

Der
Bau der Gewölbe.

Ein Handbuch

für

Architekten, Bau-, Maurer- und Zimmermeister,

herausgegeben

von

Dr. C. A. Menzel,

Königl. Universitäts-
Bauinspector.

G. Franke,

Architect.

Zweite sehr vermehrte Auflage.

Mit 250 Holzschnitten.

Halle a/S.

G. Knapps Verlagsbuchhandlung.

1875.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
§ 1. Allgemeines	1
§ 2. Die Gewölbelinien	11
§ 3. Die Widerlager der Gewölbe.	22
§ 4. Von den Gewölbefestärken	28
§ 5. Die Verstärkung der Widerlager durch Uebertragung	36
§ 6. Von den Gerüsten und Bogenstellungen der Gewölbe	40
§ 7. Das Tonnen- oder Kufengewölbe	44
§ 8. Das Kappengewölbe	49
§ 9. Das Kreuzkappengewölbe und die Kreuzkappe	62
§ 10. Das Kloster- und das Kuppelgewölbe	78
§ 11. Das böhmische Kuppelgewölbe	88
§ 12. Einige weniger übliche Gewölbearten	95
§ 13. Das Spitzbogen- oder altdeutsche Gewölbe	99
§ 14. Das Topfgewölbe	109
§ 15. Die Fußgewölbe	115
§ 16. Die Wölbungen der Thür- und Fenstersturze	120
§ 17. Die graphischen Constructionen bei Gewölben	137

§ 1.

Allgemeines.

Unter einem Gewölbe versteht man die Ueberdeckung eines gegebenen Raumes oder einer Maueröffnung, welche aus einzelnen Stein-
stücken (mit oder ohne Mörtel) so zusammengefügt ist, daß dieselben vermöge ihrer Gestalt und Lage von den benachbarten Steinen und mittelst fester Begrenzungsmauern des Raumes (Widerlager) schwebend erhalten werden. Ein Gewölbe übt sonach nicht allein einen senkrechten Druck auf die Begrenzungsmauern aus, wie ein freitragender Steinbalken, sondern veranlaßt einen bedeutenden Horizontalschub gegen dieselben. Verlängert man die Richtungslinie der einzelnen Steinfugen, so treffen dieselben, bei Kreisbogenformen, im Mittelpunkte derjenigen Bogenlinie zusammen, nach welcher das Gewölbe gekrümmt ist.

Wäre demnach der Bogen, welchen das Gewölbe beschrieb, ein Halbkreis, so würden die Fugenschnitte nach dem Mittelpunkte dieses Halbkreises gehen. Wäre das Gewölbe halbkugelförmig, so würden sämtliche Fugenschnitte verlängert im Mittelpunkte dieser Halbkugel zusammentreffen u. s. w. Gewölbe, welche aus mehreren Kreisbogenlinien zusammengesetzt sind, haben ebenso viele dergleichen verschiedene Mittelpunkte.

Bei Ellipsen, Parabeln, Kettenlinien u. dgl. treffen die Richtungslinien der Fugen nicht in einem oder mehreren Punkten zusammen, sondern es convergiren dieselben nur stets nach der Innenseite des Bogens oder Gewölbes, je 2 und 2 einen Schnittpunkt bildend.

Der höchste Punkt eines Bogens oder Gewölbes heißt der Scheitel, die unteren Theile die Gewölbeschenkel oder Füße. Der Gewölbestein im Schlusse des Bogens heißt der Schlußstein. Die innere Wölbungsfläche die Leibung. Die auf beiden Seiten des Bogens befindlichen Mauern, worauf die Gewölbschenkel gestützt sind, heißen die Widerlager, und der oberste Theil eines Widerlagers, wo das Gewölbe anfängt, heißt der Kämpfer. Die lichte Weite des Gewölbes (die Entfernung der Widerlagsmauern von einander) heißt die Spannweite. Der höchste Punkt der lichten Oeffnung heißt der Scheitelpunkt und die Höhe vom Kämpfer bis zum Scheitel: die Pfeilhöhe.

