings mit Vorteil anwendbaren Auskunfts Mittels als den einer wirklichen Kunstform. Dabei sind die bedeutenden Dimensionen des Strebebogens von 60 cm Höhe und 90 cm Breite nur dazu nötig, die Unveränderlichkeit der Bogenlinie zu sichern, können aber eine wesentliche Reduktion 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. Durch letztere Anlage würde sowohl der dem Gewölbeschub gegenüber geschaffene Widerstand auf eine grössere Höhe wirksam, als auch das System desselben im Aeusseren ausgedrückt werden. Beiden Anforderungen aber entspricht in weit vollkommenerer Masse diejenige Anordnung, nach welcher die Strebebögen oberhalb des Daches statt unterhalb desselben geschlagen sind, durch welche zugleich die der letzteren eigentümliche Beschränkung der Höhe des Lichtgadens völlig aufgehoben wird.

Sicherung  
gegen Aus-  
bauchen  
nach oben.  
Ueber-  
mauerung.

Wir haben eben die Strebebögen 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 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 etwas 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.

Gegenschub  
des Bogens.

Sind Strebebögen verwandt, welche über Gebühr stark schieben, so werden sie die beiden Wände gegen einander 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. 168, 339). Somit sind zu schwere Strebebögen für die Ge-



wölbe 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 recht 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 rückwirkenden Festigkeit den durch denselben auf die Strebepfeiler zu übertragenen Druckkräften gegenüber gestatten. Diese Druckkräfte können aber, wie weiter oben (S. 160) angeführt, 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 Uebermauerung des Bogens. Da aber durch dieselbe dem Strebebogen eine mit der Steigung des Rückens zunehmende Belastung auferlegt wird, so ist in der Regel, wenigstens bei irgend bedeutender Steigung, jene aufgesetzte Mauer von einem grossen, zuweilen nasenbesetzten Kreis durchbrochen (s. bei *a* Fig. 892).

Form der  
Bogenlinie.

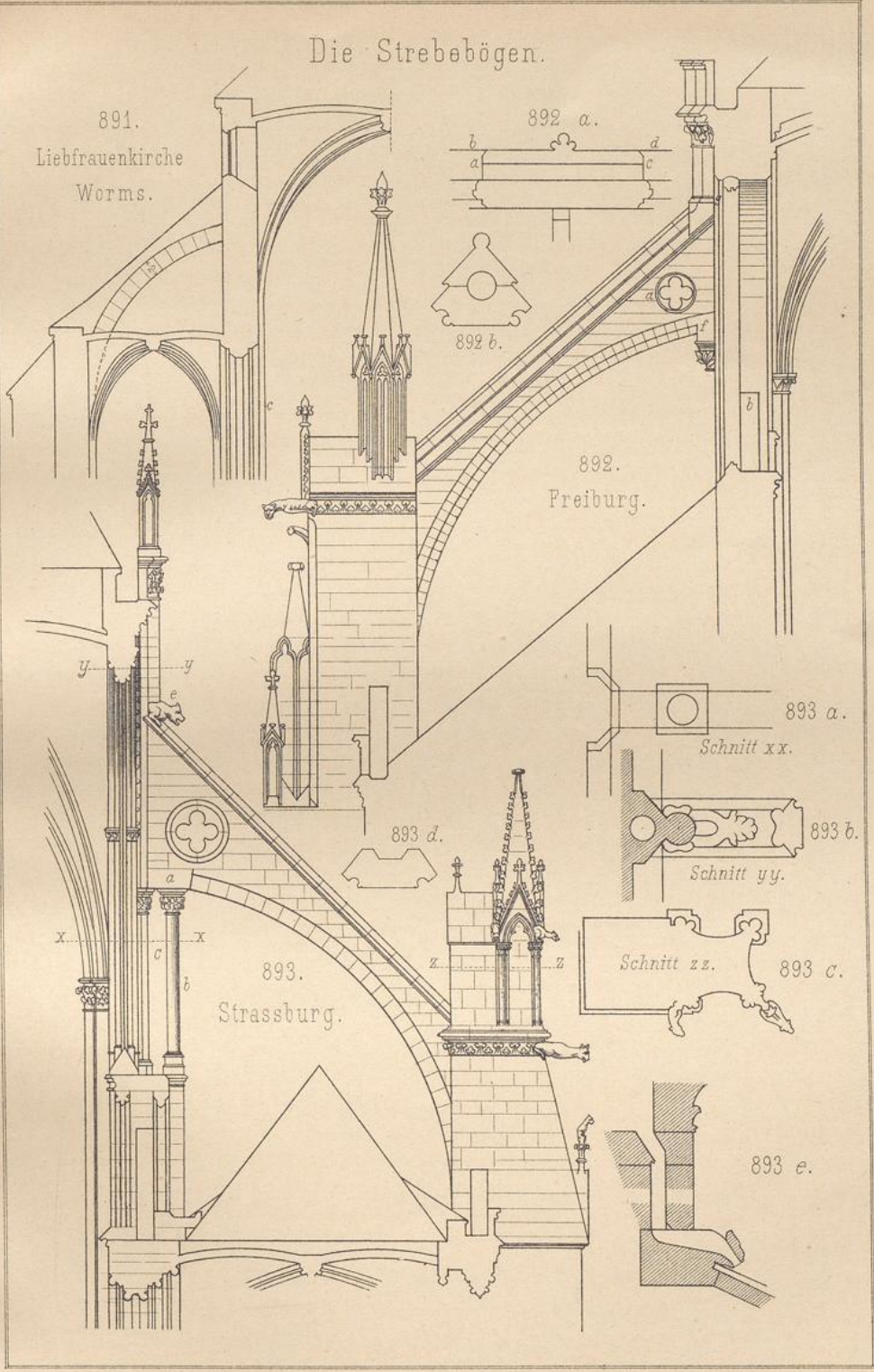
Es wirkt bei der Gestaltung des Strebebogens nach dem Viertelkreis die Schubkraft desselben in etwa wagerechter Richtung gegen die Mittelschiffsmauer, also dem auf eine Umkantung dieser Mauer gerichteten wagerechten Teil des Gewölbeschubes direkt entgegen, so dass der senkrechte Teil dieses letzteren in seiner vollen Kraft bestehen bleibt, die Schiffs Pfeiler und die darüber befindlichen, schwächeren Konstruktionsteile belastend. Da aber gerade in Beziehung auf die letzteren eine Verringerung der Belastung wünschenswert wird, so 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 die des Viertelkreises übersteigende Höhe. Ist nach den gesamten Verhältnissen des Durchschnittes diese Höhe nicht vorhanden, so kann ein Einschneiden des Strebebogens in das Seitenschiffdach oder selbst ein Hinabführen auf die Anfänge der Seitenschiffgurten nötig werden. An dem Regensburger Dom ist eine mindere Höhe der Strebebögen dadurch erzielt worden, dass dieselben aus drei Mittelpunkten geschlagen sind.

Umgänge in  
der Mittel-  
wand  
unterhalb  
der Bögen.

Unterhalb des Anschlusses der Strebebögen 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 rückwirkenden Festigkeit des Steines, gegenüber der gleichfalls durch die Strebebögen verringerten 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 und der



Die Strebepfeiler.









Strebebogen schliesst entweder unmittelbar an dieselbe, wie in Fig. 891, oder an einen dem unteren Schiffpfeiler aufgesetzten, etwa auch ausgekragten Strebepfeiler, wie in Fig. 895, oder endlich, wie in Fig. 892, an eine bloss e Auskrägung an. Im Inneren aber greift eine jener Anordnungen Platz, welche bereits bei den Umgängen einschiffiger Kirchen erklärt worden sind. Hiernach zeigt Fig. 892 die Anlage von Tonnengewölben in der Mauerdicke und Fig. 892 a den Grundriss dieser Figur in der Höhe jenes Durchganges, welcher bei einer die volle Jochlänge ausfüllenden Fensterreihe eine etwa der Fig. 855 a entsprechende Gestaltung annehmen würde.

Auf denselben konstruktiven Prinzipien beruht die Anlage der äusseren Umgänge. Dabei wechselt die Fensterwand mit jenen inneren Pfeilern *abcd* in Fig. 892 a den Platz, rückt also in die innere Mauerflucht. Je nach der Fensterweite 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 Rheims (s. Fig. 894). Wir bemerken hierbei, dass die vorhängende Durchschnittsbildung dieser Tonnengewölbe nicht willkürlich ist, sondern sich zunächst an dem Gewände aus dem Verhältnis der Dienste des Pfeilers in der Ecke am Kreuzschiff zu der Mauerstärke entwickelt (s. Fig. 894 a), 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 Fensterbögen ruhende Mauer durch jene Tonnengewölbe erhält, das Bedürfnis übersteigt und die durch die nötige Steifigkeit (s. S. 338), die Anlage der Rinnen und Galerien sowie die Auflage der Dachbalken geforderte obere Breite der Mauer leicht durch die Gesimsbildung und durch innere Auskrägungen gewonnen werden kann, da fallen die Tonnengewölbe oder vielmehr die ausserhalb der Fensterwand die Pfeiler verbindenden Bögen weg und es bleiben nur die Pfeiler selbst in der Dicke der Strebebögen oder einer wenig grösseren Stärke stehen. Gegen diese Pfeiler sind dann die Strebebögen geschlagen und sie sind unterhalb des Anschlusses derselben mit Durchgängen versehen, während sie nach oben entweder in den Strebebögen abschliessen, oder, sich durch dieselben fortsetzend, eine eigene Endigung erhalten. Ein Beispiel dieser Art zeigt die Kathedrale zu Soissons. VIOLLET LE DUC tom. I. 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. 893 a darthut, so dass dieser Ueberschuss zu beiden Seiten des Strebebogens hinan 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 mittelst jener oben erwähnten Durchbrechungen zu verringern steht. Nehmen wir

Frei-  
stehende  
Säule unter  
d. Strebe-  
bogen.



nun eine vollständige Durchbrechung des zwischen dem Strebebogen und den geradlinigen Stücken 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 von einander zu gering ist, als dass eine Ausbiegung der Mauer erfolgen könnte.

2 Strebe-  
bögen über  
einander.

Die Sicherheit der durch den Rücken 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 Strebebögen über einander. 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 u. s. w. 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 dann 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 der einwärts drängenden Kraft des oberen Strebebogens gegenüber, welche die Mauer an einer Stelle trifft, wo der eigentliche Gewölbeschub nur mittelbar wirksam ist. Noch grössere Sicherung würde sich jener einwärts drängenden Kraft gegenüber ergeben durch Aufführung von transversalen, nach oben wagerecht ausgeglichenen Mauern auf den Gurtbögen, 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 Strebebögen über einander, die dann um so zuverlässiger den jeweiligen Schwankungen der Schübe nach ihrer Stärke und Angriffshöhe begegnen können. Nötig ist eine solche grosse Zahl von Bögen 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 Strebebögen erinnernde, dem Wesen nach aber auf völlig verschiedenen Prinzipien beruhende Konstruktion



zeigen die Strebebögen der Kathedrale von Chartres. Hier sind die unteren, oder vielmehr die wirklichen Strebebögen durch eine konzentrische, nach beiden Seiten ein Traufsims bildende Schicht abgedeckt, auf welcher in radianter Stellung kleine mit Rundbögen verbundene Säulen stehen. Auf den nach oben zu einer den Strebebögen konzentrischen Bogenlinie ausgeglichenen Rundbögen 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 Strebebögen 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 seine 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 Oberbögen bez. der steifen Gesimse über einfachen Bögen 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 bez. 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 scheidrechten oder aber nach einem flachen Bogen im entgegengesetzten Sinne, wie in St. Benigne zu Dijon (s. Fig. 895). Hiernach sichern die beiden Bögen 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.

Gegenkurve der Abdeckung.

#### Die Anlage der Strebebögen über doppelten Seitenschiffen.

Wir haben bereits S. 289 ausgeführt, dass dieselbe nach zwei verschiedenen Prinzipien geschehen kann, je nachdem die Strebebögen entweder die beiden Schiffe überfliegend nach einem, die Gesamtbreite derselben übersteigenden Radius konstruiert sind, wie an der Kathedrale von Paris und dem Ulmer Münster, oder aber nach der gewöhnlicheren Weise in doppelten Spannungen geschlagen werden. In letzterem Falle setzen auf den die Schiffe scheidenden Säulen sich Pfeiler auf, welche das Seitenschiffsdach durchdringen und an welche der untere Strebebogen anschliesst, sowie der obere auf denselben aufsetzt. Der untere Strebebogen soll dabei die dem Zwischenpfeiler durch den oberen zugeführte Schubkraft auf den äusseren Strebepfeiler

Einfacher und doppelter Bogenflug.



übertragen, so dass der Zwischenpfeiler, lediglich unter dem Eindrucke einer lotrecht wirkenden Belastung stehend, keiner bedeutenden Stärke bedarf. Die einfachste Beziehung, in welche beide Bögen zu einander treten, wird dann darin liegen, dass dieselben völlig gleiche, oder bei ungleichen Weiten der Seitenschiffe entsprechend verschiedene Gestaltung erhalten und dass der Rücken des unteren die Richtung desjenigen des oberen Bogens fortsetzt. Wenn hiernach, wie Fig. 896 zeigt, die Schubkraft des letzteren etwa bei *a* die Linie desselben verlassend auf den Zwischenpfeiler stösst, so steht derselben hier zwar nicht die Schubkraft des unteren Bogens, sondern die Masse der Aufmauerung entgegen und leitet sie auf den äusseren Strebepfeiler. Die Schubkraft aber des unteren Bogens trifft den Zwischenpfeiler bei *b*, wird also von keiner Kraft in unmittelbarer Gegenwirkung bekämpft. Wenn nun auch wegen der geringen Intensität der bei *b* wirkenden Kraft der auf *a* stossenden gegenüber und ferner wegen der geringen Entfernung der Angriffspunkte eine wirkliche Gefahr hieraus nicht hervorgeht, so ist doch jene in Fig. 896 a angegebene Anordnung die konsequentere, 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, und hiernach die Kontinuität der Richtungen der Abdeckungen aufhört.

Anschluss  
an den  
Zwischen-  
pfeiler.

