



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

# **Lehrbuch der gotischen Konstruktionen**

**Ungewitter, Georg Gottlob**

**Leipzig, 1890-**

2. Das Arkaden- und Fenstermasswerk im allgemeinen

---

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

## 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.

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

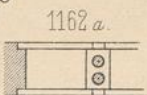
Gruppieren  
der  
Oeffnungen.

Entlastungs-  
bogen über  
mehreren  
Oeffnungen.

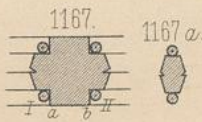
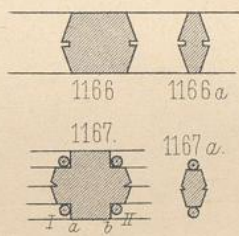
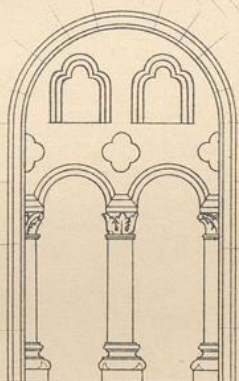
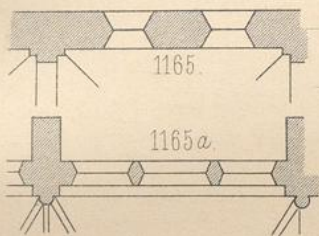
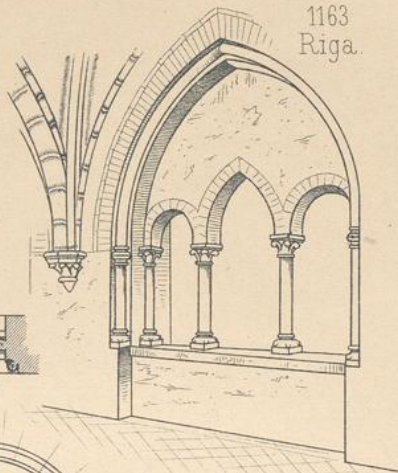


Entwicklung des Masswerkes

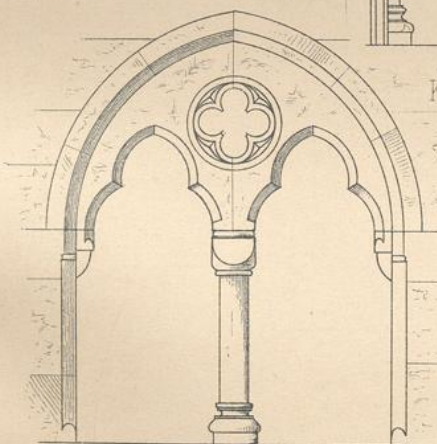
1162.  
Laach



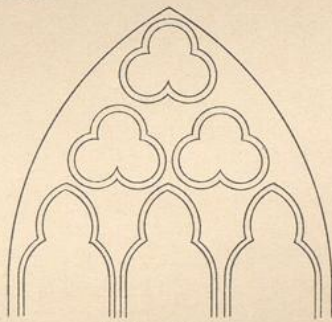
1163  
Riga.



