



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

## **Die kirchliche Baukunst des Abendlandes**

historisch und systematisch dargestellt

**Dehio, Georg**

**Stuttgart, 1892**

Fünftes Kapitel. Der Gewölbebau in seinen Grundformen.

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-81352](#)

## Fünftes Kapitel.

### Der Gewölbebau in seinen Grundformen.

---

LITTERATUR. — *A. Essenwein*: Die Entwicklung des Pfeiler- und Gewölbesystems in der kirchlichen Baukunst bis zum Schluss des XIII. Jahrhunderts. Jahrb. der Centr.-Comm., 1858. — *H. Leibnitz*: Die Organisation der Gewölbe im christlichen Kirchenbau, 1855. — *Viollet-le-Duc*: D. R. Unter den verschiedenen auf den Gegenstand bezüglichen Artikeln sind die wichtigsten: construction, coupole und voûte. — *Derselbe*: In der Revue générale de l'architecture, Bd. 11. — *Willis*: In den Transactions der brit. Arch., übersetzt von C. Daly im 4. Bd. der Revue générale de l'architecture, 1843. — *Redtenbacher*: Leitfaden zum Studium der mittelalterlichen Baukunst, 1881. — *Karl Schäfer*, im Zentralblatt der Bauverwaltung, Bd. V, 1885, S. 300: Der Spitzbogen und seine Rolle im mittelalterlichen Gewölbebau. — *Möllinger*: Die deutsch-romanische Architektur, Lief. I, 1886. — *Hugo Graf*: Opus Francigenum, 1878, I, Zur Geschichte des Strebebogens.

Es ist im innersten Wesen der Baukunst begründet, dass in ihr das Streben nach Schönheit mit dem Streben nach Dauerhaftigkeit unlöslich sich verbindet. Deshalb sind zu allen Zeiten die höchsten baukünstlerischen Ideen im Gewande der reinen Steinkonstruktion aufgetreten. Hatte die beherrschende Rolle, welche der frühchristliche Kirchenbau der flachen Holzdecke zuteilte, einen relativen Rückschritt bedeutet, so haben alle in aufsteigender Linie sich bewegenden Bestrebungen des Mittelalters die Gewinnung der Steindecke zum Ziel. Dass diese die ästhetisch höhere Potenz sei, wurde schon von der karolingischen Epoche anerkannt und ist seither nicht mehr aus dem Bewusstsein der für die Architekturentwicklung massgebenden Völker des Abendlandes geschwunden. Noch stärker und gemeinverständlicher sprechen für die Steindecke ihre materiellen Vorzüge. Sie verhiess Sicherheit vor den beiden grossen Feinden, welche die holzgedeckte Basilika unausgesetzt bedrohten: der langsam aber unwiderstehlichen

Wirkung der Feuchtigkeit und der Luft, wie der plötzlichen Wut des Feuers. Nicht nur jener, sondern auch dieser waren die Kirchen der nordischen Länder in ungleich höherem Masse ausgesetzt, als die der südlichen. Ungerechnet die Kriegs- und Blitzesgefahr führte die leichte, auf vorwiegender Benutzung des Holzmaterials beruhende Bauweise der nordischen Städte in rascher Folge Feuersbrünste herbei, von denen nur zu leicht die Kirchen mitergriffen wurden; dazu im Innern der letzteren die wie es scheint sehr reichliche Verwendung von Kerzen- und Lampenlicht. Es ergibt eine förmlich erschreckende Rechnung, wenn man aus den Chroniken die gewiss recht unvollständigen Meldungen von Brandschäden zusammenzählen will.

Weshalb nun ist die thatsächliche Aneignung der Steindecke so langsam und zögernd erfolgt? ja, weshalb hat eigentlich erst die Gotik die allgemeine Zustimmung findende Lösung gebracht? Die Gründe sind zusammengesetzt. Keineswegs allein oder auch nur vorwiegend liegen sie, wie man es oft zu erklären beliebt hat, im technischen Unvermögen der früheren Zeit. Eine Reihe bedeutender Gewölbebauten — man bemerke: durchweg Zentralbauten, wie die Palastkirche zu Aachen, die Hauptteile von S. Marien im Kapitel zu Köln, die Rotunde von S. Benigne in Dijon, das Baptisterium von Florenz u. a. m. — bezeugt, dass die Kunst des Wölbens niemals ganz erloschen war. Freilich nicht allerorten hat sich dies technische Können in gleicher Weise lebendig erhalten, wie in Oberitalien, wo die *magistri comacini* die Ueberlieferungen der römischen Bautechnik, wenn auch getrübt, in das Mittelalter hinüberführten, oder wie in Südfrankreich, wo die herrlichsten antiken Vorbilder vor aller Augen standen; aber kleineren Aufgaben, wie der Einwölbung von Grabkapellen, Krypten, Apsiden, auch wohl der Seitenschiffe der Kirchen, war man überall gewachsen.

Die entscheidende Schwierigkeit, über die man lange Zeit nicht hinaus zu kommen vermochte, liegt nicht in der Herstellung der Gewölbe als solcher, sondern in deren Anwendung auf die Konformation der Basilika, speziell auf das Mittelschiff derselben. Denn es gehörte nicht viel Erfahrung dazu, um zu wissen, dass der von einem Gewölbe ausgehende Druck mit der Höhe der Stütze zunimmt; wovon die Ursache die ist, dass dieser Druck nicht einer senkrechten Linie, sondern einer über die senkrechte in seitlicher Richtung mehr oder minder weit hinausgreifenden Kurve folgt, mithin die stützende Mauer als Hebelarm in Wirkung tritt. Die Mittelschiffsmauer war aber ohnedies

schon durch die Arkadendurchbrechungen geschwächt und die anliegenden Seitenschiffe beschränkten die Möglichkeit der Anbringung von Verstärkungen auf ein ganz unzureichendes Mass.

Der Konflikt zwischen den konstruktiven Forderungen des Gewölbebaus und den formalen Grundbestimmungen der Basilika war schon einmal in der Geschichte des christlichen Kirchenbaus brennend gewesen: in der oströmischen Kunst des 6. Jahrhunderts. Auch hier hatte die Basilika bis zu diesem Zeitpunkt die Vorherrschaft gehabt: sie wurde nicht sowohl umgestaltet als vielmehr vollständig beseitigt und an ihre Stelle traten Typen, die aus der eigensten Natur des Gewölbebaues abgeleitet auf wesentlich andersartige Grundformen hinführten.

Vor dieselbe Alternative sah sich das Abendland beim Eintritt in die romanische Epoche gestellt. Es entschied sich in ihr in umgekehrtem Sinne, wie die orientalische Christenheit. Für die jetzt massgebenden germanischen und germano-romanischen Stämme hatte die Basilika die Bedeutung einer heiligen und unantastbaren Ueberlieferung gewonnen, war sie die Kirchenbauform schlechthin. Die vielversprechenden Vorbereitungen zur gewölbgemässen Weiterbildung der Basilika, die wir in der fränkischen Architektur des 9. Jahrhunderts wahrzunehmen glauben, erlahmten, da seit der Spätzeit dieses Jahrhunderts mit dem Hinschwinden so vieler antiker Kulturerinnerungen ein tiefer Niedergang auch des Bauwesens namentlich nach der technischen Seite eintrat, dem erst im Laufe des 11. Jahrhunderts ein neuer Aufschwung folgte. So gewann in Deutschland wie in Nordfrankreich und England die Flachdeckbasilika aufs neue Zeit sich zu befestigen, gleichwie in Italien das an den Ostküsten eindringende byzantinische System ihr nur wenig Boden abzugewinnen vermochte. Nur die gallo-romanischen Stämme im Westen und Süden Frankreichs sprangen von der durch die Tradition der Jahrhunderte vorgezeichneten Linie ab: ihnen wogen die praktischen Vorteile der Gewölbekonstruktion schwerer: sie gaben zu gunsten dieser die Formgedanken der Basilika vollständig preis. Sehr verschiedenartige Systeme werden nun neben- und nacheinander versucht; mit der Zeit schliessen sich andere, geographisch in der Mitte liegende Landschaften Frankreichs an und lenken den Gewölbebau auf die Bahn der Basilika zurück; die Lombardrei, die Rheinlande, die Normandie treten mit verwandten Bestrebungen hervor. Dabei zeigte sich, dass die Wartezeit nicht fruchtlos verstrichen war: die Modifikationen der romanischen Basilika

gegenüber der altchristlichen, als: der gebundene Grundriss in Deutschland und Oberitalien, die zweigeschossige Anlage der Abseiten in Nordfrankreich, vor allem die Substituierung der Säule durch den Pfeiler — sind ebensoviel Annäherungen an die Forderungen des Gewölbebaues. Wohl haben diese verschiedenen Schulen eine gewisse wechselseitige Kenntnis voneinander; im ganzen aber gehen sie selbstständig vor, erstreben auf sehr verschiedenartigen Wegen das gemeinsame Ziel; ein erstaunlicher Reichtum der Formen und Systeme wird hervorgebracht.

