

Dasselbe wird bei Festungsbauten zur Ueberwölbung von Casematten häufig benutzt. In Folge der hohen Erdüberschüttung, welche bei derartigen Bauwerken über dem Gewölbe angebracht wird, ist dasselbe meistens sehr stark herzurichten.

222.  
Ausführung.

Die Stabilitäts-Untersuchung im Allgemeinen und die Ausführung der Mulden-  
gewölbe im Besonderen erfolgt nach den für das Tonnengewölbe und das einfache  
Klostergewölbe gemachten Mittheilungen.

In architektonischer Beziehung nimmt das Mulden-  
gewölbe, selbst wenn das-  
selbe in feinen Laibungsflächen durch Einfügen von Stichkappen bewegter gestaltet  
werden sollte, nur einen mehr untergeordneten Rang ein.

## 12. Kapitel.

### Spiegelgewölbe.

#### a) Gestaltung der Spiegelgewölbe.

223.  
Gestalt.

Das Spiegelgewölbe ist ein Klostergewölbe, welches zwischen der Kämpfer-  
ebene und dem Scheitelpunkt durch eine wagrechte Ebene abgetrennt und in der  
dadurch gebildeten Oeffnung durch ein wagrechtes oder schiebbares Gewölbe wieder  
geschlossen wird. Die Laibungsfläche dieses wagrechten Gewölbes wird Spiegel  
genannt. Wird die Oeffnung zum Anbringen eines Deckenlichtes benutzt, so entsteht  
ein Spiegelgewölbe mit Deckenlicht.

Zur weiteren Gliederung des Gewölbes werden in die als Theile von Kloster-  
gewölben auftretenden Wangen häufig Stichkappen (Lunetten) eingefügt, deren  
Spitzen oder Anfallpunkte in nur geringer Entfernung von der Umrahmung des  
Spiegels oder unmittelbar in derselben liegen.

Die Vereinigung eines schiebbaaren Gewölbes, selbst wenn dasselbe eine geringe  
Pfeilhöhe (Stich, Stechung, Bufung) erhalten soll, mit den Wangen des Kloster-  
gewölbes ist für die Herstellung eines Spiegelgewölbes in constructiver Beziehung  
bei ausschließlicher Verwendung von Steinmaterial und bei einer etwaigen größeren  
Deckenbildung immerhin mislich. Der Gewölbschub ist, wenn auch eine besondere  
Befchwerung des Gewölbes durch eine Nutzlast vermieden wird, im Allgemeinen bei  
derartigen Gewölben schon bei der mäßigen Breite des Spiegels von etwa 3 m  
ziemlich beträchtlich, so daß auf starke Pressungen im Gewölbkörper und ferner  
auch auf kräftige Durchbildung der Widerlagsmauern desselben gerechnet werden  
mufs. Aus diesem Grunde werden in der Neuzeit größere Spiegelgewölbe über  
Vorhallen, Treppenhäusern, Sälen u. f. w. nicht ohne Anwendung eines eisernen  
Stütz- und Tragsystems ausgeführt, welches in seinem Gerippe die Gewölbtheile  
aufnimmt.

In architektonischer Beziehung hat das Spiegelgewölbe jedoch eine nicht zu  
unterschätzende Bedeutung. Erscheint dasselbe vermöge der durch Lunetten unter-  
brochenen, vom Widerlager aufsteigenden Hohlkehlen seiner Wangen schon als eine  
leicht sich erhebende, mit der Theilung der Umfangswände in harmonischer Ueber-  
einstimmung stehende Deckenbildung, so kann die Wirkung der ganzen Anlage durch  
Ausfchmückung der hierfür äußerst günstigen Gewölbfächen mit Ornamenten, Ge-  
mälden u. f. w. eine Steigerung erfahren, welche den höchsten Anforderungen zu  
entsprechen vermag, die an Reichthum und Pracht in der Ausstattung der Spiegel-

gewölbe gestellt werden. Beispiele derartiger in der Ausschmückung üppiger Deckenbildungen, welche gleichsam als besondere Schaustücke zu betrachten sind, bieten vielfach hervorragende Bauwerke, welche dem Baustil der Renaissance, dem Barock und dem Rococo-Stil angehören. Ist auch die wirkliche Construction derartiger Decken oft durch ein Blendwerk von Holzverbindungen mit Putzüberzug gebildet

und daher entfernt stehend von einem eigentlichen Gewölbebau, so ist doch ein Studium derselben um so mehr zu empfehlen, als in der Jetztzeit Spiegelgewölbe, construirt als gemischtes System aus Eisen und Stein, mannigfach in Anwendung kommen.

