

umständlich zu bearbeiten und schwer zu versetzen sind. Sie müssen nach zwei Seiten hin passen und sind einmal in der Richtung der Bogenlinie, dann in der Nähe der Schichtsteine in verticaler Richtung in Anspruch genommen. Wir finden sie deshalb meist abgedrückt, namentlich wenn der horizontale Theil derselben etwas lang genommen wurde. (Vergl. Palmyra und auch neuere Bauten, wo dieselben zur Anwendung gekommen sind.)

Einen rationellen Steinschnitt finden

Fig. 126.

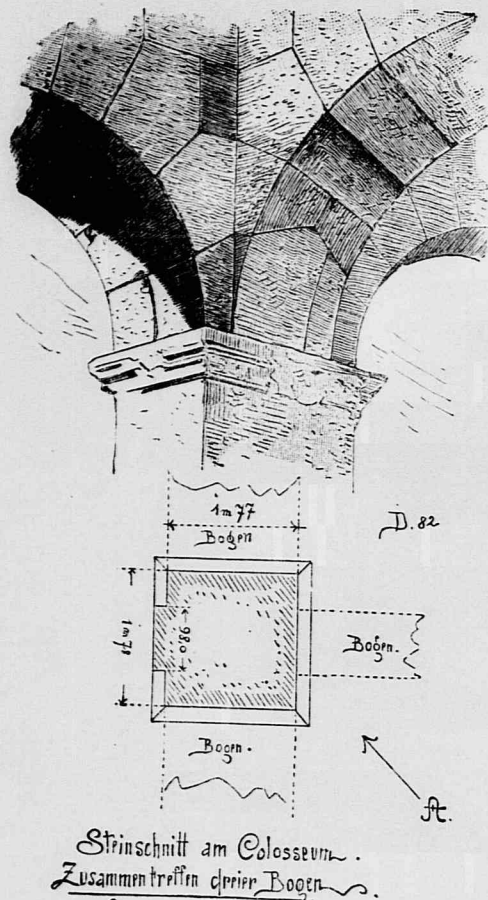
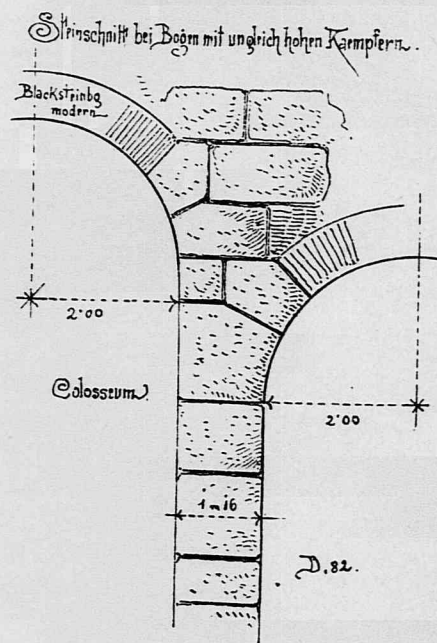


Fig. 127.



wir an den Bogen des Colosseum, dem Triumphbogen des *Sept. Severus* und des *Titus*, am Mausoleum des *Hadrian*, an der *Porta maggiore* in Rom (Fig. 125);

weniger schön und empfehlenswerth ist derselbe am Janus-Bogen und an den Bogen in Ferenti und Verona.

Eine Verdickung der Bogensteine nach dem Scheitel zu ist, den sog. Florentiner Bogen nicht unähnlich, am Triumphbogen in Orange ausgeführt, wobei übrigens die Verdickung formal nicht hervorgehoben ist.

Für den Steinschnitt beim Zusammentreffen zweier Bogen geben die Arcaden des Amphitheaters in Verona und des Theaters in Ferenti (Fig. 125), für einen solchen beim Zusammentreffen dreier Bogen auf einem Pfeiler Fig. 126 und für denselben bei Bogen mit ungleich hohen Kämpfern Fig. 127 den nöthigen Aufschluss.

Neben den Quaderbogen waren aber auch noch solche aus Bruchsteinen und Backsteinen oder aus beiden Materialien gemischt in Uebung, zu denen sich noch die aus Backsteinen und Gussgemäuer gefellten.

Gut erhaltene Beispiele solcher gemischten Constructionen sind uns u. A. im Dome und in *St. Barbara* zu Trier und in der *Villa Hadriana* bei Tivoli erhalten. An letzterem Bauwerke wechseln zwei behauene Tuffsteine mit einem Backsteine ab, in Trier dagegen zwei Backsteinschichten mit einer Kalksteinschicht und ein Backstein ganz regelmässig mit einem Kalksteine (Fig. 128 u. 129).

Eine eigenthümliche Construction von Backsteinbogen über einander findet sich im Gemäuer des Kaiserpalastes in Trier, welche an eine ähnliche Spielerei in der Kuppel des *Diocletian-Grabmales* zu Spalatro erinnert. Ueber Maueröffnungen von 92 cm Weite sind nicht weniger als 5 concentrische Mauerringe gespannt, die durch je eine Backsteinschicht von einander getrennt sind (Fig. 129). Bei den aus Backsteinen und Gussgemäuer hergestellten Bogen wurden meist nur die beiden Bogenstirnen und Gussgemäuer hergestellten Bogen wurden meist nur die beiden Bogenstirnen aus Vollsteinen hergestellt, die nach der Laibungstiefe durch große Plattenziegel mit einander verbunden worden sind. Die Zwischenräume dieses Bogengerippes wurden mit Gussmauerwerk ausgefüllt. Dadurch ist wohl an Ziegelmateriale gespart, dagegen mehr Kalkmörtel gebraucht worden; der Bogen selbst aber wurde an Gewicht leichter, wie ein gleicher aus Vollsteinen. Selbstredend mussten diese Bogen auf Schalung gemauert werden und bis zu einem gewissen Grade auf dieser erhärten. (Vergl. Kaiserpaläste in Rom, Fig. 130.)

Fig. 128.

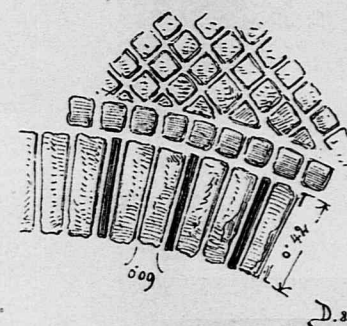


Fig. 129.

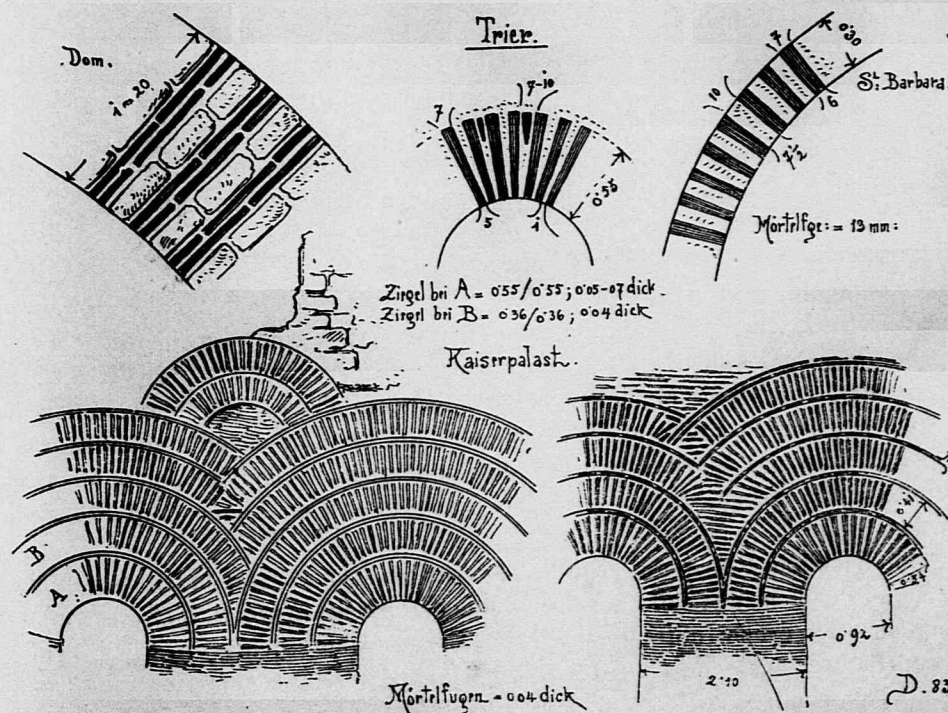
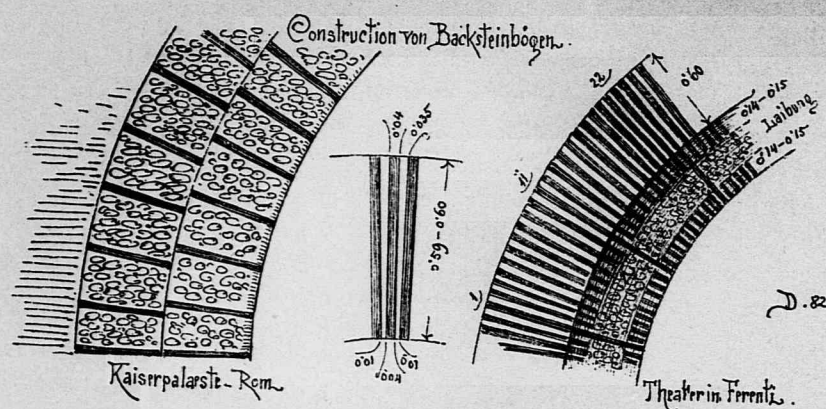


Fig. 130.

156.
Fries.

Der Fries wurde bei Quaderbauten gewöhnlich mit dem Architrav aus einem Stück gearbeitet (Tempel des *Antonin*, Saturn-Tempel, Goldschmiedepforte, Vorhalle des Pantheon in Rom, Tempel in Cori und Pompeji), mit lothrechten und mit Keilfugen, gleichgiltig ob der Architrav frei gelagert oder vorgekragt war; aber auch aus besonderen Stücken, die nach griechischem Vorbilde auf den Architrav gelegt sind, finden wir denselben hergestellt (*Constantin-Bogen*, *Fortuna Virilis* in Rom).

Bei Backsteinbauten wurde er aus den gleichen Steinen geschichtet, wie das Mauerwerk der Umfassungswände (*Deus Red.*, *Amphith. cast.* in Rom, Fig. 131).

157.
Hauptgesims.

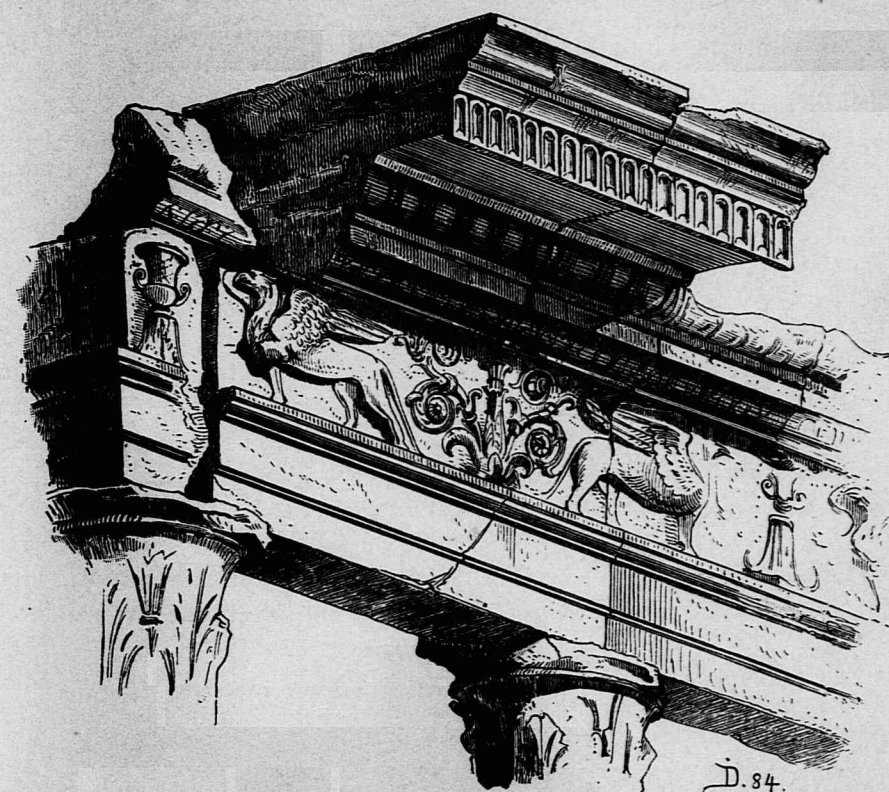
Das Hauptgesims mit feinen Untergliedern und der krönenden Sima wurde bei Anwendung von Marmor meist aus einem Blocke herausgearbeitet; bei grossen und mittleren Dimensionen treffen wir es auch geschichtet an. So besteht das Hauptgesims des Tempels des *Antonin* in Rom, das sich aus Sima, Hängeplatte und doppelten Untergliederungen zusammensetzt, der Höhe nach aus einem einzigen Block. Am Triumphbogen des *Sept. Severus* sind Architrav, Fries und das Untergesims bis zu den Zahnschnitten aus einem Stücke hergestellt, während Zahnschnitte, Karnies, Hängeplatte und Sima wieder für sich aus einem Blocke gemeißelt wurden. An der Vorhalle des Pantheon ist das grosse Consol-Gesims in seinem ganzen Aufbau der Höhe nach aus einem Stücke.

Das Bestreben, den ganzen constructiven und formalen Apparat der griechischen Architektur aus möglichst grossen Blöcken auf einmal herauszuhauen und zu versetzen, macht sich allenthalben geltend. Die kleine, oft kindliche Schichtung bei einzelnen Theilen der griechischen Quaderbauten wurde verlassen und machte einer, trotz ihrer Mässigkeit, ökonomischeren Platz. Der Materialverbrauch war bei den grossen Stücken ein geringerer, als bei den vielen kleineren, welche alle die Zugabe des Werkzollens oder das umschriebene Parallelepiped im Bruche verlangten; die Arbeit wurde verringert, weil die vielen Lager- und Stossflächen wegfielen.

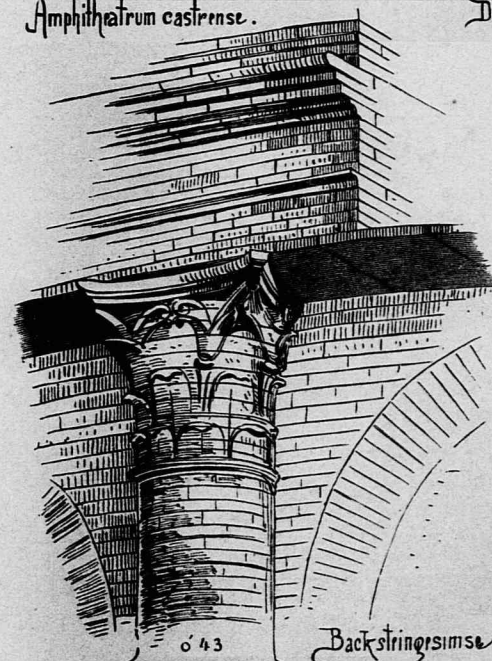
Bei Backstein-Rohbauten wurde das Gesims aus vorkragenden gewöhnlichen Steinen mit Zuhilfenahme einfacher Formsteine hergestellt (*Amphith. Cast.* in Rom), oder es wurden reich ornamentirte, besonders geformte Consol-Steine, Zwischenstücke etc. verwendet, welche die Formen des Haupteingefimses bei mässiger Ausladung wiederholten. Der constructive Unterschied bestand dann hauptsächlich in der Kleinheit

Fig. 131.

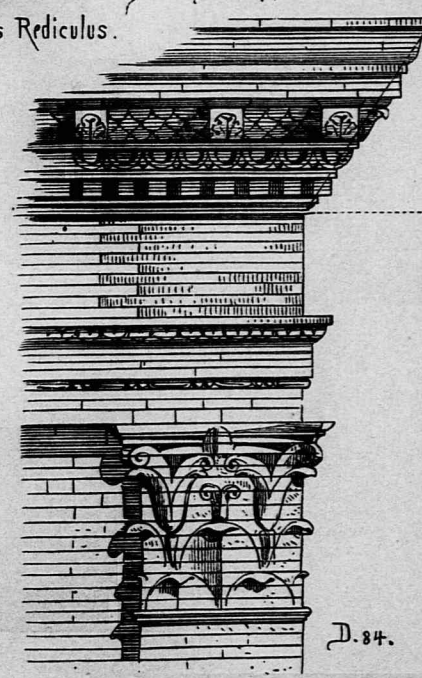
Stringesimse vom Tempel des Antonin u. der Faustina. (Rom.)



Amphitheatrum castrense.



Deus Rediculus.



Backstringesimse.

der Elemente und in der geringeren GröÙe der Ausladung. Beim Steingefims ist gewöhnlich die Höhe gleich der Ausladung, beim Backsteingefims die Ausladung nur $\frac{2}{3}$ der Höhe (vergl. *Deus Red.* in Rom, Hauptgefims, Fig. 131).

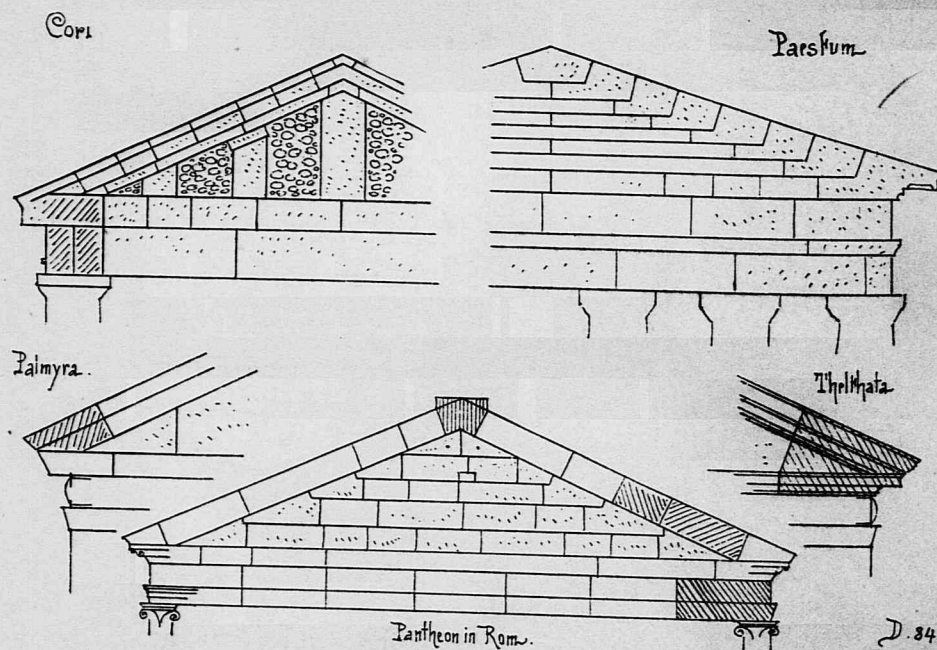
158.
Giebelgefims.

Die Giebelgefims wurden groÙsentheils nach den griechischen Vorbildern construiert. Jene sind zwar unter sich nicht alle conform; im Wesentlichen stimmen sie aber darin überein, daß die Giebelgefimsstücke wie die horizontalen Traufgefims geschnitten und auf die ansteigende Tympanon-Wand gelegt und dort gegen ein Abgleiten durch Dollen gesichert wurden. Als besonders rationell kann dieser Steinschnitt nicht bezeichnet werden; denn ohne die Sicherung durch die Dollen konnten die Gefimsstücke in das Gleiten kommen. Ein mächtiger Giebelanfänger, welcher aus dem horizontalen Trauf- und dem ansteigenden Giebelgefims zusammengesetzt war, d. h. der diese Theile in einem Stücke zusammenfaßte, wurde manchmal (Girgenti etc.) als Gegengewicht aufgesetzt, an den sich die schrägen Gefimsstücke anlehnen konnten. War dieser Anfänger mit dem unterliegenden Frieße fest verdollt und waren die Friesstücke unter sich durch Klammern verbunden, so kann man dieses Verfahren gelten lassen. Wir finden es angewendet am jonischen Tempel zu Thelthata im Libanon. Die bessere Construction, die Giebelgefims mittels Hakenquader herzustellen, welche ohne Metallverbindung vorzüglichen Halt hat und welche am kleinen Tempel in Paestum ausgeführt war, fand wenig oder keine Nachahmung.

Am Giebel des kleinen Tempels in Palmyra, am Pantheon in Rom ist der wohl sehr ökonomische, aber wenig empfehlenswerthe griechische Steinschnitt beibehalten.

Bei den horizontal geschichteten Tympanon-Quadern des Pantheon sind zum Theile die wenig haltbaren, spitzen Ecken derselben, beim Anschluß an das Giebel-

Fig. 132.



gefims, durch hakenförmige Einfätze vermieden. In Cori wurden unter die Stöße der Giebelgefimsstücke durch die Giebelwand bindende Steinpfeiler gestellt und der Raum zwischen diesen mit leichtem Mörtelgemäuer (*Opus incertum*) ausgesetzt (Fig. 132).

5. Kapitel.

Balkendecken und Gewölbe.

a) Holz-, Steinbalken- und Steinplattendecken.

Die Decken waren bei den Wohnhäusern und auch bei den öffentlichen Bauten, wo es galt, große Räume auf eine wenig kostspielige Weise zu überdecken, aus Holz hergestellt, wohl in der gleichen Art, wie dies zum Theile jetzt noch in Italien üblich ist. Die Balken wurden behauen oder gehobelt und blieben als Deckenbalken sichtbar; auf der oberen Seite wurden sie mit Bohlen, Platten oder Estrich belegt und dienten als Unterlage oder Gerippe für den Fußboden. Die cassettirten Flachdecken in Zimmern sind auch durch *Vitruv* (Lib. VII, 2) beglaubigt. Geschützt wurde die Oberfläche des Holzes durch Anstriche, Brett-, Metall- und Terracotta-Bekleidungen, oder es diente das Holzwerk bei reicher decorirten Räumen diesen kostbareren Materialien als Kern.

Bemalte Kasten-Terracotten aus Sicilien und Unter-Italien, die allerdings auf griechische Bauten zurückzuführen sind, geben uns noch Aufschluß über diese Art der Bekleidung. Was in Groß-Griechenland gegolten hatte, wird wohl auch, wenigstens in Süd-Italien, zur gleichen Zeit üblich gewesen sein. Die Art der Befestigung ist durch die Funde in Metapont klar gelegt worden.

Die in großer Anzahl vorhandenen, reliefirten und bemalten, 33 1/2 cm hohen Thonkasten zeigen seitlich viereckige Löcher, durch welche Kupfernägeln in das zu bekleidende Holzwerk getrieben wurden. Krumm gebogene Kupfer- (nicht Bronze-) Nägel stecken zum Theile noch in den Löchern; eine größere Anzahl von solchen, welche genau in die Oeffnungen passen, sind in den Glaskasten des sog. Museums in Metapont verwahrt. Sie messen durchweg 13 cm in der Länge, sind vierkantig und haben einen viereckigen Kopf (Fig. 133). Metall, Form und GröÙe lassen die ehemalige Befestigung im Holz außer allem Zweifel; eben so läßt der Umstand, daß die Terracotten auf der Rückseite nirgends Mörtelspuren, sondern die ganz reine Thonfläche zeigen, darauf schließen, daß dieselben nur gegen Holz verwendet wurden. Stücke in Syrakus (Museum daselbst) und Selinunt (Museum in Palermo und Castelvetro) zeigen die ähnlichen Befestigungsvorrichtungen und den gleichen Mangel an Mörtelspuren.

Da einzelne jener Stücke ganz platt sind und keine Profilanfätze haben, so mögen sie als glattes Mittelstück zwischen zwei Kastenstücken gefessen haben. Andere dagegen zeigen Profilanfätze und conische oder cylindrische Löcher sowohl auf dem bemalten, als dem unbemalten Schenkel (Fig. 133). Daß diese Stücke als Bekleidungen von Steingeis nicht gedient haben, wenigstens in dem Sinne nicht, wie dies in jüngster Zeit colportirt wurde, bedarf wohl keines besonderen Nachweises mehr.

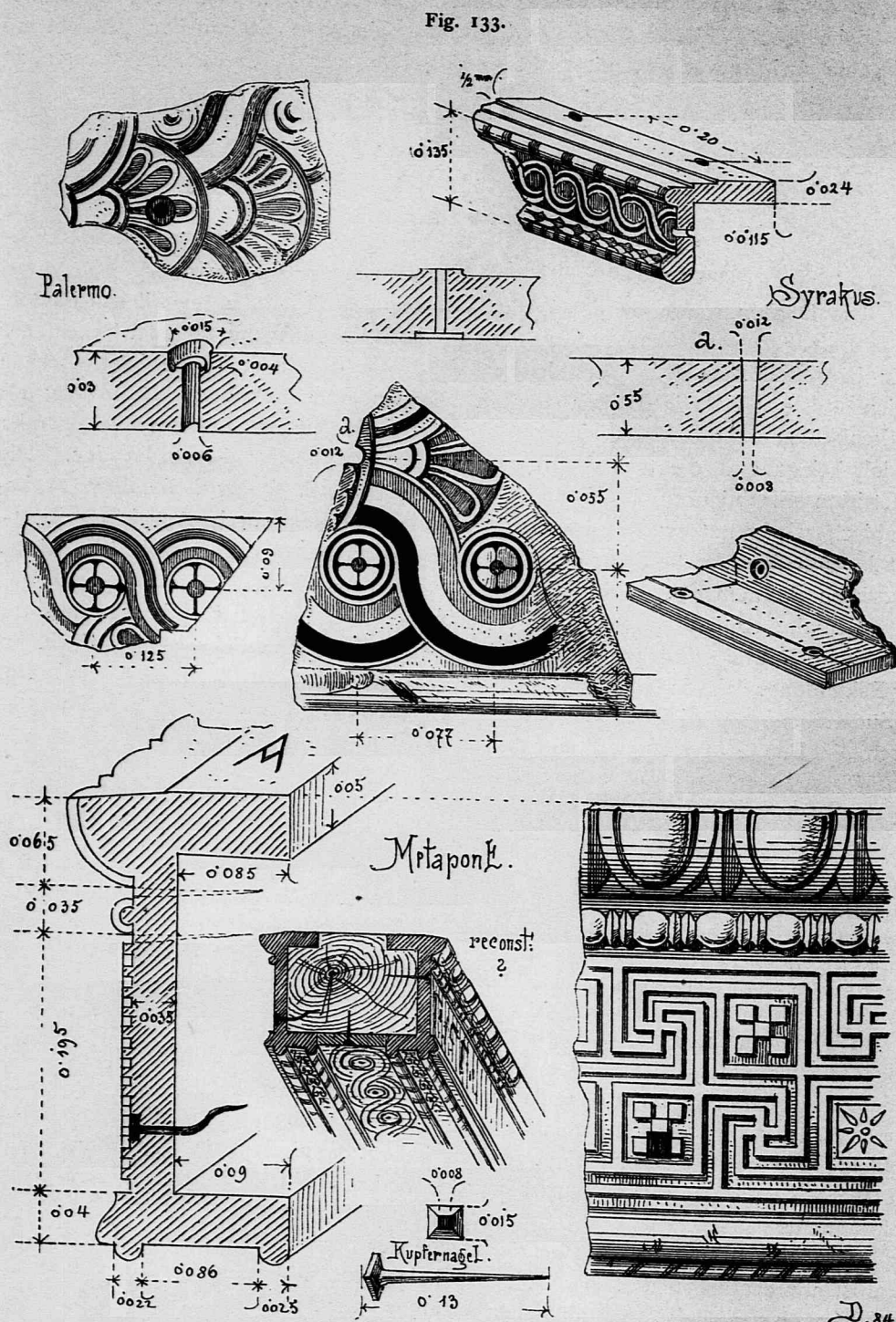
Steinbalken ersetzen, wie bei der Decke des Peribolos am griechischen Tempel, so auch am römischen mit der Zeit die hölzernen, und es ging dieser Materialwechsel auch auf die Decken ähnlicher, weniger tiefen, nach dem Freien sich öffnenden Räume über.

Mit Vorliebe wurde aber statt der umständlichen Balken-Construction auf die Deckung mit cassettirten Platten gegriffen, wie sie am Parthenon und Erechtheion bereits ausgebildet war.

159.
Holzdecken.

160.
Steinbalken-
decken.

161.
Steinplatten-
decken.



Bruchstücke von bemalten Terracotten mit Befestigungsvorrichtungen.

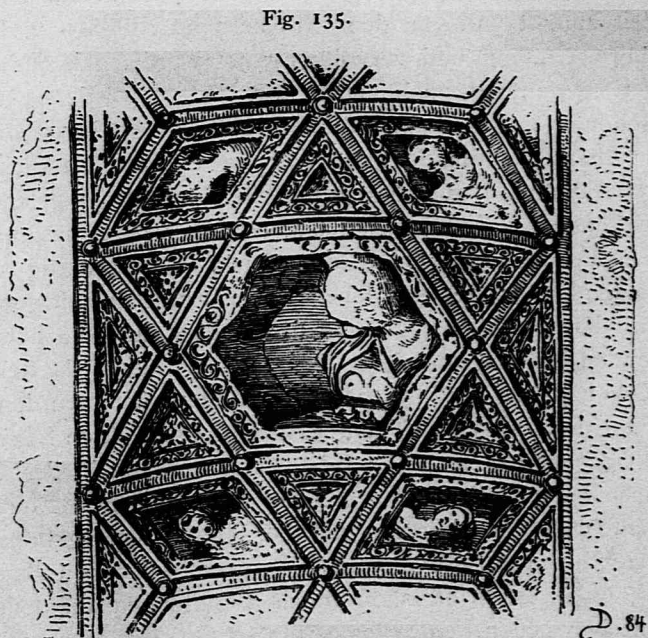
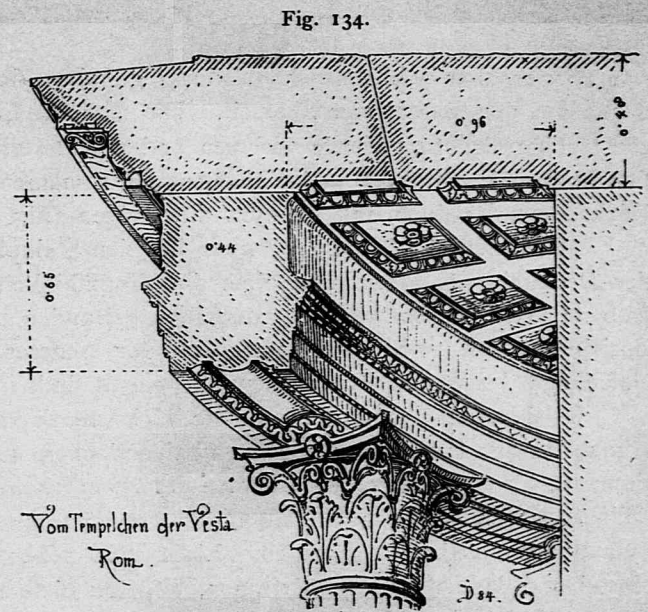
Derartig cassettirte Platten bedecken heute noch den Umgang am sog. Vesta-Tempel in Tivoli; sie wurden auch beim kleinen Tempelchen der Vestalinnen am Fusse des Palatin in Rom gefunden.

Während in Tivoli in besserer Weise die Cassetten-Platten aus schmalen Stücken bestehen, die einerseits auf der Cella-Mauer, andererseits auf dem Säulengebälke ihr Auflager haben und radial, ohne Rücksicht auf die Cassetten-Eintheilung, gestossen sind, waren sie am Tempelchen in Rom, bei dem allerdings nur 96 cm breiten Umgang, kreisförmig in schräger Fläche sich berührend, gestossen, d. h. sie bestanden der Tiefe nach aus zwei Stücken, von denen das eine auf dem Gebälke, das andere auf der Cella-Mauer ruhte (Fig. 134).

In beiden Beispielen ist die ursprüngliche Holz-Cassettendecke im Steine noch durchklingend. Die Zerlegung der Fläche in tragende Rippen und Verspannungsfüllungen ist übrigens auch bei Steinplatten eine constructiv rationelle Maßnahme,

die an schweren, weit ausladenden Gesimshängeplatten und Balconplatten bis auf unsere Zeit als richtig anerkannt und geübt wird. Das Bestreben, tragende und füllende oder verspannende Theile bei jeder raumbegrenzenden Fläche, sei sie Decke oder Wand, zu schaffen, ist heute bei jedem Material, aus technischen und ökonomischen Gründen, zum System geworden.

Beim gestemmtten Wandgetäfel, bei der gestemmtten Thür, der horizontalen Holzdecke, der mit Strebepfeilern verstärkten Steinwand, bei Gewölben und Metallgüssen — überall treffen wir dasselbe Princip, das sich formal ähnlich äußern kann, ohne



Cassettirte Steinplattendecke des Pristyls am Tempel in Ba'albek

dafs wir deshalb directe Uebertragungen der Formen von in der Technik zeitlich früher verwendeten Stoffen auf jüngere anzunehmen haben.

Freier, aber deshalb nicht stilwidrig, gestaltete sich die formale Seite der Platten-
decke bei den Bauten der Spätzeit. Die schlichte Eintheilung in quadratische oder
rechteckige Cassetten wurde verlassen und machte einem bewegten Linienpiel von
sich kreuzenden Streifen und Füllungen mit Ornamenten und Figuren Platz, wie die
Decken von Ba'albek und Palmyra dies zeigen (Fig. 135).

Die Cassetten (Füllungen) haben bei den Steinplatten den Zweck, das Gewicht
der Decksteine zu verringern, ohne die Tragfähigkeit zu schwächen; man ist des-
halb an keine bestimmte Form derselben gebunden. Ein Vorwurf in stiltechnischer
Beziehung trifft wohl die Holzdecken der späteren Jahrhunderte, auf welche die
Gefchlinge der Steinplattendecken übertragen sind, nicht aber diese selbst.

Im Haurân zwang die absolute Holzarmuth des Landes die Bauenden von
vornherein zur Herstellung von Steinbalkendecken, sowohl bei den einfachen Wohn-
zimmern, als bei den grofsen Räumen der öffentlichen Bauten. Die nicht sehr langen
Balken wurden von den Umfassungsmauern und innerhalb der Räume von einem
System von Gurtbogen getragen. Einer hart neben den anderen gelegt und mit
Mörtel und Sandschüttung übertragen, bildeten diese einfachen, im Querschnitt recht-
eckigen Steinbalken: Decke, Fußboden und Dach des Hauses.

b) Gewölbe.

Steinbalken und Steinplatten ermöglichten wohl eine absolut monumentale
Decke; zur Ueberspannung gröfserer Räume, namentlich wenn Freistützen thunlichst
vermieden werden sollten, reichten sie aber nicht aus. Das in Asien und Aegypten
schon früh in Uebung gewesene Wölben, das auch in Griechenland bei einigen
Grabkammern, Thoren und Gängen oder an Nützlichkeitsbauten in Alexandrinischer
Zeit auftritt und von den Etruskern im Utilitäts- und Schönbau (Canäle und Stadt-
thore) gepflegt und vervollkommenet wurde, gab das Mittel ab, auch dieser Anfor-
derung genügen zu können. Mit diesem wurde es möglich, Decken von gleicher
Solidität und Monumentalität herzustellen und zugleich die Umfassungsmauern des
zu überdeckenden Raumes weit aus einander zu rücken.

Während es der griechischen Kunst kaum gelang, einen geschlossenen, grofs
wirkenden Innenraum zu schaffen (man vergleiche nur alle Tempelinneren mit den
schmalen Schiffen und den ängstlich, stockwerkartig auf einander gestellten, decken-
tragenden Freistützen), sehen wir hier mit der Zeit gewaltige, mit Kuppeln, Tonnen-
und Kreuzgewölben überspannte Hallen und Säle herausreifen, die in ihrer imponi-
renden Grofsräumigkeit in der Baukunst einzig da stehen und an Grofsartigkeit und
Kühnheit der Leistung noch nicht übertroffen wurden; nur die byzantinische und
die Kunst der italienischen Renaissance mit ihren Leistungen von *Agia Sofia*, *Maria
dei Fiori* und *St. Peter* steht der römischen in der Technik des Wölbens und im
Schaffen mächtig und ergreifend wirkender Innenräume ebenbürtig zur Seite. Die
Einführung des Mörtels und der künstlichen, gebrannten Steine in die Baukunst
machte die Ausführung dieser grofsartig gefassten Baugedanken möglich.

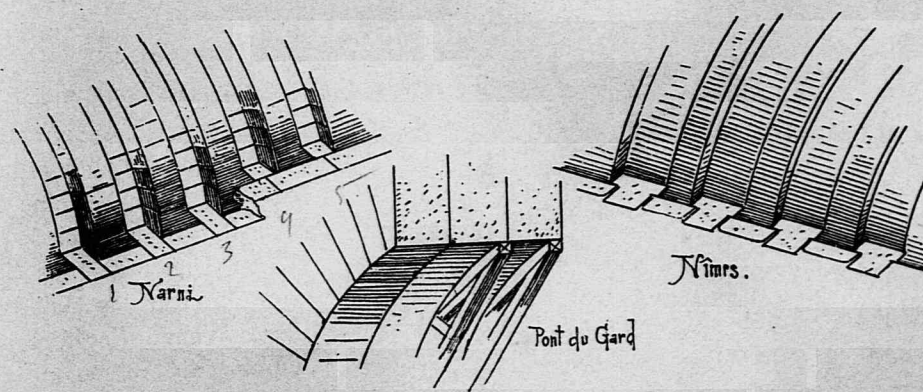
Die ersten etrusko-römischen Leistungen auf dem Gebiete des Wölbens wurden
mit behauenen, mörtellos gefügten Quadern ausgeführt, die sich in bescheidenen
Spannweiten bewegten. Diese Technik wurde nie ganz verlassen und bei gewissen
Gattungen von Bauten bis in die späteste Zeit beibehalten. Die Art des Wölbens

hing vom gerade zu Gebote stehenden Baumaterialie der einen oder anderen
Provinz, von dessen Qualität und mehr oder minder kostspieligen Beschaffung,
ferner vom Holzreichthum des Ortes, wo das Bauwerk errichtet werden sollte, ab.
War letzterer vorhanden oder konnte Gerüstholz billig beschafft werden, so war das
Wölben auf Schalung das leichtere und empfehlenswerthere und dann das mit
Backsteinen und Mörtel oder Gufsmauerwerk das rascheste und billigste.

Gewölbe-Constructions in Nîmes, Narni, Palmyra, der *Pont du Gard* etc. ver-
rathen in ihrer Ausführung oder verdanken ihre eigenthümliche Art wohl dem
Umfande, dafs man mit möglichst wenig Gerüst-Material auszukommen gezwungen
war. Beim *Pont du Gard*, der auf feinen Bogen Trinkwasser nach Nîmes leitete
und aus Augusteischer Zeit stammen soll, ist sicher aus genanntem Grunde die
verbandmäfsige Fügung der Bogensteine nach der Tiefe unterlassen worden.
Seine Gewölbe bestehen aus an einander gereihten, unabhängig von einander auf-
geführten Quaderbogen. Es brauchte jeweilig nur einer dieser Bogen eingerüstet
zu werden und nicht das ganze Tonnengewölbe. War ein Bogen hergestellt, so
wurde er ausgeschalt und der zweite auf dem gleichen, nun vorgerückten Gerüst-
Material begonnen u. s. f.

Von den aus Quadern hergestellten Tonnengewölben in Nîmes und Narni ist
das eine in tragende Bogenrippen und zwischengespannte Füllplatten zerlegt; das
andere zeigt eine verbandmäfsige Schichtung der Rippensteine mit den Füllquadern.
In einer Schicht binden die Rippenquader durch die ganze Dicke des Gewölbes;
in der darüber liegenden sind sie nur vor die eigentliche Gewölbeschale vorgefetzt
(Fig. 136), und die Füllungsquader gehen als Schicht ununterbrochen durch. Das

Fig. 136.



Quadergewölbe in Nîmes konnte mit einem einzigen Lehrbogen hergestellt werden,
indem jeder Gewölbebogen unabhängig vom anderen ausgeführt ist und die Füll-
quader ohne besondere Rüstung in die Falze der Rippenquadern eingestreift werden
konnten.

Beim Gewölbe in Narni war die Einschalung von 2 Rippenbogen nöthig, und
es konnte dann der der ersten Rippe beim 3., 5., 7. etc. Bogen wieder verwendet
werden, der der zweiten beim 4., 6., 8. etc.

Große Quadergewölbe bei Hochbauten sind vornehmlich in Syrien zur An-

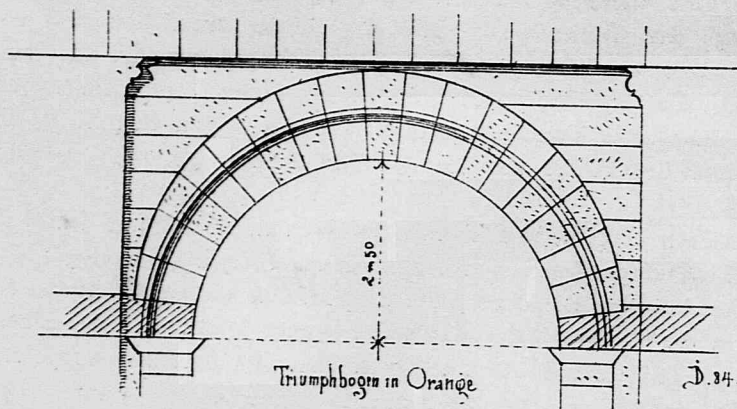
wendung gekommen, während auf italienischem Boden dem Backstein- und Gussgewölbe der Vorzug gegeben wurde. Beinahe alle bekannten Gewölbearten wurden mit den genannten Materialien hergestellt.

1) Tonnengewölbe.

Das einfache Tonnengewölbe finden wir in Grabkammern, über Tempel-Cellen, bei Triumphbögen, Thermen, Amphitheatern, Basiliken etc. ausgeführt.

α) Aus Quadern hergestellt, ist es entweder, wie gezeigt wurde, verbandmässig nach der Tiefe geschichtet, oder es besteht aus an einander gereihten Bogen.

Fig. 137.



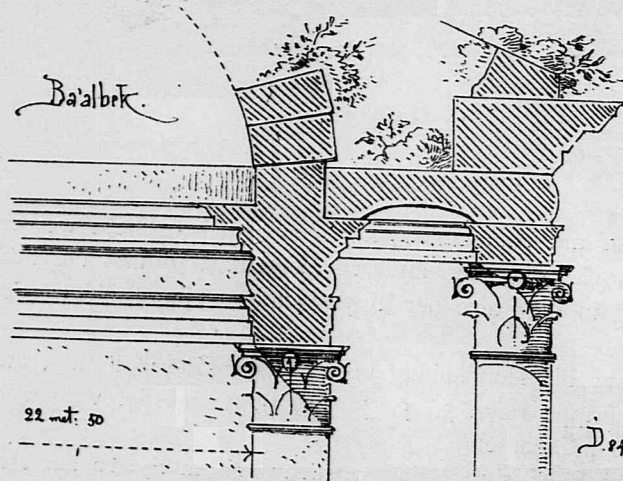
Meist kamen gleich grosse Schichtensteine, ohne Mörtel gefügt, in einzelnen Fällen durch Steinhaken oder Eisenklammern gegen Gleiten gesichert, zur Anwendung.