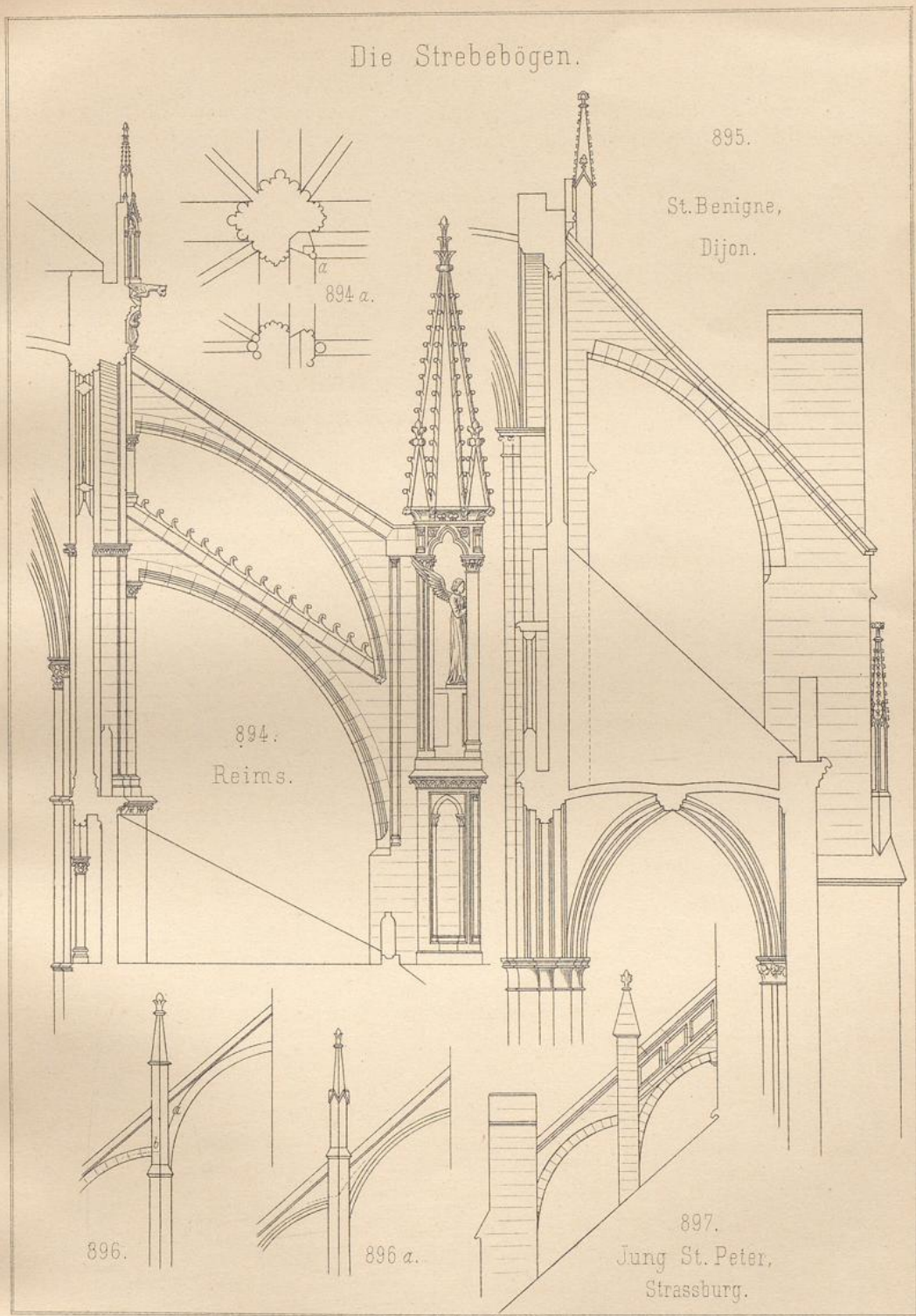
Wenn die Anlage der doppelten Strebebögen über einander aus der Absicht hervorging, die ganze, den verschiedenen Schüben ausgesetzte Höhenlinie der Mauer durch eine Sicherung ihrer Endpunkte abzusteifen, so kann dasselbe Prinzip in umgekehrtem Sinne auch bei doppelten Spannungen der Strebebögen Anwendung 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 dem Zwischenpfeiler in zwei über einander 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 Strebebögen ein unterer entgegenwirkt. Eine derartige Anlage findet sich z. B. in dem ursprünglichen Strebesystem von Notre-dame 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 Strebebögen entgegenwirkt.

Doppelte  
Bögen über  
doppelten  
Seiten-  
schiffen.

Doppelte Spannungen von Strebebögen finden sich an den Chorumgängen einzelner französischen Kathedralen durch die S. 304 angeführte Grundrissanlage der die Kapellen scheidenden Pfeiler bedingt, so dass die äusseren Strebebögen 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 Strebebögen.



895.

St. Benigne,  
Dijon.

894.  
Reims.

896.

896 a.

897.

Jung St. Peter,  
Strassburg.







## Die Anordnung des Wasserablaufes beim Strebesystem.

Die früheste, noch im XIII. Jahrhundert an der Kathedrale zu Rheims 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 zu grossen Schaden anzurichten. Wenn sich die Ausgüsse nun gerade über den Strebebögen angebracht finden, so mag die Ursache davon eher in einem formellen Bedürfnis als in der Absicht gefunden werden, die Rücken der Strebebögen zur Brechung des Wasserstrahles zu benutzen, welcher dieselben bei dem geringsten Winde gar nicht erreichen dürfte.

Rinnen und  
Wasserspei-  
er.

Aber es 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 selbst, wegzulassen, oder aber das in derselben gesammelte Wasser in besonderen Leitungen den dasselbe völlig von dem Gebäude entfernenden Ausgüssen zuzuführen. 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.

Was nun die zweite Anordnung betrifft, so sind zur Anlage einer besonderen Leitung die Rücken der Strebebögen 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 Abstand von dem Anschluss des Strebebogens bis zur Dachrinne wächst, wie das besonders bei einfachem Strebebogen stattfindet, und wodurch die Notwendigkeit einer vertikalen Leitung sich herausstellt.

Leitung auf  
dem Bogen-  
rücken.

An dem Strassburger Münster sind, wie die Figuren 893—893 b zeigen, den oberen Mauern des Mittelschiffes Wandpfeiler vorgelegt, an welche die Strebebögen anschliessen und welche oberhalb dieses Anschlusses noch durch auf dem Rücken der Strebebögen aufsitzende Säulchen verstärkt sind. Die Kapitäle 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. 893 b zeigt, ein senkrechttes 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. 893 e 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 Strebebögen aufsetzenden Wandpfeiler vor, welche unterhalb der Dachrinne mit weit ausladenden Kapitälern versehen sind, so dass hierdurch die Grundfläche gewonnen wird zu einem gleichfalls von der Dachgalerie 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 Figur 892 b 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 VIOLETT LE DUC ersichtliche der 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 Gestalt 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 und die ganze Gestaltung dem Rücken eines Wasserspeiers aufsetzt, 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 Oeffnung 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 Ueberdeckung 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 Masswerk-galerie, wie an dem Dom zu Köln. Eine einfachere Gestaltung dieser Art würde sich nach den oberen Strebebögen 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 Strebebögen in ihren einzelnen Teilen.

Was zunächst die Bogenlinie selbst betrifft, so haben wir schon oben die grösseren Vorteile eines grösseren Radius, mithin der Annahme des Mittelpunktes innerhalb der inneren Mauerflucht ausgeführt. 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. Hiernach ergibt sich dann eine in ihrem Anfang lotrecht beginnende Bogenlinie. 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 wird das Verhältnis der Schubkraft insoweit beeinflusst, als der Schub des Bogens höher zum Angriff auf den Strebepfeiler kommt und bei sonst gleichbleibendem Bogengewicht vergrössert wird.

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.

Querschnitt  
des Bogens.



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 Strebebögen der Liebfrauenkirche zu Worms sich eine Stärke von 60 cm, bei einer Dicke von 90 cm und einer Spannung von etwa 4 1/2 m findet.

An den älteren Werken ist der Durchschnitt der Strebebögen einfach rechteckig oder gefast. Reichere Profilierung zeigen diejenigen von St. Quen in Rouen (s. Fig. 900), noch zierlichere die des Kölner Domes und der Katharinenkirche in Oppenheim (s. Fig. 901 b). Eine Konstruktion aus zwei auf einander liegenden Schichten wie an den Scheidebögen ist der Funktion 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 Bögen 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 Bögen, unter denen Menschen einhergehen, aufspart, an den über den Dächern gespannten Strebebögen aber vermeidet. Dazu wirken solche feine Glieder dem mächtigen Schwung der Bogenlinie, den grossen Dimensionen der angrenzenden Bauteile gegenüber doch nur in beschränktem Masse.

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

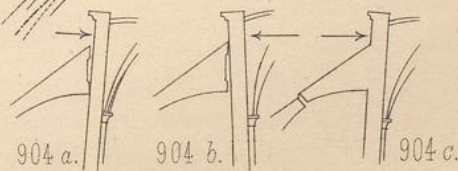
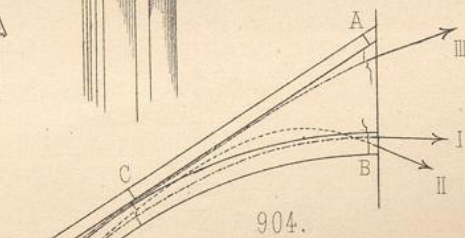
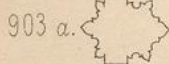
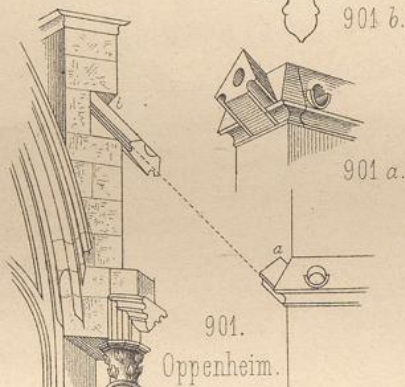
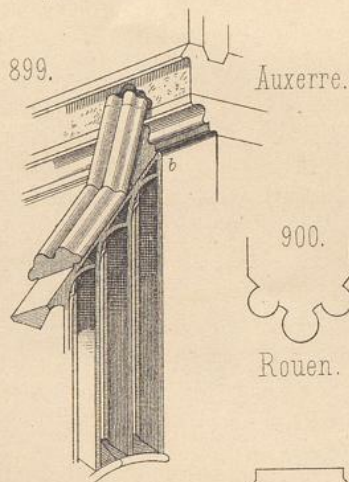
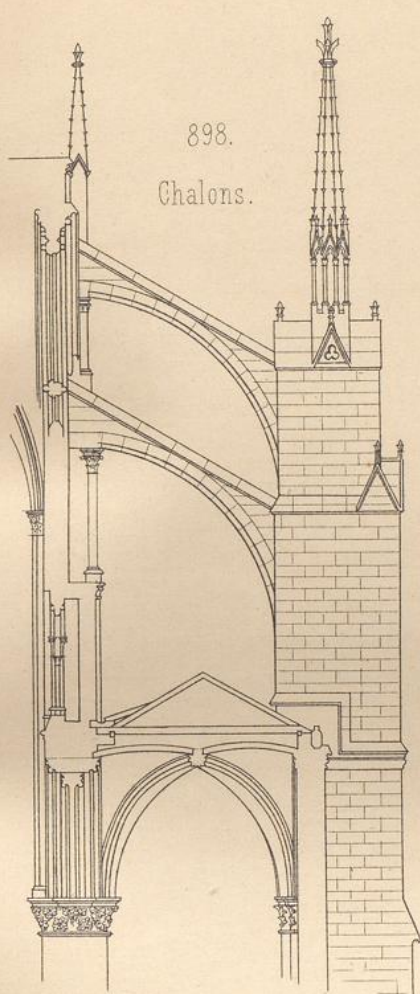
Wenig oder gar nicht ändert sich die Gestaltung durch die Anlage eines geschlossenen Rohres in der Abdeckung, wie solche sich an dem Freiburger Münster und der Katharinenkirche in Oppenheim findet. An dem letzt-erwähnten Werke ist freilich nur die Absicht einer solchen Anlage aus dem in Fig. 901 dargestellten Werkstücke *a* des äusseren Strebepfeilers ersichtlich, an welches die Abdeckung des Strebebogens anschliessen sollte. Fig. 901 *a* 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. 892 *b* zeigt sodann das Profil der auf dem Rücken der Freiburger Strebebögen 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 Strebebögen bestehen in der Leichtigkeit, womit jedes zufällige Hindernis des Wasserablaufes hinweggeräumt werden kann, und in der Beförderung des Austrocknens. Da indes die Zugänglichkeit derselben über den Seitenschiffsdächern doch eine schwierigere bleibt, so könnte hiernach die Wage wieder etwas zu Gunsten der geschlossenen Anlage sich neigen, durch welche



Strebebögen.  
Wasserleitung und Ausbildung einzelner Teile.









jede Verstopfung verhütet werden soll, wenn nicht dadurch wieder die Austrocknung wesentlich gehindert würde.

Die einfachste Gestaltung einer offenen Rinne ist in der Fig. 893 d enthalten. Reichere Gliederungen derselben finden sich an dem Strassburger Münster (s. Fig. 893 b) 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 empor-schwingen 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 Strebebögen sie den Rücken der unteren, keine Rinne einschliessenden bekrönen.

Der Anschluss der Strebebögen an die obere Mittelschiffsmauer geschieht, wie oben bemerkt, entweder unmittelbar oder an einen von Grund aufgeführten oder von Säulchen getragenen Strebepfeiler, dessen Stärke in der Regel mit jener des Strebebogens übereinstimmt, also zunächst an den von der Mauer nach jenen Säulchen 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 Mauer-masse. Er bleibt dann in der Regel einfach viereckig, so dass die Strebebogengliederung daran totläuft oder sich durch eine Umkehrung in die lotrechte Richtung auf das Säulenkapital hinabsetzt, kann indes auch reichere Gestaltung annehmen. So sind in Amiens auf den Säulenkapitälern aufsetzende Blendbögen 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 903 a darstellen, die Strebebogengliederung sich zwischen den Ecksäulen auf das Säulenkapital hinabsetzt, zugleich aber die den Durchgang überspannenden, durch den Sturz gearbeiteten Bögen begleitet.

Anschluss  
an das  
Mittelschiff.

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. 392 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 die Dachgalerie 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 Dach-



galerie zu stehen kommen, oder es können die Riesen ohne Leiber auf die Strebebögen 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 Mauerflucht anliegen.

Wie sich denn überhaupt die erwähnten Strebemauern den wirklichen Strebe Pfeilern analog verhalten, so finden die Fensterbögen, Wimpergen u. s. w. 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 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. 144) 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 904 a, b, c darthun. Fig. 904 a zeigt die Fuge oben geöffnet bei linksseitigem Wind, Fig. 409 b dagegen unten bei Wind von rechts und Fig. 409 c veranschaulicht das Brechen des Bogens an seiner schwächsten Stelle, wenn er oben fest eingespannt war.

#### Die Höhenverhältnisse der Basilika.

Es stehen dieselben 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  $45^{\circ}$  erhält und die Höhe des Fensterstockes = 2, so ergibt sich für das Mittelschiff das Höhenverhältnis von 2 : 5, welches schon als ein Maximalverhältnis anzusehen ist, wonach die Fenstersohlen weit unter die Dienstkäpfele zu liegen kommen, so dass in gewöhnlichen Fällen eine Reduktion erforderlich wird. Eine solche würde zunächst die Höhe des Fensterstockes oder Lichtgadens nach dem alten besseren Ausdruck betreffen. Als Grenze derselben kann, wenn die Fensterbreiten die volle Jochlänge zwischen den Diensten einnehmen, eine Erhöhung der Sohlbank bis an die Dienstkäpfele betrachtet werden, 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, und etwa durch Verringerung der Seitenschiffshöhen noch herabgemindert werden können.

Noch geringere Höhen können sich durch geringere Fensterbreiten ergeben, wofür wir die Reimser Kirche (Fig. 921) als Beispiel anführen, in welcher die Käpfele der



Triforiumssäulen in die Höhe der Dienstkäpfele 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 Strebebögen aufnehmenden Strebepfeiler.

Die Widerlager der Strebebögen bilden die Aufsätze der den Seitenschiffsmauern anliegenden Strebepfeiler, setzen sich daher in der Regel mit ihrer inneren Flucht 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 ein merkliches Stück nach innen über die Mauerflucht bez. deren Vorlagen übergekragt, um sich noch wirksamer dem Bogenschub entgegenzustemmen.

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 Galerien 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 mittelst einer in der Längenrichtung durch den Pfeiler hindurchführenden Leitung und eines oder zweier überecks gekehrter Wasserspeier geschehen, oder es können Wasserspeier in den Winkeln von Strebepfeiler und Seitenschiffsmauer 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 herum angenommen werden und hiernach selbst die Durchbrechung des Strebepfeilers herum angenommen werden und hiernach selbst die Durchbrechung des Strebepfeilers herum angenommen werden, wenn jene Leitung hinlängliche Breite erhält, um zugänglich zu sein.

Leitung des  
Wassers  
vom Seiten-  
schiff.