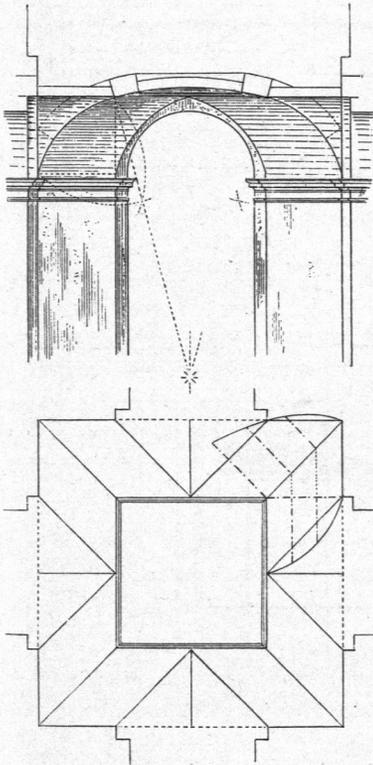
Das einfache Spiegelgewölbe (Fig. 411) kann über quadratischen, rechteckigen oder auch über anderen, im Grundrifs regelmäsig angeordneten Räumen ausgeführt werden. Unregelmäßige Grundformen sind dabei als für diese Deckenbildung unschön auszuschließen. Würde man in besonderen Fällen und bei untergeordneten Anlagen die Wangen des Gewölbes fortlassen, so würde an die Stelle des einfachen Spiegelgewölbes ein scheinrechtes Gewölbe treten. Diese sollten aber nur bis zu einer Spannweite von höchstens 3,5 m in Anwendung kommen und niemals ganz wagrecht, sondern immer mit einem Stich von etwa 1 cm auf 1 m Spannweite in vorzüglichem Verlande und mit sehr gut bindendem Mörtel ausgeführt werden. Eine besondere Ueberlast soll auf diesen Gewölben, wenn dieselben bei *Moller'schem* Verlande in ihren von Widerlager zu Widerlager ziehenden Fugen nicht etwa durchgehende, hochkantig gestellte Flacheisen (Bandeisen) als Armirung erhalten, nicht ruhen. Sollte dem

mit Stich behafteten scheinrechten Gewölbe eine wagrechte Laibungsfläche gegeben werden, so ist dieselbe durch entsprechend starken Putz zu erzielen.

Will man dem scheinrechten Gewölbe das Aussehen eines Spiegelgewölbes gewähren, so läßt man nach Fig. 412 ringsum an den Widerlagsmauern des Raumes mehrere Mauer-schichten wagrecht mit Auskragung ansetzen. Diese staffelartig gebildeten Widerlager des mit mäsigem Stich versehenen scheinrechten Gewölbes werden durch Putzüberzug zu einer Hohlkehle ausgebildet, welche durch eine gleichfalls aus Putz angefertigte Umrahmung der Spiegelfläche begrenzt wird. Bei größerer Ausladung der vorgekragten Widerlager können zweckmäsig zur Sicherung und Unterstüzung derselben kleine L-förmige Profileisen unter Benutzung von Cementmörtel mit eingemauert werden. Diese Eisen greifen außerdem noch mit entsprechender Länge in das Mauerwerk der Umfangsmauern ein.

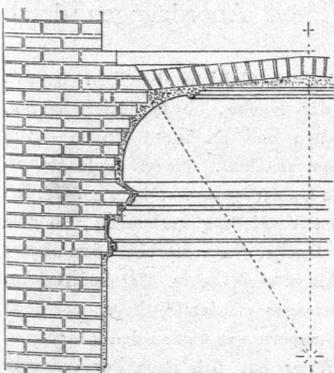
Aber auch dann, wenn die Anfätze des Spiegel-

Fig. 411.