Kleine Tonnengewölbe sind in der Regel an der unteren sichtbaren Fläche glatt gelassen und gleichmässig stark

durchgeführt; Ausnahmen sind Verdickungen der Gewölbeschale gegen die Widerlager und Verdickungen gegen den Scheitel. Auf letztere ist bei den Bogen hingewiesen worden; sie finden sich auch bei den Tonnengewölben am mehrfach genannten Triumphbogen in Orange (Fig. 137).

In Rippen und Füllungen zerlegt sehen wir dasselbe bei den angeführten Beispielen von Narni und Nîmes. In Ba'albek treffen wir es 22,5 m weit gespannt über der Cella und Vorhalle; die ersten Schichten sind dort noch erhalten und ergaben

Fig. 138.



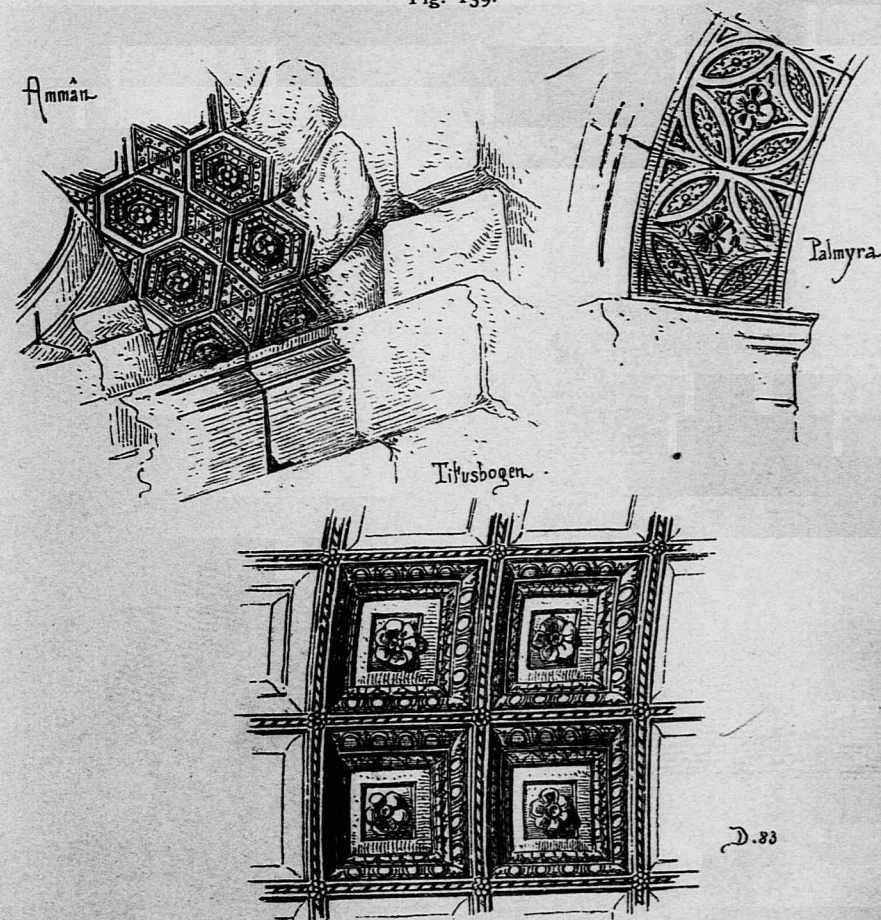
bei der Vorhalle eine Anfangsstärke der Schale von 1,67 m (Fig. 138); das Cella-Gewölbe war den Halbfäulen der Wände entsprechend durch schwere Bogenrippen gegliedert. Horizontale Verspannungsrippen in der Stärke der letzteren, also eine cassettenartige Gliederung der Tonne findet sich bei diesen grossen Quadergewölben nicht; die angebliche Uebertragung einer Holz-Cassettendecke auf die halbrunde Wölbungsfläche ist hier nicht

zu constatiren; eher erinnern sie in formaler Beziehung an die halbkreisförmigen, gerippten Decken der alt-indischen Tempelgrotten (Karli-Grotte, 150 v. Chr.). Die kleinen Tonnen der Triumphbögen machen hiervon eine Ausnahme; sie sind beinahe durchweg cassettiert (Fig. 139).

β) Aus Backsteinen hergestellt, bediente man sich entweder der gewöhnlichen Mauerziegel oder besonderer Formsteine. Letztere wurden nur bei Gewölben von geringer Spannweite verwendet, bei welchen man die Schalung vermeiden wollte oder musste. Dasselbe Princip der an einander gereihten Bogen ist dann, wie bei den Quadergewölben, durchgeführt.

Das Vorbild für diese Art zu wölben ist wohl in Assyrien zu suchen. Die Canalgewölbe von Khorabad bestehen aus an einander gereihten Ringen, die aus 7 plattenförmigen Formsteinen mit radialen Fugen zusammengesetzt sind. Die Ringe sind geneigt; das Gewölbe bildet deshalb weder auf der Innen- noch Aussenfläche eine ebene Fläche. Durch diese Neigung konnte die Schalung erspart werden. Ein Ring wurde auf den anderen in nicht zu dünnem Mörtel aufgelegt. Wurden die Formsteine grösser und blieb die Spannweite des Gewölbes klein, so konnte dasselbe ohne Schalung auch bei gerader Stellung der Ringe ausgeführt werden, wie dies ein Canalgewölbe in Eleufis zeigt (Fig. 140).

Fig. 139.



164.
Aus
Backsteinen.

Fig. 140.

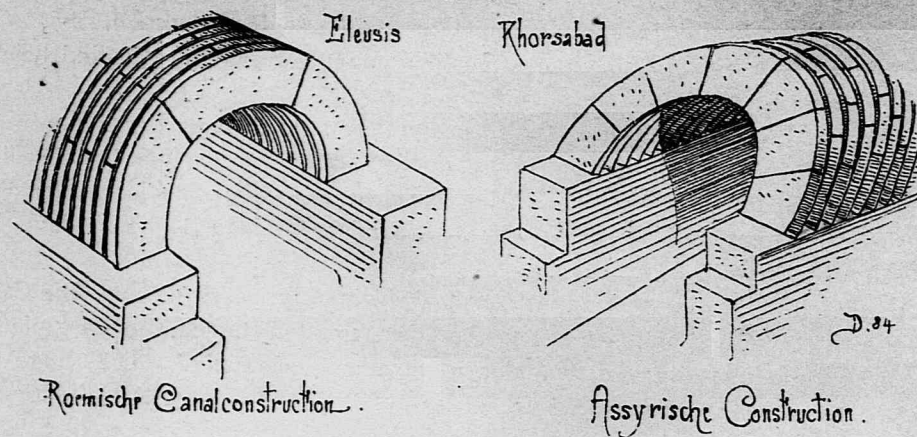
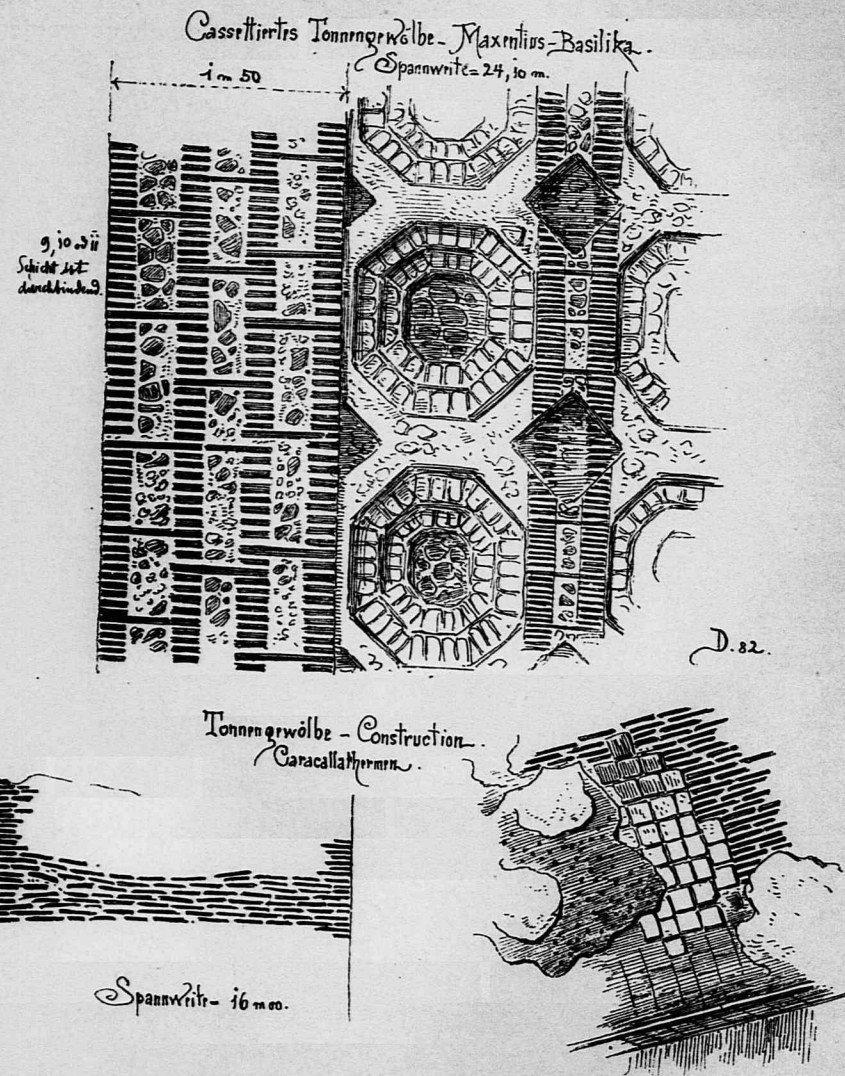


Fig. 141.



Das Tonnengewölbe einer Cisterne von $5\frac{1}{2}$ m Spannweite aus plattenartigen Backsteinringen, bei dem gewöhnliche, rechteckige Ziegel von 37×27 cm Breite und Länge und 3 cm Dicke verwendet wurden, ist am südlichen Abhange des Akropolis-Hügels in Athen vor einigen Jahren aufgedeckt worden. Bei dieser nach der sog. Moller'schen Methode gewölbten Tonne sind die Ringe durch 4 cm dicke, grobfandige Mörtelbänder von einander getrennt. Die großen, glatten Tonnengewölbe der späteren Zeit zeigen die heute noch gewöhnlichste Art der Wölbung mit Mauerziegeln, die verbandmäsig nach dem Centrum mit starken Mörtelbändern geschichtet sind; dabei ist die Schichtung nicht immer sehr sorgfältig, wie dies beispielsweise ein Tonnengewölbe von 16 m Spannweite in den Caracalla-Thermen zu Rom zeigt (Fig. 141).

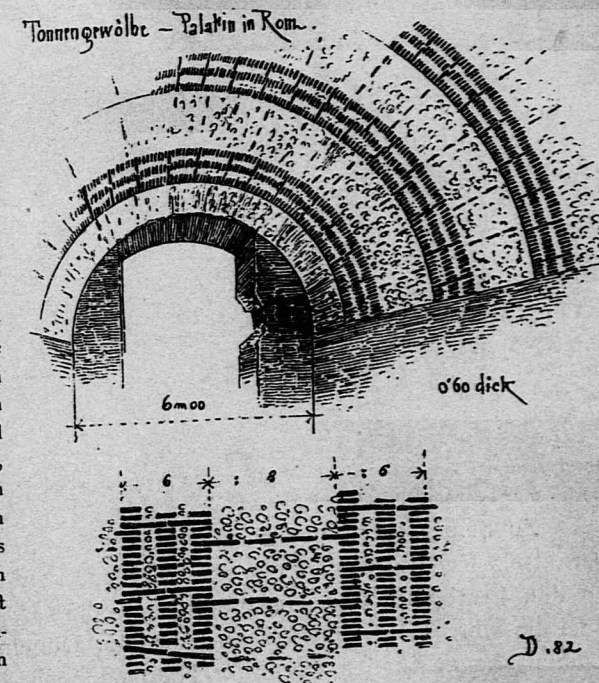
Die Wölbsteine wurden in vielen Fällen nicht unmittelbar auf die Bretterchalung aufgesetzt, sondern auf eine auf ihr ruhende Lage von kleinen, gut vermauerten Backsteinplättchen, die nach dem Ausschalen des Gewölbes von unten mit einem groben Mörtel abgeputzt und mit einem feinen Stucküberzug versehen wurden (Fig. 141).

Sollten vollständige Holzschalungen unterbleiben und nur Lehrbogen oder letztere und schmale, weit aus einander liegende Schalbretter bei der Ausführung der Gewölbe verwendet werden, so legte man auf jene zuerst große, 60 cm lange und breite Plattenziegel, dann kleinere quadratische Plättchen und setzte auf diese erst die Wölbsteine. Diese doppelte Plattenunterlage wurde aber meist nur dann angewendet, wenn das Gewölbe aus Gufsgemäuer hergestellt werden sollte.

γ) Aus Gufsgemäuer und Backsteinen gemischt hergestellte, glatte Tonnengewölbe mussten ganz auf Schalung ausgeführt werden und bis zu einem bestimmten Grade der Erhärtung des Mörtels auf dieser liegen bleiben. Bei solchen Gewölben wurde in Bezug auf das Material besonders rationell und ökonomisch verfahren. Sie bestanden aus einem System von Backstein-Gurtbogen, die unter sich und in sich durch größere Plattenziegel, in gewissen Abständen von einander, verbunden oder verspannt waren.

Die 6 m weit gespannten Tonnengewölbe der Bauten am westlichen Abhange des Palatin bestehen aus einer Reihe von Backsteinbogen, die sich aus 3 von Platten durchschossenen Ringen zusammensetzen und die in Entfernungen von einander stehen, welche etwas größer als die Backsteinbogen breit sind. Letztere sind wieder durch Plattenziegel verbunden, welche alle 9 bis 11 Schichten von einem Bogen zum anderen übergreifen (Fig. 142). Dieses Gerippe ist keineswegs sehr sorgfältig und genau regelmäßig ausgeführt (Choisy macht in seinem ausgezeichneten Werke die Constructionen

Fig. 142.



165.
Aus
Gufsmauer-
werk.

durchweg in der Zeichnung schöner, als sie in Wirklichkeit sind); aber ein gutes Backstein-Material und ein noch besserer Mörtel liefen über den Fehler — den Mangel an Genauigkeit — hinweg.

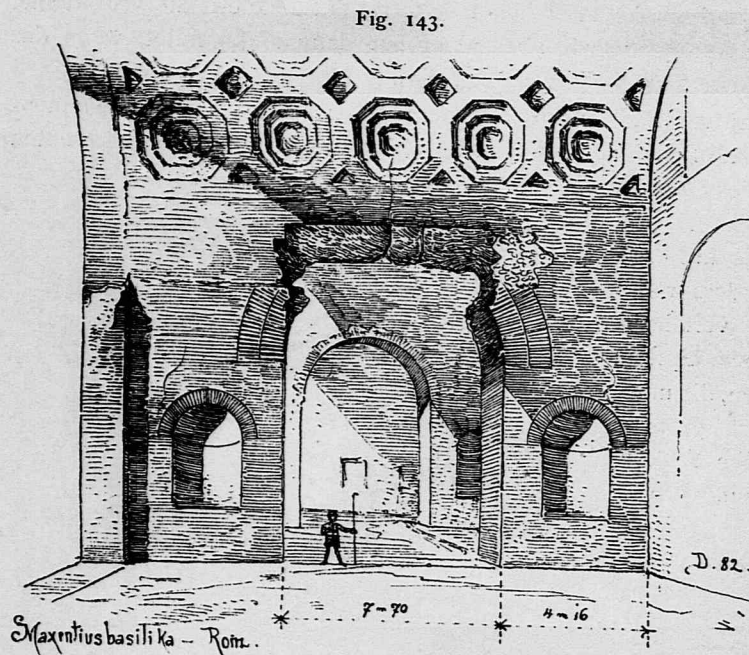
Die Zwischenräume, welche dieses Gewölbegerippe frei liefs, wurden mit einem Gemisch von kleinen Tuff- oder Backsteinbrocken und Mörtel ausgefüllt, und es bildete das Ganze zusammen eine gleichmäfsig starke Schale von 60 cm Dicke. Rippen und Füllmauerwerk verbanden sich und erstarrten beim Erhärten zu einer Masse, deren Zusammensetzung unter der schmückenden Putzfläche dem Auge wieder entzogen wurde; die ursprünglich thätigen Theile wurden bei der Gewölbe-Decoration nicht ausgezeichnet, oder sie wurden nicht besonders sichtbar hervorgehoben.

Die Flächen der Gewölbe wurden aber auch belebt und das Gewicht derselben erleichtert durch Anordnung von Cassetten, die in Gestalt von regelmäfsigen Vielecken, Quadraten, Rechtecken, Rauten, Drei- und Achtecken etc. in wechselvollem Muster sich ausbreiteten. Das Princip der unter sich verbundenen, aus Ringen construirten Bogen wurde aber auch hierbei nicht verlassen, wie die grandiosen, 24 m weit gesprengten Tonnen der *Maxentius-Basilika* in Rom beweisen (Fig. 141).

Man kann nicht sagen, dafs die in der Stärke von 2 Thonplatten ausgeführten Stirnbogen derselben besonders schön ausgeführt wären; die Steinfugen gehen nach allen möglichen Centren, nur nicht nach dem der Bogenform, und doch haben die noch

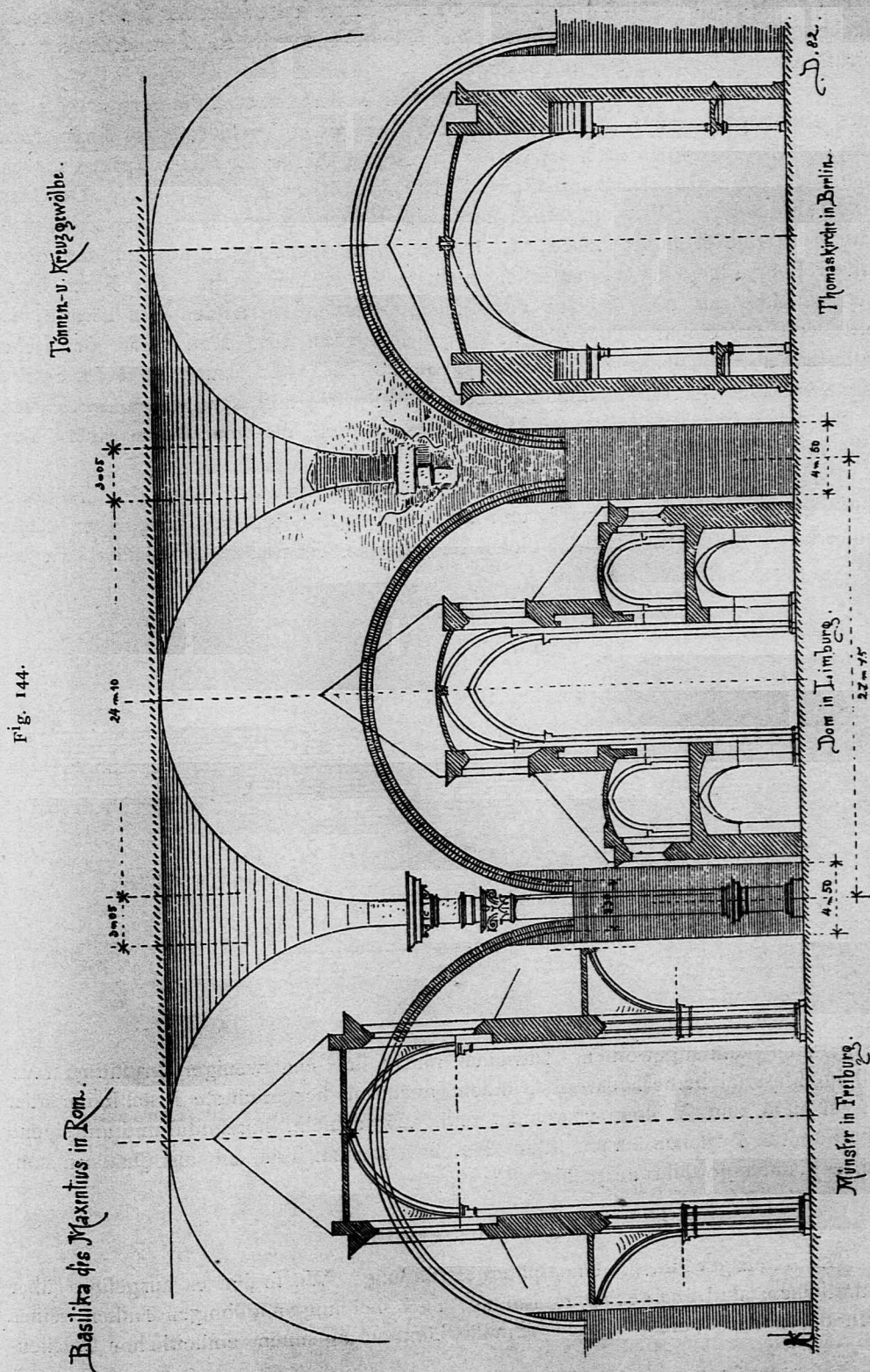
stehenden, über 1 1/2 Jahrtausend alten Tonnen keinen Scheitelrifs aufzuweisen. Wie hoch die Bindekraft eines guten Mörtels mit der Zeit zu veranschlagen ist, davon giebt das den Bestand des Bauwerkes nicht alterirende Ausbrechen eines beinahe 8 m weiten Bogens einer Zwischenwand, auf welcher die beiden mächtigen Tonnen zusammentreffen, ein Beispiel (Fig. 143).

Der Vergleich mit anderen gewölbten Bauwerken späterer Zeiten läfst die Gröfse dieser frühen Leistung noch mehr bewundern. In die mit Tonnengewölben



überspannten Räume der Seitenschiffe wären beispielsweise der Dom in Limburg, die Thomas-Kirche in Berlin etc. bequem einzustellen (Fig. 144).

Zu bemerken ist noch, dafs bei diesen Gewölben schwere Stuckverzierungen mittels Eisenstiften fest gemacht wurden, von welchen sich zahlreiche Exemplare an den herabgestürzten Gewölbestücken der *Maxentius-Basilika* nachweisen lassen, oder sie wurden an eingesetzten hölzernen Dübeln befestigt, von welchen einzelne Laibungsbogen in den *Caracalla-Thermen* noch Reste zeigen.



166.
Bogenform.

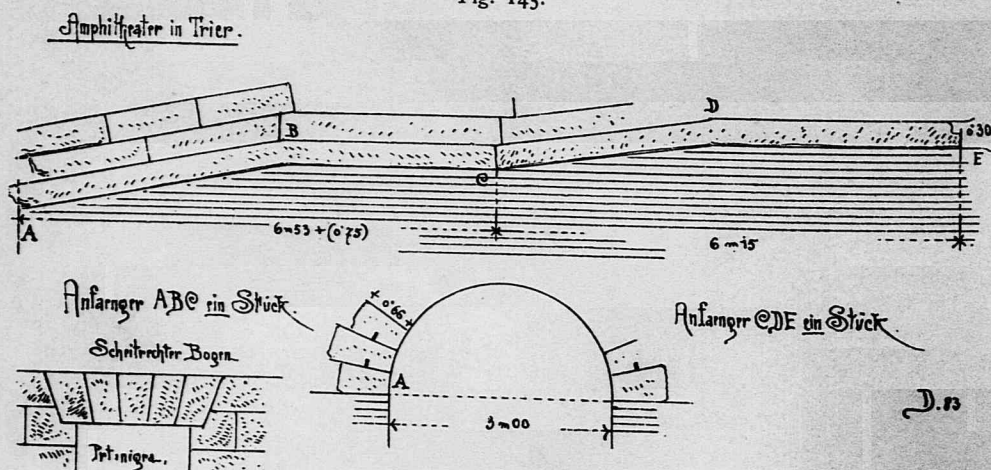
Bei diesen Tonnengewölben war die Bogenform entweder der Rund- oder der Flachbogen; letzterer wurde meist nur bei Klein-Constructionen, Zimmerdecken von Privathäusern (Pompeji) etc. angewendet.

Bei Stirn- und Laibungsbogen findet man beinahe überall die verquickte Form eines Rundbogens, der am Kämpfer um ein Weniges im Verhältniß zur Spannweite, etwa 0,30 bis 1,20 m, je nach der Gröfse der Bogen, hinter die Pfeilerfluchten zurückgesetzt ist (*Caracalla-Thermen*, *Maxentius-Basilika*, *Minerva Medica* etc.). Der hierdurch entstandene Absatz ist durch lothrecht bis zur Bogenfläche emporgeführtes Mauerwerk wieder ausgeglichen, so dafs die reine Rundbogenform bei der decorativen Behandlung der Bogenstirnen nicht mehr vorhanden ist. Die Form ist zu unentschieden, als dafs sie aus ästhetischen Gründen entstanden sein könnte; sie dürfte wohl aus einem technischen Vorgange abzuleiten sein. Man wollte den Lehrbogen ein unverrückbares Endauflager geben und die Unterbolzung an diesen Stellen sparen, wie dies heute noch allenthalben gemacht wird, und dazu waren die Abätze an den Kämpfern das geeignete Mittel. Man opferte die reine Form einem Vortheile in der Ausführung.

167.
Aufsergewöhnliche
Ausführungen.

Mit steigendem Scheitel treffen wir das Tonnengewölbe über den Treppenhäufen in den Amphitheatern⁹³⁾ und als Ringgewölbe bei den Umgängen dieser Bauwerke. Constructiv sind bei diesen die gleichen Grundsätze entwickelt, wie bei

Fig. 145.



den geraden Tonnengewölben. Zuweilen macht sich eine weniger sorgfältige Auswahl im Material bemerkenswerth, indem auch roh hergerichtete Bruchsteine oder Flufsgeschiebe zum Wölben verwendet sind. Abwechselnd horizontal und ansteigend in bestimmten Zwischenräumen ist im Amphitheater zu Trier ein aus Quadern constructirtes Tonnengewölbe ausgeführt (Fig. 145).

2) Kreuzgewölbe.

168.
Gestaltung.

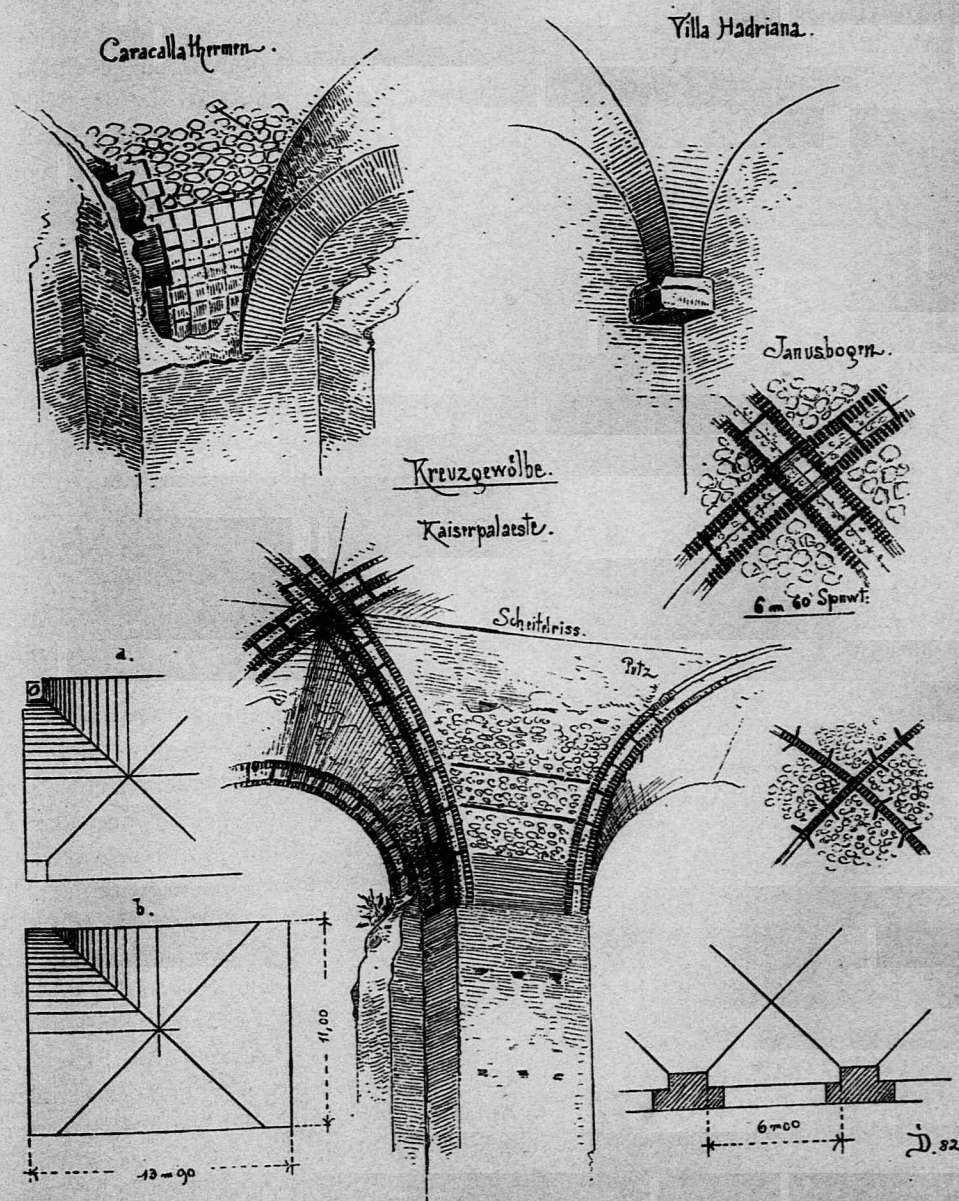
Das Kreuzgewölbe ist eine spätere Erfindung. Wir finden es ausgeführt über quadratischem und rechteckigem Raume, auch bei langen oblongen Hallen, eines neben das andere gesetzt, durch schmale Tonnen zu einem einheitlichen Decken-

⁹³⁾ Im großen Theater in Gerafa sind die steigenden Gewölbe aus staffelförmig gestellten Bogen constructirt.

system verbunden, bei geschlossenen und stark durchbrochenen Umfassungsmauern, die oft zu vier Begrenzungspfeilern mit nach vier Seiten offenen Bogen zusammen-schrumpfen.

Bei quadratischen Räumen wachsen die Diagonalbogen unmittelbar aus den Pfeilerecken heraus (*Kaiserpaläste*, *Janus-Bogen* etc.), oder in die Ecken gestellte Säulen mit einer tief einbindenden Kämpfergesimsplatte nehmen die Gewölbeanfänger auf, oder bei Wiederholungen tragen vorgestellte Wandfäulen auf vollständig entwickelten Gebälken die Gewölbe. Architrav, Fries und Gesimse ruhen dann nicht einzig und allein auf den Wandfäulen; sondern sie sind noch tief in das Wandmauerwerk eingespant (vergl. *Villa Hadriana*, *Maxentius-Basilika*, *Diocletians-Thermen* etc.).

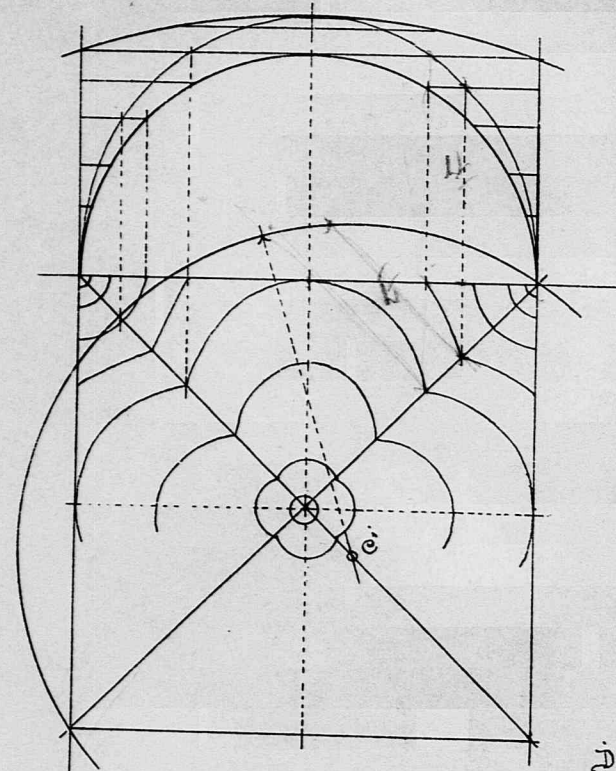
Fig. 146.



Bei rechteckigen Räumen ist das Kreuzgewölbe eine Durchdringung von zwei ungleich langen Tonnen, die den gleichen Durchmesser haben. Der Scheitelpunkt des Gewölbes fällt im Grundriss mit dem Schwerpunkte der Figur zusammen. Die Anfallpunkte der Diagonalbögen sind daher nicht in den Mauerecken; sondern ein jeder ist halb so weit von diesen entfernt, als die Länge die Breite des Raumes überragt, und alle vier Wandbögen haben die gleiche Form und Gröfse. Diese Anordnung hat den Vortheil, dafs sie die Stücke der Querwände, welche von den Tonnen getroffen werden, als Strebepfeiler für das Kreuzgewölbe erscheinen lassen und eine Durchführung der Langwände in geringerer Dicke gestatten (vergl. *Caracalla*-Thermen in Fig. 146).

Technische und formale (decorative) Gründe führten wohl mit der Zeit zu einer Erhöhung des Gewölbescheitels über den höchsten Punkt der Wandbögen und liefsen eine weniger scharfe Betonung, d. h. Abflachung der Grate wünschenswerth erscheinen. Sie führten zu einer bestimmten Art von Kreuzgewölben, die in den Grabkammern vielfach wiederkehrt und bei der die Grate in der Nähe des

Fig. 147.



Kreuzgewölbe dessen Diagonalbögen der Theil einer Kreislinie.

169.
Kreuzgewölbe:
Aus
Quadern.

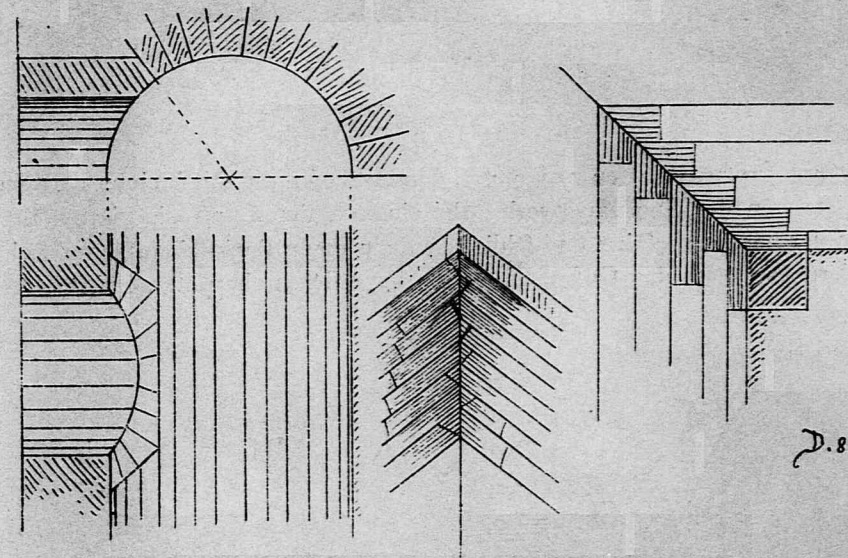
a) Kreuzgewölbe aus Quadern. Die Römer des Abendlandes vermieden bei Quadergewölben gern die Durchdringungen; sie legten lieber die Kämpfer der sich schneidenden Gewölbe verschieden hoch. Die Römer des Orientes, die Klein-Afiaten und Syrer nahmen dagegen die interessante Steinschnittaufgabe auf. In den

Kämpfers noch lebhaft vortreten, sich aber von da gegen den Scheitel immer mehr verflachen, um sich schliesslich in der Höhlung einer kugelförmigen Fläche ganz zu verlieren. Sie wurde in der Folge besonders von den byzantinischen Architekten cultivirt und blieb auch in der neueren Kunst in Italien fogar bis heute in Uebung. (Vergl. Stenzen *Raffaels* in Rom, *Loggia des Pal. Doria* in Genua u. a.) Um die genannten Anforderungen zu erfüllen, durfte der Diagonalbogen des Gewölbes keine Ellipse, sondern er musste ein Theil eines Kreisbogens sein, und das Gewölbe war um so fester, je höher der Scheitel desselben angenommen wurde (Fig. 147). Die Horizontalschnitte zeigen deutlich das Verlaufen der Anfangs scharfen Gratecken nach dem Scheitel zu.

D. 84.

Substructionen von Ba'albek begegnet man aus Quadern construirten Kreuzgewölben, die genau denselben Steinschnitt mit hakenförmigen Gratsteinen zeigen, wie wir ihn heute im gleichen Falle zu machen gewohnt sind. In Gerasa (Djersa) und Pergamon treffen wir bei der Construction des Grates statt der Hakenquader ein verbandmässiges Uebergreifen der Schichtenquader des einen Gewölbes über die des anderen, wie wir es heute noch bei Backsteingewölben ausführen (Fig. 148).

Fig. 148.



D. 84

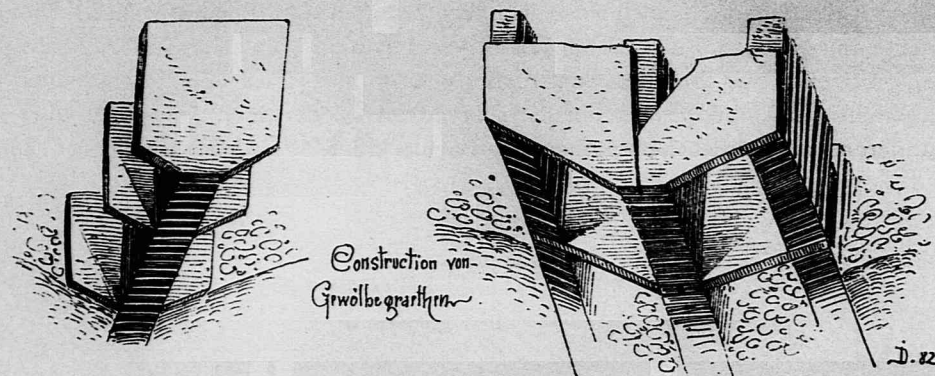
Hatten die sich schneidenden Gewölbe bei gleicher Kämpferhöhe nicht den gleichen Durchmesser, so entstanden die Stichkappen. Sie wurden in Pergamon (nach *Curtius* II. Jahrh. vor Chr.) für sich tragend ausgeführt, dabei die Wölbsteine nach der Fläche des geschnittenen Gewölbes so abgerichtet, dafs die Steine des letzteren leicht angepasst werden konnten (Fig. 148). Mörtel wurde bei diesen Quader-Constructionen nicht angewendet.

β) Kreuzgewölbe aus Backsteinen und Gufsgemäuer wurden bis zu einer Spannweite von 24,5 m (*Maxentius*-Basilika) ausgeführt. Stirnbogen und Grate wurden aus Backsteinringen mit Plattenziegeln durchschossen, ähnlich wie dies bei den Tonnengewölben erläutert worden, hergestellt. Je nach der Spannweite der Gewölbe sind diese Ringe einfach, doppelt (Janus-Bogen) oder dreifach (Kaiserpaläste) ausgeführt; die Plattenziegel sind in allen Fällen nach der Wölbungsfläche abgekanthet; andere durchziehen radial gestellt die Gewölbeflächen. Die Zellen zwischen diesem Ziegelgerippe sind, wie gezeigt worden, mit Gufsgemäuer ausgefüllt, das so dick, als jenes geschichtet wurde. Diagonalrippen und Stirnbogen verschwanden auch hier wieder unter dem in gleicher Weise das Füllgemäuer deckenden Putz (Fig. 149). Neben den glatten Gewölbeflächen waren auch hier, wie bei den Tonnen, Cassettirungen in Uebung.

Bei einem Kreuzgewölbe über rechteckigem Raum in den *Caracalla*-Thermen sehen wir die Anfänger (Fig. 150, Strecke von *b* bis *a*) massiv aus Backsteinen herausgemauert und in der gleichen Ebene mit diesen, von *a* bis zum Scheitel, die

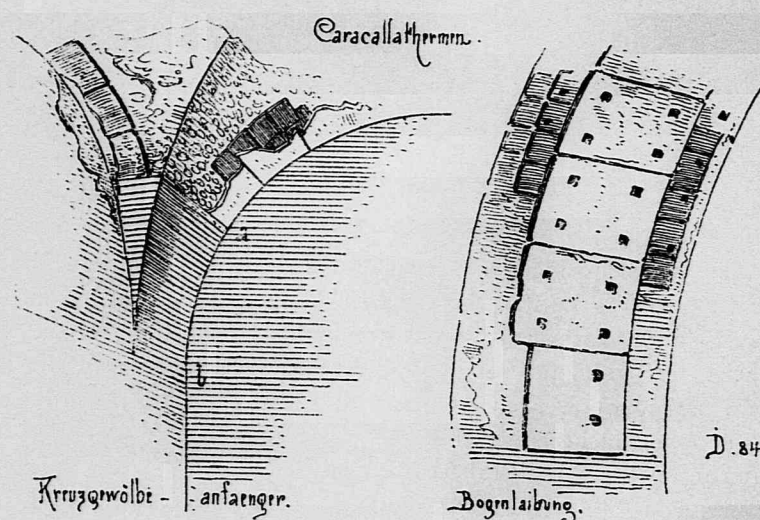
170.
Aus
Backsteinen
und Gufs-
mauerwerk.

Fig. 149.



Schalung mit großen Platten aufgesetzt, hinter dieser die mit kleinen Plättchen und auf den letzteren das Gussmauerwerk. Bei einem anderen sind die Plattenschalen bis zum Kämpfer heruntergeführt und schließen dann einen Backsteinanfänger wohl nicht ein; sondern es dürfte das Gussgemäuer bis zu ersterem heruntergeführt sein.

Fig. 150.