Im Alterthume kannte man nur die Form der Gewölbe, aber nicht die jetzt übliche Art zu wölben; erst die Römer wendeten die Gewölbe, namentlich den Rundbogen in größerem Maasstabe nach dem Vorbilde der Etrusker an. Aber viel früher bildete man schon vielfach Decken aus Stein, welche aus wagerecht quer über den Raum gelegten großen Steinträgern bestanden, deren Zwischenräume man oberhalb wieder durch Steinstücke von kleineren Abmessungen bedeckte, wobei sämmtliche Stoßfugen senkrecht waren.

Wurde der zu bedeckende Raum zu breit gefunden, oder hatte man nicht so großes Gestein, um Träger von einer Mauer bis zur andern daraus bilden zu können, so stellte man Pfeiler oder Säulen im Innern des Raumes auf und lagerte hierauf die Trägersteine, welche oberhalb mit kleineren Stücken wieder überdeckt wurden.

Auf diese Weise entstanden die Tempeldecken des Alterthums, und wenn man ihre mehr als 3000jährige Dauer, wie bei den ägyptischen Tempeln in Erwägung zieht: so zeigt sich wohl, daß diese Art der Ueberdeckung eine sehr feste ist.

War man in damaliger Zeit genöthigt, einen größeren Raum zu überdecken, ohne daß man Säulen oder Pfeiler darin aufstellen wollte oder konnte, so ließ man jede Steinschicht zweier einander gegenüberstehenden Mauern um ein Weniges vor der nächstuntern vorstehen, so daß der Raum nach oben hin immer enger und die Oeffnung zuletzt so klein wurde, daß man sie mit einem Steine zudecken konnte. Man nannte dieses Vorstehen jeder nächstoberen Schicht die Ueberfragung und einzelne solcher vorstehenden Steine Kragsteine.

Waren die Mauern gleichlaufend mit einander, so bildete sich eine gleichmäßig fortlaufende Decke, welche unten breit, nach oben spitz zulief.

War der Grundriß der Mauern ein Kreis, so bildete das Ganze einen nach oben zugespitzten Keil, dessen Steinschichten alle wagerecht lagen, sich nach oben verengten und zuletzt mit einem ebenfalls wagerecht liegenden Steine, welcher die oberste Oeffnung schloß, bedeckt waren.

Es sind solche Rundbauten, die man unter dem Namen Thesauren (Schatzhäuser) kennt, bis zu 20 und mehreren Metern lichtigem Durchmesser vorhanden.

Zu bemerken ist, daß hierbei die wagerechten Schichten so geschnitten sind, daß ihre Stoßfugen jedesmal nach dem Mittelpunkte des zugehörigen Kreises gehen; also in diesen Gebäuden die Erfindung des Fugenschnittes für Gewölbe schon sehr nahe lag.

Ebenso mußte man sich sehr bald überzeugt haben, daß, wenn die Uebertragung nach einer einfachen geraden Linie (bei großer Länge) geschah, diese gerade Linie leicht zusammenbrach, daß aber die Steine nach einer etwas gekrümmten Linie (im Spitzbogen) überfragt, viel mehr Standfähigkeit haben mußten. Deshalb findet man alle mit Uebertragung gebildeten Decken des Alterthums nach einem mehr oder weniger steilen Spitzbogen gebildet, wobei aber, wie bereits erwähnt, die sämtlichen Lagerfugen wagerecht, die sämtlichen Stoßfugen senkrecht waren.

Der Vortheil dieses ganz einfachen Systems der Deckenbildung war, daß bei der wagerechten Lagerung der Steine kein Seitenschub eintrat, sondern nur ein senkrechter von oben stattfand. Man brauchte deshalb hierbei die Seitenmauern nicht zu verstärken, weil sie keinem Seitenschube zu widerstehen hatten, sondern man brauchte sie nur so stark zu machen, daß sie sich selbst zu tragen im Stande waren.

Es ist also in diesem ganzen Systeme kein Bestreben nach Bewegung, sondern das Ganze ist in immerwährender und vollkommener Ruhe und daher seine große Festigkeit und lange Dauer.

Der Querschnitt einzelner großer Steine, welche, frei über einem gegebenen Raum liegend, die Decke desselben bilden, ist gewöhnlich so, daß die Breite vier Theile, die Höhe fünf Theile enthält.