Eine solche Anlage, wonach der ganze Umgang mit Galerie 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 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 herumgeführt 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, 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

Oberer Ab-  
schluss des  
Strebe-  
pfeilers.



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).

Wenn dann auf dem Rücken des Strebebogens sich eine Rinne befindet, so kann der Wasserspeier entweder wagerecht 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. 362 ff. Gesagte. Wir bemerken jedoch, dass die Anlage des Ausgusses auf dem Strebepfeiler wie Fig. 908 sehr lange Stücke fordert, daher eine tiefere Lage desselben, welche durch die Belastung gesichert wird, eine wesentliche Erleichterung gewährt.

Fialenauf-  
sätze.

Eine Steigerung der Widerstandskraft 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 bez. eine völlige Fiale. Dieser Aufsatz steht dann entweder über der hinteren oder der vorderen Strebepfeilerflucht oder 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.

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 Strebepfeilerdach aufgesetzten Fialenriesen überdacht, eine Anordnung, welche sodann auch auf die ursprüngliche Gestaltung der Strebepfeiler 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 Strebepfeiler eine minder selbständige Gestaltung, eben dadurch aber wird seine Zugehörigkeit zum Ganzen deutlich ausgesprochen.

An den Strebepfeilern 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 893 c). Dabei stehen die Ecksäulchen der Fiale in der Flucht des Pfeilerkörpers und mit den Sockeln auf dem Gesimsvorsprung auf, so dass also auch

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



in den Bögen 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 Strebepfeilern der Kathedrale zu Amiens, wo dem vorderen Teil der oberen Höhenabteilung des Strebepfeilers, an welche der obere Strebebogen anschliesst, vier in's 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 Strebepfeiler vermittelt, die dekorative Wirkung gesteigert und zugleich durch die Reproduktion 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 überhaupt 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 Strebepfeilers 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 Strebepfeiler nicht gelten können, an welchen die oberen Strebebögen aufsetzen und die unteren anschliessen. 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 Strebebögen hinaus sich erhebenden Abschluss zu geben, anstatt sie unter der 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 die Gestaltung 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 vielmehr vorgesetzt ist, so dass nunmehr der die Strebebögen aufnehmende Strebepfeiler statt der einfach oblongen Grundform die in Figur 910 gezeigte kreuzförmige erhält.

Aehnliche Gestaltungen ergeben sich an den Chorstrebepfeilern 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  $\alpha$  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 Strebe-

Zwischenpfeiler bei doppeltem Bogenflug.

Flügel der Strebepfeiler.



pfeiler die rechteckige Grundform behalten, und eben dadurch bleibt der Wirkung des Oberbaues eine grössere Geltung gesichert, welche dadurch noch gesteigert wird, dass dieselbe, anstatt nach dem Polygon, nach dem Halbkreis angelegt ist, mithin das abschliessende Dachgesims durch seine grosse Kurve eine völlige Einheitlichkeit darstellt.

Der Anschluss des Strebebogenrückens führt auf eine wagerechte Teilung oder den Abschluss des 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 Strebebögen 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.

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 Höhenteilung des Türmchens weder jener des daran lehnenen Pfeilers, noch der durch den Anschluss der Strebebögen 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 Chorstrebepfeilern 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 Höhenteilung der beiden aneinander Lehnenen 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 fasenden Säulchen aus ein und derselben Schicht genommen sind. Ueberhaupt ist es schon die Anlage durchgehender Lagerfugen, welche auf solche Uebereinstimmungen 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 Aufsatz entweder durch diesen hindurch, oder um denselben herum nach den über der Mitte oder den Ecken der Strebebögen 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 Wassersschlag 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. 154 und 376 zu Grunde gelegt war, möge nun als einer in Ziegelstein zu erbauenden Basilika angehörig betrachtet werden. Die Gewölbe mögen die auf S. 154 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 Scheidebögen vorhanden ist. Die Seitengewölbe sollen ohne, die Mitteltgewölbe jedoch mit einer Gurtübermauerung versehen sein, welche in Gemeinschaft mit den Strebebögen eine feste Querversteifung bildet. Ein ebn Mauerwerk aus ziemlich schweren Maschinensteinen möge 1800 kgr wiegen. Das Weitere geht aus dem Schnitt Fig. 912 hervor.

Beispiel:  
Berechnung  
des Schubes  
der Strebe-  
bögen.

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 bez. die darüber lastende Wand wirken. Die Kräfte sind folgende:

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. 154), er greift in rd 8,0 m Höhe über dem Fussboden an. — Der Vertikaldruck des halben Seitengewölbes  $V_2 = 6840$ , welcher in der Scheidebogenflucht, also um 0,39 m links von dem Momentenpunkt angreift. — Der links drehende Schub des Mitteltgewölbes  $H_1 = 3240$  (s. S. 154), welcher in rd 17,5 m Höhe über dem Boden in die Wandflucht übergeht. — Der Vertikaldruck des halben Mitteltgewölbes  $V_1 = 10260$ , 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 Uebermauerung, welches bei 25 cm Dicke und 7 qm Ansichtsfläche  $V_g = 7,0 \cdot 0,25 \cdot 1800 = 3150$  kgr beträgt. Der links drehende Horizontalschub des übermauerten Gurtes wechselt bei Windschwankungen u. s. w., 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 rund  $H_g = 1000$  betragen. — Das Gewicht des Pfeilers und der darauf ruhenden Mittelmauer, das nach Abzug von Fenstern, Blenden u. s. w. etwa 110000 kgr beträgt, entfällt aus der Rechnung, da bei symmetrischer Verteilung sein Schwerpunkt über der Pfeilermittle 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:

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

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 bez. die Kraft  $G$  um 3,0 m rechts von  $M$  und der obere Anfallpunkt  $N$  um 5,0 m oberhalb  $M$  liegt:

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

Das Gewicht des Strebebogens muss also sein:  $G = 5033$  kgr. 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 angenommene Gurtübermauerung durch ihre Steifigkeit (Vergrößerung von Hg) Widerstand leisten würde, natürlich würde dann aber auch der Widerlagspfeiler eine etwas grössere Stärke verlangen.

Es soll nun untersucht werden, wie sich der Strebebogen, dessen Abdeckung  $1-1\frac{1}{2}$  m unterhalb der Traufe anfällt, bei einem die gegenüberliegende Wand treffenden starken Sturm von 120 kgr 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:  $6,0 \cdot 7,0 \cdot 120 = 5040$  kgr und hat eine mittlere Angriffshöhe von 18,5 m.

Der Wind gegen eine Jochlänge des Daches, welche bei  $60^\circ$  Neigung und 10 m schräger Länge  $10,0 \cdot 6,0 = 60$  qm Dachfläche aufweist, beträgt nach S. 163:  $60 \cdot 92 = 5520$  kgr, 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 kgr mit etwa  $20\frac{1}{2}$  m durchschnittlicher Angriffshöhe. Davon werden einige hundert Kilogramm entfallen infolge einer kleinen Schubverminderung der Strebebögen an der Windseite, ausserdem werden die beiden Mittelpfeiler zusammen etwa 2000 kgr aufnehmen können (was in jedem eine Druckverschiebung von  $1000 \cdot 20,5 : 110000 = 0,19$  m nach sich ziehen würde, die ohne zu grosse Kantenpressung, welche hier nicht näher verfolgt werden soll, wohl noch zugänglich ist, s. S. 145 u. S. 155). 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. 341) 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  $W = 8000$  kgr zerlegt sich in zwei Seitenkräfte (s. Fig. 912 a), die eine Seitenkraft fällt in die Richtung der Strebe und beläuft sich bei  $45^\circ$  Steigung derselben auf  $8000 \cdot \sqrt{2} = 11314$  kgr, die andere ist senkrecht nach oben gerichtet und ergibt sich zu 8000 kgr, ihr setzt sich die Last des oberen Mauerstückes nebst Dachgewicht und senkrechter Windlast (s. Tabelle S. 163) entgegen und verhindert ein Hochdrängen dieser Teile. Die grössere in die Richtung der Bogenabdeckung fallende Kraft von 11314 kgr 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  $x \cdot x$  in Frage. Würde man bei einer Ausführung in Ziegel und Kalkmörtel 7 kgr Druck auf 1 qm zulassen, so müsste der Querschnitt  $11314 : 7 = 1616$  qm 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.

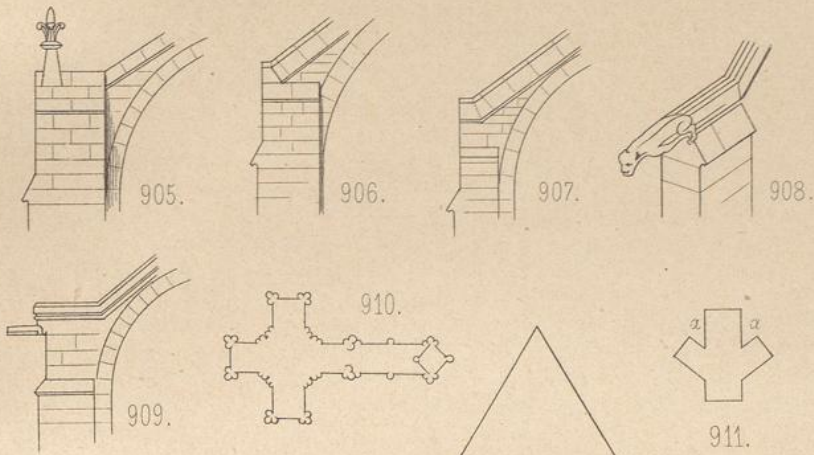
Auf den Strebepfeiler wirken der Wölbschub  $H_2$  des Seitenschiffes, der Schub B des Strebebogens und der 8000 kgr betragende horizontale Schub W, den die Abdeckung des Strebebogens bei Wind ausübt (Fig. 912 b), als umstürzende Kräfte, sie liefern bezüglich der Pfeilergrundfläche in Fussbodenhöhe folgende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

Seitenschiff . . . . .	$2160 \cdot 8,0 = 17280$
Strebebogen . . . . .	$3020 \cdot 13,0 = 39260$
Abdeckung des Strebebogens bei Wind $8000 \cdot 15,0 = 120000$	

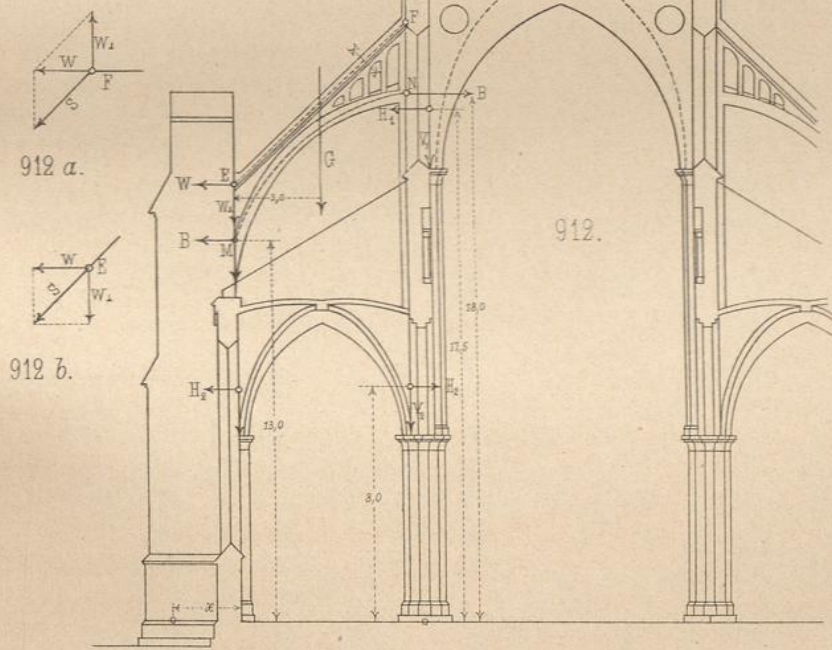
Gesamtumstürzmoment : 176540



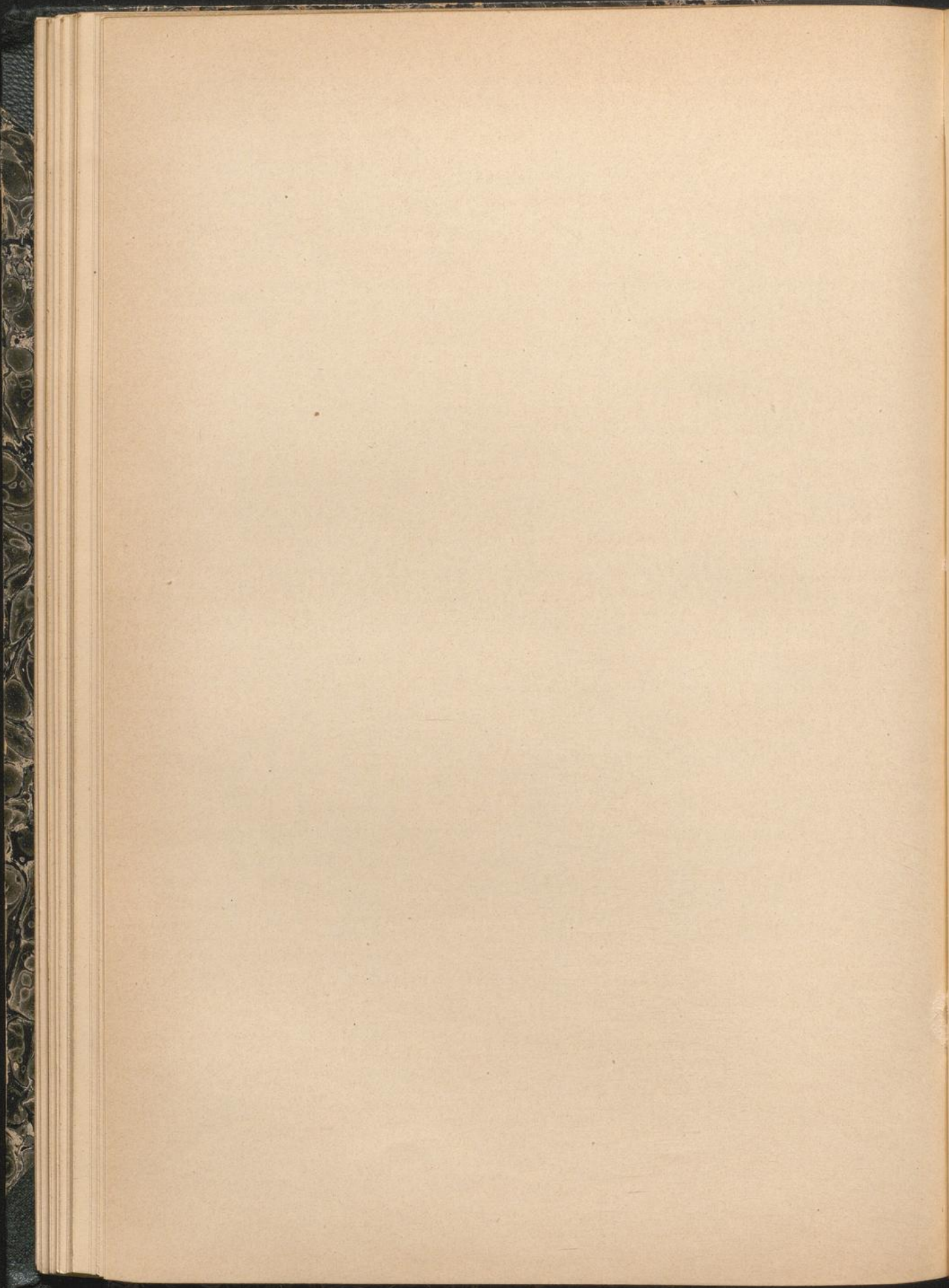
Die Widerlagspfeiler der Strebebögen.