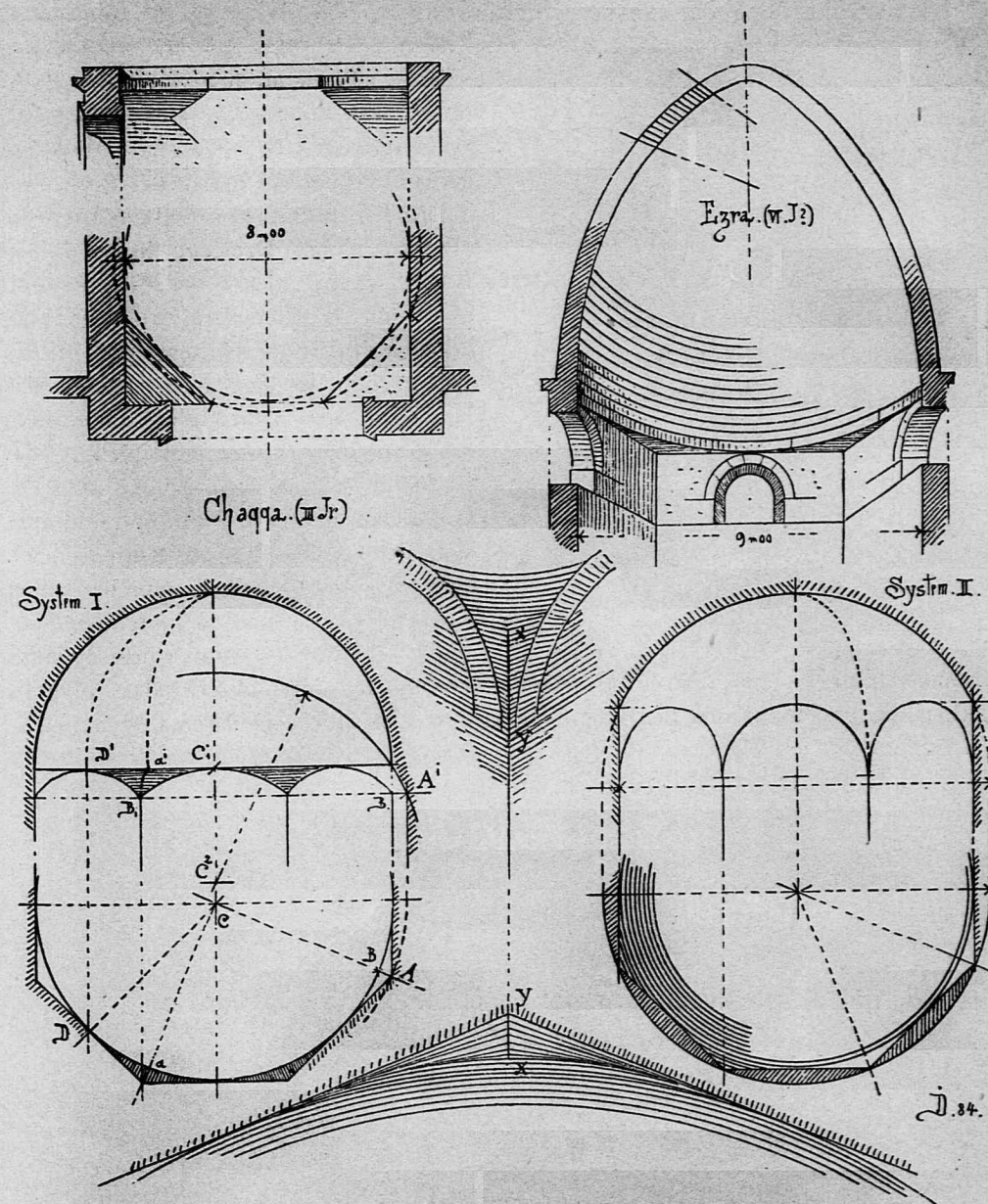
3) Kuppelgewölbe.

171.
Entwicklung.

Das Kuppel- oder Kugelgewölbe in seiner einfachsten Form, ohne Durchbrechung, Gliederung und Lichtring, ist, nach Relief-Darstellungen zu schließen, wohl schon früh in Assyrien und wahrscheinlich noch früher in Chaldaea ausgeführt worden und fand erst verhältnismäßig spät seinen Weg nach Rom. Die ersten Kuppeln wurden durch horizontale Ueberkrugung (vergl. die Schatzhäuser) oder durch schwach nach dem Horizonte geneigte Ringschichtungen hergestellt; dabei war die älteste Form mehr conisch gestreckt, als genau halbkugelförmig. Zuerst über kreisrundem Raume errichtet, reihen sich später die Versuche über zehneckiger, achteckiger und quadratischer Grundform an.

Während bei runden Räumen das Aufsetzen der Kuppel ohne Weiteres erfolgen konnte, waren bei den polygonalen besondere Vorrichtungen nöthig, um den

Fig. 151.



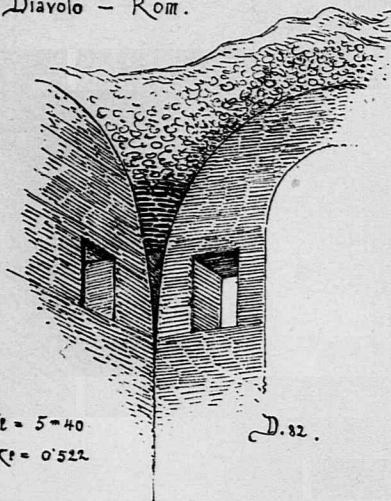
Uebergang von den Polygonecken nach der Halbkugel zu ermöglichen. Die römischen Baumeister im Haurân stellten Anfangs den Uebergang durch Steinplatten her (Fig. 151), eine Constructionsweise, die übrigens nur bei kleinen Räumen angewendet werden konnte. Im Abendlande erleichterten die polygonalen Räume den Uebergang, und diesen um so mehr, je mehr Seiten das Polygon hatte. War der Durchmesser der Kuppel gleich dem des dem Vieleck eingeschriebenen Kreises, so faß das Kuppelgemäuer in der Nähe der Mitten der Polygonseiten auf eine Strecke weit auf der Umfassungsmauer (vergl. *D* in System I) und trug sich nur über die einspringenden Winkel frei hinaus (*B*, *D*, *a*¹, *C*¹).

172.
Pendentifs.

Die natürlichste Form für die Unterstüzungen oder Uebergänge an diesen Stellen war das sphärische Dreieck; in ihm ist der Ursprung der Pendentifs zu

Fig. 152.

Kuppelgewölbe über quadrat. Raum.
Sedia del Diavolo - Rom.



Spannweite = 5-40
Mauerstärke = 0-522

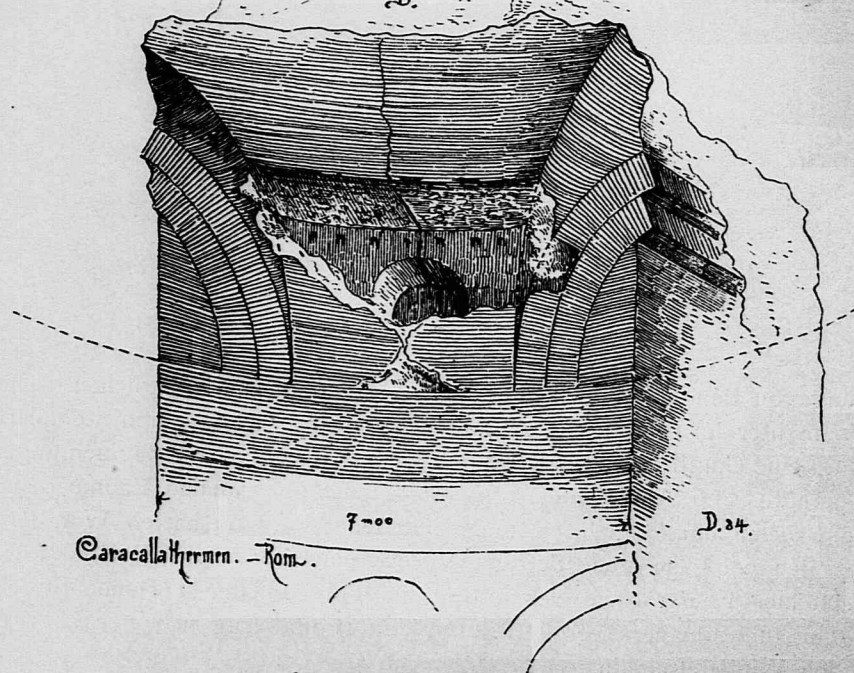
mit einer Halbkugel auszuführen. Ein Schnitt durch Centrum und Ecke des Polygons ergab einen grössten Kreis der Kugel. Die Dreieckszwickel zwischen den Scheitel-

fuchen. Die Anfänge derselben zeigen sich schüchtern an den römischen Backsteinbauten, bei der sog. *Minerva Medica*, den Gräbern an der *Via Praenestina* und einigen Polygon-Räumen der *Caracalla-Thermen*. Bei diesen haben aber die unterstützenden Dreiecke keine reinen Kugelflächen, indem der Uebergang noch durch successive Ueberkragung horizontaler Schichten hergestellt ist. Es ergibt sich deshalb mitten durch das Pendentif ein Grat, der nach dem Kuppelanfang zu verläuft (Fig. 151, System I, *xy* im Grund- und Aufriss). Die Form ist noch eine unbestimmte. War der Durchmesser der Kuppel gleich dem des dem Vieleck umschriebenen Kreises, so hatte man die Durchdringung eines acht- oder zehnfachen Prismas

Fig. 153.

Grosse Röhre. Kuppel mit Bogen u. Stichkappen.

D.



Caracallathermen. - Rom.

7-00

D. 84.

punkten und dem Anfallspunkte zweier Wandbogen waren dann Bestandtheile der Kuppel (Fig. 151, System II). Ueber einem quadratischen Raume von 5,40 m Seite finden wir das Kuppelgewölbe aus Backsteinen ausgeführt in einem Grabe an der *Via Nomentana* bei Rom, in der sog. *Sedia del Diavolo* (Fig. 152).

Wieder waren es die Römer des Ostens, die aus dem Rahmen des schüchternen Versuches heraustraten und uns in Quadern und in Backsteinen construierte Kuppeln auf Pendentifs über quadratischen Räumen schufen. Sie wurden in den Ruinen von Gerafa (Djerasch) und in Kleinasien im Mäander- und Hermus-Thale gefunden, und zwar sind es nicht sporadische Vorkömmlinge; sondern ganze Gebäude sind auf diese Art eingewölbt. Diese Quadergewölbe sind ohne Mörtel gefügt und zeigen den unten stehenden Steinschnitt (Fig. 154), die Backsteingewölbe eine eben so vortreffliche Fügung durch das Einschieben von Formsteinen (*B, B*) anstatt der einen schlechteren Anschluss gebenden gewöhnlichen Wölbsteine (*C, C*). In Gerafa gehören

Fig. 154.

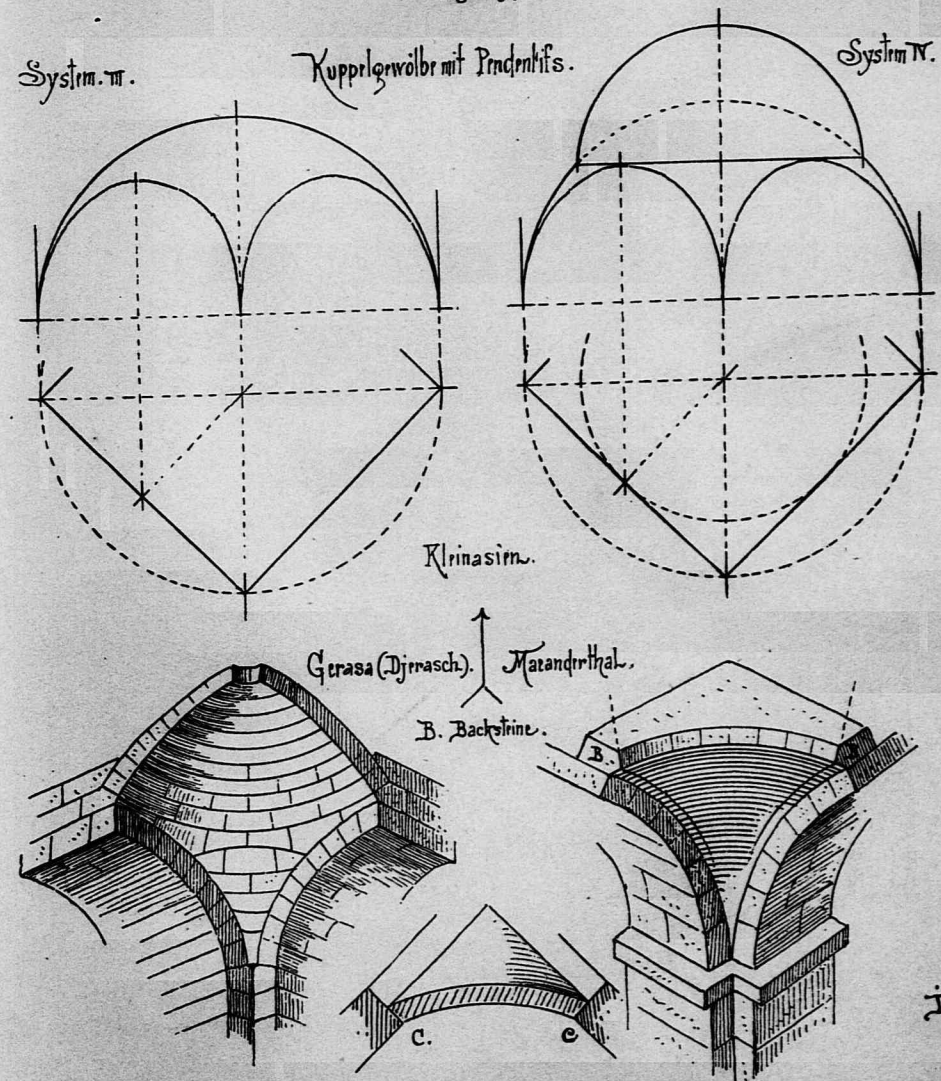
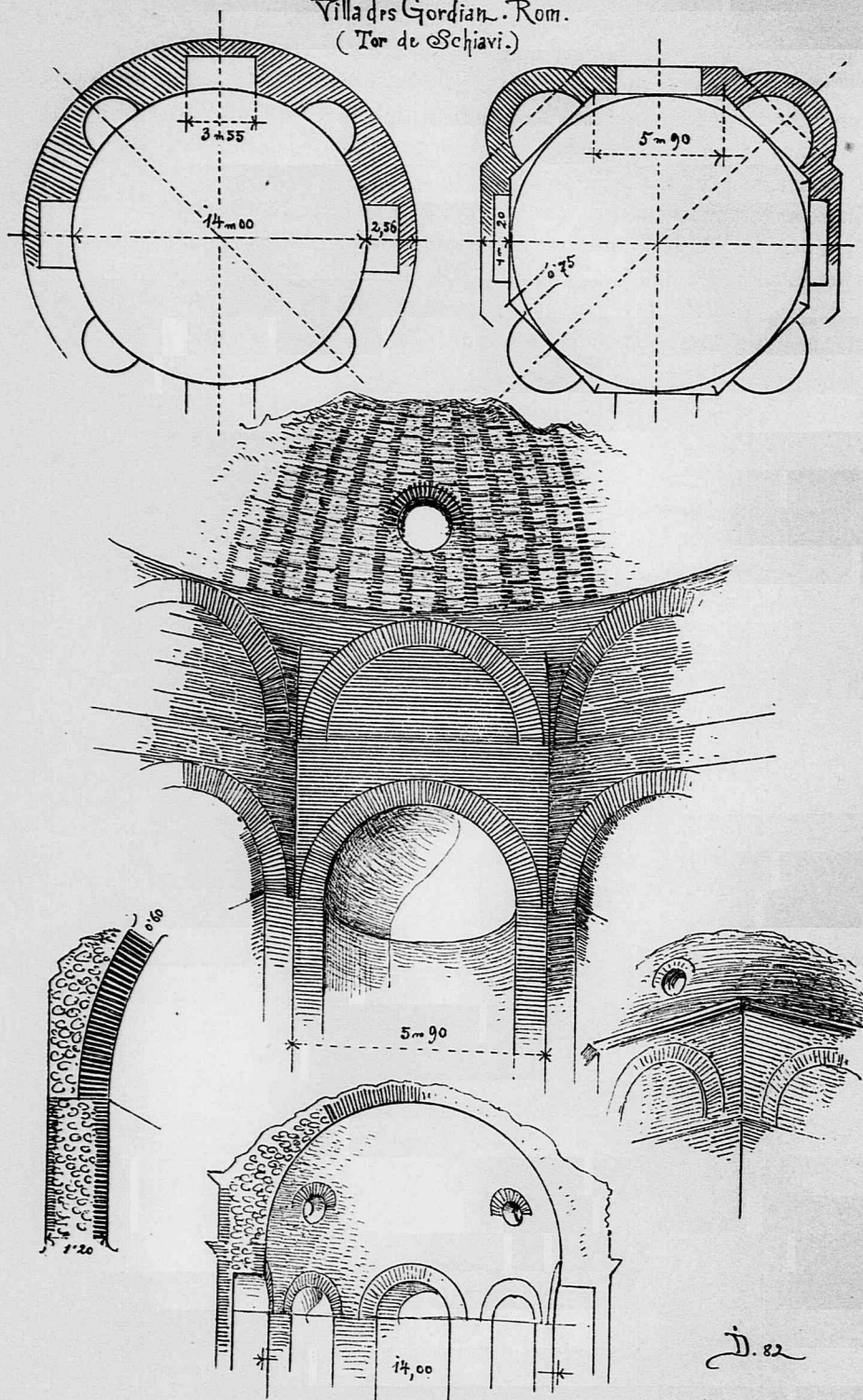


Fig. 155.

Villa des Gordian. Rom.
(Tor de Schiavi.)



D. 82

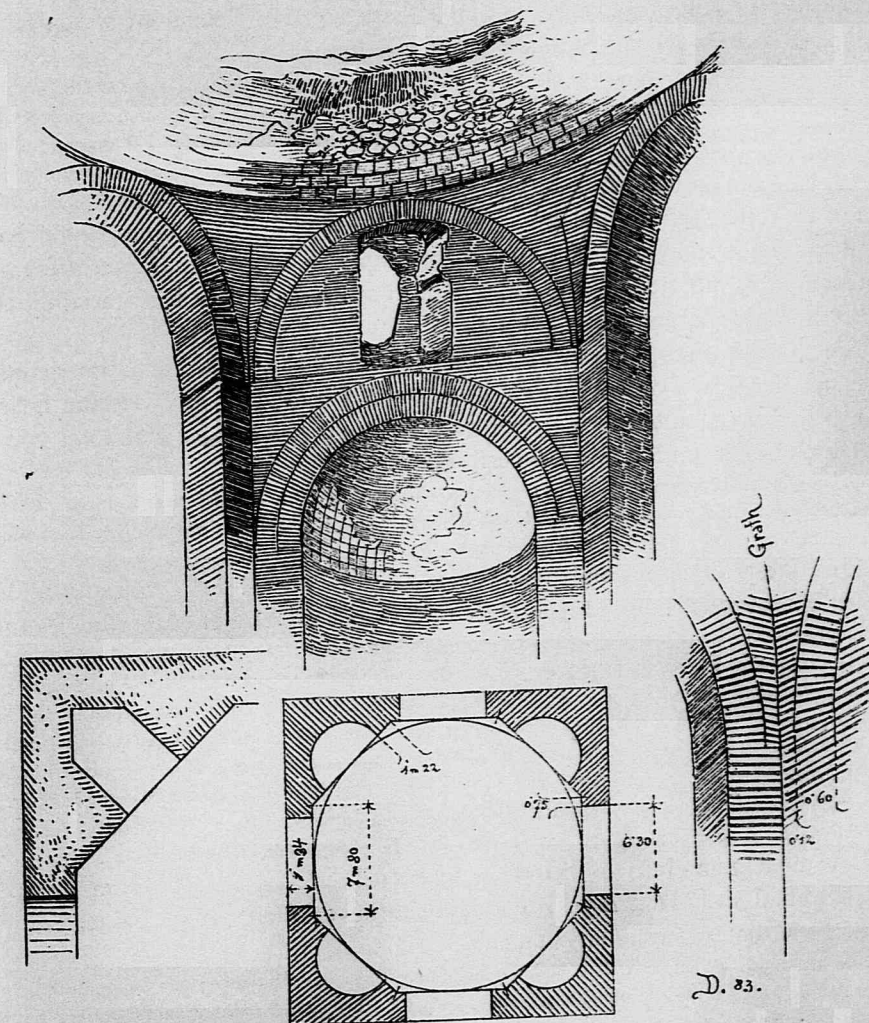
Calotte und Pendentifs der gleichen Kugelfläche an (Fig. 154, System III); im Mäander-Thal wurden zum Theile Calotte und Pendentifs aus verschiedenen Kugelflächen (Fig. 154, System IV) hergestellt.

Es sind noch keine Leistungen grossen Stils; aber wir dürfen in ihnen die Vorstufen von *Agia Sofia* und *St. Peter* begrüßen. Die byzantinische Kunst wurzelt in der römischen des Orients.

*Viollet-le-Duc*⁹⁴) läßt noch die *Agia Sofia* als erste Kuppel auf Pendentifs gelten, glaubt aber die Frage unentschieden lassen zu müssen, ob sie eine specifisch byzantinische Leistung oder ob sie heute nicht mehr vorhandenen oder bekannten, orientalischen Bauten entlehnt sei.

*Isabell*⁹⁵) hält die Dreieckszwickel der *Minerva Medica* für vollendete Pendentifs. Er zieht *Agincourt* eines Irrthumes, weil er bei den Pendentifs den *Tor de Schiavi* (Grab an der *Via Praenestina*) und

Fig. 156.



D. 83.

Kuppelgewölbe über achteckigem Raum.

Caracallathermen - Rom.

⁹⁴) In: *Dictionnaire raisonné de l'architecture etc.* Bd. 4. (Paris 1875). S. 347: Artikel »coupole».
⁹⁵) In: *Les édifices circulaires et les dômes classés par ordre chronologique etc.* Paris 1843-45. S. 69-71.

Räume der *Caracalla-Thermen* anführt; denn er und *Blouet* wollen nichts davon gesehen haben, und *Tor de' Schiavi* sei vollkommen rund. Nun liegt aber etwas über *Tor de' Schiavi* hinaus ein Achtecksbau (Fig. 155), der die verlangten Eigenschaften hat, und eben so sind in den *Caracalla-Thermen* Achtecksräume, die das Gleiche zeigen (Fig. 156); somit ist *Agincourt* wohl in seinem Rechte. *Blouet* hat, nach seinem Werke zu urtheilen, auch die Stichkappen im großen Kuppelraum der *Caracalla-Thermen* nicht gesehen, und sie sind doch vorhanden (Fig. 153).

Das kleine Grab mit viereckiger Kammer an der *Via Nomentana* gilt ihm als authentisches Zeugnis für die Anwendung der Pendentifs bei den Römern. Der beglaubigste Beispiele sind es heute mehr durch die Entdeckungen in Syrien. Man vergleiche darüber *Choisy's* Werk: *L'art de bâtir chez les Byzantins* (Paris 1883), eine eben so klare als zuverlässige Abhandlung, wie sein erstes Werk: *L'art de bâtir chez les Romains* (Paris 1876), dessen Inhalt ich mit dem Thatbestand an Ort und Stelle mehrfach verglichen und den ich stets als correct in den Angaben gefunden. Seine Folgerungen sind eben so geistreich, durchsichtig, einfach und zwingend, wie seine Darstellungen und Zeichnungen, letztere meist nur zu schön.

a) Kuppelgewölbe über kreisrunden Räumen. Ein aus Quadern ohne Mörtel construirtes Kuppelgewölbe ist uns, in den ersten Schichten wenigstens, in dem kleinen Rundtempel zu Ba'albek noch erhalten.

Bei einem Durchmesser von 9,70 m beträgt die Mauerstärke $\frac{1}{10}$ desselben, und die Dicke verhält sich zur Höhe der Umfassungsmauer wie 1 : 12. Letztere ist durch 5 halbkreisförmige Nischen und durch eine 4 m breite Thüröffnung geschwächt. Der Schub des Gewölbes ist nicht auf einzelne Punkte der Umfassungsmauer geleitet, sondern durch die regelmäßige Ringschichtung der innen glatt behauenen Wölbsteine auf die ganze Umfassungsmauer gleichmäßig vertheilt. Diese Leistung ist gerade keine ängstliche zu nennen.

Für das römische Abendland werden mit den letzten Jahren der Republik die aus Backsteinen und Gufsgemäuer construirten Kuppeln charakteristisch. Die Umfassungsmauern, auf denen jene ruhen, sind aus den gleichen Materialien (Gufsgemäuer mit Backsteinblendung) aufgebaut.

a) Eine etwas plumpe Construction dieser Art ist eines der bereits genannten Grabmäler an der *Via Praenestina* bei Rom (sog. *Tor de' Schiavi*, Bestandtheile der *Villa des Gordian*, nach *Nibby* ein Heroum), ein zweigeschoffiger Rundbau von 14 m innerem Durchmesser und 2,56 m Mauerstärke (1 : 5,08).

Kuppel und Umfassungsmauer sind in gleicher Weise ausgeführt. Letztere ist durch Rund- und Flachnischen belebt; statt der sonst üblichen Scheitelöffnung sind in der Kugelfläche 4 kleine Rundöffnungen ausgespart, welche das Innere spärlich erleuchteten.

b) Eine interessantere Construction bietet ein Grabmal in Tivoli (sog. *Tempio della Toffe*), ein Rundbau von 12,45 m Durchmesser bei 2 m oberer Mauerstärke (1 : 6,2).

Die Kuppel ist in drei Zonen abgetheilt; die erste, ein Drittel der Länge der Wölbungslinie hoch, wurde aus kleinen Tuffsteinen und Mörtel vorkragend hergestellt und diese Zone mit nach dem Centrum gerichteten Plattenziegeln abgedeckt. Von hier aus beginnt dann, durch die zweite Zone durchgehend, ein System von Backsteinrippen, die durch horizontale Plattenringe mit einander verbunden sind, das gegen die dritte Zone, den Lichttring sich stemmt. Letzterer ist in seiner unteren Hälfte aus 45 cm großen, hochkantig gestellten Plattenziegeln gemauert und darüber aus 13 Schichten horizontal lagernder Backsteine (Fig. 157). Die Felder zwischen den Gerippen sind mit Gufsgemäuer ausgefüllt. Es ist dies eines der wenigen Kuppelgewölbe neben dem Pantheon, das bis auf den heutigen Tag intact erhalten blieb.

c) Der in seinem Inneren runde, außen achteckige, sog. Jupiter-Tempel in Spalatro (Grabmal des *Diocletian*, jetzt erzbischöflicher Dom) zeigt bei 13,5 m Lichtweite eine 2,9 m dicke Umfassungsmauer (1 : 4,7).

Letztere ist durch sieben, 2 m tiefe Nischen und eine Thür durchbrochen; die Kuppel-Construction setzt sich aus lauter kleinen Backsteinbögen zusammen, welche über dem Kämpfer auf 8 großen halbkreisförmigen Bögen beginnen, eine constructive Spielerei, auf die bei den ähnlichen Bogen-Constructionen in Trier schon hingewiesen wurde. *Choisy* giebt⁹⁶⁾ die Anordnung dieser Zwickelbögen anders, als *Adam* (Fig. 158). Das Bauwerk wird gegenwärtig von *Hauser* restaurirt, und es sind von diesem jedenfalls f. Z. genauere Aufschlüsse über den interessanten Bau zu erwarten⁹⁷⁾.

⁹⁶⁾ In: *L'art de bâtir chez les Byzantins*. Paris 1883.

⁹⁷⁾ Vergl.: HAUSER, A. Spalatro und die römischen Monumente Dalmatiens etc. Wien 1883.

173.
Kuppel-
gewölbe über
kreisrunden
Räumen.

Fig. 157.

Sog. Tempio della Toffe in
Tivoli.

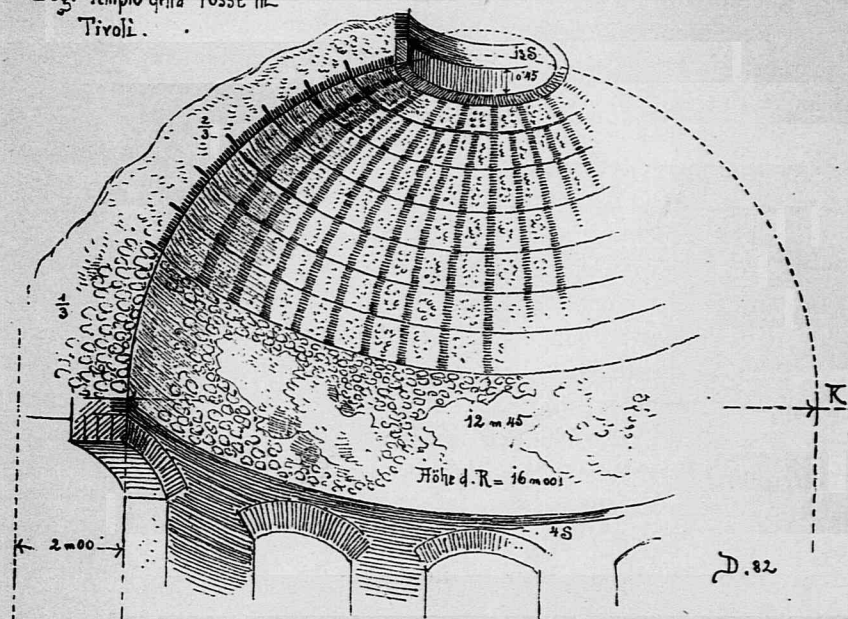
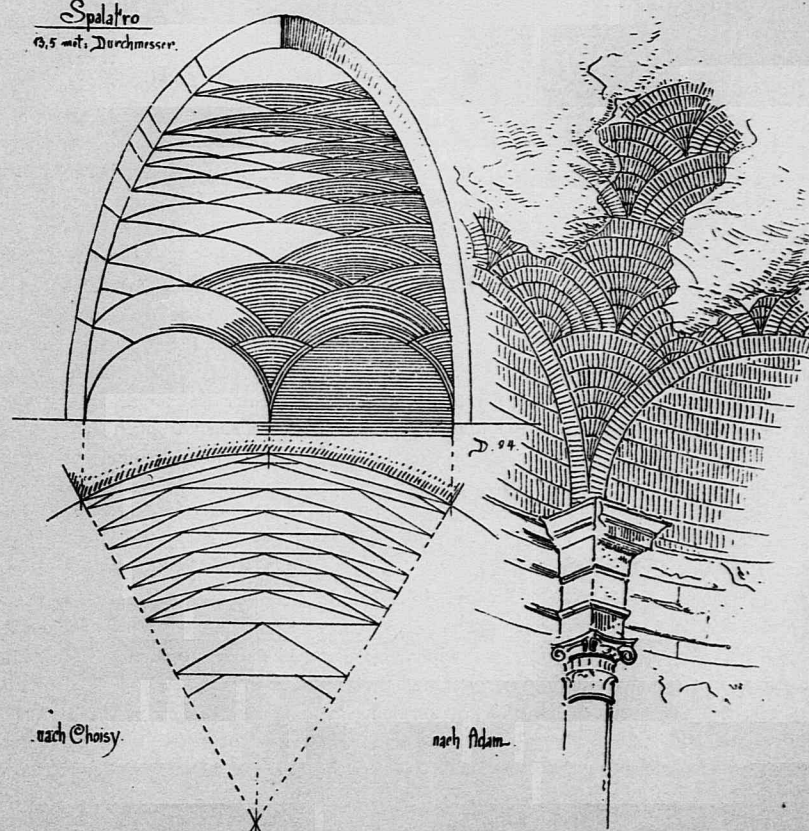


Fig. 158.

Spalatro
13,5 m Durchmesser.



b) Als Beispiel einer Groß-Construction ersten Ranges, einer Kuppel über kreisrundem Raume von 43,5m Lichtweite, sei das Pantheon in Rom angeführt, dessen einstige Bestimmung und Kuppel-Construction zu vielen Abhandlungen Veranlassung gegeben, die in Bezug auf den technischen Theil offene Fragen bleiben müssen, so lange das Bauwerk unverfehrt stehen bleibt.

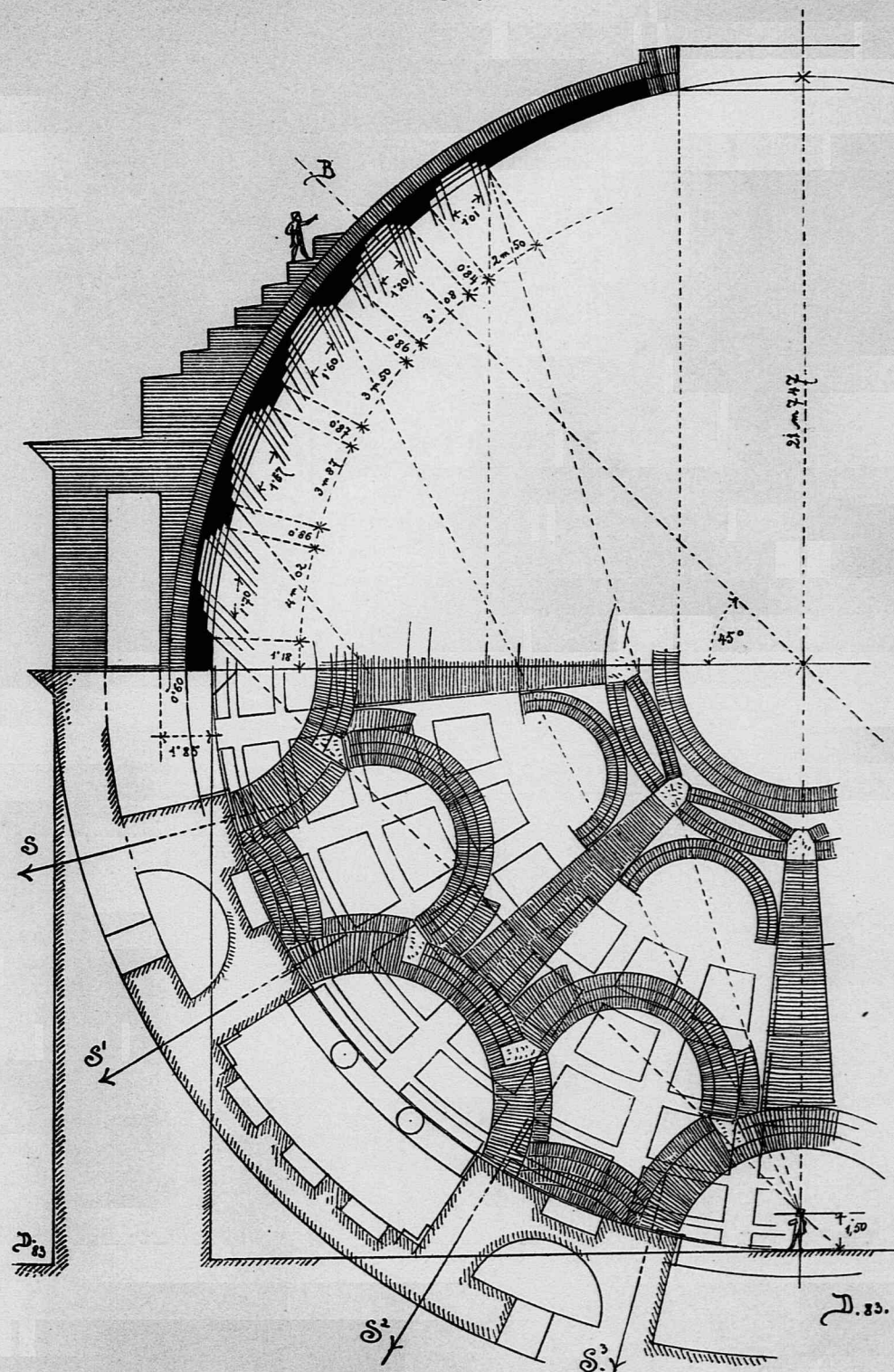
Bestimmt sehen und wissen wir, daß der Unterbau aus mit Ziegeln verblendetem Gufsgemäuer hergestellt ist, daß die Blendung sorgfältig ausgeführt und das Gemäuer von doppelten und dreifach über einander weggeführten Entlastungsbogen durchsetzt ist. Theile des Gemäuers waren im Aeußeren, wie bei der Vorhalle noch ersichtlich, mit weißen Marmorplatten verkleidet; andere Theile mögen geputzt gewesen sein; alte Stiche (*Roma antiqua* . . . CIO. IO. LXVIII, Taf. 38, von *Lafrerio*) geben noch Klein-Pilafter-Stellungen an der Außenseite an, die wohl nie existirt haben. Die Vorhalle dürfte, nach den Anschlüssen zu urtheilen, erst errichtet worden sein, nachdem die Rotunde fertig war, aus Gründen, die jedem Bautechniker auf den ersten Blick als selbstverständlich erscheinen. Im Inneren deckt gegenwärtig eine Marmor- und Stuckbekleidung, die mit dem Kämpfergesimse abschließt, die Wände. Ueber diesem erhebt sich das mit hell graugelbem Rauhpütz überzogene, gegen den Scheitel offene Cassetten-Gewölbe, das durch 5 Zonen mit je 28 Cassetten gegliedert ist. Am Lichtkranz befindet sich noch ein reich ornamentirter Bronze-Reifen, der auf eine Ausschmückung der Kuppel mit Metall schließsen läßt. Letztere ist außen mit Bleiplatten abgedeckt. Der Anfang derselben verbirgt sich im Aeußeren durch die höher geführte Umfassungsmauer, durch eine glatte Attika und eine Anzahl von Stufenringen, welche bis zur halben Höhe der Kuppel hinaufgeführt sind.

Zur Ermittlung der Construction müssen wir uns hiernach grobentheils auf die Angaben Anderer verlassen. Unter *Benedict XIV.* (1747) wurden umfassende Restaurationen des Baues vorgenommen; dabei soll die bei *Piranesi* (1756) und *Canina* (1840) veröffentlichte Art der Einwölbung zum Vorschein gekommen sein, die aus 8 durch Bogen verpannte Rippen, welche gegen den Lichtkranz gewölbt sind, und zwischengesetztem Gufsgemäuer bestand. Diese Construction erscheint möglich, wenn man annimmt, daß die Kuppel aus zwei über einander liegenden Schalen besteht. In die von innen sichtbare Cassetten-Kuppel ist sie nicht einzureihen; denn Rippen und Bogen würden von den Cassetten willkürlich durchschnitten, oder sie müßte sich nur auf die oberste glatte Zone beschränkt haben, und dafür ist der Apparat doch etwas zu weit aus einander gerückt. Nimmt man eine zweite Schale an, so muß die genannte Construction in dieser gelegen haben. Diese versteckt sich aber hinter dem Aufbau des äußeren Obergeschosses und hinter dem Stufenbau über dem Hauptgesimse vollständig. Obergeschos und Stufenbau mußten an einigen Stellen vollständig zerstört gewesen sein, wenn die Construction in allen Theilen erkennbar sein sollte. Der Zustand der Umfassungsmauer und Gesimse läßt aber auf eine solche Zerstörung nicht schließen. Man könnte daher leicht versucht sein, zu glauben, daß *Piranesi* seine Lefer mit einer eigenen Erfindung abspeist. Mit Rücksicht auf die unsicheren Angaben wären folgende Annahmen oder Ausführungen zulässig.

Für alle Fälle ist die der Höhe nach in drei Geschosse abgetheilte Umfassungsmauer eine Hohlkörper-Construction mit zellenartig ausgeparten Räumen, in deren mittlerem Geschosse eine den Nischen im Grundrisse entsprechende Bogen-Construction, die zum Theile durch die ganze Mauerstärke durchgreift, angebracht ist, welche den aus dem Gewichte der Kuppel entstehenden Seitenschub auf bestimmte Punkte der Umfassungsmauer leitet. Diese Punkte fallen mit den Seitenwänden jener Nischen zusammen. Es kann also die Umfassungsmauer mit den durch alle drei Stockwerke durchgehenden Nischen so angesehen werden, als bestehe sie aus zwei in einer gewissen Entfernung von einander aufgeführten concentrischen Ringmauern, die an den Stellen S, S_1, S_2, S_3 (Fig. 159) durch Zungen mit einander verbunden sind. Diese Zungen sind dann die nicht sichtbar zum Ausdruck gebrachten Strebebeiler für die Kuppel-Construction; sie sind nach innen gelegt, und der zwischen denselben vorhandene Raum ist als Nische zum Hauptraum geschlagen. Sie verschwinden, wie bei der *Maxentius-Basilika* und anderen Groß-Constructionen, in der eigenthümlichen Disposition des Planes, während man sie bei der *Minerva Medica* und beim sog. Venus-Tempel in Bajae auch äußerlich zur Geltung kommen ließ.

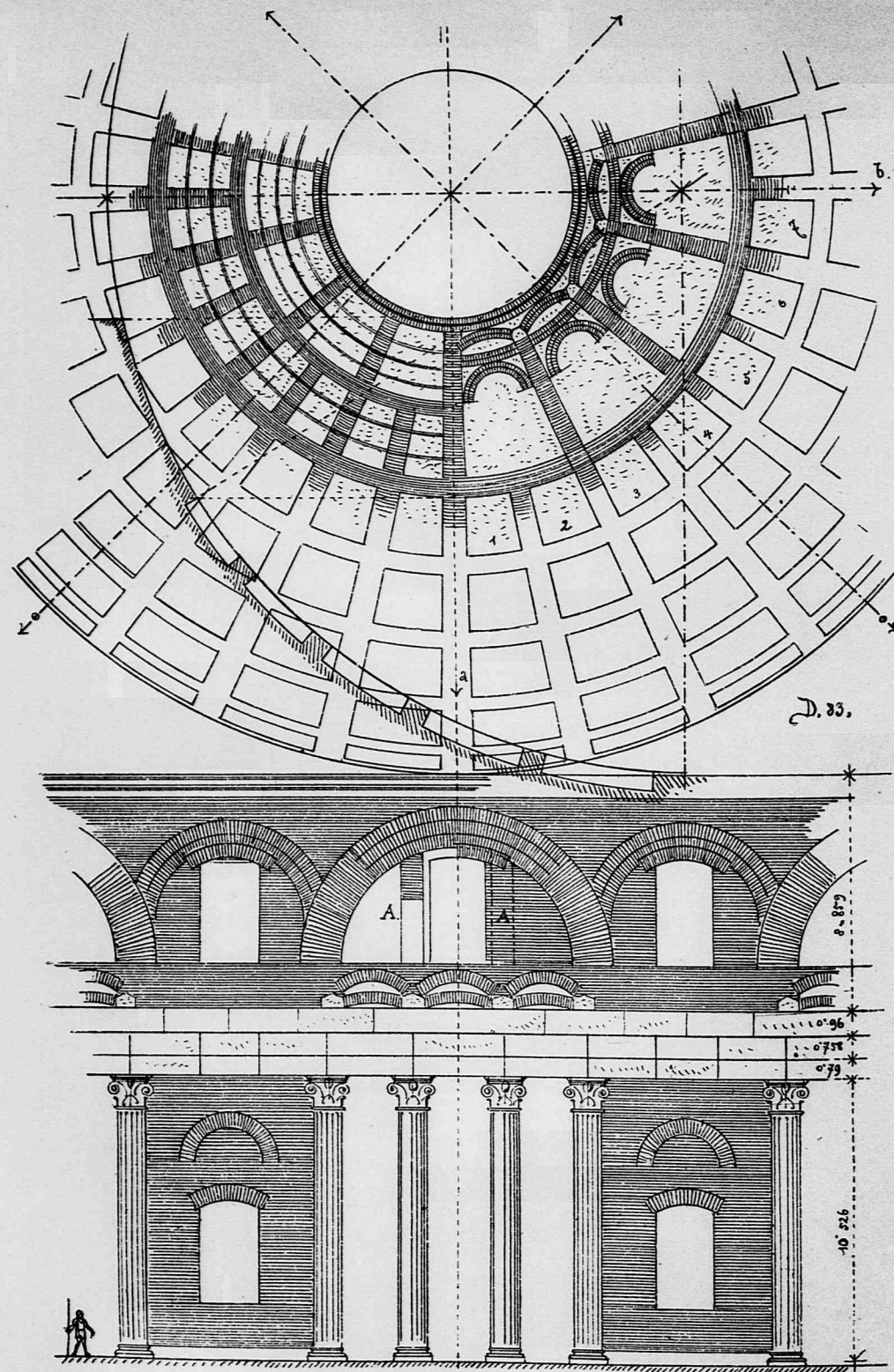
Die Angaben über die Construction im Tambour sind als zuverlässig anzunehmen. Die alte Marmor-

Fig. 159.