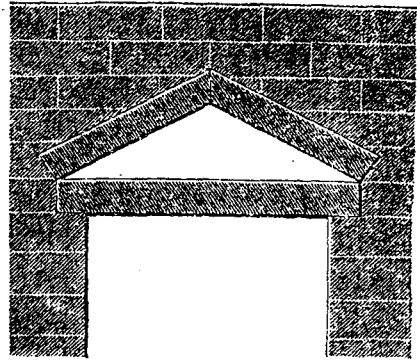
Haben solche Deckensteine keine Last zu tragen, außer ihrer eignen, so können sie, je nach ihrer Festigkeit, sieben, höchstens neunmal so weit frei liegen, als sie hoch sind, bei oben erwähntem Verhältniß der Breite zur Höhe.

Sind sie dagegen belastet (wie z. B. der Architrav der Säulen durch Querbalken, Fries und Dachgesims), so können sie nur dreimal höchstens fünfmal so weit frei liegen, als sie hoch sind, je nach Verhältniß der Belastung und der eignen Festigkeit des Steins. Um einem über einer Oeffnung wagerecht liegenden Steine mehr Unterstützung zu geben, stellte man die beiden Steine, welche ihn trugen, öfters nicht senkrecht, sondern man neigte sie so gegen einander, daß sie oben enger standen, als unten und daß mithin der Deckstein nicht so weit frei zu liegen kam, als er gelegen haben würde, wenn man die beiden Steinstützen senkrecht gestellt hätte. Hierdurch erhielt der wagerechte Stein um so mehr Tragbarkeit, als man die Stützen oberhalb gegen einander neigte.

War der Deckstein einer solchen Maueröffnung, wie gewöhnlich, noch mit hohem Mauerwerk überdeckt, so mußte man wie in

Fig. 1 bedacht sein, ihm die Last abzunehmen, welches dadurch geschah, daß man auf ihn zwei große Steine so im Dreieck aufrichtete, daß die Spitze des Dreiecks nach oben gerichtet war, wodurch der Druck der oberen Mauer von dem Decksteine ab, nach der daneben befindlichen Mauer und auf die Stützen des Decksteines geleitet wurde.

Fig. 1.



Eine solche Anordnung findet man z. B. an dem antiken Stadthore zu Mykene und an den Eingängen der ägyptischen Pyramiden.

Gewölbe, aus einzelnen Steinen so gebildet, daß die Deckenfläche eine gekrümmte Linie macht, und daß die Fugenschnitte nach einem oder mehreren Mittelpunkten der krummen Gewölbelinie gehen.

Hierbei können verschiedene Fälle eintreten. Entweder die Gewölbelinie ist eine stetige Linie (die ohne Knick von einem Punkte ihres Auflagers bis zum andern geht), wie der Halbkreis, der flache Kreisbogen, die Ellipse u.; oder die Gewölbelinie ist keine stetige Linie, sondern eine gebrochene (sie hat also einen Knick), wie der Spitzbogen.

In allen diesen Fällen geht der Fugenschnitt verlängert nach den Mittelpunkten derjenigen krummen Linien, nach welchen das Gewölbe sich selbst biegt.

Ferner kann bei solchen Gewölben noch der wesentliche Unterschied eintreten, daß ihre einzelnen Steine durch Mörtel verbunden sind oder nicht.

Sind die einzelnen Steine durch Mörtel verbunden, so werden solche Gewölbe, so lange der Mörtel nicht getrocknet ist, eine Masse bilden, welche nach Bewegung strebt, weil die einzelnen Steine sowohl das Bestreben haben werden, einem Schube nach der Seite, als dem senkrechten Drucke zu folgen. Dies Bestreben nach Bewegung, namentlich der Seitenschub, wird immer mehr aufhören, je fester der Mörtel wird, weil dadurch das Gewölbe immer mehr zu einer zusammenhängenden Masse, gleichsam zu einem einzigen ausgehöhlten Steine wird.