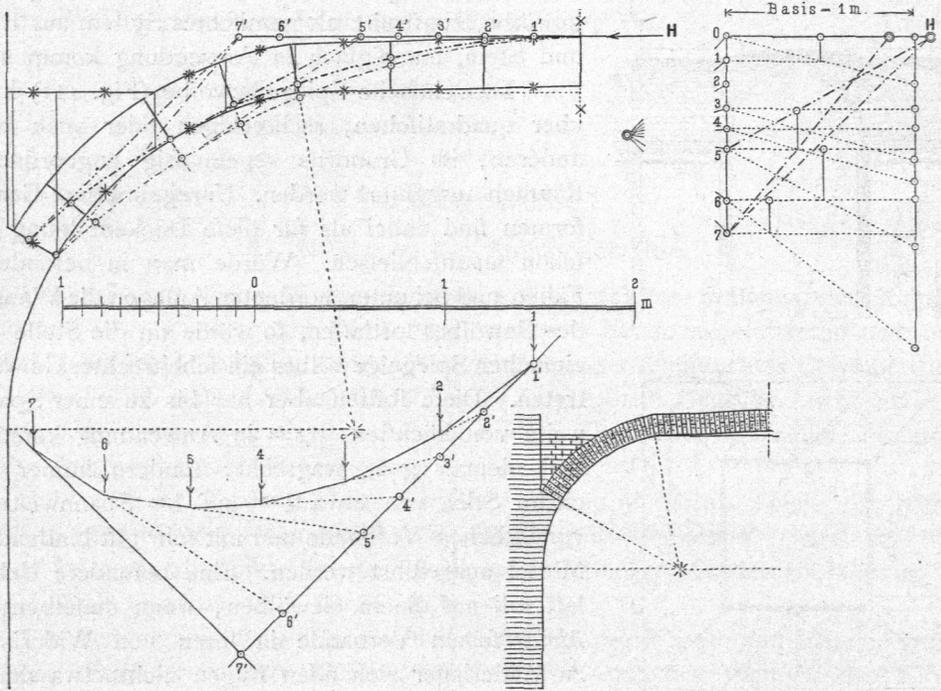
224.  
Einfache  
Spiegel-  
gewölbe.

Fig. 412.



gewölbes als Wangentheile eines Klostergewölbes auszuführen sind, werden fachgemäß die unteren Schichten derselben, so weit thunlich ist, vorgekragt (Fig. 413), um hierdurch die Weite der eigentlichen Wölbung möglichst zu vermindern. Die in der Abbildung für einen Gewölbstreifen von der Tiefe gleich der Längeneinheit eingetragene Mittellinie des Druckes mit dem möglichst kleinsten Gewölbschub  $H$  giebt über die statischen Verhältnisse des Gewölbekörpers näheren Aufschluss.

Fig. 413.



225.  
Spiegel-  
gewölbe  
mit Stützwerk  
aus Eifen.

Gehen die Raumabmessungen für Decken als Spiegelgewölbe über 3,5 m hinaus, so verläßt man am besten die einfache Gewölbbildung und gestaltet die Decke durch Einfügen eines Gerippes aus Eisentragern zu einem gemischten System von Eifen und Stein. In solchen Fällen wird die angeordnete Eifen-Construction als Trag- und Stützsystem der wesentlichste Bestandtheil der Decke, während die zwischen dem eisernen Rippenwerk eingefügten gewölbten Theile derselben mehr als Füllwerk zur Herstellung der Form des Spiegelgewölbes auftreten.

