



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die kirchliche Baukunst des Abendlandes

historisch und systematisch dargestellt

Dehio, Georg

Stuttgart, 1892

3. Konstruktion

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

heit (Taf. 37). Hingegen in S. Apollinare nuovo (saec. 6 und 7) ist von architektonischer Einteilung nicht mehr die Rede (Taf. 19). Treffliche Abwägung von Ornamentalem und Figürlichem in S. Vitale (saec. 6); leider bloss noch im Chor erhalten; auf unserer Zeichnung (Taf. 5, Fig. 2) das übrige mit Benutzung alter Motive ergänzt. Als umfänglicheres Ensemble haben wir noch den Chor des Domes von Parenzo aufgenommen (Taf. 36, Fig. 2); die Marmor- und Perlmutt-Intarsia des Erdgeschosses (mit antikem Namen »opus sectile«, vgl. sonst Basilika Junius Bassus bei de Rossi, Bull. 1871, S. Ambrogio in Mailand bei Dartein) und die Mosaiken zwischen den Fenstern vielleicht noch saec. 7, die Dekoration der Halbkuppel und das Ciborium saec. 13.— Sind das auch nur geringe Ueberbleibsel ehemals massenhafter Pracht, so geben sie doch einen Begriff von dem hohen Stimmungswerte der Mosaiken und ihrem schwer ins Gewicht fallenden Anteil an der er strebten Gesamtharmonie des Architekturbildes. Setzt man in Gedanken dagegen die prahlerische, bunte, harte, herzlose Pracht der modernen Restauration von S. Paolo, so wird man vollends und mit Schmerzen inne, dass mit der originalen Dekoration die Basiliken Roms die Hälfte oder mehr ihres Schönheitswertes verloren haben.

3. Konstruktion¹⁾.

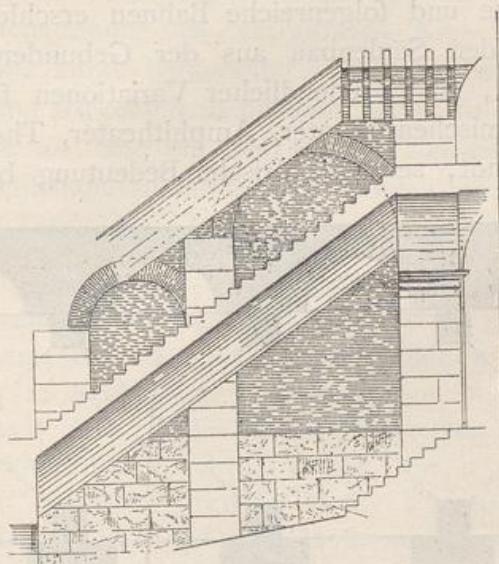
Hauptwerk: A. Choisy, *l'art de bâtir chez les Romains*. Paris 1873. 2°.

Das Bestreben, imponierende Räume nach Möglichkeit und unbeschadet der Dauerhaftigkeit rasch und billig herzustellen, beherrscht die gesamte Baukonstruktion der Römer. Die römische Architektur verwendet infolge dieser Tendenz im Hochbau selten volle Quader- oder Backsteinmauern, sondern sie zerlegt, einer altitalischen Tradition folgend, wo immer es angeht, jede Mauer in stützende und raumabschliessende Teile, von welchen erstere in regelmässigem Verband ausgeführt sind, während letztere aus einem geringeren Mauerwerke oder einer Gussmasse bestehen und aussen mit Retikulat oder Backstein verkleidet sind. Diesem Konstruktionsprinzip begegnen wir schon in dem sogenannten Steinfachwerk der ältesten Atrien Pompejis, welche erbaut sind, lange bevor der Kalkmörtel in Italien bekannt war; nachdem sich dasselbe den Mauerbogen

¹⁾ Eine zusammenhängende Geschichte der kirchlichen Baukonstruktion, zu welcher überdies genügend Material nicht vorliegt, ist nicht in der Absicht unseres Buches gelegen. Wir ziehen die Konstruktion nur so weit in Betracht, als durch sie die architektonische Komposition bedingt und beeinflusst ist.

und den unverwüstlichen Puzzolanmörtel dienstbar gemacht hat und stilistisch durchgebildet ist, beherrscht es die gesamte römische Architektur und wirkt fort durch das ganze Mittelalter und die Renaissance.

Das Steinfachwerk erscheint als eine Uebertragung aus dem Holzbau, nicht als eine dem Steinbau eignende Konstruktionsweise. Rahmen aus grossen Quadern umschließen Felder von Incertum aus Bruchstein in Lehmbettung (Taf. 38, Fig. 1). Pompeji. Atrium der Casa della Fontana grande. (Noch im Kolosseum Pfeiler aus Travertin, deren Verzahnungen in die Peperinmauern eingreifen [Taf. 38, Fig. 2]. Weiter oben sind diese Pfeiler durch Backsteinbögen verbunden und ihre Zwischenräume mit backsteinverkleidetem Gussmauerwerk gefüllt.) Später, als der Puzzolanmörtel dem Incertum grössere Konsistenz



Kolosseum.