So lange der Mörtel in dem Zustande vollkommener Erhärtung bleibt, wird nur senkrechter Druck auf die Mauern stattfinden; machen ihn aber äußere Einwirkungen, z. B. Nässe, wieder weich, so ist das Bestreben nach Bewegung wieder vorhanden. Man muß also alle

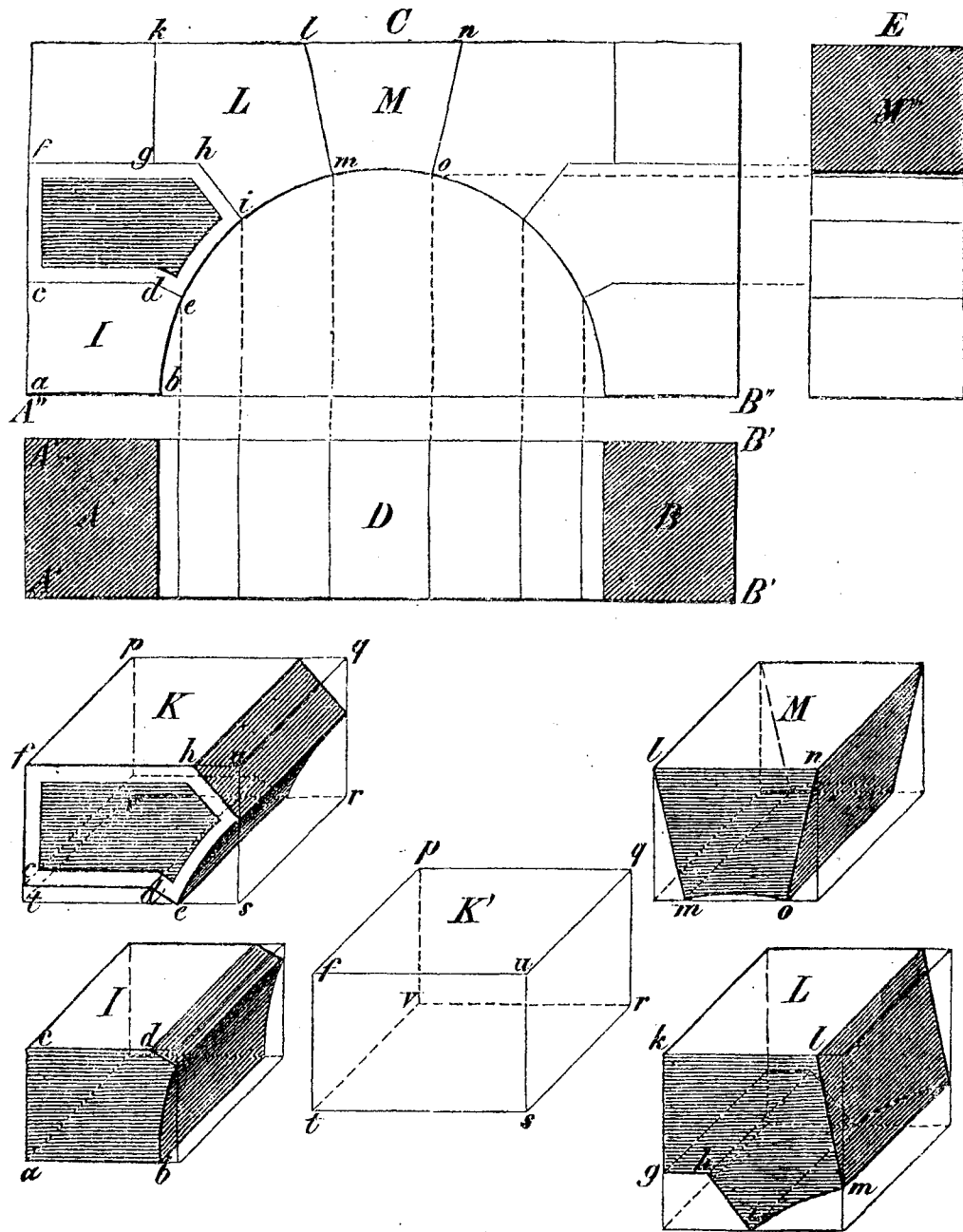
Arten von dergleichen Gewölben möglichst vor eindringender Nässe schützen.

Wachsen die Steine, aus welchen man ein Gewölbe bildet, bis zu einer gewissen Größe, so daß sie auf keine Weise mehr durch irgend einen Mörtel zusammengehalten werden könnten, weil die Last der einzelnen Steine zu groß ist, so muß die Haltbarkeit des Gewölbes nur allein durch den Fugenschnitt hergestellt werden. Durch diesen hält sich ein Stein so auf dem andern, daß er nicht herausgleiten kann, und durch Einlegen des obersten oder Schlußsteines wird eine so vollständige Zusammenpressung hervorgebracht, daß das Ganze auch ohne Mörtelverbindung haltbar wird.