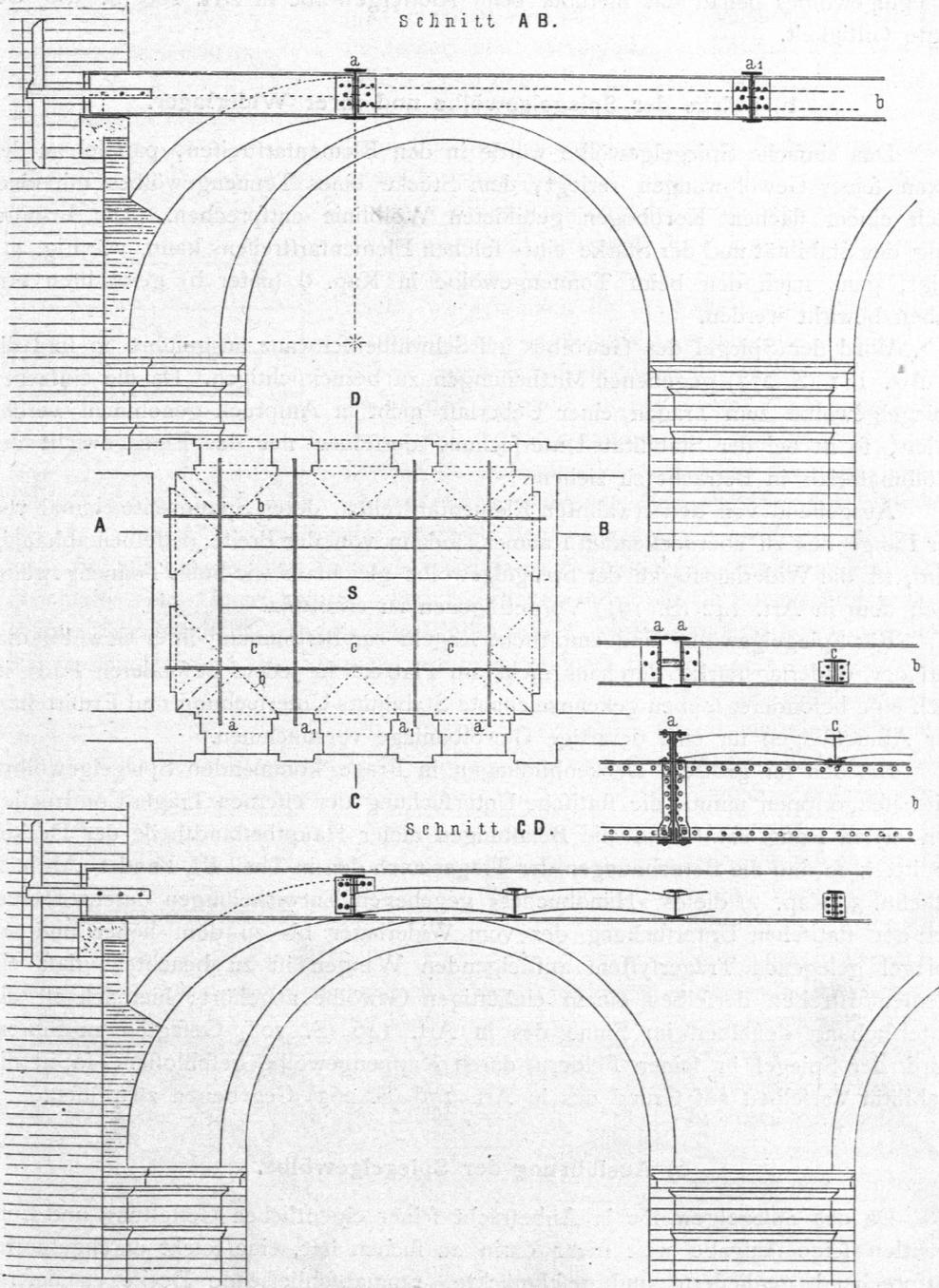
Die Gestaltung dieser Decken ist in den grundlegenden Anordnungen durch Fig. 414 näher angegeben.

Mit der Begrenzung des Spiegels  $S$  zusammenfallend und zuweilen im Gebiete desselben werden Walzeifen- oder, bei bedeutender Weite und erheblichem Gewichte der Decke, eiserne Nietträger  $a$ , bezw.  $a$ , verlegt, welche ihre Auflager auf den Umfangsmauern erhalten und an ihren Enden durch sorgfame Ummauerung, bezw. durch eine Verankerung die geficherte Lage erhalten. Gegen diese Hauptträger  $a$ , setzen sich in der weiteren Begrenzung des Spiegels liegende Querträger  $b$ . Dieselben werden mit den Hauptträgern durch Winkelleifen unter Anwendung einer guten Vernietung verbunden, so daß hierdurch ein eiserner Rahmen entsteht, welcher als Hauptgerippe der Decke ein entsprechendes oberes Widerlager für die unteren Wangen des Spiegels bietet, wie aus den Schnitten  $AB$ , bezw.  $CD$  hervorgeht. Zur weiteren Sicherung der mit einander verbundenen Haupt- und Querträger werden dieselben oft noch durch besondere Consoletträger unterstützt, welche von den festen Umfangsmauern aus bis zu den Trägern  $a$ , bezw.  $b$  geführt werden. Die untere Begrenzungslinie dieser Consoletträger hat sich nach der Wangen-

linie, bzw. nach der Kehllinie des Gewölbes zu richten. Für die Einwölbung des Spiegels *S* werden noch in Entfernungen von etwa 1 m von einander kleine Nebenträger *c* eingebracht. Dieselben werden unter Beobachtung ihrer geringsten Längenausdehnung in geeigneter Weise entweder mit den Querträgern *b*

Fig. 414.