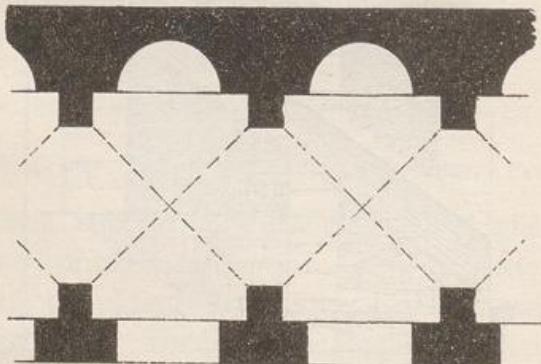
gewährte, begnügte man sich, die Ecken aus Backstein Tuffziegeln oder Quadern aufzubauen, während die Mauern im übrigen aus einem mit Reticulat verkleideten Incertum bestanden (Taf. 38, Fig. 3, Pompeji).

Ein weiterer Schritt ist die Teilung der Mauer in eine Folge von massiven, von Bögen überspannten Pfeilern, deren Zwischenräume mit Incertum oder mit dünneren Backsteinmauern geschlossen, zuweilen auch offen sind. Paris: Thermen (Taf. 38, Fig. 4), wo indes runde und eckige Nischen abwechseln. Rom: Sta. Balbina (Taf. 38, Fig. 5), Bögen in einer anscheinend homogenen Mauer.

Die christliche Architektur behält das System bei; es verliert bei den dünnen Backsteinmauern seine konstruktive Bedeutung, wird aber zum dankbaren und vielverwendeten Dekorationsmotive.

Rom: Sta. Pudenziana (Taf. 38, Fig. 6), Obermauer des Mittelschiffes. Ueber den Säulen erheben sich schlanke Backsteinpfeiler, von Bögen überspannt, deren Zwischenräume mit einer dünneren von Fenstern durchbrochenen Mauer geschlossen sind. — Aehnlich Ravenna: S. Apollinare in Classe (Taf. 38, Fig. 7), Detail von der Obermauer des M. Sch., vgl. Taf. 24, Fig. 2. Ravenna: S. Giovanni in Fonte (Taf. 38, Fig. 8), schon rein dekorativ. Ebenso die Kirche zu Bagnacavallio.

Das eben beschriebene Struktursystem erlangt eine höhere stilistische Bedeutung, wenn es mit dem Säulenbau in Verbindung gesetzt wird. Das Motiv der Mauerbögen auf Pfeilern mit vorgesetzten Säulen, Halbsäulen oder Pilastern ist im höchsten Sinne monumental und hat der Baukunst neue und folgenreiche Bahnen erschlossen. Schon an sich, indem es den Säulenbau aus der Gebundenheit der Säulenordnungen befreit, ist es unendlicher Variationen fähig und für den Aussenbau der römischen Theater, Amphitheater, Thermen und Paläste allgemein angewandt, seine historische Bedeutung beruht aber mehr



Villa Adriana Hippodrom.

auf seiner Verwendung im Innenbau und seiner Kombination mit dem Gewölbe; es entstehen die kombinierten Pfeiler, der Ausgangspunkt für den mittelalterlichen Pfeiler- und Gewölbebau, welche sich, nachdem das Gewölbe als Rippengewölbe in organische Verbindung mit den Stützen gesetzt ist, in Jahrhundertelangem Werdeprozess zu dem gotischen Dienst- und Rippensystem umbilden.

Und nachdem dies System sich ausgelebt, greift die Renaissance wieder auf das unveränderte römische Motiv zurück, das, im Profanbau für Hallenhöfe und Fassaden viel verwandt, schon von Brunelleschi in den Kirchenbau eingeführt, diesen oft in sehr grossartiger Gestalt bis zum Ausgange des Barockstiles beherrscht.

Aeltestes bekanntes Beispiel das Tabularium in Rom, erbaut a. u. 676 von C. Lutatius Catulus. Arena zu Nîmes (Taf. 38, Fig. 9) als Repräsentant der Gattung. Der Hauptsaal der Caracalla-Thermen, der der Diokletiansthermen, die Konstantinsbasilika u. a. zeigen das Motiv in Verbindung mit Kreuzgewölben.

Eine andere Konsequenz des gleichen Konstruktionsprinzipes ist der Nischenbau, bei welchem entweder zwischen den Pfeilern rechteckige oder halbrunde Nischen in der Mauerdicke ausgespart, oder Exedren aussen an die Mauer angelehnt werden. Die römische Architektur macht von dieser Form den ausgedehntesten Gebrauch. Ihr konstruktiver Zweck ist die Verringerung der Mauermasse; in späteren Beispielen dienen die Exedren als Streben; die formale Bedeutung der Nischen ist bei Behandlung des Zentralbaues (Kap. II) erörtert worden. Hier nur noch die kurze Bemerkung, dass die Nischen, welche die Mauer anmutig und wirkungsvoll beleben, nicht als eine spielende und zufällige, sondern als eine mit dem ganzen römischen Bausystem im engsten Zusammenhänge stehende Dekoration aufzufassen sind. Beispiele bieten die Tafeln 1—3, auch Taf. 38, Fig. 4.

Die christliche Baukunst nimmt auch diese Form herüber, sowohl die in der Mauerdicke ausgesparten, als die aussen angelehnten Nischen. Erstere sind namentlich an den frühromanischen Bauten am Niederrhein, ferner in Regensburg und anderwärts nicht selten (Taf. 42, Fig. 12, 14, 15); doch ist die strukturelle Bedeutung gering. Anders bei den aussen angelehnten Nischen, welche, wie in der antiken Architektur, bei der Minerva medica in der byzantinischen als zwischen den Hauptstützen stehende kontinuierliche Streben gegen den Schub der Kuppel fungieren (vgl. Taf. 4 und 5).