Muthmassliche Kuppel-Construction des Pantheon in Rom.

Fig. 160.



Construction des Mauercylinders und muthmassliche Construction der cassettirten Kuppel des Pantheon in Rom.

Incrustation des zweiten Geschosses war schadhaf geworden, wurde 1747 durch den päpstlichen Architekten *P. Pofi* entfernt und durch die jetzige Stuckbekleidung ersetzt. Bei diesem Geschäft mußte die Mauer bloßgelegt werden, und es konnte also kaum ein Irrthum unterlaufen sein. Zwischen den durchsetzenden dreifachen Bogen *AA* spannen sich kleinere Doppelbogen, welche die Last des darüber stehenden Kuppelmauerwerkes aufnehmen und auf erstere, welche sich auf die Nischenwandungen aufsetzen, übertragen (Fig. 160).

Nach dem Vorgange der Kuppel des Toffia-Grabes bei Tivoli kann nun die Pantheon-Kuppel aus einer einzigen Schale bestehen, und die Cassetten-Rippen sind eine über die andere durchgehend bis zum Lichttring durchgeführt und durch breite horizontale Gurtbänder versteift. In der oberen glatten Zone können noch einzelne Plattenringe eingeschoben sein. Die Füllungen, welche dieses Rippenwerk aus Backsteinen umschließt, wurden mit Gussmauerwerk ausgefüllt, das in der oberen Zone mit den Rippen die gleiche Dicke hatte, in den 5 unteren Felderzeihen aber auf staffelförmige Lehrkasten aufgeschüttet wurde, um so in einfachster Weise die Cassetten zu erhalten. Um beim Nachlassen oder Wegnehmen der Lehrbogen diese hölzernen Lehrkasten für die Cassetten leicht loslösen zu können, wurden die horizontalen Cassetten-Wände nicht winkelrecht zur Wölbungslinie hergestellt; sondern sie scheinen im Grundplane nach dem Mittelpunkt zu laufen. Mit einem optischen Experiment hat diese Anordnung um so weniger etwas zu thun, als sie nicht die fertige Form giebt. Außerdem wirkt sie jetzt unschön (die unteren Flächen erscheinen zu breit und die oberen verkümmert, wenn man nicht gerade in der Mitte des Raumes steht); sie ist nur von einem Punkte, vom Centrum des Grundplanes aus, für einen einzigen Beschauer genießbar.

Möglich ist es auch, daß der Gang und die Verspannung der Rippen und Gurten nach dem Lichtkranz in der von *Piranesi* angegebenen Weise statt hatte, mit dem Unterschiede, daß die Hälfte (14) der aufsteigenden Gurten gegen den Scheitel geführt und der glatte Theil nach der im Grundplane in Fig. 160 rechts angegebenen Weise ausgespannt war. Dabei ist unterstellt, daß das Gewölbe aus einer einzigen Schale besteht.

Verwerthen wir die Angaben *Piranesi's* so voll als möglich, so bleibt nichts übrig, als eine doppel-schalige Kuppel anzunehmen und den Römern die Priorität der Erfindung von Doppelkuppeln zu überlassen. Vortrefflich im Gedanken und praktisch ausführbar ist, was Fig. 159 im Schnitt und Grundplan zeigt. Nach der Erhärtung der inneren Cassetten-Kuppel auf dem Lehrgerüste konnte diese als Gerüst für die äußere Schutzkuppel dienen; man konnte so mit geringem und leichtem Holze für die Rüstung auskommen. Durch die Uebermauerung erhielt das Gewölbe stärkeren Halt und vermehrte Stabilität und durch die Abdeckung mit Bronze-Ziegeln Schutz gegen die Witterung. Der bald zweitausendjährige Bestand ist ein Zeugniß für die Qualität der Construction und der Ausführung⁹⁸⁾.

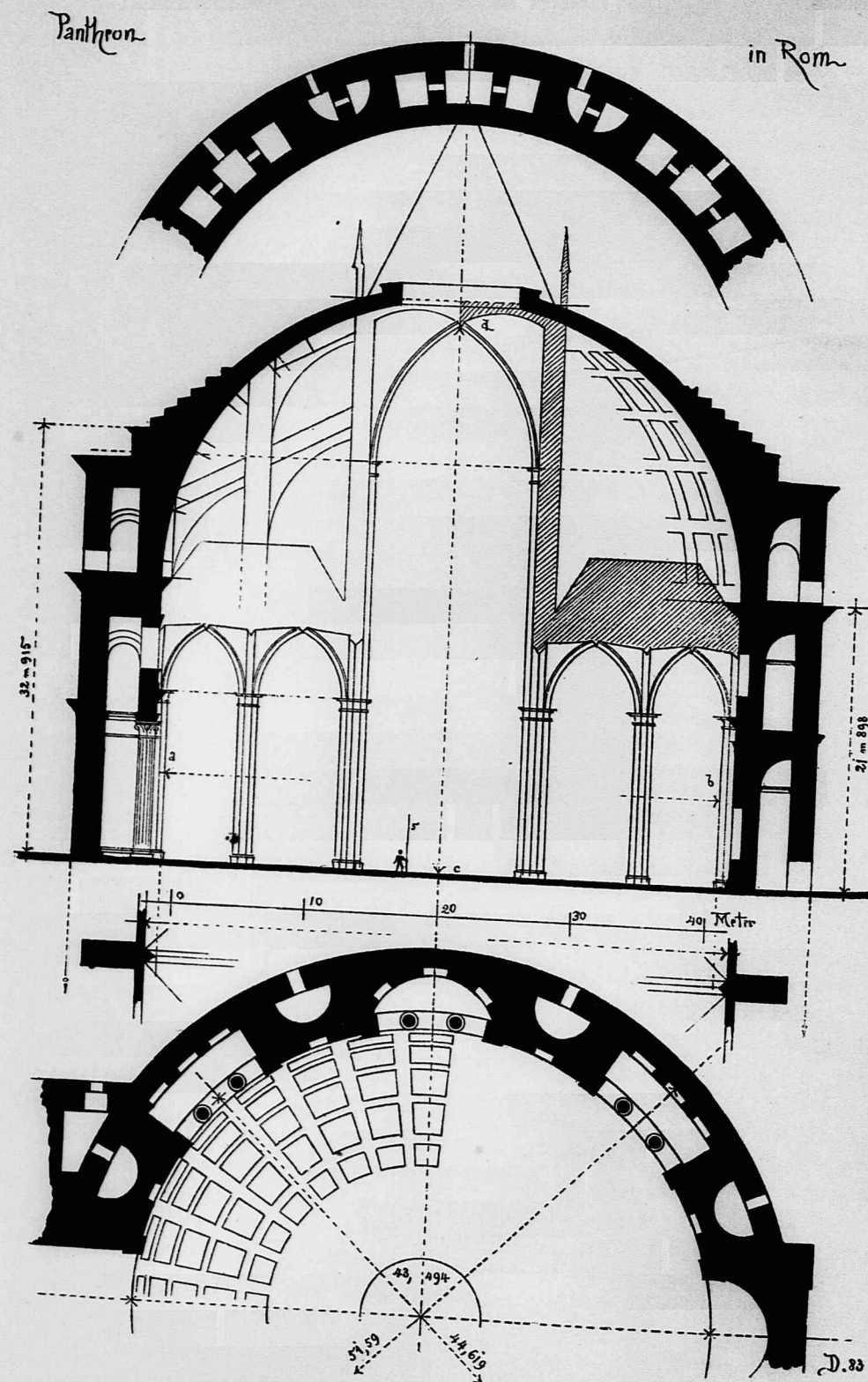
Der Vorwurf eines schwerfälligen Unterbaues oder einer zu massigen Widerlager-Construction wird doch etwas niedergehalten, wenn man erwägt, daß wir es eigentlich nur mit einer 1,80 m dicken Umfassungsmauer aus Gussgemäuer zu thun haben, aus der 8 gekuppelte oder im Ganzen 16 Strebepfeiler 4,5 m weit hervorragen, welche die ganze großartige Kuppel-Construction aufnehmen. Die aus Quadern construirten Strebepfeiler des Kölner Domes ragen nicht viel weniger weit aus der Umfassungsmauer vor; diese nach außen, jene am Pantheon nach innen.

Für die statische Beurtheilung von Gewölbe, Widerlager und Ausspannung der concentrischen Ringmauer geben die Schnitte in Fig. 161 wohl den besten Aufschluß. Durchmesser und Höhe des Raumes sind einander gleich; sie verhalten sich wie 1 : 1, gleich wie am Dome in Köln; auch die wirklichen Masse dieser beiden Bauten (im Querschnitt genommen) decken sich nahezu, wie das Diagramm zeigt. Der Vorsprung der Strebepfeiler vor der Umfassungsmauer beträgt $\frac{1}{11}$ der Spannweite, die Stärke der Strebepfeiler einschl. Umfassungsmauer ist $\frac{1}{7,5}$ derselben und die Dicke der Umfassungsmauer beträgt $\frac{1}{24}$.

e) In die Classe der Groß-Constructionen ist auch die Rotunde der *Caracalla-Thermen* mit 35 m lichtem Durchmesser zu rechnen. Tambour und Gewölbe bestehen auch hier aus Gussmauerwerk mit Backsteinblendung; die letztere ist am Gewölbe, so weit dies noch vorhanden, im Inneren durchgeführt.

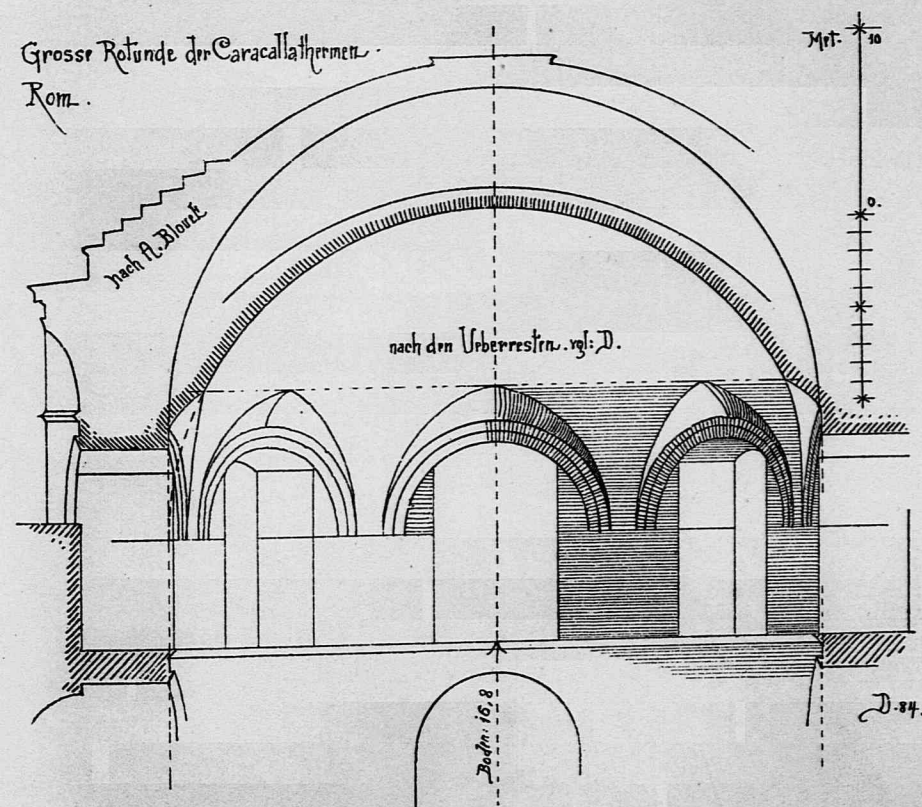
⁹⁸⁾ Vergl. hierüber auch: *VIOLLET-LE-DUC. Dictionnaire raisonné de l'architecture etc. Band 4. (Paris 1875). S. 347: Artikel »coupole«.*

Fig. 161.



16,8 m über dem Fußboden erhob sich ein Lichtgaden von 8 großen, flachbogig überspannten Fenstern, und es war somit wohl der Scheitel des Gewölbes geschlossen. Die Flachbogen der Fenster sind Theile von durchgehenden doppelten Rundbogen, die in der Rundung des Baues, aber lothrecht emporsteigend gewölbt sind. Die Kämpfer dieser Bogen fallen mit dem Kämpfer der Kuppel zusammen. Die Verbindung dieser lothrechten Bogen mit der überhängenden Fläche des Kuppelgewölbes mußte zur Anlage von Stichkappen führen. Fig. 153, D zeigt den jetzigen Zustand eines Pfeilers mit den Bogen- und Stichkappen-Anfängern; letztere sind äußerst sorgfältig und schön gemauert und in der Fugenführung mustergiltig. Nach diesem Thatbestand läßt sich unschwer die einstige Form der Kuppel wiederherstellen und auch der Beweis liefern, daß die von Blouet versuchte, sonst sehr verdienstvolle Reconstruction der Thermen speciel in diesem Theile nicht zutreffend und daß das Kuppelgewölbe mit Stichkappen (Lunetten) eine römische Leistung ist. Die Kuppel geräth bei Blouet um 6 m zu hoch. Von der Construction oberhalb der Lunetten läßt sich jetzt nichts mehr fest stellen (Fig. 162).

Fig. 162.



f) Die Kuppeln bei Bajae, wohl Bestandtheile ehemaliger Thermen-Anlagen, zeichnen sich ebenfalls durch bedeutende Spannweiten aus, indem sie Lichtweiten von 28 bis 30 m zeigen. Sie gehören aber, streng genommen, nicht in die Classe der Gewölbe; denn Form und Schichtung der Steine haben nichts mit dem Keilschnitt zu thun. Ihre Existenz und Festigkeit beruht lediglich auf der Bindekraft des Mörtels aus der Erde von Puteoli (Pozzuoli).

Der sog. Venus-Tempel, eine Rotunde von 28,6 m Lichtweite mit 4 halbkreisförmigen Nischen und 4 Durchgängen im unteren Theile des Tambours und 8 Fensteröffnungen im oberen Theile, ist aus Gussgemäuer mit Blendungen von Backsteinen und *Opus reticulatum* aus Tuffsteinen hergestellt.

Fig. 163.

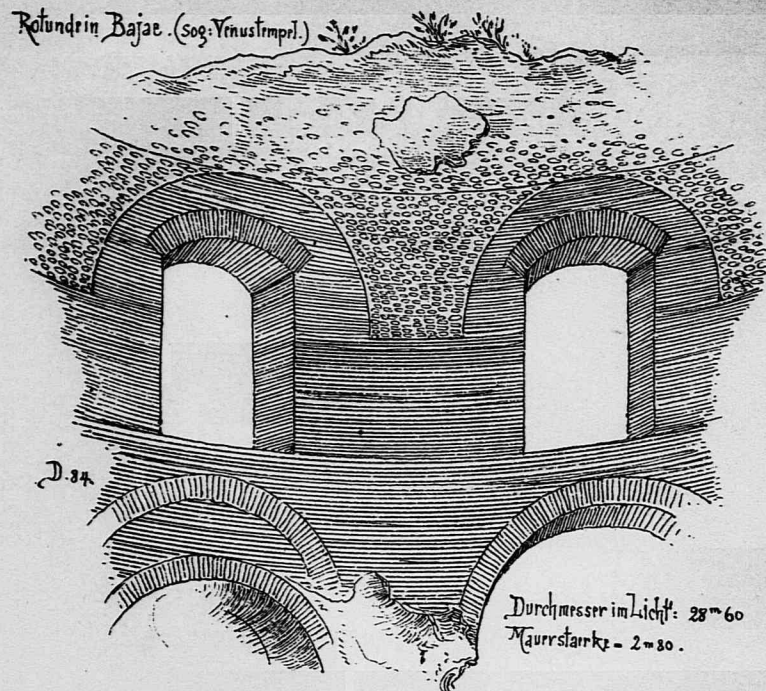
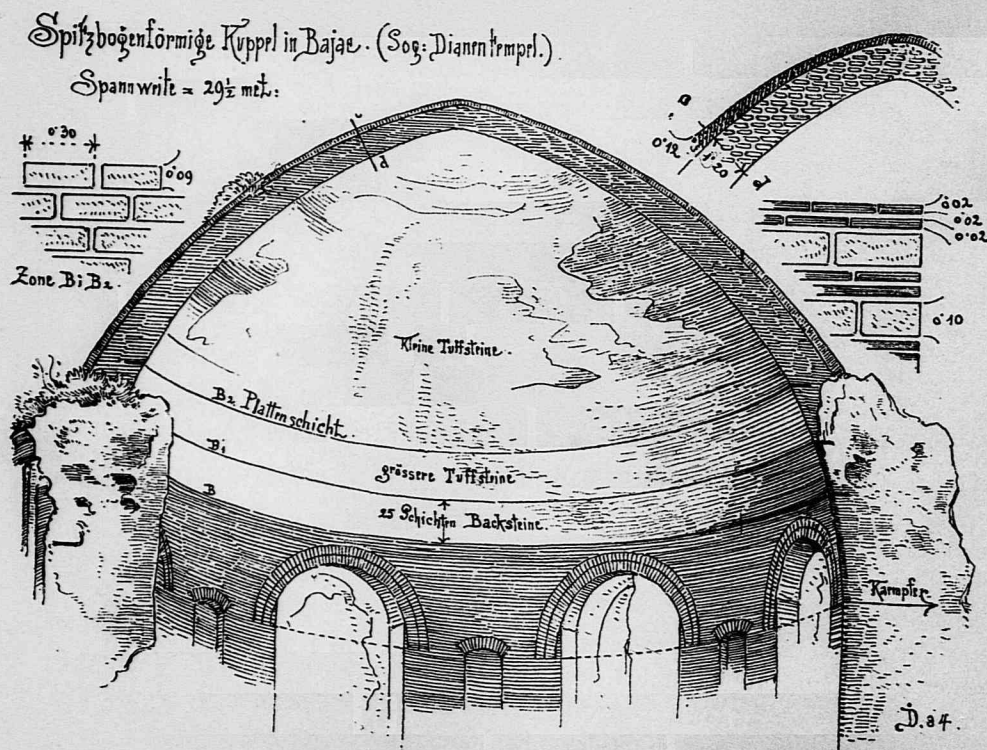


Fig. 164.

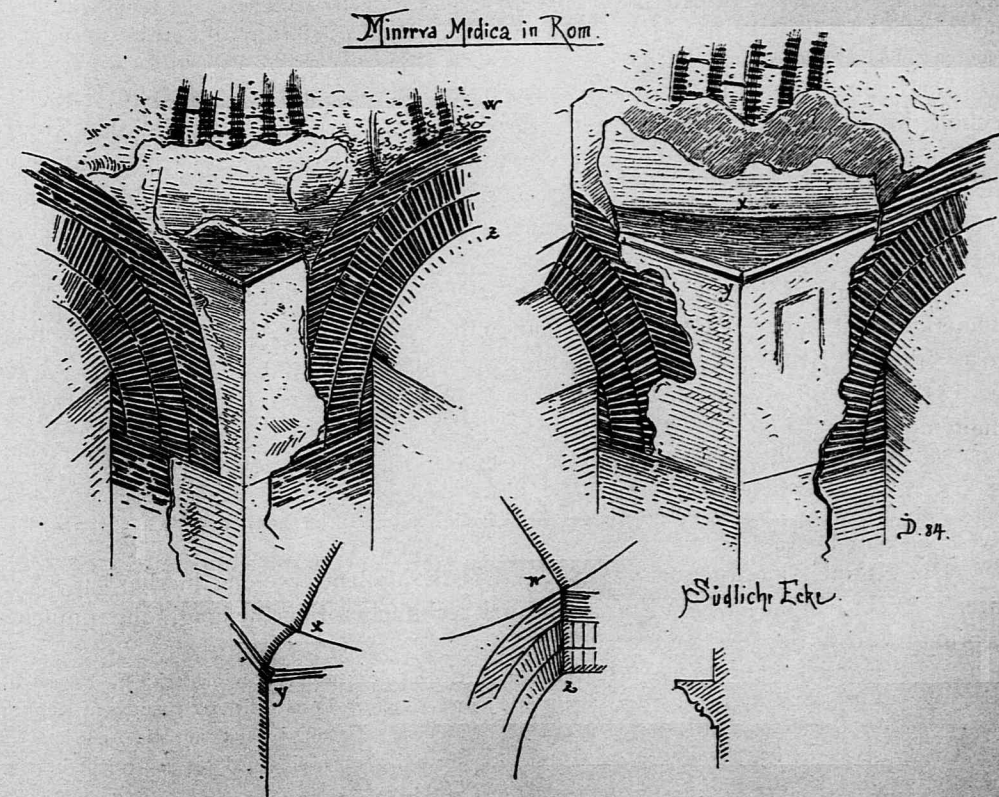


Die Umfassungsmauer ist durch Strebepfeiler verstärkt (Fig. 176); die Dicke der ersteren verhält sich zur Spannweite durchschnittlich genommen wie 1 : 10. Die Backsteinblendung im Inneren des Raumes ist horizontal geschichtet und über den Stichbogenfenstern halbkreisförmig emporgeführt (Fig. 163). In die sphärischen Zwickel zwischen diesen Bogen ist gerade geschichtetes Mauerwerk aus kleinen, ziemlich regelmässig gerichteten Tuffsteinen eingefügt, welches sich wohl bis zum Scheitel der Wölbung fortsetzte. Die ähnlichen, halb runden Führungen der horizontalen Backsteinverblendschichten kehren bei der *Minerva Medica* wieder; ein besonderer constructiver Sinn kann denselben nicht beigemessen werden (Fig. 165).

Besser erhalten, indem die Hälfte der Kuppel bis zum Scheitel noch steht, ist die des sog. Dianen-Tempels. Die Wölbungslinie ist hier schon eine Besonderheit, indem sie die Form des gedrückten Spitzbogens zeigt.

Der Tambour der 29,5 m weiten Rotunde ist aus Gussgemäuer, das mit Backsteinen und Tuffsteinen in den Schichten abwechselnd verblendet ist. Diese Art Mauerwerk ist bis über den oberen Lichtgaden, über die Scheitel der 8 grossen Fenster hinausgeführt. Von dort beginnt eine Zone von 25 Backsteinschichten, welche durch Plattenziegel *B* und *B₁* (Fig. 164) abgebunden sind, darüber eine zweite Zone, welche aus regelmässig bearbeiteten, 30 cm langen und 9 cm hohen Tuffsteinen besteht, die mit der Platten-schicht *B₂* abgebunden ist; das darauf folgende Mauerwerk ist bis zum Scheitel aus regelmässigen, kleineren Tuffsteinen hergestellt. Diese Steine aller Zonen sind aber bis zum Scheitel nicht nach dem Centrum der Wölbungslinie, sondern horizontal geschichtet. Die Dicke des Gewölbes, welche nach dem Scheitel zu abnimmt, beträgt, in der Nähe des letzteren gemessen, noch 1,20 m. Die ganze Oberfläche ist mit einem Mörtelguss, dem klein geschlagene Backsteinbrocken beigemengt sind, 12 cm dick überzogen, und dieser, jetzt noch in vortrefflichem Zustande, bildet die schützende Schale des Gewölbes (Fig. 164). Die Leichtigkeit der Steine, die steigende Wölbungslinie, die Güte und Bindekraft des Mörtels liessen die Horizontalschichtung bei der grossen Spannweite zu.

Fig. 165.



Die verschiedenen principiellen Unterschiede in der technischen Herstellung dieser gewaltigen Kuppelgewölbe mögen in den unter a bis f vorgeführten Beispielen zur Genüge erkannt werden.

174.
Kuppel-
gewölbe über
polygonalen
Räumen.

β) Kuppelgewölbe über polygonalen Räumen. Ueber polygonalen Räumen konnten die Kuppeln nicht so unmittelbar auf die Tambours gesetzt werden, wie bei den kreisrunden; es bedurfte, wie in Art. 172 gezeigt wurde, besonderer Vorrichtungen, der Pendentifs. Letztere wurden durch Ueberkragung oder Wölbung hergestellt.

Je mehr sich das Vieleck dem Kreise näherte, um so gefahrloser war die Ausführung. So konnte bei zehneckiger Grundform das Experiment auch für grössere Spannweiten gewagt werden, z. B. beim sog. Tempel der Minerva Medica in Rom bis zu 25,0 m. Die Construction der Pendentifs ist nicht genau fest zu stellen, da der Putz die fraglichen Flächen deckt (Fig. 165); sie scheint aber, nach anderen Ausführungen zu schliessen, aus einer Ueberkragung von Backsteinen zu bestehen.

Interessant bleibt die Construction der Kuppel, weil in ihr das am Pantheon durch *Piranesi* unsicher angegebene System der Wölbung offen zu Tage liegt. Die Umfassungsmauern bestehen aus Gussgemäuer mit Backsteinblendung, die Gewölbe aus Backsteinrippen und Gussmauerwerk.

Aus den einspringenden Ecken erheben sich breite, aus 5 mit Platten durchschossenen Backsteinschichten construirte Gurten, welche wohl bis zu einem Scheitelringe geführt waren. Ueber den Scheiteln der doppelten, durch die ganze Mauer durchsetzenden Fensterbogen erhebt sich mitten auf jeder Seite des Zehneckes ein zweites System von je 2 Gurten, die nur bis zur halben Höhe der Kuppel geführt und durch kleine Halbkreisbogen mit einander verbunden sind. Alle diese Gurten sind durch eine Reihe von Horizontalringen aus Platten verpannt und bilden zusammen das Gerippe der Kuppel. Die Räume zwischen Gurten und Ringen sind mit Gussmauerwerk ausgefüllt (Fig. 166). Der Seitenschub der Kuppel ist durch diese Anordnung auf die 10 Ecken geleitet, welche dem entsprechend durch Strebepfeiler verstärkt sind (siehe Grundriss und äussere Ansicht in Fig. 174 u. 177), während die Füllmauern nur $\frac{1}{16}$ des Durchmessers dick sind.

Das ganze System der Druckvertheilung in der mittelalterlichen Gewölbe-Technik ist hier wieder ausgesprochen oder im Keime vorhanden, wie bei den Kreuz- und Tonnengewölben. Man darf nur die Rippen aus den Gewölbeflächen vortreten lassen, sie entsprechend profiliren, die Strebepfeiler mehr sprechen lassen und sie formal ausbilden, um aus diesen römischen Constructionen das fertige Princip der gothischen zu erhalten.

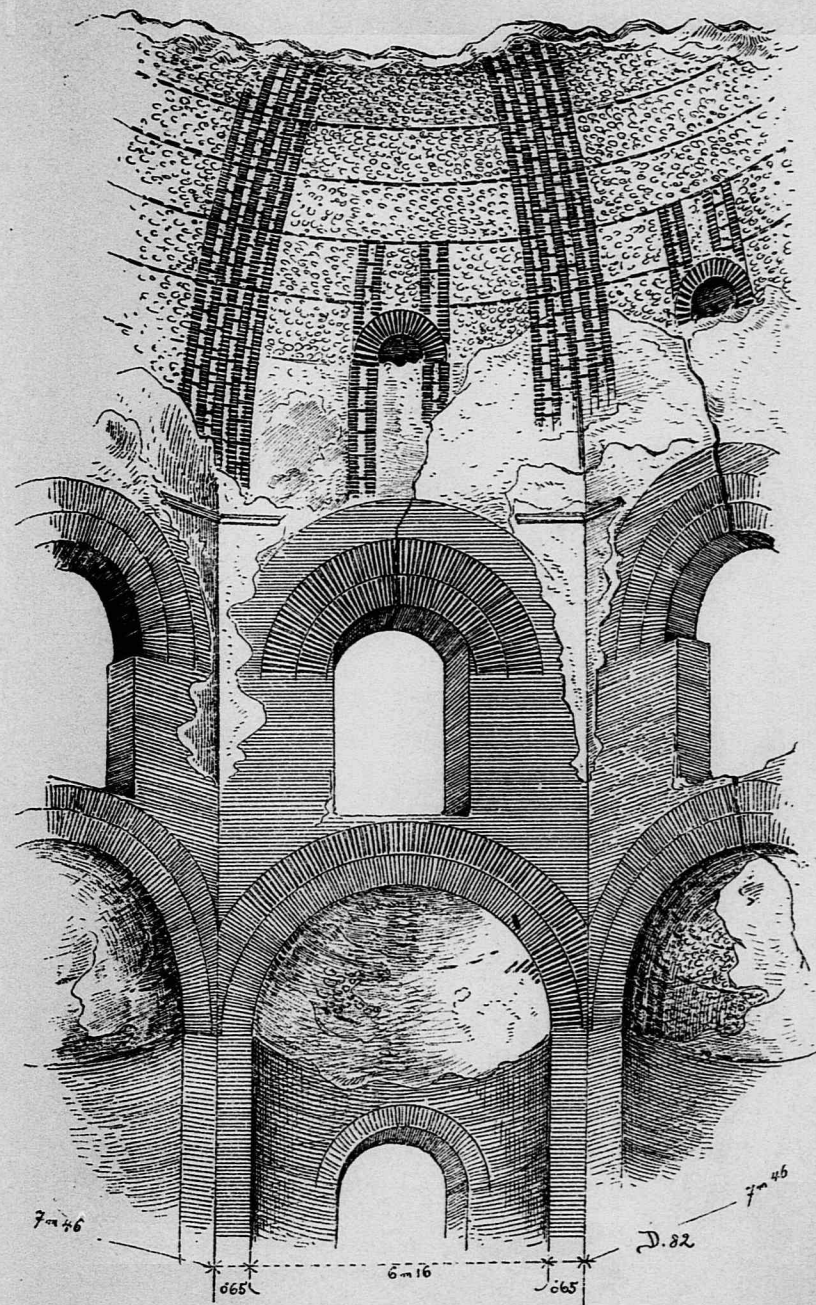
Ueber achteckigen Räumen musste der Ausführung der Pendentifs grössere Aufmerksamkeit zugewendet werden, namentlich wenn die Abmessungen derselben grosse waren. Beispiele solcher sind uns in einem Octogon bei *Tor de' Schiavi* (ca. 13^m Lichtweite) und in einem der *Caracalla*-Thermen (ca. 20^m Lichtweite) erhalten.

Sie sind aus Backsteinen durch successive Ueberkragung mit sich verlierendem Theilgrat hergestellt, wie Fig. 155 u. 156 zeigen. Die Kuppel über diesen Pendentifs war bei dem erstgenannten Raume ähnlich, wie die zweite Zone der Toffia-Kuppel bei Tivoli construiert; im zweiten bestand sie aus Gussgemäuer auf einer Plattenschale.

Die Kuppel-Construction von *S. Lorenzo* in Mailand, welche hierher zu setzen wäre, entzieht sich im jetzigen Zustande einer technischen Beurtheilung. Ihr römischer Ursprung wird ausserdem angezweifelt.

Die Form der Kuppel, welche streng genommen ein Klostergewölbe über achteckigem Raume ist, deckt sich mit der des *Batistero* und des Domes in Florenz — einer Form, die an römischen Kuppeln über polygonaler Grundform sonst nicht zu finden ist. Aus diesem Grunde scheint mir die Annahme von *Hübisch* mehr gerechtfertigt, als die von *Burkhardt*. Römische Klostergewölbe sind bis jetzt nicht bekannt geworden, während die altchristliche Kunst sich deren bediente.

Fig. 166.



Kuppelgewölbe über zehneckigem Raum. — Minerva Medica in Rom.

Fig. 167.

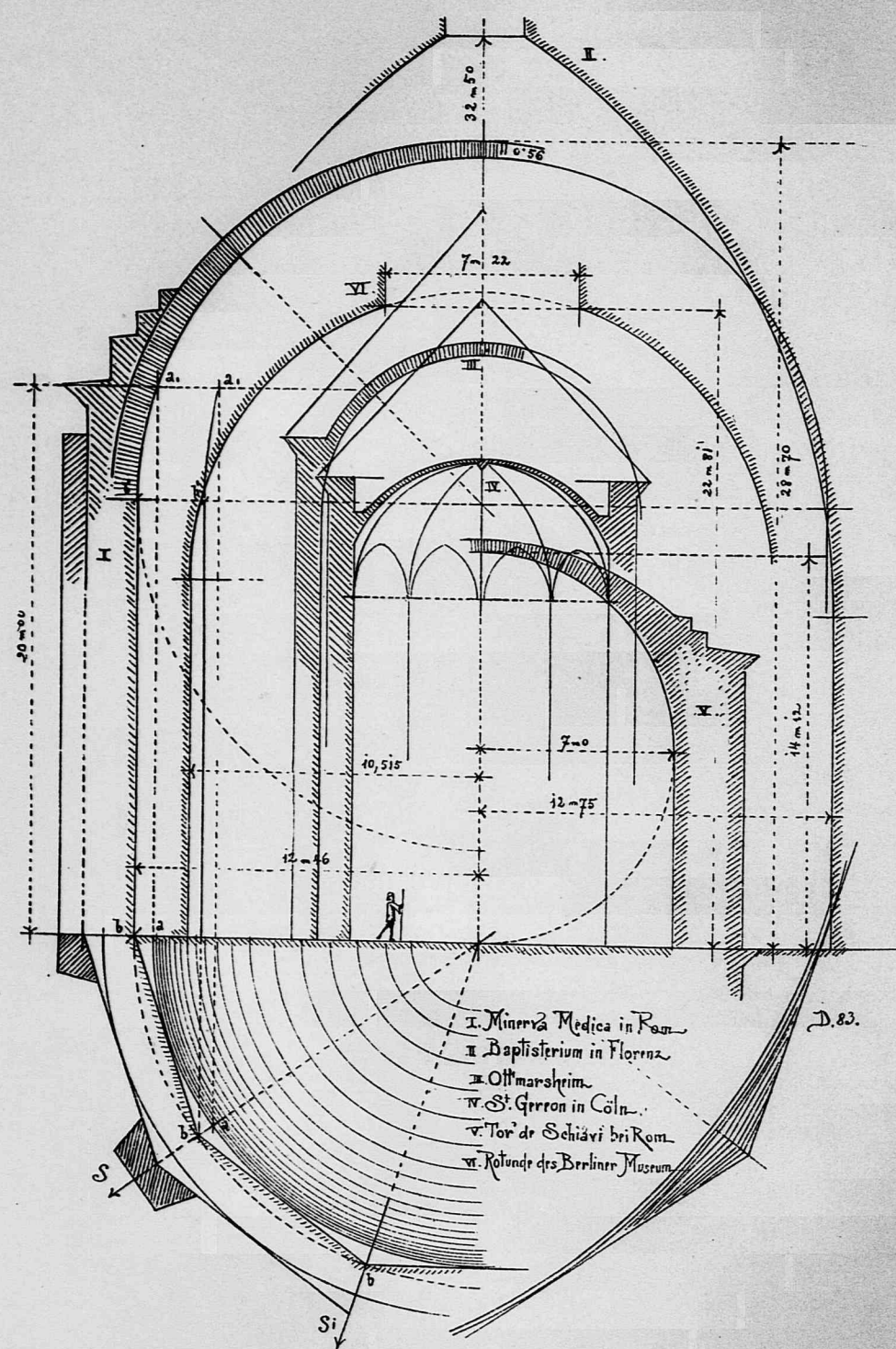
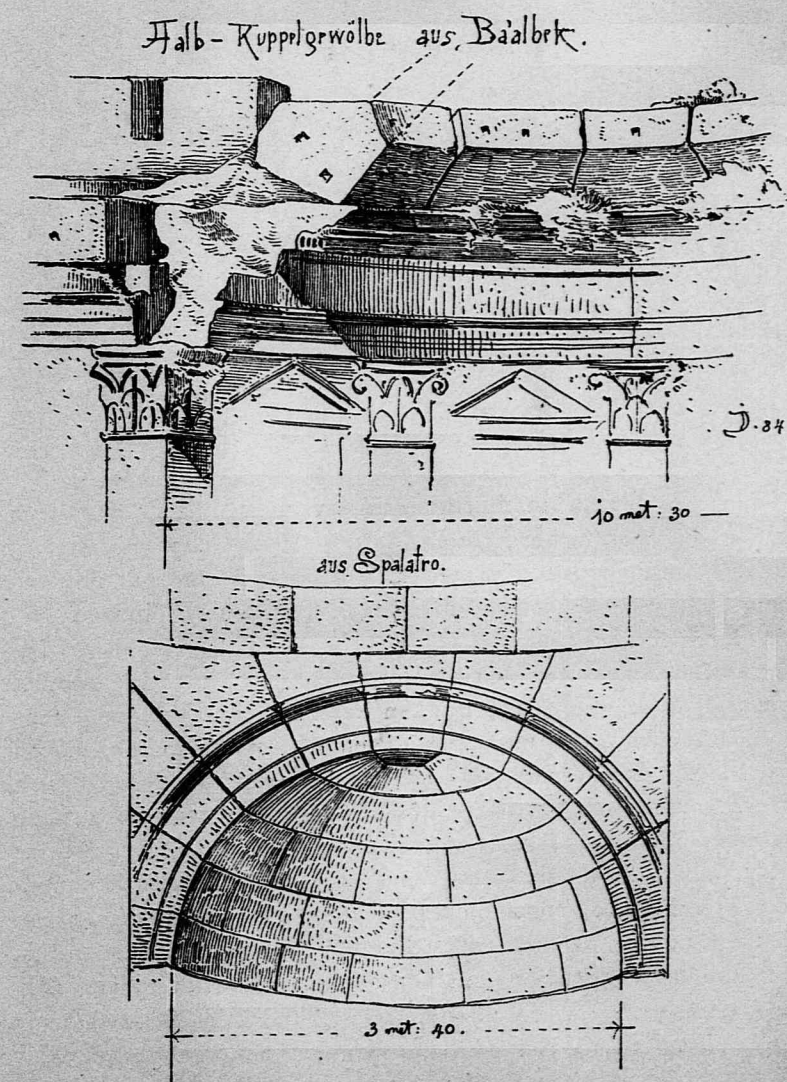


Fig. 167 giebt eine vergleichende Zusammenstellung der Raumgrößen und eine Uebersicht der Verhältnisse von mittelgroßen Polygon- und Rundräumen hervorragender Bauten alter und neuer Zeit. An Ebenmaß der Verhältnisse, bei interessanter und gediegener Construction, dürfte die *Minerva Medica* immerhin alle anderen angeführten Beispiele übertreffen.

Ueber quadratischen Räumen haben wir im römischen Abendlande nur bei den kleinen Gräbern und im Osten an den syrischen Bauten Kuppeln aufzuweisen, von welchen die am Teträpylon von Lataquieh⁹⁹⁾ eine Spannweite von 9,70 m erreicht. An einer Kalybe in Chaqqa und am genannten Teträpylon, Bauten aus dem III. Jahrhundert unserer Zeitrechnung, sind in interessanter Weise die Pendentifs durch Ueberkragung von Quadersteinen hergestellt. (Vergl. das über die Kuppelgewölbe von Djeräsch und im Mäander-Thal in Art. 172, S. 178 Gefagte.)

Fig. 168.



⁹⁹⁾ Vergl. DE VOGÜÉ a. a. O.

4) Nischengewölbe.

175.
Nischen-
gewölbe:

Das Nischen- oder Chorgewölbe ist bei den großen Exedren der Tempel-Stoen und Thermen, in Basiliken, Heroen, als Abschluss in Tempel-Cellen und als Ueberdeckung halbkreisförmiger Wandnischen zu finden. Dem entsprechend treffen wir das Gewölbe in allen Dimensionen ausgeführt, von der kleinen, 1 m weiten Nische bis zur 24,6 m weiten Exedra (*Caracalla-Thermen*).

176.
Aus
Quadern.

α) Aus Quadern construiert, ist es uns in der Exedra des großen Vorhofes des großen Tempels in Ba'albek (Durchmesser 10,3 m), in den Nischen des *Diocletian-Grabmales* zu Spalatro (3,4 m im Durchmesser) und in den Wandnischen von Gerasa erhalten. Je nach den Spannweiten ist der Steinschnitt bei der Construction verschieden. Am letztgenannten Orte setzen sich die keilförmigen Bogensteine auf ein halbrundes Mittelstück auf; in Ba'albek und Spalatro sind die Wölbsteine ringförmig geschichtet (Fig. 168 u. 169).

Fig. 169.

Nischengewölbe in Gerasa.