Berechnung eines Strebesystems.









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 bez. 2,4 m oberer, also 2,8 m mittlerer Länge  $18,0 \cdot 1,0 \cdot 2,8 = 50,4$  cbm Inhalt hat, also  $50,4 \cdot 1800 = 90720$  kgr 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 36000 kgr 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 kgr beträgt. — 4. Das in der Hinterflucht des Strebepfeilers angreifende Gewicht des Strebebogens von 5033 kgr. — 5. Die senkrechte Seitenkraft des von der Abdeckung übertragenen Druckes (Fig. 912b), sie beträgt 8000 kgr und kann als in der Hinterflucht angreifend betrachtet werden. Die Momentengleichung heisst somit:

$$90720 \cdot (X - 1,40) + 36000 \cdot (X - 0,32) + (6840 + 5033 + 8000) \cdot X = 176540.$$

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

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

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 150000 kgr und die Durchschnittspressung beläuft sich bei rd 4,0 qm tragender Grundfläche des Pfeilers und der anstossenden Wand auf  $\frac{150000}{40000}$  also 3,75 kgr. Die Kantenpressung

ist etwas mehr als die doppelte Durchschnittspressung, sie wird also etwa 8 oder 9 kgr auf 1 qm betragen. Diese Beanspruchung kann als nur ausnahmsweis 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 120 kgr auf den 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 kgr 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 10000 statt 8000 wirken würde, was eine Verstärkung des Strebepfeilers nötig machen würde. Es kann bei der Basilika also ebenso wie bei der Hallenkirche (s. S. 375) der äussere Strebepfeiler für den Mittelpfeiler eintreten, sobald für eine richtige Querversteifung durch Mittelgewölbe und Strebebögen 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 bez. Mittelwänden mit Einschluss des Dachwerkes, der Schildbögen, Umgänge u. s. f. zu verfolgen, das Verhalten der Strebebögen und der Gurtübermauerung bei wechselnder Windstärke zu prüfen, die wichtigen Sockel und Fundamenterbereitungen 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

Allgemeines  
über Rechnungen.



dürfte, sich mit Einzelheiten und Sonderheiten, die erst bei einem durcharbeiteten Entwurf in Erscheinung treten, in angemessener Weise abzufinden.

Hier kam es uns darauf an, die Scheu vor allem, was irgendwie an Theorie zu streifen scheint, etwas zu bannen, leicht begehbbare 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 u. s. f. 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 Strebebögen ausführbar gewesen wären, da sich dann durch Ueberkragen und Auswägen der Massen immer eine Gleichgewichtslage hätte erreichen lassen.

Manche unserer Ausführungen sind, wie nicht gelehnet 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.

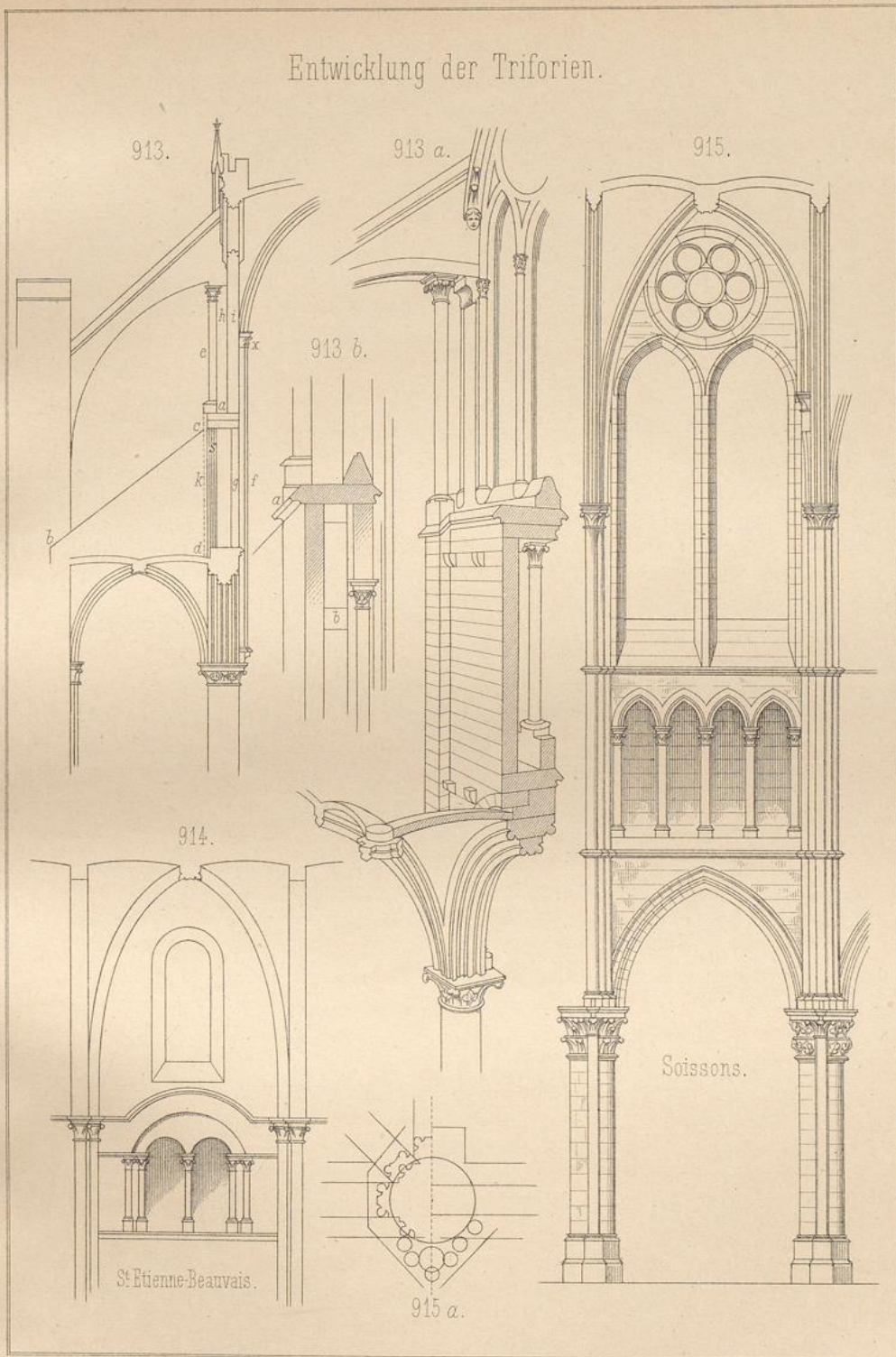
Es stelle Fig. 913 den Durchschnitt einer Kirche mit Strebesystem dar, wie dasselbe sich aus dem Vorhergehenden ergibt, es sei darin  $a$  der vor den Mittelschiffsfenstern angelegte Umgang, das Dreieck  $abc$  das Seitenschiffdach, und  $e$  das den Strebebogen aufnehmende Säulchen, welches auf einem 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 bez.  $5\frac{1}{2}$  m und einer Pfeilerstärke von 1,35, für den Vorsprung der Dienste oberhalb der Pfeilerkapitäl, 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 zirka 1,50 m, mithin die Notwendigkeit jene die Säulen  $e$  tragenden Pfeiler entweder auszukragen, oder dem Gewölbeanfang des Seitenschiffes aufzusetzen und zwar um eine Weite, welche mit der Abnahme der Schiffsweiten 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 Scheidbogenseitel 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 zirka 1,7 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



Entwicklung der Triforien.









Höhe des Dachanschlusses. Nicht minder überflüssig ist jene auf den Scheidebögen lastende Mauerstärke, ja sie wird wirklich nachteilig durch die Belastung, und die hierdurch wesentlich verstärkte Schubkraft der Scheidebögen, welche selbst die Standfähigkeit des Kreuzpfeilers kompromittieren kann. Wir wollen hier nur anführen, dass das Gewicht einer solchen Mauermaße mehr als das sechsfache des jeden Pfeiler belastenden Gewölbeteiles zu sein pflegt, und dass 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.

Aussparung  
der Mauer  
durch Tri-  
forien.

Nehmen wir nun in Fig. 913 und 913 a 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, welche dem über den Scheidebögen befindlichen wagerechten Sims aufgesetzt ist, 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 Scheidebögen auf. Zur Veranschaulichung fügen wir in Fig. 913 a eine perspektivische Ansicht der ganzen Konstruktion bei.

Stellung der  
Rückwand  
der  
Triforien.

Wie der Durchschnitt in Fig. 913 b zeigt, springt die Fensterwand, welche wegen ihrer grösseren Höhe auch eine grössere 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. 913 b ersichtlich, auch auf 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 von einander getrennten Pfeilerhälften finden sich daher in der Regel die Binder *b* in Fig. 913 b oberhalb der Durchgangshöhe angebracht, der Zwischenraum darüber kann ausgemauert sein.

#### Aufriss der Triforien.

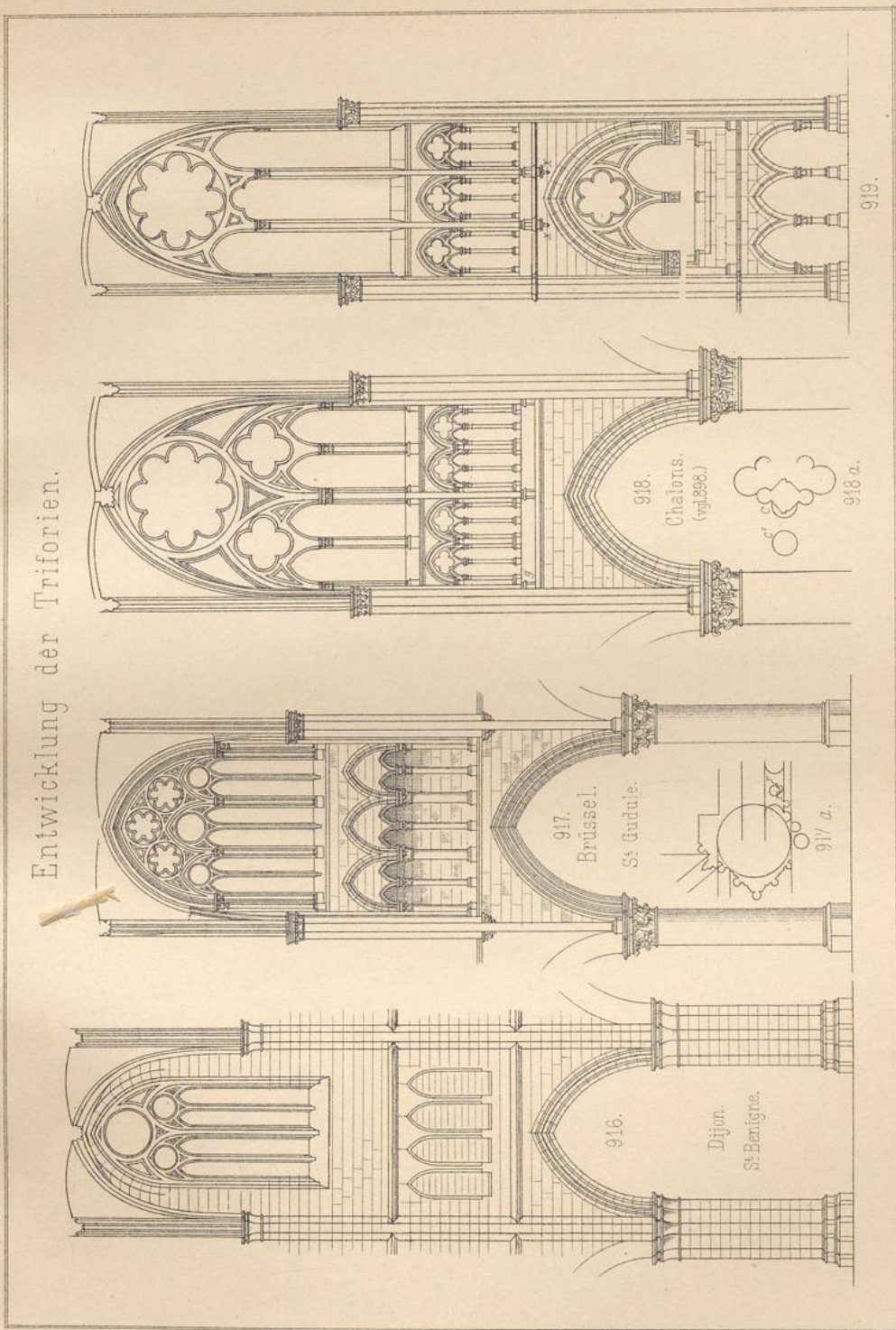
Die grösste Mannigfaltigkeit, von der einfachsten Gestaltung bis zum schmuckvollsten Reichtum, entfaltet sich in der Bildung der dem Mittelschiff zugewandten Seite der Triforien. An einzelnen älteren Werken, wie an St. Etienne in Beauvais (s. Fig. 914), ist es noch die mit Bogenöffnungen mehr oder weniger durchbrochene Wand, welche das Triforium abschliesst, so dass die Mauerflächen sowohl über als neben jenen Bogenöffnungen eine gewisse Geltung beanspruchen. Die Bogenöffnungen selbst sind bald einfach gehalten, bald zu Gruppen verzweigt, 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 Bögen 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.

Beziehung  
zw. Triforium  
und Fenster.

Der Steinbalken wird sodann nach der gewöhnlichen Anordnung ersetzt durch von Säule zu Säule geschlagene Bögen, über deren Gestaltung, sowie über die Stellung der Säulen zum Schildbogendienst, das S. 347 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 (siehe 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 sechsteiliges Triforium unter einem vierteiligen Fenster, während häufig, wie in Chartres und Reims, das erstere die Zahl der Abteilungen des letzteren verdoppelt. Ueberhaupt aber schliesst die schon in der oben angeführten Stärken-differenz enthaltene Trennung zwischen Fenster und Triforium die Notwendigkeit der Uebereinanderstellung 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 Uebereinstimmung zu bringen, führte daher darauf, die Bogenöffnungen des Triforiums in Haupt- und Unterabteilungen zu gliedern, d. h. also zunächst stärkere Mittel- und Wand-säulen anzuordnen, dieselben durch Bögen 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 Schiff zu Amiens sind die Triforien aus zwei solchen, jedoch drei-



Entwicklung der Triforien.









teiligen 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 Uebereinstimmung 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 Uebereinstimmung 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 (s. 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 zu Chalons (s. Fig. 919).

Wir machen hier auf die eigentümliche Auskragung 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 Auskragungen 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 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 Bögen und oberhalb des Bodens des Triforiums durch eine aus einzelnen Vierpässen bestehende Masswerkalerie verbunden.

Die Säulenstellung des Triforiums findet sich im Schiff der Kathedrale zu Rouen

Vereinigung  
von Triforium und  
Fenster.



ersetzt durch zwischen die inneren Pfeiler gespannte Segmentbögen (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 stehenden Mauerflächen durchlaufen, wie an einer kleinen Kirche zu Reims (s. 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 Galerie 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 Galerie.

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 Scheidebögen. Eine derartige Anordnung zeigt die Marienkirche zu Lübeck, wo dieser Gang mit einer Masswerk-galerie besetzt ist. Eine weitere Vereinfachung des Systems zeigt dieselbe Kirche, indem auch die Durchbrechungen der Pfeiler wegfallen, so dass die einzelnen Austritte über den Scheidebögen nur durch den Dachraum über den Seitenschiffen mit einander in Verbindung stehen, nach welchem sie sich durch Thüren öffnen. Wenn nun im vorliegenden Falle aller Wahrscheinlichkeit nach eine Konzession an den Ziegelbau zu suchen ist, so können doch auch im Quaderbau kleinere Dimensionen des Ganzen, mithin auch der Pfeiler, jene Durchbrechungen unmöglich machen. Deshalb findet sich an den übrigens nach dem gewöhnlichen System mit Säulenstellungen konstruierten 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 Strebebögen sich unmittelbar an einen vor der oberen Mauerflucht vortretenden Strebepfeiler.