Die römische Architektur kennt folgende Gewölbeformen: das Tonnengewölbe, das Kreuzgewölbe — stets als Durchdringung zweier Tonnengewölbe aufgefasst —, das Kloster gewölbe und die Kuppel über runden und polygonen Räumen. — Bei Konstruktion der Gewölbe sind die gleichen Grundsätze wie bei der Mauern wirksam, allein sie führen nicht zu einer entsprechenden stilistischen Durchbildung. Das Gewölbe wird entweder — wenn der Ausdruck gestattet ist — als eine gebogene Stroterendecke, oder als glatte, durch freie malerische Dekoration belebte Fläche behandelt. Gleichwohl sind schon in der römischen Gewölbekonstruktion die Elemente latent vorhanden, welche das Mittelalter zur organischen Gestaltung seiner Gewölbe verwertet.

Gewölbe in Haustein sind in Italien selten. Der Backstein ist das Hauptmaterial der römischen Lokalarchitektur, und wenn auch Hausteingewölbe nicht ausgeschlossen waren, so erklärt die leichte Wiederverwendbarkeit des Materials die Seltenheit ihrer Erhaltung. Im südlichen Frankreich und im mittleren Syrien, wo vorwiegend in Haustein gebaut wurde, sind auch Hausteingewölbe erhalten und geben einen ausreichenden Aufschluss über die Konstruktionsprinzipien.

TONNENGEWÖLBE. Bei geringer Länge — Mauerbögen — werden zwei oder drei Ringe ohne Verband nebeneinander gestellt — Arena zu Arles (Taf. 38, Fig. 10), de Vogué, Syrie centrale pl. 73. Bei grösserer Länge wird mit kleinen Steinen ein Verband hergestellt, während beim Vorhandensein grosser Platten in gewissen Abständen Gurtbögen aufgestellt werden, welche dem eigentlichen Gewölbe als Lehrbögen dienen. — Bains de Diane zu Nîmes (Taf. 38, Fig. 11); Prätorium zu Musmieh (Taf. 13, Fig. 1).

Hier sind auch die Flachdecken aus Steinplatten, welche auf Gurtbögen ruhen, zu erwähnen: Arena zu Arles (Taf. 38, Fig. 12) — Basilika zu Chaqqa in Zentralsyrien (Taf. 38, Fig. 13) — sowie die Gurtbögen als Träger der Dachbalken. — Weitere Beispiele bei de Vogué, Syrie centrale.

Ein eigenständiges System, einen langen Raum zu überwölben, kommt an dem äusseren Umgange der Arena zu Arles vor (Taf. 38, Fig. 10), der mit einer Reihe transversaler Tonnen überwölbt ist. Ein Baugedanke, der in die Anfänge des mittelalterlichen Gewölbebaues übergeht.

Kreuzgewölbe und Kuppeln aus Haustein sind selten und weichen in ihrer Konstruktion nicht von den noch heute gebräuchlichen Methoden ab. Choisy a. a. O. Pl. 19. Vogué, Syrie passim.

Der überwiegenden Verbreitung des Backstein-Betonbaues entsprechend sind Gewölbe aus diesen Materialien am häufigsten und sind gerade sie für das Studium der Konstruktion besonders lehrreich.

Wie die Mauern von stärkeren Pfeilern, so sind die Gewölbe von Backsteinrippen durchzogen, deren Zwischenräume mit Gusswerk in horizontaler Schichtung gefüllt sind. Auch für die Anwendung dieses Systems ist das Prinzip möglichster Sparsamkeit (der Arbeit) massgebend. Die massigen Gewölbe hätten zu ihrer Ausführung äusserst starker Lehrgerüste bedurft, welche sehr kostspielig gewesen wären. Es war zur Vermeidung dieses Uebelstandes ein ebenso einfacher als sinnreicher Ausweg, die Lehrbögen in das Gewölbe selbst zu verlegen. Denn als Lehrbögen, welche die weiche Gussmasse bei der Ausführung

zusammenhalten und deren Druck auf die Holzschalung vermindern, sind diese Rippen aufzufassen. Nach Erhärtung der Füllmasse aber bilden sie mit dieser ein homogenes Ganze. Dies ist wesentlich, denn wenn Keilsteingewölbe aus einzelnen Stücken bestehen, welche vermöge ihrer Form und äusserer Widerstände (Streben) sich durch gegenseitigen Druck in ihrer Lage erhalten, so ist die Stabilität dieser Wölbungen, sobald sie erhärtet sind, hauptsächlich auf die Kohäsion der Masse gegründet.

TONNENGEWÖLBE. Die Art und Weise der Konstruktion zeigen Taf. 38, Fig. 14, 15: Gewölbe auf dem Palatin zu Rom. Bei Fig. 14 — den Bauten beim Stadium entnommen — sind die Rippen durch horizontale Bänder aus grösseren Backsteinen verbunden und ist auf diese Weise ein zusammenhängender Rost gebildet. Fig. 15 zeigt erst eine Schalung von flachgelegten Platten und darüber getrennte Rippen. Es sind hier zwei Systeme vereinigt, welche auch getrennt vorkommen.

KREUZGEWÖLBE. Bei kleineren Dimensionen werden nur Diagonalrippen angeordnet (Taf. 39, Fig. 1 vom Palatin); bei grösseren kommen auch transversale Rippen vor, so an den grossen Kreuzgewölben in den Diokletiansthermen (Taf. 39, Fig. 2) und der Konstantinsbasilika. Von den beiden Diagonalbögen geht immer der eine ungebrochen durch und ist der andere stumpf gegen ihn gestossen.