177.
Aus
Backsteinen
oder
Gussmauer-
werk.

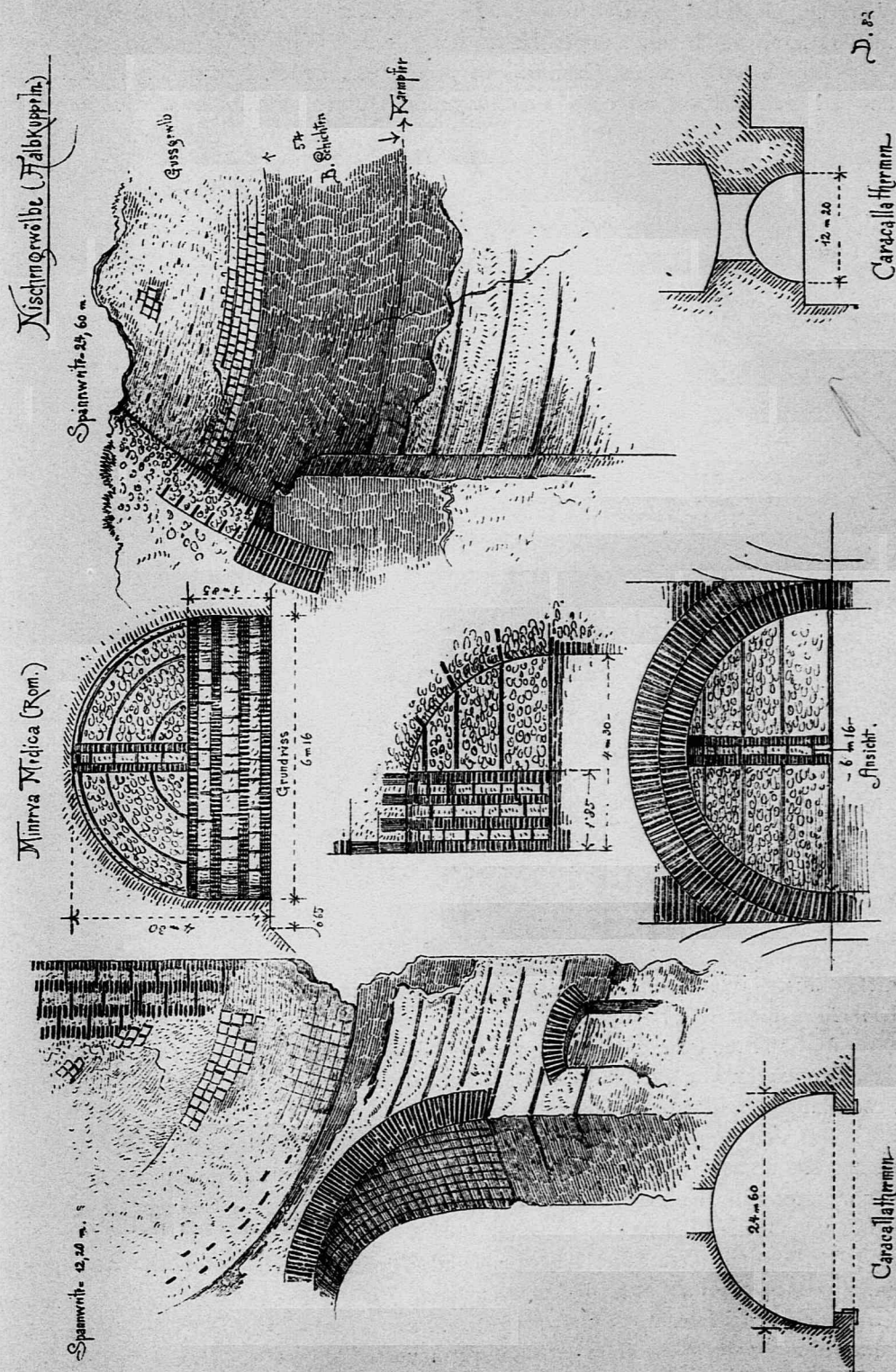
β) Bei einer Ausführung aus Backsteinen oder Gussgemäuer ist gewöhnlich nur die Gewölbefirn aus mehrfachen, durch Platten verbundenen Backsteinringen und das Halbrund aus Gussmauerwerk hergestellt, welches auf eine gut in Mörtel gefügte Plattenschalung gesetzt und vielfach mit winkelrecht zur Wölbungslinie gestellten Plattenziegeln durchschossen ist.

Bei der großen Exedra in den *Caracalla-Thermen* kam ein doppelter, 1,20 m hoher Backsteinbogen an die Stirn; alsdann kamen in der Rundung vom Kämpfer aufwärts 54 Backsteinschichten und über diesen bis zum Scheitel Gussgemäuer auf einer Plattenschale zur Ausführung. Die kleinen Nischengewölbe der *Minerva Medica*, von 6,16 m Durchmesser, wurden, da sie zum Theile Stockgemäuer zu tragen haben und sich aus einer Viertelkugel und einer Tonne zusammensetzen, besonders sorgfältig construiert, indem sie an der Stirn der Tiefe nach aus vierfachen und der Höhe nach aus doppelten Backsteinbogen bestehen, auf welche rechtwinkelig eine Doppelgurte, durch die Rundung geführt, trifft. Letztere ist mit horizontalen Plattenringen durchschossen und das Rippenwerk mit Gussgemäuer dann ausgesetzt (Fig. 170).

178.
Stichkappen.

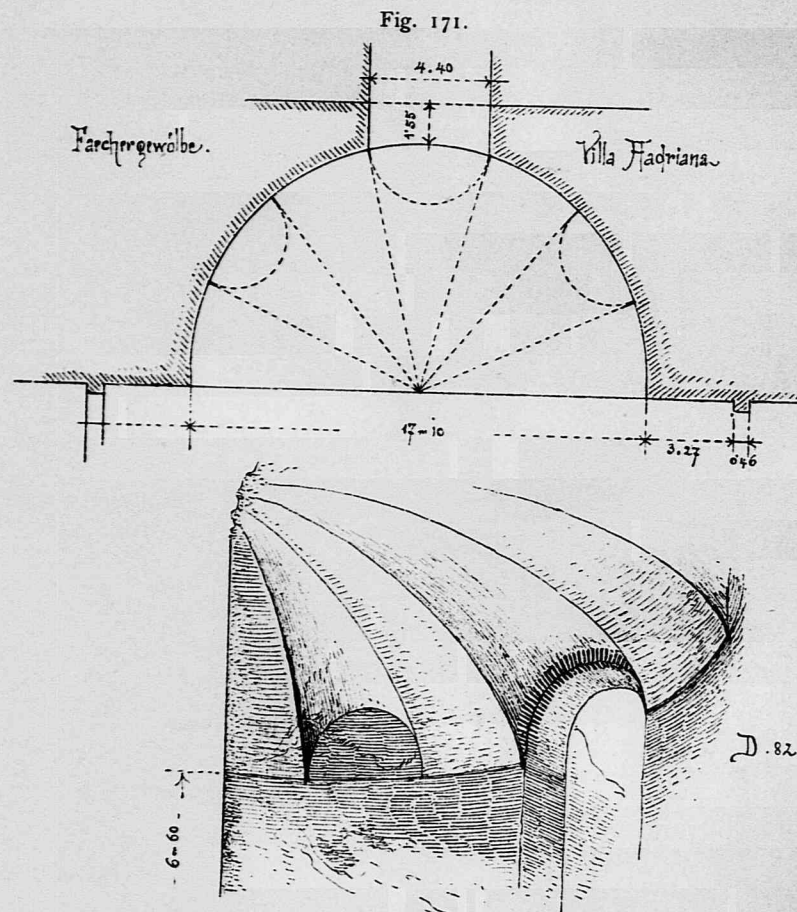
γ) Durch Anordnung von Lunetten oder durch ein Einschneiden von lothrecht geführten Fenstern in Kämpferhöhe wurden bei der großen Rotunde der *Caracalla-Thermen* die Stichkappen hervorgerufen; diese gezogen und bis zum Gewölbefirn fortgeführt, ergaben eine fächerartige Theilung oder Belebung der

Fig. 170.



Viertelkugel. Die Exedra in der *Villa Hadriana* bei Tivoli (von 17,1 m Durchmesser) kann als Beispiel dieser Behandlung gelten (Fig. 171).

Das Gewölbe ist im Grundriss in 7 Sektoren zerlegt, wovon 4 in der Kugel- fläche liegen bleiben, während 3 als steigende Tonnen mit kleiner werdendem Durch-



messer ausgebildet sind. Da Putz das Gewölbe deckt, so ist seine Construction im Einzelnen nicht fest zu stellen.

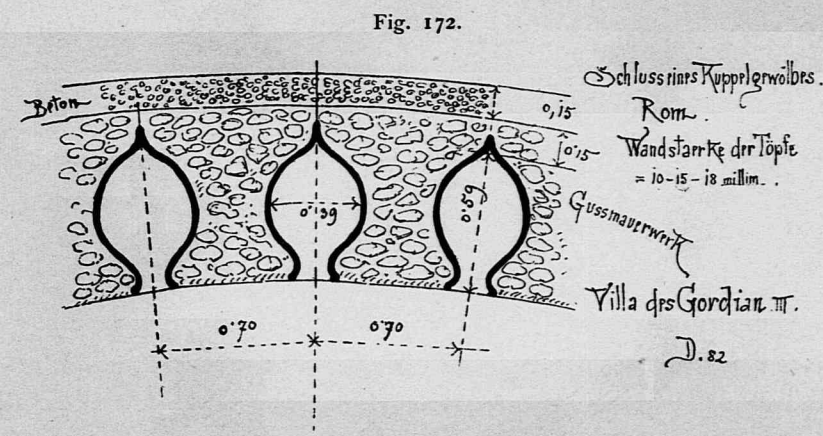
179. Cassettirungen. d) Cassettenartig gegliedert, wie das Tonnen- und Kuppelgewölbe, finden wir das Nischengewölbe im Hadrianischen Tempel der Roma und Venus in Rom. Zierliche Rauten beleben die Gewölbe fläche in schönster Weise.

180. Toppengewölbe. Bei den angeführten Beispielen wurden für die Wölbungen Kalk- und Backsteine, Kalkmörtel und Puzzolane als Material genannt. Bei den großen Gewölben bevorzugte man namentlich Materialien von sehr geringem Gewichte, vulkanische Tuffe von außerordentlicher Porosität.

In Pompeji (Stabianer Thermen und Töpferofen vor dem Herculaneer Thor) und in Rom (*Tor de' Schiavi* [Achtecksbau], *Torre Pignattara* an der *Via Labicana* [Grab der heil. Helena], Circus des *Maxentius*, *Minerva Medica*, *Janus Quadrifrons*) finden sich in den Gewölben vielfach vermauerte Töpfe ¹⁰⁰⁾. Dieser Gebrauch mag,

¹⁰⁰⁾ Vergl. NISSEN a. a. O., S. 64 — ferner: OVERBECK, J. Pompeji in seinen Gebäuden etc. 2. Aufl. Leipzig 1884. S. 380 — endlich: CHOISY, A. *L'art de bâtir chez les Romains*. Paris 1876. S. 96.

wie gesagt, bis zum Ende der Republik zurückreichen. Uebrigens waren es nach der Sachlage keineswegs statische Gründe, welche die Römer jener Zeit veranlassten, dieses Material zu verwenden; man machte einfach schadhast gewordene Amphoren, die aus vortrefflichem Thone hergestellt waren, auf diese Weise für bauliche Zwecke nutzbar. Sie sind über die ganze Gewölbe fläche zerstreut, sitzen oft in Gruppen beisammen oder vereinzelt und kommen eben so gut in den Widerlagern, als im Scheitel des Gewölbes vor.



Das eingestürzte Kuppelgewölbe bei *Tor de' Schiavi* (Villa des Gordian) zeigt in den auf dem Boden liegenden Stücken die in Fig. 172 gezeichnete Anordnung und Form der Töpfe. Erst die byzantinischen Architekten zogen aus diesem Material Nutzen für ihren Gewölbebau durch eine systematische Anordnung und statisch rationelle Vertheilung desselben. In Ravenna bildeten in einander gesteckte Töpfe (C in Fig. 173) durch eine spiral-

förmige Schichtung eine Reihe unverschieblicher Ringe, ein Gedanke, der in den Kuppeln der Bauten auf dem Berge Athos wiederkehrt, indem dort zwischen die gewöhnlichen Wölbsteine Ringe von sich deckenden Hohlziegeln vermauert sind (A in Fig. 173). Der Gebrauch von

Töpfen zu Wölbungen hat sich in Syrien bis heute erhalten, und Fig. 173 giebt bei B die Form eines solchen Topfes wieder.

Das Vorkommen versteckt oder offen liegender Strebepfeiler wurde in der Einleitung und bei den verschiedenen Gewölben schon erwähnt. Construiert sind sie als schlichte Mauerklötze — aus sichtbar vortretenden Quadern im Haurân (Chaqqa, II. oder III. Jahrhundert), aus Gussgemäuer mit Backsteinblendung in Italien (*Minerva Medica* in Fig. 174 u. 177, *Maxentius*-Basilika, Bajae in Fig. 176). Der Raum zwischen denselben ist ganz oder theilweise zum Inneren geschlagen (Chaqqa in Fig. 175), und im letzteren Falle beleben die Pfeiler die Außenfläche der Umfassungsmauern

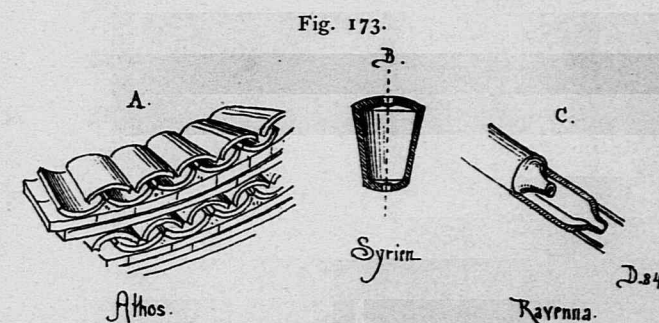


Fig. 174.

Minerva medica - Rom.

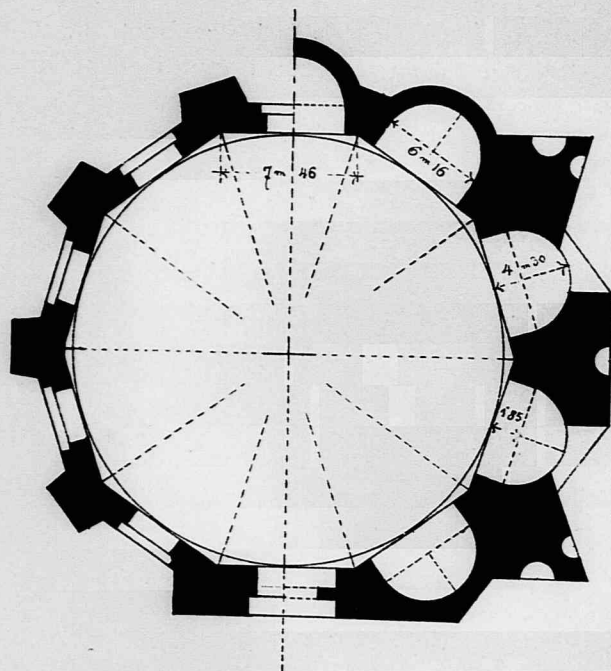


Fig. 175.

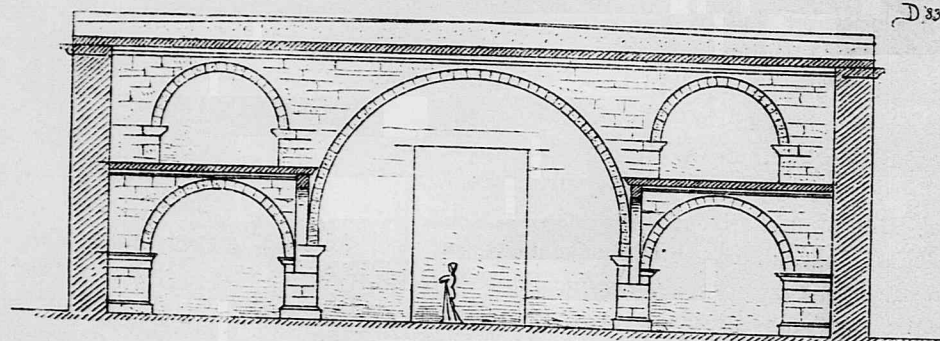
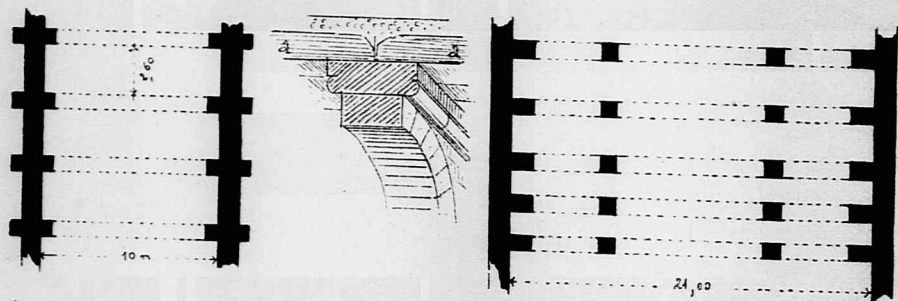
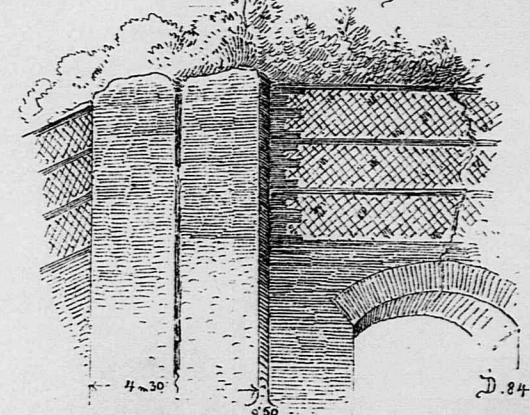


Fig. 176.

Strebepfeiler in Bajae. Sag. Vronstempel.



5) Schluss.

Die Decoration der Gewölbe geschah bei glatten und cassettirten Gufs- und Backsteingewölben unter Zuhilfenahme von Stuck und Malerei (Pompeji, Kaiserpaläste in Rom, Gräber an der *Via latina* etc.). Die Quadergewölbeblächen blieben bei Gros-Constructionen vielfach glatt; bei kleineren Tonnen sind die Motive der cassettirten Steindecke auf die Wölbungsflächen übertragen. (Vergl. Fig. 139, *Titus*-Bogen in Rom, Bogen aus Palmyra und Ammân).

Plinius (Lib. XXXVI, 42) erwähnt noch eine Decoration durch Bimssteine (Tropfsteine, Kalkfinter?), welche man namentlich in »Museen« (Mufengrotten, Studierzimmern) anwende. »Zerfressene Felsen hängen herab, um den Räumen durch Kunst das Aussehen einer Grotte zu geben.«

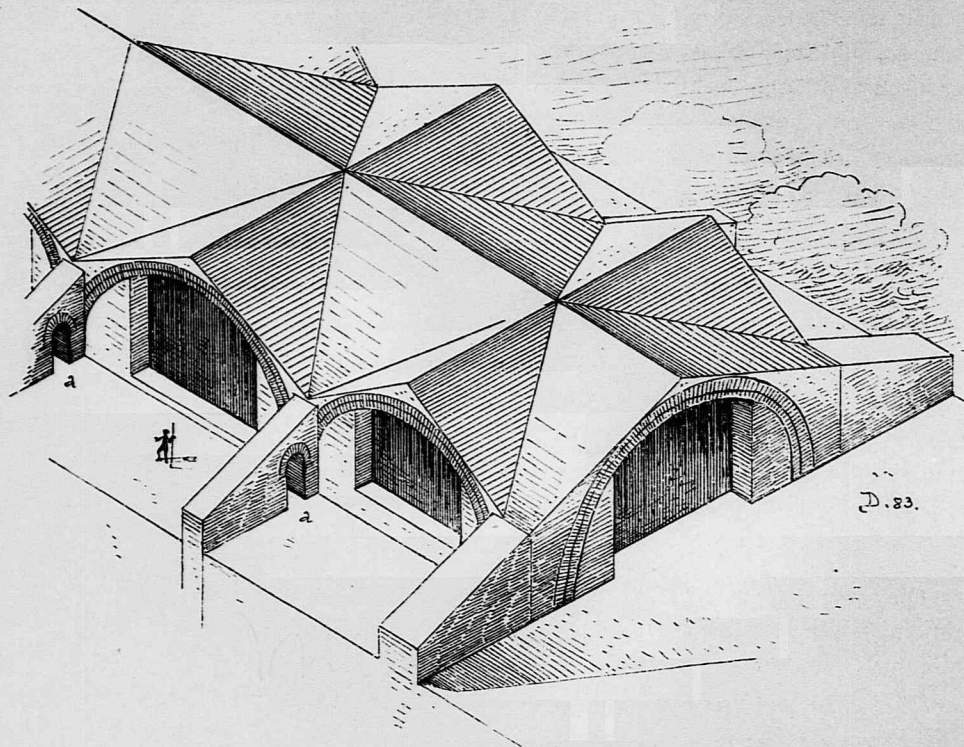
Im gleichen Buche (Cap. 44) berichtet er noch, daß die vom Fußboden verdrängten Estriche auf die Gewölbe übergingen und aus Glas angefertigt würden. Diese »neue Erfindung« habe *Agrippa* noch nicht gekannt. Derselbe bediente sich bei der Ausschmückung der warmen Räume seiner Thermen einer auf Töpferthon eingebrannten Malerei, während er alles Uebrige mit weißer Tünche »verzieren« liefs.

Bei der Bühne des *Scaurus* (*Plinius*, Lib. XXXVI, 24) wird gleichfalls die Verzierung von Wandflächen mit Glas erwähnt. Es dürfte darunter eine musivische

Fig. 177.

Strebepfeilerbildung.
Minerva medica.182.
Decoration
der
Gewölbe.

Fig. 178.



Decoration mit Glaspasten oder Schmelz zu verstehen sein. Auszierungen mit Mosaik sind noch an kleinen Nischengewölben in Pompeji erhalten. Die Decoration mit auf Thonfliesen eingebrannter Malerei und Glas-Mosaik dürfte somit, namentlich in späterer Zeit, gewöhnlich geworden sein¹⁰¹⁾.

Gewölbe und Dach waren bei den Groß-Constructionen identisch; ein besonderes Schutzdach wurde über diesen nicht ausgeführt. Bei Kuppeln war die äußere Form gleich der inneren; bei Kreuzgewölben ahmte man ausen die Satteldächer nach und deckte die gemauerten Flächen mit Ziegeln oder Metallplatten. Die Kuppeln überzog man mit einem feinen Beton, dem haselnußgroße Ziegelfstücke beigemischt waren, oder deckte auch sie bei reichen Anlagen mit Metallplatten. Bei den Gewölben am *Tor de' Schiavi* und des sog. Dianen-Tempels in Bajae ist der Betonüberzug, 12 bis 15 cm dick aufgetragen, noch erhalten (Fig. 164 u. 172).

Neben diesen Stein- und Gussgewölben erwähnt *Vitruv* (Lib. V, 10) noch eine Art, die aus Eisen und Thonplatten hergestellt wurde. Gerade oder bogenförmige Eisenstangen seien mit möglichst vielen eisernen Haken an das Balkenwerk in einer solchen Entfernung von einander aufzuhängen, daß Ziegelplatten zwischen je zweien ein Auflager fanden und »so die ganzen Deckengewölbe auf Eisen sich stützend hergestellt würden.« Die Fugen seien oberhalb mit Haarmörtel zu verstreichen, und an der Unterfläche wäre vor dem Putze ein Auftrag aus Mörtel mit zerstoßenen Thonscherben zu machen. Die Ausführung zweier solchen Gewölbe über

¹⁰¹⁾ RICH, A. Illustriertes Wörterbuch der römischen Alterthümer etc. Aus dem Engl. von C. MÜLLER. Paris u. Leipzig 1862. S. 408: »Mufivum« = ein aus kleinen Stücken von farbigem Glas oder einer Email-Mischung zusammengesetztes Mosaik, im Gegensatz zum »Lithostrotum«, das aus farbigen Steinen gemacht wurde.

183.
Äußerer
Abchluss.

184.
Gewölbe
aus
Eisen und
Thonplatten.

einander wird besonders bei Bädern empfohlen; »denn es wird dann die vom Dampfe herrührende Feuchtigkeit das Holz des Balkenwerkes nicht verderben, sondern sich zwischen den beiden Gewölbedecken verziehen«.

Gewölbte Flächen wurden auch aus Holz und Stuck hergestellt, indem man Latten aus Cypressenholz, 2 Fuß von einander, bogenförmig mit Holzklammern und eisernen Nägeln an die Deckenbalken befestigte, und diese mit gequetschtem Schilfrohr ausflocht, das von unten mit grobem Sandmörtel beworfen und dann mit feinem Mörtel und Marmorstaub abgeputzt wurde (vergl. *Vitruv*, Lib. VII, 3).

Außer diesen letzten Angaben erfahren wir von *Vitruv* über Bogen und Gewölbe weiter nichts, als daß man über hölzernen, durch Mauerwerk belasteten Balken Entlastungsbogen machen solle, daß die Umfassungsmauern bei Gewölben dicker zu machen seien und daß bei Bogenstellungen auf Pfeilern der äußerste Pfeiler breiter gemacht werden müsse, damit er Widerstand gegen das »Auswärts-treiben der Lagersteine« leiste. Und doch sind große Gewölbe-Constructionen unter seinen Augen ausgeführt worden, und die etruskischen Leistungen auf diesem Gebiete mußten ihm bekannt sein. Hielt er sie so ganz für selbstverständlich, daß er kein Wort weiter darüber zu verlieren brauchte, oder waren sie ihm unwichtig? Doch kaum, da er viel weniger Wichtiges und Landläufiges (nicht für uns, sondern für die damalige Zeit) umständlich vorträgt; sie als eine Neuerung betrachten, der er verständnislos gegenüber gestanden hätte, verbieten die genannten älteren Ausführungen.

Viele der Gewölbe widerstanden der Zeit; Erdbeben, mangelnde Unterhaltung und wuchernde Vegetation oder absichtliche Zerstörung durch Menschenhand führten mehr den Untergang der meisten herbei, als die Qualität der Arbeit und des angewandten technisch-statischen Verfahrens.

Schadhaft gewordene Bogen wurden durch Untermauerung und Unterfetzung von engeren Bogen, Auskeilen und Ausgießen der Zwischenräume mit Beton ausgebessert.

6. Kapitel.

D ä c h e r.

Die Neigung der Dachflächen und die sich hieraus ergebende Construction des Daches hängt zunächst von der Art des Deckmaterials ab. Die Unvollkommenheit und Vergänglichkeit desselben verlangt entweder einen möglichst raschen Wasserabfluß, oder die gute Beschaffenheit gestattet ein längeres Verweilen, bezw. Ansammeln der Tagwasser auf demselben, d. h. durch diese Umstände wird ein steiles oder ein flaches Dach bedingt.

Das Dach der im Blockstil erbauten Häuser der Kolcher bildete eine spitze Pyramide, die mit Erde und Laub bedeckt war; die Dächer der Heiligthümer auf der Burg des alten Rom, die Hütte des *Romulus*, waren mit Stroh gedeckt (vergl. *Vitruv*, Lib. II, 1, 5); die uralten Aschenkisten von Albano (vergl. Art. 29, S. 22) zeigen ein spitzes Strohdach und geben wohl ein Bild von dem ältesten Typus des italischen Hauses. Hieraus ergibt sich auch für den Süden das spitze oder steile Dach als das älteste, und es blieb so lange in Uebung, so lange man sein vergängliches Deckmaterial gebrauchte.

185.
Holzgewölbe.

186.
Vitruv
und
die Gewölbe.

187.
Schluß.

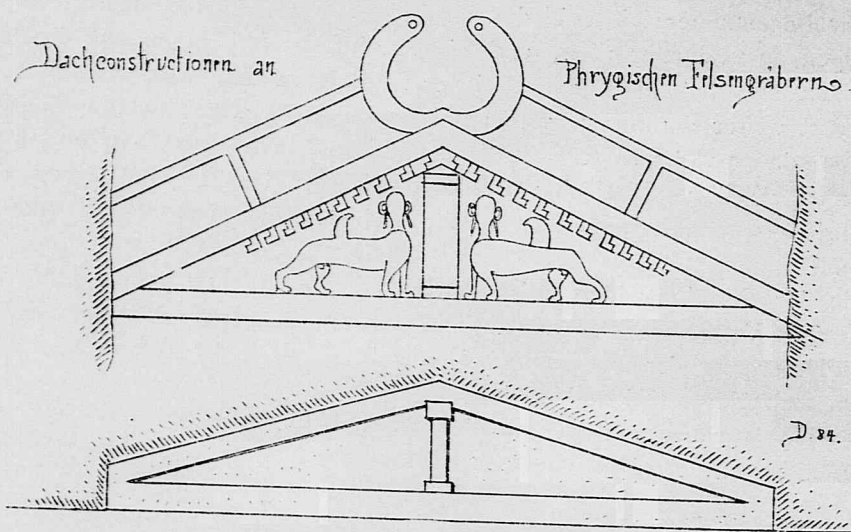
188.
Dachform
und
Dachdeckung.

Die Eindeckung mit eichenen Schindeln, deren Verwendung *Vitruv* (Lib. II, 1) den Galliern, Spaniern, Lusitaniern und Aquitaniern zuschreibt, gestattete einen geringeren Neigungswinkel der Dachflächen, und die Eindeckung mit Ziegeln ermöglichte bei dichtem Fugenschluss das flache Dach.

Der conservative Süden weist uns heute noch an der Capanna der römischen Hirten das steile Strohdach, an den Bauernhäusern der Alpenabhänge das stark geneigte Schindel- und Steinplattendach, an den Stadthäusern das flache, nach dem antiken Principe construierte Thonziegeldach.

Sattel- (Giebel-), Pult-, Zelt- und Walmdach waren bekannt; letzteres war auf dem Lande das vorherrschende, das erstere in der Stadt. Im Giebeldach des Tempels spiegelt sich die Gestalt des ältesten italischen städtischen Hauses wieder¹⁰²⁾.

Fig. 179.

189.
Dach-
Construction.

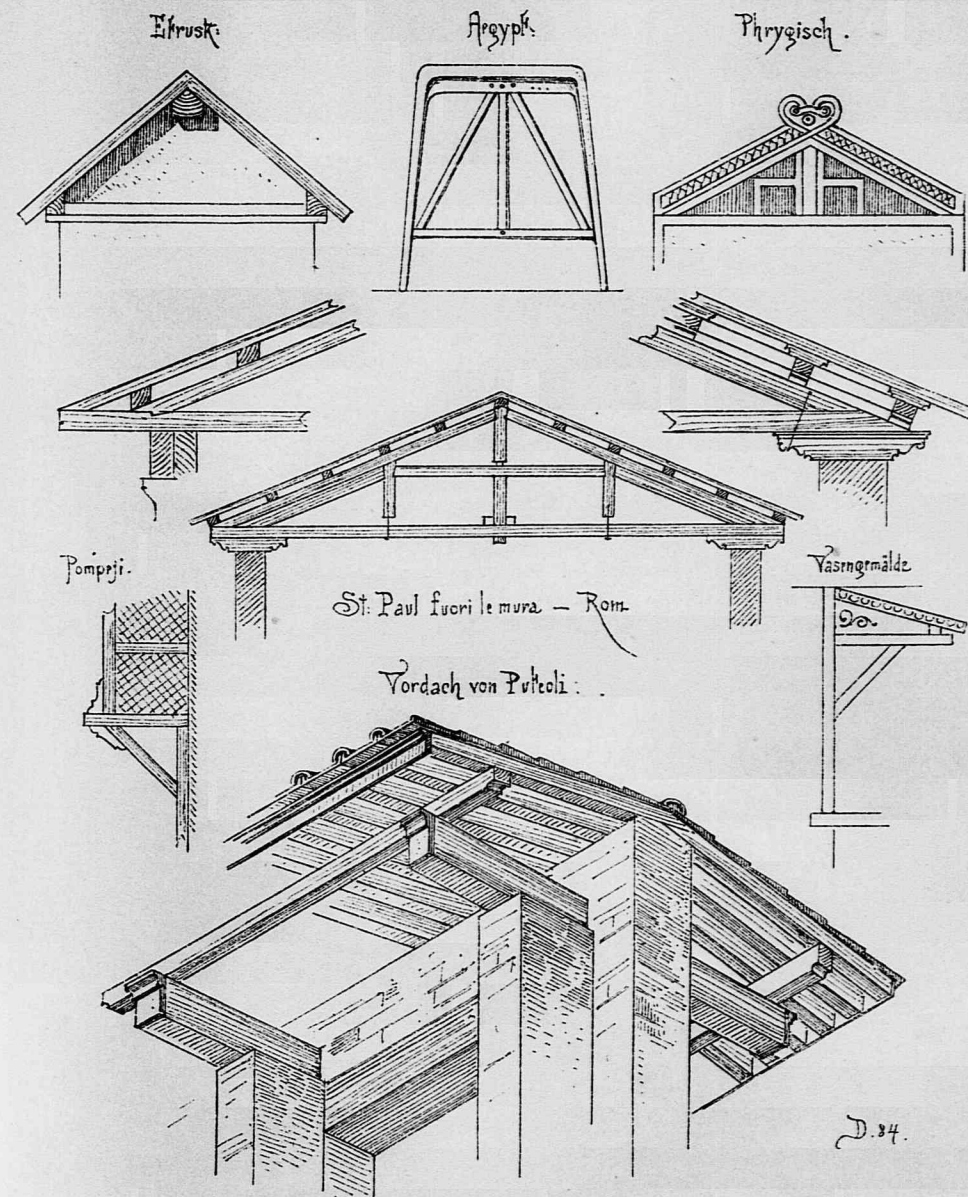
Verschiedene antike Reliefs, auf welchen Häuser dargestellt, Afchenkisten, welche Wohnhäusern nachgebildet sind (vergl. Art. 50, S. 58), die phrygischen Felsengräber, ägyptische Reliefs und Stab-Constructions, wie auch altchristliche Kirchendachstühle, auch solche des Mittelalters und der Neuzeit im Lande Italien, so wie Schilderungen alter Schriftsteller und erhaltene Bauverträge (*Lex Puteolana*) geben uns Aufschluss oder Anhaltspunkte für die Construction des entwickelten antiken Daches.

Allenthalben treffen wir das Pfettendach mit durchgehenden Bundbalken, die bei größeren Spannweiten zwischen den Auflagerpunkten ein oder mehrere Male direct unterstützt oder an das Zimmerwerk aufgehängt sind. Deckenbalken, Pfetten, Streben, Hängesäulen, Brustriegel und Sparren sind zu Hänge- und Sprengwerken in heute noch üblicher Weise zusammengefügt, und die Hölzer zeigen auch in den Abmessungen keine starken Uebertreibungen gegenüber dem heutigen Gebrauch.

Ueberall treten uns rationelle Constructionsweisen unter Berücksichtigung der Materialeigenthümlichkeiten und daraus entspringende Constructions- und Decorations-

¹⁰²⁾ Für das Giebeldach des Privathauses vergl. das in Capri gefundene Relief im National-Museum zu Neapel: *Icaro ed Erigone che festeggiano Bacco Indiano* — ferner: NISSEN a. a. O.: Kap. XXIV.

Fig. 180.

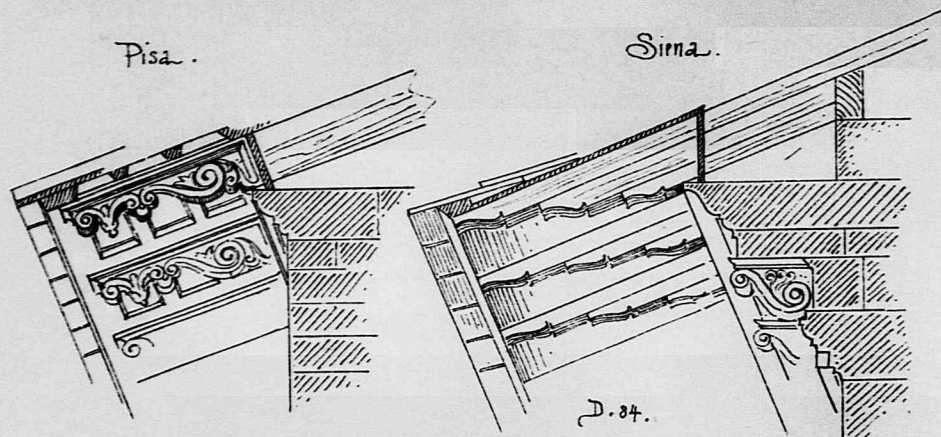


formen entgegen. An allen genannten Beispielen überragt das Dach schützend die Umfassungsmauern, und das Traufgesims ist entweder durch überhängende Sparren oder vorkragende Deckenbalken und Sparren gebildet (Fig. 179 u. 180).

Die Mauern konnten dabei einen Abschluss nach oben durch ein schlichtes oder reich entwickeltes Steingefims gehabt haben. Das Sparrengefims schließt das letztere nicht aus, wie die noch vom alten Geiste durchwehten, wohl traditionellen toskanischen Palast- und Wohnhausgefims zeigen (Fig. 181, Pisa u. Siena). Das genannte Relief (*Icaro ed Erigone*) des Neapolitaner Museums zeigt die überhängenden Sparrenköpfe unverkleidet; *Vitruv* verlangt beim Holzgefims des etruskischen Tempels Verkleidungen; auch die *Lex Puteolana* schreibt solche vor

190.
Sparren-
gefims.

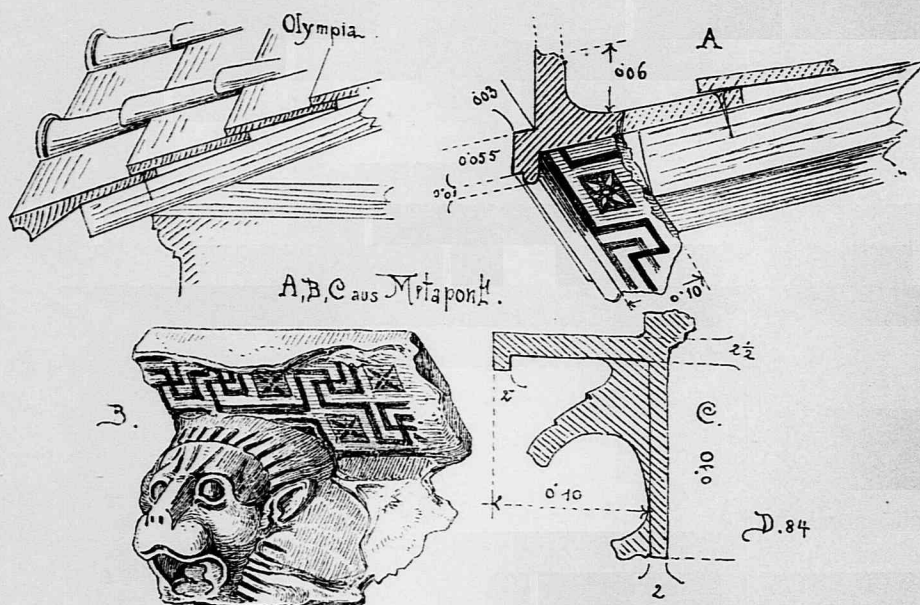
Fig. 181.



(*antepagmenta abiegnea lata [dodranted] crassa [semunciam] cumatiumque imposito ferroque plano figito*).

Von der altväterischen Reconstitution des Puteolaner Vordaches, die dem *Corp. inscript. lat. (Mommien)* beige druckt ist, aber dem Texte durchaus nicht entspricht, kann füglich abgesehen werden. Denn so sieht eine rationelle Holz-Construction nicht aus, und ein Techniker wird nur die Auffassung von Choisy¹⁰³⁾ annehmbar finden können.

Fig. 182.



Abсолют nothwendig war die Verkleidung der Sparrenköpfe nicht, wie die genannten toskanischen Holzgesimse heute noch zeigen. Man konnte dem Hirnholze Schutz gewähren durch das Vorstehenlassen der untersten Ziegelreihe oder durch besondere, mit Wassernasen versehene Traufziegel, wie solche in Griechenland und

¹⁰³⁾ In: *L'art de bâtir chez les Romains*. Paris 1876 S. 145.

Süditalien nachgewiesen sind (Fig. 182). Vollkommener wurde aber der Schutz jedenfalls durch die angehefteten Verkleidungen; dabei konnten die Holzleisten (*Antepagmenta*) mit Terracotta-Tafeln bekleidet sein, worauf die Reste so vieler reliefirten und bemalten, kleinen, mit Nagellöchern versehenen Terracotta-Frieze hindeuten, oder es war die Schutzleiste mit dem Traufziegel aus einem Stücke gearbeitet, worauf Reste in Metapont (vergl. Art. 48, S. 57, ferner Fig. 182 u. 183) hinweisen.

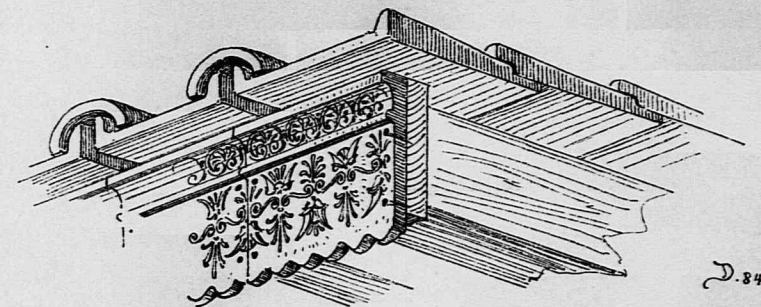
An solchen Sparrengesimsen sind auf keiner Darstellung Traufrinnen angegeben, und sie waren wohl nie in Uebung, es sei denn, sie wären aus langen Holzstücken gehöhlt und an die Sparren befestigt gewesen, wie an den Tyroler- und Schweizerhäusern unserer Tage, an denen ja ein gutes Stück alter Tradition hängt. Die Annahme von Terracotta-Rinnen aus kurzen Stücken auf so beweglicher Unterlage, wie ein überhängendes Sparrengesims, wäre widersinnig und würde ein technisches Unding sein.

Auch die Verkleidung der Pfetten-, bzw. Balkenköpfe verlangt der Bauvertrag von Puteoli (*Insuper id et antas mutulos robustos II crassos [bessern], altos pedem I proicito . . . Insuper simas pictas ferro figito*). Diese kann nun aus Holzbrettchen oder Terracotta-Tafeln oder beiden zugleich bestanden haben. Wir finden sie auch wieder an den genannten Tyroler Holzhäusern.

Die Holzgesimse wurden mit der Zeit, in den Städten wenigstens, durch Steingemise verdrängt. Man ließ das Abschlußgesims der Mauer weiter vortreten, theilte diesem die Aufgabe des Schützens zu, schnitt die Balken und Sparren zurück und belastete mit deren Enden die nach innen gekehrten Theile des ausladenden Steingemises.

