



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Lehrbuch der gotischen Konstruktionen

Ungewitter, Georg Gottlob

Leipzig, 1890-

VII. Fenster und Masswerk

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

VII. Fenster und Masswerk.

1. Die Fenster im allgemeinen.

Entwicklung der Fenster.

Vor der allgemeinen Einführung der Verglasung war der Abschluss der Lichtöffnungen eine Frage, welche nicht nur die Ausbildung dieser Oeffnungen selbst, sondern die ganze Gestaltung des Bauwerkes einschneidend beeinflusste. Um für die Wohn- und Aufenthaltsräume grössere Lichtöffnungen zu schaffen, die geschützt gegen die Ungunst des Wetters und abgeschieden gegen den Lärm und Staub der Aussenwelt waren, sah man sich genötigt Vordächer oder Säulengänge den Räumen vorzulegen und diese möglichst gegen abgeschlossene Innenhöfe zu kehren. Dieses Oeffnen der Räume nach innen findet im Grundriss des antiken Hauses seinen sprechenden Ausdruck und wird in dem Kreuzgang der Klöster auf spätere Jahrhunderte übertragen, bei letzteren traten allerdings weitere Gründe für die Abscheidung von der Aussenwelt hinzu.

Nun liess sich aber nicht allen Fenstern eine derartig geschützte Lage anweisen, man musste sie oft genug in die Aussenwände legen, ganz besonders bei grossen weiträumigen Monumentalbauten. Handelte es sich um untergeordnete Licht- und Luftöffnungen, die vielleicht obendrein nach minder wichtigen Räumen führten, so liess man sie, wie noch heutigen Tags viele Turm- und Giebelfenster ganz ohne Abschluss, höchstens brachte man in besonderen Fällen Vergitterungen oder zeitweis zu schliessende Holzklappen vor ihnen an. Um das Hineinschlagen des Regens soviel wie möglich einzuschränken, machte man solche freie Oeffnungen relativ klein, da dann die grosse Mauerstärke schützend eingreift. Statt eines grossen Fensters stellte man mehrere kleine neben einander, die man unter Umständen durch einen gemeinsamen Bogen zusammenfasste, wodurch ihre Zusammengehörigkeit, ihr Eintreten für ein einziges grosses Fenster fassbar zum Ausdruck gelangt.

Die Fenster an den grossen Monumentalbauten, besonders den Kirchen ganz frei zu lassen, war selbst in den südlichen Ländern nicht immer geboten, ein zeitweiliges Schliessen durch Läden war aus künstlerischen und praktischen Gründen, besonders bei den hochliegenden Fenstern schwer ausführbar, man musste daher auf einen feststehenden, Licht einlassenden und doch thunlichst das Wetter abhaltenden Abschluss sinnen, den man zu byzantinischer Zeit in durchlöcherten, ausserdem oft reich gemeisselten Marmorplatten fand. (Ob und inwieweit dieselben teilweise schon eingesetzte Glasstücke aufwiesen, dürfte eine noch offene Frage sein.) Da diese Platten viel Licht verschluckten,

Geschützte
Lage der
Licht-
öffnungen.

Öffnungen
ohne
Abschluss.

Uebergang
zur
Verglasung.

machte man die Fensteröffnungen nicht gar zu klein, erst später, als man im 10. bis 11. Jahrhundert sich mehr und mehr der damals noch sehr kostbaren Verglasung aus farbigen Gläsern in Bleifassung zuwandte, brachte man sie auf das äusserste Mindestmass, so dass man selbst ältere grössere Fenster bisweilen nachträglich verkleinert zu haben scheint.

In demselben Grade, wie sich dann die Herstellung des Glases vervollkommnete und verbilligte, konnten sich die Fensterflächen ausdehnen, umso mehr als Hand in Hand damit die Ausbildung des Stützsystemes die Wand mehr in die Stellung des einfachen Raumabschlusses verwies, den man unbeschadet der Haltbarkeit frei durchbrechen konnte. Man war somit bei eintretender Gotik in die Lage versetzt, die Glasfläche nach den jeweiligen praktischen oder künstlerischen Forderungen im grossartigsten Massstabe zu entfalten, was man um so lieber that, als die inzwischen immer glänzender entwickelte Glasmalerei ein zauberhaft wirkendes Mittel dekorativer Ausstattung herlich.

Verglasung der Fenster.

Die Grösse leicht herstellbarer ebener Glasstücke war eine beschränkte, sie ging nach jeder Richtung nicht weit über die Länge einer menschlichen Hand hinaus. Man musste die Stücke so neben einander fügen, dass die Fuge weder Luft noch Wasser in lästiger Weise durchliess und benutzte als geeignetes Verbindungsmittel bald das sehr schmiegsame Blei, das bis in den Beginn unseres Jahrhunderts hinein seine unbeschränkte Bedeutung für die Herrichtung von Fenstersprossen behauptet hat. Die Bleisprosse, wie sie Fig. 1129—1129b etwa in natürlicher Grösse im Querschnitt zeigt, hat einen Mittelsteg, genannt die „Seele“ und zwei Flanschen, deren Breite zwischen 3 und 7 mm zu liegen pflegt. Die Sprossen goss man in Formen, erst seit der Renaissancezeit kam der „Bleizug“ in Gebrauch, dessen Verwendung man am Eindruck der Zahnräder auf der Seele erkennt. Nach der auf den Werkstisch gehefteten Zeichnung werden die Glasstücke zugeschnitten und dann von einer Ecke fortschreitend in die Nuten der zwischengelegten Bleistränge geschoben, letztere, die sich leicht jeder Biegung anschmiegen, lässt man so weit als möglich aus einem Stück durchlaufen; wo sie gegen einander stossen, werden die Enden mit dem Messer gerade oder schräg zusammengeschnitten und beiderseits überlötet. Ist in dieser Weise eine Tafel von rechteckiger, quadratischer oder einer anderen, der Masswerkteilung entsprechenden Form zusammengestellt, so wird sie an ihrem Umriss durch einen gewöhnlichen oder nur einseitig ausgebildeten Bleistrang (Randblei) umzogen; obwohl sich diese Bleiumfassung der Tafeln nicht immer an den mittelalterlichen Werken findet, ist es gut, sie zu machen.

Die Breite der Tafeln lässt sich der nötigen Steifigkeit wegen nicht gut über 60 bis 100 cm steigern, gewöhnlich beträgt sie nur 50—75 cm, man ist bei solchen Tafeln ohnedies schon gezwungen, einzelne dünne runde (selten eckige) Eisen von 6—10 mm Durchmesser, sogenannte Windeisen überzulegen, die durch umgewickelte, auf die Bleisprossen gelötete Bleihafter befestigt werden. Man legt sie am besten nach der kürzesten Richtung der Tafel, lässt sie aber auch wohl, damit sie den freien Durchblick nicht stören, mit den Sprossen schräg oder selbst gekrümmt laufen. Die Enden der Eisen sind gewöhnlich platt geschlagen, damit sie das Einklemmen der Tafelränder ermöglichen. Bei Fenstern, die dem Winde besonders stark ausgesetzt sind, dürfen Windeisen von mehr als 60 cm Länge bei 20—30 cm Abstand nicht unter 1 cm dick sein, wenn sie ein Einbiegen oder selbst ein Eindringen der Tafel verlässlich verhüten sollen, besonders soll man bei wertvollen Glasmalereien kräftige und dichtliegende Windeisen

Grösse der
Glasstücke.

Verbindung
der Blei-
sprossen.

Tafelgrösse,
Windeisen.

verwenden und die Tafelbreite nicht wesentlich über 60 cm hinausgehen lassen. Für Fenster, die dem Winde wenig oder gar nicht ausgesetzt sind, fallen diese Bedenken fort, sie bedürfen nur einzelner dünner Eisen, welche die ebene Fläche der Tafel erhalten.

Ueber die Technik der Glasmalerei sei nur kurz eingeschaltet, dass man zu romanischer und frühgotischer Zeit nur eine einzige dunkelbraune Malfarbe, das Schwarzlot kannte, mit welcher die Umrisse, Blattrippen und dunkleren Gründe des Ornaments aufgetragen wurden, im Uebrigen musste jeder Farbton, selbst in einer kleinen Fläche als besonderes Glasstück eingesetzt werden. Grosse Flächen derselben Farbe, welche die Glasabmessungen überstiegen oder ihrer hakenförmigen Gestalt wegen nicht gut zugeschnitten werden konnten, wurden mit Hülfe von Teilblei (Notblei) aus mehreren Glasstücken zusammengesetzt. Im XIV. Jahrhundert trat eine neue Malfarbe, das Kunstgelb hinzu, ausserdem begann man das rote Glas, welches stets Ueberfangglas war, stellenweis hell auszuschleifen; später stellte man auch andere Farben als einerseits oder beiderseits überfangene Gläser her und am Ausgang des Mittelalters begann man nach einander alle Farben aufzumalen. Diese Umgestaltungen entsprangen anfangs aus der Umgehung zu vieler Notsprossen, später aus der geänderten Geschmacksrichtung; je weiter sich jedoch einerseits die Maltechnik vervollkommnete, um so mehr litt andererseits die architektonische Flächenwirkung Einbusse.

Neben den vielfarbigen Fenstern traten allein mit Schwarzlot in Schraffierungen gemalte Fenster (Grisaillen) unter zerstreuter Verwendung farbiger Glasstücke oder auch ohne solche auf. Schliesslich wurden in Verfolg strenger Ordensvorschriften (Zisterzienser) an Stelle der vielfarbigen Fenster auch solche aus farblosem Glase in Bleimusterung häufiger angewandt, von denen aber wenig erhalten ist.

Am höchsten in ihrer monumentalen Wirkung dürften wohl unbestreitbar die mosaikartig aus satten Tönen zusammengesetzten Fenster der früheren Zeit sein, die in ihren ornamentalen, architektonischen wie figurlichen Darstellungen stets ein einheitliches, der Fläche sich einordnendes, reiches aber ruhiges Gesamtbild liefern. (S. SCHÄFER und ROSSTÄUSCHER, ornamentale Glasmalereien.)

Nur bei Fenstern sehr geringer Grösse, kleinen Rundfenstern oder Masswerkteilen ist es möglich, die ganze Oeffnung mit einer einzigen, in oben beschriebener Art zusammengesetzten Glastafel zu schliessen, in der Regel erfordern die Fenster eine Aneinanderreihung mehrerer Tafeln. Sind die Tafeln allein der Höhe nach zusammengesetzt (Fig. 1130), so kann das Fenster nur ein Lichtmass von 70—90, höchstens 100 cm erhalten, ist dagegen eine Teilung auch in der Breite durchgeführt (Fig. 1131 und 1132), so lässt sich die Fensterweite auf etwa 150 cm steigern, damit sind für gewöhnlich die Grenzen erreicht. Liegt die Notwendigkeit vor, eine breitere Wand zu durchbrechen, so muss man mehrere solcher Fensterflächen neben einander verwenden, die entweder durch volle Mauerstücke oder doch wenigstens durch steinerne Pfosten von einander getrennt sind.

Grösse ver-
glaster
Fenster.

In der Zeit um 1200, als der Drang, weite Oeffnungen zu schaffen, stark hervortrat, das Masswerk aber seine Entwicklung erst begann, kommen Fenster von mehr als 1½ ja selbst mehr als 2 m vor (Reims etc.), die dann in ein ganzes Netz quadratischer Felder unter Verwendung kräftiger Eisenstangen zerlegt waren.

Es handelt sich nun darum, die einzelnen Glastafeln in dem Fenster zu befestigen. Da wo sie seitwärts an das Gewände oder den Mittelpfosten stossen, werden sie entweder in eine Nut geschoben (s. Fig. 1133), wobei die Tafel während des Einbringens nötigenfalls etwas gekrümmt wird, oder es wird die Glastafel vor einen Falz gelegt (Fig. 1134), der nur einer Breite von 1—1½ cm bedarf. Bei stark dem Winde ausgesetzten Fenstern pflegt man den Falz nach aussen zu legen, also das Fenster von aussen vorzubringen, so dass sich der Falzverstrich an der Aussenseite befindet und der Wind das Fenster gegen den Falzanschlag presst. Geschützt und dem Auge nahe gelegene Fenster werden aber auch recht oft von innen vorgelegt. Der Falz bez. die Nut wird mit Haarkalk, neuerdings meist mit Glaserkitt oder weniger gut mit Zement verstrichen.

Anschluss
der Vergla-
sung an
Laibung und
Pfosten.

Die Berührungslinie zweier benachbarter Tafeln bedurfte der Befestigung und Dichtung wegen besonderer Vorkehrungen. Es wurden hier starke Eisenschienen von 25—40 mm Breite und 8—15 und mehr mm Dicke, die den Namen Sturmstangen (Fig. 1135) führen, angebracht, sie greifen mit den Enden 4 bis 8 cm tief in die Gewände oder Pfosten ein und werden am besten gleich beim Mauern eingelegt und mit Blei fest eingegossen oder sonst so befestigt, dass sie sich nicht lockern können. Weniger gut ist das nachträgliche Einsetzen, das sich durch Einschieben eines Endes in ein stärker vertieftes Loch und nachträgliches teilweises Zurückziehen ermöglichen lässt.

Sturm-
stangen und
Deck-
schienen.

Die Sturmstangen müssen mit der einen Fläche bündig mit dem Anschlag des Falzes liegen, damit sich die Glastafel ringsherum gleichmässig anlegen kann. Um die Verglasung zu halten bez. anzupressen, trägt die Sturmstange auf ihrer Mittellinie in 20—30 cm Abstand vorspringende Lappen oder Krampen, *k* in Fig. 1135, durch welche nach Vorbringen der Tafel kleine Keile oder gekrümmte Splinte *s* in Fig. 1135 gesteckt werden. Statt die Splinte unmittelbar gegen das Randlei treten zu lassen, wird besser eine Deckschiene eingeschaltet (s. *d* in Fig. 1135). Sie hat gleiche Breite mit der Sturmstange bei einer Stärke von nur 3—5 mm und fasst mit schlitzartigen Öffnungen über die Krampen, durch Anziehen der Keile wird die Verglasung dicht zwischen Sturmstange und Deckschiene eingeklemmt. Krampen und Deckschiene sind naturgemäss nach derjenigen Seite gerichtet, von welcher die Glastafel vorgelegt wird, also gewöhnlich nach aussen.

Kommen bereits bei breiten Langfenstern (Fig. 1131 und 1132) Ueberkreuzungen von wagrechten und senkrechten Sturmstangen vor, so treten selbige noch mehr auf bei grossen Rund- oder Masswerkfenstern, es können sich dort Teilungen nach Art der Figuren 1136—1136 b ergeben. Bei den sog. Vielpassen pflegt meist eine Sturmstange kranzförmig durch die Enden der Nasen zu laufen (Fig. 1136 c). Es ist natürlich, dass die ganze Musterung des Fensters thunlichst in Einklang mit den Sturmstangen gesetzt wird, so dass auch letztere eine reiche Anordnung annehmen können, wofür Fig. 1137 von der Westseite der Kathedrale von Reims ein Beispiel bietet.

An den Kreuzpunkten der Sturmstangen ist eine Ueberblattung wegen der damit verbundenen Schwächung zu meiden, sie müssen, wie das die alten Werke zeigen, über einander gekröpft werden (s. Fig. 1138).

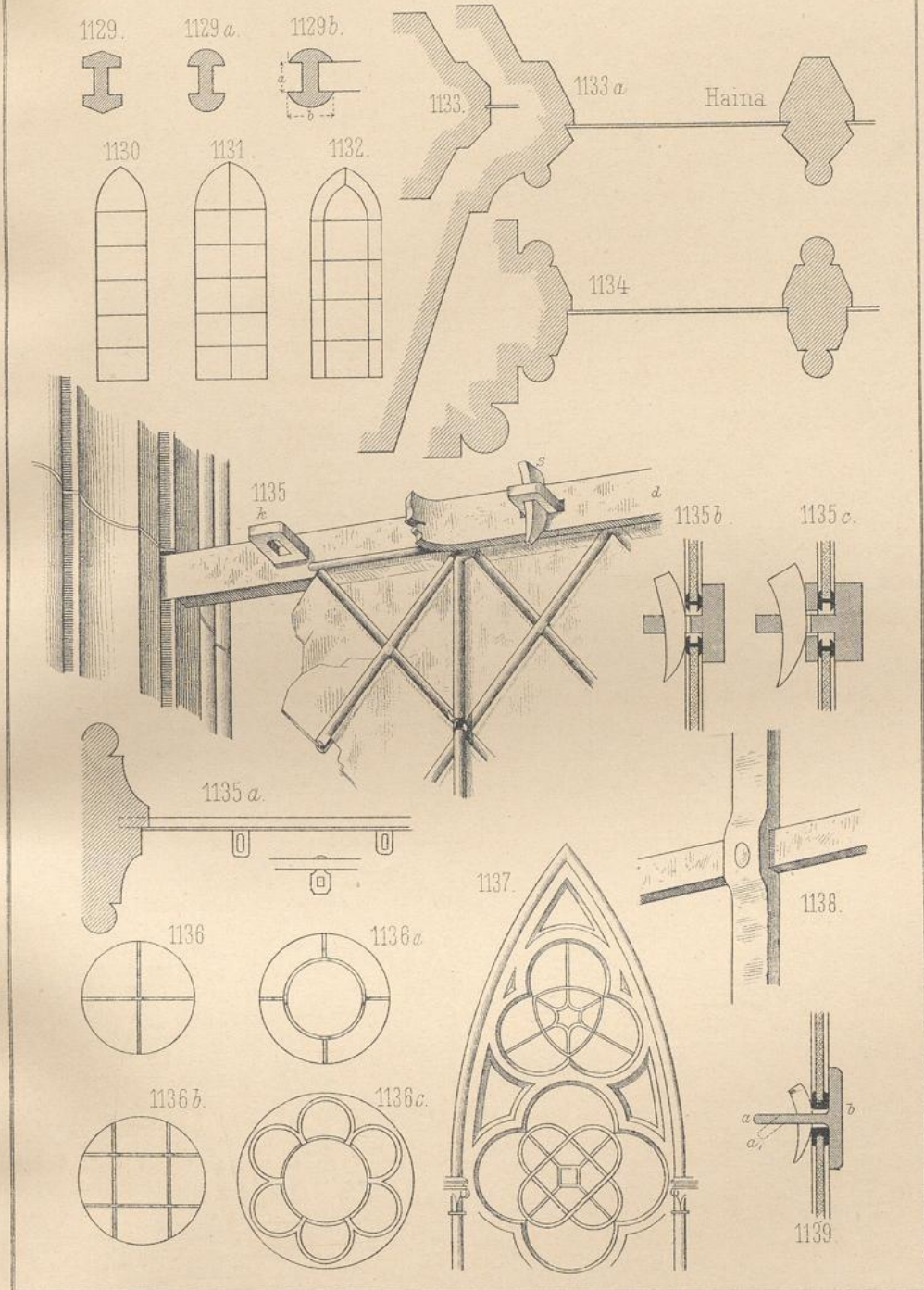
Von den Deckschienen lässt man an den Kreuzpunkten die eine durchlaufen, während die andere mit den Enden stumpf vorstossen kann, überhaupt verlangen die Enden dieser Eisen auch an den Gewänden keine besondere Befestigung. Bei neueren Fenstern hat man zuweilen eine schmale Deckschiene um den ganzen Umriss des Fensters herumgeführt, um die Glastafel auch gegen den Steinfalz zu drücken, es ist das in der Regel aber nutzlos, eine gute Verkittung genügt meist, die gegen das Gewände ausmündenden Windeisen werden aber in kleine Löcher des Gewändes oder in die Nut mit eingeklemmt.

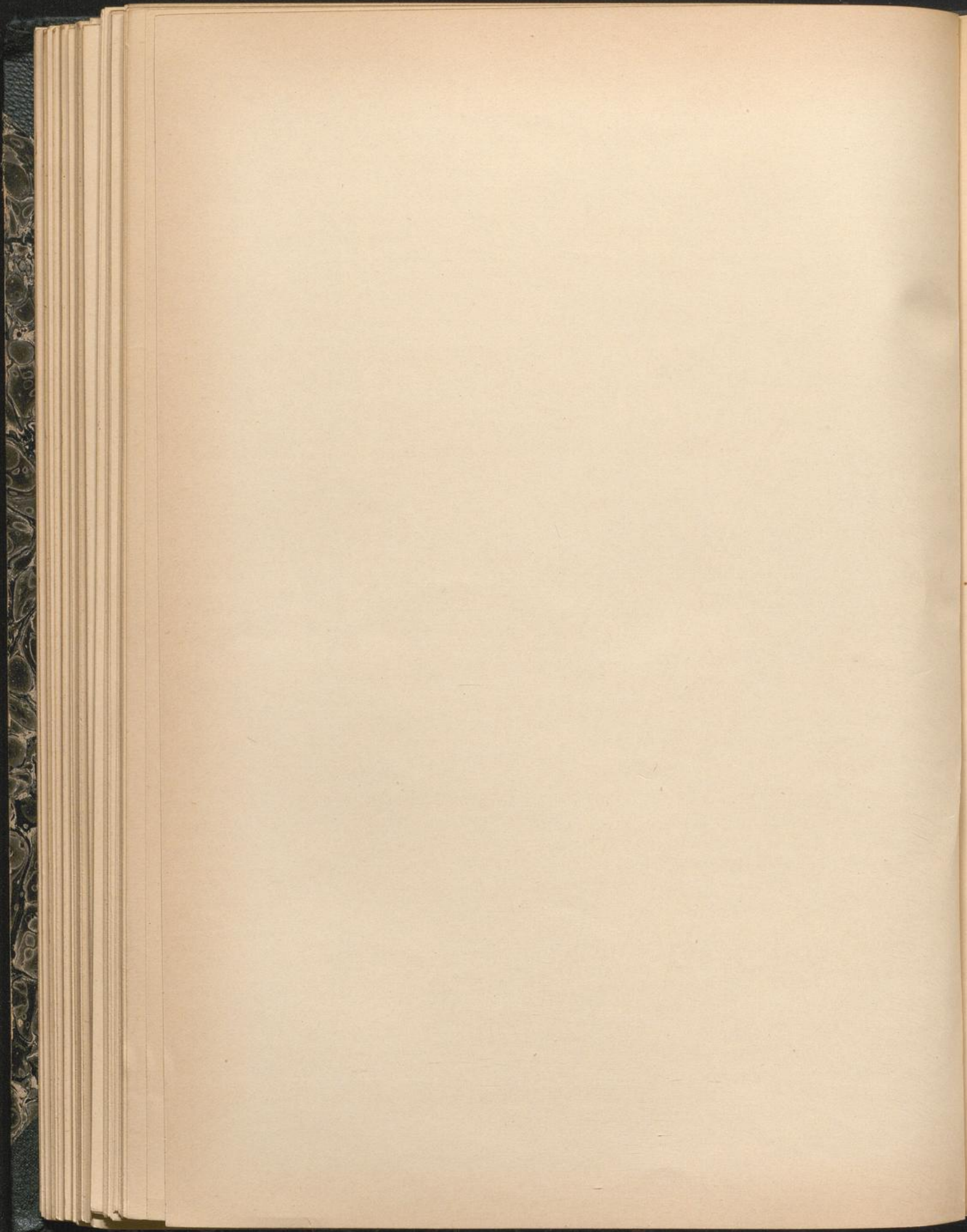
Damit das Sturmeisen dem Winde gut widersteht und nicht zu stark schwankt, darf man es nicht zu dünn nehmen und muss man die Enden unbeweglich einspannen. Ein Eisen mit beweglichen Enden bricht $1\frac{1}{2}$ mal leichter und biegt sich 5 mal so stark durch wie ein festliegendes Eisen gleichen Querschnittes.

Stärke und
Querschnitt
der Sturm-
eisen.

Unter der Annahme eines Winddruckes von 120 kg auf 1 qm und einer zulässigen Beanspruchung des Eisens von 1000 kg auf 1 qcm sind in der nachfolgenden Tabelle die erforderlichen Stärken der Sturmeisen für verschiedene Längen und Abstände von einander zusammengestellt.

Verglasung der Fenster.





Stärke der Sturmstangen.

Freie Länge in cm	Abstand in cm	Geeignete Stärken und Durchbiegung δ bei Wind von 120 kgr auf 1 qm.								
		Breite mm	Dicke mm	δ mm	Breite mm	Dicke mm	δ mm	Breite mm	Dicke mm	δ mm
75	60	25	9	2,0	30	8	2,1	35	8	2,3
75	90	25	11	1,6	30	10	1,7	35	9	1,9
100	60	25	12	2,6	30	11	2,8	35	10	3,1
100	90	30	14	2,3	35	13	2,5	40	12	2,7
125	60	30	14	3,6	35	13	3,9	40	12	4,1
125	90	30	17	2,9	35	16	3,1	40	15	3,4
150	60	30	17	4,4	35	15	4,6	40	14	5,0
150	90	30	20	3,5	35	19	3,8	40	18	4,0

Anm: Die Dicken sind auf ganze Millimeter abgerundet und zwar bei Bruchteilen über $\frac{1}{2}$ nach oben.

Die Tabellenwerte, welche wieder eine auffallende Uebereinstimmung mit den Erfahrungen der Alten zeigen, sind unter der Annahme einer festen Endenspannung aufgestellt, kann letztere nicht mit Sicherheit vorausgesetzt werden, so sind die Dicken der Eisen um $\frac{1}{5}$ zu vergrößern, damit die Materialbeanspruchung die gleiche bleibt; ein solches stärkeres Eisen biegt sich bei beweglichen Enden aber immer noch fast 3 mal so stark durch, als es die Tabelle unter δ für das festliegende dünnere Eisen angibt.

Die 125 bez. 150 m langen Stangen kommen nur für Fenster mit senkrechten Teilungen (Fig. 1131 und 1132) in Frage, bei diesen ist auf die versteifende Wirkung der langen Vertikalstangen so wenig zu rechnen, dass die Querstangen allein im Stande sein müssen, dem Winddruck zu begegnen. Für solche grosse Längen kann man bei weniger streng historisch durchgeführten Neubauten unter Ausnutzung der Fortschritte unserer Walztechnik auch T-Profile von $3\frac{1}{2}$ — 5 cm Breite benutzen, deren liegender Steg *ab* unmittelbar zum Durchstecken der Keile verwertet werden kann. (Fig. 1139.) Durch Niederbiegen der Vorderkante von *a* nach *a*₁ würde sich eine die Unterfuge schützende Tropfkante bilden, zu gleichem Zwecke liesse sich ein Blei-, Kupfer- oder Zinkstreifen über das Eisen biegen, welcher zugleich gegen Rost schützen und eine innere Schwitzwasserrinne abgeben könnte. Im Allgemeinen bewähren sich aber die Konstruktionen des Mittelalters so gut, dass sie kaum einer Vervollkommnung bedürftig sind.

Fenstergewände und Sohlbänke.

Unverglaste Oeffnungen pflegen die Wand einfach rechteckig oder mit Abtreppungen zu durchsetzen (Fig. 1140—1141). Etwaige Verschlussläden legen sich vor die Fläche der Wand oder eines Anchlages (Fig. 1140 a), oder sie schlagen in einen eingetieften Falz (Fig. 1140). Die verglasten Fenster haben im Gegensatz dazu von den ältesten Zeiten an sehr häufig schräge Laibungen, auf die man bei der geringen Fensterweite in verhältnismässig dicken Wänden des Lichteinfalls wegen notgedrungen geführt werden musste. Die Schräge zeigt sich in ihrer schlichten Gestalt (Fig. 1143 und 1143 a), sie tritt mit mehr oder weniger reichen Gliedern in Verbindung (Fig. 1143 b und 1143 c) oder ist ganz in Gliederungen aufgelöst (Fig. 1145), wie die in der mittleren Gotik oft auftretenden Gewände 1144 und 1144 a oder die spätgotischen 1145 und 1145 a. Als typisches Beispiel einer abgetrepten Fensterlaibung kann Fig. 1142 gelten, 1142 a zeigt dieselbe auf Ziegelstein übertragen vom Westbau des Domes zu Riga (Mitte 13. Jahrh.). Weitere Beispiele von Laibungen sind in den Figuren 1146 und 1148—1148 c enthalten.

Form der
Laibung.

Die Beziehungen des Fensters zu dem umschliessenden Schildbogen sind schon weiter oben (S. 350) besprochen, ebenso ist schon darauf hingewiesen, dass die Fensterlaibungen unter Umständen mit den Seitenflächen der Strebepfeiler verwachsen oder selbst sich in dieselben hineinschieben können.

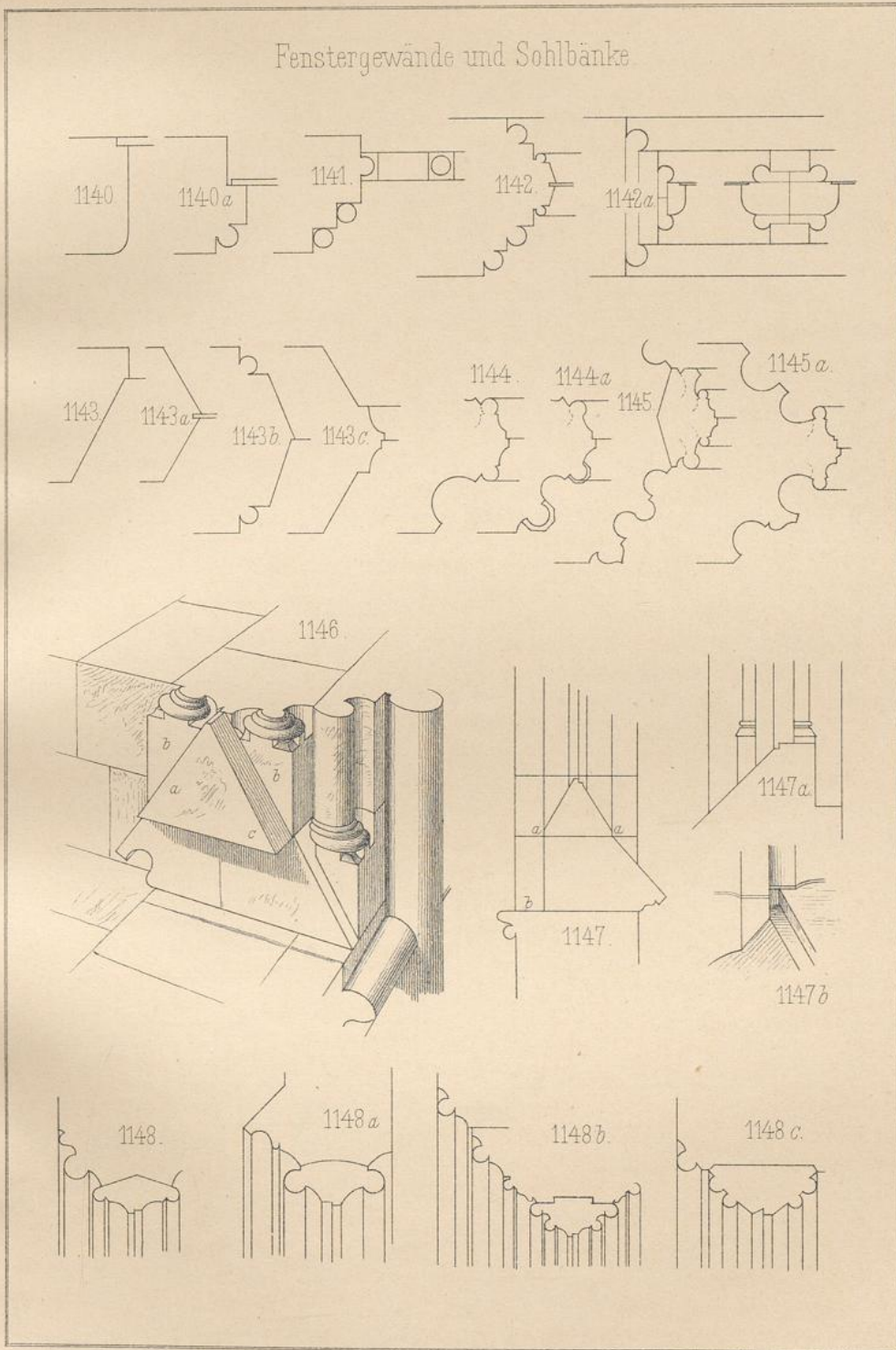
Bei Fenstern mit Mittelpfosten verlangt die regelrechte Ausbildung des Masswerkes (siehe hinten) ein Herabführen der Pfostenglieder an den seitlichen Gewänden, so dass sich hier vorgelegte Halbpfosten, sogenannte Wandpfosten ergeben.

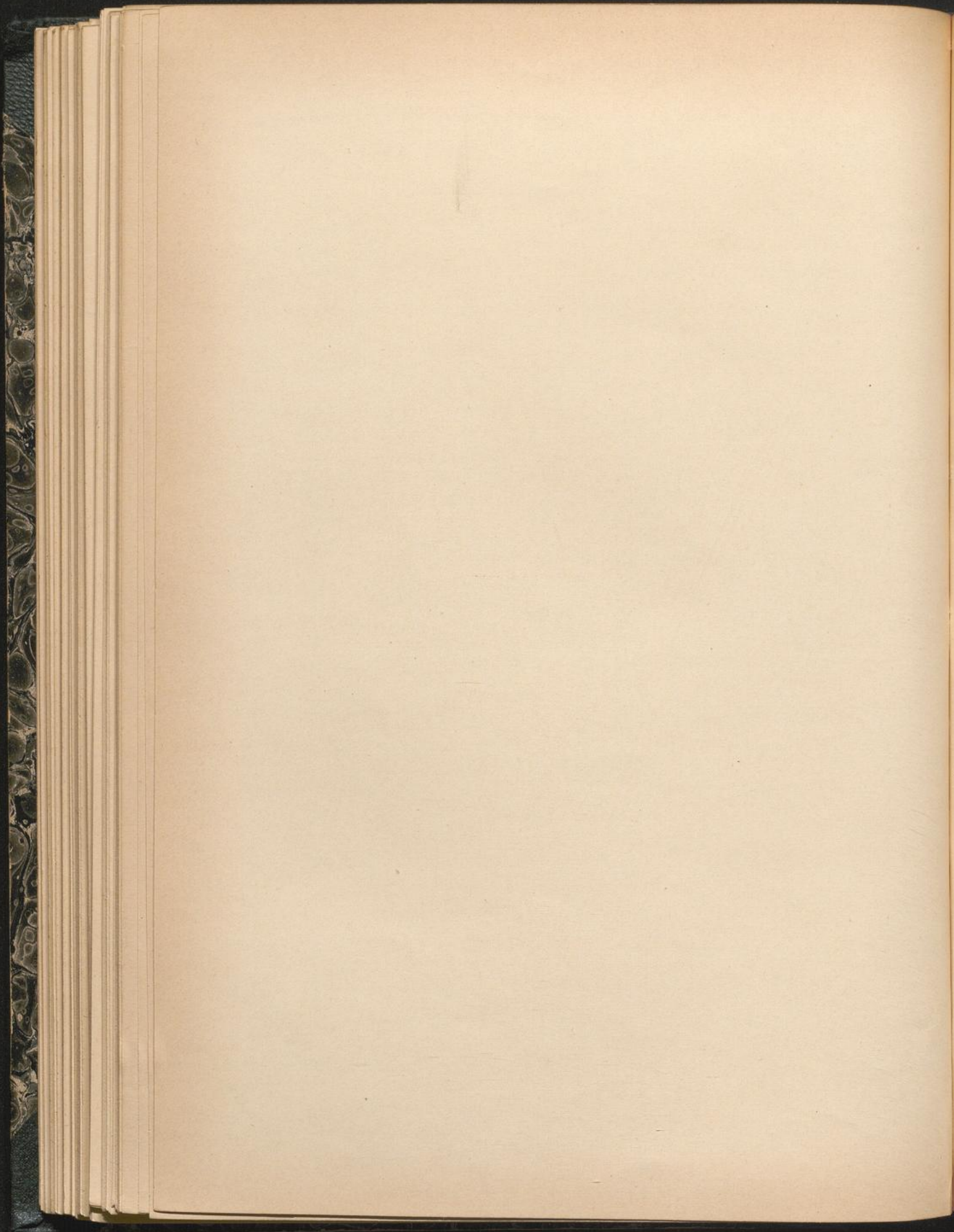
Die Wandpfosten sind dem Gewände oder, wo solches wegfällt, den Strebepfeilern eingebunden, so dass ihre einzelnen Stücke in den Schichtenhöhen bleiben. Seltener bestehen sie aus hohen auf's Haupt gestellten Stücken, welche dann in derselben Weise, wie weiterhin von dem Masswerk gezeigt wird, mit dem Gewände in Verbindung stehen. Häufiger kommen beide Konstruktionen vereinigt an demselben Fenster vor, wie das S. 172 hinsichtlich der Dienste gezeigt wurde.