KUPPELN. Die Kugelform macht die Ausführung eines zusammenhängenden Rostes beschwerlich, meist sind einzelne Rippen angeordnet, so bei der Kuppel der Minerva medica (Taf. 39, Fig. 3), welche über Hängewickeln ansetzt. Den durch Strebepfeiler verstärkten Ecken entsprechen starke Rippen, zwischen welchen je zwei schwächere angebracht sind. Die Konstruktionsidee ist jedoch in der Ausführung bald über dem Beginn der Wölbung verlassen und ein weit schwächeres System gewählt worden. Aehnlich das Gewölbe von Sta. Costanza (Taf. 39, Fig. 4).

Von dem Organismus der Kuppel des Pantheon hat Piranesi gelegentlich einer Reparatur unter Benedikt XIV. eine Zeichnung gefertigt (Taf. 39, Fig. 5). Wie bei der reichgegliederten Umfassungsmauer ist auch hier alles das Produkt der reifsten Ueberlegung. Acht Meridianrippen durchschneiden die Kuppel; um ihren Druck von den Hohlräumen der Mauer abzuleiten, sind sie auf sehr starke Entlastungsbögen gestellt; ihre Zwischenräume sind durch weitere Bögen geteilt. Das ganze System stützt sich gegen den Ring des grossen Opäons¹⁾.

¹⁾ Ueber den konstruktiven Zweck der einzelnen Teile ist die ausgezeichnete Klärung bei Choisy S. 85 ff. zu vergleichen.

Kleinere Kuppeln wurden bloss auf Schalungen von flachgelegten Backsteinen ausgeführt, ohne Zwischenrippen, so in dem Oktoagon der Caracalla-Thermen südlich vom Hauptbau (Taf. 39, Fig. 8, vgl. Taf. 1, Fig. 2).

Endlich sind auch die sogenannten Topfgewölbe zu erwähnen, Spiralen von ineinander gesteckten Töpfen in Mörtel gelegt. Ein Beispiel schon in der Gräberstrasse zu Pompeji. Ueber Gebühr berühmt die Kuppel von S. Vitale zu Ravenna — Isabelle, édif. circ. Pl. 48. — Die byzantinische Baukonstruktion scheint, wie in den Mauern den reinen Backsteinbau, bei Gewölben die vollständige Mauerung mit konvergierenden Fugen dem Gusswerk vorgezogen zu haben.

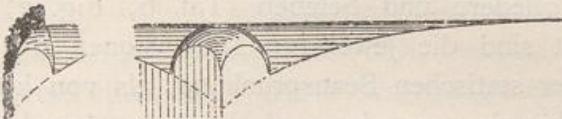
Die älteren römischen Kuppeln ruhen alle auf rundem Unterbau. Erst spät versucht man, eckige Räume mit Kuppeln zu überwölben, wozu mancherlei Auskunftsmittel ergriffen werden.

Das einfachste ist die Ueberkragung der Ecken (Taf. 39, Fig. 6), Kalybe in Chaqqa, Zentralsyrien. In eigenthümlicher Weise ist der vierseitige Innenraum des Bogens von Lattaquieh, Syrien (Taf. 39, Fig. 7), ins Achteck übergeführt und auf das weit ausladende Gesimse die runde Kuppel gestellt. Ob die Ueberführung des Quadrates in das Achteck durch übereinander vortretende Bögen wie in S. Ambrogio zu Mailand schon der römischen Gewölbetechnik angehört und wann und wo sie zuerst vorkommt, wissen wir nicht anzugeben. Konische Trompen an dem Baptisterium neben Sta. Giustina zu Padua (S. 45).

Die erwähnten Hilfskonstruktionen ermöglichen nun wohl den Übergang von einem Polygon in ein anderes mit doppelter Seitenzahl, nicht aber in den Kreis, resp. die runde Kuppel. Hierfür sind bekanntlich zwei Lösungen möglich. Entweder wird die Kuppel aus dem das Polygon umschreibenden Kreise konstruiert, in welchem Falle die Polygonseiten die Kuppelfläche in Halbkreisen schneiden, oder es wird der dem Polygon eingeschriebene Kreis zur Grundlage der Kuppel gewählt, wobei Hilfskonstruktionen, sogenannte Hängezwickel (Pendentifs) nötig werden, sphärische Dreiecke, welche entstehen, wenn die dem Polygon umgeschriebene Kugel über den Schildbögen horizontal durchschnitten wird. Man scheint zunächst mehrseitige Polygone mit runden Kuppeln überdeckt zu haben. Hierbei werden die Hängezwickel sehr klein und es ist meist schwierig, ohne Messungen zu unterscheiden, welche von den beiden Konstruktionsarten vorliegt. Für erstere ist unseres Wissens das Baptisterium der Orthodoxen zu Ravenna (S. Giovanni in Fonte) das älteste erhaltene Beispiel. Hängezwickel kannten schon die Römer; sie kommen vor an der Minerva medica (Taf. 39, Fig. 3), sowie an dem mehr erwähnten

Oktogon in den Caracalla-Thermen zu Rom (Taf. 39, Fig. 8), ein Beispiel über quadratischen Grundriss giebt Isabelle, édif. circ. Pl. 25, Grabmal an der via Nomentana.