In einem solchen Gewölbe ohne Mörtel aber behält jeder einzelne Stein ein immerwährendes Bestreben nach Bewegung. Der Seitenschub hört also nie auf, und es muß deshalb alles Mögliche gethan werden, ihm in solchem Grade für immer entgegen zu wirken, daß das Gewölbe nicht die Mauern umschiebe, auf denen es ruht.

Dazu müssen besonders die Lagerflächen der einzelnen Steine vollständig eben gearbeitet sein, während in dem anderen gewöhnlichen Fall, wo die Lagerflächen rauh gespitzt sind, eine 1—2^{mm} starke Mörtelfuge gegeben wird, um die Unebenheiten auszugleichen und ein Absprengen der Kanten beim Setzen des Gewölbes zu vermeiden. Immer muß die Festigkeit nicht durch den Mörtel, sondern durch die Construction, namentlich durch den Verband hervorgebracht werden und mit Rücksicht darauf ist die Form der einzelnen Wölbsteine festzustellen. Diese Form ist im allgemeinen eine keilförmige, so daß jeder einzelne Stein für sich wölbt und demnach nicht wie bei vielen Ziegelgewölben, eine keilförmige Mörtellage dazu nöthig ist. Außerdem wendet man bisweilen für kleinere, wie für große Gewölbe, die allerdings nicht empfehlenswerthen Steine mit Haken an, wodurch die einzelnen Wölbsteine zum Theil auf einander hängen und der Seitenschub vermindert wird. Die Figur 2 enthält Zeichnungen zu einem halbkreisförmigen Bogen, der, nach der Tiefe noch mehr verlängert, ein Tonnengewölbe bilden würde. C zeigt die vordere Ansicht, D den Grundriß, E den Durchschnitt. Die Gestaltung der einzelnen Steine IKLM nach dem Fugenschnitt ist in den einzelnen Fig. IKLM in der früher erwähnten Perspective dargestellt. K' zeigt den prismatischen Stein, aus dem der bearbeitete Wölbstein K erhalten werden kann. Die keilförmigen Steine sind so gelegt, daß sie einander im Gleichgewicht halten und kein weiteres Binde- und Zwischenmittel

Fig. 2.



nöthig ist, wenn ihre Fugenflächen genau und eben bearbeitet sind. Die Pfeiler A und B, worauf der Bogen ruht, heißen die Widerlager (bei Brücken: Stirnpfeiler, Ländvesten, Ort- und Endpfeiler), oder wenn zwei nebeneinander befindliche Bogen oder Gewölbe darauf ruhen, bloß Pfeiler (auch Mittel-, Zwischenpfeiler). Die ersten Gewölbesteine unterhalb (wie I) heißen die Anfänger (auch Ruhesteine.) Der oberste Stein M heißt der Schlussstein. Die vordere Ansicht eines Gewölbebogens heißt seine Stirnfläche. Der oberste Theil des

Widerlagers, worauf die untersten Gewölbesteine ruhen, heißt der Kämpfer.

Je weniger einzelne Steine in einem Gewölbe verwendet werden, je größer also dieselben sind, desto weniger entstehen Fugen und desto fester wird das Gewölbe.

In Fig. 2 bei dem Steine L sieht man einen sogen. Haken kgh an den Stein angearbeitet. Diese Haken dienen dazu, dem Steine auch außerdem, daß er im Gleichgewichte liegt, noch mehr Haltung durch das wagerechte Auflager bei gh zu geben. Hierdurch wird ebenfalls ein Theil des Seitenschubes des Steines L vermindert. Diese Haken sind jedoch sehr gefährlich, da das Sezen des Bogens in den Gewölbefugen und den Horizontalfugen verschieden ist, man muß wenigstens darauf sehen, daß sie nicht zu lang (in der Linie gh) sein dürfen, weil sie sonst bei dem Punkte h leicht abbrechen, besonders wenn die Bogen eine weite Spannung haben und folglich die Pressungen der Steine sehr groß sind. Auch ist die genaueste Arbeit der einzelnen Steine-, sowie ihrer Lager- und Fugenflächen, durchaus erforderlich. Ebenso muß man sehr spitze Steinwinkel, etwa, wie sie im Schlußsteine M bei l entstehen könnten, vermeiden, und wenn solche eintreten, lieber die zu spitzen Kanten senkrecht etwas brechen, weil sonst dergleichen zu spitze Stückchen, besonders bei weichem Gestein, leicht zermalmt werden und dadurch die Haltbarkeit gefährden.