Nicht alle Schulen waren zu reifen Ergebnissen gelangt, als das jüngste dieser Systeme, das wir das gotische zu nennen gewöhnt sind, von dem Zentrum der damals modernsten internationalen Bildung, von Paris aus, seinen Siegeslauf durch Europa antrat und dem ganzen Abendlande wenigstens scheinbar ein einiges, ein vollendetes System des Kirchenbaues brachte. Aber diese Einheit war teuer erkauft. Achtlos musste die Gotik in ihrer grossartigen Einseitigkeit an allen ihr heterogenen Bestrebungen vorüber gehen; sie hat dieselben erstickt, ohne dafür vollen Ersatz zu bringen; denn wahre Gotik ist sie, von einzelnen glänzenden Ausnahmen abgesehen, doch nur in ihrem Heimatlande geblieben. Die romanische Baukunst aber hat sich in Formen versucht, welche an rein architektonisch-raumkünstlerischer Bedeutung über alles hinausgehen, was die Gotik jemals gewollt und gekannt hat. Dass sie in ihren Bestrebungen selten zum letzten Ende gelangt ist, ist in äusseren Verhältnissen, nicht im Wesen der einen oder anderen Bauweise begründet. Es ist vielleicht ein müssiges Unterfangen, mit Möglichkeiten zu rechnen, welche nicht eingetreten sind, zuweilen aber drängen sich solche Fragen auf, und wenn die Bilanz gezogen werden sollte, ob der Baukunst durch den raschen Sieg der Gotik über die national verschiedenen romanischen Bauweisen Gewinn oder Verlust erwachsen sei, so ist es — man darf das aussprechen, ohne gegen die hohe, ja einzige Schönheit vollendeteter gotischer Bauten blind zu sein — mehr als fraglich, ob sie zu gunsten der tatsächlich eingetretenen Entwicklung ausfallen würde.

Wir schicken der geschichtlichen Darstellung die nötigsten technisch-konstruktiven Erörterungen voraus.

### I. Bogenform.

Die Vorherrschaft des Gewölbebaues in der späteren römischen Architektur hatte zuwege gebracht, dass, im Gegensatz zum griechischen Kanon, der Bogen die normale Form der Verbindung zweier Freistützen oder der Ueberspannung einer Maueröffnung wurde. In welchem Umfang die christlich-antike und die romanische Architektur auch in ihren vom Gewölbebau unabhängigen Gattungen dieser Anschauung gehorchten, braucht hier nicht wiederholt zu werden.

Die normale Bogenform des romanischen Stils ist der Halbkreis.

Er erfährt unter Umständen Modifikationen: entweder Verkürzung oder Ueberhöhung. Die erstere (Segmentbogen) findet wenigstens im Kirchenbau keine Verwendung, ausser als gelegentliches und wenig in die Augen fallendes Expediens mancher Gewölbekonstruktionen. Ueberhöhung entsteht durch Einschiebung eines senkrechten Stückes zwischen den virtuellen Kämpferpunkt und den tiefergelegten architektonisch charakterisierten Kämpfer. Eine mässige Ueberhöhung ist z. B. an den Hauptarkaden des Schiffs sehr gewöhnlich und bezweckt die für den tiefstehenden Besucher entstehende optische Verkürzung auszugleichen. Ein höherer Grad wird als Stellung bezeichnet. Die romanische Baukunst macht davon viel seltener Gebrauch als die byzantinische; hauptsächlich nur an sehr hoch liegenden Bauteilen, wie Zwerggalerien, Turmfenstern u. s. w., oder an den inneren Bögen der Chorumgänge, zur Ausgleichung des Höhenunterschiedes gegenüber den äusseren.

Der Hufeisenbogen ist arabischen Ursprungs und findet sich in ausgeprägterer Gestalt nur in spanischen Kirchen (Taf. 75); seit ca. 1100 auch in Frankreich und Italien, speziell an Portalen; in Deutschland erst im Uebergangsstil.

Andere Formen, wie der Dreieckbogen (franz. arc en mitre) und der Kleeblattbogen kommen nur an konstruktiv indifferenten Teilen, namentlich Blendarkaturen, auch wohl Fenstern und Türmen vor, die letztere Form gleichfalls aus dem Orient importiert.

### Endlich der Spitzbogen.

Die Irrtümer, wenigstens die gröberen, mit denen in betreff seiner die Kunstgeschichte bis vor kurzem belastet war, dürfen jetzt als abgethan gelten. Die Entdeckungen der letzten Jahrzehnte in der Baugeschichte des alten Orients haben gelehrt, dass der Spitzbogen so alt ist, wie die Kenntnis des Wölbens überhaupt. Er bietet sich so

sehr von selbst dar, dass man weit eher zu fragen berechtigt ist: warum hat man hier seiner sich enthalten? als: warum hat man ihn dort gebraucht? Die Frage nach der Erfindung des Spitzbogens hat somit nur Sinn, wenn sie sich auf eine bestimmte Funktion unter bestimmten Verhältnissen richtet, und so genommen kann man sagen, dass sie sich im Laufe der Geschichte zum öftern wiederholt hat. Spitzbogige Gewölbe aus rasanten Steinen, zum Teil schon in sorgfältigster Keilformung hergestellt, haben so die Aegypter wie die Assyrer für gewisse Aufgaben im Gebrauch gehabt, vgl. Perrot et Chipiez, *Histoire de l'art dans l'antiquité* I Fig. 302, II Fig. 72. Reichlichere Verwendung findet der Spitzbogen bei den Persern seit der Zeit der Arsaciden und ohne Zweifel haben ihn die Griechen und Römer ganz gut gekannt, nur dass sie ihn nicht gebrauchen wollten. Als abgeleitete Form lebt er in der arabischen Baukunst fort; er ist dort nur um seiner linearen Erscheinung willen, nur fürs Auge da, nicht Glied eines konstruktiven Systems. Lediglich in diesem Sinne geht er auf die christliche Architektur Siciliens über: er herrscht an Fenstern und Arkaden, an letzteren mit starker Stelzung (Taf. 73, 76); an den Gewölben ohne tiefere Konsequenz. Vereinzelt dringt er auch nach Unteritalien, ja selbst bis nach Toskana (Dome zu Pisa und Ancona) vor. Dass die gebrochenen Gurtbögen in S. Scolastica zu Subiaco dem J. 981 angehören, wäre, wenn beweisbar, geschichtlich gleichgültig.

Unter den Kernlanden der abendländischen Baukunst ist es zuerst und lange Zeit allein Südfrankreich, das dem Spitzbogen in seinem Formenschatz eine Stelle giebt. Die herrschende Meinung sieht auch hier Entlehnung von den Arabern. Wir können jedoch derselben, wenn überhaupt eine, so nur ganz untergeordnete Bedeutung zuschreiben. Der Spitzbogen tritt hier von Anfang an in einer Art auf, für die die Araber kein Vorbild geben: an anderen Bauteilen, in anderer Form, in anderer Funktion. Der südfranzösische Spitzbogen gehört lange Zeit allein dem Gewölbe an. Von den konstruktiven Vortheilen, die er bot, wird weiter unten die Rede sein. Ästhetisches Wohlgefallen an seiner Form war ursprünglich so wenig im Spiel, dass man unter dem zugespitzten Gewölbe rundbogige Gurte anordnete, was nur bedeuten kann, dass man jene Form möglichst wenig bemerklich werden lassen wollte. Ziemlich bald gewöhnte man sich dann allerdings so weit an sie, dass man auch die Gurte gebrochen bildete, während alle übrigen am Gebäude vorkommenden Bögen die Halbkreisform noch lange Zeit bewahrten. Der die Mehrzahl der südfranzösischen Denkmäler treffende Mangel einer sicheren Chronologie gestattet auf die Frage nach dem Zeitpunkte des ersten Auftretens nur eine ungefähre Antwort. Da wir ihn am frühesten und allgemeinsten an den einschiffigen Kirchen mit Tonnengewölben beobachten, wird er bei Ein-

bürgerung dieser Gattung ziemlich bald sich eingestellt haben, also eher etwas jenseits wie diesseits des J. 1000<sup>1)</sup>). Erheblich jünger ist die Uebertragung der Form auf die Arkaden. Uns sind dafür früher als aus den letzten Decennien des 11. Jahrhunderts keine Beispiele bekannt, diese erstrecken sich aber allerdings schon über einen weiten Umkreis bis nach Burgund und an die Loire (die flachgedeckte Kirche Notre-Dame zu Beaugency.)

## 2. Gewölbe technik.

Der romanische Gewölbebau entwickelt sich, ausgehend von der erlöschenden Tradition des römischen Altertums, selbständig weiter. Er schliesst sich ihr unmittelbar an, wo so herrliches Material, so treffliche antike Vorbilder zur Hand waren wie im südlichen Frankreich. Dort finden wir schon im 11. Jahrhundert Keilsteingewölbe in mehr oder minder regelmässigem Fugenschnitt. Gussgewölbe kommen in frühromanischer Zeit in Deutschland zuweilen vor (S. 135) und werden sich auch in Italien und Frankreich finden. Die Ausführung geschah nicht in der Weise, dass einfach ein Grobmörtel (Beton) auf die Schalung gebracht wurde, sondern es wurden die Steine mit der Hand in die aufgebrachte Mörtelmasse eingedrückt, und damit schichtenweise zum Gewölbeschluss vorgegangen, oder die Steine auf die Schalung geschichtet und mit flüssiger Mörtelmasse übergossen, welche in die Fugen eindrang und erhärtend dem Gewölbe die nötige Festigkeit gab. Ihrer überwiegenden Menge nach sind die romanischen Gewölbe aus Bruchstein, oder wenig regelmässigen Hausteinen in reichlicher Mörtelbettung hergestellt.

Byzantinische Einflüsse machen sich im östlichen Italien und in Aquitanien fühlbar, beziehen sich indes mehr auf die Form als auf die Ausführung der Gewölbe.