Auch die byzantinische Architektur wendet sie anfänglich sehr schüchtern an. S. Vitale zu Ravenna hat — nach älteren Zeich-



Gewölbewickel von S. Vitale.

nungen — jetzt alles dick verputzt — unklar ausgesprochene Hängewickel, deren untere Spitze durch Trompen abgeschnitten ist. Erst in der Sophienkirche zu Konstantinopel (Taf. 39, Fig. 14, Grundr. Taf. 6, Fig. 1) ist das Grundquadrat in vollkommen klarer Weise in den Grundkreis der Kuppel übergeführt. Von da an bleiben sie der byzantinischen Kunst geläufig und kommen im Abendlande da vor, wohin sich byzantinischer Einfluss erstreckt. Die Gewölbewickel von Sta. Fosca auf Torcello (Taf. 39, Fig. 9) durch Nischen unterbrochen; es ist zuerst ein Achteck geschaffen (erster Bogen in senkrechter Ebene), dann von diesem aus der Uebergang zum Grundkreise der Kuppel gewonnen.

SICHERUNG DER WIDERLAGER, STREBEN¹⁾. Das römische Gussgewölbe bildet eine homogene, unverschiebbliche Masse und übt als solche keinen Seitenschub²⁾ auf seine Widerlager aus; eine weitere Sicherung derselben, wenn nur der Querschnitt gross genug war, um dem Druck der Gewölbelast zu widerstehen, konnte überflüssig erscheinen. Die den Seitenschub aufhebenden Molekularkräfte treten jedoch erst mit der Erhärtung der Gussmasse auf und sind während der Arbeit und des Erhärtungsprozesses Verschiebungen und Risse keineswegs ausgeschlossen. Es wurden deshalb auch Mauerstärkungen angeordnet, welche besonders beanspruchten Punkten Schutz gewähren sollten. Namentlich ist dies der Fall bei den grossen Kreuzgewölben der Thermensäle, bei welchen der ganze Druck und Schub auf einzelne Punkte konzentriert ist. Es lag jedoch nicht im Charakter der römischen Bauweise, Hilfskonstruktionen zu errichten, welche nur den Zweck

¹⁾ Der Ausdruck Streben, Strebensystem ist vielleicht an dieser Stelle statisch nicht ganz korrekt, mag aber in Ermangelung einer anderen Bezeichnung hingehen.

²⁾ Es ist zwar der Fall nicht ausgeschlossen, dass die Molekularkräfte der erhärteten Masse dem Seitenschub nicht ganz gleich sind und noch ein schiefer Druck auf das Widerlager trifft. Doch kann dieser Fall hier ausser Betracht bleiben.

hatten, dem Gewölbe bis zu seiner Erhärtung als Streben zu dienen; man zog dieselben vielmehr in das Innere der Gebäude und verwandte sie als Mittel zur Raumgliederung. Die den Stützpunkten der Kreuzgewölbe vorgelegten Wände wurden mit Tonnengewölben überspannt und es entstanden so Nebenräume, welche die grossen Säle aufs wirkungsvollste gliedern und beleben (Taf. 6, Fig. 2, und Taf. 39, Fig. 10). Damit sind die jeweiligen Dimensionen der Strebemauern weniger von ihrer statischen Beanspruchung, als von künstlerischen Bedingungen abhängig geworden und es werden banale Betrachtungen über Materialverschwendungen, wie sie u. a. Viollet-le-Duc: *Entretiens sur l'architecture I*, p. 267, anstellt, gegenstandslos.

Indes sind auch äussere Strebepfeiler den Römern nicht ganz fremd, so sind die Ecken des Oberbaues der Minerva medica mit kräftigen Strebepfeilern versehen, auch am Prätorianerlager kommen solche vor und sie gehen gerade in die romanische Architektur der Gegenden über, welche die antike Bautradition am lebendigsten bewahren, Südfrankreich und die Lombardei¹⁾.

Ausgedehnten Gebrauch von dem Strebepfeilerapparat macht die byzantinische Baukunst. Die Kuppel von S. Vitale zu Ravenna (Taf. 39, Fig. 13) wird weit weniger durch die Nischen und die Gewölbe der Umgänge, als durch die hinter den Pfeilern angebrachten Strebemauern gestützt. Verglichen mit dem Pantheon und der Minerva medica (Taf. 39, Fig. 11 u. 12, Taf. 5, Fig. 1) ist dieser Apparat unverhältnismässig gross. Freilich dient er auch hier zur Raumgestaltung, widerlegt aber doch die oft wiederholte Phrase von der unerhörten Kühnheit der altchristlichen Konstrukteure. Verwandt mit S. Vitale ist das Strebensystem von Sta. Maria maggiore zu Nocera (Taf. 39, Fig. 15, vgl. Taf. 8, Fig. 3 u. 4). Diese Strebemauern bilden den Ausgangspunkt für die Entwicklung der Strebbögen in der mittelalterlichen Architektur. Querschnitte wie der von Saint Etienne zu Caen — Chorrundung, Noyon — Chorschluß in seiner ursprünglichen Gestalt, Saint Germer in der Pikardie sind prinzipiell wenig von dem von S. Vitale verschieden.

Wir geben zur Vergleichung noch (Taf. 39, Fig. 14) einen halben Querschnitt der Sophienkirche zu Konstantinopel.