Fig. 3 zeigt die Hälfte eines elliptischen Bogens mit seiner Steineintheilung. HN ist die Höhe der Hintermauerung, um das Widerlager zu verstärken, a der Scheitel, as die Stärke des Schlußsteines. O der Mittelpunkt für den untern Theil des Bogens.

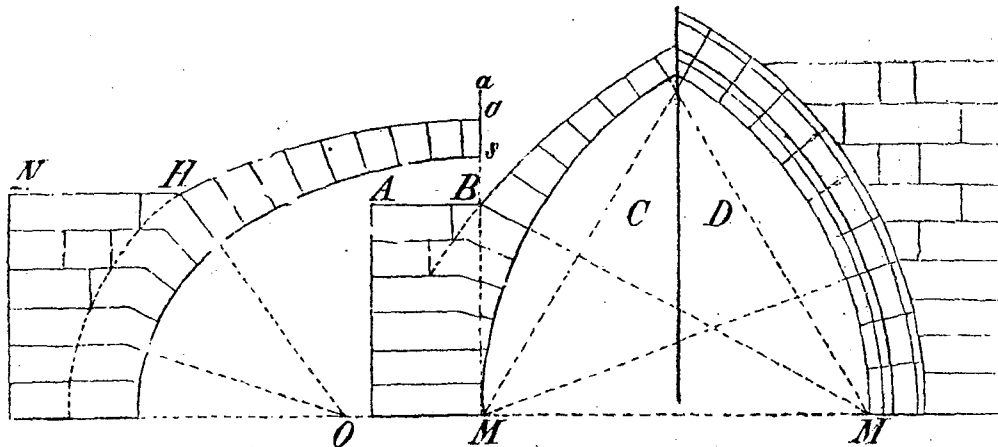
Fig. 4 D zeigt die Hälfte eines gleich starken Spitzbogengewölbes, Fig. 4 C die Hälfte eines anderen, das nach dem Scheitel hin schwächer wird. MM sind die Anfänge des Bogens, AB die Höhe der Hintermauerung. Die Fugenschnitte aus sämtlichen Theilpunkten gehen nach den zugehörigen Mittelpunkten MM.

Es wird, wenn man im Stande ist, die einzelnen Steine eines Tonnengewölbes (wie bei Fig. 2) auszufragen, und die sogenannten Chablonen dazu zu finden, auch nicht schwer fallen, dieselben für andere Gestalten des Bogens, als Ellipse, Spitzbogen zc. aufzufinden.

Auch die Gewölbe ohne Mörtel, welche aus großen Schnittsteinen gefertigt werden, muß man von außen gegen Eindringen der Nässe schützen, namentlich in rauheren Klimaten, denn wenn Wasser in die

Fig. 3.

Fig. 4.



Fugen eindringt und gefriert, so nimmt es einen größeren Raum ein und sprengt selbst die stärksten Gewölbe. Deshalb pflegt man die Fugen von Schnittsteingewölben mit wasserdichtem Mörtel von oben her auszufüllen, oder die ganze obere Fläche des Gewölbes mit einem wasserdichtem Gusse zu überziehen.

Gewölbe aus Gußwerk. Um diese zu bewerkstelligen, wird ein Gemisch von einzelnen leichten Steinbrocken mit Mörtel vermischt (Béton), auf eine hölzerne Verschalung, welche nach oben die Form des Gewölbes hat, gegossen. Der Guß erhält nach Maßgabe der Größe des Gewölbes eine bestimmte Dicke.

Wenn dieser Guß gehörig erhärtet ist, ist das Gewölbe fertig und die darunter befindliche Holzschalung wird alsdann entfernt.

Man sieht auf den ersten Blick, daß diese Art der Anfertigung die meiste Zeit zum Trocknen braucht, da eine große Masse Mörtel dabei angewandt wird; man sieht aber auch, daß, wenn das Mischungsmaterial, welches man dem Mörtel zusetzt, sehr leicht ist, dadurch Gewölbe entstehen müssen, welche viel leichter sind, als Gewölbe von gebrannten Mauersteinen, und natürlich noch um vieles leichter, als solche von Hau- oder Schnittsteinen. Um nun die größtmögliche Leichtigkeit hervorzubringen, hat man sich zu solchen Gewölben gewöhnlich leichter Gesteine, wie Bimsstein Tuff zc. bedient.