An dem untersten Werkstücke derselben bleiben dann die Ansätze für die Sohlbank stehen (s. *a* in Fig. 1146), aus deren Höhe in der Regel die Sockel der die Pfosten begleitenden oder bildenden Säulchen *b* genommen sind. Es ist diese Konstruktion der häufig angewandten gegenüber, wonach die Sohlbänke auf die Fensterbreite aus einem Stück gemacht sind, welches unter die Gewände fasst, um deswillen vorzuziehen, weil dadurch der Bruch der Sohlbank vermieden wird, welcher unvermeidlich eintritt, wenn die unter die Gewände fassende Sohlbank in der Mitte untermauert ist und eine stärkere Senkung der Gewände eintritt. Die Entfernung der Stossfuge von der Gewändegliederung, also die hakenförmige Gestalt des Werkstückes ist nötig, um das am Gewände hinabfliessende Wasser nicht unmittelbar der Fuge zuzuführen. Die Sohlbänke bestehen je nach der Stärke der Mauer in der Regel aus zwei oder mehreren aufeinandergelegten Werkstücken, nur bei geringer Stärke aus einem. Das Vorhandensein von Lagerfugen führt dann darauf, die Neigungswinkel der Sohlbank grösser als nach 45° zu machen, damit die Kanten *c* der Werkstücke nicht zu spitzwinklig ausfallen. Zuweilen findet sich etwa nach Fig. 1147 der obere Sohlbankstein in der Breite des Pfostens aus einem Stück gebildet, jedoch so, dass die Schräge unten nicht bis zur Kante hinabreicht, sondern ein kleines, den spitzen Winkel beseitigendes senkrecht Plättchen *a* stehen lässt, unter welches sich aussen die weitere Fortsetzung des Wasserschlages setzt, während innen die Sohlbank durch eine wagrechte Fläche *b* ihren Abschluss finden kann. Bemerkt sei noch, dass ein steiler, wenn möglich weit über 45° hinausgehender Neigungswinkel der Sohlbank immer eine günstige und durch den Gegensatz zu den sonstigen lotrechten und wagrechten Flächen belebende Wirkung hervorbringt, die Anordnung der Sockel der mit den Pfosten verbundenen Säulchen erleichtert und flacheren Neigungen gegenüber den Vorteil bietet, in grösserer Höhe sichtbar zu sein. Die Basen der Säulen können entweder alle in gleicher Höhe liegen, oder wie in Fig. 1146 sich durch die verschieden hoch liegenden Lagerfugen bestimmen. Selten liegen sie oberhalb der Sohlbank.

Die freistehenden Teilungspfosten sind aus hohen auf dem Haupt stehenden Stücken gebildet und behaupten an den älteren Werken ohne durchgehende Eisenschienen allein durch ihre Schwere die lotrechte Stellung. An vielen späteren Werken dagegen finden sich die Pfosten so überschlank gebildet, dass sie jener Sicherung allerdings benötigt sind. Es bedarf wohl keiner Erklärung, wie sehr die ältere Weise vorzuziehen ist und wie schädlich jene Eisen werden können. Da aber eine Verstärkung

Fenstergewände und Sohlbänke





im Verhältnis der zunehmenden Höhe ihre Grenze hat, unter anderen des Aussehens wegen auf eine grössere Felderbreite führen müsste, als sie der Anlage der Verglasung günstig ist, so muss es geraten sein die Pfostenhöhe zu beschränken, entweder durch eine Verringerung der ganzen Fensterhöhe oder durch eine Hinabsenkung des Masswerks, derart dass es seinen Anfang schon unterhalb der Grundlinie des Fensterbogens einnimmt. Durch letzteres Verfahren wird zugleich (wie wir gleich näher sehen werden) die Schwere des Masswerks, also die Belastung der Pfosten, mithin die Stabilität vergrössert. An vielen Werken des 14. und 15. Jahrhunderts findet sich eine Versteifung der Pfosten hergestellt durch nasenbesetzte Spitzbögen, welche sich zuweilen auch mit reicheren Masswerkanordnungen, mit Dreipässen, Vierpässen oder nasenbesetzten Quadraten verbinden und so den Pfosten etwa in halber Höhe einen Querverband verschaffen, häufig auch fallen die Bögen weg und die Verbindung besteht blos in aneinander gereihten Quadraten oder selbst in wagrecht gelegten Pfostenstücken.

An dem unteren Werkstück der Pfosten bleiben in derselben Weise wie an den Wandpfosten die Ansätze für die Sohlbank stehen (s. Fig. 1146).

Das Ganze des Masswerks ist dann dem Fensterbogen in ähnlicher Weise wie eine Holzfüllung dem Rahmen eingeschoben, entweder nach einem Grat (s. Fig. 1148) oder einer Abrundung (s. Fig. 1148a). Ausserdem kommt oft die Einfassung (1148c) vor oder eine Verbindung auf Nut und Feder, welche der Natur des Steines und dem Zweck zufolge nur kurz, 3—5 cm lang, aber breit ist (s. Fig. 1148b). Bei VIOLLET LE DUC ist noch eine weitere Konstruktion angeführt, wonach das Masswerk dem Fensterbogen stumpf untersteht und durch einzelne aus letzterem sich herauschwingende den Trägern der Kapitäle ähnliche Hörner vor jeder seitlichen Abweichung gesichert wird.

Das Masswerk bildet unter Umständen (S. 500) für den Fensterbogen einen Lehrbogen und muss dann vor Zuwölbung des letzteren aufgestellt werden.

Stärke und Belastung der Pfosten.

Bestimmte Massverhältnisse zwischen den Pfosten und der Mauerdicke aufzustellen, wie es das spätere Mittelalter geliebt zu haben scheint (s. S. 352), z. B. die Pfostenstärke nach $\frac{1}{8}$, $\frac{4}{10}$ der Mauerstärke zu bemessen, muss als ein den Ueberlieferungen der Frühzeit und dem statischen Bedürfnis wenig Rechnung tragendes Verfahren bezeichnet werden. Es steht zwar nichts im Wege, den Pfosten kleiner Fenster an Masse zuzusetzen, um sie zu der Gewändegliederung oder zu grösseren benachbarten Fenstern in harmonische Beziehung zu setzen, im allgemeinen ist aber die Grösse, besonders die Höhe des Fensters entscheidend, so dass sich kleine Fenster in dicken Mauern mit verhältnismässig dünnen Pfosten begnügen können, während diese umgekehrt bei hohen Fenstern in dünnen Wänden nahezu durch die ganze Mauerdicke fassen müssen, um stabil zu sein.

Der Grundriss der Pfosten ist mit Rücksicht auf den Lichteinfall schmal und im Einklang mit den Laibungen nach aussen und innen verjüngt (Fig. 1149). Die Tiefe der Pfosten ist dagegen bedeutend, da sie nach dieser Richtung dem Winddruck zu widerstehen haben. Die meisten Pfostengrundrisse kann man nach Ausgleich der Vor- und Rücksprünge etwa auf den vereinfachten Grundriss Fig. 1150 zurückführen. Ein solcher Grundriss von der mittleren Breite b , der äusseren und inneren Breite $\frac{1}{2} b$ und der Tiefe $2 \cdot b$ hat eine Fläche $1,5 \cdot b^2$ und nach der grossen Richtung ein Träg-

Einfügung
des
Masswerks.

Grösse und
Form des
Querschnitts.

heitsmoment $\frac{5}{12} b^4$, nach der kleinen Richtung $\frac{5}{64} b^4$. Die eingetragene Kernfigur (vgl. S. 142) hat eine Länge von $\frac{10}{36} t$.

Der Pfosten muss so stark sein, dass er unter seiner Belastung nicht zerdrückt wird, dass er unter derselben nicht seitlich ausbaucht und dass er schliesslich nicht durch den Wind durchgebogen wird.

Bei nicht gar zu schlanken Pfosten richtet sich die Belastung, welche man ihnen zumuten darf, nur nach der Druckfestigkeit des Materials. Wegen der leicht eintretenden excentrischen Druckübertragung empfiehlt es sich, die Beanspruchung in mässigen Grenzen zu halten und bei Forderung einer reichlich 10fachen Sicherheit auf jedem qcm Querschnitt nur 5 kg bei Ziegelstein in Kalkmörtel, 10 kg bei gutem Ziegelstein in Zementmörtel oder gewöhnlichem Werkstein und höchstens 20 kg bei festem, mit besonderer Sorgfalt versetztem Werkstein zuzulassen. Danach würde ein Querschnitt von der Gestalt der Figur 1150 bei 15 cm Breite und 30 cm Tiefe also 338 qcm Fläche bei Ausführung in gewöhnlichem Ziegelstein $5 \cdot 338 = 1690$ kg, bei festem Werkstein $20 \cdot 338 = 6760$ kg aufnehmen können. In der Tabelle A auf S. 496 sind unter P die zulässigen Gesamtlasten (Oberlast nebst Eigengewicht) für eine Anzahl von Pfostenquerschnitten aufgeführt.

Uebersteigt der Pfosten eine gewisse Höhe, so wird die Gefahr des Ausbauchens grösser als die des Zerdrückens, in Folge dessen ist dann seine Belastung in entsprechend geringeren Grenzen zu halten. Man berechnet aus der gegebenen Pfostenhöhe l die zulässige Last N (und umgekehrt) nach der allgemeinen Knickformel:

$$N = n \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J}{s \cdot l^2}$$

Darin ist: N die aufruhende Last nebst dem Eigengewicht der oberen Pfostenhälfte in kg; n ein Koeffizient, der von der Einspannung der Enden abhängt und hier bei richtiger Ausführung zwischen 1 und 4 liegt, zur Sicherheit aber nur = 1 gesetzt werden möge; $\pi^2 = 3,14 \cdot 3,14 = rd 10$; E der Elastizitätsmodul, der nach den allerdings noch unvollkommenen Untersuchungen für Ziegelstein zu 150 000, für weichen Werkstein zu 250 000, für festen Werkstein zu 400 000 angegeben wird; J das Trägheitsmoment nach der betreffenden Biegrichtung; s ein Sicherheitskoeffizient, der = 10 gesetzt werden möge, und l schliesslich die Länge in cm.

Wenn keine Sturmisen vorhanden wären, so würde der Pfosten zunächst in seitlicher Richtung ausbauchen, also das kleinste Trägheitsmoment ($\frac{5}{64} l^4$ bei unserem Querschnitt) in Rechnung zu stellen sein. Die Tabelle giebt unter J_{min} diese Trägheitsmomente für die einzelnen Querschnitte an und weiter hinten in 3 Spalten unter l_1 die zulässige Pfostenhöhe bei voller Last P , bei halb so grosser Last und bei alleiniger Wirkung des Eigengewichtes. Einen Pfosten von 15 cm Breite bei 30 cm Tiefe würde man demnach bei voller Last 4,8–6 m, bei halber Last 6,8–8,4 und bei alleiniger Eigenlast selbst 12–16 m lang machen dürfen, um noch die wünschenswerte 10fache Sicherheit gegen seitliches Knicken zu haben.

Verlässt man sich darauf, dass die Sturmstangen eine genügende Verspreizung von Pfosten zu Pfosten bilden, so kommt ein Knicken nur nach der Tiefenrichtung in Frage. Das dann gültige grösste Trägheitsmoment findet sich in der Tabelle unter J_{max} , während die zulässigen Pfostenlängen in den 3 Spalten unter l_2 aufgeführt sind. Die zulässigen Längen sind bei voller Last ungefähr die 40fache Pfostentiefe. Würde man sich bei musterhafter Ausführung und tadellosen Baustoffen mit einer geringeren (z. B. 5- oder $2\frac{1}{2}$ - statt 10fachen) Sicherheit begnügen, so würde man die Tabellenwerte sogar noch um 50–100% steigern können, also die Pfosten bei genügender seitlicher Verspreizung selbst 60 oder 80mal so hoch machen als sie tief sind.

Die Möglichkeit so schlanker Pfosten hängt mit den Elastizitäts- und Festigkeitsverhältnissen der Steine zusammen, auch runde oder quadratische Pfeiler können bei Stein verhältnismässig viel

Grösste Belastung wegen der Druckfestigkeit.

Belastung und Pfostenhöhe wegen des Zerknickens.

schlanker sein als bei Holz oder Eisen. Während bei einer runden oder quadratischen Holzstütze schon bei einer Länge gleich der 10—13fachen Dicke leichter ein Knicken als ein Zerdrücken eintritt, findet dieses bei Steinpfeilern erst bei der 25—40fachen Dicke statt, ein Umstand, den die Alten wieder richtig erkannt und, wo es sein musste, ausgenutzt haben, wie es unter anderen die Pfeiler im Schloss zu Marienburg, der Briefkapelle zu Lübeck, einer Seitenkapelle des Rigaer Domes, die schlanken Säulchen vor der Rose des Strassburger Münsters zeigen. Bei stark belasteten Pfeilern wird man übrigens gut thun, die Schlankheit nicht über 1:20 bis 1:25 zu steigern.

Ist somit der Pfostenlänge hinsichtlich der Knickgefahr ein weiter Spielraum gelassen, so werden ihr um so engere Grenzen gezogen, wenn das Fenster einem starken Winddruck ausgesetzt ist, wie dieses die letzten drei Spalten der Tabelle zeigen, die nach der unten aufgeführten Formel berechnet sind. Ein Ziegelpfosten von 15 cm Breite und 30 cm Tiefe darf demnach bei 75 oder 100 cm Abstand nur 3,5 oder 3,1 m lang sein, bei Ausführung in Zementmörtel oder aus Werkstein 5,0 bez. 4,3 m und bei festem Werkstein 7,1 bez. 6,1 m. Das sind keine grosse Längen und doch ist ein für hochgelegene Fenster nur mässig grosser Winddruck von 120 kg auf 1 qm in Rechnung gebracht, während eine starke Kantenpressung bis zu 10 kg bei Ziegel in Kalkmörtel, 20 kg bei Ziegel in Zementmörtel oder Werkstein und 40 kg bei festem Werkstein zugelassen ist. Weit über die Tabellenwerte hinaus zu gehen, ist demnach nicht geraten, umso mehr als die Beanspruchung im quadratischen Verhältnis der Länge wächst und mit der Pfostenlänge auch die Gefahr unregelmässiger Ausführung sich steigert. Würden die Werte 2—3mal überschritten, so wäre selbst bei fehlerlosem Zustande ein Zerstoren durch den Wind zu erwarten, haltbar würde man so schlanke Pfosten nur noch durch genügend dicke, durchlaufende Sturmstangen machen können (s. S. 492), welche die Pfosten an die Fensterlaibungen festketten. Abgesehen von der Gefahr des Rostens hat das Verlassen auf durchgehende Eisen den grossen Mangel, dass die Pfosten starke, die Fugen lockernde Erschütterungen durchmachen, bevor das biegsamere Eisen zur Wirksamkeit gelangt.

Zulässige
Höhe wegen
des Wind-
drucks.

Der Wind übt auf einen Pfosten eine ähnliche Wirkung aus wie die Last auf einen scheinrechten Bogen, infolgedessen geben die Pfostenenden noch oben und unten einen mit dem Gewölbschub vergleichbaren Enddruck, welcher das auf den Pfosten ruhende Mauerwerk nach oben zu drängen sucht. Es muss sich deshalb ein genügend grosses Gewicht von Mauerwerk dem oberen Pfostenende entgegenstemmen können. Somit giebt es neben der oberen Grenze der Pfostenbelastung (s. P in der Tabelle) auch eine untere Grenze, wenn der Wind den Pfosten nicht durchdrücken soll. Dieser Umstand ist wichtig genug, eine nähere Betrachtung zu fordern.

Geringste
Last zur
Verhütung
der Durch-
biegung
durch Wind.

Damit der Pfosten durch den Wind nicht durchgedrückt wird, muss sich in ihm eine Stützlinie von der Pfeilhöhe x und den Endkräften D (s. Fig. 1151) bilden. Unter Aufstellung der Momentengleichung für die Pfostenhälfte erhält man für D und x die

Beziehung:
$$D \cdot x = \frac{1}{8} \cdot w \cdot l^2.$$

Darin ist l die Pfostenhöhe in Centimetern und w der auf den Pfosten nebst zugehöriger Glasfläche wirkende Winddruck für je 1 cm Höhe. Am oberen Pfostenende muss die Endkraft D oder genauer die senkrechte Seitenkraft derselben ebenso gross sein wie die obere Belastung des Pfostens, ist diese fest gegeben, so ist damit die Pfeilhöhe x der Stützlinie nach obiger Gleichung zu ermitteln. Je kleiner D wird, um so grösser wird x , nun darf letzteres aber eine bestimmte Grösse nicht überschreiten, wenn der Pfosten haltbar bleiben soll. Wird x gleich der Pfostentiefe t , so findet unbedingt Einsturz statt, da mit der Zugfestigkeit des Mörtels hier ganz besonders nicht gerechnet werden kann.

Grösste zulässige Belastung und Höhe von Fensterpfosten verschiedener Querschnitte.

Ausführungsart	Bezeichnung der Pfosten		Eigenschaft des Querschnitts				Druck auf 1 qcm	Grösste zulässige Gesamtlast P in kg	Zulässige Höhe der Pfosten in Meter bei genügender Sicherheit gegen								
	Querschnitt	Fläche F qcm	Kernlänge cm	Trägheitsmoment kleinstes J min.	grösstes J max.	Kriechen seitlich durch Last P h_1 in m			$\frac{P}{2}$ Last h_2 in m	Eigenlast durch h_3 in m	Kriechen n. d. Tiefe durch Last P h_4 in m	$\frac{P}{2}$ Last h_5 in m	Eigenlast durch h_6 in m	Biegung durch Wind bei Abstand v. M. z. M. 0,75 L in m	1,0 L in m	1,5 L in m	
Ziegelstein in Kalkmörtel, del. in Zement oder festem Werkstein.	10	20	150	5,6	781	4170	5 10 20	750 1500 3000	4,0 3,6 3,2	5,6 5,1 4,6	9,0 11 12	9,1 8,3 7,5	13 12 11	16 19 22	1,9 2,7 3,8	1,7 2,4 3,3	1,4 1,9 2,7
Ziegelstein in Kalkmörtel, del. in Zement oder festem Werkstein.	15	30	338	8,3	3960	21100	5 10 20	1690 3380 6760	6,0 5,4 4,8	8,4 7,6 6,8	12 14 16	14 13 11	19 18 16	20 23 —	3,5 5,0 7,1	3,1 4,3 6,1	2,5 3,5 5,0
Ziegelstein in Kalkmörtel, del. in Zement oder festem Werkstein.	20	40	600	11,1	12500	66600	5 10 20	3000 6000 12000	8,0 7,2 6,4	11 10 9	15 18 20	18 17 15	— 24 21	24 — —	5,5 7,7 11	4,7 6,7 9,4	3,8 5,5 7,7
Ziegelstein in Kalkmörtel, del. in Zement oder festem Werkstein.	25	50	937	13,9	30500	163000	5 10 20	4685 9370 18740	10,0 9,0 8,0	14 13 12	17 20 23	23 21 19	— — —	— — —	7,6 11 15	6,6 9,3 13	5,4 7,6 11
Ziegelstein in Kalkmörtel, del. in Zement oder festem Werkstein.	30	60	1350	16,7	63300	338000	5 10 20	6750 13500 27000	12 11 10	17 15 14	19 23 —	— — —	— — —	— — —	10 14 20	8,6 12 17	7,0 10 14
Ziegelstein in Kalkmörtel, del. in Zement oder festem Werkstein.	35	70	1840	19,5	117000	625000	5 10 20	9200 18400 36800	14 13 11	20 18 16	21 24 —	— — —	— — —	— — —	13 18 25	11 15 22	8,9 13 18

Anm.: Längen über 10 m sind auf ganze Meter abgerundet, Längen über 25 m sind nicht aufgenommen.
 Bei der Biegung durch Wind ist keine Zugfestigkeit vorausgesetzt, aber die nur selten eintretende grösste Kantendruckung als das Doppelte der Durchschnittsdruckung in Rechnung gestellt, also der Quadratcentimeter mit 10, 20, 40 kg je nach Material.

Tabelle B.
Geringste Belastung der Fensterpfosten zur Sicherung gegen Winddruck.

Pfosten- querschnitt	Abstand der Pfosten von Mittelp. Mitte m	Wind- druck auf 1 cm Pfeilhöhe w in kg	Geringste Belastung $D = \frac{w \cdot l^2}{8 \cdot x}$ bei einer Höhe des Pfostens l						Grösste zulässige Last P (vgl. Tabelle A)					
			2 m	3 m	4 m	5 m	6 m	8 m	10 m	Ziegel	gew. Werkstein	fester Werkstein		
10	20	0,75	450	1010	1800	—	—	—	—	—	—	750	1500	3000
	30	1,00	600	1350	2400	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		1,50	900	2030	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	30	0,75	300	675	1200	1875	2700	4800	—	—	—	1690	3380	6760
		1,00	400	900	1600	2300	3600	6400	—	—	—	—	—	—
	1,50	600	1350	2400	3750	5400	—	—	—	—	—	—	—	—
20	40	0,75	225	506	900	1400	2020	3600	5620	—	—	3000	6000	12000
		1,00	300	675	1200	1880	2700	4800	7500	—	—	—	—	—
	1,50	450	1010	1800	2810	4050	7200	11250	—	—	—	—	—	
25	50	0,75	180	405	720	1125	1620	2880	4500	—	—	4685	9370	18740
		1,00	240	540	960	1500	2160	3840	6000	—	—	—	—	—
	1,50	360	810	1440	2250	3240	5760	9000	—	—	—	—	—	
30	60	0,75	150	338	600	987	1350	2400	3750	—	—	6750	13500	27000
		1,00	200	450	800	1250	1800	3200	5000	—	—	—	—	—
	1,50	300	675	1200	1875	2700	4800	7500	—	—	—	—	—	
35	70	0,75	128	290	515	805	1160	2060	3220	—	—	9200	18400	36800
		1,00	171	386	686	1070	1540	2740	4300	—	—	—	—	—
	1,50	257	580	1030	1610	2320	4120	6440	—	—	—	—	—	

Anm.: Die Tabelle gilt für einen Winddruck von 120 kg auf 1 qm unter der Annahme, dass in jedem Pfostenquerschnitt der Druck in der mittleren Hälfte bleibt (Pfeilhöhe x der Drucklinie = $\frac{1}{2}$ t, s. Fig. 1151). Wird verlangt, dass der Druck im Kern bleibt ($x = \frac{10}{36}$ t), so sind die Werte von D mit 9:5 zu multiplizieren. Eine fortgesetzte Verringerung der Tabellenwerte von D würde selbst bei bester Ausführung einen Einsturz herbeiführen, noch bevor der Grenzwert $\frac{1}{2}$ D erreicht wäre.

Gewöhnlich wird man x nicht über etwa die Hälfte der Pfostentiefe anwachsen lassen dürfen oder wenn man noch sicherer gehen will nicht über die Kernlänge ($\frac{10}{36}t$). Wenn man ein solches x also $\frac{1}{2}t$ oder $\frac{10}{36}t$ in die Gleichung einsetzt, so findet man dadurch den zulässigen Mindestwert der Pfostenbelastung D . (Siehe die Tabelle B, dieselbe ist unter Annahme von $x = \frac{1}{2}t$ aufgestellt.)

Beispiel: Es soll ermittelt werden, wie schwer ein gewöhnlicher Werksteinpfeiler von 4 m Höhe bei 20 cm Breite und 40 cm Tiefe mindestens belastet sein muss, damit er genügende Sicherheit gegen einen Winddruck von 120 kg auf 1 qm bietet, wenn die Pfostenentfernung von Mitte zu Mitte 90 cm beträgt. In die Formel ist einzusetzen $x = 20$ cm, $l = 400$ cm und $w = 120 \cdot 0,90 : 100 = 1,08$ also:

$$D \cdot 20 = \frac{1}{8} \cdot 1,08 \cdot 400 \cdot 400, \text{ daraus folgt } D = 1080 \text{ kg als geringste Last.}$$

(Bei $x = 40$ cm also $D = 540$ kg würde bereits Einsturz erfolgen.) Will man eine noch weitergehende Sicherheit haben, so würde man x nur gleich der Kernlänge also 11 cm setzen müssen, was als geringste Last 1960 oder rund 2000 kg ergeben würde. Die grösste zulässige Last P dieses Pfeilers ist nach der Tabelle = 6000 kg, worin aber noch das Eigengewicht von etwa 500 kg einbegriffen ist, also ist die grösste Oberlast 5500 kg. Man hätte demnach so zu entwerfen, dass der Pfeiler höchstens 5500 kg, mindestens aber 1080 oder besser 2000 kg Last zu tragen bekäme, also $\frac{1}{2} - 1$ cbm Stein.

In ähnlicher Weise kann man für jeden einzelnen Fall eine obere und untere Belastungsgrenze berechnen, die übrigens beide um so enger zusammenfallen, je mehr sich die Pfeilerlänge der oberen zulässigen Grenze nähert. Bei den in den letzten 3 Spalten der Tabelle A angegebenen Pfeilerlängen fallen die grösste und kleinste zulässige Last gänzlich zu dem Werte P zusammen, wenn die Bedingung aufgestellt wird, dass der Druck im Kern bleiben und die Pressung bei Wind nicht über 10, 20 bzw. 40 kg an der Kante wachsen soll. Bei verhältnismässig langen Pfeilern muss also mit besonderer Sorgfalt die Last abgewogen werden, wenn das Material nicht über Gebühr beansprucht werden soll.

In der Tabelle B sind für 6 verschiedene Pfeilerquerschnitte die geringsten Belastungen zur Sicherung gegen einen Winddruck von 120 kg auf 1 qm aufgestellt und zwar für einen mittleren Abstand der Pfeiler von 0,75, 1,0 und 1,5 m bei einer Pfeilerhöhe von 2–10 m. Zum Vergleich sind die durch die Druckbeanspruchung gebotenen oberen Grenzen der Lasten, welche bereits in der Tabelle A enthalten, noch einmal in den 3 letzten Spalten aufgeführt. Zu der Tabelle sei bemerkt, dass die unter D aufgeführten geringsten Lasten hinreichen bei gut ausgeführten nicht gar zu stark den Stürmen ausgesetzten Fenstern, dass aber bei wenig guter Ausführung und ausgesetzter Lage eine Vergrösserung um $\frac{1}{4}$ oder das Doppelte geboten ist, während andererseits bei besonders geschützt liegenden Fenstern die Pfeilerlasten entsprechend verringert werden können.

Anwendung der vorstehenden Ergebnisse.

A. Länge und Stärke der Pfeiler. Es ist soeben gezeigt, welche Grenzen der Höhe eines Pfeilers von bestimmtem Querschnitt durch die Gefahr des Zerknickens, noch mehr aber durch die Windbeanspruchung gezogen werden (s. S. 495 und Tabelle A).

Beschränkung der Pfeilerhöhe durch Masswerk.

Um diese Grenzen einzuhalten, ist es das einfachste, die Fenster nicht übermässig hoch zu machen, die Pfeilerabstände gering zu halten und den Pfeilern selbst einen genügend starken Querschnitt zuzuweisen. Nun kann aber unter Umständen eine Steigerung der Fensterhöhe ohne eine zu grosse Verstärkung der Pfeiler erstrebenswert erscheinen. Das nächste Mittel dazu, das schon die früheste Gotik an die Hand giebt, bietet ein weit herabgeführtes Fenstermasswerk, das nicht nur architektonischen, sondern in mehr als einer Hinsicht auch praktischen Wert hat (s. S. 500). Ein Vergleich eines

spätgotischen Pfostenfensters (Fig. 1152) mit dem frühgotischen Masswerkfenster (Fig. 1153) zeigt, wie merklich verschieden sich die Pfostenlänge bei sonst gleicher Fenstergrösse herausstellt.

Ein zweites Mittel, die freie Pfostenlänge zu beschränken bietet ein arkadenartiges Masswerk im unteren Fensterteil, s. Fig. 1154.

Wo auch dieses noch nicht ausreicht, bleibt als drittes Mittel eine versteifende Zwischenteilung an einer Stelle oder selbst an mehreren Stellen übereinander, s. *ab* in Fig. 1155. Sie kann aus einem horizontal liegenden Pfostenstab, aus Bogenreihungen mit oder ohne Wimpergbekrönungen (Fig. 1155 b) oder schliesslich aus einem galerieartig durchlaufenden Masswerk (Fig. 1155 c) bestehen; unter Umständen kann zur Ueberwachung der Fenster an solchen Stellen selbst ein Umgang herumgeführt werden, der durch einen Bogen von den Laibungen aus oder durch besondere Stützen von unten getragen werden kann und um so wirksamer zur Versteifung des Fensters beiträgt.

Querversteifung
hoher
Pfosten.

All diese Querversteifungen, mögen sie durch die Mittelteilung *ab*, durch die unteren Arkaden bei *cd* oder durch die obere Masswerkfläche in der Höhe *ef* bewirkt werden, haben nicht allein ein Ausbauchen der Pfosten, sondern ein Eindrücken durch den Wind zu verhüten. Die Versteifung muss daher im Grundriss gesehen (vergl. Fig. 1156) wie ein scheinbarer Bogen wirken. Der Winddruck gegen Pfosten und Glas wird auf die Versteifung übertragen, es kommt z. B. auf den Punkt *p* der Steife *ab* (Fig. 1155) der Winddruck gegen die schraffierte Fläche, der sich aus dem Inhalt dieser Fläche multipliziert mit dem Einheitsdruck (z. B. 120 kg auf 1 qm) leicht berechnet. So erhält jeder Kreuzungspunkt seinen bestimmten Winddruck, vergl. K_1, K_2, K_3 im Grundriss Fig. 1156. Diese Kräfte setzen sich zu einer Stützlinie mit der Pfeilhöhe *x* zusammen, die man auf graphischem oder rechnerischem Wege näher verfolgen kann. Für letzteres Verfahren möge ein kleines Beispiel Platz finden.

Beispiel: Ein Fenster von 3,6 m Breite möge 3 Pfosten von 0,9 m mittlerem Abstand haben, welche aus Werkstein in dem in Fig. 1150 dargestellten Querschnitt von 20 cm Breite, 40 cm Tiefe, 600 qcm Fläche und 11 cm Kernlänge aufweisen. In mittlerer Höhe hat das Fenster einen horizontalen Stab von dem gleichen Querschnitt (*ab* in Fig. 1155), über und unter demselben beträgt die freie Pfostenlänge (*ae* und *ac*) 5,0 m. Der Winddruck auf jeden Kreuzpunkt (s. die schraffierte Fläche) beträgt demnach $5,0 \cdot 0,9 = 4,5$ qm mal 120 kg = 540 kg = $K_1 = K_2 = K_3$ (Fig. 1156). Stellt man die Forderung, dass die Stützlinie in dem Kern bleiben soll, dass also $x = 0,11$ m wird, so heisst die Momentengleichung für die Hälfte A B der Steife, auf welche der Druck K_1 und die Hälfte des Druckes K_2 wirkt, bezogen auf den Drehpunkt M:

$$H \cdot x = K_1 \cdot 0,90 + \frac{1}{2} \cdot K_2 \cdot 1,80.$$

Daraus berechnet sich nach Einsetzung der Werte $x = 0,11$, $K_1 = K_2 = 540$ die Schubkraft in der Steife zu: $H = 8833$ kg.

Das würde in dem 600 qcm grossen Querschnitt eine Durchschnittspressung von $8833 : 600 = 14,7$ kg oder bei der angenommenen Pfeilhöhe gleich der Kernlänge eine grösste Kantenpressung von doppelter Grösse, also 29,4 kg auf den qcm ergeben. Das sind Beanspruchungen, die bei sehr guter Ausführung in recht festem Werkstein noch zulässig sind.

Bei weniger festem Stein oder einer noch grösseren Breite des Fensters würde der einfache horizontale Pfostenstab nicht mehr genügen, man würde dann steifere Anordnungen zu wählen haben, z. B. zwei masswerkartig verbundene Stäbe übereinander, die sich dann in die Arbeit teilen würden. Eine ähnliche Versteifung muss im unteren Teile des Masswerkes in der Richtung *ef* und im oberen Abschluss der Arkaden *cd* (Fig. 1155) möglich sein, die Druckfläche des Windes ist hier aber event. etwas geringer.

Da die Querstreifen als scheinbare Bögen zu wirken haben, können die Stossfugen in ihnen entsprechend schräg geschnitten werden.

B. Belastung der Pfosten. Weiter oben (s. S. 494 und Tabelle A und B) ist gezeigt, welche grösste Last der Pfosten ohne zu grosse Beanspruchung tragen kann und

welche geringste Last er andererseits haben muss, um nicht durch den Wind durchgedrückt zu werden. Es kommt nun darauf an, die Pfostenlast in schicklicher Weise anzubringen; sie kann entweder beständig auf dem Pfosten ruhen oder aber nur dann zur Wirksamkeit gelangen, wenn der Wind den Pfosten zu kanten sucht.

Belastung
durch das
Masswerk.

1. Die vorzüglichste Lösung ist jedenfalls erzielt, wenn das Masswerk allein schwer genug ist, um als genügende Auflast zu dienen, was bei den meisten frühgotischen Masswerkfenstern der Fall ist. Die beste Ausführung vollzieht sich dann in der Weise, dass die Pfosten und das Masswerk erst nachträglich nach dem Setzen des übrigen Mauerwerkes eingesetzt werden, so dass oben zwischen Masswerk und Fensterbogen eine offene Fuge bleibt, während das Herausfallen des Masswerkes durch nutartige Verbindung u. s. w. verhütet wird (s. Fig. 1148—1148 c).

Zeitweise
Belastung
durch den
Fenster-
bogen.

2. Ein anderer Fall liegt vor, wenn das Masswerk an sich nicht schwer genug ist, um bei Wind die Pfosten standfähig zu erhalten, sich aber so unter den Fensterbogen legt, dass hier für gewöhnlich zwar keine erhebliche Kraftübertragung stattfindet, dass sich dagegen bei Wind das Masswerk fest unterpressen kann. Natürlich muss das Gewicht des Fensterbogens nebst dem darauf liegenden Mauerwerk mindestens so gross sein, dass es nicht gehoben wird (s. Tabelle B), andererseits kann aber diese obere Masse unbegrenzt vermehrt werden, da sie für gewöhnlich nicht auf die Pfosten drückt.

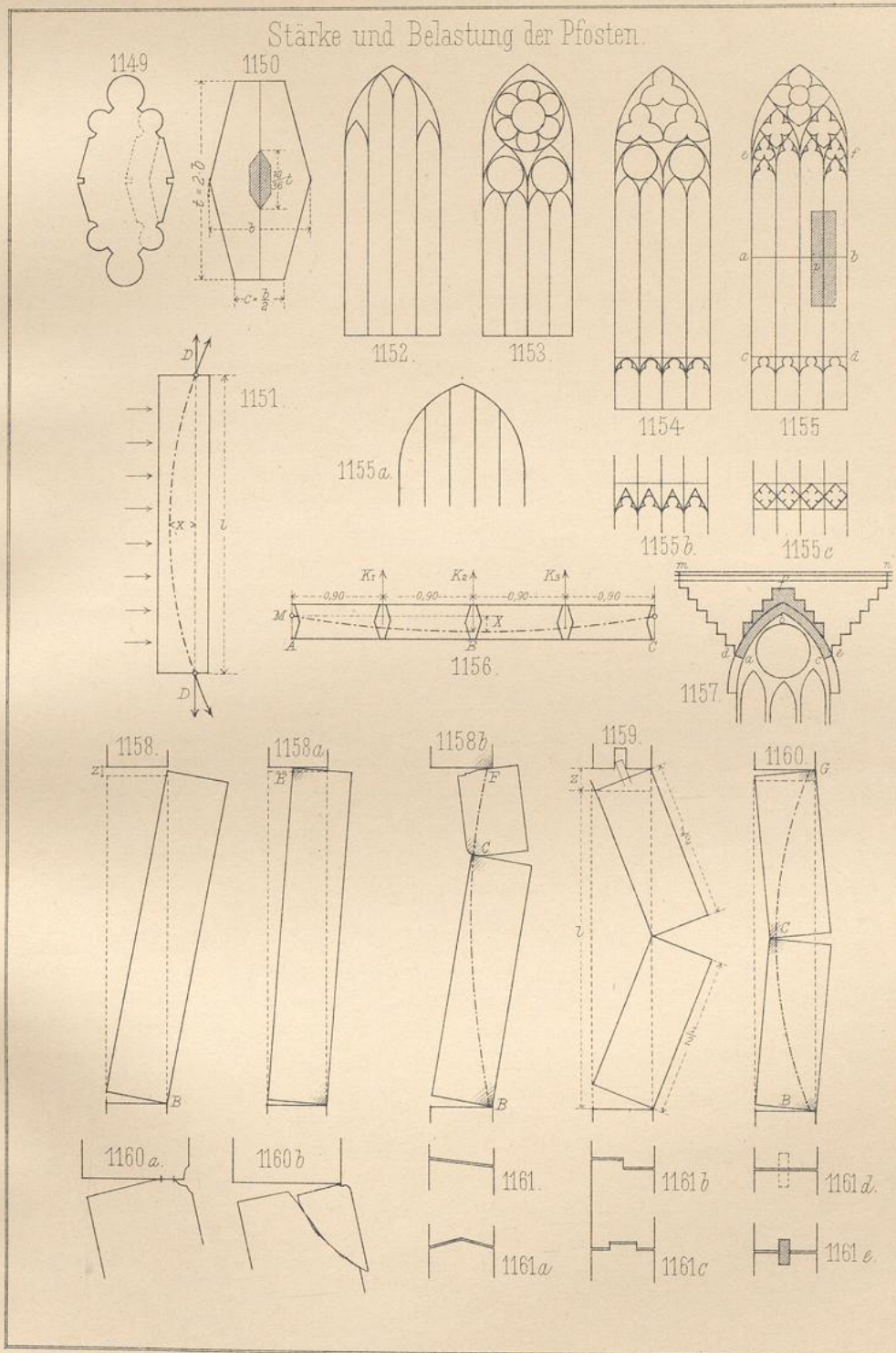
Das richtige Verhalten der einzelnen Teile ist stark abhängig von der Art der Ausführung. Haben sich die Pfosten zu wenig gesetzt, so wird sich der Fensterbogen auf ihnen bez. ihrem Masswerk aufhängen und sie zerpressen, wenn die Oberlast der Fensterbögen sehr gross ist (s. folgende Seite). Haben sich dagegen die Pfosten zu stark gesetzt, so dass sich zwischen dem Masswerk und Fensterbogen eine offene Fuge, und sei sie auch nur von $\frac{1}{2}$ oder 1 mm Dicke, gebildet hat, so treten bei Wind wegen der Starrheit der Steine schon ungünstige Bewegungen und Kantenpressungen ein, die unter Umständen nachteilig werden können (s. hinten S. 502). Bei der Ausführung wird man daher das Pfostenwerk, je nachdem es sich weniger oder stärker setzt, nachträglich, oder etwa gleichzeitig einzusetzen haben, im letztern Falle kann sogar das Masswerk als Lehrbogen für den Fensterbogen benutzt werden, wobei es sich empfehlen könnte zwischen beiden Bleikeile in geringen Abständen einzulegen, welche eine zu starke Druckübertragung von oben verhindern können.