Eine weitere Reduktion 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

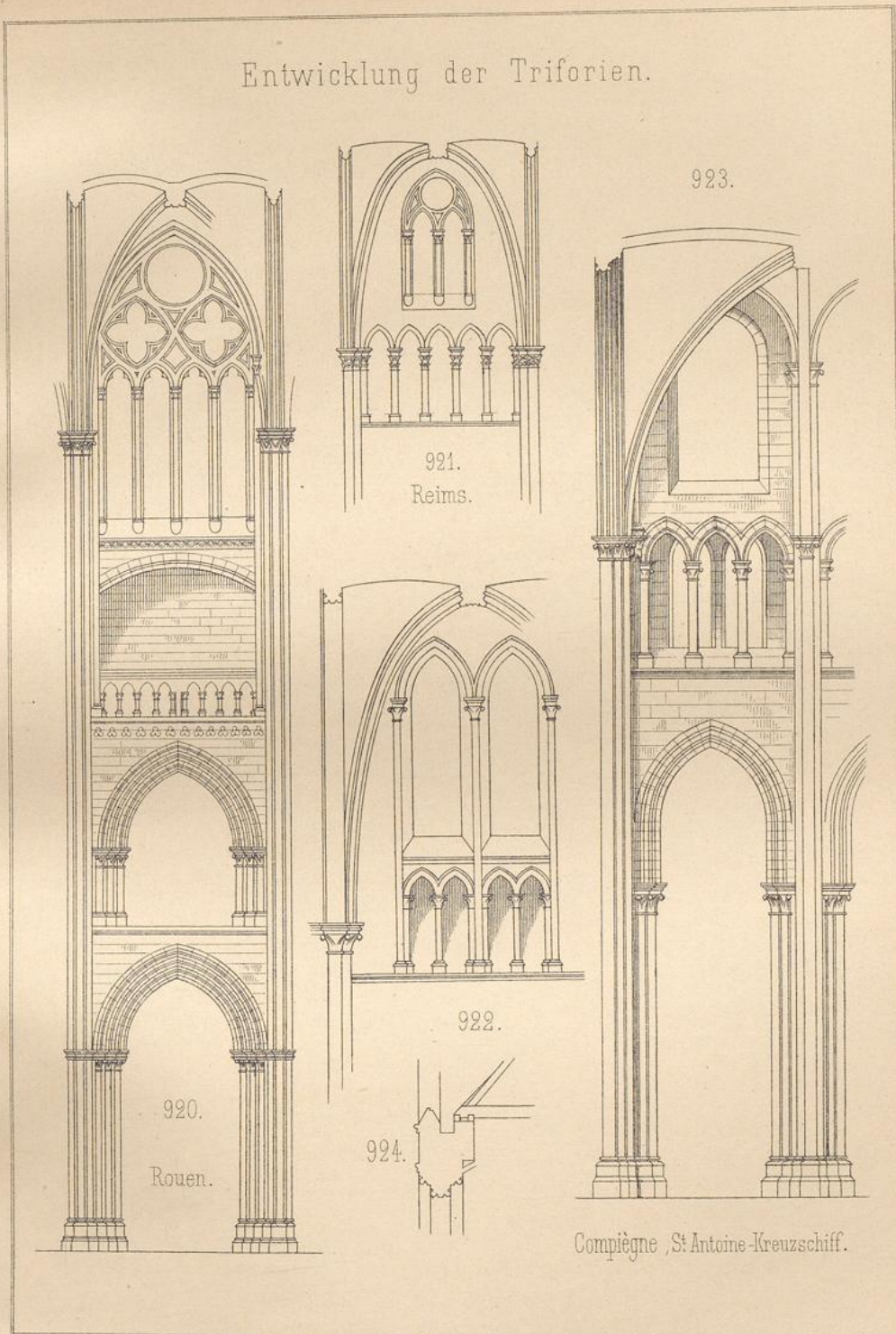
Triforien bei  
geringer  
Fenster-  
breite.

Fenster über  
der Rück-  
wand des  
Triforiums.

Verein-  
fachte An-  
lagen.



Entwicklung der Triforien.









Hälfte ihrer Grundform bis auf den Wasserschlag des oberhalb der Scheidebögen 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 Scheidebögen aufsetzenden Mittelschiffenster weitaus hinter jener zurücksteht, welche sich durch die Einschaltung jener Säulengalerie ergibt als des reichsten denkbaren Frieses in rein formeller Auffassung, dass durch den Gegensatz der Triforiumssäulen zu den Schiffspfeilern und Diensten, der zierlichen Bögen derselben zu den weitgespannten Scheide- und Fensterbögen die grösseren Teile erst zu ihrer vollen Wirkung gelangen oder darin gesteigert werden, das wird auch ohne Anschauung klar sein.

Ueberhaupt 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. Selbst die Konfiguration des Dogenpalastes in Venedig möchte darauf zurückzuführen sein. Die Wurzel aber dieser Anordnungen haben wir in jenen s. g. Zwergsäulengalerien oberhalb des Gewölbeanschlusses zu suchen, welche die romanischen Bauten der Rheinlande charakterisieren.

#### 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 letzteren 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 reproduzieren, 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 Chor von Notredame zu Dijon aber die ganze Rückwand hinter dem zweiteiligen Triforium mit einem grossen Rundfenster durchbrochen, während an der Westseite der Kreuzflügel zu Compiègne sich die eigentümliche, in Fig. 923 dargestellte Anordnung findet, wonach 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, wechsellöcheriger Linienführung gleichfalls ihre Rechte wahren,

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

Triforien im  
Chor und  
Querschiff.



Uebertragung der Fenster auf die Triforien des Schiffes. 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. 356 besprochenen einfachen oder gleich hohen Schiffsanlagen mit doppelter Fensterreihe über einander 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. 850 b). 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, dieses bequemste Kommunikationsmittel, auf eine Weglassung der denselben Zweck erfüllen sollenden 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.

### 5. Die gewölbten Emporbühnen über den Seitenschiffen der Basilika.

Es unterscheiden sich die Emporen der Basilika von denen der Hallenkirche (s. S. 381) nur dadurch, dass, wie Fig. 926 b zeigt, oberhalb der Bögen, durch welche sich diese Emporen nach dem Mittelschiffe öffnen, noch die durch das Pultdach geforderte Höhe und darüber der Lichtgaden des Mittelschiffes, im Aeusseren aber oberhalb jenes Daches die Strebebögen sich finden.

Wir haben schon oben (S. 382) auf die Anlage der Altäre in jenen Galerien 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 der Art, wie den Kathedralen von Laon, Noyon und Paris, der Kollegiatkirche zu Mantes und dem Dom zu Limburg, die allerdings auch aus ästhetischen Gründen erklärliche Anordnung, dass die Bogenweite durch ein oder zwei Säulchen in kleinere Oeffnungen zerlegt ist. Die ästhetischen

Oeffnung der Emporen gegen das Mittelschiff.



Gründe bestehen darin, dass die Wiederholung von zwei nahezu gleich weiten Bogenöffnungen über einander, wie das der Aufriss der Schiffe von Rouen (s. Fig. 920) zeigt, wo jedoch die Galerien hinter den oberen Bögen fehlen, eine ungünstige und schleppende Wirkung hervorbringen muss. Die Anordnung der Säulchen ist in Mantes auf das Schönste aus der Gliederung der Scheidebögen und der entsprechenden der Hauptpfeiler so entwickelt, dass jene Säulchen und die dieselben verbindenden Bögen samt dem darauf ruhenden Tympanon dem unteren Ring der Scheidebögen und den die letzteren tragenden Diensten entsprechen, mithin die Gliederung der unteren Pfeiler jener der oberen völlig gleich wird (s. Fig. 926 u. 926 c).

Die Gewölbe der erwähnten Galerien 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 Gurtbögen 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. 926 d dargestellt ist.

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 aus der Formation der Kreuzgewölbe in jene des Tonnengewölbes übergeführt ist (s. Fig. 926 b).

Ueber dem Umgang des Chores werden dann 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 Teilungsbögen im Schiff entspricht, und hierdurch, wie Fig. 926 a zeigt, die Uebereinstimmung mit den unteren Scheidebögen vermieden wird.

Oberhalb der Galerien legt sich dann das Dach an die Mittelschiffsmauer und ist hierdurch, gerade wie bei dem gewöhnlichen Durchschnitt ohne Galerien über den Seitenschiffen, das Motiv der Umgänge und der Arkaden im Triforium gegeben.

Da der Zweck und die Entstehung dieser Umgänge mit denen der Emporen in keiner Weise zusammenhängt, so kann aus dem Vorhandensein der letzteren durchaus kein Grund für deren Weglassung sich ergeben, und zeigen z. B. die Kathedralen von Laon, Noyon und Limburg, dass diese kleinen Arkaden zwischen den Bögen der Galerien und dem Fensterstock gerade eine sehr günstige Wirkung hervorbringen. Freilich sind in den erwähnten Werken auch die Bögen der Galerien nur durch ein, nicht wie in Paris und Mantes durch zwei Säulchen geschieden, gerade hierdurch wird jede Konkurrenz mit den Säulenstellungen 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 Bögen der Galerien und somit der Anschluss der selbige überspannenden Kreuzgewölbe weitaus niedriger angelegt sind, als die äusseren Schildbögen derselben Gewölbe, etwa nach Art des in Fig. 889 gezeigten Durchschnittes. 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

Gewölbe der  
Emporen.Umgänge  
über den  
Emporen.



grosse, runde, mit einfachem Masswerk gefüllte Oeffnungen mit dem Mittelschiff in Verbindung stellt. In der Kirche von Mantes, deren Querschnitt 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 eine sehr einfache und besonders durch die geringen Fenstermasse an die romanische Kunst erinnernde.

Durch die Anlage der gewölbten Galerien erhalten ferner die Pfeiler und Mauern des Mittelschiffes eine weitere Sicherung, die in Paris noch durch oberhalb der Gewölbe, jedoch unter dem Dach befindliche Strebebögen verstärkt ist. Ueberhaupt aber hat dieselbe in den erwähnten Werken auf eine mindere Höhe des oberen Lichtgadens geführt, so dass über dem Anschluss der Galeriedächer sich nur einfache Strebebögen finden.

Emporen  
an den  
Kreuz-  
flügeln.

Fragen wir nun nach dem Einfluss der Galerien 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 sind, mithin auch die Galerien darin fehlen, oder vielmehr die über den Seitenschiffen von Langhaus und Chor angebrachten sich nach dem Kreuzschiff gerade wie nach dem Mittelschiff öffnen, ohne mit einander 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 Galerien um die Giebelmauern herum findet sich nirgends. Die Giebelwände sind daher in Noyon nur in sofern von der Anlage der Galerien in Mitleidenschaft gezogen, als dieselben mit doppeltem Lichtgaden über einander und über dem Triforium 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 Seitenschiffsweite im Langhaus, also da das Gewölbesystem das der halbierten Kreuzgewölbe von quadrater Grundform ist, nur ein Viertel der Mittelschiffsweite breit sind. Ueber den Ecken dieser Umgänge an den Kreuzflügeln erheben sich dann je zwei, die letzteren flankierende Türme. Hiernach also macht sich, wie die Fig. 925 zeigt, das System der Durchschnittbildung in den Kreuzflügeln in derselben Weise geltend, wie im Schiff. Die Möglichkeit dieser Durchführung beruht aber auf der S. 414 erklärten Grundrissanlage 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.

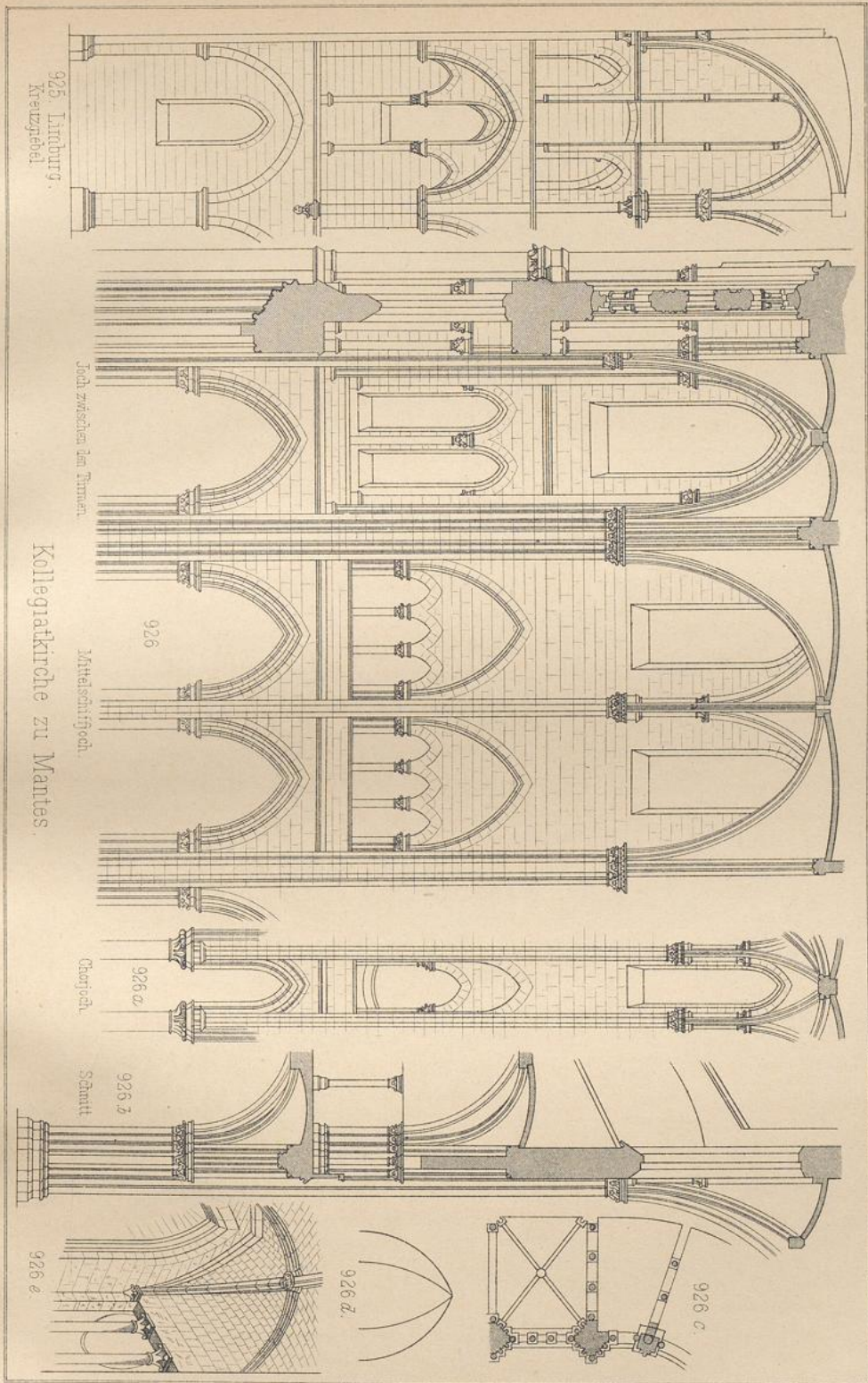
Wie bereits oben bemerkt, setzt sich die ganze Höhentheilung, also die Lichtgaden von Mittel- und Seitenschiff und das Triforium, auch in den einschiffigen Teilen fort, so dass auch hier, wenn vor den unteren Fenstern ein Umgang sich findet, zwei innere und ein äusserer Umgang nach dem gewöhnlichen System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

Jener untere Umgang, der sonst wegen der geringen Höhe der Sohle der Seitenschiffsfenster häufig fehlt und mehr als eine Eigentümlichkeit einzelner Gegenden,

Fortführung  
der Fenster  
nach  
Triforien.