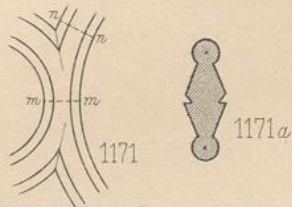
1164  
Königsutter



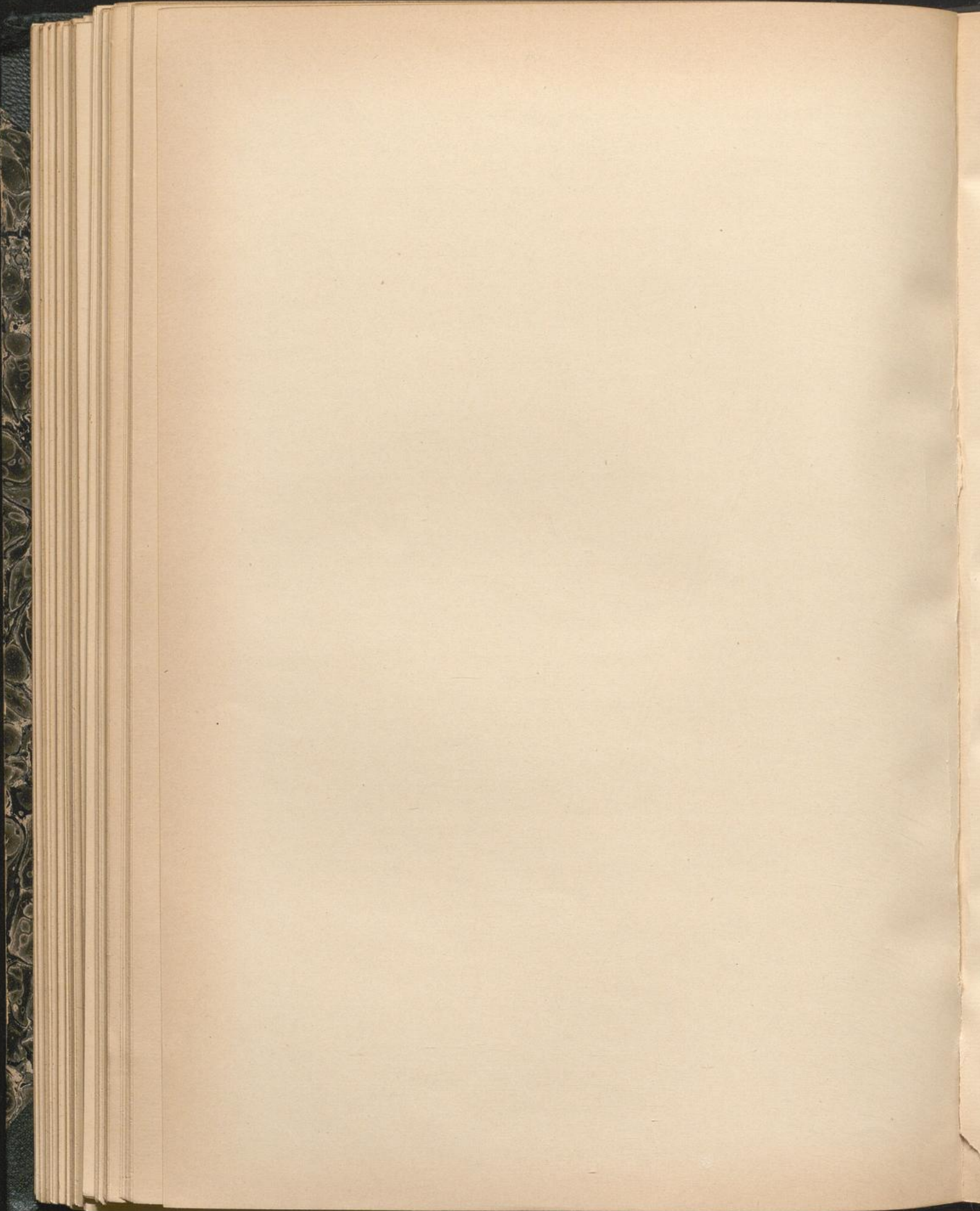
1168 Fischbeck.



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 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), Fünfpass (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