Gerade so wie sich in soeben beschriebener Weise das Masswerk unter den Fensterbogen stützt, muss bei Fenstern von ineinander geschalteten Systemen das „junge“ System sich bei Wind in dem „alten“ verspannen, was bei der gleichartigen Ausführung beider auch thatsächlich mit grosser Sicherheit gewährleistet wird. Da die starken Querschnitte der alten Pfosten auch oben im Masswerk fortgeführt werden, so wird dessen Gewicht in vorteilhafter Weise gesteigert, so dass ein solches zusammengesetztes Fenster als günstige Konstruktion zu bezeichnen ist, die der Gesamtwirkung nach meist dem Fall 1 zuzuweisen ist.

Dauernde
Belastung
durch den
Fenster-
bogen.

3. Der dritte Fall besteht darin, dass der Fensterbogen mit seiner Last beständig auf das Masswerk drückt und somit dieses und die Pfosten in Spannung erhält. Man kann diese Wirkung sicher erzielen, indem man die Pfosten und das Masswerk aus einem sich weniger als das übrige Mauerwerk setzenden Baustoff aufführt und den Fensterbogen über dem fertigen als Lehrbogen dienenden Masswerk zuwölbt; wenn sich nun das Gemäuer seitwärts vom Fenster setzt, so wird der Bogen sich auf die Masswerkfüllung legen, sich sozusagen darauf aufhängen, was selbst in merklichen Rissen zum Ausdruck gelangen kann. Je nach dem Verhältnis des Setzens wird sich der Bogen nur mit dem kleinen schraffierten Mauerstück *dfe* (s. Fig. 1157) aufstützen oder mit dem grossen Stück *mabcn*; es kann auch möglich sein, dass sich gewöhnlich nur das kleine Stück auflegt, bei Wind aber, wenn sein Gewicht allein nicht ausreicht, das grosse Mauerstück zur Mitwirkung gebracht wird.

Stärke und Belastung der Pfosten.



In welcher Neigung die Linien *md* und *en* ansteigen, hängt von der Verzahnung des Gemäuers ab. Das Gesamtgewicht des Bogens nebst Oberlast *mdabccn* unter Zurechnung der etwaigen Gewölbe- oder Dachlasten muss mindestens so gross sein, dass das Mauerwerk bei Wind nicht durch die Pfosten gehoben wird (siehe D in Tabelle B) und darf höchstens so gross sein, dass die Pfostenlast unter der zulässigen Grenze bleibt (siehe P in Tabelle A und B), andernfalls ist diese Art der Pfosten-einspannung nicht am Platze. Das Masswerk verliert bei dieser Ausführungsweise sehr an Bedeutung, so dass es stark eingeschränkt oder selbst ganz fortgelassen werden kann, es treten dann die Pfosten direkt unter den Fensterbogen, wie bei vielen Werken der Spätgotik und der Renaissance; damit ist der nüchternste Ausdruck dieser Ausführungsart gewonnen, die überhaupt konstruktiv und ästhetisch am wenigsten befriedigt.

Die beste Lösung bleibt immer ein hinlänglich schweres, einfaches oder zusammengesetztes Masswerk, das die Hülfe des Fensterbogens gar nicht oder doch nur in den dringlichsten Fällen zu beanspruchen braucht. Die Grösse der über dem Fenster sich aufbauenden Mauerlast ist sodann von dem Fenster selbst gänzlich unabhängig gemacht.

C. Ausführung der Fugen und Verdrückungen. Die Fugen werden neuerdings in Kalk- oder Zementmörtel ausgeführt, wobei zu beachten ist, dass sich der Kalkmörtel stärker setzt und länger plastisch bleibt, während Zementmörtel rasch erstarrt und dabei sein Volumen wenig ändert. Welcher Mörtel mehr geeignet ist, lässt sich nur von Fall zu Fall entscheiden, wobei die obigen Betrachtungen über die Belastung der Pfosten die nötigen Fingerzeige bieten werden. Bei hohen Werksteinpfeilern in Zementmörtel kann es sich zur Unschädlichmachung kleiner Verdrückungen und der daraus hervorgehenden exzentrischen Druckübertragungen sehr empfehlen, eine Fuge, die obere oder untere, besser aber drei Fugen, nämlich die obere, mittlere und untere mit einer Bleiplatte auszufüllen und zwar am richtigsten so, dass die Fuge an der Aussen- und Innenkante $\frac{1}{2}$ bis 1 cm frei bleibt.

Ausführung
der Fugen.

Wenngleich auch dem Steinmaterial eine gewisse Elastizität nicht fehlt, so kann es doch nur in mässigen Grenzen seine Länge ändern. Drückt man z. B. einen Steinstab um mehr als 1:10000 seiner Länge zusammen, so pflegt dabei die gewöhnlich als zulässig zu erachtende Beanspruchung schon überschritten zu werden, wird die Verkürzung fortgesetzt, so werden die meisten Steine zerdrückt werden, bevor die Verkürzung 1:1000 erreicht hat. Durch ein Zusammendrücken kann sich daher ein Pfosten, der in Folge zu grosser Länge zu stark belastet ist, nur dann der Ueberlastung entziehen, wenn der Längenunterschied ein recht geringer ist. Eine Verlängerung eines zu kurzen Pfostens kann überhaupt kaum in Frage kommen, da sich bei der geringen Zugfestigkeit des Steines und Mörtels sehr bald die Fugen öffnen werden. Es ist deshalb angezeigt zum Schluss noch kurz zu verfolgen, welche Gefahren dem Pfostenwerk erwachsen können, wenn sich in Folge von Verdrückungen oder unregelmässigen Setzungen einzelne Fugen öffnen.

Zu lange
und zu kurze
Pfosten.

Bei Fenstern mit schwerem, lose eingesetztem Masswerk (s. Fall 1, S. 500) ist ein Öffnen der Fugen nicht leicht zu fürchten; wenn sich die Pfosten senken, so rückt das Masswerk nach, zwischen ihm und den Pfosten wird sich also keine Fuge bilden können, eine Erweiterung der in diesem Falle von vornherein beabsichtigten Fuge oben im Falze unterhalb des Fensterbogens ist aber unschädlich. Nur dann, wenn sich das Masswerk zwischen den Laibungen fest eingeklemmt haben sollte, würde auch bei diesem Fenster eine nachteilige Fuge zwischen Masswerk und Pfosten sich bilden können.

Bildung
offener
Fugen.

Mehr ist das Öffnen der Fuge zu fürchten bei Fenstern, welche eine geschlossene Druckübertragung vom Fensterbogen auf die Pfosten voraussetzen (Fall 2 und 3, S. 500)

und zwar kann das Öffnen zwischen Fensterbogen und Masswerk oder zwischen Masswerk und Pfosten eintreten, der Kürze wegen wollen wir uns nur mit letzterem befassen.

Umkanten
des Pfostens
bei offener
Fuge.
Würden keine seitlichen Kräfte wirken, so wäre das Öffnen der Fugen belanglos, sobald aber kräftiger Wind eintritt, wird selbst ein recht niedriger Pfosten ohne obere Last um die untere Ecke B (Fig. 1158) kanten, da die Angriffsfläche des Windes gross, das Eigengewicht aber sehr klein ist. Ist die offene Fuge Z genügend breit, so wird der ganze Pfosten hinüberkippen können, wenn man von einem etwaigen Zurückhalten durch die Sturmstangen absieht, und zwar können Pfosten, deren Länge l 10 mal die Tiefe t übersteigt, umkippen, wenn $Z = \frac{1}{200} l$ ist. Schlankere Pfosten von der Länge $l = 15 \cdot t$, können umfallen bei $Z = \frac{1}{450} \cdot l$ und sehr schlanke von $l = 20 \cdot t$ sogar schon bei $Z = \frac{1}{800} \cdot l$. Ein 6 m langer und 40 cm tiefer Pfosten ($l = 15 \cdot t$) würde also unbehindert kippen können, wenn die Fuge Z mindestens $6,0 : 450$ also 0,013 m oder $1\frac{1}{3}$ cm beträgt.

Ist die Fuge weniger weit, so wird der Pfosten nicht unbehindert umkippen, es wird sich zunächst die Kante E gegen die obere Fläche stützen, wie es Fig. 1158 a zeigt. Ist z. B. bei dem erwähnten 6 m langen Pfosten die Fuge statt $1\frac{1}{3}$ cm nur $\frac{1}{3}$ cm, so wird sich die Ecke E unter die Mitte der oberen Fläche legen. In dieser Lage wird der Pfosten aber voraussichtlich nicht verharren, sondern im nächsten Augenblick nach Art der Fig. 1158 b brechen. Es wird sich dann eine Stützlinie durch die Punkte F C B bilden, die eine grosse Längspressung erzeugt (s. S. 495). Da die Berührungskanten diese Pressung nicht übertragen können, wird sich an ihnen der Stein so lange zermalmen, bis eine genügend grosse Berührungsfläche erzeugt wird (s. Fig. 1160 a), findet dabei kein Abspalten grösserer Teile statt (s. Fig. 1160 b), so kann ein Pfosten aus sehr festem Stein unter Umständen dadurch zur Ruhe kommen und vor dem Einsturz bewahrt bleiben. Ob der Pfosten nach Aufhören des Windes in die alte Lage zurückkehrt, ist fraglich, jedenfalls wird er durch häufige Wiederholung dieser Bewegungen leicht zerstört werden können.

Durch-
drücken des
Pfostens bei
offener
Fuge.
Weit weniger gefährlich gestaltet sich die offene Fuge, wenn das Umkippen des Pfostens in ganzer Länge dadurch verhindert wird, dass in der zu fürchtenden offenen Fuge die gegenseitige Verschiebung der Endflächen verhütet wird, sei es durch Verdübelung (Fig. 1161 d) oder durch einen der Fugenschnitte von Fig. 1161 bis 1161 e oder schliesslich durch ein oberes und unteres Einlassen der Sturmisen (Fig. 1161 e). Fürchtet man, dass das Öffnen nicht mit Bestimmtheit in der oberen, sondern in einer der darunter liegenden Fugen eintreten könnte, so ist auch in letzteren die Verschieblichkeit zu verhindern. Wenn sich nun durch Senkungen des Pfostens eine offene Fuge Z oben bildet, so kann der Pfosten nur nach Art der Fig. 1159 brechen, dazu ist aber eine mindestens 4 mal so grosse Fugenweite Z erforderlich als zum Umkippen nach Art der Fig. 1158. Der obige Pfosten von 6 m Länge würde also einen Spielraum von $5\frac{1}{3}$ cm haben müssen, um sich frei durchschlagen zu können. Da auf solche starke Verdrückungen aber nicht zu rechnen ist, so wird nur ein mässiges Einbiegen, wie es Fig. 1160 zeigt, zu erwarten sein. Dabei öffnen sich 3 Fugen und es bildet sich eine Stützlinie BCG, die wieder ein Zermalmen der Kanten (s. Fig. 1160 a) nach sich zieht bis zu einer im glücklichen Falle, jedoch nicht immer eintretenden Ruhelage. Sobald grössere Stücke abplatzen (Fig. 1160 b), erfolgt Einsturz, immer bewegt sich an den Berührungsstellen die Beanspruchung an der absoluten Festigkeitsgrenze, woraus hervorgeht, dass offene Fugen im Pfostenwerk der Fenster nie ganz unbedenklich sind, wenn nicht etwa durch starke durchlaufende Sturmstangen der Einsturz unmöglich gemacht wird. Da die Mängel der letzteren an anderer Stelle bereits beleuchtet sind, ist es ratsam, der Pfostenkonstruktion die gebührende Aufmerksamkeit zuzuwenden. Am zuverlässigsten werden immer die Fenster mit schwerem, beweglich über den Pfosten in Nuten eingesetztem Masswerk wirken, wie nochmals hervorzuheben ist. Wenn ausserdem die Pfosten, wie bei vielen frühgotischen Beispielen, aus einem einzigen festen Stein bestehen, der oben unter dem Masswerk durch Verankerung am Kippen verhindert ist, so ist damit natürlich jeder Gefahr am wirksamsten begegnet. Aber auch die übrigen Anordnungen werden sich bei achtsamer Ausführung als dauernd zuverlässig erweisen, wenn nicht etwa starke, das ganze Gefüge des Bauwerks auflockernde Verdrückungen eintreten.

2. Das Arkaden- und Fenstermasswerk im allgemeinen.

Entwicklung des Masswerks.

Das Wort Masswerk, d. h. das gemessene Werk, steht im Gegensatz zu dem Laubwerk oder dem aus freier Hand gebildeten Ornament, es bezeichnet hiernach den Uebergang aus den rein konstruktiven zu den dekorativen Gestaltungen. Je nach dem Ort und der Tendenz seiner Verwendung ist bald ersteres, bald letzteres Element darin überwiegend.

Das Masswerk besteht aus aneinander gereihten oder ineinander geschobenen geometrischen Grundformen, welche entweder ihre Einfachheit beibehalten oder durch eine Verbindung mit anderen Formen weiter detailliert werden. Vielleicht spricht sich in keiner anderen Gestaltung der Grundsatz der gotischen Kunst: dass Alles dem einen höchsten Zwecke dienen, jeder Teil dem Ganzen sich unterordnen soll, deutlicher aus als in dem Masswerk, welches sogar die abstrakten mathematischen Figuren der Kunstschönheit dienstbar macht durch eine Detaillierung, welche die wesentlichen Eigenschaften nur umso deutlicher darthut. Es ist gleichsam die lebendig gewordene Planimetrie.

Es ist aber das Masswerk keine blosse Flächenverzierung, wie etwa der griechische Mäander und die maurischen Linienverschränkungen, sondern es bildet vermöge seiner in die Tiefe gehenden Gliederung ein räumliches Gebilde, eine selbständige Wand, die entweder durchbrochen oder geschlossen sein kann. Sowie die gotische Kunst überhaupt davon ausgeht, den ganzen Baukörper durch ein festgefügtes Gerippe zu bilden oder, nach einem modernen Ausdruck, Masse durch Kraft zu ersetzen, so besteht im Masswerk das Gerippe in den Strängen, welche die einzelnen Figuren umziehen. Die elastische Kraft der Linien ersetzt die in den durchbrochenen oder vertieften Feldern wegfallende Masse, das Konstruktionsprinzip des ganzen Bauwerks spiegelt sich also hier im Kleinen wieder.

In einem Vergessen dieser struktiven Bedeutung lag aber eine Gefahr des Missbrauches. Das körperliche Masswerk ward zur Flächenverzierung, die zwar sehr reich und reizvoll ist, aber ihrer Wertschätzung nach nur mit jenem maurischen Flächenwerk auf eine Linie gestellt werden kann. Am Ende des Mittelalters begann es alle Flächen zu überwuchern und oft in verwerflicher Weise das konstruktive Gerippe zu verhüllen. Diese Herrschaft war eine so allgemeine und der Reiz des Masswerkes fesselte so sehr, dass sich selbst die hereinbrechende Renaissance seiner nicht gleich entledigen konnte. So sehen wir die verschiedensten mit dem grössten Raffinement erdachten Masswerkverzierungen noch mitten zwischen toskanischen Säulen, antikisierenden Profilen und Ballustraden.

Die wichtigsten Anwendungen des Masswerks sind folgende:

1. Zur oberen Verbindung und Belastung der teilenden Pfosten bei verglasten Fenstern und offenen Bogenstellungen.
2. Zur Auflösung von Brüstungswänden, sogenannten Galerien.
3. Zur Bezeichnung derjenigen Mauerteile, welche den Einwirkungen mächtiger Pressungen entrückt sind, als Fensterbrüstungen, die Giebelfelder der Wimperge u. s. f.

Die bedeutungsvollste Aufgabe hat es in der erstgenannten Verwendung zu erfüllen, hier hat es auch seine erste und reichste Entwicklung gefunden.

Der erste Keim zu der Ausbildung des Fenster- und Arkadenmasswerkes war bereits gelegt, sobald man mehrere benachbarte Bogenöffnungen zu Gruppen zusammenfasste. Den Anlass dazu konnte einerseits die schwierige Auflösung grosser Mauerstärken, andererseits die Zerlegung einer fortlaufenden Wand nach Wölbefeldern geben.

Gruppieren
der
Öffnungen.

Hatte man in starken Wänden unverglaste Oeffnungen, z. B. die Fenster eines Turmes oder die Arkaden eines Kreuzganges an einander zu reihen, so half man sich in altchristlicher und romanischer Zeit zunächst damit, dass man auf das Kapital der trennenden Säulen in der Querrichtung einen sattelartigen Steinbalken legte, dessen Länge der Mauerdicke gleichkam, ausserdem stellte man statt einer Säule deren zwei hinter einander. Bei besonders starken Wänden, wie man ihrer nach Einführung der Gewölbe anfangs benötigte, kam man auch hiermit nicht mehr gut zum Ziele; die Sattelstücke wurden sehr lang, die Säulen sahen winzig aus, die Bogenlaibungen darüber aber schwer und tunnelartig; dabei verschluckten letztere viel Licht und was das schlimmste war, die dünnen Säulen wurden durch die auflastenden schweren oberen Mauer Massen über Gebühr belastet. Die erstgenannten Uebelstände bekämpfte man durch Kragsteine mit Blendbögen oberhalb der Kapitäle, wie sie Fig. 1162 (Abteikirche zu Laach) zeigt, die starke Beanspruchung der Säulen war aber dadurch nicht behoben. Dieser konnte man erst beikommen, wenn man die Einzelblenden durch einen grossen alle Oeffnungen überziehenden gemeinsamen Blendbogen ersetzte und letzteren dann als Entlastungsbogen durch die ganze Wanddicke greifen liess. Dann konnte man die Wand unterhalb dieses Bogens wieder in ihrer Stärke beschränken und selbst auf eine einzige Säulenreihe unter Vermeidung der Sattelstücke zurückgehen (s. Fig. 1163, Kreuzgang zu Riga, Anf. XIII. J.).

Konnte somit schon bei einer fortlaufenden Wand, gleichviel ob sie Gewölbe trug oder nicht, die grosse Mauerdicke auf ein Zusammenfassen der Oeffnungen führen, so musste die Einführung von Kreuzgewölben mit Strebepfeilern, welche die Wand in abgetrennte Felder zerlegte, umso mehr darauf hinweisen.

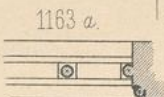
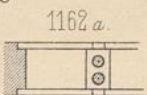
Am besten kann man den Einfluss der Wölbung auf die Fensterbildung am Mittelschiff der Basilika verfolgen. Die balkengedeckte Basilika zeigte eine fortlaufende Reihe vereinzelter Fenster, deren Abstand oft nicht einmal eine Beziehung zu der unteren Arkadenteilung hatte. Bei Anwendung der Kreuzgewölbe aber hatten sich die Fenster gesetzmässig in die Schildwände einzufügen. Ein einziges Fenster in jedem Felde gab meist zu wenig Licht, so dass man Gruppen von je zwei oder drei nebeneinander setzen musste (Fig. 1165), die aber in den romanischen Kirchen bei geringer Breite lästige tiefe Laibungen erhielten.

Als Aushülfsmittel bot sich auch hier wieder ein die Fenster zusammenfassender Entlastungsbogen, unter dem sich die Wandstärke verringern liess, als solcher konnte entweder ein besonderer Bogen dienen oder es konnte unmittelbar der durch die ganze Mauerdicke greifende Schildbogen an dessen Stelle treten, letzteres war bei beginnender Gotik um so leichter möglich, als die tragende Masse auf die Pfeiler geschoben wurde. (S. Fig. 1165 a.) Da die Wand unterhalb des Entlastungsbogens nichts mehr zu tragen hatte, so konnte man die zwischen je zwei Fenstern bleibenden Mauerstücke auch in der Breitenrichtung einschränken, also die Fenster nahe an einander schieben. (Fig. 1165 a.) Wenn auf diese Weise zwei gewöhnliche schräge Fensterlaibungen (Fig. 1166) dicht zusammenrückten, so blieb zwischen ihnen ein schmaler Mauerpfosten von dem Grundriss 1166 a, rückten zwei von Säulen umrahmte Fenster

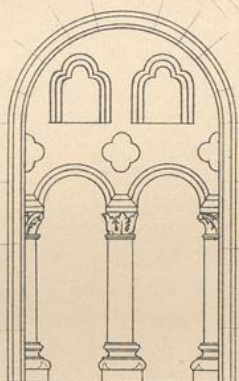
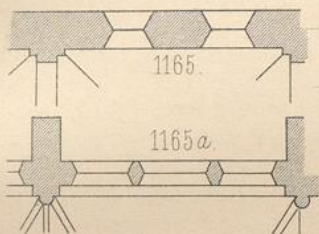
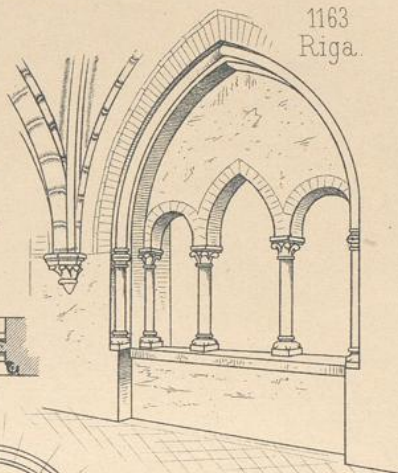
Entlastungs-
bogen über
mehreren
Öffnungen.

Entwicklung des Masswerkes

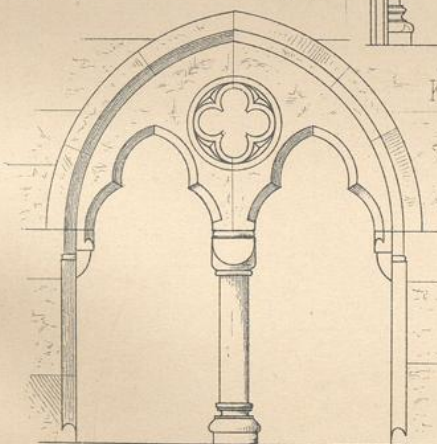
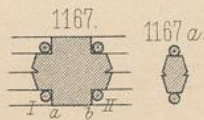
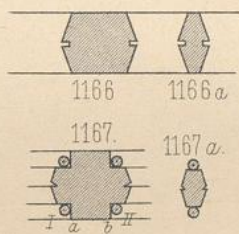
1162.
Laach



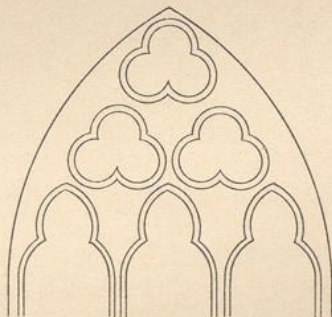
1163
Riga.



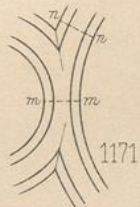
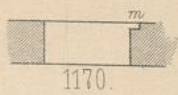
1164
Königslutter

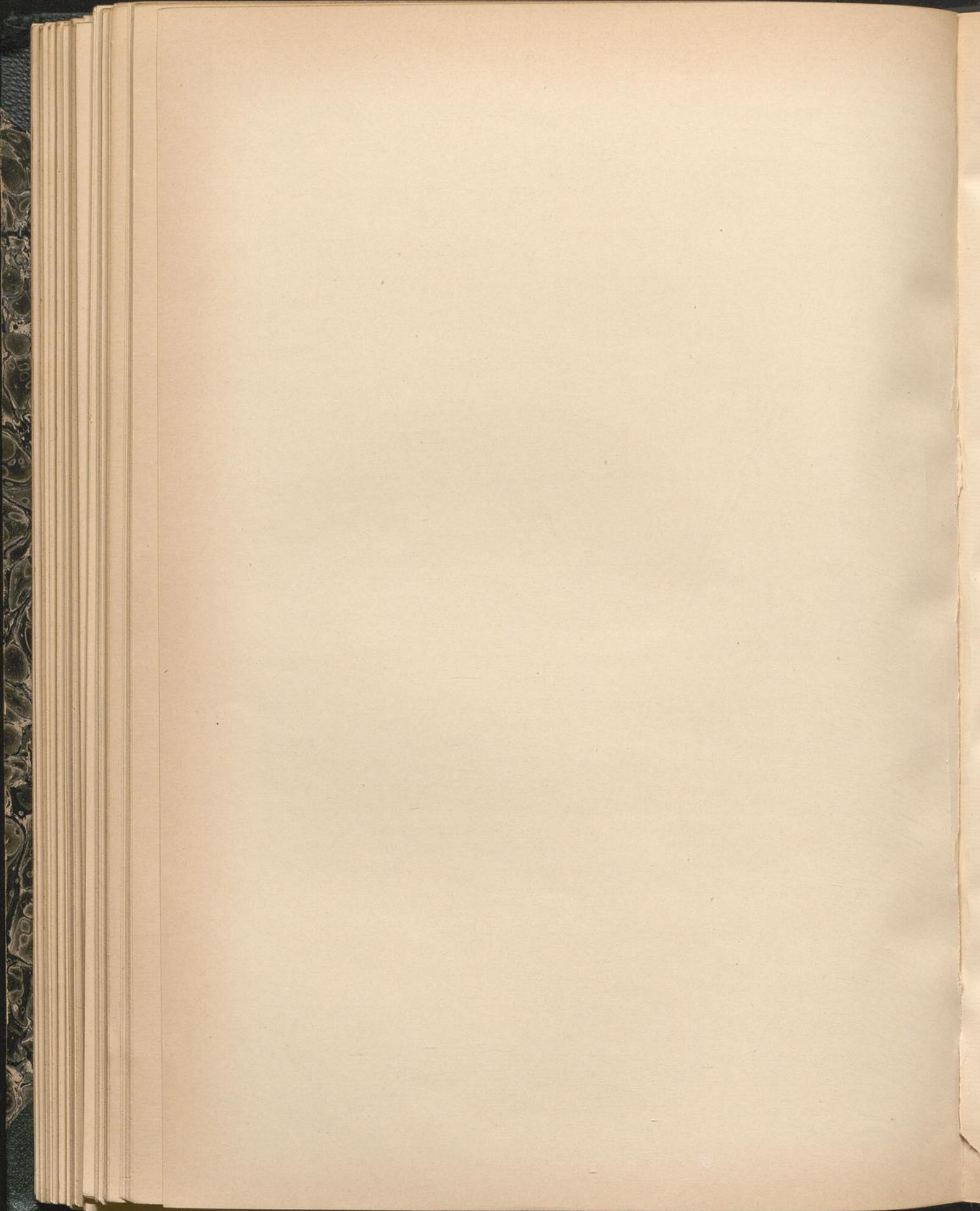


1168 Fischbeck.



1169 Wetter.





dicht zusammen, so verschwand schliesslich das ebene Wandstück *ab* (Fig. 1167) ganz, die Säulen I und II vereinigten sich zu einer einzigen Säule und das verbleibende Wandstück wurde zu dem in Fig. 1167a gezeichneten Pfosten. So bildeten sich auf ganz natürlichem Wege die typischen Pfostengrundrisse Fig. 1166a und 1167a aus. Auf den Grundriss 1167a wurde man auch geführt, wenn in Arkaden mit gekuppelten Säulen (s. Fig. 1162a) eine Verglasung anzubringen war, die das Einschalten eines den Falz aufnehmenden Zwischenstückes erheischte. Dass die dicht an einander schliessenden Fensteröffnungen entweder direkt durch den Schildbogen (Fig. 1165) oder wenn sie nicht die ganze Feldbreite beanspruchten, durch einen besonderen kleineren Entlastungs- oder Fensterbogen umschlossen wurden, ist bereits erwähnt.

Wenn nun aber 2 oder mehr Oeffnungen unter einen gemeinsamen Bogen treten, so verbleibt eine wandartige Bogenfüllung über ihnen (Fig. 1163), diese zu durchbrechen, war der nächste naturgemäss vorgezeichnete Schritt, man konnte zu diesem Behuf einen oder mehrere Kreise oder auch andere geometrische Figuren (Dreipasse, Vierpasse) verwenden. Fig. 1164 zeigt eine durchbrochene Bogenfüllung aus dem noch ganz romanischen Kreuzgang zu Königslutter, 1168 eine solche aus dem frühgotischen Kreuzgang zu Fischbeck (beide nach HASE, Niedersachsen). Bei dem Fenster aus der Stiftskirche zu Wetter (1169) sind drei ziemlich dicht aneinander gerückte Dreipasse zur Durchbrechung verwandt. Am liebsten stellte man die Bogenfüllungen aus grossen Steinplatten her, wo diese fehlten, mauerte man sie aus Bruchstein oder Ziegelstein auf, das Material bedingte den Charakter der Durchbrechungen. Gerade diese erste Entwicklungsstufe des Masswerkes entbehrt ihres besonderen Reizes nicht. Wenn die Durchbrechungen nicht verglast wurden, so konnte man sie einfachsten Falles rechtwinklig einschneiden (Fig. 1170). Die Verglasung liess sich bündig mit der Innenfläche in den kleinen Falz *m* legen, meist setzt sie sich aber in die Mitte der Laibung, welche die sonst bei den Pfosten üblichen Profile 1170a—c zeigt.

Bald nahmen die Durchbrechungen an Zahl und Grösse zu und schlossen sich so aneinander, dass sie wenig von der Füllungsfläche zwischen sich belassen, dabei traten die Laibungen so dicht zusammen, dass auch hier die in Fig. 1166a und 1167a gezeigten Profile entstanden. Diese Profile umzogen dann als gebogene Stränge jede Oeffnung in der Weise, dass sie an den Berührungsstellen in einander übergingen (Fig. 1171) dass also der Schnitt *mm* denselben Querschnitt 1171a zeigte wie ein beliebiger freier Strangquerschnitt *nn*. Damit war aber die eigentliche Ausbildung des Masswerkes beendet, als einzige Bereicherung trat für grosse Fenster noch die Unterteilung des Hauptmasswerkes in diesem eingefügtes Nebenmasswerk hinzu, wodurch eine im Masswerk und Pfostenwerk gleichartig durchgeführte Ineinanderschaltung grosser und kleiner oder „alter und junger“ Systeme entstand (s. hinten Fig. 1262—1268).

Bevor wir zu dem Fenstermasswerk näher übergehen, ist es geboten, die verschiedenen Ausbildungsformen einzelner immer wiederkehrender Bildungen des Masswerkes, als Vielpasse, Nasen, Fischblasen u. dgl. in zusammenhängender Form für sich zu behandeln.

Entwicklung der Vielpasse und Nasen.

Die romanische Kunst verwandte neben dem einfachen Rundbogen sowohl an Bogenfriesen als an Licht- und Thüröffnungen sehr oft den aus mehreren Kreisstücken zusammengesetzten spielenden Kleeblattbogen (Fig. 1172), der neben der runden bald

Durchbrechung der Bogenfüllung.

Masswerkstränge.

Romanische Formen.

auch eine spitze obere Endigung aufweist (Fig. 1173). Ebenso kamen an Stelle von kreisrunden Oeffnungen (Fig. 1174) kreuzförmige oder ganz dekorativ gebildete vor (s. Fig. 1175 aus Naumburg, nach REDTENBACHER), noch häufiger aber traten drei-, vier- und mehrblättrige Durchbrechungen (Fig. 1176, 1176 a, 1176 b) auf, die man nach der Zahl der Kreisstücke Dreipass (Fig. 1176 b), Vierpass (Fig. 1176), Fünfpas (Fig. 1176 a) oder allgemein Vielpass zu nennen pflegt. Die Laibungen waren gerade eingeschnitten oder von Gliederungen umzogen, wobei die vorspringenden Ecken „Nasen“ vielfach reiche ornamentale Abschlüsse erhielten. Die Oeffnungen waren oft durch eine einzige Steinplatte hindurchgearbeitet, war dieses nicht erreichbar, so suchte man doch die Werkstücke so gross wie möglich zu machen, die Fugen liess man möglichst rechtwinklig durch die Gliederung schneiden. In Fig. 1172—1176 sind verschiedenartige Fugenschnitte eingetragen.

Als man sodann begann die durchbrochenen Platten der Bogenfüllungen in Masswerkstränge aufzulösen, wurden die Umrisse dieser Figuren von dem Strangprofil fortlaufend umzogen. Die Ecken oder Nasen wurden also von dem vollen Strangprofil gebildet, s. Fig. 1177. Masswerkbildungen dieser Art, welche in der mannigfaltigsten Weise Kleeblattbögen und Vielpasse vereinigen, sind besonders häufig im zweiten Viertel des XIII. Jahrhunderts zur Anwendung gelangt. Die Figuren 1235—1239 und 1241 bieten Beispiele dafür. Gegen die Mitte des XIII. Jahrhunderts treten an vielen Orten fast gleichzeitig die eigentlichen Nasen auf, welche nicht einen selbständigen Strang bilden, sondern aus einem solchen seitwärts herauswachsen, wie es die Figuren 1178, 1179, 1181 u. s. f. zeigen. Der ganz freie Dreiblattbogen (Fig. 1177) tritt dabei zurück gegenüber dem Spitzbogen, in welchen die Nasen in Form des Kleeblattes eingefügt sind (Fig. 1178 u. 1182). Zu diesem Uebergang mochte der Umstand mitgewirkt haben, dass der freie Strang Fig. 1177 dem Anschein und der Wirklichkeit nach leichter zerbrechen konnte und nicht so gut geeignet erschien, Spannungen in der Längsrichtung zu übertragen. Man erreichte dagegen diesen Zweck bei grossen Längen besser, wenn man in Richtung der punktierten Linie gleichfalls den Strang durchlaufen liess, es war dann sogar in der Mitte, welche beim Zerknicken zuerst zu brechen pflegt, eine Massenverdoppelung erzielt.

Es kann sowohl im Spitzbogen als dem von ihm umschlossenen Kleeblattbogen das volle Pfostenprofil herumgeführt werden, wie es die linke Hälfte der Fig. 1178 zeigt. Die Nasen des Kleeblattbogens erscheinen dann aber etwas derb und plump, zierlicher werden sie schon, wenn die Profiltiefe etwas verringert wird, so dass das vordere Plättchen n nur $\frac{1}{2}$ bis $\frac{2}{3}$ der Breite m des Spitzbogens hat, wie an der rechten Hälfte der Fig. 1178. In dem Zwischenraum zwischen Spitzbogen und Kleeblattbogen, dem Zwickel, verwachsen sich die Laibungen zu einer dreiseitigen Vertiefung abc , unter Umständen kann selbst eine freie Oeffnung def bleiben, die entsprechenden Durchschnitte der Nasen zeigen sich in Fig. 1178 b und 1178 c. Die Durchbrechung des Zwickels findet sich zuweilen durch Einsetzen einer ebenen Füllfläche vermieden, oder auch durch flacher geführte, zu einem Punkt zusammenschneidende Fasen umgangen (Fig. 1178 d).