Tafel XCI.



925, Linburg-Kreuzgiebel.

Joch zwischen dem Thron.

Mittelschiff.

Kollegiatkirche zu Mantel.

Chorisch.

Schnitt.

926 e.

926 d.

926 c.







wie der Bourgogne, der Champagne und des Oberrheins anzusehen ist, erzeugt sich in 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 Strebepfeiler zu spannen, welcher dann besser mit der unteren Fensterwand den Platz tauscht, so dass sich die in der Nebenfigur 927 a gezeigte Anordnung mit einem unteren Umgang *a* ergibt. Als Beispiele dieser Art führen wir Notre-dame in Dijon und den Dom zu Regensburg an. Aus der Fig. 927 hätte sich indes auch ein äusserer Umgang konstruieren lassen.

Triforien.

Wenn nun in Fig. 927 a, 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. 351 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 (s. Fig. 848). In Regensburg dagegen ist das von den Strebepfeilern 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 Notre-dame 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 dann eine weitere Reduktion des Systems, insofern der untere Lichtgaden, mithin auch der demselben zugehörige Umgang und ebenso der über dem Triforium befindliche, wegfallen, so dass der Vorsprung des letzteren vor der Fensterwand sich durch einen Wasserschlag abgedeckt findet.

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

#### 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.

Dienste und Strebepfeiler.

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 Seitenschiffsfenstern 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.  $\alpha$  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 Kreuzschiffs, 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 Scheidebögen 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 Fig. 928 zurück, so giebt uns dann  $ik$  zugleich die Stärke der oberen Fensterwand und der stärkeren Triforiumssäulen, so dass durch die punktierten Linien  $ssx$  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 Notre-dame zu Dijon überecks 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 ergiebt 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 eine wesentlich geringere ist.

#### Giebelwand.

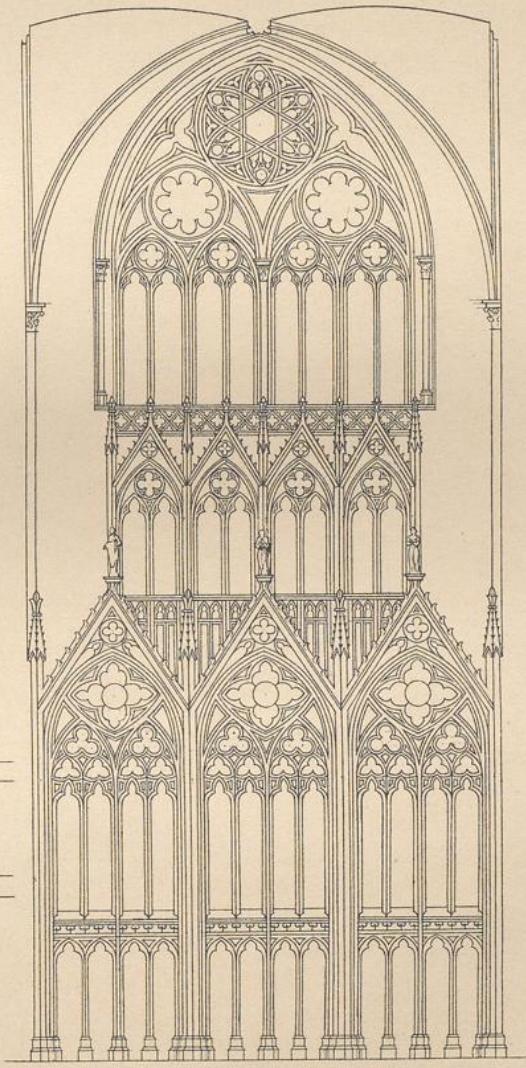
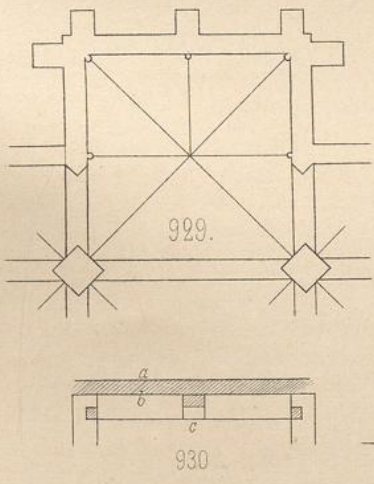
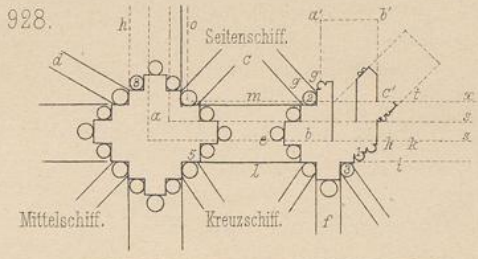
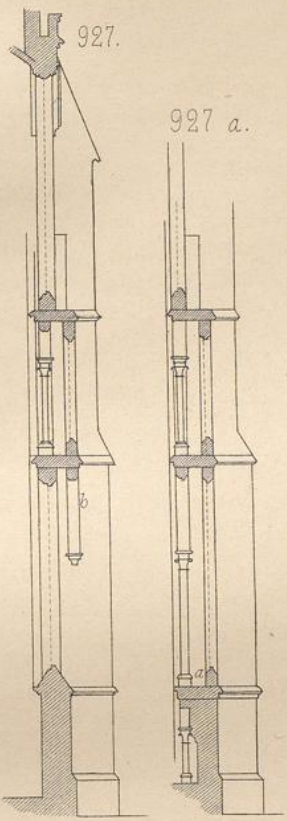
Die verschiedenen Höhentheilungen setzen sich in völlig gleicher Weise, wenigstens an den grösseren und vollkommen durchgebildeten Anlagen, auch in den Giebelmauern der Kreuzschiffe fort. Mit Annahme des Systems der Halbierungsrippen für die betreffende Partie, wie am Dom zu Limburg und der Kollegiatkirche zu Wetzlar (s. Fig. 936), wonach also, wie Fig. 929 zeigt, das äusserste Joch des Kreuzschiffes ein 7teiliges wird, ergiebt sich überhaupt im Wesentlichen für diese Giebelmauern dieselbe Disposition wie für die Längensmauern, sofern die Breite derselben nunmehr in 2 Teile geteilt ist, von denen jeder der sonstigen Jochseiten nahezu entspricht. Mit Entfernung dieser frühgotischen Anordnung aber führt das geänderte Breitenverhältnis auf gewisse eigentümliche Gestaltung der Lichtgaden.

Was zunächst den oberen Lichtgaden betrifft, so wird das Gesamtverhältnis desselben nahezu eine Gleichheit zwischen Breite und Höhe, oder selbst ein Vorherrschen der ersteren zeigen, mithin die Anlage eines die volle Weite füllenden etwa pfosten-

Oberer  
Lichtgaden.



Chor und Querschchiff der Basilika.









geteilten Spitzbogenfensters, an welchem die Grundlinie des Bogens die der Gewölbe sein müsste, wesentlich erschweren. Es ist hier das Verhältnis des Raumes, welches auf die Annahme einer mehr konzentrischen Fensterform, zunächst also jene des Radfensters hinweist, abgesehen davon, dass sie auch in rein formaler Hinsicht die geeignetste ist, um sich der sonstigen architektonischen Konfiguration der betreffenden Giebelmauer zu überordnen.

Die zunächst liegende Anordnung besteht dann darin, dass der Mittelpunkt des Radfensters in die Höhe der Gewölbebasis rückt, wonach zwischen dem Kreis und dem Schildbogen eine halbmondförmige Fläche und zwischen dem Kreis und der Decke des Triforiums 2 Zwickel stehen bleiben, welche, wenn der Kreishalbmesser nicht geradezu mit der Höhe von jener Decke bis zur Oberkante der Dienstkapitälle übereinstimmt, noch durch ein Rechteck überhöht werden. An den älteren Werken, wie die Kathedrale von Reims und Notredame zu Dijon (s. Fig. 933 und 934), sind die genannten Differenzflächen nach innen und aussen glatte Mauerflächen und tragen zur ruhigen Wirkung des Ganzen wesentlich bei. Jene halbmondförmigen Flächen oberhalb sind dann an den Kreuzflügeln der Kathedrale von Amiens dadurch entfernt worden, dass auch der Schildbogen ein aufgestellter Halbkreis ist, mithin der wagrechte Durchmesser des konzentrischen Radfensters um das Mass dieser Aufstellung in die Höhe rückt, also das Ganze ein geringeres Höhenmass fordert. Letztere Rücksicht aber hat in Amiens nicht geleitet, sondern ausschliesslich die einer vollkommenen Auflösung jener Differenzflächen.

An den meisten Werken aber erscheint das Radfenster dem spitzen Schildbogen eingesetzt, so dass jene halbmondförmige Fläche oberhalb entweder einfach durchbrochen oder mit Masswerkformen gefüllt sich darstellt. Die Beseitigung der unteren Zwickel war dann leicht auf demselben Wege zu bewirken, wurde indes wesentlich erschwert durch den Zusatz jenes 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. Wir glauben nach mehrfachen Analogien annehmen zu können, dass in neueren Zeiten die betreffende Auflösung meistens darin bestanden haben würde, dass die durch Pfosten begrenzten und mit Spitzbogen überspannten Abteilungen dieser Ausfüllung sich allein durch ihre nach beiden Seiten orgelpfeifenartig zunehmende Höhe dem Kreis angeschmiegt hätten. Eine derartige Anordnung bringt bei grösserer Zahl der Abteilungen eine monotone schlechte 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 eine reichere. Und gerade in der Auflösung solcher kleiner Differenzflächen sprechen sich die genannten Eigenschaften am deutlichsten aus. Wir können deshalb nicht unterlassen, auf zwei völlig verschiedene Gattungen der fraglichen Anordnung hinzuweisen.

So ist an dem, dem 14ten Jahrhundert angehörigen Kreuzschiff zu Amiens jenes untere Rechteck vom Kreis durch eine wagrechte Teilung geschieden, und unter derselben durch ein System von 8 spitzbogigen zweiteiligen Blenden, die Zwickel aber durch 2 diesen unteren entsprechende und sich dem Kreis anschmiegende ausgefüllt. Die ganze Anordnung ist nur geschickt, nicht gerade sinnreich, und zeigt schon die beginnende Verleugnung des Radfensters, welches gewissermassen nur als der



vorherrschende Teil eines grossen Rundbogenfensters auftritt. Wir stellen derselben die entsprechende der Kreuzflügel von Chalons gegenüber, welche an glänzender Erfindung und kühner Ausführung kaum ihres Gleichen 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, dessen Gestaltung durch das eingefügte Radfenster in entschiedener Weise beherrscht wird, obschon der Durchmesser desselben kleiner als die Spannweite des Schildbogens ist. Dabei ist dann jenes S. 407 erwähnte, im Schiff angewandte Motiv einer Hinabführung der Säulchen der alten Fensterpfosten bis auf den Boden des Triforiums in der Weise durchgeführt worden, dass sich dem äusseren Kreis des Radfensters zwei von jenen Säulchen begrenzte Felder anlegen, deren Spitzbögen in der Höhe der Dienstkäpfele aufsetzen. Die Säulchen bilden also eine Verstärkung der dem 6 teiligen Triforium angehörigen und bestimmen hier noch zugleich den Durchmesser des Radfensters. Der zwischen dem Rade, der Oberkante des Triforiums und den genannten Säulchen übrig bleibende Raum ist dann statt durch 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, welcher letztere daher vor den nur mit Platte und Fase wie einfache Fensterpfosten gegliederten Vierpässen einen Vorsprung bildet. Die Vierpässe tragen demnach die untere Kreishälfte, oder verstreben dieselbe vielmehr und verhindern das Ausweichen der einzelnen Stücke in zentrifugaler Richtung. Nach aussen ist dasselbe System durchgeführt, 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.

Spitzbogen-  
fenster im  
Giebel.

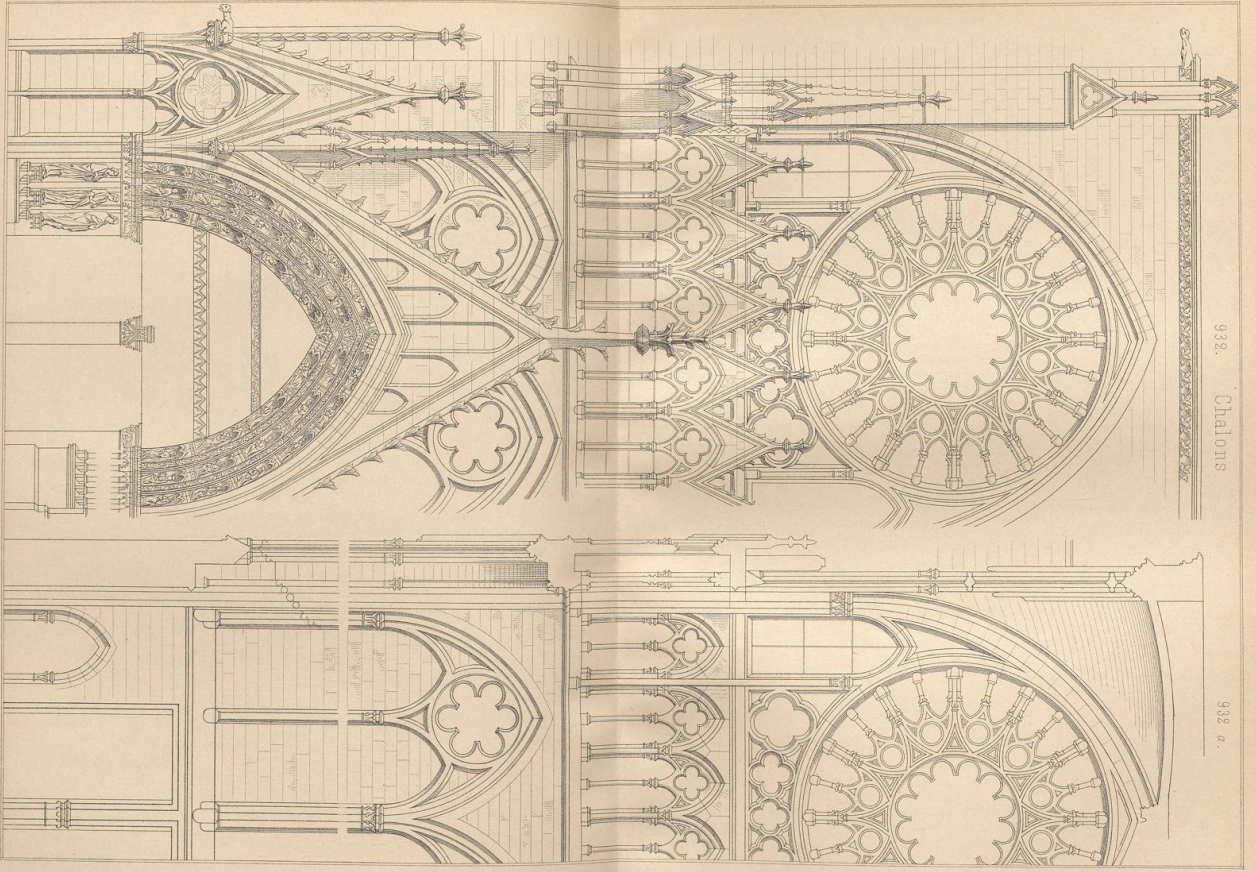
An den späteren Werken findet sich dann das Radfenster verdrängt durch ein gewöhnliches und zwar in reichster Weise durch Pfosten und Masswerk geschmücktes Spitzbogenfenster, also eine für die fragliche Stelle charakteristische Anordnung durch eine solche, welche überall vorkommen kann. Indes finden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

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 Uebertreibung des Vertikalismus mit Absicht und mit einer übertriebenen Konsequenz 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 Notre-dame 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 pfostengeteilte 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 Arkadengallerie 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 achttteiligen, 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 Wimperg-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-gallerie versehen. Die unterhalb des Triforiums befindliche, den Seitenschiffen entsprechende Höhe, in welcher der Lichtgaden der letzteren fortgeführt sein sollte, ist sodann auf die volle Weite des Kreuzschiffes durch 4 übereck gestellte, Fialen-bekrönte Pfeilerkörper in drei mit Spitzbogen überspannte und mit Wimpergen bekrönte Abteilungen, und letztere wieder durch ein System alter und junger Pfosten in je 4 Felder geteilt, von denen durch eine dem Kaffisms entsprechende wagrecht laufende Gliederung etwa das untere Drittel abgeschieden ist, in welchem sich jedoch dasselbe Pfostensystem bis auf den Boden fortsetzt, in solcher Weise Arkaturen darstellend.