Die hier gegebene Uebersicht beschränkt sich fast ausschliesslich auf den römischen Gewölbebau. Für eine Darstellung seiner Weiter-

¹⁾ Gänzlich falsch ist es, die Halbsäulen zwischen zwei Mauerbögen (Taf. 38, Fig. 9) als Strebepfeiler zu betrachten.

bildung fehlt es fast vollständig an Material. Bekanntlich hat zunächst Byzanz das Erbe Roms angetreten. Die Haupterrungenschaft der Byzantiner ist die konsequente Ausbildung der Gewölbezwickel (Pendentifs) und deren Anwendung auf Kuppeln grössten Massstabes. Ferner vermieden die Römer thunlichst Verschneidungen mehrerer Gewölbe (ausser dem regulären Kreuzgewölbe); die Byzantiner hegten diese Scheu nicht, wofür S. Vitale reichliche Beispiele bietet. Die Bestimmung der Schnittlinien war indes wohl kaum das Werk vorhergegangener Ausmittelungen, und Lehrbögen für die Grade wurden nicht angewendet, sondern es wurde eben ein Gewölbe eingeschalt und die Stichkappen von den Schildbögen aus gegen die Verschalung angeschiftet, was keineswegs immer sehr regelmässig ausfiel.

Im Abendlande sinkt die Wölbtechnik rasch, ohne indes je ganz in Vergessenheit zu geraten. Namentlich waren die Magistri Comacini die Erhalter der technischen Traditionen. — Gussgewölbe kennen wir in Deutschland am Westbau von Reichenau, Mittelzell und anscheinend an den Treppen im Westbau von Werden a. R. und von S. Pantaleon zu Köln. — Sonst sind die ältesten Krypten — soweit uns bekannt — gewöhnlich sehr roh in Bruchstein überwölbt.

Bei Beginn der Versuche, die Basilika zu überwölben, kommen die Rippen der römischen Gewölbe wieder zur Anwendung — Lombardie, Normandie —, ebenso die transversalen Tonnen — Rhein, Südfrankreich —, worauf seines Ortes zurückzukommen sein wird.

Beschreibung der Tafeln.

Aussenbau.

Tafel 24.

1. *Torcello: Kathedrale Sta. Maria und Sta. Fosca. Ansicht. — saec. 9 und 11. — Turm und Westfassade mittelalterlich. — Nach Photographie.
2. *Ravenna: Sant' Apollinare in Classe. Ansicht. — saec. 6, Turm jünger (saec. 8?). — Nach Photographie.

Tafel 25.

1. Rom: Sta. Pudenziana. Turmaufriss in 1:200. — Nicht vor saec. 8.
2. *Rom: S. Giorgio in Velabro. Ansicht. — Vorhalle saec. 12, Turm älter. — Nach Photographie.
3. Ravenna: Baptisterium der Orthodoxen. Detail des oberen Mauerabschlusses. — saec. 5. — Hübsch.

Tafel 25.

4. Ravenna: *S. Apollinare in Classe*. Detail; Fenster, Lesene und Dachgesims. — saec. 6. — Hübsch.
5. Rom: *Sta. Pudenziana*. Fenster der Obermauer. — saec. 4? — Hübsch.

*Thüren.***Tafel 26.**

1. *Rom: *S. Cosimato*. Doppelthorhalle des Vorhofs. Grundriss und Längenschnitt. — saec. 9? — Dehio.
2. Rom: *S. Sabba*. Thorhalle. — saec. 12. — Gailhabaud.
3. Cividale: *Sta. Maria in valle*. Innere Portaldekoration. — saec. 8. — Dartein.
4. Parenzo: *Kathedrale*. Thürprofil. — saec. 7. — Lohde.
5. Rom: *Sta. Prassede*. Portal der Kapelle S. Zeno. — saec. 9. — Nesbitt.
6. Ravenna: *S. Apollinare in Classe*. — Thürprofil. — saec. 6. — Hübsch.
7. Rom: *Lateranisches Baptisterium*. — saec. 5. — Rohault de Fleury.

*Ausstattungsstücke.***Tafel 27.**

1. *Ravenna: *S. Apollinare nuovo*. Ambo. — saec. 6. — Photographie.
2. Rom: *S. Clemente*. Choreinrichtung. — saec. 12; die skulptierten Cancellenplatten grossenteils saec. 9, zum Teil vielleicht noch älter. Vgl. Grundriss Taf. 16, Fig. 3, Längenschnitt Taf. 22, Fig. 2. — Bunsen, Photographie.
3. *Ravenna: *S. Apollinare in Classe*. Nördliches Seitenschiff. Altar- tabernakel a. 807, der Altar selbst älter. — Photographie.

Tafel 28.

1. Rom: *S. Peter*. Chor; vgl. S. 98. — Nach Raphaels Fresko »Die Schenkung Konstantins« in den vatikanischen Stanzen. Die Proportionen nicht richtig.
2. Torcello: *Kathedrale*. Chor. — saec. 7. — Nach der perspektivischen Skizze von Lenoir und den Aufmessungen von Hübsch.

Tafel 29.

1. Ravenna: *Baptisterium der Orthodoxen*. Altar. — saec. 5 oder 6. — Rahn.
2. *Rom: *S. Giorgio in Velabro*. Confessio und Altar. — Die im Cosmatenstil erneuerten Teile auf der Zeichnung nach altchristlichen Mustern ergänzt. — Photographie.
3. Sta. Maria in Castello (Friaul). Ambo. — saec. 8—9. — Dartein.

Tafel 29.