Schnitt A B.



oder mit den Hauptträgern *a* durch Winkeleisen und Nietung, bzw. Verschraubung verbunden. Die durch Einschaltung dieser Nebenträger entstehenden, sehr schmalen Gewölbefelder des Spiegels werden mit ganz flachen Kappengewölben, bzw. schieftrechten Gewölben geschlossen, welchen nur etwa 2 cm Stich gegeben wird.

Soll die Oeffnung im Trägergerippe *a*, *b* für ein Deckenlicht benutzt werden, so bleiben die Nebenträger *c* fort. Das Rahmenwerk des Gerippes dient alsdann zur Aufnahme der Constructionstheile des Deckenlichtes.

Für die Gestaltung der Lunetten (Stichkappen) in den Gewölbwangen des Spiegelgewölbes behält das hierüber beim Kloftergewölbe in Art. 206 (S. 306) Gefagte Giltigkeit.

### b) Stärke der Spiegelgewölbe und ihrer Widerlager.

226.  
Gewölbstärke.

Das einfache Spiegelgewölbe würde in den Elementarstreifen, parallel zu den Axen seiner Gewölbwangen zerlegt, dem Stücke eines Tonnengewölbes mit einer nach einem flachen Korbbogen gebildeten Wölblinie entsprechen. Die Ermittlung der Stabilität und der Stärke eines solchen Elementarstreifens kann, wie Fig. 413 zeigt, ganz nach den beim Tonnengewölbe in Kap. 9 (unter b) gemachten Angaben bewirkt werden.

Wird der Spiegel des Gewölbes auf Schwalbenschwanz ausgeführt, so sind die in Art. 181 (S. 277) gegebenen Mittheilungen zu berücksichtigen. Da die einfachen Spiegelgewölbe zum Tragen einer Ueberlast nicht in Anspruch genommen werden sollen, so ist bei der Stabilitäts-Untersuchung derselben nur das Eigengewicht des Wölbmaterials in Betracht zu ziehen.

227.  
Widerlags-  
stärke.

Ausgehend von den erwähnten Elementarstreifen, deren Spannweite einmal von der Länge des zu überdeckenden Raumes, sodann von der Breite desselben abhängig wird, ist die Widerlagsstärke der Spiegelgewölbe gleichfalls wie beim Tonnengewölbe nach dem in Art. 142 (S. 197) Vorgetragenen zu ermitteln.

228.  
Empirische  
Regeln.

Für Spiegelgewölbe sind empirische Regeln zur Bestimmung ihrer Gewölbstärke und der Widerlagsstärke durchaus nicht am Platze. In jedem besonderen Falle ist auch eine besondere, soeben gekennzeichnete Stabilitäts-Untersuchung und Ermittlung der Abmessungen für eine derartige Gewölbanlage vorzunehmen.

229.  
Spiegelgewölbe  
mit  
Eisengerippe.

Bei den für größere Deckenbildungen in Frage kommenden Spiegelgewölben mit Eisengerippen nimmt die statische Untersuchung der eisernen Träger-Construction den ersten Rang ein. Sind die Belastungen dieser Hauptbestandtheile der Decken ermittelt, so sind die Berechnungen der Träger nach den in Theil III, Band I (Abth. 1, Abchn. 3, Kap. 7) dieses »Handbuches« gegebenen Entwicklungen durchzuführen. Bei der statischen Untersuchung der vom Widerlager bis zu dem höher und am Spiegel gelegenen Trägerssystem aufsteigenden Wangen ist zu beachten, dass ein Elementarstreifen derselben einem einhäufigen Gewölbe angehört; hiernach ist die Untersuchung desselben im Sinne des in Art. 146 (S. 208) Gefagten zu führen. Wird der Spiegel in seinen Feldern durch Kappengewölbe geschlossen, so ist die Stabilität derselben auf Grund des in Art. 176 (S. 263) Gegebenen zu prüfen.

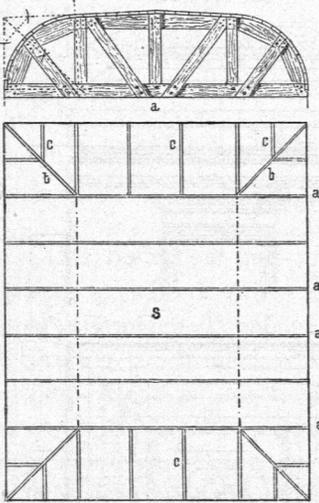
### c) Ausführung der Spiegelgewölbe.