Stellen wir nun dieses gleichwohl glücklich erfundene System dem von Chalons gegenüber, so ergibt sich eine die verschiedenen Stylperioden charakterisierende wesentliche Unterscheidung. Hier wie dort giebt sich das Bestreben kund, zwei ihrem Wesen nach wagrecht von einander 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 Bögen 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 abgeschlagen 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 dieselben scheidenden Säulchen tragen dann die vorderen Enden der nach der Rückwand übergelegten Steinblöcke, welche die Anfänger von ebensovielen halbkreisförmigen Tonnengewölben bilden.

Für den unteren Lichtgaden herrscht die Breite noch mehr vor als für den oberen, die sich für denselben aus dem Durchschnitt des Ganzen ergebende Höhe wird noch nicht einmal die Anlage eines Radfensters gestatten, ganz abgesehen davon, dass eine solche Wiederholung die Wirkung abschwächen müsste. Es bleibt also nur die Anordnung mehrerer neben einander gestellter Fenster übrig, wie sie sich auch aus jener in Fig. 929 dargestellten Grundrissanordnung eines siebenteiligen Kreuzgewölbes ergeben würde. So finden sich in Chalons (s. Fig. 932) hier zwei zweiseitige 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, so würde etwa nach dem System von Chalons zur Unterstützung der Triforiumarkaden, der mit den

Der untere  
Lichtgaden.



Eckfeilern durch Bögen verbundene Mittelpfeiler *c* nötig, welcher dann, um den Durchgang zu gestatten, durchbrochen oder durch ein oder je nach der Einteilung der Bogenweiten mehrere freistehende Säulchen ersetzt werden müsste. Wenn dann wie in Reims auch für diesen Umgang die oben beschriebene Ueberspannung des Triforiums mit drei parallel gelegten von diesen Säulchen getragenen Tonnengewölben angenommen ist, so wird eine Uebereinstimmung der Fenstereinteilung mit den so gebildeten Arkaden zur Notwendigkeit. Nach der gewöhnlichen Anordnung aber, wonach die Säulchen nur durch Bögen verbunden sind, und so eine Wand bilden, von welcher aus nach der Fensterwand die Bodenplatten übergelegt sind, kann jene Uebereinstimmung 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 Eckfeilern durch Segmentbögen verbundene Säulchen angeordnet und in solcher Weise drei Abteilungen gebildet, hinter welchen jedoch in der Rückwand sich die für Fanatiker der höheren Regelmässigkeit grauenvolle, 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 aus den gesamten Dimensionen sich ergebenden Höhen für die letzteren nicht ausreichend sind, so können dieselben auch in den Umgang eingreifen, welcher dann wie in den Seitenschiffen des Regensburger Domes und der Liebfrauenkirche zu Trier vermittels einer von beiden Seiten ansteigenden Treppenanlage darüber hinführt.

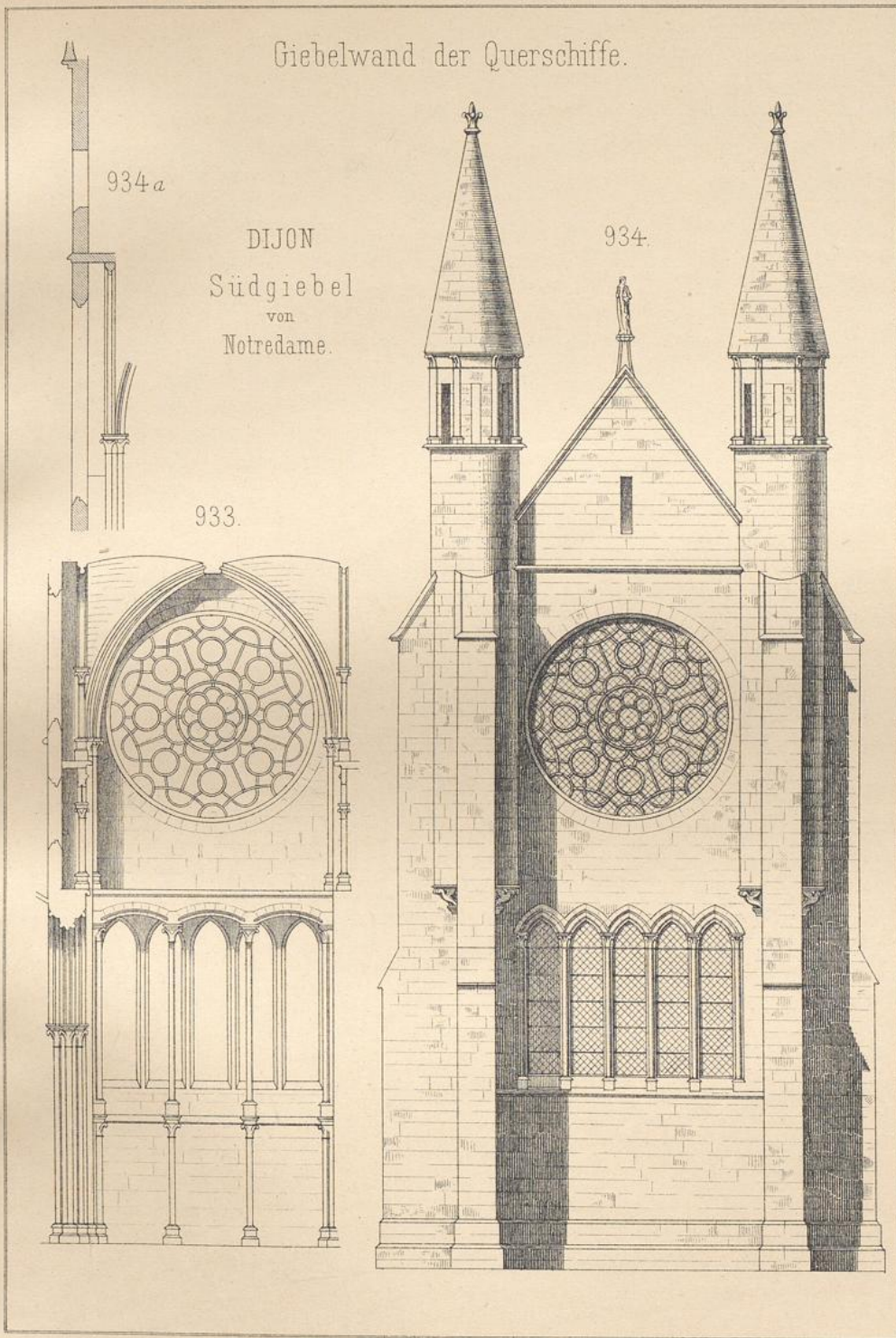
Grossartigere Portalanlagen aber müssen mit ihren Bögen und Giebeln wenigstens einen Teil der Fenster verschliessen. So sind z. B. in Chalons von den in der fraglichen Abteilung ersichtlichen Fenstern nur die oberen Kreise in den Bogenfeldern wirklich durchbrochen und verglasert, die unteren Abteilungen aber nur Blenden geblieben. Diese Notwendigkeit hat dann häufig auf ein völliges Aufgeben der Fensteranlage, und die direkte Aufnahme eines Blendensystems geführt, wie in den Kreuzflügeln zu Amiens, eine Anordnung, welche den konstruktiven Verhältnissen in gleicher Weise entspricht, insofern dadurch die zur Anlage der oberen Teile erforderliche Breite ohne übermässigen Massenaufwand gewonnen wird, und mit welcher diejenige von Umgängen sich eben so wohl vertragen würde.

Innen-  
seite  
der Portale.

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 gesammte 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 ein System von in mehrfachen Reihen übereinander geordneten mit Relieffiguren gefüllten Blenden belebt, welche sich auch oberhalb des inneren Bogens unter dem Boden des Triforiums hinziehen, und so eine überaus reiche Einrahmung bilden. In den neuen Kreuzflügeln zu Köln sind die zwischen Thüröffnung und Triforium gelegenen Mauerflächen durch die Anordnung einer grossen Zahl von kleinen Nischen belebt, welche durch die darin angebrachten



Giebelwand der Querschiffe.









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 können durch das Erfordernis einer Orgelbühne <sup>Orgelbühne im Westen.</sup> gewisse Modifikationen eintreten.

Die monumentalste Auflösung dieser Aufgabe, wie sie sich z. B. innerhalb des Westgiebels der Kathedrale zu Soissons oder der Kreuzgiebel zu Laon findet, kann als eine Herumführung der Seitenschiffsanordnung in dem westlichen Mittelschiffsjoch bezeichnet werden. 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 Böden 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 Portalbögen 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 8 teiligen Turmgewölbes ausgehen.

Aus der ganzen Anordnung einer derartigen inneren Bühne folgt, dass ein reicheres Triforium vom Schiff aus nicht mehr wahrgenommen werden kann. 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.

Die seither erklärte Anordnung der Kreuzflügel ist den grossen Kathedralen eigentümlich und fordert deren Dimensionen. Fehlen diese letzteren, sind namentlich die Höhenverhältnisse beschränktere, so ergibt sich die Notwendigkeit, von jenem System heraus Vereinfachungen zu bilden. Vereinfachte Anlagen.

Zunächst ist es eine Verringerung des oberen Lichtgadens, welche die Anordnung einer die Breite des Kreuzflügels füllenden Fensterrose, oder überhaupt einer grossartigen, den ganzen Aufriss der fraglichen Wandfläche beherrschenden 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 Kommunikation 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 mit einander durch den oberhalb der unteren Fensterreihe befindlichen Umgang in Verbindung stehen.



Eine derartige Anordnung findet sich an Notre-dame in Dijon (s. Fig. 933, Fig. 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 wird die wagrechte Teilung der Schiffe, und wenn irgend möglich, auch der Umgang über der Höhe der Seitenschiffe an dem Kreuzgiebel herungeführt werden müssen, um denselben mit dem Ganzen sowohl materiell als ästhetisch günstig 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 der Anlage eines überhöhten Mittelschiffes einen nach dem System der gleichen Schiffshöhen konstruierten Kreuzgiebel in Verbindung bringen.

## 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, je nach der einfacheren oder reicheren Anlage desselben. Wir verweisen daher zunächst auf die in den Figuren 931, 932, 933 gegebenen Beispiele.

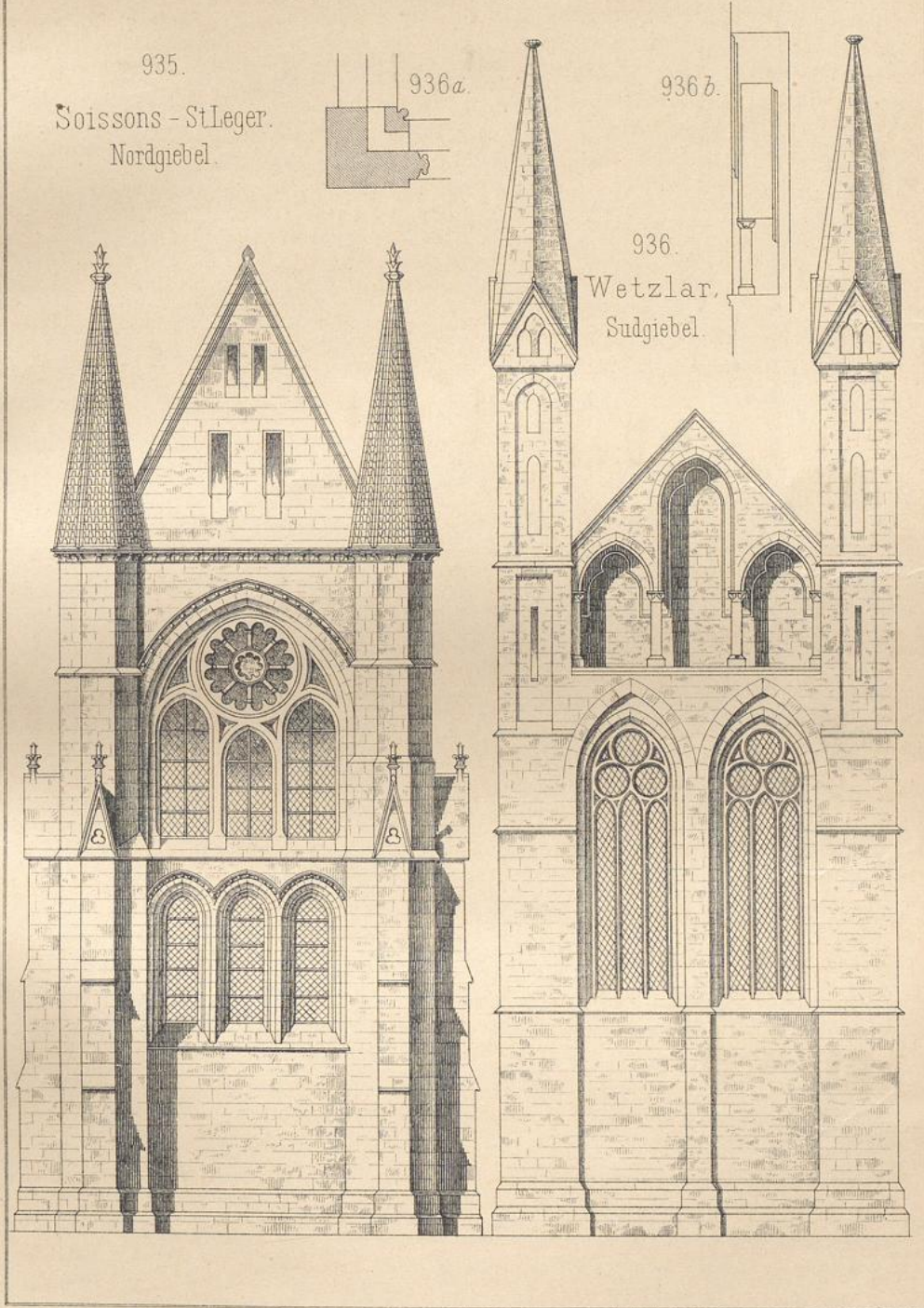
Ein wesentliches Mittel zu einer wirkungsvollen Bildung liegt, wie dies schon die Gesetze der Konstruktion an die Hand geben, in einer kräftigen Gestaltung der Ecken, in einer Flankierung des Giebels entweder durch Strebepfeiler von gesteigerter Bedeutung oder durch Ecktürmchen. Beide Anordnungen fallen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

Die Bedeutung dieser Eckbildung muss natürlich wachsen mit der Durchbrechung der Giebelmauern durch jene die volle Spannweite einnehmenden Fensterbildungen, bei welchen der Schub der durch den Giebel belasteten Bögen schon eine Vergrösserung der Widerlagsstärke zum konstruktiven Bedürfnis werden lässt. Umgekehrt nimmt sie ab mit einer geschlosseneren Gestaltung der Giebelmauern und reduziert sich also bei einer geringeren Fensterbreite auf das Mass der gewöhnlichen Strebepfeiler, so dass dann auch jene die Giebelspitzen überragenden Ecktürmchen fehlen. Wo letztere sich dennoch, also ohne die Notwendigkeit einer Verstärkung der Widerlager, finden, wie in Limburg und Wetzlar (s. Fig. 936), da ist ihre Gestaltung gewissermassen aus der Grundrissbildung, also an ersterem Orte aus der Anlage der schmälere Umgänge um das Kreuzschiff, an letzterem (s. Fig. 854 und

Türmchen  
oder  
Strebepfeiler an  
den Ecken.