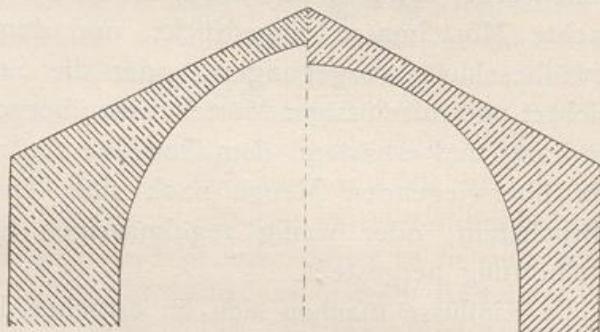
Der von mancher Seite behauptete Einfluss der Quaderbauten Zentralsyriens lässt sich nicht erweisen, ist auch an sich ganz unwahrscheinlich. Die syrischen Bauten sind in römischer Quadertechnik ausgeführt und was an ihnen zu lernen war, konnte ebensogut an den südfranzösischen Römerbauten studiert werden. Die Gewölbesysteme, für welche ihr Einfluss in Anspruch genommen wird, in erster Linie das auvergnatische, waren zur Zeit des ersten Kreuzzuges schon vollkommen ausgebildet, und die Kirchenbauten, an welchen ein derartiger Einfluss am nächstliegendsten wäre, die Bauten der Kreuzfahrer in

<sup>1)</sup> Ein spitzes Kloster gewölbe von a. 1016 in der Kreuzkapelle zu Montmajour.

Jerusalem lassen ihn nicht erkennen. Die Hypothese ist zuerst von de Vogüé, Syrie centrale, aufgestellt worden. Viollet-le-Duc hat sie sich mit wahrer Begeisterung angeeignet und in den späteren Bänden des D. R. vorgetragen, wodurch er mit dem in früheren Bänden Gesagten zuweilen in Widerspruch gerät. Zur Kritik der Hypothese vgl.: A. Saint Paul: Viollet-le-Duc p. 184 ff., Dehio: Romanische Renaissance im Jahrb. d. k. pr. Kunstsammlungen 1886, p. 135 ff.

### 3. Gewölbeformen.

**TONNENGEWÖLBE.** Das einfache halbkreisförmige Tonnengewölbe ist an frühromanischen Bauten nicht selten, gewöhnlich ist es jedoch in gewissen Abständen durch Gurtbögen verstärkt (Taf. 91 Fig. 1), welche dem Gewölbe gewissermassen als ständige Lehrbögen dienen. Im Keilschnitt gearbeitet geben sie kleinen Verschiebungen nach und sichern selbst in diesem Falle noch das Gewölbe vor dem Einsturz. Sehr frühzeitig (vgl. oben) kommt eine mässige Zuspitzung der Bogenlinie zur Anwendung. Ein solches Gewölbe übt bei gleicher Spannweite einen geringeren Seitenschub, als ein aus dem Halbkreisbogen



konstruiertes, da der der Horizontale am nächsten kommende Scheitelabschnitt des letzteren wegfällt. Ausser diesem Hauptvorteil scheint noch ein zweiter in Rücksicht gezogen zu sein. Die spitzbogigen Gewölbe kommen früher und allgemeiner bei einschiffigen als bei mehrschiffigen Anlagen vor und es war dabei Sitte, sie ohne Dachgerüst zu lassen, vielmehr den Gewölberücken so weit mit Bruchsteinen aufzufüllen, dass er zwei geneigte Ebenen bildete, welche die Dachziegel unmittelbar aufnahmen. Die beistehende Figur zeigt nun, dass bei dieser Formation ein rundbogiges Gewölbe zugleich stärkere Belastung des Scheitels und schwächeres Widerlager ergäbe, während ein spitzbogiges nach beiden Richtungen zu günstigeren Verhältnissen führt.

KLOSTERGEWÖLBE UND KUPPEL. Aus der Durchdringung zweier Tonnengewölbe entsteht einerseits das vierseitige Klostergewölbe, anderseits das Kreuzgewölbe, je nachdem die innerhalb der Schnittlinien liegenden Teile der Gewölbeflächen, oder die ausserhalb derselben liegenden die Gewölbeform bestimmen. Ersteres findet auf den vier Umfassungsmauern des zu überwölbenden Raumes oder auf vier Gurtbögen seine kontinuierlichen Widerlager, letzteres ruht auf den vier Eckpunkten der Grundfigur.

Das vierseitige Klostergewölbe ist selten, dagegen findet das achtseitige (Taf. 91 Fig. 2) ausser bei Zentralbauten noch vielfach Anwendung zur Ueberwölbung der Vierung von Gebäuden, welche im übrigen mit Tonnen oder Kreuzgewölben versehen sind. Um in solchen Fällen die Widerlagsflächen zu gewinnen, sind Hilfskonstruktionen erforderlich, welche entweder aus übereinander vorspringenden Bögen bestehen, wie in San Ambrogio in Mailand, oder als sogenannte Trompen gebildet sind. Die Form der letzteren ist verschieden, meistens sind es Kegelsegmente oder Nischen. Oft sind sie in ziemlich unregelmässiger Weise, offenbar in Bruchstein und Mörtel, ausgeführt und verputzt. Im Steinschnitt erfordern sie wegen der stark konvergierenden Fugen eine sehr exakte Bearbeitung, bieten indes keine nennenswerten Schwierigkeiten.

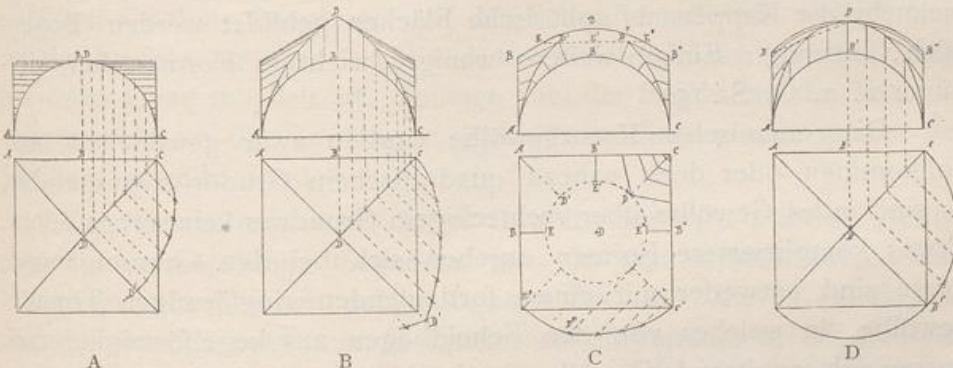
Wir schliessen hier die sphärische Kuppel als spezielle Form des Klostergewölbes an. Sie hat in Anwendung auf die Ueberwölbung der Basilika, wie einschiffiger Kirchen eine allgemeine Verbreitung nicht gefunden, ist jedoch in Unteritalien und namentlich im westlichen Frankreich häufig und wird dort nicht allein über der Vierung, sondern in reihenweiser Anordnung zur Ueberwölbung ganzer Kirchen angewandt. Da hier quadratische Felder zu überwölben waren, musste sie auf Hängezwickeln (Pendentifs) aufsetzen (Taf. 91 Fig. 3). Die Fläche der Hängezwickel ist bei rundbogigen Gurt- und Schildbögen rein sphärisch und zwar sind die Zwickel Ausschnitte einer Kugelfläche, deren Radius gleich der halben Diagonale des Grundquadrates ist. Bei spitzbogigen Gurten ist dies nicht der Fall, denn die Bogenlinien liegen ausserhalb der über dem Grundquadrat beschriebenen Kugelfläche. Hätte man die Zwickel in gleicher Weise wie bei rundbogigen Gurtungen gestaltet, so würde sich für den Kranz kein Kreis, sondern ein Viereck mit kreisbogigen Seiten ergeben haben, da alsdann die Zwickel nicht einer, sondern vier sich durchschneidenden Kugelflächen angehört hätten. Bei korrekter Ausführung ist die

Fläche, aus welcher die Pendentifs ausgeschnitten sind, eine dem Ellipsoid ähnliche Figur, d. h. die Bogenlinien der Gurtungen sind Leitlinien, um welche eine Folge von Kreisen gelegt wird. Ein Rotationsellipsoid, wie wohl behauptet wird, ist die Fläche gleichwohl nicht, denn sonst müssten die Gurtungen Ellipsen sein. Es ist klar, dass die romanischen Baumeister bei Bildung der Hängezwickel nicht von der Figur des Ellipsoïdes oder Paraboloides ausgingen und die Gurtbögen in dieses einschneiden liessen, so dass deren Gestalt durch die der Oberfläche zweiter Ordnung, von deren geometrischen Eigenschaften sie keinen Begriff haben konnten, bestimmt wurde, sondern dass sie ihre Gurtbögen ausführten und danach die Gestalt der Hängezwickel in der Weise ermittelten, dass ein kreisförmiger Kranz gewonnen wurde<sup>1)</sup>. Auf die Anwendung des Spitzbogens aber wurde man vermutlich dadurch geführt, dass bei dieser Form der Gurtungen die oberen Teile der Hängezwickel eine geringere Neigung erhielten als bei rundbogigen Gurten. Nicht selten sind die Hängezwickel sehr unregelmässig gestaltet und treten nicht weit genug vor, um eine kreisförmige Widerlagslinie zu ergeben, so dass die Kuppeln fast die Form von vierseitigen Kloster gewölben mit abgerundeten Ecken haben. Es röhrt dies daher, dass die Hängezwickel der älteren Kuppeln nicht in einem ihrer Form entsprechenden Steinschnitt mit konischen, sondern mit horizontalen Lagerfugen ausgeführt (ausgekragt) sind. Man möchte Bedenken tragen, die Auskragung bis zum kreisförmigen Kranze herauszuführen und begnügte sich mit einer Abrundung der Ecken. Spätere Beispiele haben den für Kugelgewölbe normalen Steinschnitt. Zuweilen werden die Hängezwickel nicht als Kugelgewölbe, sondern als Kreuzgewölbe gestaltet, welche aus der Durchdringung zweier Kegel gebildet sind. Wir werden bei Besprechung der Kreuzgewölbe auf diese Form zurückkommen. Desgleichen auf die kuppelförmigen Rippengewölbe, welche eine Mittelstellung zwischen Kuppel und Kreuzgewölbe einnehmen. Die Ausführung der Kuppel in regelmässig bearbeiteten Haustenen geschieht aus freier Hand, da jede Schichte, wenn sie geschlossen ist, sich selbst trägt. Die romanischen Kuppeln sind indes ihrer Mehrzahl nach nicht aus Haustenen hergestellt, sondern