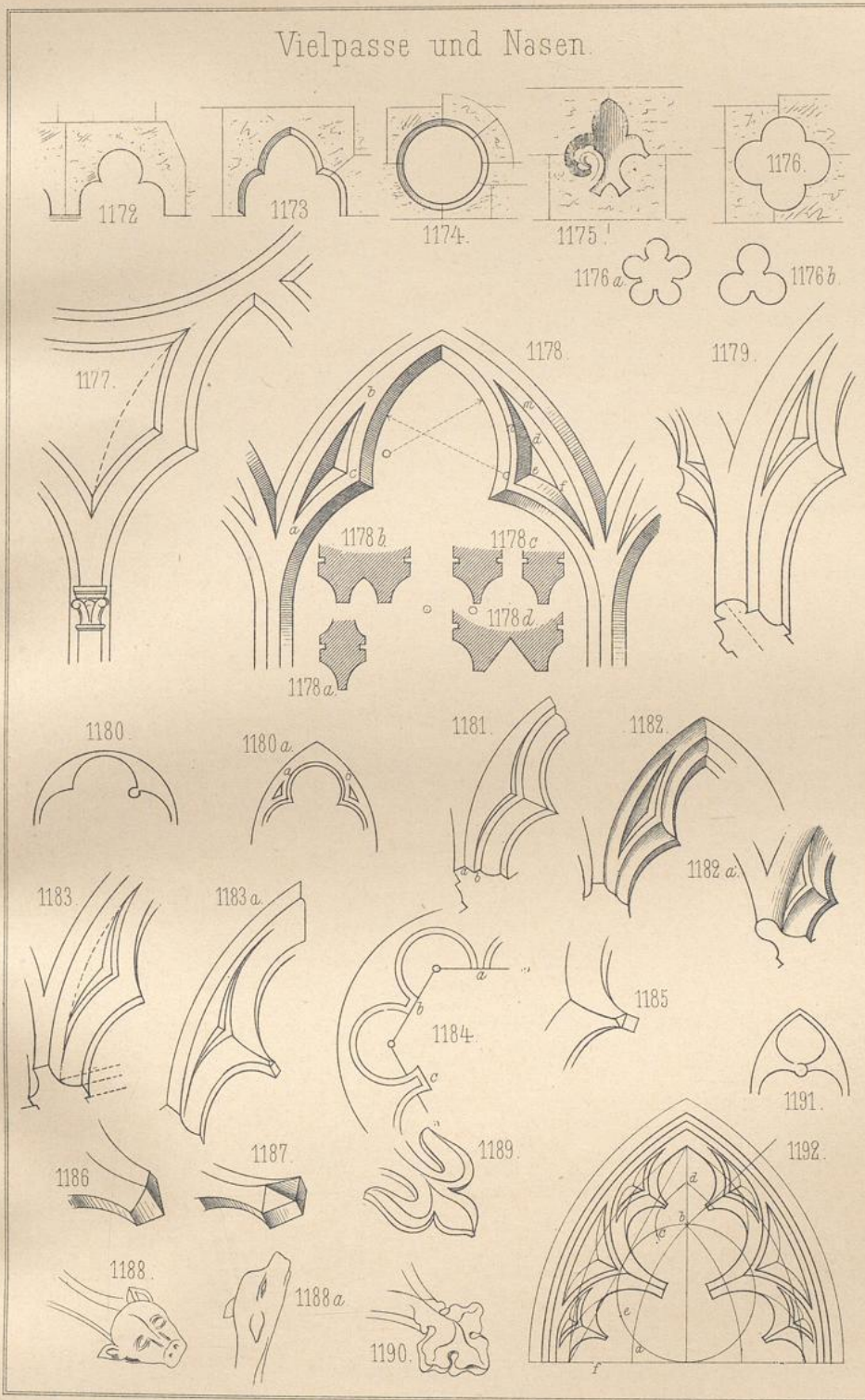
Die gleiche Profiltiefe von Spitzbogen und Kleeblattbogen, wie sie soeben an Fig. 1178 erläutert wurde, gehört aber zu den Seltenheiten; in der Regel zeigt der eingesetzte Kleeblattbogen ein Profil von geringerer Tiefe, s. Fig. 1179. Der Ursprung

Frühgotische Formen.

Nasen aus vollem Strangprofil.

Nasen geringerer Stärke.

Vielpasse und Nasen.



dieser Lösung lässt sich eventuell zurückführen auf jene romanischen Portale, welche an Stelle der vollen Füllplatte einen Kleeblattbogen innerhalb der Bogenlaibung tragen. Im Schiff des Strassburger Münsters findet sich der romanische runde Kleeblattbogen in einen Spitzbogen eingesetzt (Fig. 1180 a), anderen Orts findet sich zu gleicher Zeit schon ein „spitzer“ Kleeblattbogen in dem Spitzbogen, dadurch ist aber die Nase, wie sie Fig. 1179 zeigt und wie sie um Mitte des XIII. Jahrhunderts in Aufnahme kommt, im Prinzip geschaffen.

Der Lösung 1179 verwandt ist die Nasenbildung 1181, bei beiden ist das Nasenprofil bereits in dem Pfostenprofil vorhanden, 1181 zeigt die Eigentümlichkeit, dass sich die Fläche *ab* direkt in den Zwickel hineinzieht. Bei den Bildungen 1182 und 1182 a ist das Nasenprofil nicht mehr im Pfosten herabgeführt aber immerhin in dessen Profil angedeutet oder vorbereitet, bei der Fig. 1183 dagegen schwingt sich die Nase frei aus der Pfostenlaibung heraus.

Es ist das dieselbe spätgotische Gestaltungsart, welche sich in dem Herauswachsen der Rippenanfänge aus den Pfeilern (s. S. 99) kund thut, und die oft zum Durchdringen verschiedenartiger Profile führt. Auch beim Masswerk kommen solche Durchdringungen vor, so wachsen in dem Masswerk an den Strebepfeilern der Schlosskirche zu Altenburg die nach Plättchen und Kehle gebildeten Nasenbögen aus dem in einem einfachen Rundstab bestehenden Pfosten heraus.

Wenn die Nasen nur wenig vorgezogen sind, so laufen sie vorn in eine stumpfe Kante zusammen (Fig. 1181—1182). Lang ausgezogene Nasen würden eine spitzwinklige Kante erhalten, welche unschön und zerbrechlich ist, man ersetzt sie daher durch eine breitere Endigung (Fig. 1183 a, 1184), indem man die Bogenhalbmesser so verkürzt, dass sich die Bögen nicht schneiden, sondern einen Zwischenraum lassen.

Endigung
der Nasen.

Diese vorn breiten Nasen, die schon bei den ältesten Masswerken vorkommen, besonders an den Vielpassen und Radfenstern, können im einfachsten Falle rechtwinklig abgeschnitten sein, etwa nach der Verbindungslinie der beiden Mittelpunkte (1184 a und b, 1185). Werden sie noch weiter verlängert, so divergieren ihre Bögen nach dem Ende zu wieder (1184 c, 1186, 1187), sie können dann wieder stumpf abgeschnitten oder auch durch 2 Flächen schräg zugeschärft sein (Fig. 1186, 1187). Die Gliederung der Kanten kann sich am Ende totlaufen (Fig. 1184 a, 1186) oder umkröpfen (Fig. 1184 b, c, 1185, 1187). Bei lang vorgezogenen, aus breiten Fasen oder Kehlen hervorwachsenden Nasen kann es vorkommen, dass sich gegen das Ende nicht nur die Breite, sondern auch die Dicke wieder verstärkt (Fig. 1186—1188).

Einen reicheren Abschluss können die Nasen erhalten durch einen Kopf (Fig. 1188 und 1188 a), wie in der Kirche zu Haina, durch eine heraldische Lilie (Fig. 1189) oder eine stilisierte Blattbildung (Fig. 1190), wofür sich in frühester und später Zeit zahllose Beispiele finden. Gestaltungen der letzteren Art eignen sich besonders für zierlichere Bögen eines Vielpasses oder eines Kleeblattes.

Vereinzelt sind die Nasen so weit vorgezogen, dass zwei gegenüberliegende verwachsen (Fig. 1191). Es sind das Uebertreibungen, an denen besonders die Spätzeit nicht arm ist.

Zu den Bereicherungen, welche in der späteren Zeit beliebt waren, gehören auch die zusammengesetzten Nasen, die sich dadurch bilden, dass in die Hauptnasen wiederum kleinere Nasen eingesetzt werden (Fig. 1192), welche sich meist ebenso aus dem Fleisch der grossen herauschwingen, wie die gewöhnlichen einfachen Nasen aus den Hauptsträngen. Zu unterscheiden von diesen in einander geschalteten Nasen sind

Nasen zwei-
ter Ordnung.

die mehrfach geschwungenen frühgotischen Masswerkfiguren, bei welchen die grösseren und kleineren Nasen durch das volle Strangprofil in ununterbrochenem Zuge gebildet werden (Fig. 1238 und 1241).

Das Austragen der Kleeblattbögen und Nasen.

Kleeblatt-
bogen. Der romanische Kleeblattbogen in strengster Form zeigt seitlich zwei Viertelkreise und in der Mitte einen Halbkreis (Fig. 1193), der letztere kann überhöht sein (Fig. 1193 rechts). Daneben treten aber sehr oft auch Bögen mit viel schärfer einspringenden Winkeln auf (Fig. 1194), die Halbmesser der 3 Bögen sind meist gleich, da grössere Unterschiede in ihrer Länge das Auge nicht befriedigen und bei reichen Gliederungen Schwierigkeiten an der Schnittstelle nach sich ziehen (darüber weiter unten bei Fig. 1202). Besonders gross wird der Unterschied der Radien, wenn die beiden seitlichen Bögen nach Art der Fig. 1195 Teile eines Halbkreises sind, die dadurch entstehende Form spricht bei rundem Mittelbogen wenig an. Dagegen ist es bei einem spitzen Mittelbogen sehr wohl möglich, die beiden Seitenäste als Stücke eines Halbkreises zu schlagen und dabei doch den gleichen Halbmesser für den oberen Spitzbogen zu verwenden. Die Figuren 1196, 1197, 1198 geben drei verschiedene Bögen dieser Art, bei denen alle Bogenstücke den gleichen Halbmesser aufweisen. Fig. 1196 wirkt als selbständiger Kleeblattbogen etwas stumpf, die oberen Mittelpunkte liegen auf dem Halbkreis; bei Fig. 1197 sind die Mittelpunkte bis zur Scheitelhöhe des Halbkreises hinaufgerückt und bei 1198 sind sie so stark in die Höhe geschoben, dass sich an den Kanten *m* und *n* rechte Winkel ergeben. Letzteres wird immer erreicht, wenn die Entfernung des Mittelpunktes *d* bez. *e* von *c* gleich der Sehne *af* ist. Die Form 1198 dürfte die äusserste Grenze für die Schlankheit des Mittelbogens darstellen, sie befriedigt noch einigermaßen, wenn die seitlichen Bogenäste durch die Aufhöhung *ag* auf gleiche Pfeilhöhe gebracht werden.

Es ist zwar angängig, aber durchaus nicht erforderlich, die unteren Bogenäste aus dem gleichen Punkte *c* zu schlagen, man kann für sie zwei beliebig gewählte Punkte *c'* (Fig. 1198) verwenden, ebenso ist es nicht nötig, den Abstand der oberen Mittelpunkte *d* und *e* gleich dem Halbmesser zu machen, wie solches in den gewählten Beispielen geschehen, man kann sie mehr zusammen oder auseinander rücken, auch die Gleichheit der Radien ist nur als empfehlenswert, nicht als notwendig zu bezeichnen. Ueberhaupt lässt die einfache, von keinem Bogen umschlossene Kleeblattform die grösste Freiheit zu, es ist selbst nicht ausgeschlossen, sie ohne Benützung des Zirkels nach freien Kurven zu zeichnen.

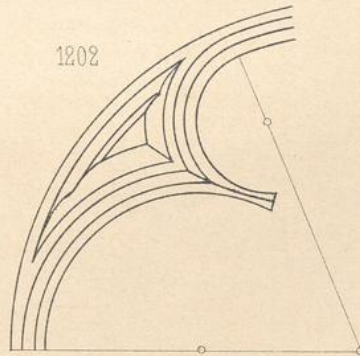
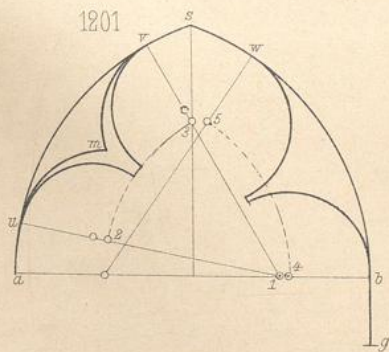
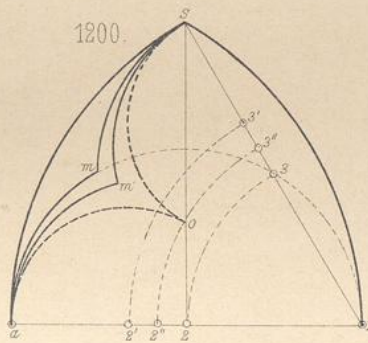
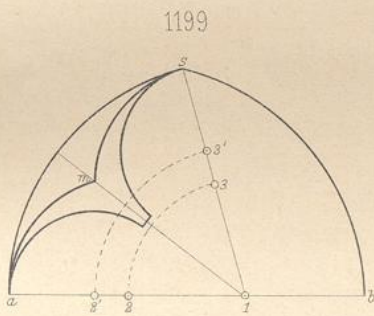
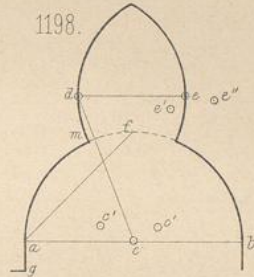
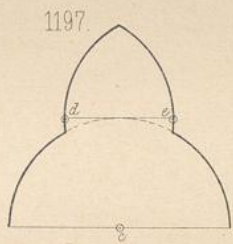
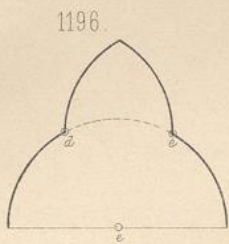
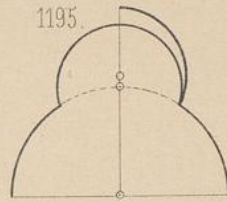
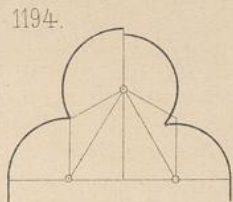
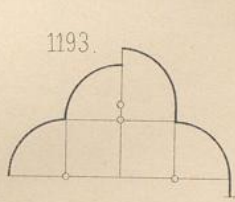
Nasen im
Spitzbogen. Weit gebundener sind naturgemäss die Kleeblattbögen, welche durch Einsetzen von Nasen in einen umschliessenden Spitzbogen gebildet werden. Soweit sie sich nicht dem letzteren unterzuordnen haben, bieten aber auch sie den weitesten Spielraum; die einzigen Regeln, deren Durchführung sich empfiehlt, sind in nachstehenden beiden Forderungen enthalten:

1. dass die Nasenbögen an den Uebergangspunkten (*a, s, u, v, w*) ohne Knick, also tangential, in den Hauptbogen einmünden,
2. dass die Radien für die beiden Nasenhälften gleich lang sind.

In den Figuren 1199, 1200 und 1201 sind einige Beispiele von Nasenkonstruktionen zur Darstellung gebracht, die alle das Gemeinsame haben, dass sie den beiden angedeuteten Forderungen genügen.

Tafel CXVII.

Austragen der Bögen und Nasen.



Die erste Bedingung ist immer erfüllt, wenn der Mittelpunkt des Nasenbogens (2 bez. 3) auf der Geraden liegt, welche vom Mittelpunkt des Hauptbogens (1) nach der Uebergangsstelle gezogen ist. Es muss also in Fig. 1199 der Punkt 3 auf der Linie $1s$, ebenso in Fig. 1201 der Punkt 2 auf der Linie $1u$ liegen u. s. f. Aus der zweiten Bedingung folgt, dass die Mittelpunkte 2 und 3 der Nase auf einem um den Hauptmittelpunkt 1 geschlagenen Bogen liegen.

Befolgt man letztere nicht, so schneiden sich die konzentrischen Profile nach Art der Fig. 1202 in einer gebogenen Linie zusammen, wodurch die Nase gekrümmt erscheint. Wenn auch die späteste Gotik vor solchen Absonderlichkeiten nicht zurückwich, sondern sie oft sogar suchte, hat sie die bessere Zeit mit Recht vermieden.

Fig. 1199 zeigt einen Hauptbogen mit geringer Pfeilhöhe, der Radius $1s$ beträgt nur $\frac{2}{3}$ der Weite ab . Die Nasenbögen, welche erst an den Enden a und s in den Hauptbogen einmünden, sind mit halb so langem Radius geschlagen, also $s3 = a2 = \frac{1}{2} \cdot a1 = \frac{1}{3} \cdot ab$. Die dadurch gebildete Nase ams ist ziemlich stumpf. Durch Verkleinerung der Radien, also Verlegen der Mittelpunkte nach $2'$ und $3'$, lassen sich längere Nasen erzielen.

Fig. 1200 zeigt einen Bogen, dessen Radius gleich der Weite ist (dem gleichseitigen Dreieck umschrieben). Die sehr stumpfe Nase ams ist mit einem Radius gleich der halben Weite geschlagen, der Bogen am ist also ein Stück eines Halbkreises um den Mittelpunkt 2. Der Mittelpunkt 3 liegt entsprechend auf der Mitte der Linie $1s$. Würde man den Halbmesser der Nase nur zu $\frac{1}{3}$ der Weite annehmen, also $2'a = \frac{1}{3} \cdot 1a$, so würde dieselbe sich bis zu der Mitte o verschieben und sich hier mit der gegenüberliegenden Nase vereinigen. Innerhalb dieser Grenzen 2 und $2'$ wird sich also die Lage des Mittelpunktes der Nase zu bewegen haben. Etwa in der Mitte zwischen beiden findet man einen Punkt $2''$ bez. $3''$, welcher eine an der Vorderkante m' rechtwinklige Nase ergibt. (Genau gerechnet ist der Radius $a2'' = 0,414 \cdot a1$.)

In Fig. 1201 erstrecken sich die Nasen nicht auf die ganze Länge des Hauptbogens, an der linken Hälfte schwingen sie sich derart in den Punkten u und v aus dem Hauptbogen, dass die gleichen Strecken au und vs unten und oben frei bleiben. Rechts geht die Nase zwar bis zum Fusspunkt b herab, lässt aber oben das Stück sw frei. Durch ein Aufhören des Hauptbogens um das Stück bg liesse sich die Nase wieder mehr in die Mitte des Bogens schieben. Bildungen, wie sie Fig. 1201 zeigt, gehören vorwiegend der späteren Gotik an.

Die in den Figuren 1193—1201 dargestellten Linien geben den lichten Raum der Oeffnungen an, die Gliederungen setzen sich konzentrisch um dieselben herum und schneiden sich in der weiter oben angegebenen Weise zusammen. Ihr Austragen bietet keine weitere Schwierigkeit, so dass es hier übergangen werden kann. Auch für den Fall, dass man beim Austragen nicht von der lichten Oeffnung ausgeht, sondern von den Mittellinien der Stränge (vgl. Fig. 1234a), sind die meisten der angegebenen Nasenformen verwendbar.

Alle diese Konstruktionen, sowohl des ganzen Masswerkschemas wie der Nasen, können vielfach modifiziert werden und geraten am besten, wenn sie nach einer vorher mit freier Hand gemachten Skizze ausgeführt werden und nur dazu dienen, den Charakter der letzteren zu fixieren, was am wenigsten gelingt, wenn man sich skrupulös an eine geometrische Entwicklung halten will. Allerdings liefert dieselbe gewisse Anhaltspunkte, wo aber dadurch irgend ein Teil verkümmert wird, was namentlich von den Zwischenräumen gilt, da kann man unbedenklich davon abgehen, und z. B. den Zirkel ein wenig neben den geometrisch bestimmten Punkt setzen, selbst, wenn es nicht anders geht, die Breite der Gliederung der Stränge stellenweis um ein Weniges verringern, wie denn häufig die Ursache des Reizes, welchen ein mittelalterliches Masswerk vor einem daneben befindlichen einer Restauration angehörigen aber sonst kopierten voraus hat, gerade in der freieren Behandlung des älteren zu suchen ist.

Das Austragen der Vielpasse.

Alles was soeben über das Austragen der Nasen in den Spitzbögen gesagt ist, lässt sich auf zentral gebildete Figuren jeder Art übertragen.

Wenn die romanischen Vielpasse, wie sie die Figuren 1176—1176 b zeigen, von einem Kreis umschlossen werden, so ist damit der Uebergang zu einem zentral gebildeten Masswerk vollzogen, die einspringenden Zacken der Vielpasse werden zu eingesetzten Nasen. Dieser Entwicklungsgang tritt dadurch deutlich hervor, dass die Nasenbögen die innere Kreislinie völlig einnehmen und nur in wenigen Fällen die letztere zwischen den mit kleinen Radien geschlagenen Nasen noch sichtbar bleibt, in ähnlicher Weise wie der Spitzbogen zwischen *ua* und *vs* in Fig. 1201. Die Nasen sind entweder in Nuten des umschliessenden Kreises eingesetzt, ähnlich wie das Masswerk in den Fensterbögen (Fig. 1148 b) oder sie sind mit den umlaufenden Profilen aus einem Stein gearbeitet.

Das Austragen der Nasen im Kreis beruht ebenso wie das der Vielpasse auf der einfachen Kreisteilung, um z. B. drei Nasen einzusetzen, trägt man den Radius sechsmal in die Peripherie und verbindet die Teilpunkte, es müssen dann die Mittelpunkte der Nasenbögen in den dadurch erhaltenen Durchmessern liegen. Ihr Abstand von dem Mittelpunkt des Kreises, also *Cc* in Fig. 1204, richtet sich nach der Gestaltung der Nasenenden. Sollen dieselben vorn stumpf abgeschnitten sein, so trägt man von *Cf* aus die Hälfte der Nasenbreite *ba* nach jeder Seite, zieht Parallelen zu *Cf* und sucht in *Cc* den Mittelpunkt für den diese Linien sowie den grossen Kreis berührenden Nasenbogen.

Sollen die Nasen vorn spitz werden, wie in Fig. 1204a, so richtet sich die Wahl der Mittelpunkte nach dem Grad ihrer Zuschärfung und kann etwa zwischen den Punkten *a* und *b* beschränkt werden. Im Allgemeinen ist es besser, die Spitzen nicht zu lang zu machen, also die Mittelpunkte der Bögen näher nach *u* zu rücken, wie z. B. die vorteilhafte Wirkung des Masswerks in dem nördlichen Portale der Kathedrale zu Rouen zeigt.

Ganz in derselben Weise lassen sich 4, 5, 6, u. s. w. Nasen erzielen. Fig. 1205 zeigt z. B. das Einsetzen von vier Nasen oder die Bildung des Vier-Passes, wobei je nach der Gestaltung, welche die Nasen erhalten sollen, die Wahl der Mittelpunkte zwischen *a* und *b* geschehen kann.

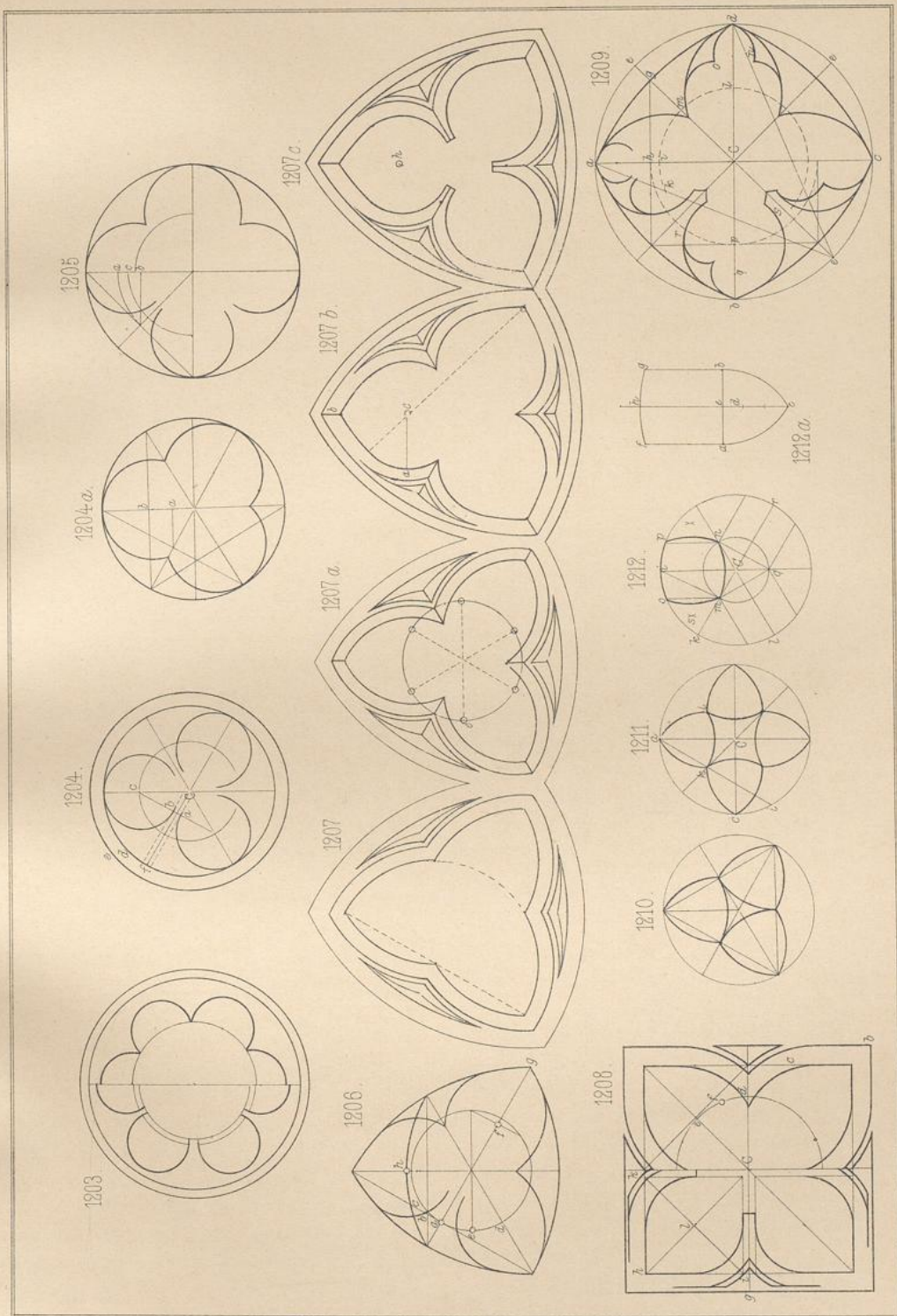
Das Einsetzen der Nasen in den Dreibogen kann sich wieder in sehr verschiedener Weise vollziehen, wie Fig. 1206 zeigt. Zunächst würde die Entwicklung des Dreipasses durch drei Halbkreise über den Mittelpunkten der Dreiecksseiten (also *a* in Fig. 1206) zu ermöglichen sein, wodurch die Form des Dreipasses 1207 gewonnen würde. Die Nasen treten dann wenig vor, sie entsprechen der Bogennase *ams* in Fig. 1200.

Eine Gestaltung, wie sie Fig. 1207a zeigt, ergibt sich, wenn die Mittelpunkte der Bögen in Fig. 1206 auf dem Kreisbogen *ad* zwischen *a* und *d*, also etwa in *e* zu liegen kommen.

Es können aber beide Nasenbögen auch aus einem Punkt geschlagen werden und dabei die Nasen doch spitz bleiben, wie in Fig. 1207b, wenn der Mittelpunkt etwa nach *f* in Fig. 1206 gelegt wird, und schliesslich kann die in Fig. 1207c gezeigte Gestaltung stumpfer Nasen sich aus den nach *h* in Fig. 1206 gelegten Mittelpunkten ergeben. Die Figuren 1207—1207c erweisen, welche verschiedene Wirkungen sich durch solche geringe Modifikationen erzielen lassen. Das Einsetzen doppelter Nasen in diese Figuren kann in eben so verschiedener Weise geschehen.

Das Einsetzen der Nasen in das Quadrat zeigt Fig. 1208 in verschiedener Weise.

In der rechten Hälfte sind die Mitten der Seiten des Quadrats verbunden und in das so gebildete übereck stehende Quadrat ist ein Kreis gestellt, dann der Bogen



pe in f halbiert und aus f etc. die Bögen der Nasen geschlagen. Zwischen den Punkten d und f können dann die Mittelpunkte verrückt werden, um eine andere Nasengestaltung zu erzielen.

Die linke Hälfte der Figur zeigt die Gestaltung abgestumpfter Nasen. Man trägt von den Halbierungslinien des Quadrates aus die Hälfte der beabsichtigten Nasenbreite (s. Fig. 1204) nach beiden Seiten ein, zieht in dieser Breite Parallele zu cg , welche die Seiten des Quadrates in i bez. k schneiden, zieht dann die Linie ik , halbiert dieselbe in l und schlägt aus l mit der Zirkelöffnung bis an die Seiten des Quadrats die Bögen der Nasen.

Fig. 1209 zeigt scharfe und stumpfe Nasen im Vierbogen, die Mittelpunkte sind in der Zeichnung angedeutet. In einzelne der Bögen sind Nasen zweiter Ordnung eingetragen. Nähere Angaben über die verschiedenen möglichen Lagen der Mittelpunkte mögen unterbleiben.

Sämtliche seither gezeigte Nasen- und Vielpassgestaltungen lassen sich in derselben Weise in den Kreis einsetzen. Eine andere Ausfüllung aber erhält derselbe entweder durch die Teilung mittelst radial gestellter Stäbe, die dann wieder mit Nasen besetzt sein können oder durch das Einsetzen von Kreisen, Fig. 1214, oder anderen geometrischen Figuren. Einfachere Gestaltungen dieser Art zeigen die Figuren 1210 bis 1212, kompliziertere sind enthalten in den später folgenden Figuren der Fenster und Rosen.

Verschiedene Kreisfüllungen.

Die Konstruktion von Fig. 1210 ergibt sich einfach aus dem einbeschriebenen gleichseitigen Dreieck, wie die eingezeichneten Hilfslinien anzeigen.

In Fig. 1211 sind vier Dreibögen eingesetzt, die sich aus vier gleichseitigen Dreiecken herleiten.

In Fig. 1212 sind drei Vierbögen in den Kreis gestellt. Um dieselben ohne langes Probieren zeichnen zu können, bedient man sich einer Nebenfigur 1212 a, in dieser trägt man eine beliebige Länge ab auf einer wagrechten Linie ab und macht mit derselben Länge aus a und b den Kreuzschnitt c , halbiert ab in e und zieht ec , teilt ec in drei Teile und merkt den ersten Teilpunkt d , errichtet dann über ab ein Quadrat $abfg$, beschreibt aus d einen Kreisbogen, der durch die Punkte f und g geht und verlängert ec bis nach dem in dem Bogen fg gelegenen Punkt h . Teilt man sodann die Peripherie des Kreises in der Hauptfigur 1212 in sechs Teile und zieht nach diesen Teilpunkten der Radien iC, kC, lC , so hat man nur aus i eine Linie parallel mit ah in der Nebenfigur zu ziehen, welche kC in m schneidet, um einen Eckpunkt des Vierbogens mno zu finden. Die übrigen Punkte ergeben sich dementsprechend. Die Bögen des Vierbogens können dadurch gefunden werden, dass z. B. aus p und u mit dem Radius iC ein Kreuzschnitt s gemacht und aus diesem der Bogen pn geschlagen wird.

Fischblasen und Masswerkdurchkreuzungen.

Neben und nach der seither erklärten Ausfüllung des Kreises durch eingesetzte geometrische Figuren macht sich im 15. Jahrhundert auch die durch Fischblasen be- Fischblasen. wirkte geltend, die sich zunächst aus frühgotischen Motiven ableiten lassen. Die Figur 1213 zeigt die Ausfüllung durch 3 Kreise, die sowohl einander als den grossen Kreis berühren. Werden die punktierten Liniestücke fortgelassen, so entstehen drei Fischblasen. In derselben Weise bilden sich innerhalb des Kreises aus 2 eingesetzten Kreisen 2 Fischblasen, aus 4, 5, 6 Kreisen immer ebensoviel Fischblasen.

Fig. 1214 zeigt das Einsetzen von 5 Kreisen. Man teilt die Peripherie in 10 Teile, zieht aus den Teilpunkten Radien aC, bC und verlängert dieselben bis sie die Tangente an f in g und h schneiden. Dann zieht man aus h eine Linie nach dem gegen-

überliegenden Halbierungspunkte von Cg , so ergibt die Durchschneidung der letzteren mit der Linie Cf den Mittelpunkt i .

Ueber das Verhältnis der Fischblasen zu der Breite der Profilierung soll hier nur so viel bemerkt werden, dass in der Regel die angenommene Profilierung des Masswerkes wie im Kreis, so auch in den Fischblasen herumgeht. Nach dem Verhältnis derselben zu dem Kreisdurchmesser, nach der Stellung also, welche der Kreis in dem ganzen Masswerk einnimmt, richtet sich daher die Anordnung der Fischblasen insofern, als ihre Zahl sich verringern muss, wenn der Durchmesser im Verhältnis zur Profildbreite kleiner wird, und umgekehrt.

Fig. 1215 zeigt sodann das Einsetzen von Nasen in vier Fischblasen in verschiedener Weise, welches ebenso für 2, 3 und mehrere geschehen könnte. Man bekleidet zuerst die Linie des Schemas mit den aus dem Profil der Stränge sich ergebenden Breiten und konstruiert dann die Nasen entweder über der aus dem Mittelpunkt c nach C gezogenen Linie in den Halbkreis, wie in der rechten oberen Hälfte von Fig. 1215 gezeigt ist, oder in ein grösseres Kreissegment, welches sich etwa nach der linken oberen Hälfte über den Linien $c'c''$ und der Verlängerung $c'd$ der Linie $c'C$ bildet. Es liegt dann ein Mittelpunkt in der Linie $c'e$, der zweite in $c'f$ und der dritte in der Halbierungslinie $c'g$ des Bogens ef .

Sämtliche seither gezeigte Fischblasen schliessen mit dem Rundbogen. Die Figuren 1216—1218 dagegen zeigen die Gestaltung der spitzbogigen Fischblasen.

In Fig. 1216 sind zuvor die Linien der Dreiteilung des Kreises, also ac , bc , dc gezogen, dann jede dieser Linien, z. B. cd , in 3 Teile geteilt und aus den dem Kreismittelpunkt zunächst gelegenen Punkten dieser Teilung 1 mit der Zirkelöffnung $1d$ Bögen geschlagen, welche also um das Zentrum den Dreibogen efg begrenzen. Verbindet man die Punkte 1, 1, 1 unter einander durch gerade Linien und verlängert dieselben über die Kreisperipherie hinaus, also z. B. von 1 nach h , so findet man auf dieser Linie den Mittelpunkt k , von welchem man den Bogen il mit dem Radius 1 a schlägt.

In Fig. 1217 sind 6 Fischblasen eingesetzt. Man zieht zuerst die Linien der Sechsteilung, halbiert dann ac in b , trägt cb aus c nach d , e u. s. w. und schlägt dann aus b mit der Länge ab den Kreisbogen ad , ebenso aus der Punkten d u. s. w. Nun trägt man db aus d nach f , schlägt aus f den Bogen db und wiederholt das Verfahren für die übrigen Punkte.

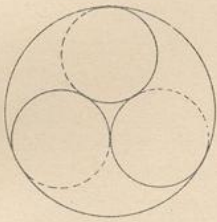
Fig. 1218 zeigt dann das Einsetzen von 4 Fischblasen. Man zieht zuvor die Linien der Vierteilung ab und cd , trägt aus b die Länge bc nach e , denn fc aus f nach g , h und i , zieht die Seiten des inneren Quadrates $eghi$ und verlängert selbe nach der anderen Seite, also nach k , l u. s. w., schlägt aus h mit dem Radius hb den Bogen bq , aus g den Bogen ce , dann aus den Durchschnittpunkten der letzteren mit den Linien hk , gl , also aus den Punkten m , p die Bogen nh , go u. s. f., so ist die Konstruktion beendet.

Abweichende Gestaltungen ergeben sich aus der Durchkreuzung der die Fischblasen bildenden Schweifungen. Derartige Formen zeigen die Figuren 1219—1225, deren Konstruktion sich aus den verzeichneten Linien ergibt und welche die letzte Periode der gotischen Kunst, die letzten Zeiten des 15. und den Anfang des 16. Jahrhunderts kennzeichnen.

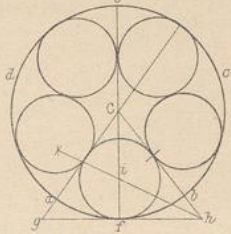
In den oben gezeigten Kreisausfüllungen der mittleren Periode durch hineingeschobene geometrische Figuren behaupten diese letzteren, wenn schon sie sich der Hauptform unterordnen, immer noch eine gewisse Selbständigkeit, die durch die eingesetzten Nasen ausgesprochen wird. Denn die Nasen bezeichnen wirklich und wesentlich die Grenze der weiteren Teilbarkeit. Es kommen zwar einzelne Bildungen vor, welche dieser Regel zu widersprechen scheinen, wie die in Fig. 1222 dargestellte, wo der mit 4 Nasen besetzte Kreis durch ein wieder mit Nasen besetztes Kreuz in 4 Teile zerlegt wird, ohne dass hierdurch jedoch die Bedeutung der Regel geschwächt würde,

Spätgotische Kreisfüllungen.