Giebelwand der Querschiffe.









936a) aus jener der inneren Eckpfeiler hervorgegangen, welche die Anwendung dieses schon in formeller Hinsicht so überaus wirkungsvollen Motives gestatteten. Andere Beispiele einer Anordnung derselben bei minderer Fensterbreite 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 bei abweichender Konstruktion sich dieser Wirkung durch verschieden gestaltetes Blendwerk nähern. Ein Beispiel dieser Art 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 anschliesst, welche von der grossen nur durch das die Bogenanfänge aufnehmende Säulchen geschieden ist. 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 Kleeblattbögen geschlossene und mit fialenflankierten Wimpergen bekrönte Blende findet.

Blenden  
neben den  
oberen  
Fenstern.

#### Das Giebeldreieck.

Was nun die Aufrissbildung des eigentlichen Giebeldreiecks, das Verhältnis des letzteren zu den unteren Mauerteilen betrifft, so steht dieselbe im genauesten Zusammenhang mit den verschiedenen Anlagen des Dachrandes oder der Wasserrinne über den Langseiten. Wenn also das Wasser auf den Langseiten einfach über den Gesimsrand abtropft, oder wenn überhaupt am Fusse des Daches keine Gallerie sich findet, so ist die Anordnung derselben auch vor dem Giebel kein Bedürfnis, da es sich nicht mehr darum handelt, eine Kommunikation 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 welcher aus nach jenen Pfeilern starke Steinblöcke übergelegt sind, welche den von Pfeiler zu Pfeiler gespannten drei spitzbogigen Tonnengewölben das Auflager gewähren, so dass die letzteren den zwischen Pfeiler und Giebelmauer befindlichen Durchgang überdachen. Andere Beispiele derselben Art, welche jedoch durch die die Bogenweiten teilenden Säulchen einen grösseren Reichtum gewinnen, zeigen die Kreuzgiebel des Domes zu Limburg, und eine besonders zierliche Anordnung dieses Durchganges der von den grossen Türmen eingeschlossene Westgiebel desselben Werkes (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 eine gedrängtere Anordnung von zierlichen kapitallosen Pfosten ersetzt, die wieder durch der Richtung des Giebels folgende, nach Kleeblattbögen gebildete Tonnengewölbe mit einander verbunden sind, so dass die Anfänger dieser letzteren von den Pfosten nach der Rückwand übergelegt sind. Dabei stehen die höheren Pfosten mit der Rückwand noch durch in der Richtung jener Anfänger gelegte Steinblöcke in Verband. Mit Beibehaltung desselben Systems könnten die Pfosten vielleicht mit besserer Wirkung durch Säulchen ersetzt werden, deren Kapitälchen jene Ueberlagen bildeten.

Nehmen wir nun in der mehrfach erklärten Weise die Pfosten oder Säulchen statt durch Tonnengewölbe nur durch Gurtbögen verbunden an, so ergibt sich die Notwendigkeit einer Ueberdeckung des Durchganges vermittels Steinplatten, welche von der so gebildeten Arkadenwand nach der geschlossenen Giebelmauer übergelegt sind. Bei einer der Steigung des Giebels folgenden Anlage der Bögen 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.

Wagerechter  
Abschluss  
der  
Umgänge.

Indes ist der Parallelismus jener Arkaden mit der Giebelsteigung keineswegs eine Notwendigkeit. Statt derselben kann auch bei gleicher Höhe der Arkaden ein wagerechter Abschluss stattfinden, und der Umgang entweder überdacht werden, oder anstatt jener Treppe ein zweiter unbedeckter Verbindungsgang zwischen den beiden den Giebel flankierenden Ecktürmen sich bilden. 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 Giebel-dreiecks darüber emporragt, oder sie kann die volle Höhe des Giebels einnehmen und somit einen wagerechten Abschluss der Westseite bilden. Letzterer findet sich z. B. an der Westseite der Kollegiatkirche von Mantes (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 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 mit einander verbunden sind, welche den Verbindungsgang trägt.

Gehen wir aber auf die gewöhnliche Anordnung zurück, wo das Mittelschiffsdach zwischen den Türmen durchschiesst, so sind die Giebelmauern hinter der Säulenstellung entweder bis oben hinauf geführt und daher gleichfalls wagrecht abgeschlossen, oder sie behalten ihre dreieckige Gestaltung, und es sind denselben den vorderen entsprechende, nur nach Massgabe der Giebelsteigung verkürzte Säulchen aufgesetzt, welche die Differenzen zwischen dem Giebel-dreieck und dem durch die vordere Säulenstellung im Aufriss gebildeten Rechteck ausgleichend die Bodenplatten des oberen Verbindungsganges tragen. Ein Beispiel derartiger Anordnungen 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 Kapitälchen 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 zu 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 der Anlage eines grossen, das Kreuzschiff beleuchtenden Radfensters darunter und sogar durch die notwendigerweise kleineren Dimensionen und daraus hervorgehende einfachere Ausführung geeignet, die Grösse und Pracht des unteren stärker hervortreten zu lassen. Die harmonische Wirkung des Giebeldreiecks kann dann noch gesteigert werden durch den Zusatz von drei kleineren gleichfalls runden, oder nach dem Dreibogen gestalteten, oder endlich gewöhnlichen Spitzbogenfenstern in den drei Winkeln des Dreiecks. Derselbe Zweck einer vollständigeren Uebereinstimmung der Durchbrechung mit der Form des Giebels wird ferner erreicht durch drei in's 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.

Freie Umgänge vor dem Giebel.

Rundfenster im Giebeldreieck.

Die Anlage solcher Rundfenster ist sehr wohl verträglich mit jener eines vor der Giebelmauer befindlichen Säulenganges, ja sie wirkt 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 entweder durch Fenster durchbrochen sein, oder 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.

Figurenschmuck im Giebel.

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 das Kruzifix 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 Blendern geteilt, welche mit einfachen Rundbögen geschlossen sind. Der mittlere ist ein kolossales Kruzifix vorgestellt, während in den Seitenblenden Maria und Johannes stehen.

Sowie in dem Lichtgaden der Giebelseiten, so sind auch in dem Dreieck derselben die Radfenster häufig durch Spitzbogenfenster ersetzt, und zwar entweder durch grosse pfostengeteilte mit Masswerk gefüllte, oder durch mehrere einfache neben einander gestellte. Die letzteren können dann entweder gleich hoch sein, oder nach der Mitte zu an Höhe zunehmen, so dass die ganze Gruppe der Giebelsteigung sich nähert

Spitzbogenfenster im Giebeldreieck.



oder derselben parallel wird. Bei gleicher Höhe kann dann über der Fenstergruppe eine zweite, etwa wieder konzentrische Durchbrechung sich finden.

Auflösung  
des Giebels  
in Wim-  
perge oder  
Staffeln.

An den späteren Werken ist das ganze Giebfeld durch fialenbekrönte Pfeiler in eine Anzahl von bogenüberspannten, häufig pfostengeteilten Feldern aufgelöst, die wieder nach oben mit Wimpergen abschliessen, welche sich zwischen jene Pfeiler verspannen.

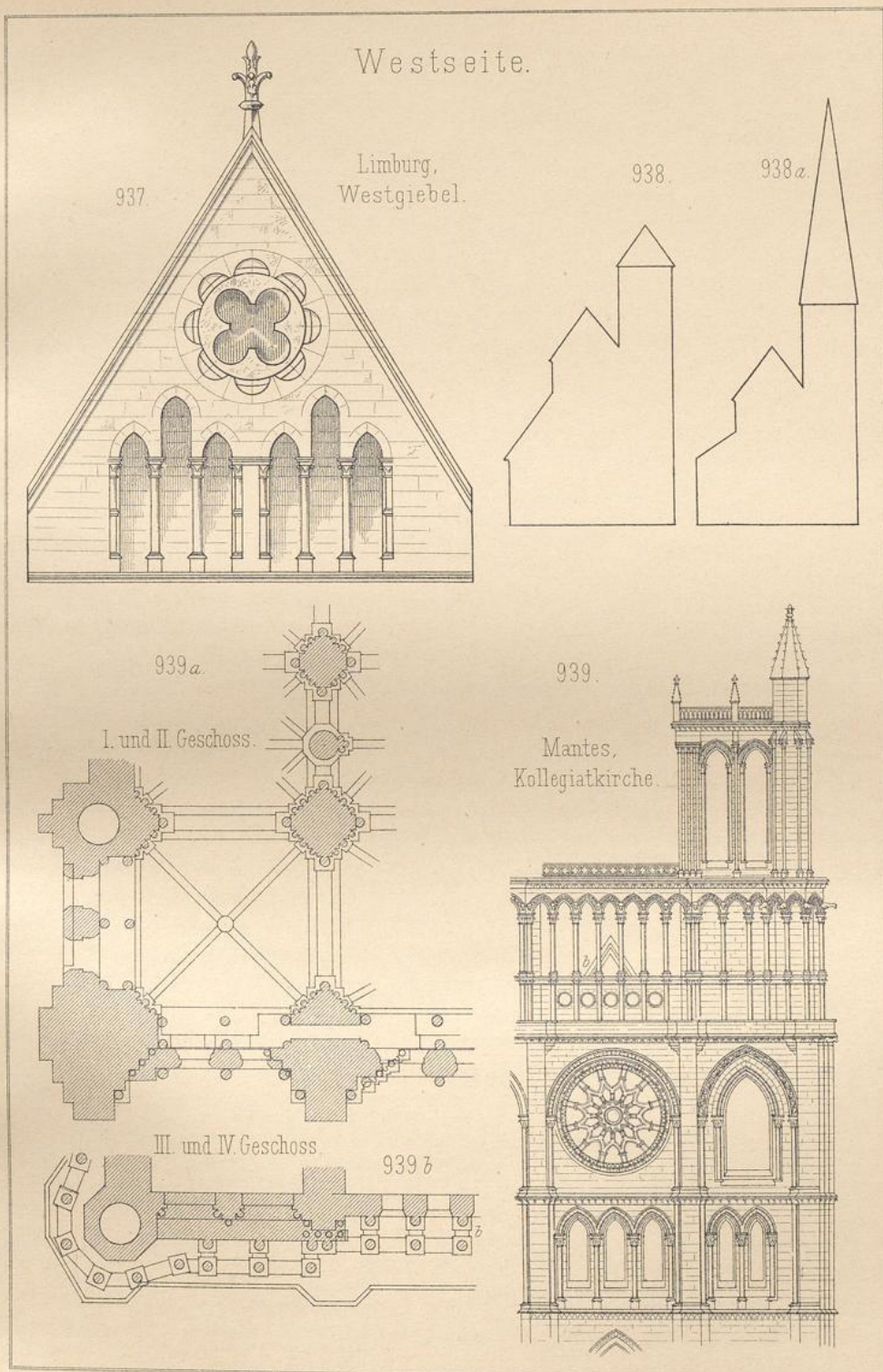
Durch eine derartige Anordnung, wie sie sich als frühestes und wohl auch bestes Beispiel an dem Westgiebel der Elisabethenkirche in Marburg findet, geht freilich die Dreiecksform des Giebels in eine abgetreppte über und wird nur teilweise durch die etwaigen Durchbrechungen der Blenden sichtbar. In Marburg ist dabei der Gesamtanordnung noch eine grosse, von der fast starren Wirkung der späteren Fialenentwicklungen weit entfernte Freiheit eigen.

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 Auskrägung der letztgenannten Fialen finden sich dann über den Seitenwimpergen wagrechte Simse, denen wieder 3 kleine Zinnentürmchen aufgesetzt sind, von welchen also das mittlere über der Wimpergenbekrönung steht, und zwischen welchen die wagrechte Linie des Simses durch je zwei halbe, den Türmchen anliegende, und eine mittlere ganze treppenförmige Zinne belebt ist.

Wenn dieser Giebel zu dem darunter befindlichen Westfenster, das etwa dem Schluss des 13ten oder dem Anfang des 14ten Jahrhunderts angehört, aber, wie das die Elisabethkirche überhaupt thut, der gleichzeitigen Entwicklung anderer Werke in etwas vorgreift, in schönstem Einklang steht, und es schwer fallen dürfte, über letzterem einen passenderen Abschluss zu finden, so bilden die übrigen Beispiele dieser Art in Nürnberg, Prag etc. nur Variationen desselben Themas, die sich von dem Marburger Beispiel zunächst durch eine mehrfältigere Teilung und dann dadurch unterscheiden, dass die Wimpergen der einzelnen Staffeln in wagrechter Richtung über die Giebelfläche sich zwischen die einzelnen Pfeiler verspannend fortsetzen, und dieselbe in mehrere Stockwerke abteilen.

Wenn an den Giebeln der Kreuzflügel und der Westseite der unter den Fenstern des Lichtgadens befindliche Umgang in derselben Weise wie an den Langseiten nach Art der Figur 913 angelegt ist, so geht dadurch für den oberen, in der Höhe der Dachbasis befindlichen, entweder isolierten oder die Dachgallerien verbindenden Umgang die Grundfläche zunächst verloren. An den Längensmauern ist das freilich ebenso der Fall, indes lässt sich hier leicht durch einen innerhalb der Mauerflucht über dem Kappenanschluss geschlagenen, auf die Gewölbstärke 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. 351 erwähnt. Andere Anordnungen würden in einer auf dem Rande des unteren Umgangs aufgesetzten Säulenstellung oder einem zwischen die Strebepfeiler 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 gegen die oben erwähnten Anordnungen wird die Galerie 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 gegenüber, zum Beweise, dass es bei völlig konsequenter Durchführung des Ganzen und den sich daraus fast mit Notwendigkeit ergebenden guten Verhältnissen 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 die Anlage flacherer 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 Neigungen der Mittelschiffsdächer können die Verhältnisse 5 : 7 — 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. Es sei z. B. Fig. 938a die Silhouette einer Kirche mit überhöhtem Mittelschiff und Turm auf einer Seite, welche nach dem eben angeführten Gesetz konstruiert ist und so mit Leichtigkeit ihre ansehnliche Höhe erreicht, 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 stumpfen Unentschiedenheit hervorbringen, und auch bei einfacher Anlage gewisser dekorativer oder konstruktiver Zusätze bedürfen, um über dieselbe hinaus zu kommen, 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.

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, da in der Gegenwart manche der alten Kirchendächer ernstlicher Hülfe bedürfen, die Gefahr nahe liegt, dieselben durch dem s. g. Zeitgeist angemessene Dachanlagen ersetzt zu sehen.

Möchten doch alle eines solchen Beginns Föhige vorher diejenigen Beispiele einer genaueren Prüfung unterwerfen, an welchen die genannte Umbildung der Dächer sich vollbracht zeigt und die

Dach- und  
Giebelneigung.



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 protest. Kirche in Fritzlar an, welcher man statt des alten steilen Giebeldaches über den beiden Schiffen ein niedriges Zeltdach 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 Zeltdach einseitig anschliesst.