230.  
Allgemeines.

Da das Spiegelgewölbe in Anbetracht seiner eigentlichen Gestaltung und Construction seine Aufgabe weit mehr darin zu suchen hat, eine leicht durchgeführte, entsprechend gegliederte und geschmückte, raumabschließende Decke zu liefern, als noch außerdem fremde Lasten zu tragen, so ist dem entsprechend bei der Ausführung der Spiegelgewölbe namentlich bezüglich des zu verwendenden Wölbmaterials und Bindemittels gebührende Rücksicht zu nehmen.

Aus diesem Grunde treten als Hauptbaustoffe für Spiegelgewölbe Backsteine, die gewöhnlichen Lochsteine oder hinreichend feste poröse Barnsteine in den Vordergrund. Bruchsteine sind im Allgemeinen auszuschließen, während Quader bei verhältnismäßig gering gespannten Spiegelgewölben benutzt werden können. Bei Verwendung von Backstein ist ferner eine vorzügliche Verkittung der Wölbsteine geboten und deshalb ein ausgezeichneter Cementmörtel, bzw. verlängerter Cementmörtel als Bindemittel in jeder Beziehung für den geficherten Bestand der Spiegelgewölbe anzurathen.

Fig. 415.



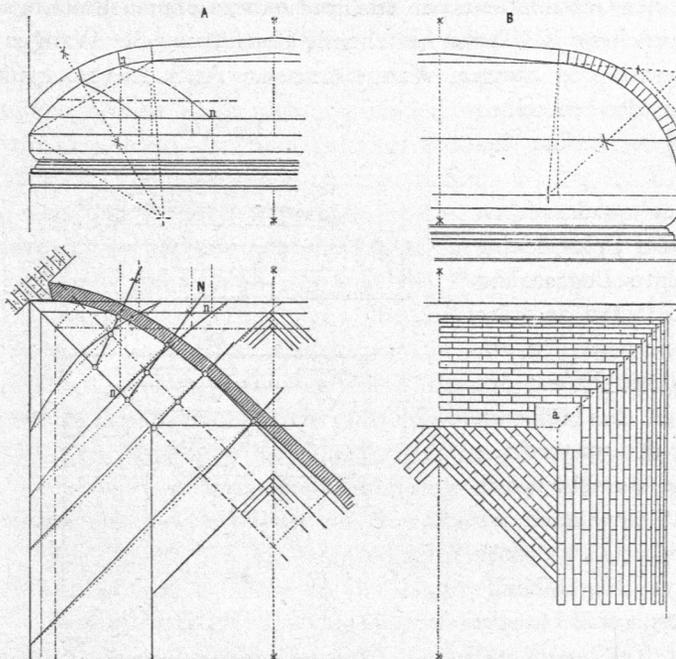
Für die Ausführung der Spiegelgewölbe wird eine vollständige auf Lehrbogen, bzw. Wölbsteine lagernde Unterschalung hergerichtet. So weit der Spiegel *S* reicht, werden nach Fig. 415 die Hauptlehrbogen *a* in Entfernungen von 1,0 bis 1,5 m aufgestellt. Gegen dieselben legen sich Lehrbogen *b*, welche für die Kehllinien der Wangen in bekannter Weise auszumitteln sind, und die Schiftlehrbogen *c* von je zwei einander gegenüber liegenden Wangen. Im Uebrigen gilt das beim Tonnengewölbe in Art. 152 (S. 220) hinsichtlich der weiteren Behandlung der Gewölbgerüste Gefagte.

Bei Spiegelgewölben zwischen Eifengerippe erhalten die einzelnen Gewölbtheile gleichfalls eine Unterschalung. Die Lehrbogen oder die in vielen Fällen für die Wangen zu benutzenden einfachen Wölbsteine reichen alsdann nur vom Kämpfer bis zu den Rändern des Spiegels, während letzterer für sich, falls ein geschlossener Spiegel ausgeführt werden

soll, eine Unterschalung erhält, wie solche bei flachen Kappengewölben üblich ist.