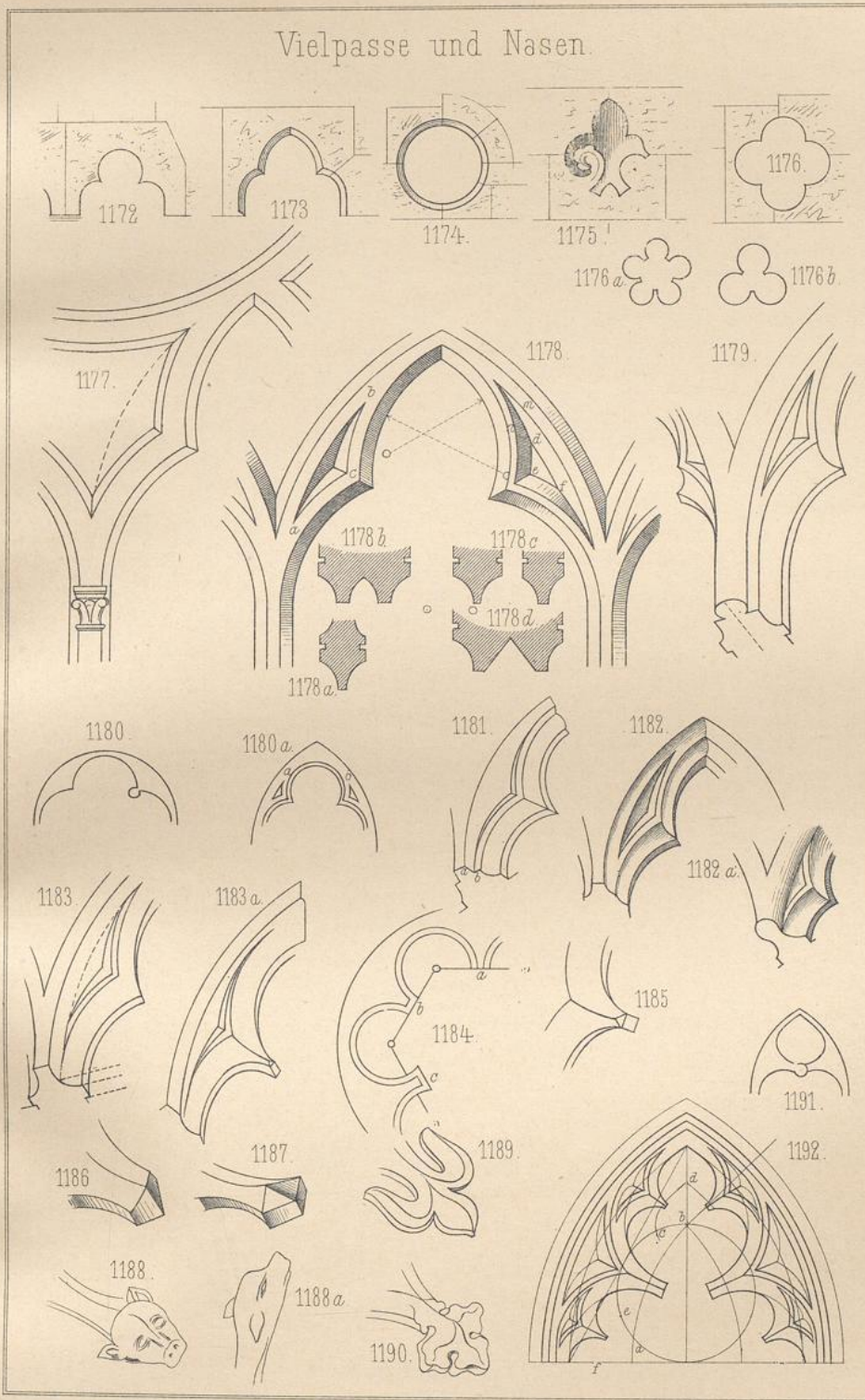
Frühgotische Formen.

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 Vielpässen 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:

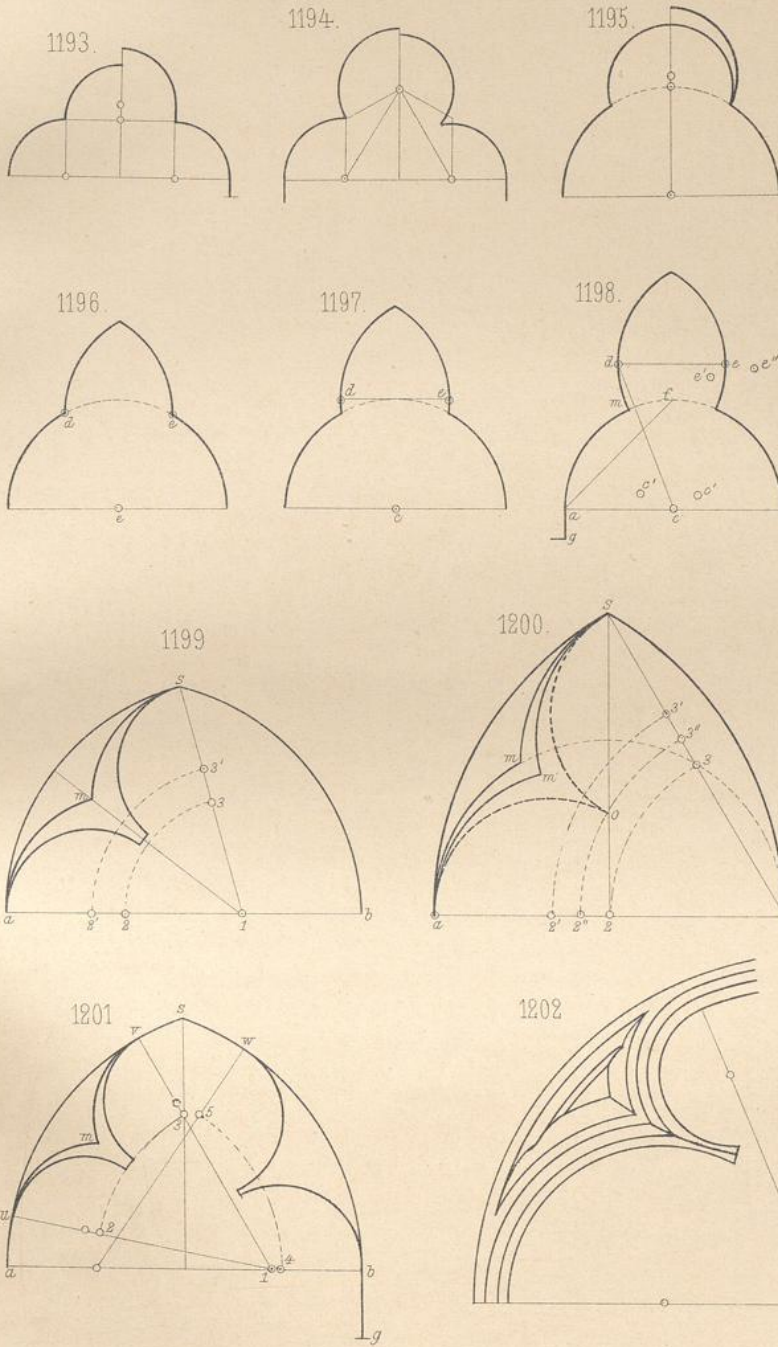
1. dass die Nasenbögen an den Uebergangspunkten ( $a, s, u, v, w$ ) ohne Knick, also tangential, in den Hauptbogen einmünden,
2. dass die Radien für die beiden Nasenhälften gleich lang sind.

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.

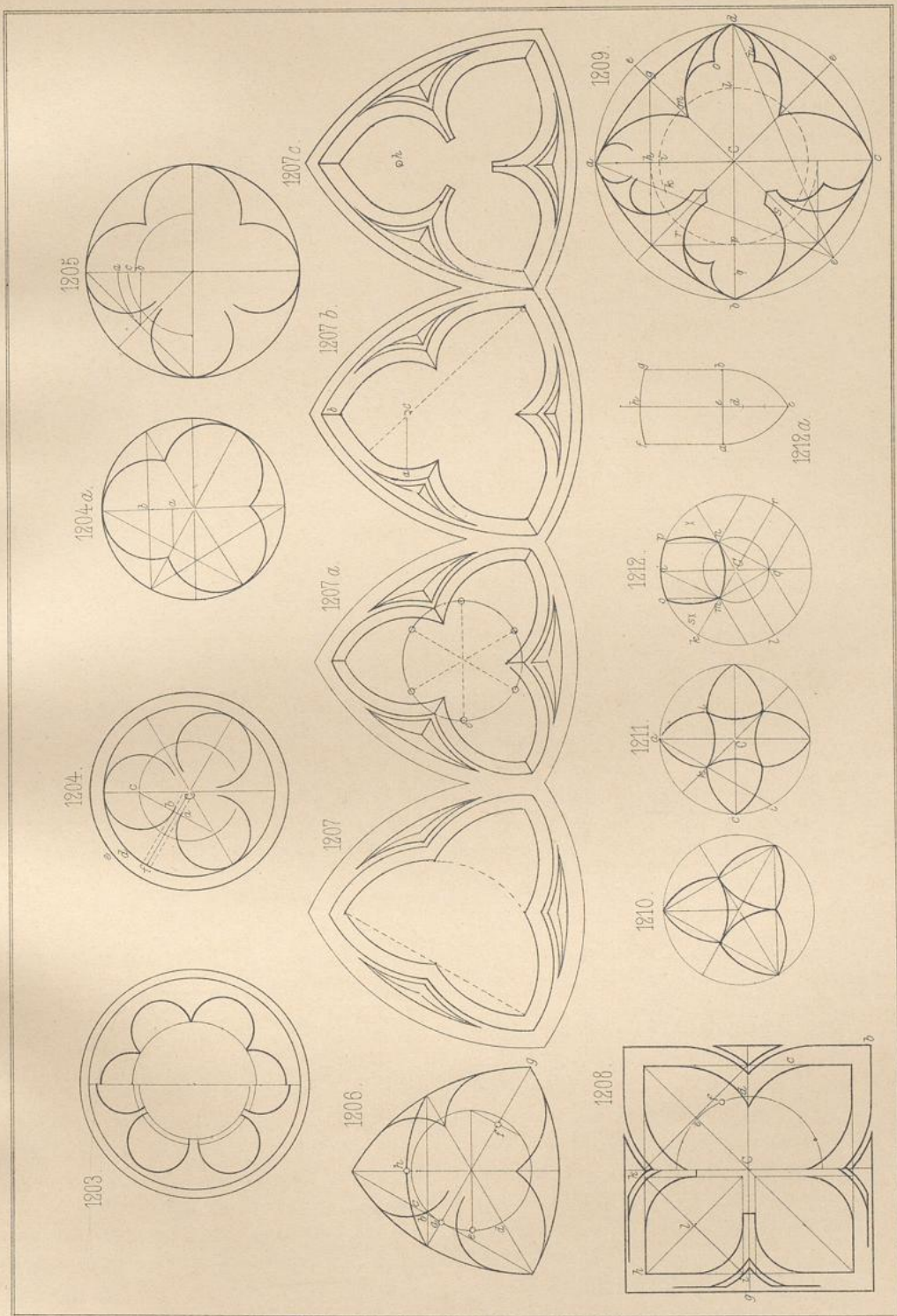
Eine Gestaltung, wie sie Fig. 1207a zeigt, ergibt sich, wenn die Mittelpunkte der Bögen in Fig. 1206 auf dem Kreisbogen *ad* zwischen *a* und *d*, also etwa in *e* zu liegen kommen.