<sup>1)</sup> Das erstere Verfahren wurde bei der Restauration (Neubau) von S. Front zu Périgueux befolgt und führte dazu, dass die ursprünglich spitzbogigen Gurtbögen besetzt und durch eine annähernd parabolische Kurve ersetzt wurden. Der Spitzbogen von S. Front war nach Verneilh, Arch. byz. en France, ein sehr stumpfer und näherte sich allerdings der Parabel, war aber, darin stimmen alle älteren Beobachter überein, ein wirklicher Spitzbogen.

ihre Ausführung geschah in Bruchstein auf Schalung, ein Verfahren, welches oft sehr unregelmässige Formen ergab.

**KREUZGEWÖLBE.** Die zweite Gewölbeform, welche aus der Durchdringung zweier Halbcylinder entsteht, ist das Kreuzgewölbe. Seine Scheitellinien laufen horizontal, seine Grate bilden Ellipsen, deren kleiner Durchmesser gleich der Seite, deren grosser gleich der Diagonale des Grundquadrates ist. Die untenstehende Figur A zeigt ein solches Gewölbe in Grund und Aufriss, Taf. 91 Fig. 4 in isometrischer Projektion. Es ist die Form des römischen Kreuzgewölbes, gewissermassen ein fortlaufendes Tonnengewölbe mit Stichkappen. Es kommt



in früher Zeit an Krypten häufig vor. Auch im Hochbau der Kirchen hat es Anwendung gefunden und ist in Niedersachsen (Dom von Braunschweig u. A.) nicht selten.

Verbreiteter ist jedoch eine andere Form, welche jedes Gewölbefeld durch einen Gurtbogen vom folgenden trennt (Taf. 91 Fig. 5). Bei diesen Gewölben wird die horizontale Richtung der Scheitel-linien sehr bald verlassen, weniger wegen der schwierigen Ermittlung der elliptischen Gratlinien — diese ist gar nicht direkt nötig, weil eine Tonne eingeschalt und die andere daran angeschiftet werden kann —, sondern weil die oberen Teile des Gewölbes infolge des grossen Krümmungsradius fast horizontal werden und nur mässigen Widerstand gegen Durchbiegen bieten. Um dem abzuholzen, giebt es verschiedene Wege. Entweder lässt man die cylindrischen Kappen gegen die Mitte ansteigen (gerader Stich), Fig. B, wobei die Gratlinien elliptische im Scheitel gebrochene Kurven werden, oder man bildet den oberen Teil des Gewölbes als Teil eines Kugelgewölbes (Fig. C). Die Form entsteht, wenn die Kappen nicht cylindrisch sondern konisch gestaltet sind, nach der Mitte ansteigen und in der Kreislinie E E' E''

die Kugelfläche tangieren. Die Gratlinien verschwinden bei D' und D'' in der Kugelfläche. Würden die Mantellinien des Kegels über die Linie E E' E'' hinaus fortgesetzt, so würden von E an vertiefte Grate entstehen. Es ist dies die Form, unter welcher das Kreuzgewölbe auch als Hängezwickel anwendbar ist. Ein dritter Weg ist der, dass man die Gratlinien halbkreisförmig bildet (Fig. D). In diesem Falle wird deren Radius gleich der halben Diagonale der Grundfigur und der Scheitel des Gewölbes steigt damit gleichfalls nach der Mitte. Aber es ist nicht mehr möglich, die Scheitellinien der Kappen gerade zu führen, denn sie würden (siehe die punktierte Linie) in der Nähe des Scheitels tiefer zu liegen kommen als die Gratbögen, es müssen vielmehr die Kappen als sphärische Flächen gebildet werden (Bogenstich, Busung). Einige weitere weniger wichtige Formen bei Möllinger a. a. O. S. 15.

Die romanischen Kreuzgewölbe wurden zwar gewöhnlich über vollkommen oder doch nahezu quadratischem Grundriss ausgeführt, es sind indes Gewölbe über rechteckigem Grundriss keineswegs selten. Etwas kompliziertere Formen ergeben sich bei den Chorumgängen. Diese sind entweder mit einem fortlaufenden ringförmigen Tonnen gewölbe, in welches von den Scheidbögen aus kegelförmige, nach aussen sich erweiternde Gewölbe einschneiden, oder mit einzelnen trapezförmigen, durch Gurtbögen getrennten Kreuzgewölben überdeckt. Die Grundform bringt es mit sich, dass der äussere Schildbogen, sofern beide als Halbkreise gebildet sind, weit höher wird, als der innere, dass somit der Scheitel nach aussen steigt. Um diesen Uebelstand zu vermeiden, wurde der äussere Bogen gedrückt, der innere überhöht. Näheres bei Viollet-le-Duc, D. R. IX, 490 ff.

Die frühromanischen Kreuzgewölbe schliessen sich seitlich unmittelbar an die Schildmauer an, später werden, den Gurtbögen entsprechend, besondere Schildbögen angebracht und so die Träger der Wölbung ganz von dem Füllmauerwerk getrennt. Endlich werden auch unter den Graten vortretende Bögen angebracht (Rippen, Gratgurte) (Taf. 91 Fig. 6). Die Veranlassung zur Anbringung der Rippen mochte der Umstand geben, dass der Verband der Gratbögen, in welchen je zwei Kappen zusammentreffen, nicht ganz einfach herzustellen ist und dass sie bei nicht sehr genauer Ausführung geringen Halt bieten. Die Rippen stehen anfangs mit dem Gewölbe nicht in Verband, bald aber greifen sie in das Innere der Gewölbe ein, trennen und tragen die einzelnen Kappen und führen zu einer vollständigen Umwälzung im Gewölbebau.

Die einfachen Kreuzgewölbe mit horizontalem Scheitel wurden stets auf Schalung ausgeführt, wobei die Richtung der Fugen den Axen der Kappen parallel angenommen wurde, wie bei den Tonnen gewölben. Hierbei wurde es mit dem Verbande der Gratbögen keineswegs immer genau genommen, ja zuweilen stossen die Kappen in den Gratlinien einfach in einer Fuge zusammen. Die ersten Schichten wurden in horizontaler Lagerung und Ueberkragung ausgeführt und erst nach einigen Schichten die Wölbung begonnen. Auch bei den durch Gurten getrennten Kreuzgewölben, sowohl ohne als mit Busung, hielt man in Frankreich an der den Axen parallelen Fugenrichtung fest, während man in Deutschland und England die Schichten senkrecht zur Gratlinie anordnete, auf den Schwabenschwanz wölbte, wo bei die Ausführung über den Wand- und Gratlehrbögen ohne Schalung aus freier Hand möglich ist. Solange aber der Bruchstein das Material war, in welchem die Gewölbe ausgeführt wurden, musste immer auf Schalung gewölbt werden.

DAS RIPPENGEWÖLBE. Diese Gewölbeform tritt ziemlich gleichzeitig in verschiedenen Gegenden auf. In den Mittelschiffen oberitalienischer Kirchen seit dem Ausgange des saec. XI. In Frankreich sind die ältesten bekannten Beispiele: der Mittelraum in der Zentralkirche S. Croix zu Quimperley, die Vorhalle der Abteikirche zu Moissac, die Vorhalle von S. Victor in Marseille; sichere Daten für sie fehlen, nach allgemeinen Kennzeichen ist die Zeit etwas vor oder nach 1100 anzunehmen (vgl. Quicherat l. c. 501 f.); dann die inschriftlich a. 1116 begonnene Krypta der Abteikirche Saint-Gilles, schon viel sicherer in der Ausführung wie jene. Ausser diesen sporadischen und konsequenzlosen Beispielen und ausser Zusammenhang mit ihnen findet sich eine geschlossene Gruppe in der Ile-de-France. Die betreffenden Kirchen sind etwa 1120—1140 entstanden; die an ihnen zu gewahrende Einheit der Methode und Geschicklichkeit der Ausführung setzt indes Vorstufen voraus, die über 1120 noch etwas zurückgehen mögen. Erst in dieser Schule wurden die wesentlichen Vorteile des Rippen gewölbes erkannt und bis in ihre letzten Konsequenzen verfolgt. Taf. 91 Fig. 6 zeigt ein derartiges Gewölbe. Mehr noch als beim reinen Kreuzgewölbe ist hier die Halbkreisform der Gratbögen erwünscht, um die Keilsteine derselben alle nach einem Mittelpunkt bearbeiten zu können und um einfach zu konstruierende Lehrbögen zu erhalten. Damit ist natürlich wieder eine Erhöhung nach der Mitte des Gewölbes verbunden und die Kappen können nicht als Cylinder- oder Kegelausschnitte konstruiert

werden, sondern erhalten, wie bei den einfachen Kreuzgewölben, eine sphärische Krümmung (Busen). Zuweilen begann man die Kappen cylindrisch, liess jedoch die Mantellinie nicht nach dem Schlussstein laufen sondern steiler ansteigen und bog sie dann ab. Die Form ist namentlich am Niederrhein und in Niedersachsen verbreitet.