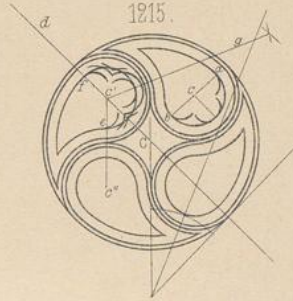
1213.



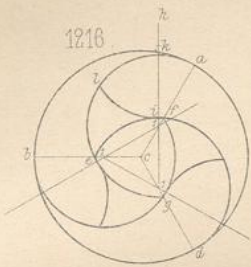
1214.



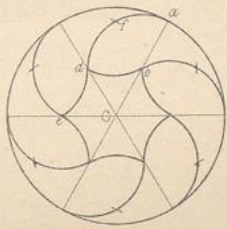
1215.



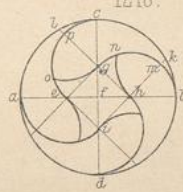
1216.



1217.



1218.



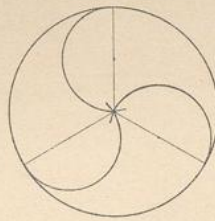
1219.



1220.



1221.



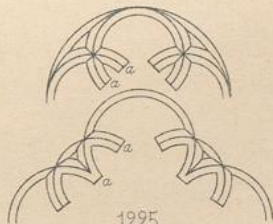
1222.



1223.



1224.



1225.

denn die dem Kreise angesetzten Nasen beziehen sich ebensowohl auf einen der durch die Vierteilung gebildeten Quadranten und unterscheiden sich von den übrigen darin befindlichen nur durch den grösseren Radius ihrer Bögen.

Erst die Annahme der Fischblasenmuster durchlöcherte das Prinzip der Selbstständigkeit der einzelnen Figuren. Die Fischblase beginnt an ihrem Kopfe als selbstständige Form, verliert aber diesen Charakter in ihrer Endung, welche gleichsam eine Auflösung, eine Verflüchtigung ausspricht. Nunmehr hatten auch die Nasen keine berechnete Existenz mehr, wurden daher weggelassen, und aller Nachdruck legte sich auf ein möglichst gehäuftes und gesuchtes Aneinanderschmiegen und schliesslich Durchkreuzen der Endungen oder vielmehr der sie bildenden Stränge. In der gesteigerten Durchkreuzung der letzteren suchte man weiter einen Ersatz für die durch Weglassung der Nasen entstandene Leere. Da aber die Weiterführung dieser kreuzenden Stränge durch keinen Organismus mehr gehemmt war und schliesslich Alles zu überwuchern oder in die alten absichtlich verlassenen Bahnen wieder einzulenken drohte, so blieb kein Rat, als sie kurzer Hand abzuschneiden, wie bei *a, a* in den Figuren 1219 und 1223—1225 geschehen ist.

Die gotische Kunst stellt in ihren Werken die Herrschaft des Kreuzes über alles Vorhandene dar. Wir sagen nicht, dass man eine derartige Symbolik überall gesucht habe, sie ist gleichsam hineingewachsen. Die Grundform ist die des Kreuzes und schliesst alle irgend denkbaren Formen, geometrische wie frei gebildete, in sich. Das Gewölbesystem beruht auf einer doppelten Durchkreuzung in der Richtung der Seiten wie der Diagonalen und überdacht alles darunter Befindliche. Der Spitzbogen selbst, was ist er Anderes, als das Kreuz, gebildet durch die im Scheitel sich schneidenden Bogenteile. Er schliesst alle Formen in sich, die abgeschlossenen geometrischen, sich je nach ihrer Lage, Grösse und Form einander unterordnenden und die gleichsam zur Verkittung dienenden Zwischenräume. Einem jeden Teil ist eine Stellung angewiesen, ein jeder muss dienen und über allen zusammen steht das Kreuz. Diese Unterordnung musste zuerst dem Suchen nach grosser Mannigfaltigkeit weichen; anstatt das Ganze aus Teilen und diese aus den verschiedenen Einheiten zu bilden, wurden zunächst die letzteren in unmittelbare Beziehung zum Ganzen gebracht. Während in den frühgotischen Werken die Vielpässe, als die bestimmenden und die ganze Gestaltung beherrschenden Einheiten, den Zwischenräumen, als den dienenden, noch eine angemessene Form, eine gewisse Berechtigung liessen, wird dieselbe in dem Masse verringert, als sich aus den Vielpässen abgeschlossene geometrische Figuren bildeten, welche unbekümmert um die Zwischenräume diesen nur eben soviel Feld einräumten, als sie selbst nicht mehr gebrauchen konnten. So bestehen die Masswerke der mittleren Periode aus abgeschlossenen geometrischen Figuren, wie Dreibögen, Vierbögen, Kreisen etc. und den zuweilen beträchtlich gequetschten Zwischenräumen. Es lag also nahe, die ersteren nach den letzteren zu öffnen und so die anfangs nur vereinzelt vorkommenden Fischblasen zu bilden (wie Fig. 1255 a zeigt), bis endlich dieses Prinzip der Vereinigung überall die Abgeschlossenheit der geometrischen Figuren verdrängte, ein jeder Unterschied zwischen den bedingenden und bedingten Figuren verschwand und schliesslich alle sich einfach durch die Durchkreuzung ihrer Begrenzungslinien bildeten.

3. Masswerk einfacher Pfosten- und Radfenster.

Pfostenfenster der früheren Gotik.

Grundriss
der
Pfosten.

Aus Gründen der Stabilität und des Lichteinfalles erhielten die Pfostenquerschnitte, wie oben näher dargethan, grosse Tiefe bei geringer Breite, s. Fig. 1226—1228. Der naturgemässeste und einfachste Grundriss ist demnach ein Rechteck, dessen Ecken zur weiteren Begünstigung des Lichteinfalles abgefast sind, Fig. 1226. Die Verglasung, s. S. 488 liegt fast immer in halber Pfostentiefe, sie fasst in eine Nut, siehe die linke Hälfte der Fig. 1226, oder legt sich vor einen Falz, s. Fig. 1227. Der meist schmale jedoch nicht unter 10—15 mm breite Falz verringert an einer Hälfte die Pfostenbreite, was sich durch den schräg eingeschnittenen Falz, s. Fig. 1226 rechts, umgehen lässt.

An das Glas schliesst sich zunächst eine gerade Fläche nb in Fig. 1226 oder ik in Fig. 1227, welche mindestens so breit sein muss, dass der Fugenverstrich und die Befestigungseisen dagegen treten können. Von dem Punkt b ab kann sich das Profil verjüngen, so dass aussen und innen nur eine Pfostenbreite ac zurückbleibt, die $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{3}$ oder höchstens $\frac{1}{2}$ der ganzen Breite bd ausmacht. Statt der ebenen Fase, Fig. 1226, tritt schon frühzeitig eine mehr oder weniger flache Hohlkehle auf, Fig. 1227 oben links und oben rechts, die Hohlkehle kann auch um ein Stück eg (Fig. 1227 unten links) zurückgesetzt sein, in der Spätzeit schneidet sie zuweilen tief in das Fleisch des Pfostens ein (Fig. 1227 unten rechts).

Weit reicher und anmutender wirkt der Pfosten, wenn ihm vorn und hinten eine Säule vorgelegt ist, s. Fig. 1228. Dieselbe trug in der Frühzeit fast ausnahmslos unter dem Beginn des Masswerks ein Kapitäl, das besonders dann unvermeidlich war, wenn das obere Masswerkprofil von dem Pfostenprofil mehr oder weniger abwich (s. Fig. 1233). In der mittleren Gotik pflegt das Kapitäl und dann auch der untere Sockel fortzubleiben, aus der Säule wird ein vorgelegter Stab, der sich direkt oben zu dem Masswerk verzweigt. In der ersten Zeit findet sich die Säule vereinzelt wohl als ein getrennter auf den Spalt gestellter Dienst vorgelegt, meist ist sie aber mit dem Pfosten aus gleichem Stein gebildet. Die Säule kann sich vor eine Pfostenplatte legen, wie in Fig. 1228 oben, oder gegen die Fase bez. Kehle schneiden, s. Fig. 1228 unten.

Die Wirkung der ganzen Pfostengliederung wird gesteigert, je mehr das Säulchen durch seine Stärke die Breite beherrscht. Damit die Vorsprünge des Kapitales nicht zu dicht an das Glas heranwachsen, ist die Pfostentiefe entsprechend zu vergrössern, wobei sie fast an das Vierfache der Breite hinangehen kann. Eben so kommt das Säulchen zu einer klareren Wirkung, wenn es sich durch einen geradlinigen oder kehlenförmigen Hals vom übrigen Profil ablöst, Fig. 1228a.

Statt des kapitällosen Rundstabes kann sich dem Pfosten auch ein prismatischer Stab vorlegen, Fig. 1229, der in gleicher Weise sich unverändert in den Strängen des Masswerkes fortsetzt.

Wenn das Masswerk keine herauswachsende Nasen hat, so kann das einfache Profil 1226 bez. 1227 ohne Schwierigkeit allen Windungen des Masswerkes unverändert folgen. Diese Querschnitte entsprechen also sehr gut den Aufrissfiguren der frühgotischen Masswerke Fig. 1234—1239, 1241, obwohl dieselben auch nach den reicheren Profilen gebildet sein können. Bei dem Vorhandensein besonderer Nasen, wie in den Figuren 1240, 1242, ist auf deren Entwicklung beim Profil Bedacht zu nehmen, wie

weiter oben an den Figuren 1178—1183 dargethan ist. Die frühere Zeit wünscht die Nasenquerschnitte schon im unteren Pfosten ausgesprochen, weshalb für diesen Zweck die Profile 1228—1229, in denen die Nasengrundrisse durch Schraffur angedeutet sind, sich gut eignen. In der späteren Zeit nimmt man nicht Anstand, auch aus dem einfachen Pfosten 1226 bez. 1227 die Nasen hervorwachsen zu lassen.

Wo aber in „älteren“ Werken Nasenformen in Verbindung mit dem einfachen Grundriss 1226 vorkommen, da ist derselbe an den mit Nasen besetzten Teilen entsprechend verändert, so erhält z. B. an den Fenstern der Sakristei der Elisabethkirche zu Marburg der Pfostengrundriss 1226 in dem nasenbesetzten Dreipass einen durch den schraffierten Teil angedeuteten Zuwachs, der freilich in den Teilungsbögen aus der Masse der letzteren herauswachsen muss, da Kapitäl nicht vorhanden sind. Es beweist aber letztere Erscheinung, dass das Herauswachsen der Frühzeit keineswegs unbekannt war, sondern nur gern vermieden wurde.

Die allgemeine Aufrissform der zweiteiligen Fenster besteht darin, dass der mittlere Pfosten mit den beiden Wandpfosten durch Bögen verbunden ist und der oberhalb dieser „Teilungsbögen“, innerhalb des Fensterbogens verbleibende Raum durch einen Kreis oder eine andere mehr oder weniger komplizierte Grundform ausgefüllt wird.

Aufriss der
Fenster.

Die einfachste dieser Anordnungen ist die Kreisfüllung, dennoch lässt dieselbe noch mehrfache wesentliche Verschiedenheiten zu, welche in den Figuren 1230—1232 im Skelett dargestellt sind.

In Fig. 1230 fällt die Grundlinie der Teilungsbögen mit der des grossen Fensterbogens zusammen und wird also der Radius des die Scheibe füllenden Kreises durch die Höhe der Bögen bestimmt.

In Fig. 1231 ist der Kreis nach einem grösseren Radius geschlagen und die Grundlinie der Teilungsbögen daher unter die des grossen Bogens herabgerückt.

In Fig. 1232 findet dasselbe Verhältnis der Grundlinien statt, und es waltet nur der Unterschied, dass die Mittellinien der einzelnen Bögen nicht wie in Fig. 1231 einander berühren, sondern aneinander vorbeigehen. Dieser Unterschied spricht sich deutlich aus in den Durchschnitten nach *ab* und *fg*.

Diese letzte Anordnung ist der Frühgotik eigentümlich und findet sich, auf verschiedene Pfostengrundrisse angewandt, z. B. in der Liebfrauenkirche zu Trier, der Elisabethkirche zu Marburg und der Kirche des Klosters Haina. Sie ermöglicht, wie wir später sehen werden, manche kompliziertere Gestaltungen, indem sie das Pfostensystem zu einem selbstständigeren Abschluss bringt und für die Zwischenräume zwischen dem grossen Bogen, den Teilungsbögen und dem Kreise eine abweichende angemessenere Gestaltung zulässt. Dann aber rechtfertigt sie sich vorzüglich, wenn nach dem in Fig. 1233 dargestellten Grundriss der das eigentliche Masswerk umlaufende Rundstab einen kleineren Radius hat, als der die Pfosten und Gewädebögen begleitende, so dass sich auf dem Kapitäl der Pfosten die beiden einander durchdringenden Bogenprofile *bcd* und *fgb* aufsetzen, mithin die schraffierten Teile Ausladungen auf dem Kapitäl bilden und der Durchschnitt nach *fg* in Fig. 1232 die in Fig. 1233 a gezeigte Gestaltung erhält.

Das verbreitetste Grundschema für die zweiteiligen Fenster bildet Fig. 1231, es liefert die Wurzel für viele Abzweigungen. Zunächst kann der Kreis einwärts mit Rundbögen oder Spitzbögen, und zwar mit drei bis acht, besetzt werden, während die Teilungsbögen einfache Spitzbögen bleiben. Gerade der Gegensatz der einfachen Teilungsbögen zu dem reichen Schmucke des grossen Kreises übt einen gewissen Reiz. Fig. 1234. Statt des einfachen Spitzbogens kann die Kleeblattform für die Teilungsbögen verwandt werden, wie in den frühgotischen Vielpassfenstern 1235—1236. Seit Mitte des XIII. Jahrhunderts treten dann sehr oft Teilungsbögen mit eingefügten

Nasen auf, wie sie das dreiteilige Fenster vom Dom zu Erfurt, Fig. 1240, zeigt, das zugleich ein Beispiel für einen spitzbogigen Vielpass im Kreise liefert.

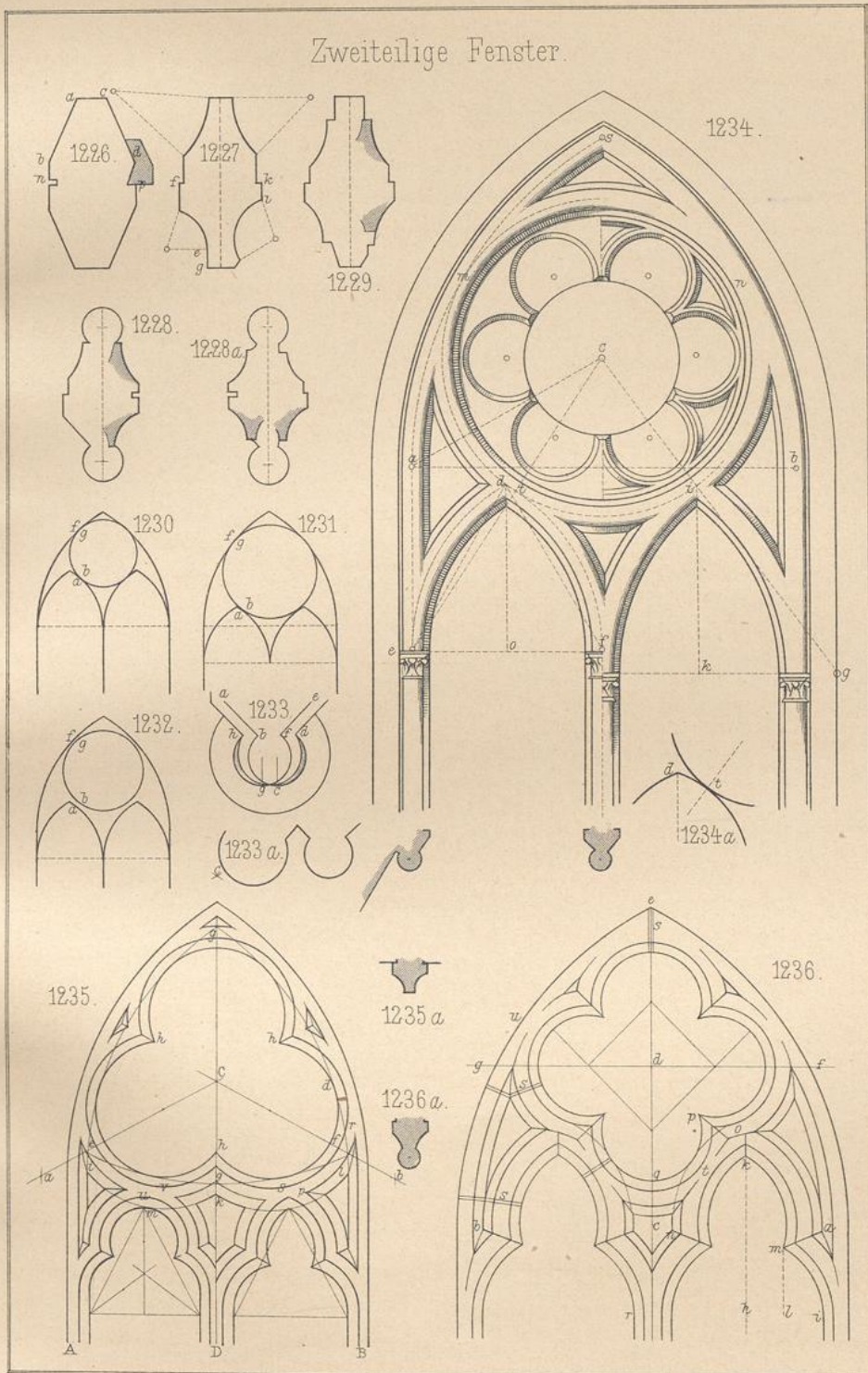
Austragen des Masswerks. Um ein Masswerkfenster auszutragen, kann man zwei verschiedene Verfahren einschlagen. Nach dem ersten zeichnet man die Mittellinien aller Pfosten und Stränge und setzt dann zu beiden Seiten die Stärken zu; nach dem zweiten zeichnet man die lichten Oeffnungen der Hauptfiguren zuerst, setzt die Strangstärke hinzu und schliesst nun die lichten Oeffnungen der Nachbarfiguren an. Unter Umständen lassen sich beide Methoden vereinigen; immer ist es gut, die Hauptverhältnisse zuerst an einer Handskizze festzustellen und dieser das geometrische Liniengerippe anzupassen. Da wo zwei Stränge in einander übergehen oder sich schneiden, bildet sich eine Einschnürung, welche an der schmalsten Stelle das normale Profil zeigt, keinesfalls aber schwächer als dieses werden darf. Der geringste Fehler in letzterer Beziehung wirkt im höchsten Grade abstossend.

Zweiteiliges Fenster mit Kreisfüllung. Es mögen nun einige frühgotische Fenster vorgeführt werden unter kurzer Angabe des Vorgehens beim Austragen. Ein häufig auftretendes Fenster, das wegen seiner naturgemässen Ausbildung und seiner edlen Einfachheit fast als Grundtypus des frühgotischen zweiteiligen Masswerkfensters gelten kann, zeigt Fig. 1234. Seine Wirkung hängt eng mit der Grösse des oberen Masswerkkreises zusammen, welche ihrerseits wieder in gewisser Abhängigkeit von dem Höhenverhältnis des Fensters, der Breite seiner Gewände, der Stärke seiner Profile und den Erfordernissen der Glasmalerei steht; im allgemeinen kann man annehmen, dass sich die günstige Wirkung mit der Grösse des Kreises steigert, wie ein Vergleich der Figuren 1230, 1231 und 1234 darthut. In der letzten Figur reicht der Kreis bis unter die Grundlinie *ab* des Fensterbogens herab, während an den Chorfenstern zu Reims sogar der Kreismittelpunkt *c* etwa in die Höhe der Bogengrundlinie *ab* herunter geschoben ist. Dass selbst bei dieser Uebertreibung die Fenster zu Reims noch günstig wirken, ist dem Umstand zuzuschreiben, dass die Kreisgliederung nicht mit der Gewändegliederung verwächst, sondern in dieselbe eingesetzt ist, wodurch die Kreisgrösse eine kleine Einschränkung erfahren hat.

Die Mittellinien der Stränge sind in Fig. 1234 eingezeichnet, an den Berührungsstellen *mt* u. s. w. laufen sie in einander über, wodurch das völlige Verwachsen der Glieder zum Ausdruck kommt. Die Mittelpunkte *a* und *b* des Fensterbogens sind im vorliegenden Falle auf die Mitte des Profiles gelegt, sie bilden daher mit der Spitze *s* ein gleichseitiges Dreieck. In dem Mittelpunkt dieses gleichseitigen Dreiecks ist das Kreiszentrum *c* angenommen. Man findet *c*, indem man die Linie *ac* und *bc* unter 30° Neigung zieht oder indem man die Bögen *as* und *bs* in *m* und *n* halbiert und diese Punkte mit *b* bez. *a* verbindet. Der Teilungsbogen ist links auch nach einem gleichseitigen Dreieck *def* gebildet, dessen Spitze *d* nicht auf dem oberen Kreis liegt, sondern wie es die Nebenfigur 1234a deutlicher veranschaulicht, etwas entfernt bleibt. Der Berührungspunkt *t* zwischen dem Kreis und dem Teilungsbogen liegt weiter seitwärts auf der Linie *ec*. Um die Punkte *e* und *t* ohne Probieren aufzufinden, hat man um *c* einen Kreis mit dem Halbmesser $cm + ef$ zu schlagen, dessen Schnitt mit der Mittellinie des Wandpfostens den Punkt *e* giebt.

Das Loslösen des grossen Kreises von der Spitze der Teilungsbögen tritt viel deutlicher bei dem dreiteiligen Fenster Fig. 1240 hervor, wo sich sogar bei *i* die Rundstäbe von einander entfernen. Beim zweiteiligen Fenster pflegt die Trennung nur dann wahrnehmbar zu werden, wenn der obere Kreis recht klein ist (Fig. 1230 neben *ab*). In der vorliegenden Figur 1234 verschwindet sie fast ganz, man könnte sie hier sogar völlig vermeiden, wenn man nach Massgabe der rechtsliegenden Figurenhälfte den Teilungsbogen noch schlanker machte, so dass der Mittelpunkt *g* tiefer herab und weiter nach aussen rückte. Um *g* zu ermitteln, errichtet man in der Mitte der Oeffnung ein Lot, welches den Kreis in *i* schneidet, sodann zieht man die Linie *ci*, auf deren Verlängerung der Punkt *g* liegen muss.

Zweiteilige Fenster.



Wenn das Fenster statt des Kreises einen Drei- oder Vierpass trägt, so kann das Auftragen in der gleichen Weise vor sich gehen, indem zuerst die Mittellinien gezeichnet werden, besser kommt man aber gewöhnlich zum Ziel, wenn man von der lichten Oeffnung der oberen Vielpassfigur ausgeht, diese mit der Profildbreite umkleidet und daran die Teilbögen schliesst.

Ein Fenster mit einem grossen Dreipass und kleeblattartigen Teilungsbögen darunter zeigt Fig. 1235, die Grundrisse der Pfosten sind in Fig. 1235 a eingetragen. Fenster mit Dreipass.

Die Mittelpunkte des Spitzbogens mögen in a und b liegen. Zuerst sind die durch die Grundrissbreiten der Wandpfosten sich ergebenden konzentrischen Bögen zu schlagen. Hiernach macht man aus a und b mit dem Radius ab den Kreuzschnitt c , und aus c mit dem Radius ad den Bogen ef ; kurz, man konstruiert den auf dem gleichseitigen Dreieck beruhenden Dreibogen efg . Halbiert man dann die Bögen eg und fg und zieht aus den Halbierungspunkten nach den Scheiteln der gegenüberliegenden Winkel gerade Linien aC und bC , so liegen die Mittelpunkte der Bögen des Dreipasses in diesen Linien und zwar je nach der beabsichtigten Schärfe der Spitzen h näher oder entfernter von C . Dann schlägt man die einzelnen durch das Strangprofil gebildeten konzentrischen Bögen des Dreipasses. Darunter schliesst man nun einen runden (siehe linke Hälfte) oder spitzen Kleeblattbogen (siehe rechte Hälfte) derart an, dass an der schmälsten Stelle uo bez. ps das Mittelplättchen des Stranges seine normale Breite hat.

Fig. 1236 zeigt ein Fenster mit einem Vierpass im oberen Bogenteil, die Grösse des Vierpasses lässt weiten Spielraum, hier ist ein solcher von mittelmässigen Abmessungen vorausgesetzt. Das Strangprofil möge vorn einen Rundstab haben. Fenster mit Vierpass.

Die Mittelpunkte des Spitzbogens seien a und b und die Mitte des Vierpasses möge so angenommen werden, dass $ac = cd$ oder mit anderen Worten, dass ad unter 45° geneigt ist. Die Halbmesser und die Mittelpunkte der Vierbögen, welche letztere auf den Linien gf und eg in gleichem Abstand von d liegen, hat man so zu wählen, dass der Vierpass eine schöne Form erhält und bei u mindestens die Stärke des Wandstranges gewahrt bleibt. Man hat nun die Vierpassbögen mit der Strangbreite zu umkleiden und die Kleeblattbögen so darunter zu setzen, dass an der schmälsten Stelle die volle Strangstärke vorhanden ist. Nach dem Vorbild der Figuren 1196—1198 ist als Radius der unteren Kleeblattbögen dann die Weite hi angenommen, es können dieselben daher an die Linie hk als Mittellinie in der Weise konstruiert werden, dass ihre inneren Bögen die äusseren des Vierpasses berühren. Man halbiere zu dem Zwecke die Weite hi und mache in dem Halbierungspunkte einen Lotriss lm . In dem letzteren suche man den Mittelpunkt für den mit dem Radius hr zu schlagenden Bogen pg berührenden Bogen no , so ist dieser Mittelpunkt für die oberen Bögen des Kleeblattes gültig, während der für die unteren dann, je nach der Schärfe der Spitzen, auf der Linie hk bestimmt werden kann.

Die Figur 1237 zeigt die Ausfüllung der Scheibe mit dem zusammengesetzten Vierpass. Hier sind, um ein anderes Verfahren zu zeigen, zuerst die Teilungsbögen konstruiert und mit den aus dem Grundriss sich ergebenden Breiten bekleidet. Darüber ist der Vierpass gelegt und diesem der Umschliessungsbogen des Fensters angepasst.

Man legt an die äussere Laibungslinie des Teilungsbogens die unter 45° gegen die Wagrechte geneigte Tangente ab , welche die Mittellinie des Teilungsbogens in c schneidet. Dann trägt man etwa ein Drittel der Länge de auf der Linie ab von c nach f , errichtet in f eine Senkrechte fu auf ab , welche von der Mittellinie des Teilungsbogens in g geschnitten wird, so sind die Punkte c und g Mittelpunkte der äussersten Bögen des zusammengesetzten Vierpasses. Macht man aus diesen letzteren dann Zirkelschläge, welche die äussersten Bögen der Teilungsbögen berühren, so sind die äussersten Spitzen des Vierpasses gefunden, die in gleicher Weise an allen Ecken des Quadrates $abvu$ gezeichnet werden. Mit gleichem Radius schlägt man die kürzeren Bogenstücke des Vierpasses in schicklich erscheinender Weise. Es ist dabei nur zu berücksichtigen, dass überall mindestens die volle Breite der Pfostengliederung zwischen dem Vierpass und dem Teilungsbogen herumläuft, wogegen es durchaus nicht nachteilig ist, wenn die dem Vierpass konzentrisch gehende Gliederung sich nicht völlig mit der des Teilungsbogens durchdringt, sondern neben der letzteren durchläuft. Dasselbe gilt hinsicht-

lich des Verhältnisses des Vierpasses zum Spitzbogen. Die Gestalt des einschliessenden Spitzbogens ist dann in Fig. 1237 nach der des Vierpasses eingerichtet und seine Mittelpunkte durch Probieren in o und p gefunden. Hätte aber der Spitzbogen aus dem gleichseitigen Dreieck geschlagen werden sollen, so würde es schwer zu umgehen sein, dass er von dem Vierpass in seiner Spitze getrennt bleibt.

Eine andere Konstruktion zeigt Fig. 1238. Hier sind die Grundlinie des Spitzbogens, dessen Mittelpunkte a und b , und die Grundrissbreiten der Pfosten gegeben. Man schlage zuerst den inneren Bogen aus den Punkten a und b , ziehe cb und ca , errichte in a und b Perpendikel und mache $ad = be = ab$. Man schlägt dann aus d und e mit dem Radius af die Bögen gh , und gh' , welche als erste Anhalte für den mit gleichen Radien aus Einzelbögen zu bildenden Vierpass dienen. Unter diesen setzen sich dann die Teilungsbögen.

Fenster
mit 3
Dreipässen.

Fig. 1239 zeigt die Ausfüllung der Bogenscheibe mit drei Dreipässen. Die Mittelpunkte des Spitzbogens sowie die Grundrissbreiten sind gegeben. Die Regelmässigkeit der ganzen Gestaltung beruht darin, dass die Dreipässe einander gleich sind, dass die Spitzen der unteren Dreipässe mit denen der Teilungsbögen in eine senkrechte Linie fallen und die drei Dreipässe in die regelmässige Beziehung des gleichseitigen Dreiecks zu einander treten.

Es müssen daher die Mittelpunkte cc' entweder in oder unter die Grundlinie des Spitzbogens fallen, je nachdem dessen Mittelpunkte in d liegen oder weiter nach innen gerückt sind. Man sucht daher, nachdem man die aus den Grundrissbreiten sich ergebenden inneren Bogenlinien des Spitzbogens geschlagen hat, den Mittelpunkt c in der Weise, dass der daraus zu schlagende innere Dreipassbogen durch a geht und an die Mittellinie ee mit einer angemessenen Spitze schneidet. Symmetrisch zu c liegt rechts von ee der Mittelpunkt c' und über beiden als Spitze eines gleichseitigen Dreiecks cc' . Ebenso findet man die anderen Punkte auf dem grossen Dreieck cfg . Man umkleidet dann die Dreipässe mit dem Profil und bestimmt den Punkt h , in welchem der das Plättchen oder den Rundstab der Gliederung nach aussen begrenzende Bogen die Mittellinie ee schneidet. Darunter folgt der kleeblattförmige Teilungsbogen, dessen Konstruktion dann nach einer der früher gezeigten Arten geschehen kann.

Nach Massgabe der Schärfe des Winkels i und der Breite der Pfostengliederung, sowie der stumpferen Gestaltung des Teilungsbogens kann es nötig werden, dass die Spitze der letzteren tiefer als der Punkt h zu liegen kommt. Es sind dann die Mittelpunkte kk so zu suchen, dass der daraus geschlagene, den Rundstab oder das Plättchen nach innen begrenzende Bogen den aus c durch h geschlagenen berührt. Entweder kann dann der erstere über den Berührungspunkt hinaus sich nach der Spitze fortsetzen oder aber jenseits desselben in den Bogen des Dreipasses übergehen, so dass sich eine geschweifte Spitze für den Teilungsbogen ergibt. Es finden sich derartig geschweifte Bogen schon in den Masswerken der Frühgotik; so an den Fenstern der Kirche zu Haina. In der gezeichneten Figur legt sich der obere Dreipass unter das entsprechende Gewändeprofil des Fensterbogens, man würde statt dessen auch das ganze Masswerk etwas höher hinauf schieben können, so dass hier ein Verwachsen gerade so stattfindet wie beim Punkte a .

Verwandte Kombinationen ergeben sich bei dreiteiligen Fenstern.

Eine der Fig. 1239 ähnliche Anordnung eines dreiteiligen Fensters findet sich in ziemlich ursprünglicher Gestaltung an dem Chor der Kirche zu Wetter s. Fig. 1169.

Dreiteiliges
Fenster
mit Kreis-
füllung.

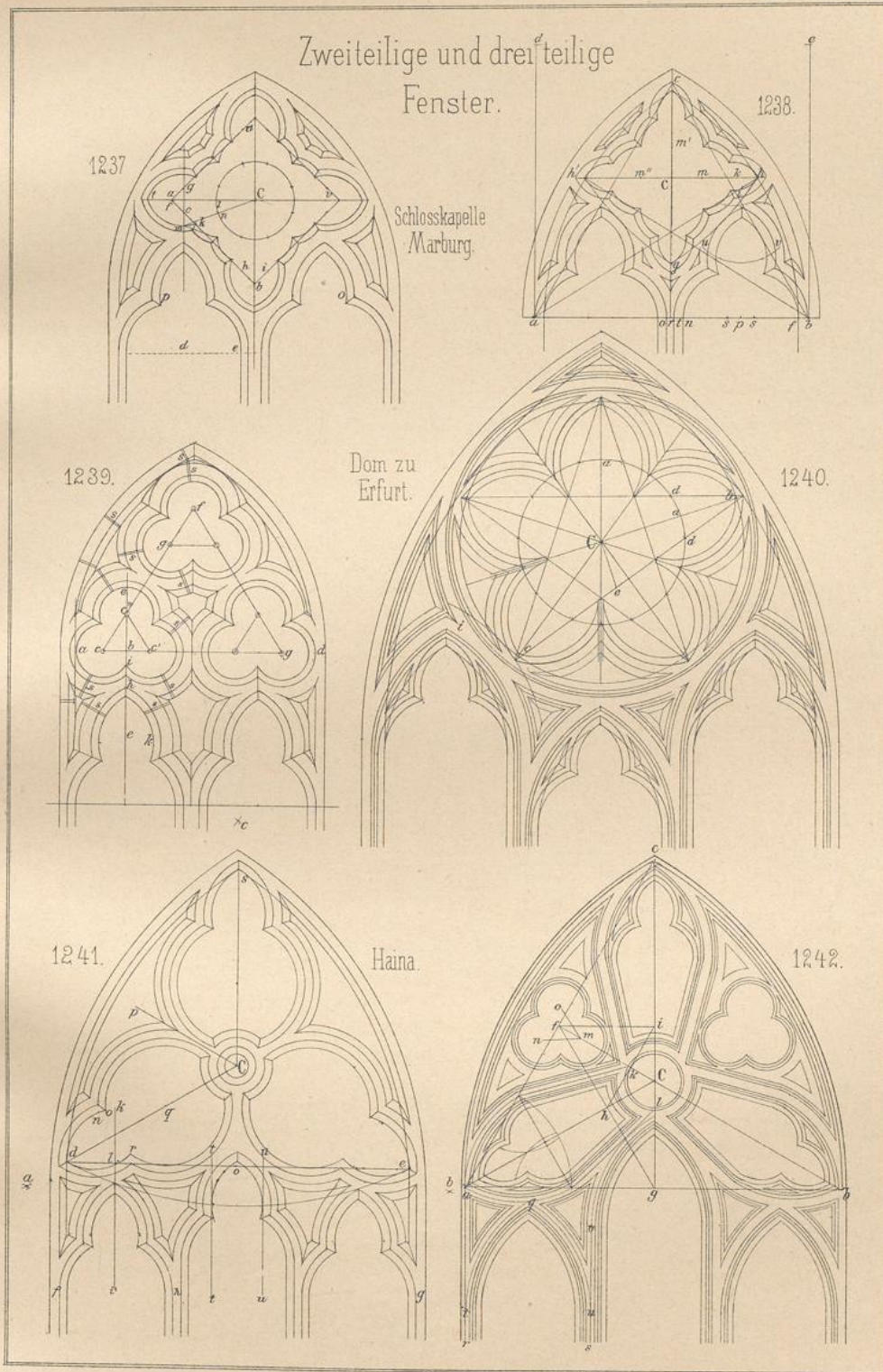
Wenn ein dreiteiliges Fenster einen grossen Masswerkkreis erhält, so rückt der mittlere Teilungsbogen tiefer herab als die beiden seitlichen, s. Fig. 1240. Um dieses Verhältnis zu ändern, kann zwischen den Kreis, den Spitzbogen und den Teilungsbogen eine denselben berührende Zwischenfigur, wie in Fig. 1252, eingeschoben werden.