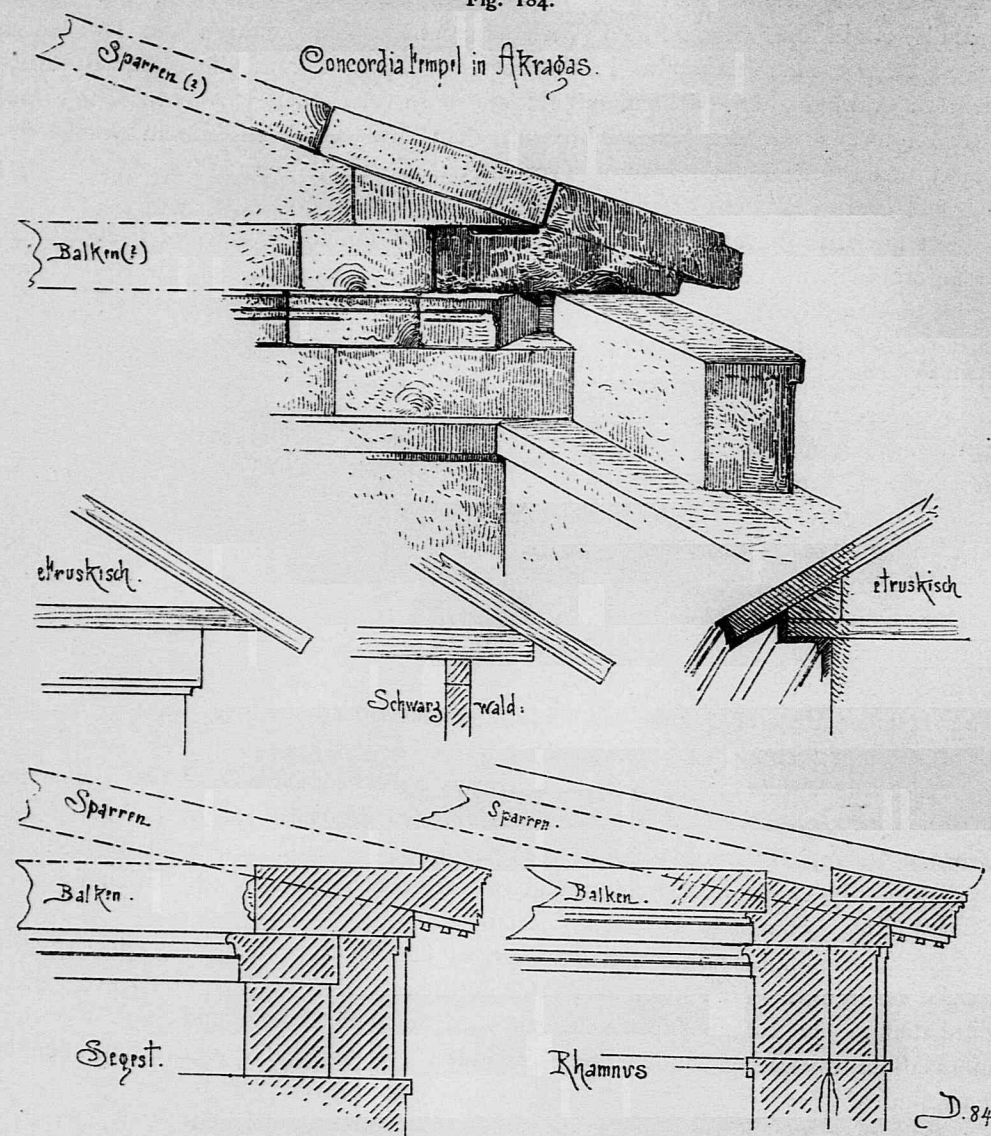
Will man die Form des Steingemises (besonders dorischen Stils) aus dem alten Holzgesims ableiten, so führt eine Untersuchung zu dem schon früher festgestellten Ergebnisse, daß die Deckenbalken ursprünglich einen Bestandtheil des Holzgesimses bildeten und daß dann diese nicht hinter den Triglyphen, sondern über denselben angenommen werden müssen. Die Construction alter Holzgesimse kann, wie erwähnt, am besten an etruskischen Werken noch nachgewiesen werden. Es setzten sich dieselben, ähnlich wie an den Holzbauten derjenigen Gegenden, in denen der Holzbau seit ältester Zeit in Uebung geblieben ist, aus den vorkragenden Balken und den zugehörigen aufgefalteten Sparren, welche mit ihren Enden über die ersten hinausreichten, zusammen. Wird diese Gesimslehre durch Schalbretter bekleidet, d. h. werden die *Antepagmenta* vor die Balken- und Sparrenköpfe geheftet, so ergibt sich ohne Weiteres die typische Form des dorischen Steingemises, selbstredend ohne dessen Auszierung. Die Holzbalken- und Sparrenvorsprünge kann man in jenes hineinragen oder aus ihm herauslesen, wie die in Fig. 184 dargestellten

Fig. 183.



191.
Steingemise.

Fig. 184.



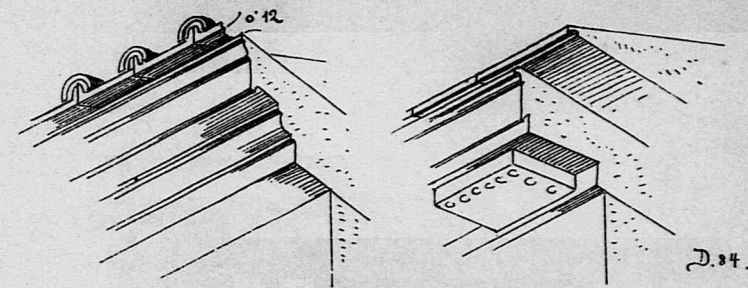
Beispiele von Akragas (nach dem heutigen Zustand aufgenommene innere Ecke), Segest und Rhamnus darthun.

Die Steinbalken des Peribolos lagen an allen dorischen Tempeln in der gleichen Höhe über dem Triglyphon, was zu Gunsten dieser Ableitung des Steingefimses von dem aus Balken und Sparren gebildeten Holzgefimse spräche. Auf diese Möglichkeit ist im Abschnitt »Baukunst der Griechen«¹⁰⁴⁾ bereits hingewiesen worden; sie würde ganz entschieden gegen die Vitruvianische Auffassung des Triglyphon zeugen. Man kann es aber auch bei der zuerst gegebenen Erklärung des Steingefimses als vorgerücktes Abschlussgefims der Umfassungsmauern bewenden lassen.

Die geringere Ausladung der Steingefimse (namentlich wenn zu diesen poröser Kalkstein von geringer Tragfähigkeit verwendet werden musste) gewährte den Mauern

¹⁰⁴⁾ Siehe Theil II, Band 1 dieses »Handbuches«, S. 13.

Fig. 185.



nicht mehr denselben Schutz gegen das abfallende Regenwasser, wie die Holzgefimse. Durch ein Vorspringen der untersten Ziegelreihe über die Gefimskante suchte man die Traufe weiter vom Baue wegzurücken, aber in nur wenig wirksamer Weise (Fig. 185). Das Wasser fiel bei windstillem Wetter den Langseiten entlang an der Vorderkante der Ziegel frei herab zur Erde oder wurde bei Sturm gegen die Gefimse, Mauerflächen oder Säulen gepeitscht.

Unzuträglichkeiten bei dem geschilderten primitiven Wasserablauf, der sich wohl bei Bauten aus festem Gesteine, wie Marmor halten konnte, der aber, wenn nicht ständige Reparaturen nothwendig werden sollten, bei mit Stuck überzogenen Steinbauten auf die Dauer unthunlich erscheinen musste und zu Anordnungen drängte, um dem genannten Uebelstande abzuhelpen, führten zum Gebrauch der Wasserrinnen längs der Dachtraufen.

Sie waren ursprünglich, wie die Ziegel, aus gebranntem Thon. Das Dachwasser wurde durch sie gefasst und an bestimmten Stellen durch besondere Ausgüsse weit vom Baue weggeleitet, so weit dies Wind und Wetter gestatteten.

Die Durchführung der Vorderwand des aufgestülpten Wasserkastens auf den steigenden Giebelgefimsen geschah mehr aus formalen, als aus technischen Gründen, obgleich man auch hier einen sicheren Abschluss der vorderen Ziegelreihe haben musste. Sie ist wohl aus diesem Grunde auf den Marmortempel übergegangen und als krönender Schmuck am Giebel beibehalten worden, während sie bei der Güte des Materials und weil die Wasserspeicher bei Sturm und bei hohen Tempelbauten das gewünschte günstige Resultat doch nicht ergaben, an den Langseiten entbehrt werden konnte. Die thönernen Wasserkasten, welche auf den Steingefimsen ihr festes, unverrückbares Lager hatten und der Länge nach unter sich auf das sorgfältigste durch mit feinem Mörtel ausgegossene Falze verbunden wurden, waren für sich gefondert ausgeführt, wie dies am Tempel C in Selinus gewesen zu sein scheint (Fig. 186), oder sie waren mit den Traufziegeln aus einem Stücke gearbeitet, die spätere, gang und gäbe Art.

Mit der Aufnahme der Steinziegel (Marmorziegel) an Stelle der Thonziegel musste bei öffentlichen oder Cultusbauten auch die Thon-Sima der Stein-Sima weichen. Form und Ornamentation der alten Thon-Simen wurde dabei unmittelbar auf die Stein-Simen übertragen. (Vergl. die steinernen Rinnleisten von Himera und Akragas mit den thönernen von Selinus in Fig. 186.)

Eine besondere Schalung wurde wohl in den wenigsten Fällen über den Sparren hergestellt, wengleich der Bauvertrag von Puteoli eine solche verlangt (*»operculaque abiegnea imposito«*). Die etruskischen Gräberdecken zeigen, wie nachgewiesen wurde, den Ziegelbelag ohne Schalung.

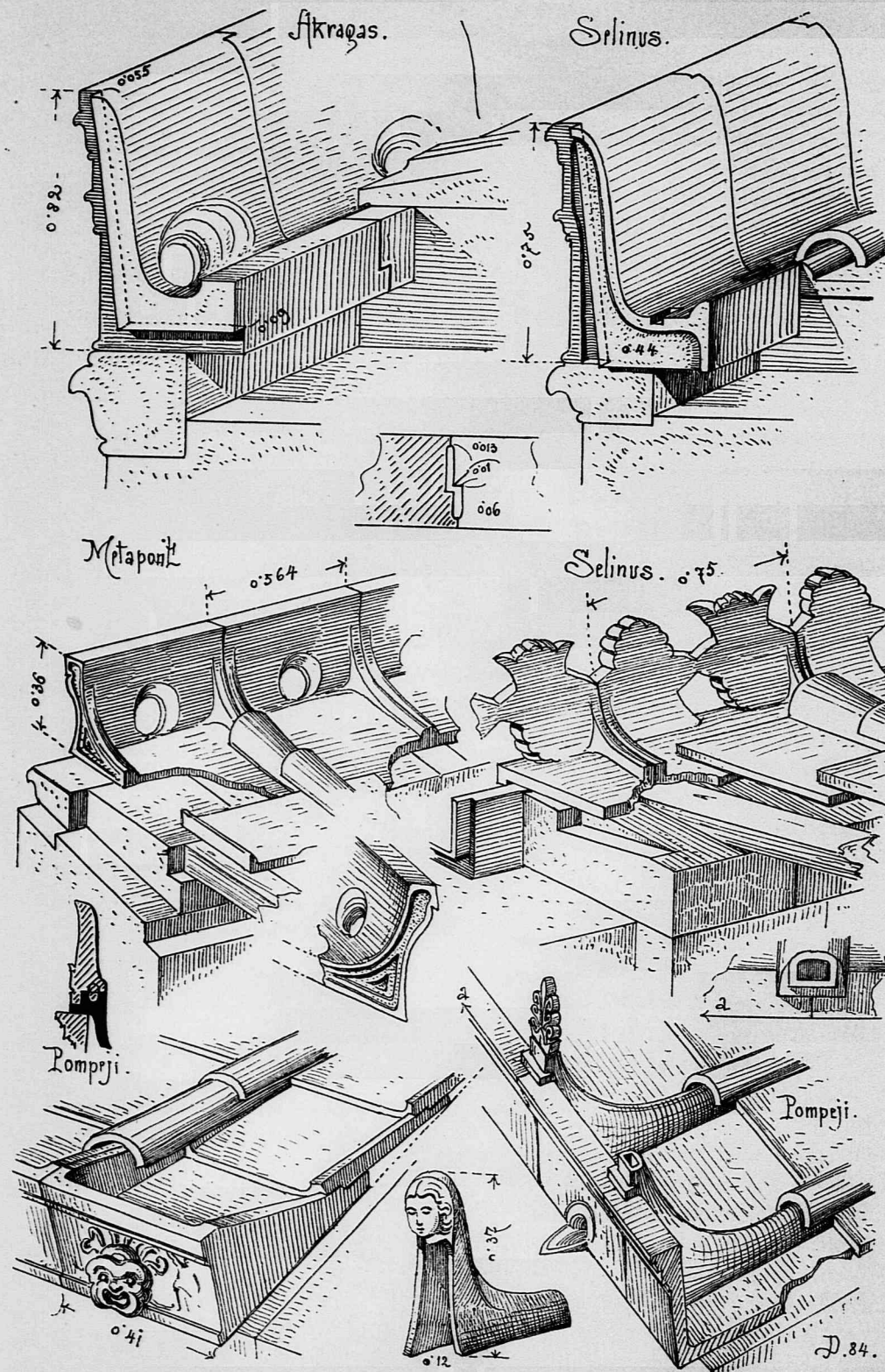
Die Entfernung der Sparrenpaare von einander richtete sich dann nach der Breite der Ziegel, welche unmittelbar auf erstere gelegt wurden. An der untersten

193.
Wasserrinnen.

194.
Dachschalung.

195.
Entfernung
der Sparren.

Fig. 186.



Ziegelreihe mußten die folgenden ihre Stützen haben, da Lattungen und Nasenziegel kaum nachzuweisen sein dürften.

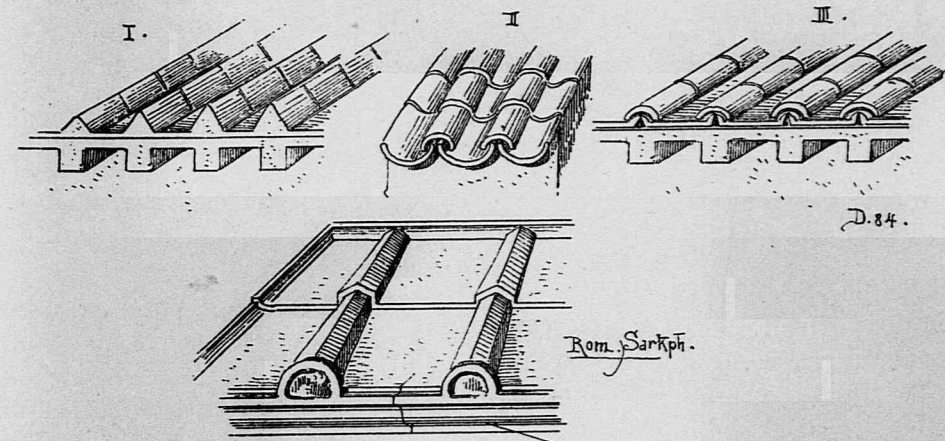
Beim Tempel auf Aegina (siehe Theil II, Bd. I dieses »Handbuches«, S. 104) hatte diese ihren Halt an Eisendollen, welche aus dem Stein-Geison hervorragten; die *Lex Puteolana* verlangt sie mit Eisenstiften auf die *Antepagmente* der Sparren befestigt (*»tegulas primores omnes in antepagmento ferro figito«*; vergl. auch Art. 50, S. 58).

Die Dachdeckung geschah für gewöhnlich mit gebrannten Thonziegeln von verschiedener Form und Gröfse; bei Prachtbauten wurden Marmor- oder Metallziegel (Blei und Bronze) verwendet. (Vergl. Art. 91, S. 117.)

Das mehrfach erwähnte Relief (*Isaro ed Erigone*) weist viererlei Arten von Dachziegeln auf, welche an Sarkophagen und Aschenkisten, die Haus- oder Tempelform nachahmen, ähnlich wiederkehren und deren Originale beinahe auf allen Trümmerstätten antiker Bauwerke diesseits und jenseits der Alpen gefunden wurden und in allen Alterthümer-Museen in reicher Anzahl wieder zu finden sind (Fig. 187). Es sind flach gewölbte, halbkreis- und fahlförmige Hohlziegel und Flach- oder Planziegel mit aufgebogenen Rändern.

Fig. 187.

Marmorrelief (*Isaro ed Erigone*) im Museo naz. in Neapel. (I, II, III)

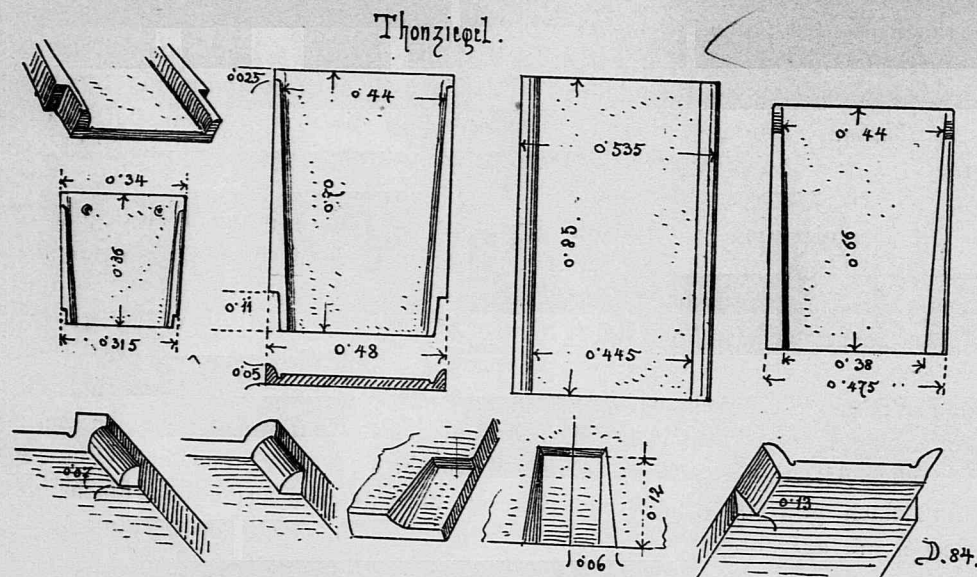


Die älteste Art der Eindeckung ist wohl die mit flachen Hohlziegeln gewesen, welche, neben einander gelegt, an den Stößen nach Fig. 187 II durch Hohlziegel gedeckt wurden, wie bei der mittelalterlichen Deckung mit Nonnen und Mönchen. Sie wurden verdrängt durch die besseren, großplattigen Planziegel (*Tegulae*¹⁰⁵) mit seitlich aufgebogenen Rändern und die conischen oder fahlförmigen Deckhohlziegel (*Imbrices*¹⁰⁵).

Bald scheint sich für diese eine feste Form herausgefunden zu haben, die einfach und leicht herzustellen war und dann in allen Ländern in Uebung blieb, die Römer besetzt hielten. Spitzfindige Spielereien bei der Fügung und Ueberdeckung, wie sie bei griechischen Marmorziegeln vorkommen, sind bei der gediegenen römischen Waare nicht zu finden.

¹⁰⁵ *Tegula* = Deckplatte, Dachziegel (*Livius, Cicero*). — *Imbrex* = Hohlziegel (*Plinius, Plautus*).

Fig. 188.

197.
Flachziegel.

Die Ziegel sind bald rechteckig, bald trapezförmig oder außen rechteckig und innerhalb der Ränder trapezförmig gestaltet; sie haben entweder zurückgesetzte oder nur unterschrittene Falze (Fig. 188). Die Größen sind so verschieden, wie die der Backsteine, wie beispielsweise die nachstehenden Maße zeigen:

85 × 115 cm	49 × 75 cm	46 × 58 cm
49 × 117 "	26 × 66 "	44 × 57 "
53½ × 85 "	49 × 66 "	40 × 54 "
50½ × 80 "	49 × 65 "	36 × 46 "
51 × 85 "	47 × 64 "	20 × 45 "
48 × 80 "	45 × 60 "	31½ × 36 "
	46 × 59 "	

Die Ziegel der Zehnlande sind meist kürzer und dicker, wie die im Mutterlande. Für erstere kann als Durchschnitsmaß 36 × 46 cm, für letztere 49 × 66 cm angenommen werden.

198.
Hohlziegel.

Die Hohlziegel entsprechen in der Länge den Flachziegeln, sind in den wenigsten Fällen genau halbkreisförmig im Querschnitt, sondern meist flacher bei einem inneren Durchmesser von 13 bis 18 cm und noch seltener sattelförmig gestaltet (Fig. 189).

Viele der Hohlziegel zeigen auf der Innenseite Mörtelspuren, zum Zeichen, daß sie an vielen Orten auf den Flachziegeln in ein Mörtelbett gesetzt wurden. Nafen und Nagellöcher sind an denselben nicht gewöhnlich oder kommen kaum vor.

199.
Antefixe.

Die untersten Hohlziegel der Dachbahnen sind bisweilen an der Stirnseite geschlossen und durch Figürchen, Köpfe oder Palmetten geziert und bilden so einen wirkungsvollen Schmuck des Traufgesimses (Fig. 191). Derselbe dürfte übrigens nur bei besseren Bauten angeordnet worden sein. Es bilden bei den Ziegelfunden die mit Antefixen geschmückten Hohlziegel einen verschwindend kleinen Bruchtheil; im Zehnland, wo die Luxusbauten wohl auf ein kleinstes Maß zurückgeführt waren, sind sie sehr selten, was unseren Satz bestätigen mag. Auch in Pompeji sind sie in geringer Anzahl vorhanden.

Fig. 189.

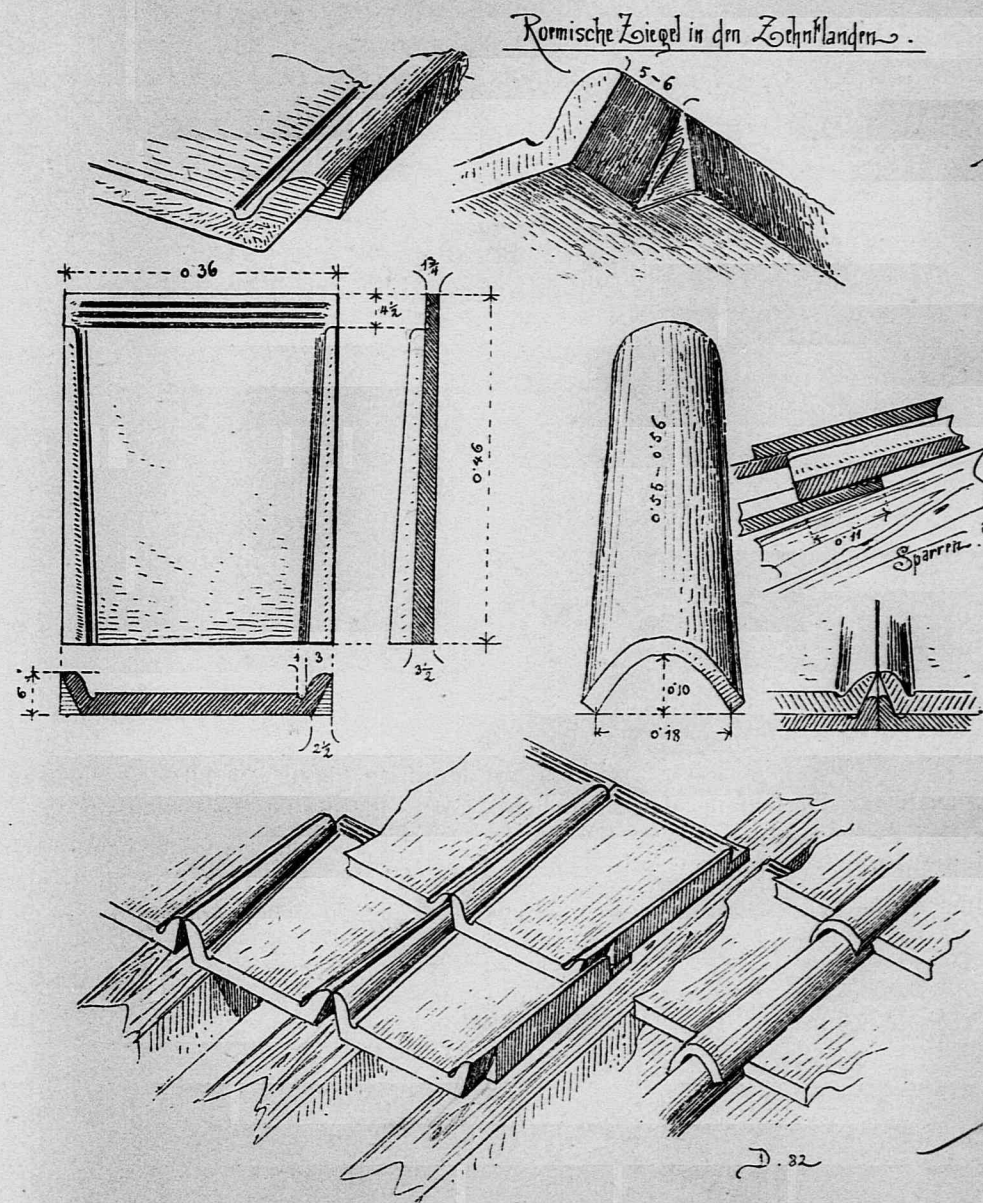
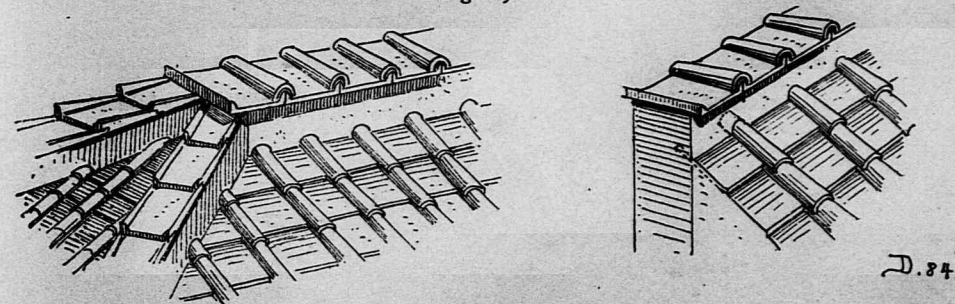
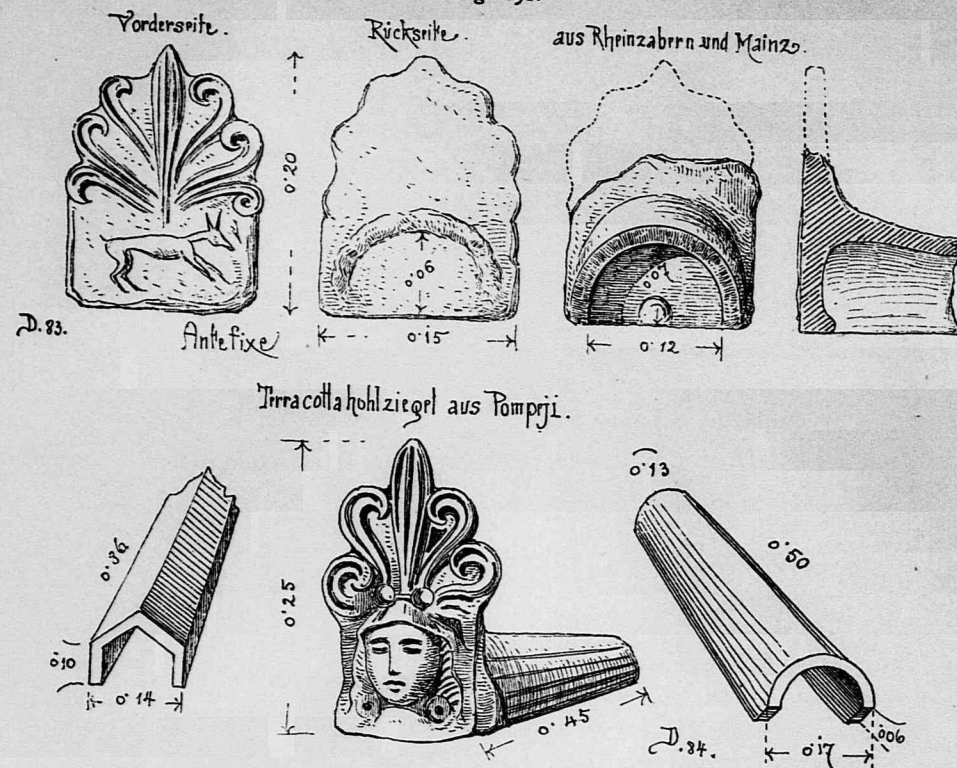


Fig. 190.

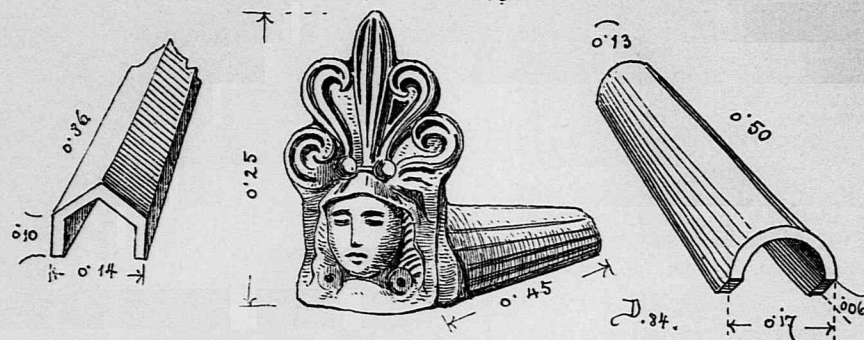


First- u. Grathdeckung mit Ueberrauung. (Rom.)

Fig. 191.



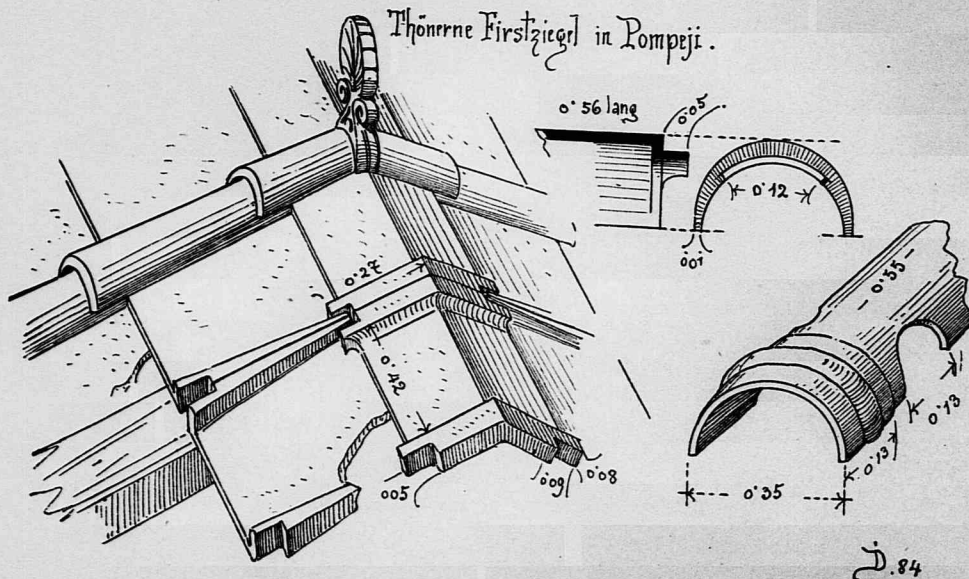
Terracottahohlziegel aus Pompeji.

200.
Firt- und
Grat-Ziegel.

Diese beiden Ziegelformen reichten zur Deckung glatter Dachflächen zunächst aus, auch zur Herstellung der Firste und Grate bei Sattel- und Walmdächern, wenn bei diesen niedrige Aufmauerungen angewendet wurden, wie solche heute noch überall im Süden gebräuchlich sind (Fig. 190), sobald man besondere Firt- und Walmenhohlziegel sparen will. Das seltene Vorkommen von besonders geformten

Fig. 192.

Thönerne Firtziegel in Pompeji.



D. 84

Firtziegeln lässt den Gebrauch derselben nicht als allgemein oder als gewöhnlich üblich erscheinen. Sie überdeckten zwei Hohlziegelbahnen und waren mitten auf der Flachziegelbahn gestossen. Der Länge nach waren sie durch 3 bis 5 cm vorstehende Zungen verbunden, deren Ansatz gut ausgedacht ist (Fig. 192). Seitlich hatten sie zur Aufnahme der Dachhohlziegel entweder halbkreisförmige Einschnitte oder röhrenartige Ansätze (Fig. 192 u. Art. 51, S. 60). Eine eben so gute oder bessere Verwahrung erfuhr der Firt noch durch schmale Sattelziegel mit aufgebogenen Rändern und Falzen für das Anschieben der Flachziegel.

An den Anschlüssen zeigen in Pompeji gefundene Exemplare Mörtelreste; die Hohlziegel waren daher in Mörtel gelegt. Die an den Firt stoßenden Hohlziegel mussten den Sattelflachziegeln analog gebildet sein, griffen nach zwei Seiten über, waren auf dem Scheitel mit Palmetten geziert und wiederholten so in schöner Weise den Schmuck der Traufe auch auf dem Firte (Fig. 192¹⁰⁶).

Wurde die Aufmauerung und Abdeckung der Grate beim Walmdach unterlassen, so waren zur Deckung die ähnlichen, besonders geformten Hohlziegel mit Einschnitten oder Ansätzen erforderlich, wie auf dem Firte.

Schwieriger als Firt und Grat waren die Kehlen bei dem nach innen abfallenden Dache, beim Compluvium, dicht zu halten. In einfachster Weise konnte dies zwar mittels Einlegen von Hohlziegeln geschehen, wie es an italienischen Bauernhäusern noch geübt wird; man erhielt aber dadurch nur eine technisch rohe Einrichtung. Ueber die Schwierigkeiten half eine weitere Ziegelform, die nach der einen Diagonalen leicht gebogenen Rautenziegel mit 2 abgekannten Ecken und 2 aufgebogenen Rändern hinaus (*Tegulae colliciarum*). Diese ermöglichten einen vollkommenen Anschluss an die Plan- und Hohlziegel der zusammenstoßenden Dachflächen und gaben eine dichte und breite Wafferrinne ab. Sie messen nach der Diagonalen bis zu 97 und 104 cm (Fig. 193).

Kein Dach der Neuzeit kann sich mit diesem nach allen Richtungen in feinen Bestandtheilen durchdachten und erprobten Ziegeldache messen¹⁰⁷.

Die Flach- und Hohlziegel der Traufe unterschieden sich an den gewöhnlichen Bauten, wie heute noch, durch nichts von ihren übrigen, die Dachfläche bedeckenden Kameraden. Bei reicheren oder öffentlichen Bauten sahen wir aber sowohl die Flach- als die Hohlziegel der Traufe besonders geformt und verziert. Palmetten schmückten die Stirn der Hohlziegel; sie konnten aber auch auf den Flachziegeln aufsitzen, wobei dann die Hohlziegelstirnen unverziert blieben.

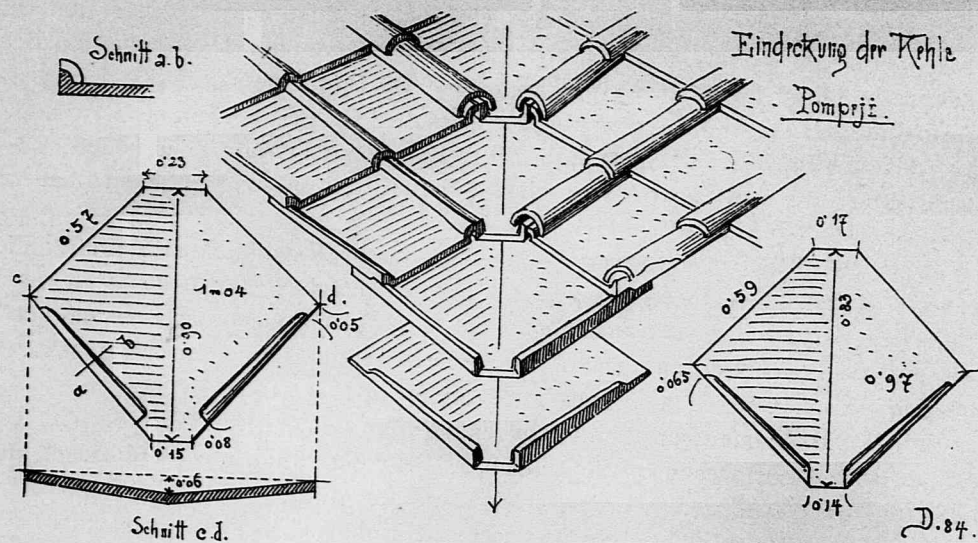
Ragten die Flachziegel über den Gefimsrand vor, so war der vortretende Theil der Unterfläche mit Malerei geschmückt (Fig. 182 und auch das Beispiel aus Metapont in Fig. 50, S. 57).

¹⁰⁶) Vergl. auch: Tempeldach auf Aegina in Theil II, Bd. 1 dieses »Handbuches«, S. 104 — ferner die Dach-Construction des Tempels der Nemesis zu Rhodus bei: MAUCH, J. M. v. Die architektonischen Ordnungen der Griechen und Römer. Berlin 1875. Taf. X.

¹⁰⁷) Ueber die Art der Dachdeckung geben die neueren Ausgrabungen in Pompeji Aufschluss. So z. B. »das theilweise und auch nur eine Zeit lang erhaltene, jetzt zusammengebrochene und verschwundene Dach des Peristyls in der Casa di Sirico (1852) ... — Ein zweites, besser erhaltenes und jetzt vollständig restaurirtes Dach findet sich im Hause des C. Vibius in der hinteren rechten Ecke« (vergl. OVERBECK und MAU a. a. O., S. 256 u. 257). — ... »Dächer sind in Pompeji fast gar nicht erhalten; besseren Aufschluss über sie geben die Ausgrabungen von Herculaneum (vergl. ZAHN, W. Die schönsten Ornamente und merkwürdigsten Gemälde aus Pompeji, Herculaneum und Stabiae etc. Berlin 1828—45. Band II, Taf. 63, 64 u. Texttafel). — Indessen hat auch Pompeji zwei Reste von Dächern aufzuweisen, Niccolini Casa di Lucrezio p. 17 und Strada Stabiana, Casa Numero 57, p. 5. Im letzteren Hause war das Dach der Küche vorhanden; die Ziegel desselben waren mit Oeffnungen versehen, durch welche das Regenwasser auf andere unterhalb derselben angebrachte breite Hohlziegel fiel, von denen es aufgefangen und abgeleitet wurde, zugleich aber auch Licht eindrang« (vergl. MARQUARDT, J. u. TH. MOMMSEN. Handbuch der römischen Alterthümer. I. Thl. Leipzig 1879. S. 232).

201.
Kehlen.202.
Traufen.

Fig. 193.



Das Auffangen des Dachwassers in besonderen Wasserkästen oder Rinnen, wie dies die stuckirten, griechisch-sicilianischen Tuftempel verlangten, übertrug sich bei der reicheren Gestaltung und Durchbildung des Wohnhauses wohl bald auf das *Compluvium* desselben. Das Ansammeln des herabschießenden Wassers und das Ableiten an bestimmten Punkten auf den Boden mußte als eine Annehmlichkeit erkannt werden, und das letztere hatte namentlich bei der geringen Höhe der Häuser und der geschlossenen Lage der Atrien auch besseren Sinn, als bei hohen Tempeln. Auch diese Einrichtung darf nur an bevorzugten Wohnungen vorausgesetzt werden.

Die Sammelrinne konnte eine ununterbrochen durchlaufende sein, oder sie war für jede Ziegelbahn gefondert. Erstere war bei den genannten sicilianischen Tempelbauten in Uebung, ursprünglich aus Terracotta, später aus Stein hergestellt. Sie mußte bei beiden Materialien aus verhältnismäßig kurzen Stücken zusammengesetzt werden, und die Dichtung war an den Stößen eine schwierige Aufgabe.

Wir treffen peinliche und umständliche Falzverbindungen, die noch mit feinem Mörtel ausgegossen und durch eingelassene Metallklammerchen unterstützt wurden. Vollkommen kann diese Verbindung nicht genannt werden; sie kann auf die Dauer einen dichten Schluß nicht ergeben haben und bedurfte wohl ständiger Reparaturen.

Die zweite Art, das Dachwasser zu fassen und abzuleiten, ist gegenüber der ersten ganz entschieden als ein Fortschritt zu bezeichnen. Die Sammelrinne besteht bei dieser aus eben so vielen und eben so breiten Kästen als Ziegelreihen, welche durch die aufgebogenen Ränder und die Hohlziegel von einander getrennt sind. Die Hohlziegel treten dabei möglichst weit vor und verhüten das Durchsickern von Wasser an den Stößen, aber auch nicht vollkommen.

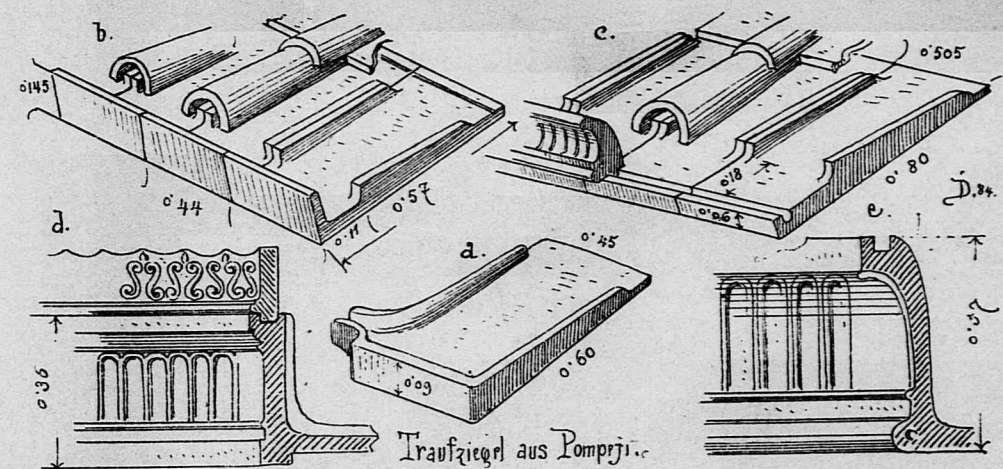
Die spätere Zeit sann auf Verbesserungen und wußte auch hier schließlich Rath zu schaffen. Die untersten Hohlziegel wurden besonders geformt; sie bogen sich über der Fuge der Rinnleiste bis zur Oberkante derselben aufwärts und endigten haubenartig mit einem Köpfchen oder im rechten Winkel übergreifend mit einem Unterfatz für die Aufnahme einer Palmette, so die Stoßfugen der Kastenrinnen ihrer

ganzen Ausdehnung nach, aber auch vollständig deckend (Pompeji). Sicherer kann die Verwahrung nicht getroffen werden. Die ästhetisch zweifelhafte Zugabe des Köpfchens oder der Palmette auf dem Simen-Rande muß dabei allerdings mit in den Kauf genommen werden. (Vergl. Fig. 186; auch die Publicationen über die Ausgrabungen auf Samothrake und in Olympia.)

Formal finden wir die Traufrinne bald mit lothrechter Vorderwand architravartig abgeplattet mit Zahnschnitten und kleinen Karniefen bekrönt, bald simenartig geschwungen mit Plättchen und Eierstableisten abgeschlossen, auf der Vorderfläche mit Pfeifen, Palmetten oder figürlichem Schmuck in Relief und Malerei geziert (Fig. 195).

Einen einfachen Traufziegel mit aufgestülptem glattem Rinnenrande und seitlichem Wasserausguß (Pompeji) zeigt Fig. 194 a; Fig. 194 b (aus dem *Museo*

Fig. 194.



nazionale in Neapel) stellt gleichfalls einen Traufziegel einfachster Art dar; bei Fig. 194 c kann in der Rinne die Vorderwand besonders eingesetzt gewesen sein, da wir ähnliche Vorrichtungen in Fig. 194 d u. e (Rom und Neapel) finden; sie können aber auch als Einfassungsziegel bei einer größeren Dachöffnung gedient haben.