Auch das Rippengewölbe wurde anfangs über quadratischem Grundriss ausgeführt und es wurde diese Form in Italien und Deutschland lange beibehalten. In Frankreich ist das sechsteilige Kreuzgewölbe verbreiteter. Es tritt zuerst in der Normandie auf und wir finden hier zuweilen eine eigentümliche Zwischenform zwischen dem vierteiligen und dem sechsteiligen Gewölbe. Das Gewölbe umfasst zwei Wandfelder und es geht von dem mittleren Pfeiler eine Rippe nach dem Gewölbесcheitel, sie trägt indes keine Kappen, sondern ist senkrecht übermauert und es wird dadurch die seitliche Kappe in zwei Teile geteilt (Taf. 151 Fig. 3). Diese Form kommt fast ausschliesslich bei Gewölben mit horizontalen Scheitellinien und elliptischen Rippen vor und dürfte den Zweck gehabt haben, die elliptischen Gratbögen im Scheitel zu stützen; sie konnte weder in konstruktiver, noch in ästhetischer Hinsicht befriedigen. Man machte deshalb statt einer seitlichen Kappe deren zwei, welche nach dem Scheitel des Gewölbes konvergieren (Taf. 91 Fig. 7). Da das ganze Gewölbe einen annähernd quadratischen Grundriss hat, so werden die Schildbögen nur etwa halb so weit als die Gurtbögen und, soferne sie im Rundbogen ausgeführt werden, viel niedriger als diese und die Gratbögen; die Kappen steigen nach dem Scheitel sehr steil an und üben einen nicht unerheblichen Druck auf die Seitenmauer aus. Der gleiche Uebelstand ergiebt sich, wenn vierteilige Kreuzgewölbe mit rundbogigen Schildbögen über oblongen Rechtecken ausgeführt werden. Diesem Uebelstande kann zwar durch parabolische Schildbögen, oder dadurch, dass man dieselben stelzt, d. h. senkrecht beginnen lässt und erst in einer gewissen Höhe in die Rundung überführt, vermieden werden, allein beide Formen haben ihre ästhetischen Nachteile und sind nicht überall anzuwenden. Vollständige Abhilfe bietet erst die Einführung des Spitzbogens, welcher gestattet, verschieden weite Oeffnungen mit gleich hohen Bögen zu überspannen.

Ein wesentliches Element des Rippengewölbes ist der Schlussstein. Die Rippen der römischen Gussgewölbe (Taf. 39 Fig. 2) sind in der Weise konstruiert, dass die eine als vollständiger Bogen durchgeführt ist, an welchen die andere stumpf angestossen wird. Ganz

ähnlich verfuhr man in der romanischen Epoche bei Einführung der tragenden Diagonalrippen. Beispiele bieten die Vorhalle von Moissac und einige spanische Kirchen. Dieses Verfahren ging an bei quadratischen oder bei wenig von der quadratischen Grundform abweichen den Gewölben; bei rechteckigem Grundriss wurde es um so bedenklicher, je gestreckter die Grundform war, denn es war ein Gleiten der Bogenstücke an dem vollen Bogen nicht ausgeschlossen. Um dem zu begegnen, wurde ein beiden Diagonalbögen angehöriger Stein in ihre Durchdringung eingefügt, der Schlussstein. Der Schlussstein gestattet nicht allein, die Diagonalen von Rechtecken beliebiger Grundform zusammenzuführen, sondern er ermöglicht auch die Zusammenführung einer grösseren Anzahl von Rippen in einem beliebigen Punkte des Gewölbes. Es konnten also Räume von beliebiger Grundform mittels des Rippengewölbes überwölbt werden, was namentlich für die Wölbung der Chorschlüsse, der Chorumgänge und Kapellen von Wert war, und es war damit eine Freiheit gewonnen, wie sie keine andere Wölbungsart gestattet. Diese Freiheit der Gewölbebildung eröffnet um die Mitte des 12. Jahrhunderts der Baukunst neue und folgenreiche Bahnen; sie wird die Grundlage einer neuen Stilrichtung, der gotischen.

Noch ist eine Form des Rippengewölbes zu erwähnen, welche im westlichen Frankreich und in ähnlicher Weise in Westfalen vorkommt, das kuppelförmige Rippengewölbe (*voute domeiale*). Sie unterscheidet sich in dem Gerüste ihrer Gurte und Rippen nicht von der in Figur D. S. 305 dargestellten Form des Kreuzgewölbes, bei welcher die Diagonalbögen Halbkreise sind, die Kappen aber bilden nicht gesonderte Flächen, sondern gehören alle einer Kugelfläche an. Das Gewölbe ist also einerseits ein durch Rippen gegliedertes Kugelgewölbe, anderseits ein Kreuz-Rippengewölbe, dessen Kappen die Form eines Kugelgewölbes haben. Dies die geometrische Grundform, oft aber werden die Diagonalbögen als Ellipsen oder Spitzbögen noch höher geführt, so dass das Gewölbe eine ellipsoidische Form enthält. Nicht selten werden auch im Scheitel der Kappen Rippen angebracht, der Schlussstein mit einem Ring umgeben u. dgl.

Den Grundzug des Rippengewölbes, d. i. Verstärkung der Gratbögen, hatten schon die Römer gekannt und bei ihren Gussgewölben angewandt, wenn auch die Verstärkung hier mehr während der Ausführung als für das fertige Gewölbe von Belang war. In der romanischen Kunst bleibt die Rippe lange Zeit eine äusserliche Stütze, welche auf die Struktur der Gewölbe keinen Einfluss hat. Erst im

Ausgang der Epoche wurden die Rippen und Gurten das selbständige tragende Gerüste, welches für sich bestehend die Kappen aufnahm. Letztere konnten nunmehr in geringerer Stärke ausgeführt werden, als dies bei den Gewölben ohne Rippen der Fall war. Allein der Uebergang vollzog sich sehr allmählich. Solange die Kappen in Bruchsteinmauerwerk ausgeführt wurden, was in einigen Gegenden bis ins saec. XIII geschah, konnte eine ausgiebige Erleichterung nicht stattfinden. Erst die Einführung genau bearbeiteter Steine und damit eines regelmässigen Verbandes, bei welchem nicht mehr die Kohäsion des Mörtels sondern die Form der Steine das wesentliche Moment für die Stabilität des Gewölbes ist, ermöglichte die volle Ausnützung aller Vorteile des Rippensystems. Die beiden Arten der Ausführung mit einer der Axe der Kappen parallelen oder mit einer auf die Rippen senkrechten Richtung der Fugen kommen hier gleichwie beim Kreuzgewölbe ohne Rippen zur Anwendung. In Frankreich ist erstere herrschend nicht nur für die Kreuzrippengewölbe sondern auch für kuppelartige Gewölbe (Schiff von Angers, Kathedrale von Poitiers), während in Deutschland und England die Wölbung auf den Schwalbenschwanz die übliche ist. Viollet-le-Duc schreibt der ersteren Wölbungsart wesentliche Vorzüge zu. Wir sind hinsichtlich des konstruktiven Wertes derselben nicht dieser Ansicht, glauben vielmehr, dass die Wölbung auf den Schwalbenschwanz nicht nur einfacher (ohne Schalung) auszuführen, sondern auch leichter den verschiedensten Formen der Kappen anzupassen ist. Aber gerade diese Leichtigkeit, sich allen Formen anzupassen, führt bald auf Abwege und während sich die gotischen Konstrukteure in England und Deutschland frühe in den Spielereien der Stern-, Netz- und Fächer gewölbe gefielen, hielt man in Frankreich bis zum Ausgang der strengeren Gotik an der monumentalen Form des vierteiligen Gewölbes fest.

#### 4. Gewölbesysteme.

Die nachfolgende Klassifikation gründet sich auf die Wechselwirkung der zwei ausschlaggebenden Momente: der allgemeinen Raumdisposition in Grundriss und Aufbau, und der speziellen Form der Gewölbdecke. (Wo bei den angezogenen Figuren nicht anders vermerkt, ist immer Taf. 92 gemeint.)