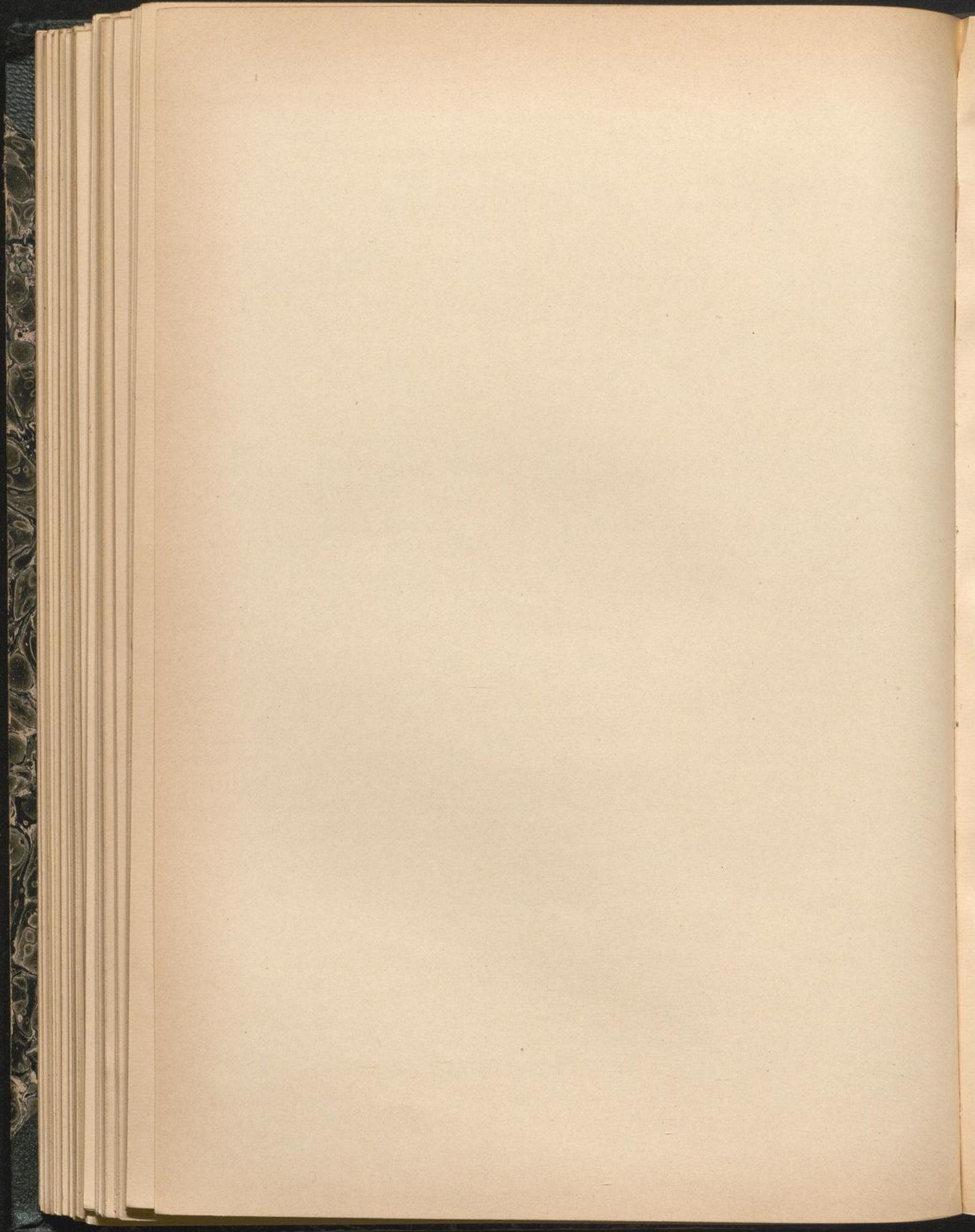
Das Einsetzen der 5 Spitzbögen in den Kreis ist in Fig. 1240 in folgender Weise bewirkt. Es ist in den Kreis ein regelmässiger fünfeckiger Stern eingetragen und mit der Seite des eingeschriebenen Zehneckes um C der Kreis aa beschrieben. Die Schnitte dieses Kreises mit dem Stern d, d bilden die Mittelpunkte für die Nasenbögen.

Eine charakteristischere Anlage ergibt sich, wenn auch die Scheibe des Bogens mit einer auf der Dreiteilung beruhenden Grundform ausgefüllt ist, also etwa nach

Tafel CXXI.

Zweiteilige und dreiteilige
Fenster.





Art der Fig. 1235, wobei der mittlere Teilungsbogen mit seiner Spitze unter die Oeffnung des Dreipasses treten könnte, wie an einem Fenster der Sakristei der Elisabethkirche zu Marburg, welches sich in dem „gotischen Musterbuch“, Heft I, Taf. 6, dargestellt findet.

Die Ausfüllung der Scheibe mit einem zusammengesetzten Dreipass findet sich an dem Kreuzgang von Kloster Haina (s. Fig. 1241). Die Mittelpunkte des Spitzbogens liegen in *a* und *b*. Man schlage zuerst die aus der Grundrissbreite sich ergebenden Bögen, mache dann aus *a* und *b* mit dem Radius *ab* den Kreuzschnitt *c* und aus diesem mit dem Radius *ae* den Bogen *de*. In den somit gewonnenen Dreibogen *des* legt man die Masswerkfigur ein und schiebt unter sie die drei gleich breiten Kleeblattbögen, deren mittlerer etwas höher hinauffasst als die seitlichen.

Dreiteiliges
Fenster mit
Dreipass und
Dreiblatt.

Eine sehr häufig vorkommende Ausfüllung der Scheibe ist das in Fig. 1242 gezeigte Dreiblatt. Es findet sich schon in den Werken der Frühgotik, wie an dem Chor der Severikirche in Erfurt, kehrt aber auch in der folgenden Periode durch das ganze 14. Jahrhundert häufig wieder und empfiehlt sich durch seine besondere Schmiegbarkeit.

In der vorliegenden Figur liegen die Mittelpunkte des Spitzbogens in *a* und *b*. Schlägt man den durch die Mittellinie des äussersten Plättchens gebildeten Bogen *ac* und *bc*, zieht dann die Linien *ab*, *ac* und *cb*, halbiert dieselben und zieht sonach *bf*, *cg*, so ergibt der Durchschnitt derselben den Mittelpunkt *C*. Zieht man dann die Seiten der in *abc* gestellten, hier nur in der Hälfte angegebenen Dreiecke, also *fg*, *fi*, dann *hi*, so ergibt der Durchschnittspunkt *k* der letzteren Linie mit *fb* die Weite für den aus dem Mittelpunkt *C* geschlagenen Kreis. Die drei vom Mittelkreis ausgehenden Masswerkzungen üben einen sehr verschiedenen Eindruck aus, jenachdem sie schlank oder breit gebildet sind. Hier sind sie so gestaltet, dass die kleinen Dreipasse in den verbleibenden Zwickeln mit ihrer Mitte auf den Teilpunkt *f* gelegt werden können.

Die der ganzen Gestaltung zu Grunde liegende Pfostengliederung ist die in Fig. 1229 gezeigte. Die zwei die Winkel zwischen dem Dreiblatt ausfüllenden Dreipasse werden nur durch die inneren Teile dieser Gliederung gebildet.

Die Schmiegbarkeit der in Fig. 1242 gezeigten Dreiblattgestaltung macht sie vorzüglich geeignet zur Ausfüllung von solchen Feldern, welche von der Grundform des gleichseitigen Dreieckes abgehen, insofern eine Verschiedenheit des oberen Blattes von den beiden unteren, der Wirkung durchaus keinen Eintrag thut. Diese Verschiedenheit kann entweder in der Länge der Blätter liegen, wenn z. B. *cC* grösser wäre als *aC*, oder in der Richtung derselben, wenn der Punkt *C* nicht der wirkliche Mittelpunkt des Dreieckes, sondern je nach den Verhältnissen des auszufüllenden Raumes nach oben oder unten gerückt wäre.

Die Entstehung der ganzen Dreiblattform ist aus den Radfenstern abzuleiten, insofern sie sich z. B. aus einem sechsteiligen Radfenster durch abwechselnde Weglassung des je eines der Felder schliessenden Bogens von selbst ergibt.

Die einfacheren Radfenster der früheren Gotik.

Es ist die Bezeichnung Radfenster im strengeren Sinne auf diejenigen Kreisausfüllungen zu beschränken, welche im Wesentlichen durch radial, also den Radspeichen entsprechend gestellte Pfosten gebildet werden. Diese radialen Pfosten stehen mit Sockeln, oder ohne solche, auf der Peripherie eines inneren Kreises. Die Fläche des letzteren kann je nach der Grösse entweder undurchbrochen sein, und dann eine bildliche oder ornamentale Darstellung tragen, oder aber durchbrochen und bei grösserem Radius an ihrer inneren Peripherie mit hängenden Bögen besetzt sein (s. Fig. 1246). Die Pfosten stossen im einfachsten Fall mit ihren Kapitälern unmittelbar an den äusseren Kreis, oder sind durch verschiedenartig gestaltete Bögen verbunden, welche entweder auf den

Kapitälen sitzen oder in Ermangelung derselben unmittelbar aus der Pfostengliederung hervorgehen. Fig. 1243. Das in Fig. 1243 a dargestellte, nicht verglaste Blendenmasswerk von der noch romanischen Kirche zu Billerbeck (s. HASE, Baudenkmäler Niedersachsens) zeigt die nächstliegende Ausbildung eines einfachen Radfensters, von der Mitte ausgehende Säulen, welche durch Rundbögen verbunden und von einem grossen Kreis umschlossen sind. Eine abweichende Gestaltung ergibt sich, wenn die Pfosten mit ihren Sockeln an dem äusseren Kreise stehen, dagegen die Bögen dem Zentrum zugekehrt sind, wie Fig. 1270 zeigt. Die Gliederung der Pfosten ist dieselbe wie bei allen sonstigen Fenstern (s. Fig. 1226—1229). Die Figuren 1243—1246 zeigen verschiedene derartige Radfenster.

Fig. 1243 beruht auf der Achtheilung des Kreises. Die Pfosten laufen in gleichmässiger Stärke (wie bei allen Radfenstern) vom Mittelkreis nach aussen und verzweigen sich hier zu Kleeblattbögen, die links spitzbödig, rechts rund gezeichnet sind. Die Mittelpunkte h, g der letzteren liegen auf der Mitte der Halbierungslinie af, cg eines gleichseitigen Dreiecks.

Bei grösserem Durchmesser des Rades muss die Zahl der Pfosten vermehrt, d. h. statt der Sechs- oder Achtheilung die Zehn- oder Zwölftteilung zu Grunde gelegt werden. Dadurch wird das Längenverhältnis der einzelnen Abteilungen oder der Pfosten ein überragendes, und es ist vorteilhaft, entweder die Pfosten nach dem Umfang hin zu kürzen oder aber eine Querverbindung herzustellen. Verschiedene Arten, den erstgenannten Zweck zu erreichen, zeigt Fig. 1244 in ihren verschiedenen Abteilungen im Skelett.

Ein häufig vorkommendes Radfenster zeigt Fig. 1246. Die Konstruktion desselben ist die folgende.

Nachdem die Kreisteilung gemacht und die die Pfostenbreite begrenzenden Linien ab und cd parallel den radialen Linien der Kreisteilung gezogen sind, so zieht man noch die Mittellinie eines solchen Feldes ef und in einer Nebenfigur 1246 a eine Linie gh parallel der letzteren. An diese Linie als Mittellinie konstruiert man den Dreipass in beliebiger Grösse und legt an letzteren die Tangente ki parallel zu ab . Jetzt zieht man die Linien um, mc, cz in der Nebenfigur und dazu in der Hauptfigur von o anfangend die Parallelen ok, kq, qr , so hat man die Mittelpunkte des Dreipasses in der Hauptfigur gefunden. Unter den Punkt t des Dreipasses setzt man dann den Kleeblattbogen und zwar im vorliegenden Fall, indem man tu unter 30° zu der Linie fb zieht und aus t mit dem Radius tu einen Bogen schlägt, dessen Durchschnittspunkt v mit der Mittellinie der Mittelpunkt der unteren ab und cd berührenden Bögen ist. Mit dem gleichen Radius tv zieht man die oberen Bogenäste.

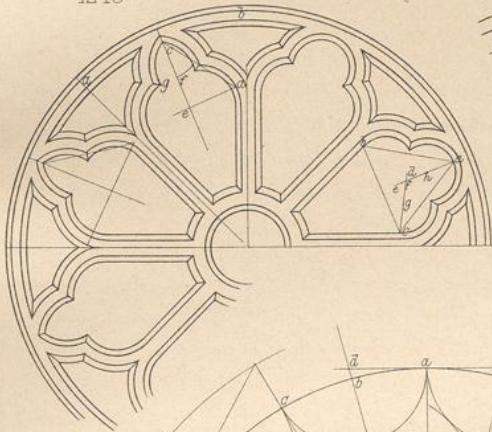
In derselben Weise hätte auch die obere Ausfüllung des Feldes ac durch einen Vierpass, einen Fünfpass u. s. w. geschehen können.

Dieselbe Konstruktion auf eine einfachere Kreisteilung, z. B. auf die Vierteilung oder Sechsteilung angewandt, lässt die Dreipässe so gross werden und mit ihren unteren Bögen so nahe an das Zentrum treten, dass die radialen Pfosten aufhören möglich zu sein, wie die Linie xy in Fig. 1246 a zeigt, welche dem Radius der Vierteilung entspricht, der Kreis ist dann ausschliesslich von den vier Dreipässen ausgefüllt und die ganze Gestaltung geht aus dem Radfenster mehr in das Rosenfenster über. Dieses lässt sich dann auch komplizierter gestalten, indem z. B. zwei Reihen von Drei- oder Vierpässen in den Kreis eingesetzt werden, von denen der äussere etwa aus acht oder zwölf, der innere aus vier oder sechs besteht, oder indem verschiedenartige Figuren in derselben Weise an einander geschoben werden, etwa in der äusseren Reihe

Tafel CXXII

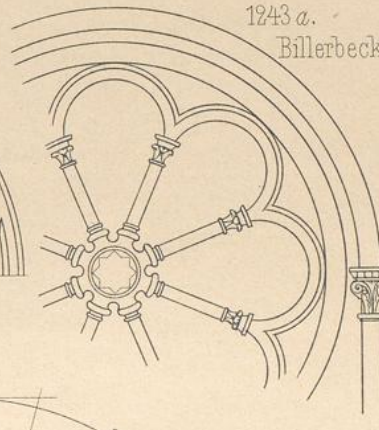
Frühgotische einfache Radfenster

1243

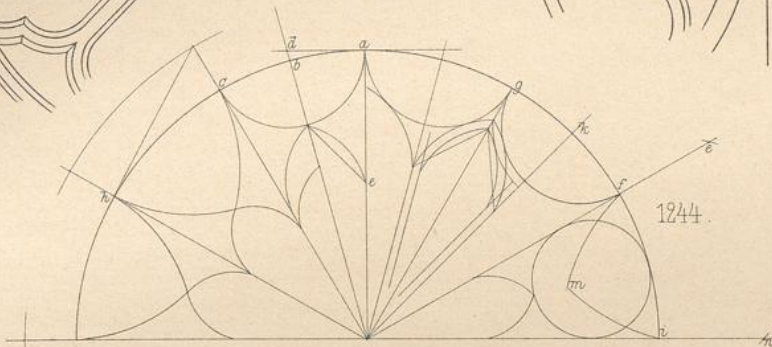


1243 a.

Billerbeck.



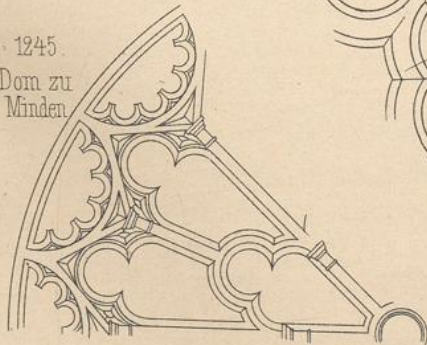
1244



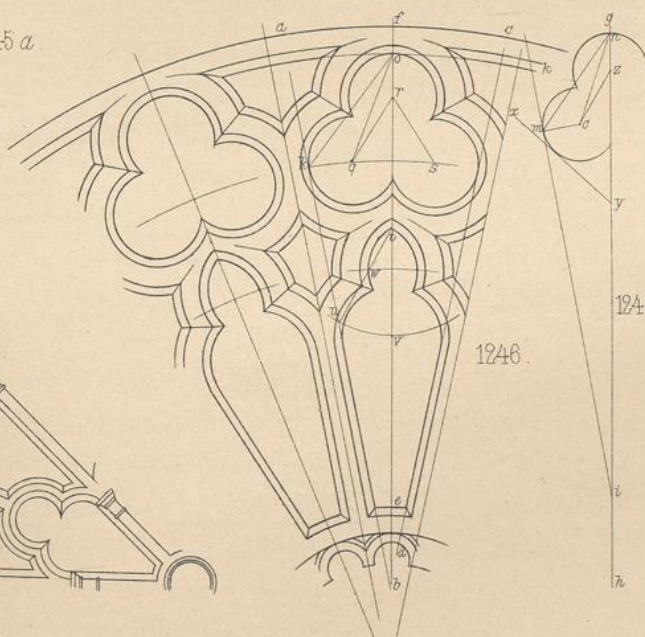
1245 a



1245
Dom zu
Minden



1246



1246 a.

Vierpässe und in der inneren ebensoviel Dreipässe, oder aber in der äusseren Dreipässe und in der inneren die halbe Anzahl von Vierpässen. Weitere Abwandlungen liefert ferner die Fig. 1244, wenn darin die einzelnen die Pfosten verbindenden Bögen zu Dreipässen oder anderen geometrischen Figuren ergänzt werden.

Die obenerwähnte Verbindung, welche die Pfosten der Radfenster erhalten können, um ihre Länge zu verringern, kann entweder in der Weise bewirkt werden, dass die Pfosten durchgehen und die Bögen einfach zwischen dieselben gespannt sind, oder dass zwei Pfostensysteme sich aufeinander setzen. In letzterem Falle kann entweder die Zahl der einzelnen Abteilungen in beiden Systemen die gleiche sein, und die Pfosten des äusseren Systems sich auf die Scheitel der Bögen des inneren setzen, oder aber die Zahl der Abteilungen des äusseren Systems die doppelte der des inneren sein.

Ein prachtvolles Beispiel dieser Art zeigt die dem Dom von Minden entnommene Fig. 1245. Es bestehen daselbst diese Radfenster nicht selbstständig, sondern sie füllen die Scheiben der Spitzbogenfenster in einer ganz eigentümlichen, vielleicht einzigen Anordnung s. Fig. 1245 a.

Unterschied der Masswerke aus früher und mittlerer Zeit.

Die Masswerke der mittleren Periode unterscheiden sich von denen der Frühzeit dadurch, dass die letzteren aus in einander verspannten Vielpässen oder einfachen Grundformen, die nur selten mit Nasen besetzt sind, bestehen, während in der mittlern Zeit die Vielpässe beinahe völlig wegfallen und das Masswerk aus geometrischen Grundformen, geradlinigen und bogenförmigen, besteht, welche aber fast durchweg mit Nasen besetzt sind. In dem Vorherrschen der Bogenformen hat man zuweilen einen mehr konstruktiven Charakter zu erkennen geglaubt und deshalb die frühgotischen Masswerke als noch unentwickelt betrachtet. Es würde dem auch so sein, wenn die bogenförmigen Seiten der verschiedenen Figuren wirklich zusammengewölbt würden, d. h. aus vielen einzelnen Stücken beständen, in welchem Falle der Fugenschnitt durch die Vielpässe erschwert würde. In der Wirklichkeit aber ist die Entstehung der Masswerkformen nicht aus der Bogenkonstruktion, sondern aus der Durchbrechung einer Steinplatte abzuleiten, wie sich das in dem in Fig. 1169 gegebenen Masswerk der Kirche zu Wetter deutlich zeigt. Hiernach aber ist die bogenförmige Gestaltung der Stränge keineswegs bedingt, sondern kann durch jede andere geradlinige, wie frei gebildete ersetzt werden. Würde daher ein Fenstermasswerk z. B. aus einer Platte bestehen, so würde die Freiheit, hinsichtlich der Gestaltung der einzelnen Durchbrechungen, nur dadurch beschränkt werden, dass den dieselben einfassenden Strängen die erforderliche Stärke und Verbindung gewahrt bliebe. Besteht dasselbe aber aus zwei oder mehreren Platten, so muss nur auf eine passliche Lage der Fugen zwischen denselben Rücksicht genommen werden, d. h. die Fugen müssen so liegen, dass jedes einzelne Stück auf dem oder den darunter befindlichen aufliegt oder aber sich zwischen denselben verspannt, wie der einzelne Stein in einem Bogen. Diese Fugen aber müssen die Stränge notwendig unter rechten Winkeln schneiden, also die geradlinigen in senkrechter, die bogenförmigen in radialer Richtung. Eine derartige Richtung der Fugen ist aber selbst bei den kleinsten Dimensionen der Werkstücke an den frühgotischen Masswerken ohne Schwierigkeit zu erzielen, wie das die in Fig. 1236 und 1239 dargestellten, mit *s* bezeichneten Fugen erweisen. Im Gegenteil zeigt der Ver-

gleich mit der Fig. 1247, welche die Umbildung des Schemas von Fig. 1239 nach dem Stil der mittleren Periode darstellt, dass die Fugenlage gerade durch die Eigentümlichkeiten dieses letzteren Stiles, durch das Hervorwachsen der Nasenbögen aus den Grundformen, weit eher erschwert wird.

Es liegt demnach gerade in den Gestaltungen der frühgotischen Masswerke eine besondere Konsequenz, insofern dieselben die reine Bogenform, da wo dieselbe keine strukturelle Bedeutung hat, auch nicht affektieren, im Gegenteil dieselbe zusammensetzen und so die Vielpassformen zeigen, welche, bei wirklichen gewölbten Bögen unanwendbar, hier um so mehr am Platze sind. Weitere Vorteile aber ergeben sich, wie schon oben bemerkt, für die Gestaltung der Zwischenräume und schliesslich für die Ausfüllung der Fenster mit Glasmalerei.

Die einfachen Masswerke der mittleren Periode.

Die Unterscheidungszeichen der mittleren von den früheren Masswerken sind bereits erklärt, dass sie die aus Vielpässen gebildeten völlig verdrängten, ist wohl besonders davon herzuleiten, dass sie für die Gestaltung der mehrteiligen Fenster gewisse Vorteile bieten. Es sei z. B. Fig. 1231 das Schema eines vierteiligen Fensters, in welchem jeder der 2 Teilungsbögen in derselben Weise wie der grosse Spitzbogen durch zwei kleinere und einen dazwischen gespannten Kreis auszufüllen wäre. Hiernach wird der obere Kreis *bg* ein überwiegendes Grössenverhältnis erhalten, mithin unter Umständen eine Teilung desselben wünschenswert sein, die dann, wie bereits gezeigt, in verschiedener Weise bewirkt werden kann. Wäre dagegen statt dieses Kreises ein Dreipass (wie in Fig. 1235) oder ein Vierpass (wie in Fig. 1236) eingespannt, so würde eine weitere Zerlegung nur schwer möglich sein, insofern gerade diese Gestaltungen die Grenzen der Teilbarkeit anzeigen.

Eine jede der frühgotischen Gestaltungen lässt sich hiernach leicht in eine dem mittleren Stil angehörige umbilden, wenn statt der Vielpässe die entsprechenden Grundformen mit Nasen angenommen werden. Sowie demnach Fig. 1247, deren Konstruktion sich aus dem bereits Abgehandelten ergibt, der Fig. 1239 entspricht, so würde in Fig. 1235 z. B. der Dreipass in den nasenbesetzten Dreibögen und die Teilungsbögen in nasenbesetzte Spitzbögen, in Fig. 1236 und 1237 der Vierpass in den nasenbesetzten Vierbögen umzuwandeln sein. Die letztgenannte Figur ist besonders häufig und in verschiedenen Verhältnissen wiederkehrend. So kann der Vierbogen mit seinen oberen Schenkeln entweder in den einschliessenden Spitzbogen fallen (Fig. 1248) oder sich von demselben ablösen (Fig. 1249).

Die Konstruktion des ersten Falles ist die folgende. Es seien *ab* die Mittelpunkte des Spitzbogens, so errichtet man in denselben Perpendikel, macht *ac* gleich *ab* und schlägt aus *c* den Bogen *de* mit *ab* als Radius und in derselben Weise den Bogen *df*. Der Vierbogen steht in Abhängigkeit von der Lage der Mittelpunkte *a* und *b* für den Fensterbogen. Je mehr *ab* zusammenrücken, um so grösser wird der Vierbogen und um so mehr rücken die Teilungsbögen unter die Grundlinie *ab* herab. Immer müssen die Mittelpunkte *abgc* auf den Ecken eines Quadrates liegen, da sonst der Vierbogen verzerrt sein würde; in keinem Falle darf derselbe in die Breite gezogen werden, so dass *ef* grösser als *dm* würde, eher wäre noch das umgekehrte statthaft. Die Konstruktion der Fig. 1249 lässt sich auf verschiedene Arten bewirken, je nach dem Verhältnis der Radien des Spitzbogens und der Teilungsbögen zu deren Spannung. Sie unterscheidet sich von Fig. 1248 darin, dass der Vierbogen unabhängig von dem einschliessenden Spitzbogen ist.

Zweiteilige
Fenster.

In ähnlicher Weise lässt sich auch der Dreibogen zur Ausfüllung der Scheibe verwenden und führt dann, wenn sein unterer Schenkel wegbleibt, auf die Fig. 1250, in welcher das Feld *abcd* eine den Fischblasen verwandte Gestalt aufweist.

Einfachere, aber minder gelungene Masswerke ergeben sich, wenn die Teilungsbögen mit dem Radius der grossen Spitzbögen geschlagen sind, so dass je ein Schenkel in den letzteren fällt, in ähnlicher Weise wie die Bogenteile *ab* an dem dreiteiligen Fenster Fig. 1260.

Alle bisher gezeigten Gestaltungen gewinnen an Reichtum, wenn in jeden Teilungsbogen ein nasenbesetzter Dreibogen eingesetzt wird, s. Fig. 1251, unter welchem dann ein zweiter nasenbesetzter Spitzbogen in der Weise sich findet, dass seine Spitze in die Oeffnung einsteht, welche sich durch die den Nasenbögen konzentrische Führung der ganzen Masswerksgliederung in dem unteren Schenkel des Dreibogens bildet, wie bei *abcde* in Fig. 1247.

Weitaus mannigfaltiger werden die Masswerkbildungen der dreiteiligen Fenster. Als Ausgangsform der gebräuchlichsten Gestaltungen dieser Art kann die Fig. 1252 gelten, welche aus Fig. 1240 sich durch Einfügung von zwei den grossen Spitzbögen, den mittleren Kreis und den mittleren Teilungsbogen berührenden Kreisen sich ergibt. In Fig. 1252 ist der mittlere Teilungsbogen auf der Grundlinie *ab* des grossen Spitzbogens aufgesetzt, wonach sich der Radius des mittleren Kreises leicht finden lässt.

Dreiteilige
Fenster.

Die ganze Form ist überaus biegsam und lässt sich daher ebensowohl einem jeden Verhältnis des grossen Spitzbogens anpassen, wie der Charakter des Ganzen durch die verschiedenen Verhältnisse der Kreise zu einander und demzufolge der Höhen der Teilungsbögen modifiziert werden kann. Diese Verschiedenartigkeit lässt sich dann noch steigern, je nach der Zahl der in jeden Kreis einzusetzenden Nasen.

Ferner kann der Vierbogen den oberen Kreis ersetzen, während sich neben demselben entweder wieder Kreise oder aber, wie Fig. 1253 zeigt, Dreibögen einspannen.

Eine einfachere Gestaltung zeigt Fig. 1254, deren Konstruktion sich von selbst ergibt und allen Verhältnissen der Bogenscheibe angepasst werden kann. Es findet sich dieselbe besonders häufig im Ziegelbau, wo dann bei den einfacheren Werken die zwischen den Teilungsbögen übrig bleibenden Zwickel *abc* oft nur teilweise durchbrochen oder auch ganz undurchbrochen sind.

In allen diesen Fällen sind die Teilungsbögen noch in innige Verbindung mit einander sowohl, wie mit der Ausfüllung der Scheibe gebracht. Eine ganz besondere Gruppe aber bilden diejenigen Masswerke, bei welchen die Scheibe eine für sich bestehende abgeschlossene Form ausmacht, unter welche die Teilungsbögen mit ihren Spitzen anstossen. Gewissermassen bildet schon die Fig. 1255 einen Uebergang zu den Masswerken der letzteren Art und würde völlig denselben beizurechnen sein, wenn der untere Bogen *ab* ganz geschlossen wäre.

Ganz entschieden ist die Scheibe des Bogens isoliert in Fig. 1255 a, welche das Skelett eines vierteiligen Fenstermasswerkes von dem Dom zu Erfurt zeigt, das im übrigen zu den zusammengesetzten Masswerken zu zählen ist (s. hinten).

Ebenso gehört hierher die auch in den Masswerken der mittleren Periode häufig vorkommende Gestaltung von Fig. 1242, vor Allem wenn das Dreiblatt auch nach unten durch einen Bogen abgeschlossen ist.

Zuweilen hat an den alten Werken die Gestaltung des Masswerkes auch die

Grundform des Bogens bedingt, so dass z. B. die Mittelpunkte desselben unter die Grundlinien gerückt wurden, wenn dadurch dem Masswerk zu einer vollkommenen Entwicklung zu verhelfen war. Ein derartiges Beispiel findet sich an der Jakobikirche in Erfurt (s. got. Musterbuch, Heft I). Aber schon in der frühgotischen Periode erlaubte man sich solche Freiheiten, wie das aus der ersten Hälfte des 13. Jahrh. stammende Ostfenster der Kirche zu Haina Fig. 1265 erweist.

Die Masswerke des spätgotischen Stiles.

Im Allgemeinen spricht sich, wie wir das schon bei den Fischblasen bemerkt haben, der Charakter der Spätzeit in einer Lösung der den vorhergehenden Perioden eigenen geometrischen Geschlossenheit aus und ermöglicht so eine über die letztere weit hinausgehende Freiheit und Mannigfaltigkeit der Bildungen.

Vielfach spielen noch die Gestaltungen der frühen und mittlern Periode in die Fischblasen. spätere hinüber, wie denn z. B. Fig. 1230 auch hier noch als Schema auftritt, in der Weise, dass nur die Ausfüllung des Kreises durch Fischblasen (nach Fig. 1213—1218) bewirkt wird. Entschiedener aber kommen die letzteren zur Geltung, wenn sie mit Weglassung des Kreises die ganze Scheibe füllen, wie die Figuren 1256—1259 zeigen.

In Fig. 1257 liegen die Mittelpunkte des Spitzbogens in a und b , so dass $bc = \frac{1}{4} cd$ ist. Dasselbe Verhältnis ist dann auch den Teilungsbogen zu Grunde gelegt, so dass also $ce = \frac{1}{4} cf$ ist. Das in b errichtete Lot schneidet den Bogen cg in h . Mit dem Radius bf schlägt man dann die Bögen kh und den an den Teilungsbogen schliessenden Bogen hl , so ist das Skelett der Fischblase konstruiert und zugleich den spitzbogigen Teilungsbögen die Schweifung hl angesetzt. Nachdem dann die Schweifung hm in derselben Weise gefunden ist, können die aus dem Pfostengrundriss sich ergebenden konzentrischen Bogen geschlagen und die Nasen eingesetzt werden.

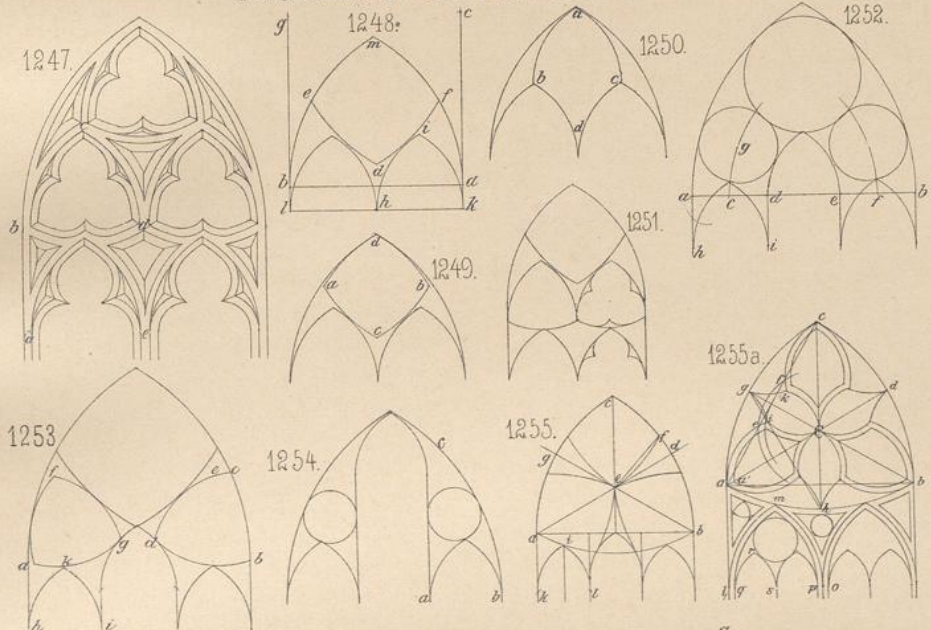
Ein häufig wiederkehrendes biegsames Muster zeigt Fig. 1256. Es kommt dasselbe im Wesentlichen auf die Ausfüllung der über den halbrunden Teilungsbögen verbleibenden Scheibe mit zwei Kreisen um die Mittelpunkte a hinaus, welche die Mittellinie und den Teilungsbogen tangieren und oben an den Bogen ec anschliessen. Damit kein Knick entsteht, muss der Uebergangspunkt e mit den Mittelpunkten a und k auf einer Linie liegen.

Dasselbe Schema würde sich auch für ein dreiteiliges Fenster anwenden lassen, wie Fig. 1259 in reicherer Gestaltung zeigt.

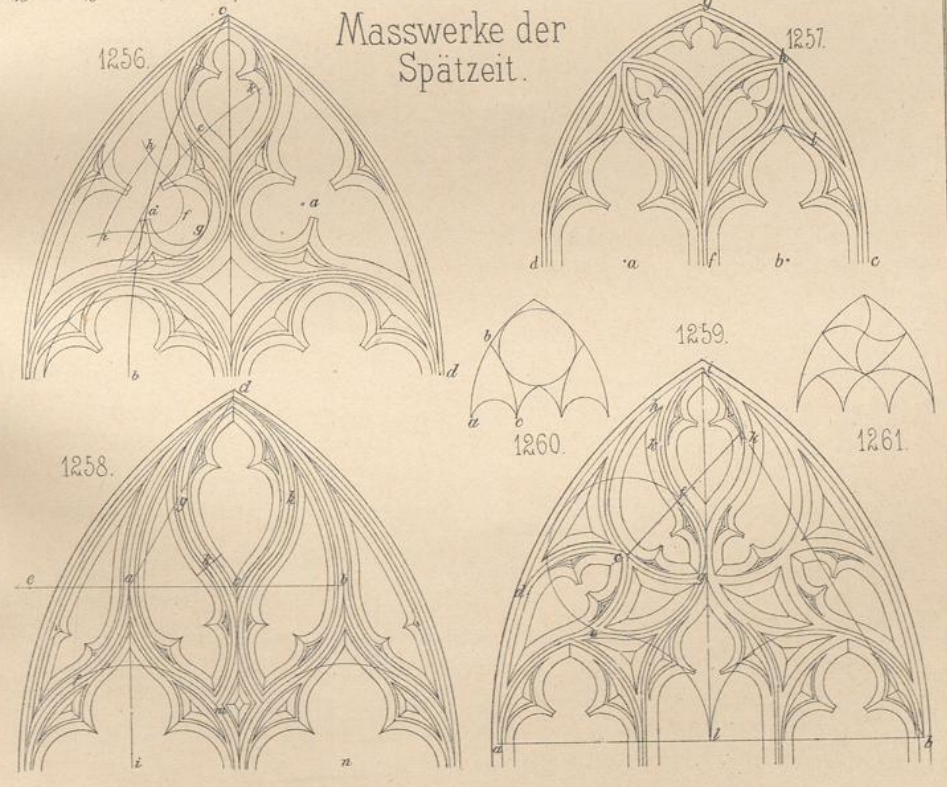
Es sind darin a und b die Mittelpunkte des Spitzbogens. Man schlage über derselben Grundlinie die Halbkreise al und lb und ebenso die letztere, den grossen Spitzbogen und die Mittellinie tangierenden Kreise um den Punkt c und ferner mit dem Radius dieser letzteren den den einschliessenden Spitzbogen berührenden Bogen cd sowie den den ersten Halbkreis berührenden Bogen ce . Hierauf ziehe man die Linien cf unter einem Winkel von 45° , schlage aus dem Durchschnittspunkte derselben mit dem Kreise den Bogen gh , welcher durch den Mittelpunkt c geht und den Spitzbogen berührt, sowie aus einem durch Probieren zu ermittelnden Punkt k den den Kreis tangierenden Bogen if , so ist das Skelett gefunden und die weitere Ausführung kann nach dem bereits Gezeigten keine Schwierigkeiten mehr haben.

Den deutschen Fischblasenmustern entsprechen jene des französischen Flamboyant-Stiles, von denen wir in Fig. 1258 ein dem Zentralturm der Kirche St. Maclou in Rouen entlehntes Beispiel geben. Der Unterschied beider Arten dürfte wohl hauptsächlich darin zu suchen sein, dass in den französischen Masswerken die Fisch-

Masswerke der mittleren Zeit.