Zur Ableitung des Wassers aus den durchgehenden und durch die Ziegelbahnen abgetheilten Kastenrinnen waren deren Vorderwände durchbohrt und mit sog. Wasserspeiern besetzt. Diese primitive Art der Ableitung konnte sich in der Technik Jahrtausende lang bis beinahe auf die allerneueste Zeit erhalten, bis endlich das Abfallrohr eine bessere Vermittelung zwischen Dachrinne und Erdboden herstellte!

Die Wasserspeier sind bald einfache, oben offene oder geschlossene, im Querschnitt rechteckige oder runde Canäle, außen bunt bemalt (Metapont, Pompeji), oder es sind kurze Röhren mit trompetenartigem Mundstück (Vorbilder in Athen, Olympia, Selinus) oder geöffnete Löwenrachen, durch welche das Wasser floß (Akras, Himera, Metapont etc.). Später reihten sich den typisch gewordenen Köpfen von Löwen noch die anderer Thiere als Wasserspeier an. Pantherkatzen,

Fig. 195.

Rinnleisteziegel aus Terra cotta. (Pompeji).

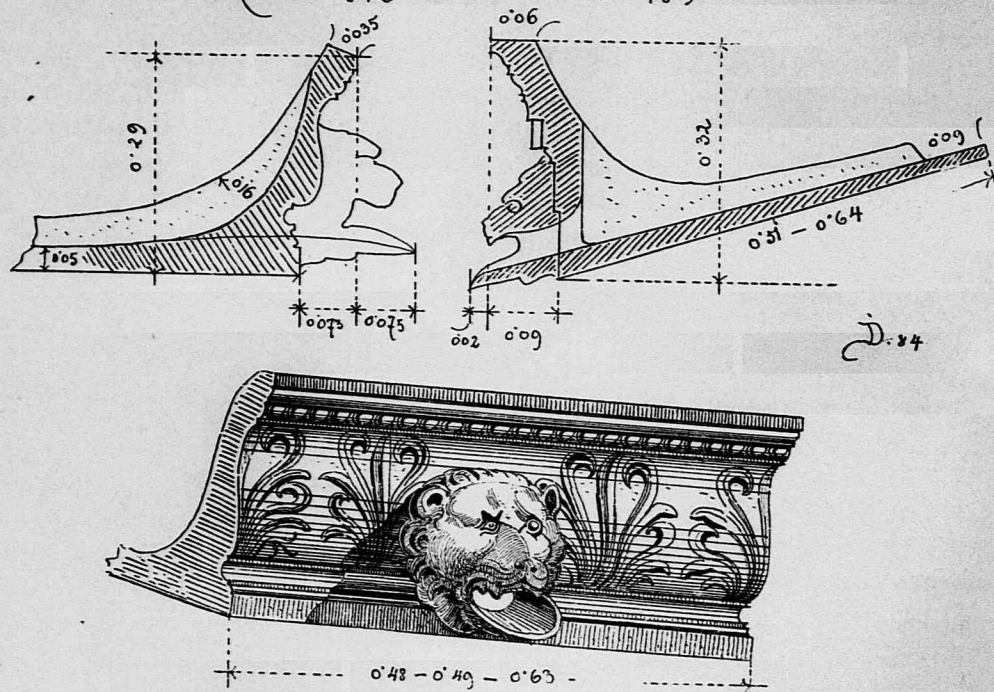


Fig. 196.

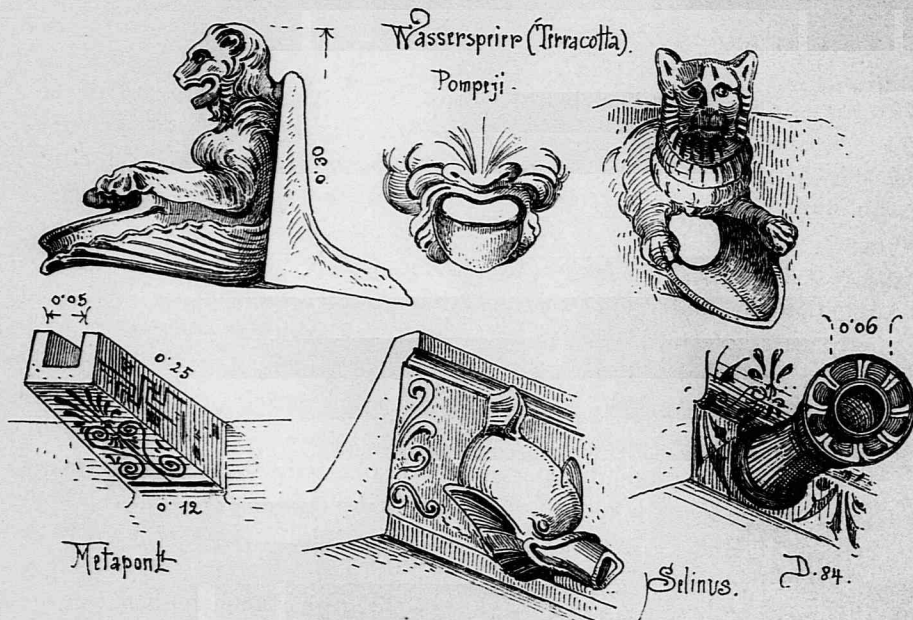
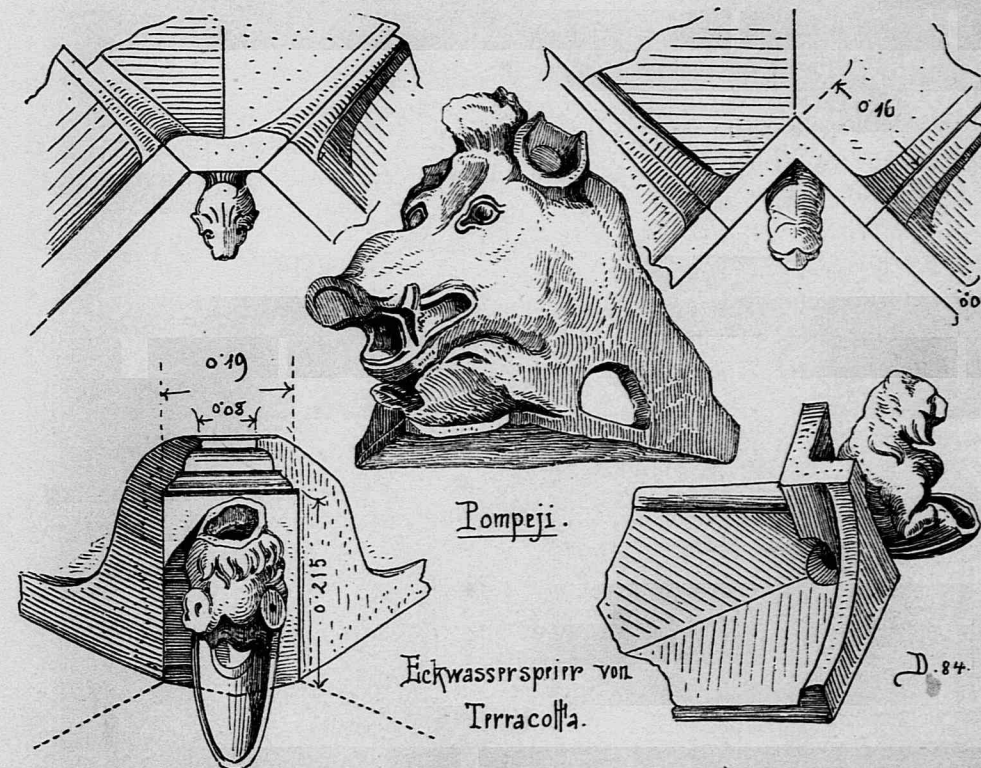
Wasserspeier (Terra cotta).
Pompeji.

Fig. 197.



Luchse, Wölfe, Hunde, Delphine, Eber sind verwerthet, bis zuletzt auch noch die Gesichtsmaske des Menschen an die Reihe kam (Pompeji in Fig. 195 u. 196).

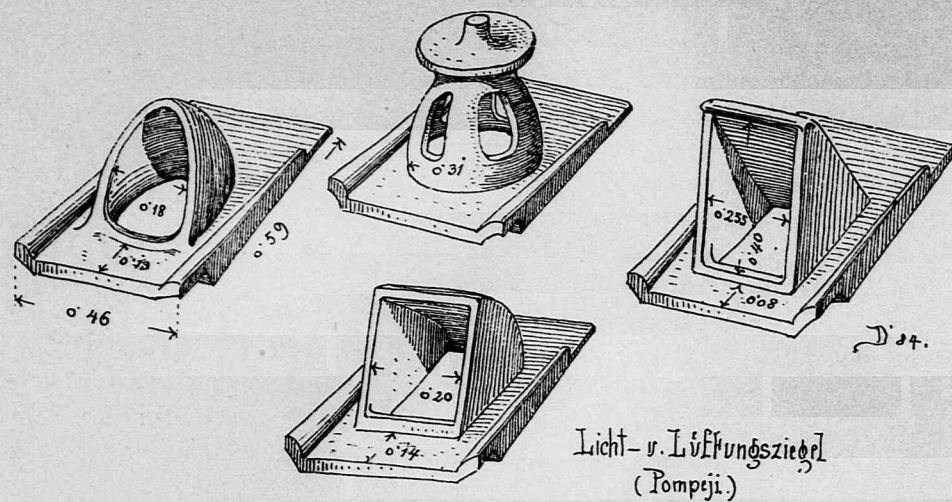
Statt des Kopfes wird auch ein Theil der ganzen Thiergestalt angebracht. Auf dem wasserspeienden Delphin sitzt ein kleiner nackter Junge; aus dem Trauf-
rande springen Wolfshunde und Löwen hervor, welche ihre Vordertatzen auf zungenartige Ausgüsse legen, deren Unterseiten mit Akanthus geschmückt sind. Das Wasser lief durch die Zungen ab, und die darüber hockenden Bestien bewachten gleichsam den Ausfluß. Die Masken haben den breit gezogenen Mund der Schauspielermasken; die ausgereckten Zungen waren zum Schutze des Thones mit dünnen Bleiblättchen belegt. Mit dem großen Eberkopf (Pompeji) sind die stramm angezogenen, wenn auch etwas verkümmerten Vorderfüße des Thieres in Verbindung gebracht und geben dem Speier den Charakter des Lauernden, Herauspringenden, wie dies die mittelalterlichen Wasserspeier einige Jahrhunderte später wieder zeigen. Den Kehlen entsprechend sitzen auch in den einspringenden Ecken der Atrium-Traufrinnen Wasserspeier entweder unmittelbar im rechten Winkel der Ecken oder

auf einer vorgeschobenen, unter 45 Grad laufenden Platte, wie die oben stehenden Fig. 197 zeigen. Eine schablonenmäßige Gleichförmigkeit der Construction giebt es auch hier nicht.

Lüftung und Beleuchtung des Dachraumes konnten bei Giebelhäusern und nach außen abfallenden Pultdächern leicht durch Oeffnungen in den Giebelwänden hergestellt werden. Anders bei einspringenden Pult- und Walmdächern, oder wenn der Giebel mit Figuren- oder Ornamenten-Schmuck ausgekleidet war. Hier bedurfte

205.
Lüftung
und
Beleuchtung
des
Dachraumes.

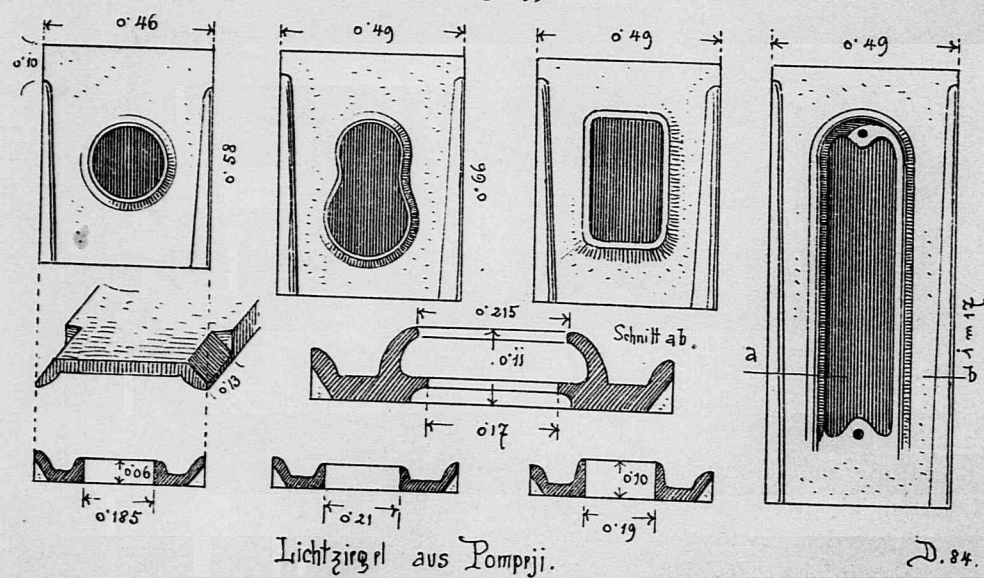
Fig. 198.



es (wie noch heute) besonderer Dachluken, welche in Form von fog. Haubenziegeln (Fig. 198) in die Ziegelbahnen eingereiht oder als gewöhnliche Flachziegel mit rechteckigen, kreisrunden und brillenförmigen Oeffnungen versehen, aufgelegt wurden und durch welche Licht in den Bodenraum kam. Die ersteren gewährten demselben durch die Haube Schutz gegen das Eindringen von Regen; bei den letzteren wurde wahrscheinlich Marienglas oder gegossenes Glas aufgelegt, um das Eindringen von Tagwasser zu verhüten. Eine Vorrichtung an einem länglichen Dachziegel in Pompeji läßt fogar mit Sicherheit darauf schließen (Fig. 199).

Diese Vorrichtung kann für einen Thonziegel ingenieuer nicht gedacht werden; der aufgestülpte, an 3 Seiten herumgeführte Rand hielt das ablaufende Wasser der Ziegelbahn von der Glastafel ab; diese selbst hatte ein gutes Auflager auf dem

Fig. 199.

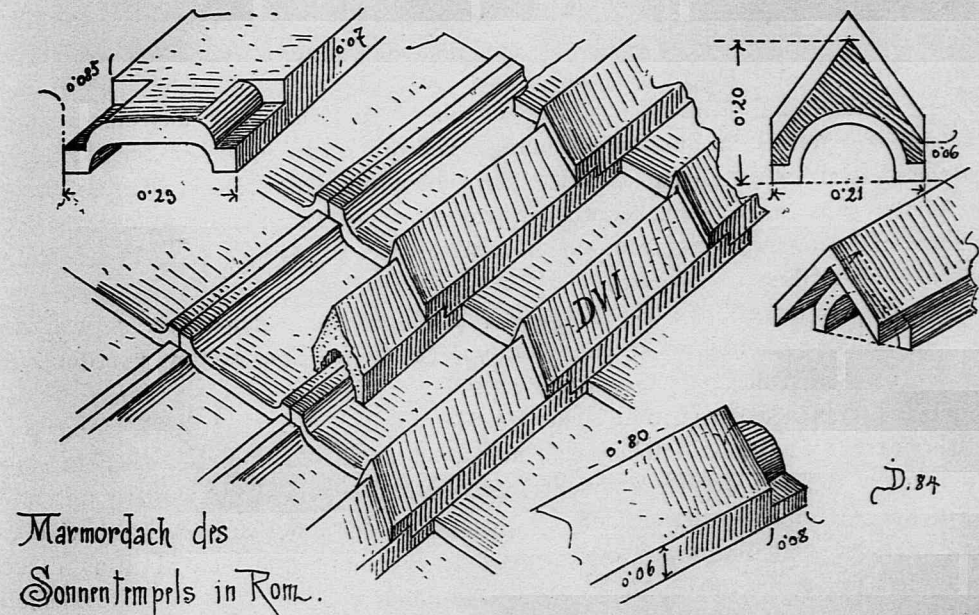


unteren Saume und durch Stifte, welche durch die beiden Löcher in den Auflagerungen und das Glas gesteckt waren, den nöthigen Halt und die Festigkeit gegen Sturm. Das Fehlen der unteren, äusseren Randleiste machte das Abfließen des Wassers von der Glastafel möglich. Glastafeln von 58×60 cm stehen im Local-Museum in Pompeji; daher wird wohl die Annahme einer solchen von 21×80 cm zulässig sein; außerdem könnten bei der in Frage stehenden Vorrichtung auch 2 bis 3 über einander greifende kleine Glastafeln zur Verwendung gekommen sein.

Die grossen unbedeckten Hypaithral-Oeffnungen gewinnen angesichts dieser sehr sorgsam durchdachten Massnahmen gegen die Abhaltung von Regenwasser bei ganz gewöhnlichen Häusern, welche keinerlei gottgeweihte Kunstschatze aufzunehmen hatten, gewiss sehr an Wahrscheinlichkeit!

Kam es im Dachraum mehr auf Lüftung, als auf Erhellung an, so wurden Ziegel mit gedeckten, Schornsteinen ähnlichen Aufsätzen verwendet (Fig. 198). Dieselben erhoben sich mitten aus der ebenen Fläche der Planziegel und hatten in den aufsteigenden Wandungen 4 Schlitze und oben einen tellerartigen Abchluss.

Fig. 200.



Nichts blieb verabsäumt, um das antike Ziegeldach nach jeder Richtung zu einem vollkommenen zu machen.

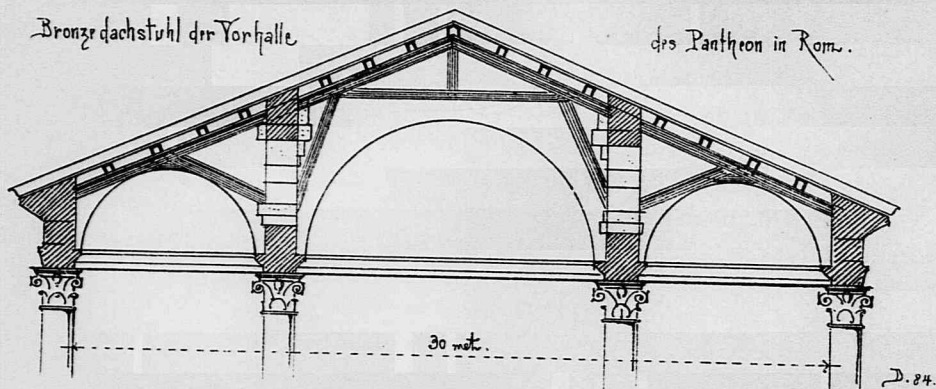
Vom Sonnentempel in Rom ist uns noch eine grössere Anzahl weisser Marmorziegel erhalten, welche im *Tabularium* aufbewahrt werden. Die Flachziegel zeigen die ähnliche Form, wie die einfachen griechischen Marmorziegel; die Deckziegel sind sattelförmig gebildet mit halbkreisförmigen, 8 cm langen Ueberdeckungsansätzen. Arbeitsmarken (lateinische Buchstaben) finden sich auf den Schrägflächen der Deckziegel (Fig. 200).

Die Raubgier der Menschen bereitete in Folge der Kostbarkeit des Materiales den Metallziegeln ein frühzeitiges Ende, als fremde Völkerschaften die römischen Lande verwüsteten und die römische Religion in Verfall gerieth. *Constantius* liess die ver-

206.
Marmordach.207.
Metalldach.

goldeten Bronze-Ziegel des Pantheon herabnehmen; wir kennen sie nur noch aus Berichten. Dem gleichen Schicksale verfielen auch die Dach-Construktionen aus Metall, von denen wenigstens eine bis in das XVII. Jahrhundert erhalten blieb, die uns eine Aufnahme *Serlio's* noch im Bilde verewigt hat; es ist dies der 1632 abgetragene Bronze-Dachstuhl der Vorhalle des Pantheon in Rom (Fig. 201).

Fig. 201.



Er bestand aus Bindern, welche sich über dem Mittelfelde aus einem durch 2 Wandbüge gestützten Bundbalken und 2 sich über diesem erhebenden Streben zusammensetzten. Auf diesen Bundstreben ruhten auf jeder Dachfläche U-förmige Dachpfetten und im Scheitel eine Firstpfette von gleicher Form, welche die das Deckmaterial tragenden Sparren aufzunehmen hatten. 450 000 röm. Pfund Metall wurden beim Abbruch gewonnen¹⁰⁸⁾.

Auch die fünfschiffige *Basilica Ulpia* in Rom, von *Trajan* erbaut, war mit ehernem Balkenwerk überdeckt und wurde wegen dieser Construction von den Zeitgenossen als ein Wunder der Baukunst gepriesen.

Die Terrassendächer (Estrichdächer) wurden nach *Plinius* (Lib. XXXVI, 62) von den Griechen erfunden und sollen sich nur unter solchen Himmelsstrichen bewährt haben, unter welchen der Regen nicht friert. Die Deckenbalken wurden mit zwei sich kreuzenden, nur an den Enden fest genagelten Bretterlagen bedeckt, über diese eine Unterlage von Farnkraut oder Spreu gelegt und darauf ein 1 Fuß dicker Mörtel fest gerammt; diese Masse wurde mit einer 6 Finger dicken Deckschicht überzogen, auf welche große, nicht unter 2 Finger dicke Platten gelegt und abgeschliffen wurden. Der Dachfläche gab man ein Gefälle von 1 1/2 Zoll auf 10 Fuß; *Vitruv* verlangt dagegen 2 Zoll Gefälle auf 10 Fuß (Lib. VII, 1).

Als Beispiel eines vollkommen monumentalen Daches ist noch das über dem Giebel des Baues sich erhebende Gewölbe anzuführen. Dach und Gewölbe ist dann eins; ein besonderes Schutzdach über einem solchen Gewölbe, wie es die späteren Architektur-Epochen zeigen, existierte bei den Römern nicht.

Die Oberfläche des Gewölbes wurde einfach mit einem feinen Putze oder Estrich überzogen oder mit Metallplatten bekleidet, und es war daher die Gewölbeform mit der Dachform identisch, oder sie erlitt nur geringe Veränderungen gegen

¹⁰⁸⁾ Vergl.: NORMAND, CH. a. a. O. und die sehr plausible Reconstruction des Dachstuhles in: CHOISY, A. *L'art de bâtir chez les Romains*. Paris 1876. S. 155 u. Fig. 199.

208.
Terrassendach.209.
Gewölbtes
Dach.

die erstere, wie dies wahrscheinlich bei den mit Kreuzgewölben überdeckten Thermen-Sälen und gewölbten Basiliken der Fall war. (Vergl. Fig. 178; ferner Art. 183, S. 202; endlich Pantheon in Rom, verschiedene Rundbauten bei Rom und Bajae, Wohnhäuser im Süden Italiens.)

7. Kapitel.

Innerer Ausbau.

Der innere Ausbau erstreckt sich auf die Herstellung von Fußböden, Thür- und Fensterverchlüssen, Treppen, Heizungs-Anlagen und Decoration von Decken und Wänden.

Bei privaten und öffentlichen Bauten war eine Dielung für Fußböden, auch in den oberen Stockwerken auf den Holzgebälken, nicht gebräuchlich. Man bediente sich dafür von Alters her der Estriche.

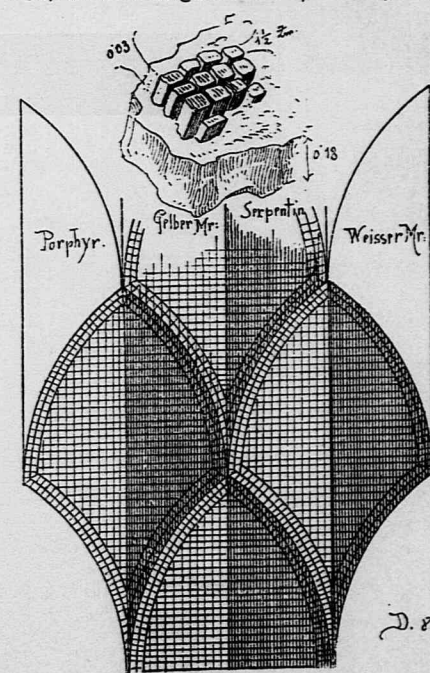
Zu ebener Erde wurde aufgeschütteter Boden zunächst fest gerammt und dann der Estrich mit Schlegeln fest geschlagen, wie aus dem Namen *Pavimentum* (von *pavire* — fest schlagen) hervorgeht. Nach *Vitruv* (Lib. VII, 1) wurde zuerst die aus 1/4 Kalk und 3/4 Estrichsteinen bestehende Masse aufgelegt und mit hölzernen Rammklötzen bis zu einer Dicke von 3/4 Fuß zusammengestampft. Dann wurde die Deckschicht aus 3 Theilen Thonscherben und 1 Theil Kalk 6 Zoll dick aufgetragen, diese mit dem Richtscheit abgeebnet und verschliffen oder darauf ein Fußboden von verschiedenförmig oder rechteckig geschnittenen Marmor- oder Thonplatten gelegt. Hierzu verwendete Backsteine wurden nach »tiburtiner« Art ährenförmig zusammengestellt. Auf diese wurde oft noch Marmorstaub aufgestreut und eine Deckschicht von Kalk und Sand gezogen.

Die einfachen Estriche wurden später durch die von Griechenland kommenden *Lithostrota*, die mit Steinchen eingelegten Böden, verdrängt. Der erste Boden dieser Art wurde zu Rom im Tempel des capitolinischen Jupiter, 149 v. Chr. ausgeführt (*Plinius*, Lib. XXXVI, 61); 40 Jahre später sind derlei Böden schon ziemlich allgemein zu finden. Sowohl ornamentale Muster, als auch figürliche Darstellungen wurden mit den Steinchen gebildet; letztere wurden bei vorgeschrittener Technik so klein genommen und in den Farbenabstufungen so fein ausgewählt, daß diese Steinstiftenzeichnungen den feinst gemalten Bildern glichen. (Vergl. Mosaik der *Alexander-Schlacht* in Pompeji etc.) Bei den einfachen Boden-Mosaiken in den *Caracalla-Thermen* sitzen die Steinstifte in einer 10 bis 12 bis

210.
Fußboden.

Fig. 202.

Stiftenmosaik. (Caracallathermen.)



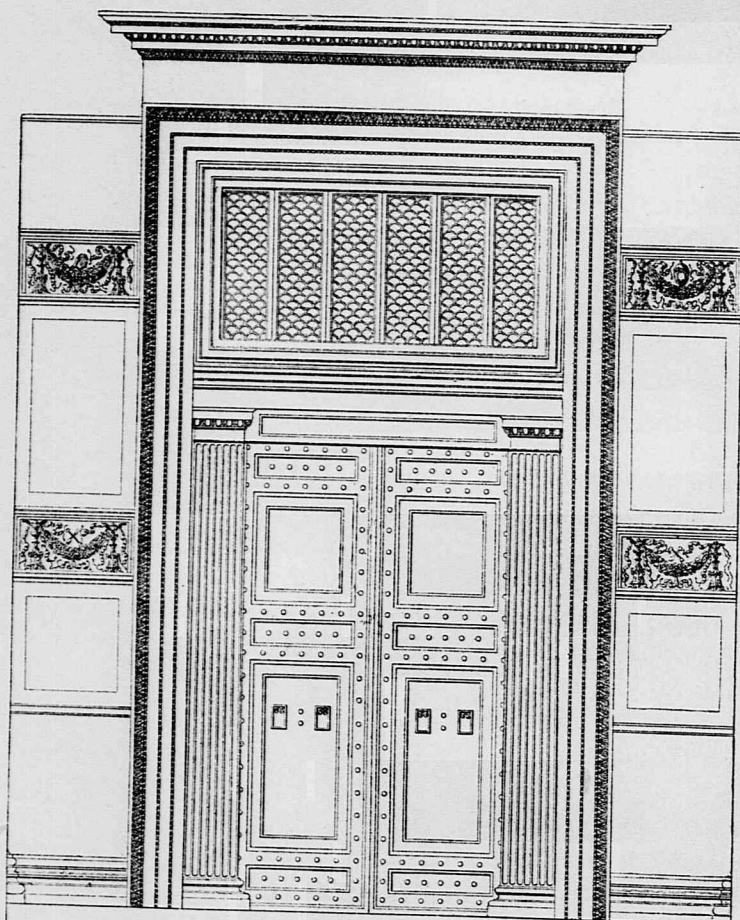
18 cm dicken, ziemlich feinen Puzzolan-Mörtelschicht, ragen 3 cm aus dieser vor und haben eine Seitenlänge von 1 bis 1½ cm (Fig. 202).

211.
Thüren-
und Laden-
verschlüsse.

Die Thüren im Inneren der Privathäuser wurden, wie heute noch im Süden, durch Vorhänge ersetzt, doch nicht ausnahmslos; denn in Pompeji sind im Hause des *Rufus* auch gezimmerte (d. i. vom Schreiner angefertigte) Thüren in den inneren Gemächern nachgewiesen. Hauseingänge und die Eingänge zu öffentlichen Gebäuden und Tempeln, die Stadthore, Verkaufsläden, die Zugänge zu umfriedigten Grundstücken etc. wurden mittels massiver Thürflügel geschlossen.

Vitruv (Lib. IV, 6) unterscheidet dorische, jonische und attische Thüren und giebt ein ausführliches Recept für die Rahmen und Füllungenmasse an; dann spricht er von Klapptüren, zwei- und vierflügeligen Thüren; unter letzteren sind wohl bei öffentlichen großen Bauten zweiflügelige, die der Höhe nach noch in zwei für sich aufgehende Theile getheilt sind, zu verstehen. Drei- und vierflügelige Klapptüren sind in Pompeji in verschiedenen Privathäusern nachgewiesen.

Fig. 203.



Bronze-Thür vom Pantheon in Rom ¹⁰⁹⁾.

¹⁰⁹⁾ Facf.-Repr. nach: CANINA, L. *Architettura antica etc. Sez. III. Architettura Romana. Monumenti.* Rom 1834. Taf. XLV.

Als Material wurde Stein, Holz und Metall oder mit Metall bekleidetes Holz verwendet. In Pompeji sind uns kunstvoll gewonnene Gypsabgüsse von Holzthüren bekannt geworden; im Gebäude der *Eumachia*, im Hause des *Sallustius* dafelbst sind gemalte und blinde Thüren erhalten; auf vielen Steinbildwerken sind solche in Relief dargestellt noch vorhanden. Sie zeigen das Princip der modernen, gestemmtten Schreinerarbeiten.

Die ältesten Thüren mögen, wie dies Vasengemälde zeigen, aus Brettern gespundet, durch Schlag- und Querleisten verstärkt (vergl. Thüren auf der *François-Vase*)

und bei öffentlichen Bauten mit Metallblechen bekleidet gewesen fein, welche Bekleidung dann auch auf die gestemmtte Arbeit übertragen wurde. Die innere Construction wurde von der äußeren metallischen Bekleidung in Eintheilung und Relief wiederholt. Die Anordnung von Rahmen und Füllungen kam auch der Festigkeit der Metall-Construction zu gute; in der Folge liefs man auch den ursprünglichen Holzkern fallen und brachte für derartige Metallarbeiten das Princip der Hohl-Construction zur Ausführung. Die Thüren von *S. Cosma e Damiano* und des Pantheon in Rom (Fig. 203) sind noch prächtige Beispiele von solchen.

Das Princip der gestemmtten Arbeit übertrug sich auch auf die Steinthüren der Gräber, so wie der öffentlichen und Privatbauten des Hauran. Die schlichten, glatten Thürflügel aus Steinplatten, die uns schon an etruskischen Gräbern bekannt geworden sind (siehe Fig. 24, S. 30 u. Fig. 35, S. 45), erhielten die gleichen Rahmen und Füllungen, wie die Holz- und Metallthüren. Auch hier wurde durch starkes Rahmenwerk und schwächere Füllungen das Gewicht der Flügel erleichtert, ohne die Festigkeit derselben zu schwächen ¹¹⁰⁾.

Die Ladenverschlüsse waren etwas bäuerlich gestaltet, gegenüber den Thürverschlüssen, welche übrigens in Städten, wie Pompeji, nach den Abgüssen zu urtheilen, auch nicht immer die feinste Arbeit zeigen. Sie bestanden aus einer schmalen Thür, die von aussen zu öffnen war, und aus einem Rahmschenkelgestell, das mit übergehobenen Dielen ausgesetzt war. Der Dielenverschlag erhielt seinen Halt in Falzen, die aus der Ladenschwelle und dem Sturze herausgehauen waren und nur bis zum Thürflügel reichten ¹¹¹⁾. Aehnliche Anschlagvorrichtungen an Schwellen finden sich auch bei den Thoren römischer Wirthschaftshöfe im Kanzler bei Pforzheim, deren Doppelthüren unten in den Ecken und inmitten der Schwelle an einem Steg (welcher beim Einfahren mit einem zweirädrigen Karren nicht hinderte) ihren Anschlag hatten und hier noch durch ein eingelegtes Spannholz gegen unbefugtes Oeffnen von innen gesichert werden konnten.

Die Fensteröffnungen wurden durch Stoffe, Holzläden, Metall- und Holzgitter, Glastafeln und verglaste Flügel Fenster geschlossen. Die Holzläden waren gespundet oder gestemmt, wie die Thüren. Gestemmtte Zweifüllungsläden sind auf einem Marmor-Relief in den Uffizien zu Florenz angegeben.

Eiserne Fenstergitter, aus Flach- und Rundeisen construiert, sind zu Pompeji im Local-Museum und zu Neapel im *Museo nazionale* in genügender Anzahl, reichere Gitter, zum Verschliessen grösserer Oeffnungen und als Brüstungen, aus Marmor und Bronze sind in den Kaiserpalästen und Thermen zu Rom und im Museum zu Neapel erhalten geblieben (Fig. 204).

Das einstige Vorkommen von hölzernen Fensterrahmen ist in Pompeji nachgewiesen ¹¹²⁾; Metallrahmen mit Sprossen waren bei Privathäusern eine Seltenheit, sind aber in letzteren und in den Thermen gefunden worden.

Die Fensterflügel wurden in frühester Zeit mit geöltem Leinen oder mit Spiegelstein (Marienglas), dessen Verhalten gegen Hitze und Frost bekannt war (*Plinius*, Lib. XXXVI, 45), später mit gegossenen Glastafeln, verschlossen. Bei kleineren Fensteröffnungen wurden die Glastafeln ohne weitere Vorrichtung eingesetzt, d. h. eingemauert.

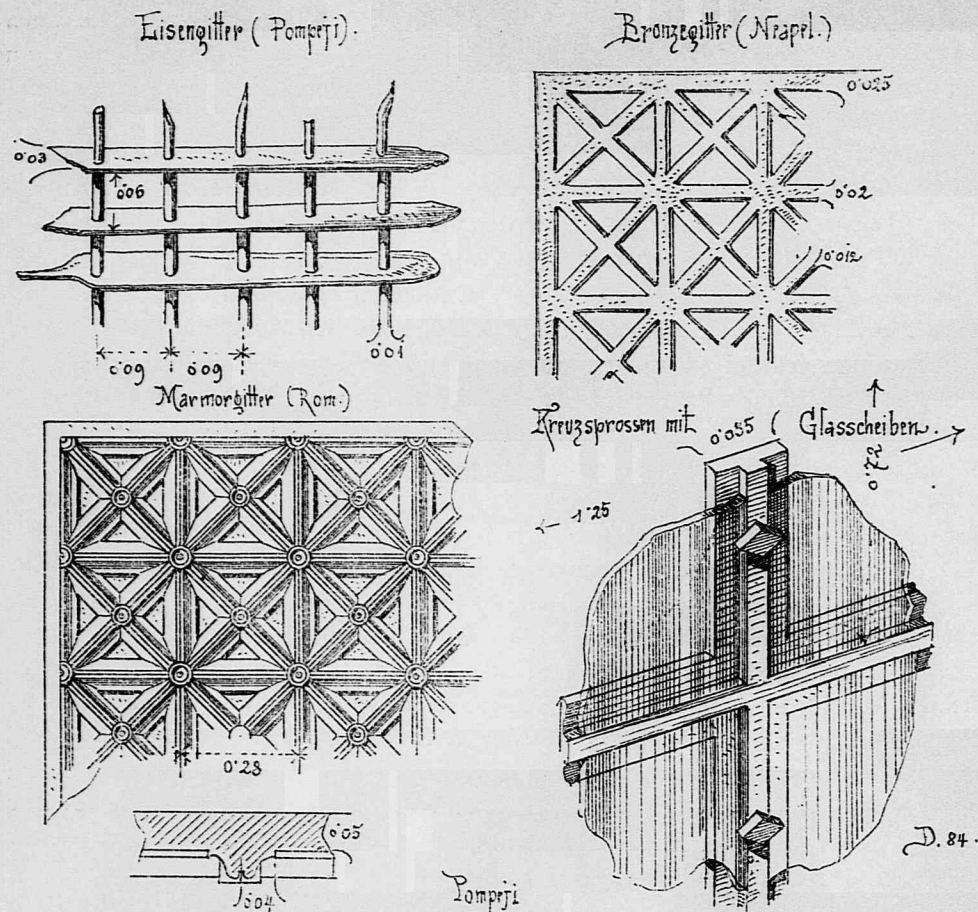
¹¹⁰⁾ Vergl. Marmorthür eines Grabes in Pompeji — ferner OVERBECK a. a. O., S. 411 u. 507 — endlich: SEMPER, G. Der Stil etc. Frankfurt a. M. 1860—70. Bd. I, S. 366—369 u. Bd. II, S. 260.

¹¹¹⁾ Vergl. OVERBECK a. a. O., S. 378.

¹¹²⁾ Vergl. OVERBECK a. a. O., S. 506.

212.
Fenster.

Fig. 204.



Im *Tepidarium* der *Villa des Diomedes* (Pompeji) wurde ein Fenster gefunden ($1,25 \times 1,15$ m), das in einem Holzrahmen vier quadratische Scheiben von 27 cm Seite enthielt. In den kleineren *Thermen* Pompejis war das ($1,0 \times 0,70$ m) große Fenster mit einer einzigen 13 mm dicken Glastafel geschlossen, die in einem ehernen, um zwei Zapfen drehbaren Bronze-Rahmen gefasst war; das große Fenster des *Tepidarium* dafelbst hatte ebenfalls einen Bronze-Rahmen; im Hause des Faun wurde ein kleines, noch theilweise mit Glas geschlossenes Fenster gefunden ¹¹³⁾.

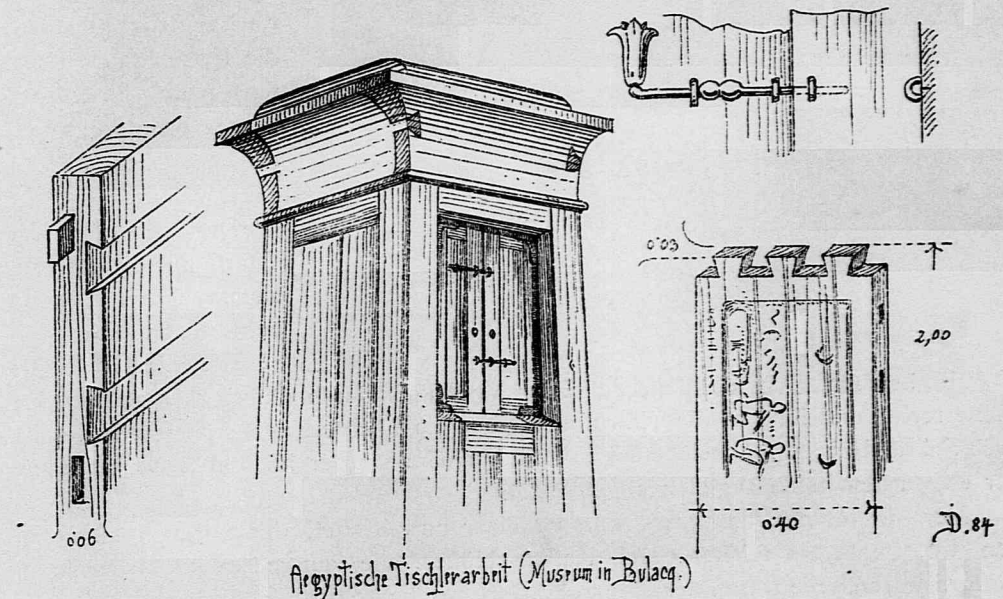
Bei Metallrahmen wurden die Glastafeln in Falze oder Rinnen eingesetzt und durch drehbare Bolzen an diese fest gedrückt (Fig. 204). Lüftungsfenster wurden in Pompeji mittels durchbrochener Thonplatten hergestellt. In der *Casa del Laberinto* ist die Thonplatte, welche die Fensteröffnung schloß, durch 6 halb runde Öffnungen durchbrochen.

Unter Metallbekleidungen, Farbenüberzügen und kostbaren Malereien verschwand das Holzwerk der genannten Schreinerarbeiten; gewöhnliche Holzarten wurden, durch die Kunst des Fournierens und Leimens, mit kostbareren bedeckt (*Plinius* Lib. LXXXIV, 16, Osiand.-Ausg.) Fourniere aus Ahorn, Buchs, Palme, Eiche etc.,

¹¹³⁾ Vergl. OVERBECK a. a. O., S. 204, 207, 350 — ferner: NORMAND, Ch. a. a. O., S. 68 — endlich: MAZOIS, F. *Les ruines de Pompéi*. Paris 1824—38. Bd. II, Pl. II u. S. 77.

Elfenbein und Schildkrot werden von *Plinius* angeführt; auch wird von ihm eine griechische, campanische und sicilische Art der Schreinerkunst erwähnt, über welche wir nichts Näheres mehr wissen. Die Holzverbindungen waren wohl dieselben, wie sie an ägyptischen Schreinerarbeiten (Museum in Bulacq) noch erhalten und welche bis heute die gleichen geblieben sind. Verzapfungen mit Holznägeln, Verdollungen, Spundungen und Verzinkungen sind an den gedachten ägyptischen Holzarbeiten gerade so, wie am allermodernsten Stücke Schreinerarbeit ausgeführt (Fig. 205).

Fig. 205.