**EINSCHIFFIGE KIRCHEN.** Die einfachste Form der Ueberwölbung eines länglich rechteckigen Raumes ist das Tonnengewölbe. Es

ist hinsichtlich der Gliederung der Widerlagsmauern indifferent, wenigstens insofern, als es durch seine Form eine solche nicht bestimmt. Wohl aber lässt sich eine Gliederung der Langmauern aus statischen Bedingungen ableiten. Es ist nämlich nicht nötig, dass die Widerlagsmauern ihrer ganzen Länge nach die für die Stabilität der Gewölbe nötige Stärke besitzen, sondern es kann auch eine schwächere Mauer ein ausreichend sicheres Widerlager bieten, wenn sie nur in gewissen Abständen Verstärkungen hat, welche ausreichenden Vorsprung haben, um nicht nur dem Seitenschube der unmittelbar hinter ihnen liegenden Gewölbeteile zu begegnen, sondern auch die zwischenliegenden Mauerstücke vor dem Ausweichen zu schützen. Die Strebe pfeiler treten gewöhnlich nicht nur nach aussen, sondern auch nach innen vor und sind auf dieser Seite mit einer Halbsäulenvorlage versehen, welche Verstärkung sich, wie oben erwähnt, als Gurtbogen in das Gewölbe fortsetzt (Taf. 91 Fig. 1). Auch die zwischenliegenden Mauerteile können noch durch Blendarkaden erleichtert werden. Ist der Raum mit einer Folge von Kuppeln und Kreuzgewölbe bedeckt, so bringen diese schon durch ihre Grundform die Elemente der Wand- und Raumgliederung mit sich. Dieselbe wird dadurch eine mehr gebundene — es entstehen quadratische oder rechteckige Felder —, ohne sich in ihrer formalen Behandlung wesentlich von der bei Tonnen gewölbten üblichen zu unterscheiden. Ein wesentlicher Unterschied liegt aber darin, dass der Kämpfer nicht eine fortlaufende wagrechte Linie bildet, sondern dass die Widerlager durch einzelne Pfeiler gebildet werden. Beide Gewölbeformen werden von vier Bögen, zwei Gurt- und zwei Schildbögen umrahmt, erstere quer über das Schiff, letztere in der Längenrichtung von Pfeiler zu Pfeiler gespannt. Die Pfeiler treten zunächst nach innen vor zur Aufnahme der Gurt- und Schildbögen. Ist der innere durch formale Rücksichten bedingte Vorsprung nicht ausreichend zur Aufhebung des Seitenschubes, so springen die Pfeiler auch nach aussen als Strebe pfeiler vor. Dieses Pfeiler- und Bogensystem bildet die statische Grundlage der Gewölbe. Als Abschluss gegen aussen, und ohne konstruktive Funktion sind die Zwischenräume der Pfeiler und die Schildbögen mit Mauern geschlossen. Die Fenster können in der Schildmauer weit über die Gewölbekämpfer hinaufgeführt werden, womit wesentliche Vorteile für die Lichtführung ermöglicht sind. Voll und ganz können dieselben aber nur beim Kreuzgewölbe erreicht werden, die Kuppel, welche sich über einer zweiten horizontalen Kämpferlinie, dem durch die Hänge-

zwickel vermittelten Kranze, erhebt, kann von den Schildmauern aus nur unzureichend erhellt werden. — Es versteht sich, dass bei diesen Systemen die Raumgliederung eine weit entschiedenere ist, als beim Tonnengewölbe. Insonderheit gilt dies von der Kuppel, worauf unten zurückzukommen ist.

Bei Anlagen mit Tonnengewölben über kreuzförmigem Grundriss tritt an der Vierung eine Aenderung des Systemes ein; entweder wird sie durch ein Kreuzgewölbe bedeckt (Taf. 96 Fig. 1), oder durch ein Kloster gewölbe (Kuppel). Kuppel- und Kreuzgewölbe erfordern über der Vierung keinen Wechsel des Systems, doch ist auch bei letzteren, namentlich in solchen Fällen, in welchen die Vierung zum Zwecke selbständiger Beleuchtung höher geführt ist, das Kloster gewölbe — gewöhnlich als Vierungskuppel bezeichnet — sehr verbreitet.

Die Figuren 1—3 der Taf. 92 veranschaulichen an den Beispielen der Kirche von Montmajour, der Kathedrale von Angoulême und der von Angers die Querschnittsverhältnisse einschiffiger Kirchen. Hierbei ist, wie auch bei den folgenden Beispielen, der Schnitt links durch die Strebepfeiler, rechts durch die Bogenscheitel genommen. Bei allen drei Beispielen ist die Tiefe der Strebepfeiler ungefähr gleich der halben Spannweite.

Im Anschluss an die einschiffigen Systeme ist eine Gewölbe kombination zu erwähnen, welche gewissermassen eine Mittelform zwischen einschiffigen und mehrschiffigen Anlagen bildet; tonnen gewölbte Kirchen, welche dadurch eine Erweiterung erfahren, dass die Umfassungsmauer an das äussere Ende der sehr tiefen Strebepfeiler gerückt wird (Fig. 4). Es entstehen auf diese Weise seitliche Kapellen, welche mit quer gelegten Tonnen überwölbt dem Mittelschiff gewölbe ein sehr sicheres Widerlager bieten. Zuweilen werden die Strebewände durchbrochen, wodurch sich dieser Typus den dreischiffigen Anlagen noch mehr nähert. Die Form ist im südlichen Frankreich heimisch und geht auf römische Tradition zurück (vgl. Taf. 39, Fig. 10). Durch die Cisterzienser kommt sie nach Deutschland und der Schweiz, ohne in diesen Ländern Verbreitung zu finden. In Westfalen kommt das System in Verbindung mit dem Kreuzgewölbe oder der Kuppel im Mittelschiffe vor (Fig. 21).

**MEHRSCHEIFFIGE KIRCHEN.** Während bei einschiffigen Anlagen das Gleichgewicht durch ruhende Massen (Mauern oder Strebepfeiler) hergestellt wird, welche dem Seitenschub der Gewölbe entgegenwirken, handelt es sich bei mehrschiffigen Räumen darum, Gewölbe von

verschiedener Form und Spannweite durch ihren gegenseitigen Druck zu einem stabilen Ganzen zu vereinigen. Die einfachste und sicherste Lösung ist die, dass man den drei resp. fünf parallelen Schiffen gleiche oder doch annähernd gleiche Kämpferhöhe giebt. Bei ungleicher Kämpferhöhe (Basilika) tragen die Seitenschiffsgewölbe wohl dazu bei, die Hochschiffsmauern gegen das Umfallen zu schützen, denn der Seitenschub der Gewölbe wirkt um so kräftiger, je länger der Hebelarm ist, unter welchem er auf eine Mauer wirkt, d. h. je höher diese freisteht, aber sie sind für sich allein keine ausreichende Sicherung, es müssen vielmehr die Hochschiffsmauern und mit ihnen die Pfeiler, auf welchen sie ruhen, entsprechend verstärkt werden, oder es sind irgend welche Verstrebungen der Obermauern anzubringen.

Die erstere Gattung bezeichnen wir mit dem Namen Hallenkirche. Das wesentliche Moment ist die direkte Widerlagerung des Mittelschiffsgewölbes durch die Seitenschiffsgewölbe. Die Kämpfer brauchen dabei nicht notwendig in gleicher Höhe zu liegen; aber ihre Differenz darf, wenn der obengenannte Zweck nicht verfehlt werden soll, niemals so gross werden, dass zur Anbringung selbständiger Lichter für das Mittelschiff Raum gefunden werden könnte. Die das Princip am reinsten zu erkennen gebende, auch geschichtlich genommen die Urform, ist die Anlage mit drei parallelen Tonnengewölben. In dieser Fassung haben schon die Römer das System mehrfach verwendet (Beispiel: das unter dem Namen *bains de Diane* bekannte Nymphäum zu Nîmes, Taf. 91, Fig. 8), und so ging es auf den romanischen Kirchenbau im Süden und Westen von Frankreich über (Fig. 5). Daneben erfährt es verschiedentliche Abänderungen. Wichtiger als die Differenzierungen des Mittelschiffsgewölbes — ob rund- oder spitzbogig, ob ohne oder mit Gurten — sind diejenigen der Seitenschiffsgewölbe. Es kommen bei letzteren folgende Fälle vor: 1) Quergestellte Tonnen. 2) Longitudinale Tonnen, die bis zur Kämpferlinie der Scheidbögen herabrücken und gegen diese mit Stichkappen sich öffnen. 3) Vollständige Querdurchdringung, d. h. Umwandlung in eine Folge von Kreuzgewölben; dies der bei weitem häufigste Fall, der zur Folge hat, dass die Kämpferlinie des Mittelschiffs über die Scheitellinie der Seitenschiffe hinaufrückt (Fig. 6, 7). 4) Im Gegensatze zu allen diesen Formen, welche dem Seitenschube des Mittelschiffsgewölbes durch ruhende Massen begegnen, oder bei welchen doch nur ein Teil der im Gewölbe auftretenden Kräfte zur Aufhebung, beziehungsweise zur Ueberleitung derselben in die Richtung der Pfeiler des Mittel-

schiffes verwendet wird, haben wir es hier mit einer Konstruktion zu thun, welche, nur durch das Anlehnern an das Mittelschiff im Gleichgewicht erhalten, den Seitenschub des Mittelschiffgewölbes auf seitlich gelegene Stützen, die Umfassungsmauern der Seitenschiffe überträgt. Eine Unterbrechung erleidet das System der Kräfteverteilung an den Gurtbögen, welche gewöhnlich nicht dem Profile der Halbtonnen folgen, sondern in vollem Halbkreise ausgeführt sind. Es hat diese Gewölbekombination äusserlich eine gewisse Aehnlichkeit mit den Nischen, welche bei antiken und altchristlichen Centralbauten (*Minerva medica*, S. *Vitale*) an den Hauptbau angelehnt sind. Diese Aehnlichkeit ist jedoch nur eine scheinbare, denn jene Halbkuppeln stehen für sich im Gleichgewicht, was bei den Halbtonnen nicht der Fall ist. Aus diesem Grunde ist auch die mit Bestimmtheit überhaupt nicht zu lösende Frage, ob der Konstruktionsgedanke der Halbtonnen von jenen Centralbauten inspiriert sei, eher in verneinendem Sinne zu beantworten. 5) Kreuzgewölbe in allen Schiffen, auch dem Mittelschiff (Fig. 9).