Bei den einfachen Spiegelgewölben aus Backstein kann, wenn die Wangen Hohlkehlen bilden, deren Wölblinie ein flacher Kreisbogen ist, der Verband auf Kuf, bzw. auf Schwalbenschwanz durchweg für Wangen und Spiegel beibehalten werden. Wird dagegen die Wölblinie der Wangen ein Viertelkreis, so wählt man für dieselben den Verband auf Kuf, während der Spiegel dann allein meistens im Schwalbenschwanzverband eingewölbt wird.

Fig. 416.



Beide Anordnungen sind in Fig. 416 bei *A*, bzw. *B* dargestellt. Bei der in *B* gegebenen Einwölbung ist zur Erzielung eines zweckmäßigen Ansatzes der in Schwalbenschwanzverband an tretenden Wölbung das Einfügen besonderer Werkstücke *a* an den Ecken des Spiegels zu empfehlen.

Die Wangen der Spiegelgewölbe mit eisernem Rippenystem werden auf Kuf eingewölbt, während die Kappen des Spiegels in demselben Verbands oder auf Schwalbenschwanz herzurichten sind.

Soll der Spiegel Caffetten erhalten, so ist der in Art. 162 (S. 233) mitgetheilte Verband anzuwenden.

233.  
Spiegelgewölbe  
aus  
Quadern.

Für Spiegelgewölbe über Räumen von etwa 4,0 m größter Seitenabmessung können bei genügend starken Umfangsmauern und bei mäßiger Belastung der Decke von oben auch Quader als Wölbsteine zur Anwendung kommen. Der Steinfugenschnitt derselben ist im Allgemeinen dem Verbands auf Kuf entsprechend zu ordnen.

Im Besonderen ist für die Grat- oder Kehlsteine, um eine hakenförmige Gestalt derselben zu vermeiden, die Anordnung *g* (Fig. 417) nach den beim Klostersgewölbe in Art. 219 (S. 325) gegebenen Darstellungen vorzunehmen, während die übrigen Wangensteine als gewöhnliche Tonnengewölbsteine zu lassen sind. Die Formen der Wölbsteine des Spiegels *S*, welcher in seiner Gesamtheit nur eine mit nahezu ebener Laibungsfläche behaftete, ohne ausgesprochene Kehllinien bestehende Fortsetzung der Wangenflächen ist, entsprechen ebenfalls den übrigen Wangensteinen. Auch hierbei kann die Bildung der Ecksteine *i* der einzelnen Schichten ohne hakenförmigen Ansatz bewirkt werden.

Soll bei Gewölben über quadratischen oder rechteckigen Räumen dem Spiegel eine nach dem Achteck fest gelegte Begrenzung gegeben werden (Fig. 418), so laufen an jeder Ecke des Raumes vom Kämpferpunkte *a* aus zwei Kehllinien *ae*, *af* nach den Ecken des Spiegels. Dieselben begrenzen die größeren Wangen *w* und kleinere, in der wagrechten Projection als Dreiecke *aef* erscheinende Wangen *z*. Für die Schnittlinien nach *ae* und *af* sind wiederum besondere Grat- oder Kehlsteine zu schaffen, deren Fugenschnitt sich ohne Schwierigkeit ermitteln läßt, sobald das Festlegen der Gestalt der Kehllinien und

Fig. 417.  
Schnitt AB.

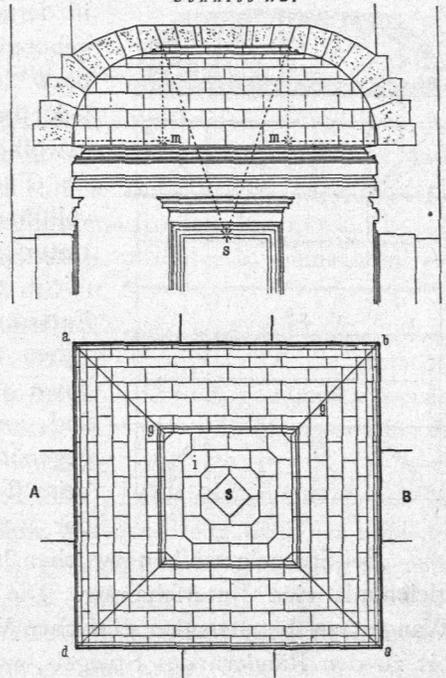
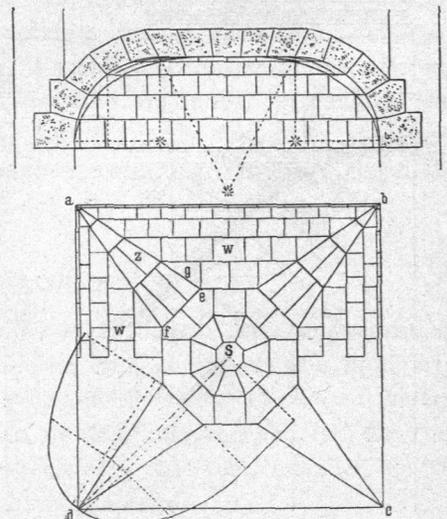


Fig. 418.