4. *Porto*: Fragment eines Altartabernakels. — saec. 9 Anfang. — De Rossi, Bull. crist.
5. *Ravenna*: S. Apollinare in Classe. Gurtgesims des Mittelschiffs. — saec. 6. — Hübsch.
6. *Grado (Istrien)*: Kathedrale. Patriarchenthron. — saec. 7—8. — Oesterr. Kunstdenkmale.
- 7, 8. *Cividale*: Baptisterium. Taufbrunnen. — saec. 7—8. Dartein.
9. *Avignon*. Fragment eines Frieses. — saec. 6—8. — Revoil.

Tafel 30.

- 1, 3. *Rom*: Lateran. Fragmente von Chorschränken. — saec. 7—9. — Rohault de Fleury.
2. * *Ravenna*: S. Vitale. Chorschränken aus Marmor in durchbrochener Arbeit. — saec. 6. — Photographie.
- 4, 5. * *Rom*: Sta. Maria in Trastevere. Chorschränken (jetzt in der Vorhalle). — saec. 8—9. — Dehio.
6. *Aachen*: Palastkapelle Karls d. Gr. Schränke aus Bronze. — saec. 9. — Gailhabaud.
7. *Toledo*: Wandnische. — Westgotisch. — Mon. Esp.
- 8, 9. *Merida*: Wandarkatur. — Westgotisch. — Mon. Esp.

Gesimse und sonstige Details.

Tafel 31.

1. *Aquileja*: Altarschränken. — saec. 7—8. — Oesterr. Kunstdenkmale.
2. * *Ravenna*: Säulenbasen.
 - a) S. Apollinare in Classe, durch Aufhöhung des Fussbodens der untere Teil jetzt verdeckt.
 - b) S. Vitale, Galerie. — Beide saec. 6. — Dehio.
3. *Cividale*: vom Altar des Pemmo. — saec. 8. — Dartein.
4. *Vienne*: St. Pierre. Bogenfeld über einer Thür, gemischtes Mauerwerk. — Zufolge A. Ramé im Bulletin du comité des travaux historiques 1882 p. 189 nicht merowingisch, wie bisher angenommen, sondern erst saec. 9 oder 10, ist dies Stück doch ganz im Charakter älterer Jahrhunderte behandelt. — De Caumont, Abécédaire.
- 5, 6, 7. *Ravenna*: S. Vitale. Dachgesimse. — saec. 6. — Hübsch.
8. *Ravenna*: Grabkirche der Galla Placidia. Dachgesimse. — saec. 5. — Hübsch.
9. *Thessalonica*: Hag. Demetrios. Gurtgesims des Mittelschiffs, Marmorintarsia. — saec. 6. — Texier et Pullan.
10. * *Pompeji*: Gräberstrasse. Bogenfries mit Stuckdekoration. — saec. 1. — Dehio (Skizze).

Tafel 31.

- 11. Rom: Basilika des Junius Bassus. Bogenfries. — saec. 4 Anfang. — Giuliano da Sangallo, Ciampini.

Fenster.

12. Rom: Sta. Prassede. — Hübsch.
 13, 15. Rom: S. Lorenzo f. l. m. — Lenoir.
 14. Grado (Istrien). — Oesterr. Kunstdenkmale.
 16. Priesca (Asturien). — Mon. Esp.

Kapitelle.

a) Ravenna und Oberitalien. saec. 6—8.

Tafel 32.

1. *S. Vitale. — Photographie.
 2. *S. Apollinare in Classe. — Phot.
 3. *S. Vitale. — Phot.
 4. *S. Vitale. — Phot.
 5. *Venedig: S. Marco. — Phot.
 6. *S. Vitale. — Phot.

Tafel 33.

1. Ravenna: S. Apollinare in Classe. Pfeiler des Triumphbogens. Am unteren Rande ein mit Diamantschnitt versehenes Blatt vom zweiten Pfeiler. — saec. 6. — Rahn, v. Quast.
 2. Parenzo: Kathedrale. Pfeilergesims und Bogenleibung mit Stuckdecoration. — saec. 7. — Lohde bei Erbkam.
 3. Parenzo: Kathedrale. Altartabernakel, die Säulen älter als der Aufsatz, vgl. Taf. 36, Fig. 2. — Lohde.
 4. Mailand: S. Ambrogio. Tribuna. — Dartein.
 5. Ravenna: S. Vitale. — Gewerbehalle.
 6. Parenzo: Kathedrale. Vorhof. — Lohde.
 7. Pavia: S. Michele. — Dartein.
 8, 9. Brescia: Rotonda. Cripta di S. Filostrato. — Dartein.
 10. Civate (Friaul): S. Pietro. — Dartein.

b) Spanien und Gallien. saec. 5—8.

Tafel 34.

1. Cordoba.
 2. Cordoba.
 3. Merida.
 4. Toledo.
 5. Cordoba.

Tafel 34.

6. *Cordoba.*
 7. *S. Roman de Hornija.*
 8. * *Verona: S. Lorenzo.* — Dehio.
 - 9, 10. *Provinz Sevilla.*
 11. *Cordoba.*
 12. *Provinz Cordoba.*
 13. *Toledo.*
 14. *Cordoba.*
 - 15—17. *Provinz Cordoba.*
- Sämtliche Figuren, ausgenommen Nr. 8, nach den Monumentos arq. de España.

Tafel 35.