In betreff der Verbreitung der Hallenkirche im romanischen Stil gibt sich die deutsche Kunsthistorie noch ganz unzulänglichen oder geradezu falschen Anschauungen hin. So heisst es — und wird damit die herrschende Ansicht richtig wiedergegeben — in Ottos Handbuch der kirchlichen Kunstarchäologie noch in der letzten Auflage (1883), I, 68: »Die Hallenkirchen gehören Deutschland fast ausschliesslich an und in Westfalen scheinen (doch kaum vor dem 13. Jahrhundert) die ersten noch romanischen Versuche damit gemacht worden zu sein«. Hier ist zunächst übersehen, dass romanische Hallenkirchen, unabhängig von den westfälischen, auch in Bayern vorkommen. Unvergleichlich bedeutender aber als in den immer nur vereinzelten deutsch-romanischen Repräsentanten zeigt sich die Hallenform in Frankreich, wo sie schon vor dem Jahre 1000 auftritt und wo sie das verbreitetste aller Gewölbesysteme wurde, so dass noch heute ein paar hundert Kirchen dieser Art existieren mögen. Mit Rücksicht auf sie haben wir die übliche Definition der Hallenkirche in der Weise wie oben erweitert (vgl. S. 87). Die Mehrzahl der französischen Hallenkirchen gehört dem Systeme mit tonnengewölbtem Mittelschiff an, erst zum Schluss stellen sich die kreuzgewölbten ein (Fig. 9). In Deutschland dagegen bilden die Kreuzgewölbe die Regel (Fig. 10, 11).

Das Hallensystem gestattet keine selbständige Beleuchtung des Mittelschiffes. Zwar wäre in vielen Fällen eine solche dadurch zu

erreichen gewesen, dass man das Tonnengewölbe des Mittelschiffes mit Stichkappen versehen und in den Schildmauern Fenster angebracht hätte. Zu dieser nachmals der Renaissancearchitektur so geläufigen Auskunft verstand man sich aber nur ungern und selten. Die Regel ist, dass die selbständige Mittelschiffsbeleuchtung in der Anpassung an den unverkürzten Querschnitt der Basilika gesucht wird. Wollte man hiebei sicher konstruieren, so ergaben sich unverhältnismässig starke Pfeiler bei sehr engen Schiffen. Das System kommt in dieser Weise nur in wenigen Beispielen in der Provence vor. Die jüngere, burgundische Bauschule befolgt es zwar ebenfalls, doch nicht ohne eingreifende Modifikationen (Fig. 13). Die Pfeiler sind verhältnismässig schwächer, die Seitenschiffe statt mit Halbtonnen mit Kreuzgewölben überdeckt. Da ausserdem die Seitenschiffe statt der flachen Steindächer Dächer mit hölzernem Dachstuhl, also mit steilerer Neigung erhielten, ergab sich ein grösserer Zwischenraum zwischen den Schildbögen und dem Lichtgaden. Infolgedessen standen die Mittelschiffsmauern auf eine beträchtliche Höhe ganz frei und waren auf ihre ganze Länge dem Seitenschube des weitgespannten Gewölbes ausgesetzt. Um letzterem zu begegnen, wurden zwar über den Arkadenpfeilern Strebepfeiler angebracht, allein diese fanden nur teilweise auf dem Pfeiler eine Unterstützung, ruhten mehr auf dem Gurtbogen der Seitenschiffe und verfehlten ihren Zweck, da sie jeder Formveränderung der auf diese Weise sehr ungleich belasteten Gurtbogen nachgaben. Die meisten dieser Gewölbe mussten denn auch nachträglich durch Strebebögen gesichert werden.

Konstruktiv vollkommener ist das nach seinem Heimatgebiet so genannte auvergnatische Gewölbesystem (Fig. 12). Es darf jedoch, richtig verstanden, mit dem burgundischen in keine Parallele gestellt werden. Es ist nicht, wie die Ansicht des Mittelschiffs allerdings den Schein erweckt, ein basilikales, sondern lediglich eine Hallenkirche mit zweigeschossigen Abseiten. Weder ist die Hochmauer des Mittelschiffs freistehend, noch dessen Beleuchtung selbständig. Um dem Seitenschube des Mittelschiffsgewölbes zu begegnen, sind über den mit Kreuzgewölben überdeckten Seitenschiffen Emporen angebracht, deren halbe Tonnengewölbe, wie bei den analog konstruierten Hallenkirchen, denselben auf die Umfassungsmauern überleiten. Auch die hinter den Pfeilern stehenden, von rundbogigen Oeffnungen durchbrochenen Strebemauern finden sich in gleicher Weise bei den Hallenkirchen. Zuweilen folgt indes die Durchbrechung der

Strebemauer dem Profil der Halbtonne. Halbtonnen sind auch zur Verstrebung der sehr hoch liegenden Vierungskuppel nach Seite der Kreuzarme angeordnet; die Vermutung, dass das ganze System von hier seinen Ausgang genommen habe, entbehrt aber jeder Begründung.

Das Kreuzgewölbe und das Rippengewölbe kommt, auf die Basilika angewandt, in zwei verschiedenen Systemen vor. Das erste und verbreitetste ist das sogenannte gebundene System (Taf. 91, Fig. 9), bei welchem sowohl die Gewölbe des Mittelschiffes, wie die der Seitenschiffe über annähernd quadratischem Grundriss errichtet sind. Hieraus ergeben sich bestimmte Längen- und Breitenverhältnisse der Joche. Es wird nämlich das Mittelschiff doppelt so breit gemacht als die Seitenschiffe und jedem Gewölbejoch in ersterem entsprechen je zwei in jedem Seitenschiffe. Beim zweiten System ist die Zahl der Joche im Mittelschiffe die gleiche wie in den Seitenschiffen, was bei der grösseren Breite des Mittelschiffes eine querrechteckige Grundform seiner Gewölbejoche, oder eine nach der Längenrichtung der Kirche gestreckte der Seitenschiffsgewölbe bedingt. (Beispiele: einerseits die Abteikirchen zu Laach, Vezelay, Altenstadt, andererseits der Dom zu Münster, die Kirche zu Maderno am Gardasee u. a.) Eine sehr grosse Verbreitung hat dieses System indes nicht gefunden, vielmehr ist das gebundene überall, wo Kreuzgewölbe zur Anwendung kamen, das normale. Seine ästhetischen Konsequenzen sind S. 198 dargelegt. Es bedingt, wenn auch nicht unumgänglich, einen Wechsel von stärkeren und schwächeren Pfeilern, erstere als Stützen der Hauptschiffsgewölbe zu diesen aufsteigend, letztere für die zwischen jene fallenden Gurte der Seitenschiffsgewölbe.

Das gebundene System herrscht in Oberitalien, in der Schweiz, im Elsass, am Rhein, in Niedersachsen und (soweit die wenigen vorhandenen Reste einen Schluss gestatten) in den vorgotischen Gewölbebauten der französischen Domaine royale.

Verwandt dem gebundenen und von ihm ausgehend ist das System der sechsteiligen Gewölbe. Es unterscheidet sich nur dadurch von ersterem, dass auch der Zwischenpfeiler zum Hauptschiffsgewölbe aufsteigt, um die Zwischenrippe aufzunehmen. Als die Heimat dieses Systemes ist die Normandie zu betrachten, es ist das normale Gewölbesystem der Frühgotik, vereinzelt scheint es in Italien beabsichtigt gewesen zu sein, ohne zur Ausführung zu gelangen, am Rhein kommt es erst im saec. XIII unter dem Einflusse französisch-gotischer Ideen vor.

Bei den Kreuzgewölbesystemen ist die Last der Gewölbe auf einzelne Punkte konzentriert, es genügt also, wenn diese als Stützen ausreichend stark, dass die Widerlager unverschieblich gemacht werden. Für die Hochschiffsgewölbe ist der Strebebogen die Konstruktionsform, welche diesen Zweck mit dem geringsten Aufwande von materiellen Mitteln erreicht. Dieses einfachste und wirksamste Hilfsmittel wurde in seinem vollen Werte von der romanischen Baukunst nicht erkannt, und wenn es erkannt worden wäre, muss dahingestellt bleiben, ob sie von ihm einen ausgedehnten Gebrauch gemacht hätte. Der äusserlich zu Tage tretende Strebebogen steht mit dem ganzen Wesen des romanischen Aussenbaues, welches in klarer Scheidung und ruhig harmonischer Gruppierung der Teile besteht, in unlösbarem Widerspruch. Sie hätte mit einem Hilfsmittel, das in seltsamster Weise das streng Rationelle zur Hervorbringung eines phantastisch dekorativen Eindrückes benutzt, nichts beginnen können. Man half sich im allgemeinen mit anderen Mitteln. Das erste und früheste sind die Emporen.