Wölblinien der Dreieckswangen  $z$  nach dem gewählten Grundbogen einer Wange  $w$  vorgenommen ist. Aus der Zeichnung geht die allgemeine Anordnung der Lager- und Stosfugenkanten für die Wangen und den Spiegel  $S$  auf der wagrechten Projection der Laibungsfläche des Gewölbes hervor.

Hinsichtlich des Verfetzens der Quader, des Mörtels u. f. f. ist auf Art. 170 (S. 246) zu verweisen.

### 13. Kapitel.

## Kreuzgewölbe im Allgemeinen.

Das Bestreben und auch das Bedürfnis, bei der Grundrissentwicklung eines Bauwerkes mehrere neben einander liegende Räume, welche mit dem wohl bekannten halbkreisförmigen Tonnengewölbe überdeckt werden konnten, in höherem Maße in Verbindung zu bringen, als solches an sich durch die in den Stirnmauern solcher Gewölbe leicht zu schaffenden Oeffnungen möglich war, mußte naturgemäß dazu führen, auch in den eigentlichen Widerlagskörpern dieser Decken Oeffnungen anzulegen und nach oben durch kleinere Tonnengewölbe, d. h. durch besondere Bogen, abzuschließen. Mochte diese Bogenanlage auch anfänglich in ihren Scheitelpunkten noch in größerem oder geringerem Abstände unter dem Fusse des Tonnengewölbes befindlich sein, immerhin war die Auflöfung der Masse des Widerlagskörpers in einzelne mehr oder weniger breite Pfeiler erreicht. Konnte man nun die Bogen der Widerlagsöffnungen mit einer größeren Länge behaften und durch rechtwinkelig zu den geschaffenen Pfeilern stehende, an den Hauptraum tretende neue Widerlagskörper stützen, so entstand ein Zusammenhang von mit Tonnengewölben überdeckten Räumen, welche jedoch in Rücksicht auf das Hauptgewölbe eine tiefere Kämpferlage befassen. Eine solche Anlage konnte nicht in allen Fällen befriedigen, und wenn auch bei den Römern des Abendlandes, namentlich bei der Anwendung von Quadern als Wölbmaterial, die verschieden hohe Lage der Kämpfer auf einander tretender Tonnengewölbe noch nicht vermieden wurde, so machten sich doch, vom Morgenlande ausgehend, Einflüsse geltend, welche eine bessere Vereinigung der zusammen treffenden Tonnengewölbe erzielen ließen. Fielen die Kämpferlinien dieser Gewölbe in eine und dieselbe wagrechte Ebene, waren aber die Durchmesser derselben verschieden, so setzten sich die kleineren Gewölbe als »Stichkappen« in das größere Tonnengewölbe; waren dagegen die Durchmesser derselben gleich groß, so durchkreuzten sich beide Tonnengewölbe und bildeten als besondere Gewölbart das »Kreuzgewölbe«. In beiden Fällen war an allen Seiten des Raumes die Anlage entsprechend großer Oeffnungen und damit eine Auflöfung der Widerlagsmauern in einzelne, das Gewölbsystem ausschließlichs stützende Pfeiler möglich, so daß eine Reihe von derartigen Gewölbarrordnungen für einen ausgedehnten Grundplan Platz greifen konnte. Durch die Einführung dieser zusammengesetzten Tonnengewölbe ist ein bedeutender Fortschritt im Gewölbebau überhaupt angebahnt.

Die Grundlagen des besprochenen Wölb systems, welches dem römischen Kreuzgewölbe entspricht, sollen an der Hand der Zeichnung noch näher erläutert werden.

In Fig. 419 ist  $A$  ein halbkreisförmiges Tonnengewölbe vom Durchmesser  $b d$ . Gegen dasselbe treten Tonnengewölbe  $B$ , deren Wölblinien gleichfalls Halbkreise

234.  
System-  
bildung.

235.  
Römisches  
Kreuzgewölbe.