Masswerke der Spätzeit.



blasen mehr in einer Richtung sich bewegen und so der Gestaltung von Flämmchen näher kommen, während an den deutschen diese Bewegung von der Mitte aus oder in jeder beliebigen Richtung stattfindet und so allerdings mannigfaltigere Muster ermöglicht werden. Im Gegensatz zu beiden kontinentalen Gestaltungen stehen die den Fischblasen oder Flämmchen entsprechenden Abteilungen der Masswerke des englischen *perpendicular style*, die sich als völlig ähnliche Diminutiva der lotrechten von den Pfosten und Teilungsbögen eingeschlossenen Felder darstellen, sie laufen durchweg in derselben Richtung wie diese, und füllen so die Scheibe des Bogens in ziemlich gleichförmiger, aber einen reichen Eindruck hervorbringender Weise.

Wir haben schon oben bemerkt, dass nach den Schweifungen es vornehmlich die Durchkreuzungen sind, welche die Masswerke der Spätgotik charakterisieren. So kommt es in der zweiten Hälfte des 15. Jahrhunderts häufig vor, dass die Teilungsbögen sich kreuzen, indem die Pfosten mit Uebergang eines dazwischenliegenden durch Halbkreise verbunden sind, aus deren Durchschneidung sich dann die spitzen Teilungsbögen (Fig. 1261) ergeben. Die andere Ausfüllung der Scheibe kann durch einen Kreis, Vierbogen etc. mit daneben angebrachten Fischblasen oder allein durch Fischblasen geschehen. In dem in Fig. 1261 gegebenen, der St. Martinskirche in Kassel entlehnten Beispiele zeigt sich eine besondere Konsequenz, insofern auch die Ausfüllung des die Scheibe füllenden breitgedrückten Spitzbogens durch zwei sich kreuzende geschweifte Stränge bewirkt und nur den zu beiden Seiten befindlichen Fischblasen je eine in der Mitte stehende Nase angesetzt ist. Gewissermassen gehört das in Fig. 1260 gegebene Schema hierher, auf welches schon oben S. 523 hingewiesen wurde, indessen ist hier die Wirkung der Durchkreuzung des Bogenteiles *cb* mit dem grossen Spitzbogen eine weitaus günstigere, als die der Halbkreise in Fig. 1261 untereinander, wenn schon auch hier eine gewisse Trockenheit unverkennbar ist.

4. Masswerk zusammengesetzter Pfosten- und Radfenster.

Grundriss zusammengesetzter Pfostenfenster.

Schon in der frühesten Gotik treten neben den einfachen Masswerkfenstern zusammengesetzte auf, welche sich dadurch bilden, dass man in die Teile eines einfachen grossen Masswerk-systemes je ein kleineres sekundäres System oder Masswerk-system zweiter Ordnung einschaltet, wie es die Fig. 1262 durch starke und dünne Linien andeutet. Die Pfosten und Stränge des eingeschalteten zweiten Systemes haben einen entsprechend zierlicheren Querschnitt, man bezeichnet sie als „junge Pfosten“ im Gegensatz zu den „alten“ oder Hauptpfosten. Die jungen Pfosten sind zum Teil freistehend (s. *a* und *b* in Fig. 1262), zum Teil mit den Hauptpfosten bez. Gewänden verwachsen (s. *cde* in Fig. 1262). Die Querschnitte der Hauptpfosten müssen also so angelegt sein, dass sich die jungen Pfosten aus ihnen entwickeln, gleichsam aus ihnen geboren werden.

Schon bei den mit Nasen besetzten einfachen Masswerken gelangen, wie wir weiter oben sahen, die Querschnitte der Nasen im Pfosten zum Ausdruck, ähnlich, aber noch weit ausgesprochener, müssen die Querschnitte der jungen Pfosten in den alten enthalten sein. Wenn zu einem Fenster mit alten und jungen Pfosten gleichzeitig noch Nasen hinzutreten, so können sogar die alten Pfosten drei verschiedene Profile und die jungen

Verbindung
alter und
junger
Pfosten.

deren zwei enthalten. In Fig. 1263 würde demnach *adgh* den alten, *bdfi* den jungen Pfosten und *cdek* die Nase darstellen.

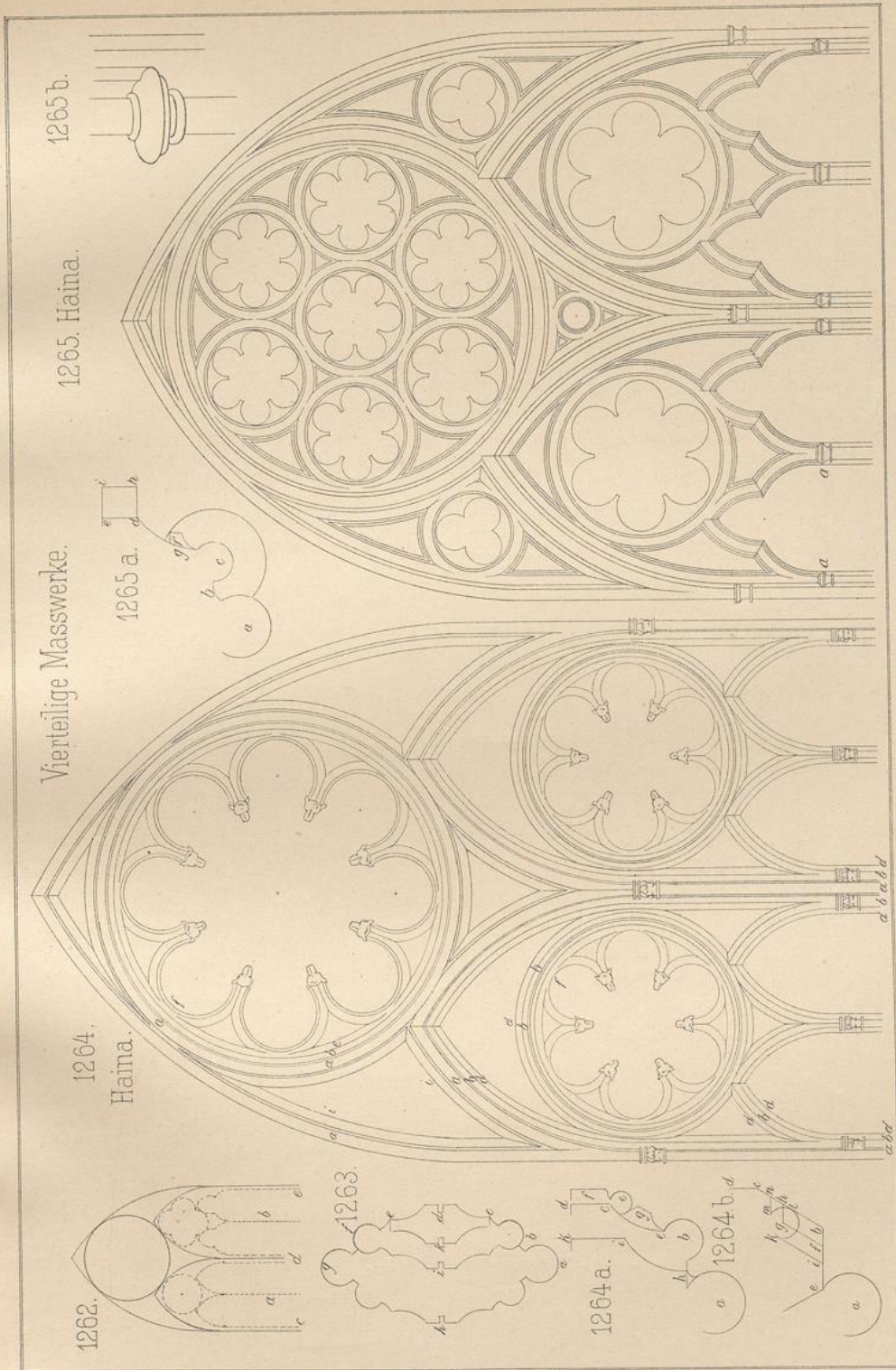
Es ist keineswegs die Möglichkeit ausgeschlossen, die Pfosten verhältnismässig reicher zu gliedern, z. B. für ein „einfaches“ Masswerk mit Nasen das volle Profil Fig. 1263 zu verwenden und dabei den Nasen die reichere Gliederung *bdfi* zu geben, andererseits sind auch Vereinfachungen der Querschnitte möglich.

Man kann weiter den in der Frühzeit meist befolgten Satz aufstellen, dass nur diejenigen Teile die zusammengesetzteren Grundrisse notwendig machen, an welchen der Aufriss wirklich ein zusammengesetzter ist, dass also z. B. der Grundriss der Stränge nach den mit Nasen besetzten Feldern zu ein anderer sein könne oder müsse, als der den nasenlosen Zwischenräumen oder Teilungsbögen zugewandte, wie wir schon S. 515 hinsichtlich des Marburger Fensters erklärt haben. Für eine derartige scheinbar kompliziertere, dem Wesen nach einfachere Anordnung bieten die Prachtfenster am Kreuzflügel und Chor der Klosterkirche Haina (Fig. 1264 und 1265) die schönsten Beispiele.

Zu dem ersteren zeigt Fig. 1264a den Grundriss der dem Inneren zugewandten Hälfte der Pfosten und Stränge. Es ist darin *abcd* der halbe Grundriss der alten Pfosten, welcher den der jungen Pfosten *bcd* in sich einschliesst. Die nasenlosen Teilungsbögen haben denselben Grundriss wie die jungen Pfosten, auch in dem Kreis darüber setzt er sich fort, nur treten in diesem an der Innenseite Nasen hinzu, deren Grundriss in Fig. 1264a durch *ef* bezeichnet ist. Zur Verstärkung oder Ausfüllung legen sich der Gliederung vor dem Anschluss der Nasen in den unteren Kreisen noch die mit *g* bezeichneten Teile vor, während sie bei dem grossen Kreis fehlen, so dass also der Durchschnitt durch den grossen Kreis nach *af* in Fig. 1264 *abcef* und der nach *bf* durch die kleineren Kreise gelegte *bgef* in Fig. 1264a ist. Sowie nun bei den Unterabteilungen der Grundriss ein komplizierterer wird, so vereinfacht er sich wieder da, wo die Aufrissteilungen grösser werden, wie an den zwischen dem grossen Spitzbogen, dem oberen Kreis und den die Gruppen einschliessenden Bögen befindlichen Feldern und nimmt hier die Gestaltung von *ahik* an, so dass also zwischen Aufriss und Grundriss die innigste Wechselbeziehung stattfindet und in Allem, bis in die kleinsten Teile hinab, die feinsten Unterscheidungen durch den das Ganze ordnenden Geist betont sind. Diese gesteigerte Konsequenz aber erlaubte nicht die innere Masswerksgliederung auch nach aussen anzuwenden, wo einestheils neben den grösseren Formen aller einzelnen Teile die feinere Gliederung wirkungslos gewesen wäre, andertheils aber gerade an der Nordseite den Einflüssen der Witterung zu viele Angriffspunkte geboten hätte.

In Fig. 1264b zeigt sich deshalb die äussere Gliederung in der Weise, dass *abcd*, die Gliederung der alten Pfosten, sich in den grossen Spitzbogen, sowie in die äussere Seite der Teilungsbögen und der den oberen Kreis einschliessenden Stränge fortsetzt, *ebcd* die Gliederung der jungen hier kapitallosen Pfosten sich in derselben Gestalt an der inneren Seite der grossen Teilungsbögen sowie der äusseren der unteren Kreise herunzieht, während die nach innen gekehrte nasenbesetzte Seite dieser letzteren nach *ghcd* gebildet ist, so dass *ghcd* zum Nasengrundriss wird. Reicher dagegen gestaltet sich der Grundriss der nach innen gekehrten Seite der Gliederung am oberen Kreis nach *aeiklmcd*, so dass *klmcd* hier der Nasengrundriss wird. Eine ähnliche Unterscheidung der äusseren von der inneren Masswerksgliederung findet sich dann auch an anderen Fenstern derselben Kirche.

Die Kapitäle dienen in Fig. 1264 nur zur Bezeichnung der Bogenanfänge, finden sich daher auch immer in den wirklichen Grundlinien derselben. In dem unter Fig. 1265 gegebenen Ostfenster derselben Kirche aber erfüllen sie einen weiteren Zweck, nämlich den der Vermittelung des einfacheren Pfostengrundrisses mit dem reicher gebildeten Grundriss der Teilungsbögen. Während nämlich in Figur 1265a *abcde* den Grundriss der alten Pfosten, sowie *cde* den der jungen Pfosten darstellt; erhalten die Teilungsbögen aus den schon oben angedeuteten Gründen einen Zuwachs durch das Glied *f*, welches sich, wie Fig. 1265b in der perspektivischen Ansicht zeigt, auf die bei *aa* in Fig. 1265 befindlichen Kapitäle aufsetzt und ebenso innerhalb aller mit Nasen besetzten Felder herumläuft. Die Nasen haben hier eine noch an die Formen des Uebergangsstiles erinnernde Grundrissbildung,



indem sie jeder Gliederung ermangeln und einfach plattenartig vortreten, sich also durch *dhi* in Fig. 1265a aussprechen.

Wie schon oben S. 507 bemerkt, ergeben sich einfache Pfostengrundrisse, sobald man das in Fig. 1183 gezeigte Herauswachsen der Nasen zulässt. Hiernach würde z. B. der in Fig. 1267a gezeigte Grundriss für ein zusammengesetztes Fenster ausreichend sein, wenn die Nasen den in der rechten Hälfte der Figur durch die Schraffierung angedeuteten Grundriss erhalten, so dass also der in der linken Hälfte schraffierte Teil der Grundriss der jungen Pfosten und die ganze Figur derjenigen der alten Pfosten wird, wie er sich z. B. an dem in Fig. 1267 gegebenen Westfenster der Kirche zu Haina findet. Aber dieses Herausschneiden lässt sich noch steigern und führt dann auf weitere Vereinfachung des Grundrisses, schliesslich auf Fig. 1267b, in welcher dann *mfgik* den alten Pfosten giebt, welcher sich nur durch einen Zuwachs an Tiefe vor dem gleichbreiten jungen Pfosten *mecik* auszeichnet, sowie ferner *nik* den Grundriss der Nasen giebt.

Verein-
fachte
Pfosten-
grundrisse.

Ebenso wie an die alten Pfosten setzt sich auch an die Wandpfosten die Hälfte des Grundrisses der jungen Pfosten an. Doch finden sich auch mehrfach abweichende Verhältnisse, besonders in den Werken der Frühgotik, denen, wie das schon die Fenster von Haina zeigen, jede Starrheit noch fremd ist.

So bestehen an den vierteiligen Fenstern der Nordseite des Strassburger Münsters die Mittelpfosten aus einer Verdoppelung der Wandpfosten, so dass in Fig. 1267c *bcd* den jungen Pfosten, *bce* den Wandpfosten und *bcef* die Hälfte des Mittelpfostens anzeigt, welcher demnach aus zwei durch eine Hohlkehle verbundenen Säulchen besteht. An den älteren Teilen des Domes zu Wetzlar dagegen fehlen die Wandpfosten gänzlich und die Teilungsbögen wachsen unmittelbar aus der in der Richtung der Mauerdicke liegenden Gewandefläche, an welcher daher auch die Nute zur Aufnahme der Glastafeln angebracht sein muss. Es erinnert diese Anordnung noch an die Bogenentwicklungen so vieler romanischer Kreuzgänge, an welchen überhaupt das Herauswachsen der Bögen schon deutlich ausgesprochen ist, zeigt aber zugleich im Prinzip eine auffallende Uebereinstimmung mit der S. 507 erwähnten Masswerksanordnung der spätgotischen Schlosskapelle zu Altenburg.

Verdoppelte
Mittel-
pfosten.

Die Aufrissentwicklung der zusammengesetzten Masswerke.

Ueber das Austragen oder das Aufreissen des zusammengesetzten Masswerke sei nur bemerkt, dass es sich ebenso vollzieht wie bei den einfachen Masswerken (s. oben). Man geht von den Mittellinien der Pfosten und Stränge aus und bekleidet sie mit den Profilen, wobei die alten Pfosten und Wandpfosten mehrere parallele Mittellinien für die alten und jungen Glieder erhalten (siehe *c, d, e* in Fig. 1262).

Die einfachste Anordnung der vierteiligen Fenster ist die auf das Schema Fig. 1262 begründete, von welchem die Figuren 1264 und 1265 zwei Ausführungen geben, welche, ein und derselben Periode entstammend, allein durch die Verschiedenheit der Behandlung in ihrer Wirkung weit auseinander gehen. Diese Verschiedenheit lässt sich bis ins Endlose steigern durch abweichende Verhältnisse der einzelnen Teile und abweichende Anordnung der weiteren Ausfüllung, und kann es nach dem bisher über die einfachen Masswerke und Kreisausfüllungen Gesagten nicht schwer fallen, neue Kombinationen dieser Art zu finden.

Vierteilige
Fenster.

Vierteilige
Fenster
mit drei
Gruppen.

Dennoch begann man schon um die Mitte des 14. Jahrhunderts nach Abweichungen zu suchen und dieselben zunächst dadurch zu ermöglichen, dass man, die Eigentümlichkeiten der dreiteiligen Fenster auf die vierteiligen übertragend, drei Gruppen bildete, von welchen die mittlere aus zwei Feldern besteht, zu deren Seiten je ein Feld übrig bleibt, wie der Chor des Erfurter Domes in einer reichen Auswahl von Beispielen zeigt. Diese Anordnung lässt sich mit den in den Figuren 1240—1242, 1252 bis 1254 gezeigten Ausfüllungen der Scheibe in Verbindung bringen, immer aber leidet sie an einer gewissen Unklarheit und Absichtlichkeit jenen einfachen und das Wesen der Sache kennzeichnenden Anordnungen von Fig. 1264 und 1265 gegenüber, dagegen aber bildet diese Ungleichheit der Abteilungen die für die Masswerke von ungerader Felderzahl natürliche Anordnung.

Fünf- und
siebenteilige
Fenster.

Hiernach würde ein fünfteiliges Masswerk aus drei Gruppen bestehen können, nämlich zwei zweiteiligen durch ein einfaches mittleres Feld geschiedenen, und ein siebenteiliges gleichfalls aus drei Gruppen, und zwar entweder zwei dreiteiligen durch ein einfaches Feld geschiedenen oder einem dreiteiligen in der Mitte und zwei zweiteiligen zu den Seiten, wobei die Ausfüllung der Scheibe immer eine der dreiteiligen verwandte Anordnung erhielt.

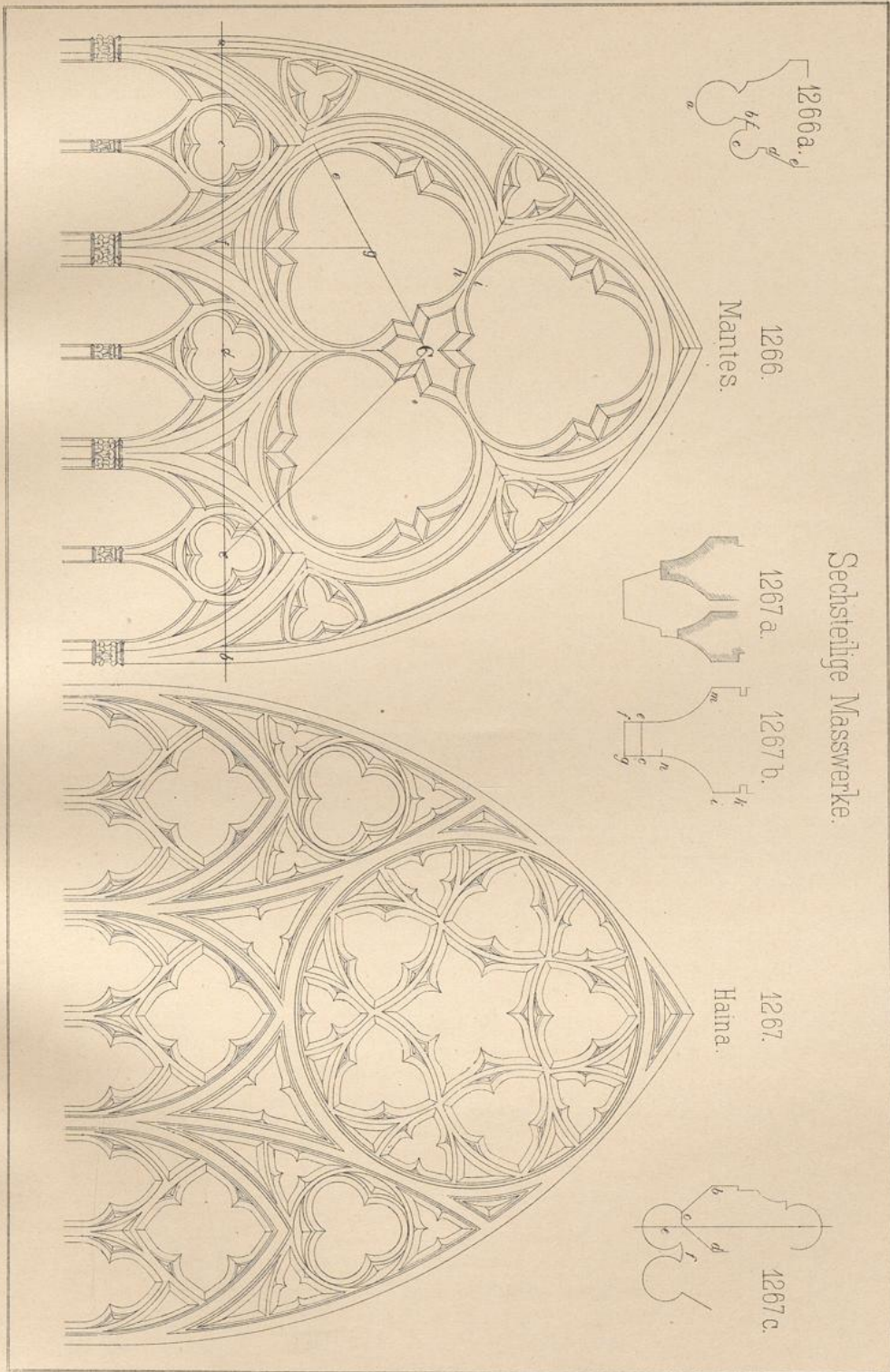
Die einfachen Felder, welche zwischen den aus zwei oder drei Feldern bestehenden Gruppen oder neben denselben stehen, sind dann zu beiden Seiten von den alten Pfosten eingeschlossen, die sie nach oben begrenzenden Teilungsbögen bleiben aber zuweilen ohne das den alten Pfosten kennzeichnende Glied. Hierdurch aber wird auch der Teilungsbogen wirkungslos, und die Ausfüllung der Scheibe, durch den letzteren nicht mehr ausreichend getragen, macht die Wirkung einer gewissen Schwere. Ueberhaupt ist von einem nach der angeführten Weise angeordneten vierteiligen Masswerke, in welchem sich einschliesslich der Wandpfosten vier alte und nur ein junger Pfosten befinden, der Schritt nicht mehr weit zu dem spätgotischen, aller Ober- und Unterabteilungen ermangelnden, also aus lauter gleichartigen Feldern und gleichartigen Pfosten bestehenden Fenster.

Sechsteilige
Fenster.

Sowie hier das Charakteristische der Anordnung der dreiteiligen Fenster in gesucht willkürlicher Weise mit der der zweiteiligen verbunden ist, so wird diese Verbindung naturgemäss bei den sechsteiligen Masswerken. Es bestehen dieselben entweder aus zwei Gruppen von je drei Feldern, oder aber aus drei Gruppen von je zwei Feldern, so dass in ersterem Falle die Hauptordnung des Ganzen die der zweiteiligen Fenster ist und die Ausfüllung jeder Gruppe der der dreiteiligen entspricht, während in letzterem Falle das umgekehrte Verhältnis stattfindet. Die erste Anordnung findet sich an der Westseite des Kölner Domes nach den Originalplänen, während die letztere bei weitem die vorherrschende ist, und sich z. B. an der Westseite der Elisabethkirche in Marburg, der Kollegiatkirche zu Mantes, der Kirche vom Kloster Haina findet. Die beiden letztgenannten Beispiele sind in den Figuren 1266 und 1267 dargestellt.

Das überaus reiche, der ersten Hälfte des 14. Jahrhunderts angehörige Fenster zu Haina tritt zu dem in Fig. 1264 u. 1265 dargestellten, dem 13. Jahrhundert entstammenden Fenstern derselben Kirche in augenfälligen Gegensatz, der die Vorzüge der ein Jahrhundert etwa älteren Masswerke, trotz des überwiegenden Reichtumes der späteren darlegt.

Tritt schon in der Zeichnung der älteren Fenster Fig. 1264 und 1265 die klare Anordnung, die weise Beschränkung des Schmuckes der Nasen auf einzelne Felder, die eben dadurch das Ganze beherrschen, gegenüber der gleichmässigen Ausbreitung dieses Schmuckes über alle Felder, welche der Fig. 1267 eigen ist, in ihre Rechte, so tritt dieses Verhältnis in der Wirklichkeit noch mehr an den Tag, wo die einfachere Gestaltung der älteren Fenster mit den sie umgebenden Architekturteilen, den Diensten, Schildbögen und Gewölberippen im schönsten Einklang bleibt und der ganzen Wandfläche



ein höheres Leben mitteilt, während die reichere Gestaltung des westlichen Fensters sich von der Umgebung völlig losreisst, ihre Wirkung beschränkt, statt sie zu heben. Ferner ist wohl zu beachten, dass ein solches Fenstermasswerk nicht um seiner selbst willen da ist, sondern zugleich den zusammengefügtten Glastafeln als Gerippe dienen soll, dass es daher auf die Glasmalerei, welche diese Ausfüllung bedeckt, Rücksicht nehmen und derselben Felder von verschiedener, nicht allzu beschränkter Grösse und Gestalt gewähren muss. — Alle diese Bedingungen erfüllen die Masswerke Fig. 1264 und 1265 in hohem Grade, während das spätere vorherrschend gleiche und durchweg von hineinstechenden Nasen beschränkte Felder bietet, und so gewissermassen weniger um des Ganzen als um seiner selbst willen da ist. Dass dann der Glaswirker bemüht war, dieser Hindernisse Herr zu werden, und in diesen kleinen beschränkten Feldern noch überreiche und wegen ihres kleinen Massstabes von unten kaum erkennbare figürliche und ornamentale Darstellungen anzubringen, macht den Uebelstand bei aller Schönheit der Glasmalerei nur noch greller. Diese mehr der modernen Kunst eigene Existenz allein um des Selbst willen, scheint überhaupt mit den überreichen Masswerken der mittleren Periode anzuheben. Man fing an denselben ein übermässiges Gewicht beizulegen, wie schon die Grabschrift des Meisters Reinhold zu Altenberg, von dem das 1398 vollendete grosse Westfenster daselbst herrührt, beweist, in welcher derselbe „*super omnes rex lapicidas*“ genannt wird. Dass aber die gotische Kunst des reichen Masswerkes in weit minderem Grade bedarf als man gewöhnlich annimmt, beweisen zur Genüge vor allen anderen die einfachen, zweiteiligen Fenster der Kathedrale zu Chartres, deren überwältigende Wirkung durch reicheres Masswerk nur verloren hätte, weil die wundervollen Glasmalereien dadurch hätten beschränkt werden müssen.

Als wahres Muster einer einfachen und doch reichen Anordnung kann das in Fig. 1266 gegebene Fenster aus dem nördlichen Seitenschiff der Kollegiatkirche zu Mantes gelten, welches vermutlich jünger als die Kirche, etwa aus der Mitte des 13. Jahrhunderts herrühren dürfte. Der Grundriss der Pfosten ist in der rechten Hälfte der Fig. 1266 a dargestellt.

Die Konstruktion ist einfach und durch die vorgezeichneten Linien angegeben. Es ist ab die Grundlinie des Bogens, dessen Mittelpunkte in den Mittellinien der Seitenabteilungen, also in den Punkten c liegen. An den Punkt c ziehe man eine Linie unter einem Winkel von 45° gegen die Grundlinie, welche in ihrem Durchschnitte mit der Mittellinie des Fensters den Mittelpunkt C des Dreipasses angiebt. Aus dem Punkt C zieht man die Linie Ce unter einem Winkel von 60° gegen die Mittellinie und errichtet in dem aus der Dreiteilung der Grundlinie sich ergebenden Punkt f ein Lot, welches die Linie Ce in g schneidet und so einen Mittelpunkt der Dreipassbögen anzeigt, worauf die übrigen in derselben Weise gefunden werden können. Die Möglichkeit der weiteren höchst originellen Detaillierung des Dreipasses hängt dann von der Stärke der Gliederung ab, insofern bei hi mindestens noch die Stärke der jungen Pfosten stehen bleiben muss.

Wie die Anordnung der vierteiligen aus der der zweiteiligen, so entwickelt sich die der achteiligen Masswerke aus der der vierteiligen, es ist nur eine Multiplikation. Dabei aber lässt allerdings die Grösse der oberen Scheibe gewisse reichere Behandlungen zu. Fig. 1268 zeigt ein Beispiel dieser Art aus dem nördlichen Kreuzflügel der Kathedrale von Meaux, welches vollständig dem Schema von Fig. 1262 entspricht. Die Konstruktion ist in Fig. 1268 a angegeben.

Achteiliges
Fenster
mit 3
Systemen.

Man halbiere ac , welche Weite sich aus der Achtheilung der Grundlinie ergibt, in d , so ist letzteres ein Mittelpunkt des Spitzbogens, dessen Grundlinie zugleich die der Bogen fgh ist, deren Mittelpunkte in f und g liegen.

Man trage dann ac von a nach e und ziehe durch e eine Wagrechte, so ist letztere die Grundlinie der Bögen ke u. s. w., trage dann $el = \frac{1}{4} ag$ von e nach m und ziehe durch m eine Wagrechte, welche die Grundlinie der kleinen Teilungsbögen abgiebt. Hiernach lassen sich die den verschiedenen Scheiben eingespannten Kreise leicht konstruieren, die sich aus dem Grundriss ergebenden Breiten antragen und die Nasen einsetzen. Den Grundriss aber zeigt die Fig. 1268 b. Die Ausfüllung des oberen Kreises ist in folgender Weise konstruiert, ab in Fig. 1268 ist die Hälfte von cd , und die Mittelpunkte der Bögen abd auf der Linie ab um ein Viertel von deren Länge nach innen, also nach e und f geschoben, wonach sich durch die Sechsteilung des Kreises das Uebrige

ergibt. Wir geben hier nur eine mögliche Konstruktion dieses Masswerkes, dass die wirkliche damit völlig übereinstimmend ist, können wir nicht fest behaupten.

Die Vorzüge dieses Masswerks sind schon bei Fig. 1264 und 1265 hervorgehoben und würde sich dasselbe dem weitaus reicher gestalteten achteiligen Westfenster von Altenberg in derselben Weise gegenüberstellen lassen, wie jene der Fig. 1267 gegenüberstehen. Eine abweichende Anordnung eines achteiligen Masswerkes, welche der in Fig. 1254 für die dreiteiligen Fenster gezeigten entsprechend ist, zeigt das Westfenster der Minoritenkirche in Köln. Die acht Abteilungen desselben sind in drei Gruppen gefasst, von denen die mittlere vier Felder einschliesst. Während nun die beiden Bögen der Seitengruppe auf der Grundlinie des Spitzbogens aufsitzen, wächst die mittlere, wie das Mittelfeld in Fig. 1254 höher hinauf und stösst mit der Spitze des einschliessenden Bogens unter jene des grossen Spitzbogens. Das Eigentümliche der Anordnung ist aus dem gedrückten Verhältnis des ganzen Fensters entstanden, welches durch die höhere Lage der Grundlinie des mittleren Bogens in glücklicher Weise beseitigt wird. Es zeigt dieselbe zugleich eine gewisse Verwandtschaft zu der S. 528 erwähnten Gestaltung der Fenster des Erfurter Domchores, ist aber, als aus dem Grundverhältnis hervorgegangen, der letzteren rein willkürlichen weitaus überlegen.

Neunteilige Fenster, wie in der Kathedrale von York, können in drei Gruppen zu drei Abteilungen geordnet, also auf das Princip der dreiteiligen zurückgeführt werden, während zwölfteilige aus einer Komplikation des Systemes der sechsteiligen sich bilden.

Abweichend von den erwähnten Prinzipien gestalten sich die reicheren Masswerkskombinationen der Spätgotik. Man hatte in den einmal adoptierten Formen der Schweifungen und Fischblasen die Mittel gefunden, eine jede Scheibenform unmittelbar auszufüllen. Eine Gliederung in Ober- und Unterabteilungen wäre der unbeschränkten Entfaltung dieser Mittel hinderlich gewesen und wurde daher aufgegeben. Sonach erhalten alle Pfosten die gleiche Gestaltung, sind mit Rundbögen oder mit Spitzbögen geschlossen und an diese letzteren schmiegen sich mit einer unbegrenzten Mannigfaltigkeit die Fischblasen an, welche entweder sich in Gruppen ordnen, ohne dass letztere von stärkeren Strängen umschlossen wären, oder unabhängig von einander, allein durch ihre künstliche Verschränkung den Raum der Scheibe füllen. Macht sich in alledem auch die völlige Lösung des gotischen Organismus fühlbar, so muss man doch staunen über die Erfindungsgabe, das Geschick der Anordnung und den Geschmack der ganzen Behandlung. Es sind die letzten Strahlen einer hinter die Berge tretenden Sonne, für welche das künstliche Licht, welches danach angezündet ward, sich doch als schlechter Ersatz erwies.

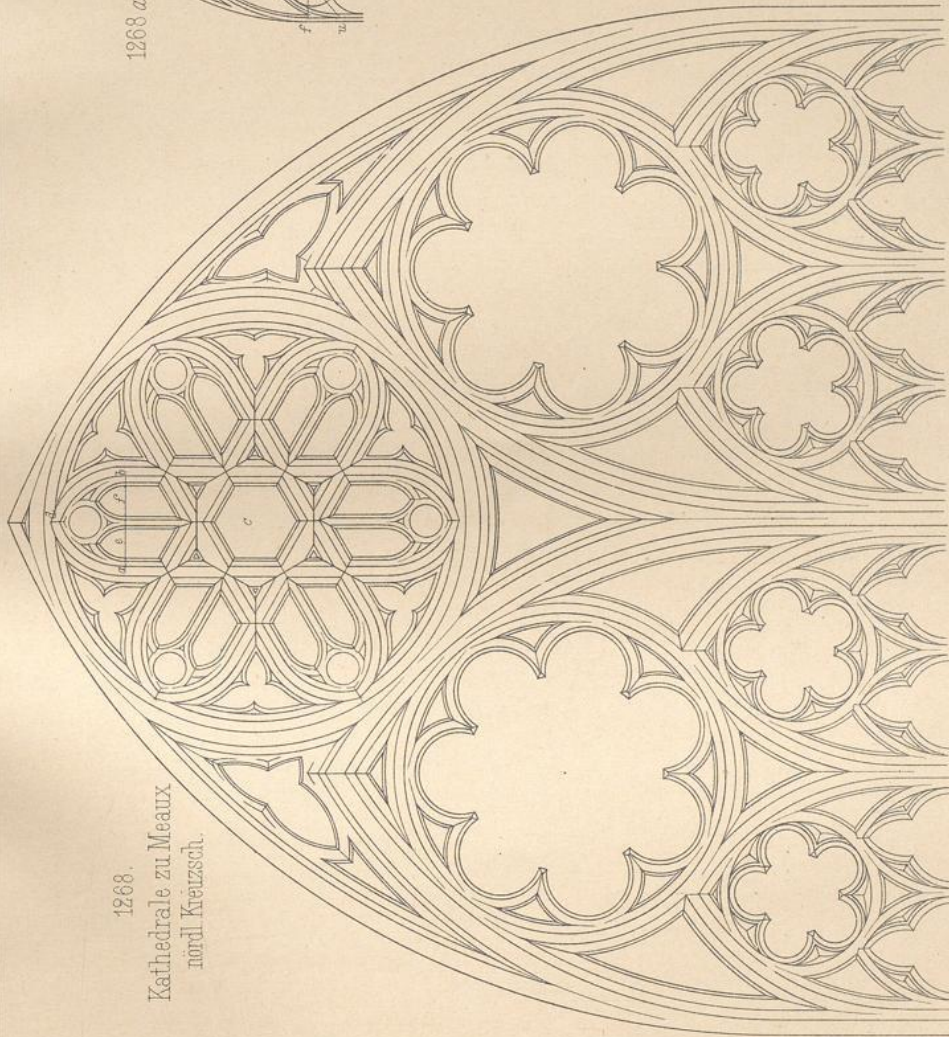
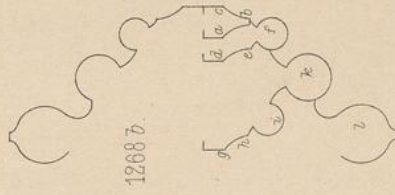
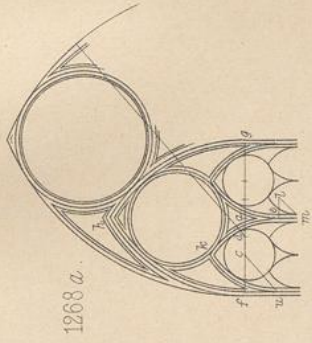
Die zusammengesetzten Radfenster und Rosen.