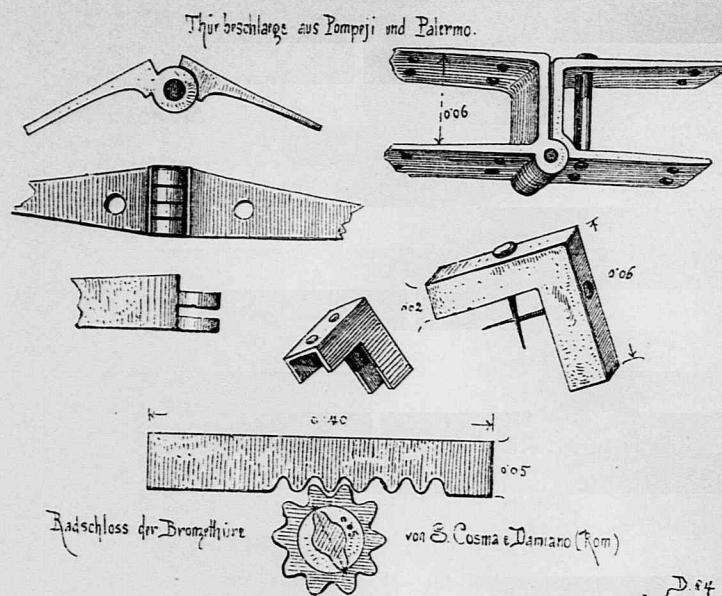


Ägyptische Tischlerarbeit (Museum in Bulacq)

Thür- und Fensterbeschläge wurden aus Bronze und Eisen angefertigt; letzteres Material überwiegt in Pompeji. Die Flügel bewegten sich in Angeln, in gleicher Weise, wie die etruskischen Grabthüren. Dort waren es einfache Zapfen (*Cardines*), welche, mit den Thürflügeln zusammenhängend, aus dem gleichen Stoffe wie diese waren und in pfannenartigen, in Steinschwelle und Sturz eingehauenen Vertiefungen spielten. An der Marmorthür des bekannten Grabes in Pompeji waren Pfannen und Zapfen aus Bronze; ein Bronze-Griff diente zum Anziehen des Flügels; der Verschluss wurde mit einem Bronze-Riegel und einem durch einen Schlüssel zu öffnenden Schloß bewirkt. In Zapfen und Pfannen drehten sich auch die Metallthüren; die der öffentlichen Bauten (Tempel) schlugen nach außen auf, die der Privathäuser nach innen. Es sind dies Vorrichtungen, wie wir sie heute noch, vom Materiale abgesehen, bei großen Hof- und Scheunenthoren oder schweren Metallthoren machen.

Bei Holzthüren waren aber auch, und wohl namentlich bei kleineren Thüren, zum Beweglichmachen Scharnier-Bänder im Gebrauch, von denen sich in Italien und in den Zehntlanden zahlreiche Exemplare erhalten haben. (Vergl. Museen in Palermo, Neapel, Zürich, Avenches etc.) Sie sind meist aus Bronze und bestehen aus zwei Anschlagbändern, welche an einem Ende je zwei Oesen haben, durch die ein Stift gesteckt ist. Auch Scharnier-Bänder, welche eine Drehung der Flügel (bei Klapptüren) um 180 Grad ermöglichen, sind erhalten geblieben (Fig. 206). Neben

Fig. 206.



(*Pessuli*) bewirkt. Verstärkt wurde dieser Verschluss durch Querbalken (*Sera*), für welche rechts und links in die Thürpfostenlaibungen Löcher eingehauen wurden, oder durch Schrägstützen, für welche Widerlagsteine oder Löcher im Boden noch zeugen, oder es wurden beide zugleich angewendet.

Dem primitiven Verschluss durch Hölzer und Riegel, der nur von innen zu lösen war, folgte ein solcher durch Kastenschlösser, die von aussen durch Schlüssel zu öffnen waren. Sie waren der Mehrzahl nach, wie heute noch, aus Eisen angefertigt; doch wurden in der *Casa del Gran Musaioco* zu Pompeji auch verfilberte Thürschlösser und Bronze-Beschläge mit Relief-Ornamenten gefunden.

Die vorhandenen Schlösser sind vom Roste stark zerfressen, so dass deren Construction nicht so ohne Weiteres im Detail fest gestellt werden kann. Die Schlüssel, welche aus Bart, Rohr und Griff, wie die unserigen bestanden, dienten zum Heben oder zum Schieben eines Riegels. Schlepp- und Druckfedern kamen beim Riegelverschluss im Kastenschloss nicht vor, eben so wenig Hebeldrucker oder Oliven. Das Zeichen zum Öffnen wurde dem Thürhüter durch den auf der Mitte des Thürflügels befestigten Klopfer gegeben.

Bei den Schlössern werden feste und Vorhängeschlösser aus Metall erwähnt, und es sind solche aus römischer Zeit noch genugsam vorhanden. Bei den Schlüsseln werden hölzerne, carische und lakonische angeführt. Ein heute noch in Nord-Afrika übliches, aus ältester Zeit stammendes hölzernes Schloss war auch bei den Römern im Gebrauch, dessen Beschreibung bei *Marquardt* und *Mommson*¹¹⁴⁾ lautet: »Ein hölzerner Riegel, 14 Zoll bis 2 Fufs lang, ist an der Aussenseite der Thür durch ein rechtwinkelig darüber liegendes Schloss gelegt und greift, wenn die Thür eine einfache ist, in ein Riegelloch der Mauer. Der Riegel selbst hat an der oberen Seite 5 Löcher, die, wenn er eingeschoben ist, unter dem Schlosse liegen, und in welche aus dem oberen Theile des Schlosses 5 Bolzen fallen, um den Riegel fest zu halten. Er ist

¹¹⁴⁾ A. a. O., Bd. VII. Leipzig 1879. S. 226 bis 230.

den Scharnier-Bändern sind noch Metallwinkel zur Verstärkung und als Eckschoner im Gebrauche anzuführen. Diese nicht gerade elegant ausgeführten Beschläge sind mit Nägeln an das Holzwerk befestigt gewesen; die Holzschrauben waren noch nicht bekannt; wenigstens sind bis heute keine solchen nachgewiesen.

Der Verschluss der Thürflügel wurde zunächst durch die in Schwelle und Sturz sich einenkenden Riegel

aber hohl bis etwa zur Hälfte. In diese Höhlung steckt man einen hölzernen Schlüssel in der Form eines dicken Lineals, der 5 den Löchern in der Lage entsprechende eiserne Stifte hat. Indem man diese von unten in die Löcher des Riegels eindrückt, hebt man die Bolzen und zieht zugleich den Riegel auf.

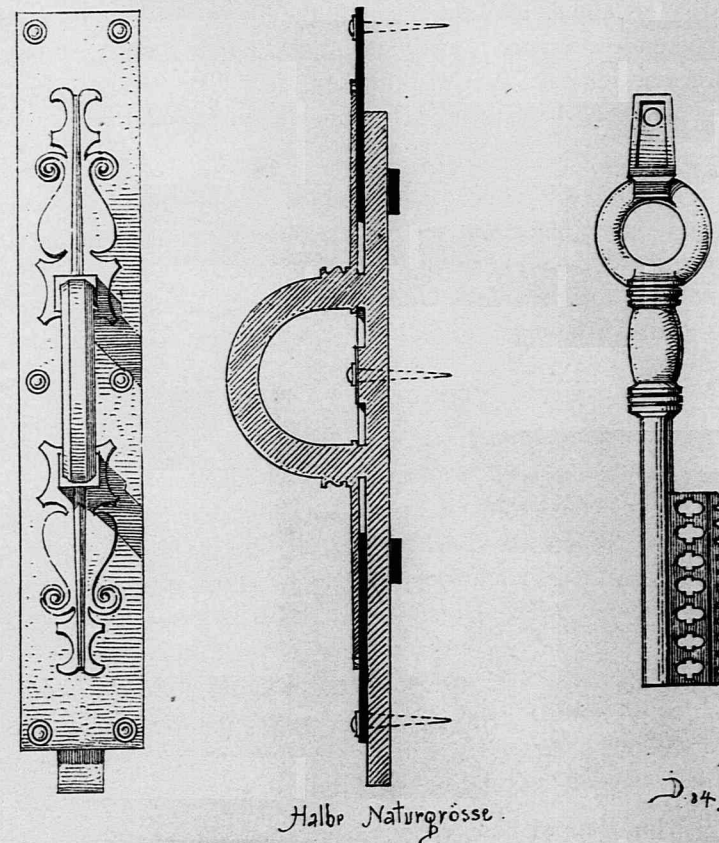
Interessanter als dieses ist das Radschloß der antiken Bronze-Thür von *S. Cosma e Damiano* in Rom (Fig. 206). Der Riegel desselben ist gezahnt und wird durch ein eingreifendes Zahnradchen, das durch einen eingeschobenen Schlüssel gedreht wird, vor- und rückwärts bewegt. Der Gedanke des modernen Bascule-Verschlusses und unserer Riegelschlösser ist hier bereits ausgesprochen. Ein sehr interessantes, auch seiner formalen Durchbildung wegen bemerkenswerthes Beispiel eines Stellriegels für eine Thür giebt das in Pompeji gefundene, in Fig. 207 dargestellte Stück, an dem die mechanischen Vorrichtungen gut und leicht zu erkennen sind; ferner kann auch der in Fig. 207 gegebene, grofse, gleichfalls in Pompeji gefundene Schlüssel einer Hausthür als bezeichnendes Beispiel eines solchen angesehen werden¹¹⁵⁾.

Unterfuchungen neueren Datums über römische Schlösser wurden von *Chubb*¹¹⁶⁾ gemacht. Eine Schrift von *Nötling*¹¹⁷⁾ ist keine antiquarische Forschung, sondern nur eine Beschreibung der vom Verfasser selbst gefertigten Schloßmodelle, welche im Antiquarium zu Mannheim aufgestellt sind.

Hölzerne und eiserne Schlösser gleicher Construction wurden auf der Saalburg gefunden. Modelle derselben wurden von *Jacobi* in Homburg v. d. H. für den Verkauf angefertigt¹¹⁸⁾.

Fig. 207.

Stellriegel und Schlüssel aus Pompeji



¹¹⁵⁾ Vergl. auch: MAZois a. a. O., Bd. II, Pl. VII.

¹¹⁶⁾ CHUBB, J. *On the construction of locks and keys*. London 1850.

¹¹⁷⁾ NÖTLING, E. *Studie über altrömische Thür- und Kastenschlösser etc.* Mannheim 1870.

¹¹⁸⁾ Vergl. auch: COHAUSEN, v. *Die Schlösser und Schlüssel der Römer*. Annalen des Vereines für Nassauische Alterthumskunde 1874, XIII, S. 135.

Selbst schließende Thüren, welche in den Bädern (vergl. kleine Thermen in Pompeji) nothwendig wurden, waren einfach durch die Schrägstellung der Thürpfoften hergestellt worden. Beim Oeffnen mußten dann die Thürflügel gehoben werden, welche losgelassen durch ihr Gewicht in die ursprüngliche Lage zurückfielen.

Die Fensterflügel bewegten sich in Zapfen, wie die Thüren (vergl. Rundfenster der kleinen Thermen in Pompeji) und wurden wohl nur durch Riegel verschlossen.

Erwähnt mag hier noch sein, daß bei hölzernen Kisten oder Truhen ausgehöhlte Knochen (Knochenröhrchen) als Scharniere verwendet wurden.

214.
Treppen.

Die Treppen wurden bei den öffentlichen Bauten: Tempeln, Basiliken, Amphitheatern etc. als mächtige Freitreppen oder große Podest-Treppen mit geraden Läufen aus Steinblöcken hergestellt, wie die Stylobate der griechischen Tempel¹¹⁹⁾. Die Stufen ruhten dabei auf gewölbten Unterbauten oder massivem Gemäuer, hatten also durchweg ein festeres Auflager.

Auf ein sehr bescheidenes Maß zurückgeführt, finden wir sie als Dienst- oder Arbeitertreppen in Tempeln und Basiliken, als Wendeltreppen in rechteckigem und kreisrundem Raume, mit und ohne Podeste, mit parallelepipedischer oder cylindrischer Spindel, aus Werkstücken oder Backsteinen construiert. Als gut erhaltene Beispiele für die beiden Arten mögen die Wendeltreppen im Tempel der Concordia

und der Juno in Gircgenti und die der

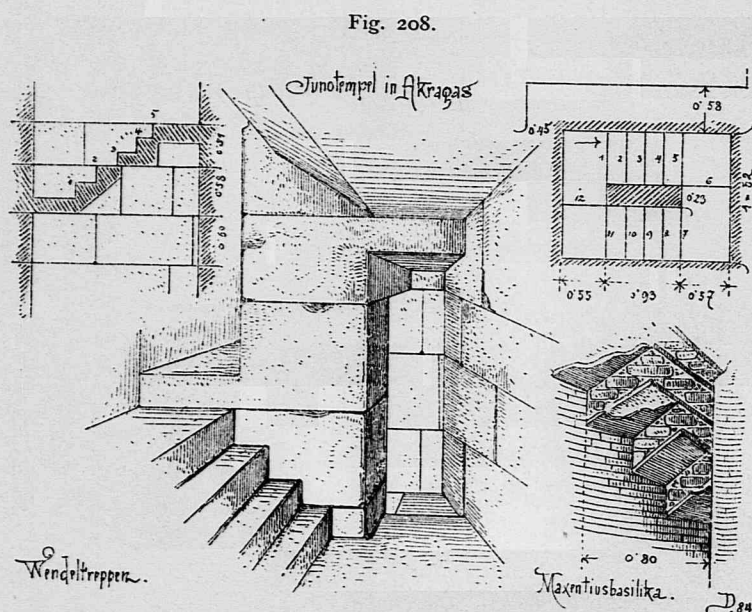
Maxentius-Basilika in Rom dienen. Bei ersteren sind Spindel,

Umfassungsmauer und je drei Treppentritte oder zwei Tritte und der Podest aus einem Blöcke gehauen; bei letzterer

sind Ziegelplatten stufenförmig von der Umfassungsmauer

und von der Spindel aus schräg gegen einander gestellt und darüber die Trittstufen gemauert

(Fig. 208).



Im Haurân konnten mit dem vortrefflichen Steinmaterial auch Treppen mit frei tragenden Läufen hergestellt werden; vielfach führen diese am Aeufseren der Wohnhäuser nach den oberen Geschossen oder dem Terrassendach, wie bei unseren süddeutschen Bauernhäusern. Die künstlerisch durchgebildeten Stocktreppen, das Treppenhaus, kennt die antike Kunst beim Wohnhausbau nicht, obgleich die Miethäuser in den großen Städten sehr hoch (bis zu 21 m) gebaut wurden. Da die Bauplätze in letzteren meist sehr theuer waren, so wurde dem Treppenhaus nicht viel

¹¹⁹⁾ Vergl. Theil II, Bd. 1 dieses »Handbuchs«, Art. 26 (S. 51).

Raum gegönnt. Steile Holztreppen, so schräg gestellt, wie eine Leiter, unbequem und unbeholfen, ohne Setzstufen, verbanden die Stockwerke unter einander. *Vitruv* (Lib. IX, Vorw., 8) verlangt zwar die Treppen ziemlich flach ansteigend; denn er wünscht das Dreieck, welches sich aus dem schrägen Treppenbalken, aus dessen Horizontalprojection und aus der Gefchofshöhe zusammensetzt, nach den Zahlen 5, 4, 3 gebildet, wobei die 3 der Gefchofshöhe zugetheilt ist.

In Pompeji waren in den Wohnhäusern und auch in einigen öffentlichen Gebäuden die Treppen meistens aus Holz und nur der Antritt aus Stein hergestellt. Letzterer ist jetzt noch vielfach das Merkmal für das einstige Vorhandensein der durch Feuer zerstörten Holztreppen¹²⁰⁾.

Die Wände und Decken der Innenräume wurden meist mit Putz bekleidet (vergl. *Vitruv*, Lib. VII, 2—5; ferner Art. 144, S. 143) und dieser mit Malereien geschmückt. Stuckgesimse trennten Wand und Decke scharf von einander. Je nach der Bestimmung des Raumes verlangt sie *Vitruv* (Lib. VII, 3) bald glatt, bald verziert. In Zimmern mit Feuerstellen oder in welchen viele Lichter gestellt werden, seien sie glatt zu lassen, in Sommergemächern und in Exedren, wo Rauch und Ruß keinen Schaden anrichten können, mögen sie ornamentirt sein. Dem entsprechend verwirft er auch eine reiche Ausstattung und Verzierung der gewölbten Decken in den Winterspeisekellern.

215.
Wand-
bekleidungen.

Die bei den Wandmalereien angewandte Technik war in Pompeji (und was für Pompeji gilt, darf auch für das übrige Italien angenommen werden) nach den Untersuchungen des Malers *Otto Donner* zum größten Theil ein Malen *al fresco*, sowohl bei den glatten farbigen Gründen, Ornamenten und Figuren, als auch bei den abgegrenzten Bildern. Diese Technik *al fresco* war die vorherrschende; die Leimfarben- und Tempera-Malerei war dagegen eine sehr untergeordnete und scheint nur aus Hilfsweise angewendet worden zu sein. Die enkaustische Malerei kam gar nicht zur Anwendung.

Die verwendeten Farben waren mit wenig Ausnahmen anorganische, mineralische — die gleichen, deren sich die heutige Fresco-Malerei bislang bedient.

An einzelnen wenigen Beispielen in Pompeji ist der Nachweis geliefert worden, daß auch fertige, auf besondere Stucktafeln gemalte Bilder in die Wände eingesetzt wurden. Dabei ist noch zu bemerken, daß bei allen sich wiederholenden Decorationen, seien diese plastisch oder nur gemalt ausgeführt, höchst selten die Schablone angewendet wurde; die Ausführung aus freier Hand war die Regel.

Statt der Stucküberzüge und Malereien wurden aber auch, nach *Vitruv* (Lib. VII, 4) zu schließen, Holztäfelungen an Wänden bis zu einer gewissen Höhe, ferner Verkleidungen mit Marmorplatten, Mosaik- und musivischer Schmuck (Glas-Mosaik, vergl. Art. 177, S. 202), Metallbekleidungen und Intarsien an Decken und Thüren angewendet.

Besondere Heizungs-Einrichtungen für die Wohnräume waren im südlichen Klima nicht nothwendig, und es sind auch im Süden keine nachgewiesen. Man begnügte sich wohl damals, wie heute noch, bei besonders unfreundlichen Tagen im Winter der Kohlenbecken. Letztere wurden aus Bronze in allen Größen angefertigt (2,12 × 0,77 m in Pompeji) und bestanden aus einem auf Füßen stehenden Roste von Bronze-Stäben, der eine lothrecht stehende Metalleinfassung hatte. Auf den Rost

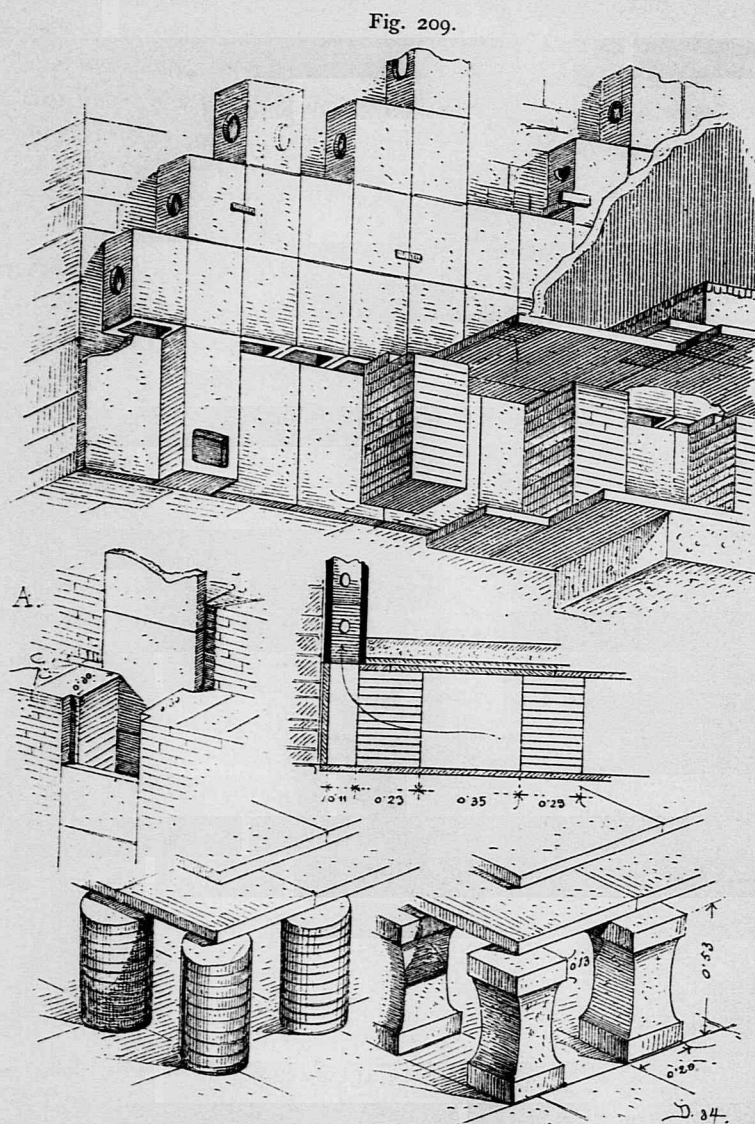
216.
Heizung.

¹²⁰⁾ Vergl. auch OVERBECK a. a. O., S. 506 — ferner: NISSEN a. a. O., S. 602.

wurden Ziegel gelegt und auf diese Bimssteine, auf welche dann erst glühende Holzkohlen geschüttet wurden. Die ehernen Becken waren mit dem Boden oder der Wand nicht fest verbunden, sondern mobil und konnten an jeden gewünschten Platz gerückt werden.

Auch in den warmen Bädern wurde von dieser Vorrichtung noch Gebrauch gemacht. Sie mußten sich aber bei großen Räumen und wenn hohe Wärmegrade darin verlangt wurden, als unthunlich erweisen. Sie konnten als beseitigt angesehen werden, als zu Anfang des letzten Jahrhunderts v. Chr. die hohlen Fußböden von *Sergius Orata* erfunden wurden und mit diesen die mit Hohlsteinen (*Tubuli*) oder Warzenziegeln (*Tegulae mammatae*) bekleideten Mauern aufkamen.

Durch die Hohlräume unter dem Fußboden und in den Wänden liefs man von einer Feuerstelle aus warme Luft eintreten und durchziehen; man erwärmte so



Hypocaustum.

in besserer und mehr gleichmäßiger Weise, als heute, auch das größte Gefäß. Dieses System der Heizung wurde dann auch von den Bädern auf die Wohnräume übertragen und diese mit der gleichen Einrichtung versehen; sie wurde notwendig, als die Ansprüche in Bezug auf eine vollständige Durchwärmung der Zimmer, namentlich im nordischen Klima, sich steigerten. Beinahe alle römischen

Niederlassungen diesseits der Alpen waren mit einer solchen versehen, wie die noch vorhandenen Reste in Villen, Palästen und Meierhöfen zeigen (Sinsheim, Melskirch, Pforzheim, Trier etc.)

Die Einrichtung besteht aus dem *Praefurnium*, der eigentlichen Feuerstelle und der *Hypo-*

causis (*Hypocaustum*), nach welcher ein Fuchs auf dem kürzesten Wege führte, mit der wieder die Hohlsteine der Wände in Verbindung standen. *Vitruv* (Lib. V, 10) verlangt den Boden des *Hypocaustum* aus Plattenziegeln mit Gefälle nach der Feuerstelle hergestellt. Auf diesem sollen sich 60 cm hohe, mit Haarmörtel gemauerte quadratische Backsteinpfeilerchen von 24 cm Seitenlänge, 60 cm aus einander stehend, erheben, die mit zwei Lagen 60 cm großer Plattenziegel überdeckt seien, welche den Estrich trügen. Statt der viereckigen Pfeilerchen finden wir auch runde, statt solcher aus Backsteinen wurden auch aus Sandstein angefertigte verwendet, welche gleich große Stand- und Auflagerflächen hatten, nach der Mitte zu aber dünner gehauen waren; die Pfeiler sind an vielen Orten auch nur 45 cm hoch, und statt eines Plattenbodens im *Hypocaustum* finden sich auch Estrichböden. Im Uebrigen ist den gedachten Anforderungen *Vitruv's* allenthalben entsprochen (Fig. 209).

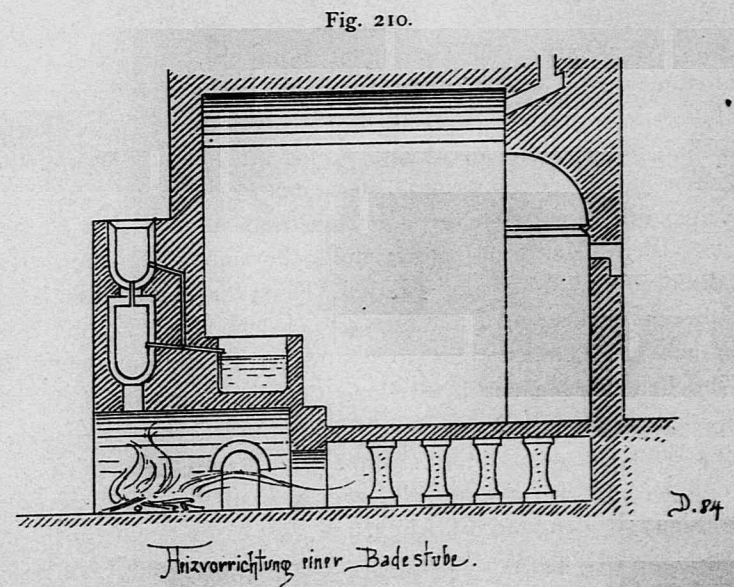
Das Feuerungsmaterial bestand ohne Zweifel aus gut gebrannten Holzkohlen, die wohl Wärme, aber keinen Rauch abgaben; denn kaum finden sich Heizcanäle oder Ziegelpfeiler oder von letzteren getragene Decken oder das Innere der *Tubuli* geschwärzt von Rauch oder Ruß. Von letzteren standen nicht alle Bahnen mit dem erwärmten Raume unter dem Fußboden in unmittelbarer Verbindung. Unter sich waren sie durch seitliche Oeffnungen verbunden; ohne Zweifel waren sie oben wieder so abgedeckt, daß der Dunst nur an einzelnen Stellen durch Ableitungsrohre einen Abzug in das Freie hatte. Wäre eine Ruß bildende Feuerung gewählt worden, dann würden sich wohl die Wandungen der *Tubuli* in kurzer Zeit damit bedeckt haben und die Circulation der warmen Luft wäre erschwert oder gehemmt worden; das Reinigen aller dieser Thonrohre, von denen außerdem ein großer Theil von unten nicht zugänglich war, wäre ein Ding der Unmöglichkeit geworden. Spaltholz als Feuerungsmaterial muß daher ausgeschlossen werden.

Der conservative und holzarme Süden bedient sich ja heute noch im gegebenen

Falle, z. B. bei Herdfeuerungen, vorzugsweise der Holzkohle und nicht des Spaltholzes ¹²¹⁾.

Die *Tubuli* wurden gegen die Umfassungsmauern mit Mörtel vermauert und einzelne durch Eisenkrampen an diese befestigt. (Vergl. Bäder am Fusse des Palatin in Rom.)

Für Ventilation wurde durch verschließbare Oeffnungen (an Ketten hängende Metallscheiben bewirkten



¹²¹⁾ Vergl. darüber auch: OVERBECK a. a. O. — ferner: SCHMIDT, Ch. W. Baudenkmale der Römischen Periode und des Mittelalters in Trier. Lief. II. Trier 1839. S. 22 u. 33.

nach *Vitruv*, Lib. V, 10 den Verschluss), durch die Gewölbe gehende Ziegelrohre (Kaiserpalast in Trier) oder durch gemauerte Luftzüge geföhrt; von den letzteren sind sehr sorgfältig aus Platten und Backsteinen construierte in den *Caracalla-Thermen* zu Rom erhalten (Fig. 209 A).

Von der gleichen Feuerstelle aus wurde neben dem *Hypocaustum* auch das Badewasser in grossen cylindrischen Kesseln (2,20 m Durchmesser) erwärmt. Diese Art ihrer Aufstellung machte es möglich, dass ein einziger Heizer in einem der Bäder in Pompeji die Abwartung der Luft- und Wassererwärmung besorgen konnte (vergl. kleine Thermen in Pompeji und Fig. 210).

Die Heizung der gewöhnlich gemauerten Küchenherde geschah ebenfalls durch Holzkohlen, wie auch die kleinen tragbaren Bronze-Herde, die Oefen zum Warmhalten der Speisen, die Becken mit Wassertöpfen und die Backöfen durch Kohlen geheizt wurden. Ein solcher in der *Casa del Sallustio* (Pompeji) wurde noch mit einem Schornsteinaufsatz gefunden¹²²⁾, »ein seltenes aber in Pompeji keineswegs unerhörtes Beispiel, indem Schornsteine auch in Privathäusern (z. B. *Reg. VII, Ins. 12*), in denen sie aus Thonrohren bestehen, vorkommen«.

Nach dem Vorgange in Pompeji zu schliessen, dürften wohl auch die anderen Städte Italiens mit öffentlichen und privaten Aborten (*Latrinae*) versehen gewesen sein. In Pompeji waren solche am Gebäude der *Eumachia*, in den Thermen, im Theater, am *Forum civile*, an letzterem Orte sogar mit Wasserspülung, zu finden. In den Wohnhäusern lagen sie entweder in der Nähe des Badezimmers, meist aber in der Nähe der Küche. Sie waren durch besondere Thüren verschliessbar, oft doppeltzellig eingerichtet, auch gross und stattlich decorirt, durch Fenster und Lichtschlitze erhellt.

Werfen wir noch einen Blick auf die Werkzeuge, welche zu diesen technischen Herstellungen nothwendig waren, so finden wir eine merkwürdige Uebereinstimmung zwischen den uralten und den heute noch, namentlich im Süden, gebräuchlichen Instrumenten.

Wir können auf Gemälden (Pompeji), auf Reliefs (*Trajan-Säule* und Grabmonumente in Rom), an thatsächlich noch vorhandenen Stücken (Pompeji, Neapel, Mainz u. v. a. O.) jederzeit die Uebereinstimmung nachweisen. Auch die ägyptischen Museen (Boulacq), eine grosse Anzahl von ägyptischen Relief-Darstellungen geben noch Aufschluss und liefern den Beweis, wie conservativ die Handwerker aller Zeiten mit ihrem Geschirr geblieben sind. Aexte und Hämmer, Steinhauer-Klöppel und -Eisen, Kelle und Mörtelmulde sind noch dieselben, wie vor einigen Tausend Jahren. Winkel, Senkel, Zirkel, Klappmassstäbe, Setzlatten und Bleiwagen, die Schreinerwerkzeuge als: Sägen, Fuchschwänze, Hobel, Bohrer etc. waren im Gebrauch und ziemlich genau so construiert, wie die unferigen. Bronze, Eisen, Holz und Knochen wurden zur Herstellung derselben verwendet.

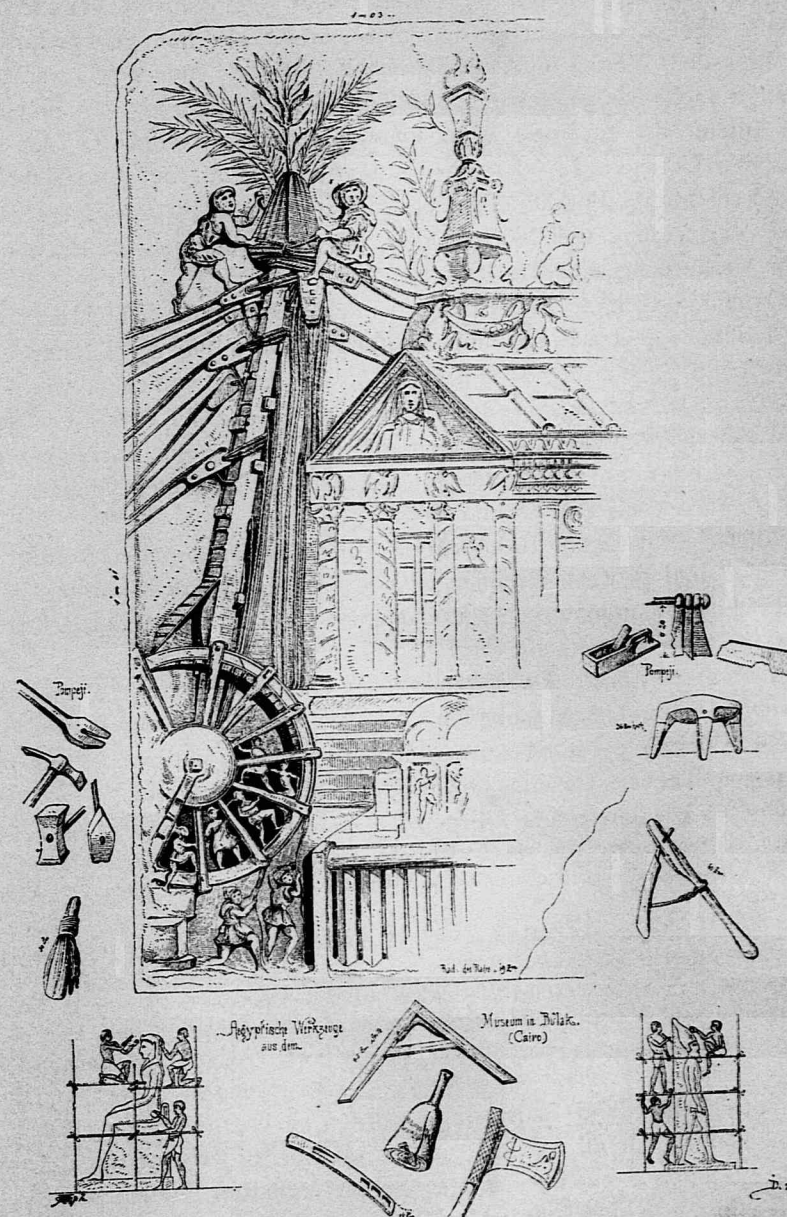
Zum Bewegen der Werkstücke finden wir Heb- und Ruckeisen, zum Heben den Wolf aus zwei Keilstücken, einem Parallelstück mit Durchsteckbolzen bestehend (Pompeji), grosse Schlingseile, welche in U-förmige Falze der Werksteine eingesenkt wurden, Rollen und Flaschenzüge, als Arbeitsmaschinen den Haspel, den Göpel, das Tretrad, als Wasserschöpfmaschinen das Schöpfrad und die Schnecke etc.¹²³⁾.

¹²²⁾ Vergl. OVERBECK a. a. O., Illust., S. 385.

¹²³⁾ Vergl. *Vitruv* Lib. X, 1-11 — ferner das bekannte Relief im Lateran-Museum in Fig. 211 — weiter: OVERBECK a. a. O., S. 460-461 — ferner: BLÜMNER a. a. O., S. 193-208, 215, 220-227, 342-344 — endlich: DURM, J. Polychrome u. constructive Details der griechischen Baukunst. Berlin 1880. Taf. 11 u. 13, S. 14 u. 15, so wie Fig. 211.

Fig. 211.

Marmorrelief aus dem Lateranmuseum in Rom.



Für den Transport grosser Säulen empfiehlt *Vitruv* (Lib. X) das Einspannen derselben, gleichsam als Axe, zwischen 12 Fufs hohe Wagenräder oder sie nach Art der Strassenwalzen zu fassen und zu rollen.

Die Ausführungen der grossartigen Gewölbe-Constructions allein lassen auf eine kunstgerechte und sichere Anwendung von Baugerüsten aller Art schliessen, welche wir, nach ägyptischen Reliefs zu urtheilen, bei grossen Bauten als Stangen-gerüste (aus Standbäumen, Streichen und Traghebeln bestehend) uns denken dürfen, so rationell ausgeführt, wie die besten unserer Zeit.

Die Donau-Brücke des *Trajan*, welche aus Geradholz und Bohlenbogen construirt war, läßt uns ja die Römer als Meister im Zimmerhandwerk erscheinen ¹²⁴).

221.
Qualität
der
Ausführung.

Die Qualität der Arbeiten ist, wie schon früher gesagt wurde, bei allen größeren Werken meist eine vorzügliche; sie hält nicht immer gleichen Schritt mit der Entwicklung oder dem Verfall der künstlerischen Formen, indem wir auch der Verfallszeit noch manche schöne, technisch vollkommene Ausführung verdanken. Princip blieb von Anfang bis zu Ende beim Quadernbau, sowohl bei den lothrecht emporsteigenden Umfassungs- oder Theilwänden, als auch bei den Gewölben: die sorgfältigste Schichtung, Bearbeitung und Fügung der Stofs- und Lagerflächen der Quader, die Vermeidung von Mörtel, aber die Zuhilfenahme von Eisen oder Holz zur engeren Verbindung einzelner Stücke.

Beim Backstein-Rohbau finden wir ebenfalls sorgfältigste Schichtung, möglichst gerades und dünnes Material bei nicht zu starken Mörtelfugen. Letztere verhalten sich an den besten Ausführungen dieser Art zu den Backsteindicken, wie 1 : 3 oder 1 : 4 (*Amphitheatrum castrense* in Rom) oder 1 : 6 (*Sedia del Diavolo* in Rom). In der späteren Zeit werden die Mörtelfugen gleich dick, wie die Backsteine gemacht, und bei geringeren oder mit anderem Materiale verblendeten Mauern wird die Mörtelfuge oft dicker, als der Stein selbst.

Trotz dieser sorgfältigen, technischen Vorrichtungen und der Routine, welche durch die vielen und großen Ausführungen gewonnen werden mußte, ließen sich auch an römischen Monumenten so gut Curvaturen der Horizontalen nachweisen, wie an griechischen, mittelalterlichen (vergl. den Dom in Pisa ¹²⁵) und an jenen der Renaissance (Palast *Farnese* und *Farnesina* in Rom und zahllose andere) und der allerneuesten Zeit (an allen Orten), obgleich an den letzteren nicht immer Erdbeben und Pulver-Explosionen gerüttelt haben und sie so wenig absichtlich sind oder auf einer hyperfeinen Theorie beruhen, als in Rom oder anderwärts.

Die Curvaturen nützen nichts und schaden nichts bei der Feststellung des künstlerischen Werthes eines Bauwerkes; höchstens berühren sie etwas fatal, wenn das Auge sie erkannt hat; der Genuß an einem Bauwerke, sei es in Ruinen oder noch neu, ist dem Verfasser wenigstens durch deren Vorhandensein noch nie erhöht worden.

Müntz ¹²⁶ sieht gerne von den bekannten, für jeden praktischen Architekten gänzlich unnützen Streitschriften über horizontale Curvaturen ab, die nur Unheil gestiftet hätten — und wir wollen sie hier deshalb nicht um ein Blatt vermehren, da die Ansichten des Verfassers in diesem Punkte im vorhergehenden Bande dieses »Handbuches« u. a. O. niedergelegt sind und er trotz neuerer Einwürfe keine Veranlassung hat, von den früheren Darlegungen abzugehen. Für Schriftgelehrte, Techniker der Schule und Phantasten werden sie deshalb immer noch willkommene, discutirbare Themata bleiben.

222.
Kosten-
voranschläge
und
Bauverträge.

Kostenvoranschläge und Bauverträge wurden verlangt und ausgeführt, letztere oft bis in das kleinste Detail verfolgt und ausgearbeitet, wovon in der mehrfach genannten *Lex Puteolana* ein interessantes Beispiel erhalten geblieben ist.

Daß man in den Kostenvoranschlägen dem Architekten gegenüber ein Einsehen hatte, beweist *Vitruv* (Lib. X, Vorw.), indem er demselben einen Spielraum von 25 Procent zugesteht. Er nennt es »ein hartes, aber nicht ungerechtes Gesetz«, wenn in Ephesus die Techniker bei einer Ueberschreitung des Anschlages um mehr als 25 Procent mit ihrem Vermögen (so sie welches hatten) haftbar gemacht wurden. Bei der Uebernahme eines Baues mußten sie bis zur Vollendung desselben mit ihrem

¹²⁴) Vergl. FRÖHNER, W. *La colonne Trajane etc.* Paris 1872—74. Bd. IV. Pl. 129.

¹²⁵) In: ROHAULT, G. DE FLEURY. *Les monuments de Pise au moyen âge.* Paris 1864. Pl. XII: *Ligne des petits matériaux*, welche die ähnliche Krümmung zeigt, wie die Horizontalen des Theäon.

¹²⁶) In: Der optische Maßstab. 2. Aufl. Berlin 1884.

Vermögen Caution stellen. Hatten sie den Kostenanschlag dann nicht überschritten, so wurden sie durch Erlasse und Auszeichnungen geehrt; Ueberschreitungen bis zu 25 Procent wurden vom Staate bezahlt und nicht weiter geahndet. — Das Gesetz verdiente Nachahmung!

C. Gestaltung und formale Durchbildung der Bauglieder.

.... Ausser diesen altitalischen Kunsttraditionen und dem frühen Uebergewichte, das hellenische Bildung über den Geschmack der italischen Völker gewonnen hatte, sind als dritter Factor, der den Baustil der späteren weltbeherrschenden Roma entstehen half, die unmittelbaren ägypto-asiatischen Einwirkungen auf Sitte, Lebensweise und Kunst der Römer, kurz vor und während ihrer Unverfaherrschaft, zu bezeichnen. Die Römer, in ihren treu verwahrten indo-germanischen Kunsttraditionen noch halb asiatisch, fanden sich dort in den östlichen Provinzen mehr heimisch als die Griechen und lösten die Aufgabe der Verschmelzung asiatisch-ägyptischer und europäischer Motive zu einer allgemein herrschenden Weltarchitektur!

..... Semper, G. *Der Stil etc.* Bd. I. Frankfurt 1860. S. 479—505.

Alt-italische, tuskische, griechische und ägypto-asiatische Elemente und Einwirkungen sind an den römischen Bauwerken ersichtlich und treten an ihnen nach einander, neben einander und vermischt auf. Nach diesen sind verschiedene Perioden in der Formgebung zu unterscheiden, und für die Art der letzteren war, worauf schon hingewiesen wurde, das in jenen gebräuchliche Baumaterial mehrfach maßgebend. Sie lassen sich in folgende vier zusammenfassen:

- 1) die früh-republikanische Periode;
- 2) die Zeit der Triumphe über die in Cultur und Kunst vorgeschrittenen und durch größeren Reichthum ausgezeichneten Staaten Süd-Italiens, Griechenlands, Aegyptens und Asiens;
- 3) die der befestigten Weltherrschaft unter *Augustus* und seinen Nachfolgern;
- 4) die des größten Reichthumes und Luxus, der Verschwendung und des Sittenverfalles.

Die Bauformen der ersten Periode lehnten sich noch an die gräko-italischen an und wurden von etruskischen Künstlern gehandhabt; sie zeichnen sich durch schlichte, feingliederige, rein empfundene Einzelheiten und durch weisses Maßhalten in der Verwendung von Ornamenten aus. Der grau-grünliche Peperin, seltener Travertin, und Luftziegel, mit Stuck, Terracotta und Farbe überzogen, sind das herrschende Baumaterial. (Vergl. Sarkophag des *Scipio Barbatus*, das *Tabularium* in Rom, der Hercules-Tempel in Cori.)

Die der zweiten stehen unter dem Einflusse süd-italischer und ost-griechischer Meister, tragen aber noch nicht das fertige römische Gepräge. Das Material bleibt noch vorwiegend Tuff mit Stuckbekleidung und Travertin, dann Luftziegel und Backstein. (Vergl. Tempel der Fortuna Virilis, *Marcellus-Theater* in Rom.)

Die Bauformen der dritten Periode zeigen die vollendete Verschmelzung italischer und griechischer Weisen, eine reichere Verzierung und schönes Ebenmaß der Kleinglieder; statt Tuff mit vergänglichem, gemalten Stucküberzügen werden feste, vielfarbige, zum Theile edle Steinarten und sorgfältig geformte und gebrannte

223.
Vor-
bemerkungen.