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.

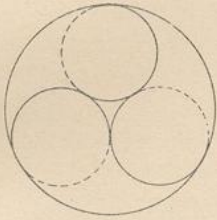
Abweichende Gestaltungen ergeben sich aus der Durchkreuzung der die Fischblasen bildenden Schweifungen. Derartige Formen zeigen die Figuren 1219—1225, deren Konstruktion sich aus den verzeichneten Linien ergibt und welche die letzte Periode der gotischen Kunst, die letzten Zeiten des 15. und den Anfang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

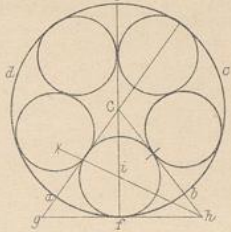


Spätgotische Kreisfüllungen.

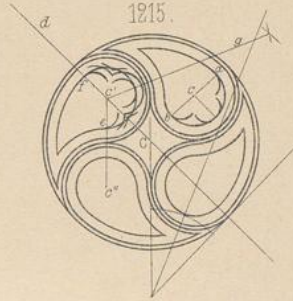
1213.



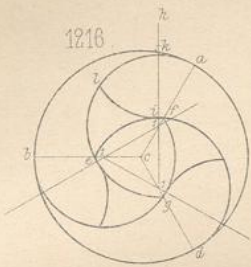
1214.



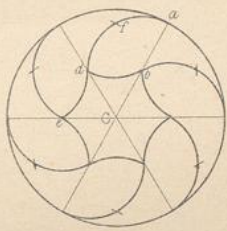
1215.



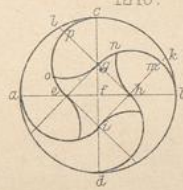
1216.



1217.



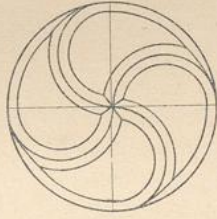
1218.



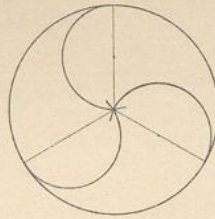
1219.



1220.



1221.



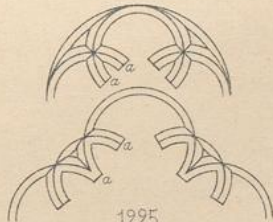
1222.



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.