- 1, 3. *Paris: Montmartre.* — Lenoir: Statistique monumentale de Paris.
2. *Jouarre: Krypta.* — Gailhabaud.
4. *Merida.* — Mon. Esp.
5. * *Aachen: Palastkapelle.* — saec. 9. — Tornow.

Füllungen.

6. *Arles: Museum.* — Revoil.
7. *Sevilla.* — Mon. Esp.
8. *Civate: S. Pietro.* Bordüre in Stuck. — Dartein.
9. *Como: Unterkirche von S. Abondio.* — Boito.
10. *Toledo.* — Mon. Esp.
11. *Poitiers: S. Jean.* — De Caumont.
12. *Lyon: S. Jrenée.* — De Caumont.
13. *Bordeaux: S. Seurin.* — De Caumont.

Mosaik-Dekoration.

Tafel 36.

1. *Bethlehem: Marienkirche.* — Wanddekoration in Mosaik saec. 12 nach älteren Motiven, Architektur saec. 4. — De Vogué.
2. *Parenzo: Kathedrale.* — Die Marmorintarsien des Erdgeschosses und die Mosaiken zwischen den Fenstern sowie die Säulenstellungen wohl noch saec. 7, Halbkuppel und Ciborienaufsatz saec. 13. — Lohde bei Erbkam.

Tafel 37.

1. *Ravenna: S. Giovanni in fonte.* — saec. 5. — Nach v. Quast, Rahn, Photographie.

Konstruktion.

Tafel 38.

1. Steinfachwerk. Pfeiler aus dem Atrium der *Casa della fontana grande zu Pompeji*. — Bezold. — Mauer nach Fiorelli, relazione.
2. Steinfachwerk. Zwischenmauer im *Kolosseum zu Rom*. — Choisy, Fig. 97, 98 im Text S. 166.
3. Mauer aus Incertum mit Ecken aus Tuffziegeln und Retikulatverkleidung. *Pompeji*. — Bezold.
4. Mauer durch Nischen gegliedert, aus den *Thermen von Paris*. — Lenoir, Statistique monumentale de Paris I, pl. 3.
5. *Aeusseres von *Sta. Balbina zu Rom*. — Dehio & Bezold.
6. Obermauer von *Sta. Pudenziana zu Rom*. — Hübsch, Pl. VIII, Fig. 14, 15.
7. Obermauer von *S. Apollinare in Classe zu Ravenna*. — Hübsch, Pl. XXIII, Fig. 4.
8. Mauerbögen an *S. Giovanni in Fonte zu Ravenna*. — Hübsch, Pl. XV, Fig. 5.
9. System der *Arena zu Nîmes*. — Reynaud, Traité de l'architecture, Atlas II.
10. *Arena zu Arles*. Transversale Tonnengewölbe aus einzelnen Ringen ohne Verband. — Choisy, Pl. XVII, 1.
11. Tonnengewölbe aus Steinplatten auf Gurtbögen in den *Bains de Diane zu Nîmes*. — Choisy, Pl. XVI, 1.
12. Flachdecke aus Steinplatten auf Gurtbögen in der *Arena zu Arles*. — Choisy, Pl. XVI, 3.
13. Flachdecke aus Steinplatten auf Gurtbögen in der *Basilika zu Chaqqa in Zentralsyrien*. — De Vogué, Syrie centrale.
14. Tonnengewölbe in Gusswerk mit kontinuierlichem Backsteinrost. *Palatin zu Rom*. — Choisy, Pl. I.
15. Tonnengewölbe in Gusswerk, mit getrennten Backsteinrippen und Schalung aus Thonplatten. — Choisy, Pl. VI.

Tafel 39.

- 1, 2. Kreuzgewölbe in Gusswerk vom *Palatin* und aus den *Diokletiansthermen zu Rom*. — Choisy, Pl. VII u. IX.
3. Kuppel der sog. *Minerva medica zu Rom*. Gusswerk. Ueberführung des Zehneckes in den Kreis durch Gewölbezwickel. — Choisy, Pl. XI.
4. Kuppel von *Sta. Costanza bei Rom*. — Isabelle, édif. circ., Pl. 24.
5. Kuppel des *Pantheon* nach Piranesi. — Choisy, S. 85.
- 6—9. Ueberführung von Polygonen in den Kreis:
Fig. 6. Ueberkragung in horizontalen Schichten. *Kalybe zu Chaqqa in Zentralsyrien*. — De Vogué, Syrie.

Tafel 39.

6—9. Ueberführung von Polygonen in den Kreis:

Fig. 7. Ueberkragung in schräger Fläche mit schieflaufenden Stossfugen. Bogen zu *Lattaquich*. — De Vogué, Syrie.

Fig. 8. Gewölbezwickel in dem Oktogon der *Caracalla-Thermen*. — Bezold, vgl. auch Fig. 3.

Fig. 9. Gewölbezwickel in *Sta. Fosca auf Torcello*. — Bezold.

10—15. Strebesysteme:

Fig. 10. Konstantinsbasilika zu Rom. — Reynaud, *Traité de l'architecture*, Atlas II.

Fig. 11. Pantheon zu Rom. — Isabelle, édif. circ., Pl. 14, 15.

Fig. 12. Minerva medica zu Rom. — Isabelle, Pl. 23 bis 24.

Fig. 13. S. Vitale zu Ravenna. — Isabelle, Pl. 48.

Fig. 14. Sophienkirche zu Konstantinopel. — Salzenberg, Bl. X.

Fig. 15. Sta. Maria maggiore zu Nocera. — Hübsch.