Wenn solche auch schon bei der flachgedeckten Basilika zuweilen vorkommen (Unteritalien, Normandie), so haben sie doch eine allgemeinere Aufnahme in die Komposition der abendländischen Basilika erst mit der Einführung der Wölbung gefunden. So in Oberitalien, in der Normandie, in der Schule von Saint-Denis, am Niederrhein. Sehr befangen, einen Verzicht auf die selbständige Beleuchtung des Mittelschiffs nach sich ziehend, finden wir sie in S. Ambrogio in Mailand (Fig. 14), die Kämpfer des Hochschiffsgewölbes stehen hier sogar tiefer als die der Emporengewölbe und gewaltige Uebermauerungen der Gurtbögen bilden die Umrahmung der einzelnen Gewölbefelder. Ein weiteres Beispiel, gleichfalls ohne selbständige Beleuchtung des Mittelschiffes, bietet die Vorhalle von Vezelay (Fig. 15). Auf dies hochinteressante Gebäude, dessen historische Bedeutung indes nach dem Vorgange Viollet-le-Ducs überschätzt wird, werden wir unten zurückkommen (Kap. X). Das System der ansteigenden Kreuzgewölbe der Emporen, welche in ihrem Ansatz an die Mittelschiffsmauer dem Umrisse des Gewölbes im Mittelschiffe folgen, ist geistreich gedacht, desgleichen die Bogenkonstruktion zur Aufnahme der Dächer. Letztere hat jedoch mit der Sicherung der Gewölbe nichts zu thun. — In den meisten Fällen reichen die Emporengewölbe nur bis zum Fuss derjenigen des Mittelschiffes, ja nicht einmal so hoch (Fig. 16); ihre Funktion ist nicht ein unmittelbares Aufnehmen des Seitenschubes der letzteren, sondern eine Verkürzung des Hebelarmes, unter welchem dieser auf die Obermauer wirkt. Der Fuss der Gewölbe konnte durch eine schräge Uebermauerung der Gurtbögen noch mehr gefestigt werden.

In Saint-Étienne in Caen sind die Emporen mit halben Tonnengewölben überdeckt, welche in gleicher Höhe mit dem Fuss der Hochschiffsgewölbe an die sehr starke Obermauer anschliessen. Ein liturgischer Zweck, welcher die Emporen zu einem wesentlichen Bestandteile der Kirchen gemacht hätte, ist uns nicht bekannt; sie haben auch nicht in allen Bauschulen, welche das Kreuzgewölbe anwandten, Aufnahme gefunden. So fehlen sie vor allem an unseren grossen rheinischen Domen. Hier ist die Sicherung der Gewölbe einzig durch die grosse Stärke der Mauern gewonnen (Fig. 25). Die Mehrzahl der kleineren deutsch-romanischen Gewölbebasiliken ist nach diesem Systeme gebaut (Fig. 20, 22, 24, 26). Vereinzelt die halben Kreuzgewölbe in den Seitenschiffen der Cistercienserkirche Bronnbach (Fig. 23). In Italien ist das einfache Hilfsmittel eiserner Zugstangen, welche je zwei gegenüberliegende Pfeiler verbinden, zu allen Zeiten in Anwendung.

Auch der Strebebogen war keineswegs mehr ganz unbekannt, allein er trat nicht über die Dächer der Seitenschiffe vor.

Vereinzelte Beispiele finden sich an verschiedenen weit voneinander entfernten Bauten. In Frankreich in Beaulieu (Corrèze) Taf. 124, in Sainte-Trinité zu Caen (Taf. 148), in Saint-Germer (Fig. 18 u. Taf. 148), in England in der Kathedrale von Durham (Taf. 91, Fig. 10 und Taf. 149), in Deutschland in Limburg a. L. Endlich ist auch ein romanischer Bau mit hochliegenden Strebebögen vorhanden, die Kirche von Saint-Aignan (Fig. 19); sie soll nach den Archives de la comm. des Mon. hist. a. 1080 begonnen sein und gehört in ihrem Aufbau sicher keiner späteren Zeit an als der Mitte saec. 12. Und selbst die Frühgotik betrachtet den Strebebogen noch nicht als ein wesentliches Element ihrer Konstruktion. Solange sie die Emporen mit dem darüber befindlichen Triforium beibehielt, solange die Oberfenster nicht über die Gewölbekämpfer herabreichten, hatte er nicht die Bedeutung wie im entwickelten gotischen Stil und konnte unter Umständen ganz vermieden werden. Das nähere hierüber gehört in die Betrachtung der Gotik. — Viollet-le-Duc D. R. I. S. 20 ff. leitet den Strebebogen von den Halbtonnen der auvergnatischen Kirchen ab, Hugo Graf, a. a. O. S. 24, schliesst sich dieser Ansicht an und sucht weiterhin die Entstehung des auvergnatischen Systemes historisch zu begründen. Wir werden seines Ortes auf letztere Frage zurückkommen. Hier haben wir nur die angebliche Ableitung des Strebebogens von den auvergnatischen Bauten kurz ins Auge zu fassen. Der Hergang soll folgender sein: 1. Halbtonnen als Stützen des Tonnengewölbes im Mittelschiff: Auvergne, N.-D. du Port; 2. Halbtonnen als Stützen von Kreuzgewölben: Normandie, St.-Étienne zu Caen; 3. eine fortlaufende Verstrebung ist bei Kreuzgewölben nicht nötig, daher Beschränkung derselben auf die Pfeiler d. h. Strebebogen:

Isle de France, Saint-Denis. — Diese Entwicklungsreihe wird in erster Linie durch die monumentalen Zeugnisse widerlegt, sie ist aber auch an sich unwahrscheinlich und willkürlich kombiniert. Die auvergnatische Bauschule ist in ihrem ganzen Charakter, wie in ihrer lokalen Verbreitung und ihren Wirkungen nach aussen eine der bestimmtest begrenzten, namentlich hat sie nach Norden gar keine Wirkung geübt. Die Halbtonnen von St.-Étienne zu Caen sind innerhalb der normannischen Schule eine ziemlich isolirte Erscheinung; sind sie nicht ein selbständiger, keineswegs bedeutender Gedanke des Baumeisters, welcher den ehemals flachgedeckten Bau zu wölben hatte, so mag er sein Vorbild in den westlichen Gegenden gesucht haben, wohin mannigfache Beziehungen bestanden.

Was nun die Verstrebung hochliegender Kreuzgewölbe anlangt, so sind die Vorstufen derselben in der Uebermauerung der Gurtbögen der Seitenschiffe zu suchen, denn es handelt sich einzig darum, für einzelne, isolierte Pfeiler feste Stützpunkte zu gewinnen. In welcher Weise das geschehen ist, zeigen die Figuren 14 ff. unserer Tafel 92. Diese Strebemauern mussten in den Seitenschiffen, und wenn Emporen vorhanden waren, auch in diesen durchbrochen werden. Derartige Verstärkungen der Verstrebung finden sich auch bei Tonnen gewölben und namentlich bei den auvergnatischen Kirchen. Nun ist es auffallend, dass die Bogenöffnungen in den Strebemauern, von wenigen Ausnahmen abgesehen, niemals mit steigenden Bögen geschlossen sind. Ueber diesen Bogenöffnungen, über den Seitenschiff-, resp. Emporengewölben und unter dem Dache der Seitenschiffe finden sich zum Schutze der Kämpfer des Hochschiffsgewölbes zuweilen Uebermauerungen mit horizontaler Schichtung (Ellwangen, Fig. 24), zuweilen ansteigende Bögen, Strebebögen. Dies sind die Anfänge dieses wichtigen Baugliedes. Ein bestimmter Ort, an dem sie zuerst aufgetreten und von dem aus sie sich weiter verbreitet hätten, ist bis jetzt nicht gefunden worden und es darf nach einem solchen überhaupt nicht gesucht werden. Hier und dort aus unscheinbaren Anfängen gehen sie hervor, als kleine Hilfskonstruktionen, welche das eine Mal recht wohl ohne äussere Vorbilder erfunden, welche ein anderesmal eben sowohl durch den bekannten und verbreiteten Strukturgedanken der Halbtonnen angeregt sein mögen. Mehr als eine allgemeine Anregung aber konnten die Halbtonnen nicht bieten und niemals ist anzunehmen, dass man bei irgend einer grossen Aufgabe, etwa bei der Kirche von Saint-Denis, von den hergebrachten in den Strebemauern (um diesen

wenig glücklichen Ausdruck beizubehalten) gegebenen Hilfsmitteln abgesehen habe, um aus den Halbtonnen von N. D. du Port oder der Abbaye-aux-hommes zu Caen einen dünnen Streifen auszuschneiden und als Strebebogen gegen die Pfeiler des Hochschiffes zu lehnen.

---

### Beschreibung der Tafeln.

#### Tafel 91.

- Fig. 1. Tonnengewölbe mit Gurtbogen.
- Fig. 2. Achtseitiges Kloster gewölbe (Montbron).
- Fig. 3. Kuppel auf Hängewickeln (Roulet).
- Fig. 4. Kreuzgewölbe ohne Gurtbogen mit horizontalem Scheitel.
- Fig. 5. Kreuzgewölbe mit Gurtbogen und Busung.
- Fig. 6. Rippengewölbe (Worms).
- Fig. 7. Sechsteiliges Rippengewölbe (Limburg a. L.)
- Fig. 8. Bains de Diane zu Nîmes.
- Fig. 9. Gebundenes Gewölbesystem (Rosheim).
- Fig. 10. Strebebögen (Durham).

#### Tafel 92.

Sechsundzwanzig Querschnitte, bei denen links durch die Pfeiler, rechts durch die Scheitel der Bögen geschnitten ist.

---