Dem Prinzip der zusammengesetzten Masswerke folgen auch die grösseren Radfenster und Rosen. Die einfachen Gestaltungen derselben sind bereits an den Figuren 1243—1246 erklärt. Aus dem dort Gesagten werden sich die in den Figuren 1269 bis 1271 gezeigten Ausbildungen leicht entwickeln lassen. Die überwältigende und durch kein anderes Mittel erreichbare Pracht dieser Fenster, wie sie das Münster zu Strassburg, sowie die Mehrzahl der französischen Kathedralen darthut, bedarf keines Kommentars. Man hat dieselben in neueren Zeiten wohl dem eigentlichen Prinzip der Gotik zuwiderlaufend finden wollen, aber wie uns scheint mit Unrecht. Sie ausschliessen

Neun- und
mehnteilige
Fenster.

Gleiche
Pfosten der
Spätzeit.

Radial
stehende
Pfosten.



1268.
Kathedrale zu Meaux.
nordl. Kreuzsch.

wäre eine Selbstberaubung. Sie kommen an den französischen Kathedralen entweder selbstständig oder einem spitzbogigen Fenster von der gewöhnlichen Form mit gerader Sohlbank eingeschoben vor. Die Anordnung der Sohlbank, welche sich auch da häufig findet, wo der Spitzbogen fehlt, und sich dann in der Weise kundgiebt, dass die den oberen Halbkreis einschliessende, tief profilierte Gewändegliederung sich unterhalb des wagrechten Durchmessers jederseits in einem lotrechten Schenkel fortsetzt oder auf Säulchen aufsitzt und auf dem Wasserschlag der Sohlbank aufläuft, hebt in glücklicher Weise die Möglichkeit, dass in den an dem unteren Halbkreis herumlaufenden Gliederungen das Wasser sich sammeln könnte, und bringt überhaupt die ganze Gestaltung mit den übrigen Linien des Inneren und Aeusseren in einen völligeren Einklang. Sie findet sich schon in Werken von sehr frühem Datum, wie z. B. der Kollegiatkirche zu Mantes, der Kathedrale von Rheims, den Kreuzflügeln der Kathedrale von Paris etc. Sowie nun aber der obere Halbkreis im Innern dem Spitzbogen des Gewölbes eingesetzt ist, so kann der letztere auch im Aeusseren sich aussprechen und dann die oben angeführte von KUGLER getadelte Anordnung einer Rose im Spitzbogen hervorbringen, die doch, als in dem Wesen der Konstruktion begründet, ihre volle Berechtigung hat. Uns scheint dagegen die von der Westseite des Freiburger Domes auf manche neuere Werke übergegangene und in letzteren schärfer betonte Einschliessung des Kreises in ein Quadrat weit weniger glücklich, da doch die obere Seite des Quadrates an dieser Stelle eine durch keinerlei Verhältnisse gegebene, also rein auf Willkür beruhende Anordnung vorstellt. (In Freiburg hängt sie mit der wagrechten Ueberdeckung des schmalen vor dem westlichen Gurtbogen befindlichen Umganges zusammen und ist daher wohl begründet.) Ob man nun eine solche an sich unwahre Gestaltung wirklich schön finden kann, darüber mag die Entscheidung offen bleiben.

An manchen späteren Radfenstern, wie z. B. dem der Westseite von St. Lorenz in Nürnberg (Fig. 1271), ist die radiale Stellung für die Pfosten aufgegeben und nur für die nach parallelen Seiten gebildeten Abteilungen beibehalten. Das ganze Schema besteht aus zwei sich durchschneidenden Kreuzen, deren jeder Arm durch eine aus zwei Feldern bestehende, mithin von alten Pfosten eingeschlossene Abteilung gebildet wird. Die letztere verbindenden Spitzbögen stossen dann in dem einen Kreuz mit ihrem Scheitel an den äusseren Kreis, in dem anderen in die Winkel der Arme des ersteren Kreuzes.

Radial
stehende
Abteilun-
gen.

Eine Zwischenstellung zwischen beiden Arten der Anordnung von Fig. 1269 und 1271 nimmt eines der Radfenster der Katharinenkirche in Oppenheim ein, in welchem dem Kreis zunächst ein Vierblatt eingespannt ist, von dem jeder Teil aus zwei alten und einem jungen, aber sämtlich radial gestellten Pfosten besteht. Zwischen diese vier Abteilungen setzen sich aber vier andere, bei denen nur die durch den jungen Mittelpfosten bezeichnete Mittellinie radial steht, welchem die einschliessenden alten Pfosten parallel stehen. Die die letzteren verbindenden Spitzbögen sind dem Zentrum zugekehrt, berühren also die alten Pfosten des Vierblatts.

Nach dem S. 520 über die einfachen Radfenster und S. 511 über die Kreisausfüllungen Gesagten kann es dann nicht schwer fallen, für eine dritte Art der Fensterrosen die verschiedenen Beispiele zu konstruieren, bei welcher die ganze Scheibe durch verschieden gestaltete, von stärker profilierten Strängen eingeschlossenen und durch eingesetzte, von schwächeren Strängen begrenzte geometrische Figuren, als Kreise, Drei- oder Vierbögen, die verschiedenen Pässe u. s. w. ausgefüllt wird. Immerhin

Geometri-
sche Figuren
im Kreise.

pflügen aber solche Rosen hinsichtlich ihrer Wirkung den in ihren Hauptteilen wenigstens aus radialen Pfosten und Feldern bestehenden untergeordnet zu bleiben, wenn schon für die technische Ausführung, die aus einer grossen Länge der Pfosten sich ergebenden Schwierigkeiten vermieden werden.

5. Das Galerienmasswerk.

Pfostengalerien.

Konstruktion der Brüstung.

Ueber die Konstruktion der Brüstungswand, die weiter oben S. 363 in Verbindung mit den Rinnen und Traufgesimsen näher erklärt ist, soll hier nur angeführt werden, dass die Masswerksgalerien aus einzelnen, in der Regel 15—20 cm starken Platten bestehen. Wenn möglich, sind sie auf die ganze Höhe aus einem Stück genommen, so dass die einzelnen Stücke in ihren Stossfugen aneinander treffen und an ihrem Fusse durch das Gesims, auf welchem sie stehen, oben aber durch das aufgelegte Brüstungsgesims mit einander verbunden sind. Es wechseln daher die Fugen dieser Simse mit den Stossfugen der Platten und nehmen in Nuten die diesen Platten angearbeiteten Federn auf. Wo die hierzu erforderlichen Plattenhöhen schwer zu erzielen, bestehen sie aus zwei durch eine Lagerfuge getrennten Stücken; wie an der Kirche zu Friedberg, und müssen daher grössere Stärken erhalten, damit die eisernen Dübel, durch welche die Lagerfugen verbunden sind, durch die sie umgebende Masse des Steines gehalten werden können. In Friedberg beträgt die Stärke 22 cm. Statt der steinernen Feder, welche in die Nuten der Gesimsstücke fasst, ist die Verbindung zuweilen auch hier durch eiserne Dübel bewirkt, wie an der Galerie, welche die Terrasse umzieht, auf welcher der Erfurter Dom sich erhebt. Aus der einmal angenommenen Dicke der Platten ergibt sich dann die Breite der Pfosten oder Stränge des Masswerkes je nach der Grösse der Durchbrechungen, welche das angenommene Schema enthält.

Die Querschnitte des Galerienmasswerkes stimmen mit denen des Fensternmasswerkes überein, nur dass der an letzterem zur Aufnahme der Verglasung notwendige Falz wegbleibt. Es ergeben sich daher die in Fig. 1272 angegebenen Grundrissformen. Oft findet sich das in der Plattendicke übereck stehende Quadrat, ferner das daraus gebildete Achteck, sowie die früher gezeigten einfachen Pfostengrundrisse.

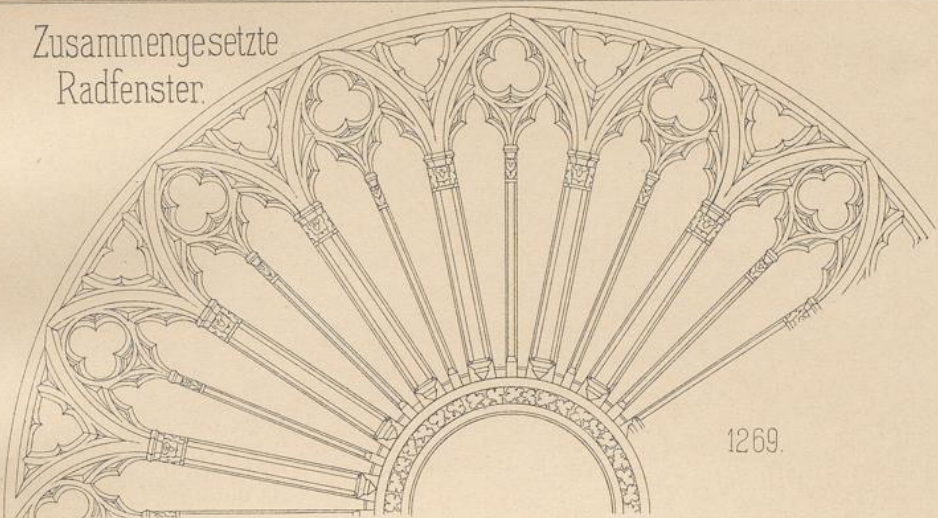
Die einfachste Anordnung einer Masswerksgalerie besteht in einer Reihe bogenverbundener Pfosten. Die Füsse dieser Pfosten hängen dann durch ein aus der Platte stehendes gelassenes, wagrechtes Schwellenstück zusammen. Ueber die Bögen gilt alles über die Teilungsbögen des Fensternmasswerkes Angeführte: sie können einfache oder nasenbesetzte Rund- oder Spitzbögen sein oder jede kleeblattartige Gestaltung annehmen. Reicher werden sie, wenn in den zwischen den Bögen bleibenden Feldern Kreise, Dreipässe etc. angebracht sind, wie Fig. 1273 zeigt.

Pfosten und Säulchen.

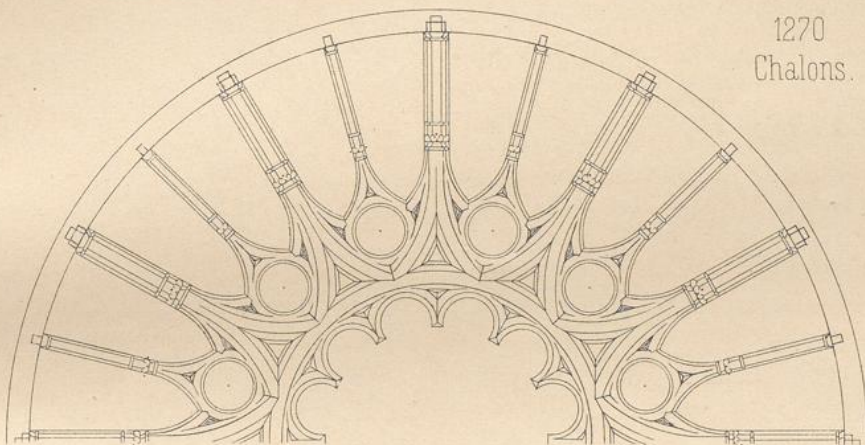
Der Vorzug dieser Pfostengalerien liegt in der leichten Fasslichkeit des Schemas, in dem Umstande, dass die geringe Feldbreite eine mehrfache Wiederholung zulässt und hierdurch eine sowohl reiche als ruhige Wirkung hervorgebracht wird. Wenn eine solche Galerie an einer Treppe zu stehen kommt, so behalten die Pfosten gleichwohl ihre regelmässige Bildung. Jeder Versuch, hiervon abzugehen, d. i. ansteigende Bögen zu bilden, ist dem Wesen der Sache fremd, und kann die der Steigung der Treppe entsprechende Hebung nur durch Aufstelzen der Bögen hervorgebracht werden.

Tafel CXXVII.

Zusammengesetzte
Radfenster.

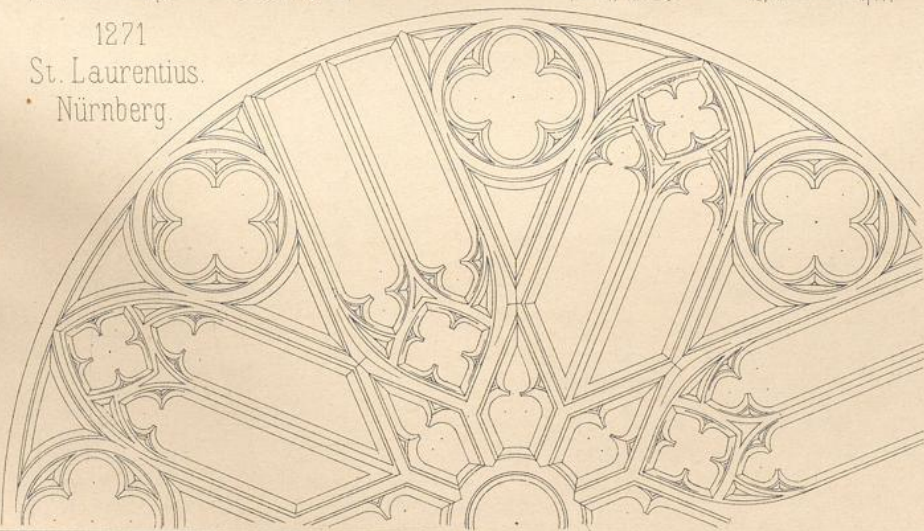


1269.



1270
Chalons.

1271
St. Laurentius.
Nürnberg.



Die Pfosten können auch als Säulchen gebildet werden, wenn das Brustgesims mit der Galerie aus derselben Platte genommen ist, deren Stärke daher die Ausladung für Kapitäl und Basis hergibt. Im anderen Fall würde diese Ausladung eine sonst ganz nutzlose, auf die ganze Plattenhöhe abzuarbeitende Stärke bedingen. Letztere wird überflüssig, sobald der Pfosten die in Fig. 1272a angegebene Gestaltung annimmt, also aus zwei mit einem kapitällosen Pfosten verbundenen Säulchen besteht. In derartigen Anordnungen liegen sehr wirksame Mittel zur Erzielung einer reichen Wirkung, doch müssen dieselben, um bei dem kleinen Massstab wahrnehmbar zu sein, dem Auge sehr nahe stehen.

Die Höhe der Galerie richtet sich notwendig nach der menschlichen Leibeslänge in der Weise, dass das dieselbe abschliessende Gesims in der gewöhnlichen Brüstungshöhe, also von 1—1,2 m zu liegen kommt, doch giebt es auch hiervon Ausnahmen. So haben die Dachgalerien des Kölner Domes etwa die Schulterhöhe eines Mannes, die der Kathedrale zu Reims mehr als Mannesgrösse, so dass man nur durch die Durchbrechungen derselben sehen kann. Eine Inkonsequenz kann hierin nicht gefunden werden, da die gewöhnliche Brüstungshöhe mit Rücksicht auf die Bequemlichkeit des Aufliegens sich bestimmt, diese Rücksicht aber bei den Dachgalerien wegfällt, die nur eine Wand bilden, welche vor dem Herabfallen sichern soll, die bei grossen Bauwerken daher auch sehr wohl den Charakter von Arkaden annehmen kann. Dieser grösseren Höhe gemäss nimmt dann auch die Stärke zu, und es kann das ganze Galeriewerk, wie bei den vierteiligen Fenstern, mit alten und jungen Pfosten gegliedert werden, wie die oberen Galerien des Kölner Domes. Eine ähnliche Gestaltung bei kleineren Dimensionen würde nur bei rein dekorativen Architekturen, vornehmlich Innenbauten an Altären, Tabernakeln u. s. w. zulässig sein.

Höhe der
Galerie.

Die eigentlichen Masswerksgalerien.

Der ganzen Anordnung der Pfostengalerien lag offenbar ursprünglich eine von der Durchbrechung einer Steinplatte abweichende Konstruktion zu Grunde, wonach die Säulen oder Pfosten selbstständige Werkstücke waren, die oben durch die Bogenstücke und unten durch die Schwelle oder unmittelbar durch die Platte, auf welcher sie standen, einen Längenverband erhielten. *) Offenbar aber führt die Plattendurchbrechung mehr auf eine aus Vielpässen, Kreisen, Vierbögen oder sonstigen Grundformen bestehende Masswerkbildung hin.

Aneinander-
gereihete
Vielpässe.

Fig. 1274 zeigt eine aus aneinandergereihten Dreipässen bestehende Galerie, Fig. 1275 eine aus Dreiecken mit eingesetzten Nasen gebildete.

Durch Veränderung der Stellung der Figuren, durch Einführung des Dreibogens statt des Dreiecks, durch rundbogige Gestaltung der Dreipässe in Fig. 1274, durch Einsetzen von Nasen in dieselben, durch Einschliessen derselben in Kreise u. s. w., oder durch eine Verbindung der angedeuteten Motive mit einander, ferner durch Wiederholung des Schemas in zwei Reihen übereinander lässt sich eine endlose Mannichfaltigkeit erzielen.

Fig. 1276 zeigt eine aus Vierpässen gebildete Galerie, welcher in Fig. 1277 die entsprechende Gestaltung aus überecks gestellten nasenbesetzten Quadraten gegenübersteht. Wenn schon die in Fig. 1276 gezeigte Ausbildung mehr den frühgotischen

*) In dem „*dict. rais.*“ von VIOLLET LE DUC finden sich einige Beispiele dieser Art.

Werken eigen ist, so findet sie sich doch noch vereinzelt bis gegen Mitte und Ende des 14. Jahrhunderts, wie z. B. an der Dachgalerie der Kirche zu Friedberg und der Wiesenkirche in Soest.

Eigentümliche Kombinationen entstehen ferner durch die Abwechslung von wagrecht und übereck gestellten Quadraten, wie Fig. 1277a zeigt. In beiden Figuren 1277 und 1277a würden die Quadrate durch Vierbögen oder nasenbesetzte Vierpässe ersetzt werden können, wie an der Westseite des Kölner Domes. Besonders charakteristisch ist das Eintreten der Spitze des Quadrates oder Vierbogens in die Oeffnung zwischen den Nasenbögen oder Vierpassbögen, wie in Fig. 1277a.

Eine wesentliche Veränderung in der Wirkung des Masswerkes wird erzielt, wenn eine jede einzelne Figur in ein Quadrat eingeschlossen ist, so dass also z. B. in Fig. 1176 die Vierpässe und in Fig. 1277a die Rauten durch lotrechte Pfosten von einander sich trennen. Diese letzteren können dann eine grössere Breite erhalten, so dass die Stossfugen der einzelnen Plattenstücke durch ihre Mitte gehen, während dieselben sonst gewöhnlich in den Diagonalen der einzelnen Figuren liegen. Hier, wie beim Fenstermasswerk, ist es vor Allem wesentlich, dass die Fugen die Stränge möglichst rechtwinkelig schneiden, dass also jede spitzwinkelige Ecke, jedes Vorspringen einzelner schwacher Teile an der Fugenfläche vermieden wird, wie letzteres sich ergäbe, wenn die Fuge etwa durch die Mitte einer Nase schnitte.

Späto
Galerien.

Aus der Umwandlung der in Fig. 1277 angenommenen Quadrate in Vierbögen ergibt sich eine an den spätgotischen Werken zuweilen vorkommende Fortsetzung der Bögen bis zur oberen und unteren Wagrechten, wie Fig. 1278 zeigt. Im Uebrigen ist für die Galerien der Spätgotik vor Allem die gesteigerte Anwendung der Fischblasenmuster und die hierdurch erzielte Möglichkeit der überraschendsten Kombinationen charakteristisch. Es sind diese Fischblasen entweder in Kreise oder andere Grundformen eingeschlossen, oder sie füllen in ihren verschiedenartigen Verschränkungen die ganze Fläche. Trotz des Mangels an Fasslichkeit, der diesen Gestaltungen eigen, ist ihre Wirkung dennoch häufig eine überaus prächtige.

Ein erhöhtes Interesse aber nehmen sie in Anspruch, weil sie den Uebergang zu den spätgotischen Laubwerkfriesen darstellen. So könnte mit geringer Umwandlung aus einem spätgotischen Masswerkfries ein Laubwerkfries, oder auch umgekehrt, gebildet werden; so finden sich häufig beide mit einander verbunden. Es führt also die höchste Mannigfaltigkeit der einzelnen Bildungen in jeder Gattung ganz folgerichtig zu dem Uebergang der einzelnen Gattungen in einander, mithin Verschiedenheit im Einzelnen zur Einförmigkeit im Ganzen. Vielleicht wird man hiernach nicht fehlen, wenn man beim Entwurf neuer Gestaltungen irgend welcher Gattung, irgend welchen Materiales, alles das möglichst vermeidet, was mit Leichtigkeit in ein anderes Material, in eine andere Gattung übersetzt werden könnte, wie es denn überhaupt die höchste Aufgabe ist, den Charakter eines jeden Teiles möglichst scharf aufzufassen und möglichst klar zur Darstellung zu bringen.

Spätgotische Masswerksgalerien finden sich in grosser Zahl in allen Gegenden Deutschlands (s. KALLENBACH's Chronologie). Als die besseren Beispiele sind wohl diejenigen zu betrachten, in welchen die einschliessenden Hauptformen noch angedeutet, wenn auch abgebrochen, nicht völlig entwickelt sich darstellen. Eine sehr schöne Galerie dieser Art findet sich an der ehemaligen Orgelbühne von St. Severi in Erfurt an der Ostwand des nördlichen Kreuzschiffes (s. Fig. 1279).

Als einziges Beispiel dieser Art möge die Konstruktion derselben hier ihren Platz finden. Das ganze Schema beruht auf einem Netz von gleichseitigen Dreiecken cxk , kbs u. s. w. Man schlägt aus den Punkten a , b , c die Kreisbögen $dgve$, fnq u. s. w. und aus den Punkten h , i , k die Bögen

lm , no , pq u. s. w., zieht dann in allen Dreiecken die Halbierungslinien rs , vi , ak , at u. s. w., setzt hierauf den Zirkel in u , öffnet ihn bis nach dem Bogen lm und macht einen Zirkelschlag bis nach v . Dann macht man aus v mit demselben Radius den Schnitt w und schlägt aus w den Bogen vu , so ist nach Wiederholung des Verfahrens das ganze Skelett konstruiert, und es erübrigt nur noch, durch Bekleidung mit den aus dem Querschnitt sich ergebenden Breiten und durch das Einsetzen der Nasen die Figur zu vollenden. Der Anschluss an die lotrechte Seite des einschliessenden Rechteckes xy ist in folgender Weise bewirkt. Man schlägt mit dem Radius der grossen Kreise, also mit qk , aus einem Punkte der verlängerten Mittellinie den die Dreiecksseiten xc und yc berührenden Bogen und setzt in denselben die Schweifungen zz .

Undurchbrochene Masswerksgalerien gestalten sich in derselben Weise und gestatten eine geringere Stärke der Stränge und hiernach eine kompliziertere Anlage des Schemas. Hinsichtlich des Grundrisses der Pfosten (wenn man etwa eine undurchbrochene Galerie nach Fig. 1273 bilden wollte) ist zu bemerken, dass die Wirkung in dem Masse eine günstigere wird, als dieselben sich kräftiger vom Grunde absetzen, etwa durch Fasen oder Hohlkehlen, welche hinter die Pfostenbreite zurückschneiden, oder aber, wenn das von den Pfosten begrenzte Feld im Grundriss nach einem flachen Segment gebildet ist.

Undurchbrochene
Galerien.

Wie wollen noch einmal alles beim Entwurf einer Galerie zu Berücksichtigende kurz zusammenfassen.

1) Die ganze Höhe einschliesslich des Brustgesimses bestimmt sich nach dem Zweck der Galerie, dem Ort, wo sie angebracht ist, und in gewissen Grenzen (wie in Köln und Reims) auch nach den Dimensionen des Gebäudes.

Anforderungen an d.
Galerien.

2) Die Plattenstärke bestimmt sich im Allgemeinen nach der Höhe der Platten und beträgt in der Regel $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{7}$ derselben.

3) Die Gestaltung des Masswerkes, die Bildung des Schemas ist abhängig von der Höhe der Aufstellung, von der ununterbrochenen Länge, von den Dimensionen der angrenzenden Teile. Es muss daher das Schema von unten völlig erkennbar sein, sich so oft wiederholen, dass es fasslich wird und sich von den Dimensionen der angrenzenden Masswerkbildungen etwa in den durchschneidenden Giebelfeldern oder Fialenflächen entweder durch grössere oder kleinere Verhältnisse unterscheiden. Die Länge der Galerie kommt hier noch so weit in Betracht, dass der Abschluss des Masswerkes am Ende ein schicklicher wird.

4) Die Grundform der Stränge der durchbrochenen Masswerke richtet sich nach der Plattendicke, dem Schema des Masswerkes und der Beschaffenheit des Materials. Es kann die Breite der Stränge sich zur Plattendicke verhalten wie 1:1 bis 1:2. Die Wahl des Querschnittes hängt ab von der grösseren oder geringeren Einfachheit des Schemas. Es wird die Breite der Stränge am besten in demselben Verhältnis zu der Weite der grösseren Durchbrechungen stehen, in welchem die Plattenstärke zu deren Höhe steht. Die Beschaffenheit des Materials ist insofern von Einfluss, als ein allzu spröder so wenig wie ein leicht verwitternder Stein geringe Stärken der Pfosten und Stränge zulässt.

6. Das Giebelmasswerk.

Giebelmasswerk kommt hauptsächlich in den sogenannten Wimpergen in Anwendung und füllt hier die zwischen denselben und dem Fenster- oder Thürbogen verbleibenden unregelmässigen Räume. Sind die Werkstücke, welche die Wimperge bilden, der Mauer eingebunden, so ist das Masswerk blind, d. h. undurchbrochen; liegt aber die Wimperge frei vor der Mauer- oder Galerienflucht vor, so ist das Masswerk durchbrochen und trägt die Abdeckung, es muss dann sein Schema sowie der Fugenschnitt der einzelnen Stücke diesem konstruktiven Zweck entsprechend gebildet werden.

Masswerk
der
Wimperge.

Die Beschaffenheit des auszufüllenden Raumes führt zunächst auf ein aus der Dreiteilung gebildetes Schema, also den Dreipass oder Dreibogen (s. Fig. 1280). Soll

das Dreieck, aus welchem der letztere gebildet ist, mit der Spitze nach oben stehen, so wird, wenn die Richtung der Giebelschenkel von der der Seiten des gleichseitigen Dreieckes abweicht, entweder der Dreipass sich von dem Giebel ablösen, wie in Fig. 1280, oder aber eine irreguläre Bildung annehmen müssen. Statt des Dreipasses würde in ähnlicher Weise ein wagrecht oder übereck gestellter Vierpass die Ausfüllung bilden können.

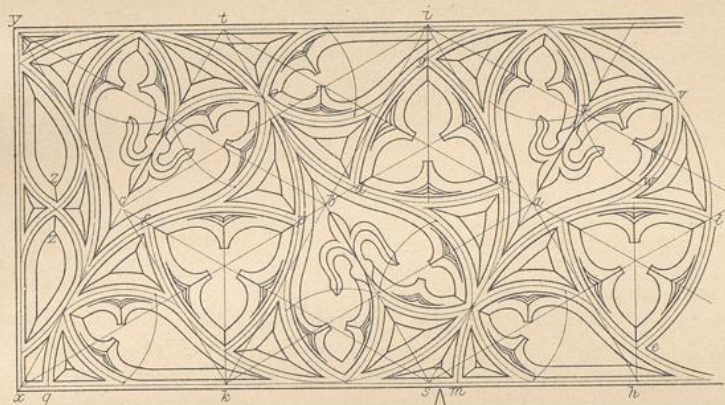
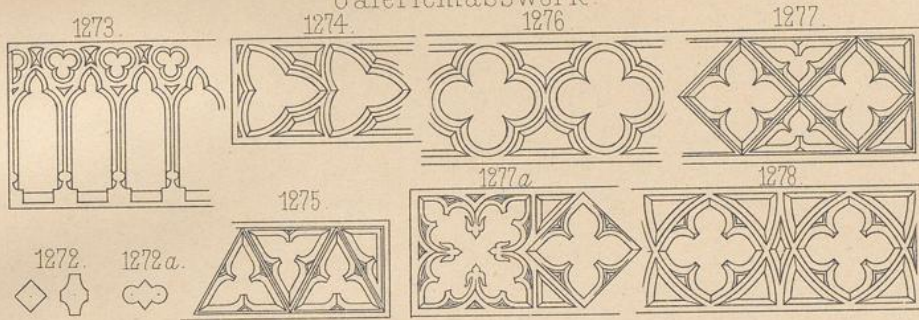
Bei grösseren Dimensionen würde die oberhalb des Dreipasses oder Vierpasses hinausragende Länge der Giebelschenkel eine allzu grosse werden, um sich ohne weitere Unterstützung halten zu können. Dasselbe Verhältnis tritt dann auch ein hinsichtlich der unteren beiden Felder *abc*, es liegt daher am nächsten, die ausserhalb der mittleren Figur übrig bleibenden Felder durch neue eingespannte Masswerksformen weiter zu teilen. Eine derartige, in ihrem Skelett dem südwestlichen Portal der Kathedrale von Reims nachgebildete Anordnung zeigt die Fig. 1281, die freilich von der hohen Pracht des französischen Vorbildes keinen Begriff geben kann, wo die grösseren Felder reich mit Rosetten gefüllt sind und vor dem mittleren die Statue der fürbittenden Maria steht, welche dem an dem nebenanstehenden Giebel befindlichen Heilande zugewandt ist. Eine ähnliche Anordnung findet sich an dem Westportal der Kirche in Colmar.

Eine andere Ausfüllung ergibt sich durch lotrechte Bogen-verbundene Pfosten, die mit ihren Füßen auf der Aussenlinie des Bogens stehen, wie z. B. an dem Hochaltar der Elisabethkirche in Marburg. Das Skelett einer derartigen Anordnung zeigt Fig. 1282.

Eine vorzugsweise für diese Giebelfelder geeignete Masswerksbildung liefert das in Fig. 1242 enthaltene Dreiblatt. Durch die ihm eigene Schmiegsamkeit ist es vorzüglich geeignet, allen von der Gestaltung des gleichseitigen Dreieckes abweichenden Formen dieser Felder sich einzufügen. Durch die Anwendung alter und junger Pfosten, von welchen die letzteren jeden Teil des Dreiblattes wieder in 2 oder mehrere Felder teilen, durch das Einsetzen anderer Figuren in die zwischen den einzelnen Teilen verbleibenden Zwickel lässt sich, wie vor Allem der Kölner Dom zeigt, die Wirkung bis zu der höchsten Pracht steigern.

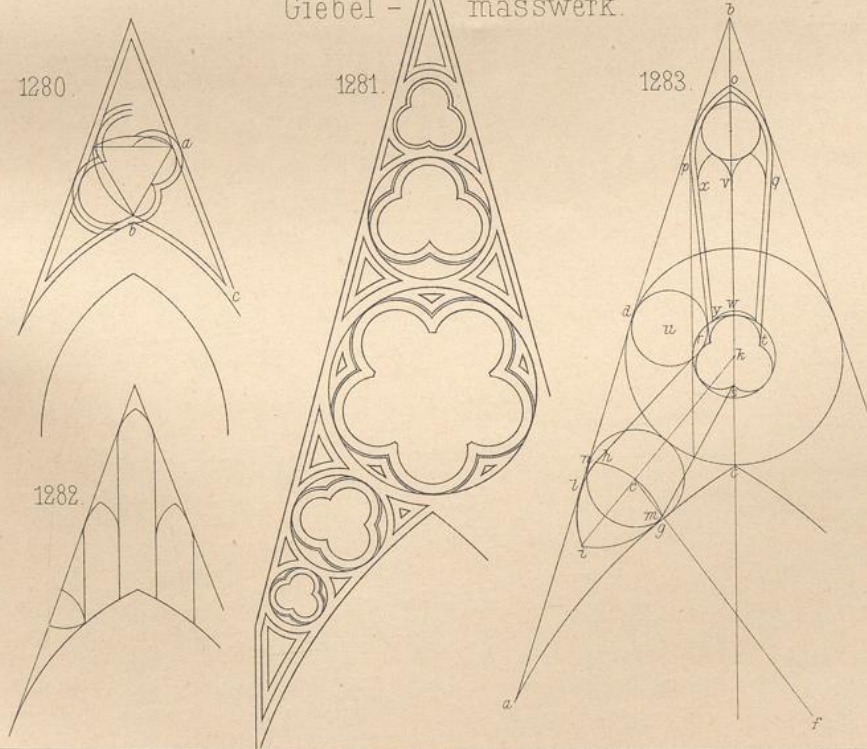
Eine allgemein anwendbare Konstruktion ist, wegen des stets wechselnden Verhältnisses des Scheitelwinkels, des Giebels und der Radien des Spitzbogens, nicht möglich und allein ein abgekürztes, in jedem einzelnen Falle wechselndes Probiervorgehen anwendbar, wofür die Figur 1283 einige Anhaltspunkte geben wird. Es sei darin *ab* die Richtung des Giebels, *ac* der äusserste, dem Fensterbogen konzentrische Bogen. Es handelt sich besonders darum, einen günstigen Mittelpunkt *k* für das ganze Dreiblatt zu erhalten, man wählt ihn am besten so, dass sich durch ihn ein Kreis schlagen lässt, welcher gleichzeitig durch den Bogenscheitel *c* geht und die Linie *ab* berührt. Die von der Mitte ausgehenden 3 Masswerkzungen können ein breites oder schlankes Verhältnis erhalten; man kann sie so bestimmen, dass man in dem Zwickel *acd* einen einbeschriebenen Kreis mit dem Mittelpunkt *c* sucht und von dem Berührungspunkt *g* aus den Bogenschenkel *ih* so schlägt, dass er die Linie *ad* berührt. Mit dem gleichen Radius schlägt man den zweiten Schenkel des Spitzbogens *im*. Im oberen Zwickel nimmt man den gleichen Spitzbogen *poq* an. Man schlägt dann aus *k* einen Kreis, dessen Radius der Hälfte von *gh* entspricht, setzt in diesen einen Dreipass ein und zieht nun die den Dreipassbogen und den Spitzbogen *mih* oder *poq* zugleich tangierenden Linien *pr*, *rh* u. s. w. Somit ist das Skelett des Dreiblattes gefunden. Es kann dasselbe hiernach, je nach den Grössenverhältnissen, mit den aus der Masswerkgliederung sich ergebenden Breiten bekleidet und durch eingesetzte Nasen weiter ausgeführt, oder aber bei grösseren Dimensionen zu einer reicheren Gestaltung ausgebildet werden. Es wären zu dem Ende in die Winkel zwischen die drei Abteilungen etwa die Kreise *u* oder andere Figuren einzusetzen und hiernach die ganze Gestaltung als das Skelett der alten Pfosten zu betrachten. Jede der drei Abteilungen kann hierauf durch junge Pfosten, deren Mittellinien in

Galeriemasswerk



1279.
St. Severi.
Erfurt.

Giebel - masswerk.



vw, xy dargestellt sind, und ebenso auch der Kreis *u* durch eingeschobene Figuren weiter geteilt werden.

In dem Originalriss der Westseite des Kölner Domes ist die Giebelausfüllung über den obersten Schallöffnungen des Turmes der eben angeführten gewissermassen entgegengesetzt, indem die drei grossen Masswerkbögen der Zwickel gegen das Zentrum des Giebelfeldes gekehrt sind, in welchem sie mit den Scheiteln zusammentreffen, so dass jedes der drei Felder gleichsam die Form einer riesigen Fischblase annimmt. Die weitere Teilung durch junge Pfosten und Masswerkfiguren hebt jedoch die Erscheinung als Fischblase wieder auf.

In den späteren Perioden der gotischen Kunst, in welchen die Fischblasenmuster allgemein in Aufnahme gekommen waren, wurden die geradlinigen Giebelwimpergen fast allgemein durch die geschweiften Bogenaufsätze, die sogenannten Eselsrücken, verdrängt, welche sich im unteren Teil dicht an die Bögen anschmiegen und daher keine erheblichen Felder für die Masswerkausfüllung zwischen sich liessen. Sie finden sich dann weniger mit Masswerk als mit Laubwerk, Figuren oder symbolischen Darstellungen gefüllt.

Masswerk an den grossen Giebeln der Querschiffe, der Türme und Privathäuser ist schon in früher Zeit anzutreffen, es besteht aus masswerkverbundenen Pfosten-
 teilungen, aus grossen Rosen, Dreiblättern oder auch aus kleineren geometrischen Figuren, welche die ganze Fläche gleichmässig überspinnen. Besonders eigenartig sind die aus Formsteinen zusammengesetzten Giebelfüllungen mancher Ziegelbauten, die schon in sehr früher Zeit auftreten (Ratzeburg, Kolbatz in Pommern, Riga) und sich schliesslich bis in die Renaissance hineinziehen. Einige besonders reiche Beispiele solcher später Giebel bietet Stargard in Pommern in seinem Rathause und einigen Privatgebäuden.

Masswerk
 grosser
 Giebel.