Bei sehr großen Gewölben dieser Art hat man, um eine leichtere Ausführung und größere Sicherheit zu erzielen, auch folgendes Verfahren angewendet.

Man hat einzelne Bogen (sogenannte Gurte) von gebrannten Mauersteinen gespannt; zwischen Quergurte in bestimmten Entfernungen eingewölbt, so daß hohle, kastenartige Deffnungen in der

Gewölbedecke entstanden. Die Räume füllte man alsdann mit leichtem Gußwerk aus, wodurch das Gewölbe um so leichter wurde, je größer verhältnißmäßig die hohlen Räume waren.

Hierdurch erreichte man zugleich, daß die Gußmasse weniger Risse bei dem Trocknen bekam, als wenn man die ganze große Fläche nur aus Gußwerk gefertigt hätte.

Ist nun ein solches Gebäude von Gußwerk gänzlich ausgetrocknet, so bildet das Ganze ebenfalls nur, so zu sagen, einen einzigen großen Deckstein, welcher keinen Seitenschub, sondern nur einen senkrechten Druck ausübt.

Aber auch bei diesen Gewölben ist die größte Vorsicht anzuwenden, daß der Guß nicht durch Risse erweiche. Deshalb ist es sehr zweckmäßig, dabei einen wasserdichten (hydraulischen) Mörtel anzuwenden, der bei der Erhärtung wenig oder gar nicht schwindet, weil dieser erstens bekanntlich der Risse widersteht und zweitens auch schnell trocknet, wodurch das Gewölbe selbst in kürzester Zeit zu einer Masse sich verbindet.

Wendet man aber Wassermörtel oder Cemente an, so ist auch bei dem Gusse selbst doppelte Vorsicht nöthig, eben wegen des schnellen Erhärten des Mörtels.

Uebersichten wir die angeführten Arten von massiven Raumüberdeckungen, so ergiebt sich Folgendes:

1) Die steinernen Decken aus wagerecht freischwebenden, auf beiden Endpunkten aufliegenden Balken resp. Deckplatten üben zwar keinen Seitenschub aus, erfordern aber vorzügliches Material und gute Arbeit, wodurch sie theuer werden, und leisten in der Raumüberdeckung sehr wenig, wegen der sehr nahe aneinander anzuordnenden Stützen.

2) Gewölbe aus Hausteinen mit Fugenschnitt ohne Mörtel verbunden erfordern sehr starke Unterstützungsmauern, des immerwährenden Seitenschubes wegen, können aber bei genügenden Widerlagern über beliebig große Räume frei gespannt werden.

3) Gewölbe von gebrannten Steinen mit Mörtel verbunden erhärten beinahe zu einer Masse, und üben demnach im erhärteten Zustande weniger Seitenschub aus als ad 2, erfordern also weniger Widerlager und viel weniger Kosten.

4) Gewölbe aus Gußwerk können mit dem geringsten Gewichte hergestellt werden und üben nach der Erhärtung gar keinen Seitenschub aus, sobald sie nicht Risse erhalten haben. Sie setzen natürlich ein vorzügliches Mörtelmaterial voraus.

Das Zerbröckeln oder Zerbrechen der Steine durch den Druck fängt an den Kanten an, und zwar um so früher, je dünner die Steine sind; darum muß ein aus flacheren Steinen bestehendes Gewölbe doch stärker gemacht werden, als ein anderes von demselben Material, dessen Steine dicker sind: auch sind an den Enden, welche die äußere und innere Gewölbefläche bilden, die Mauersteine nicht so fest vom Kalkmörtel unterstützt, als tiefer im Innern des Gewölbes, so daß man bei einem 30^m starken Gewölbe nur 25^m, also $\frac{5}{6}$ derselben rechnen kann.

Die steinernen Ueberdeckungen von Maueröffnungen, welche in den folgenden Figuren von 5—7 dargestellt sind, zeigen einen allmählichen Uebergang zum Fugenschnitt.

Figur 5 zeigt eine wagerechte Decke. Denkt man sich den Deckstein in der Mitte durchschnitten, so würde er sich nur im Gleichgewicht halten können, wenn er so weit über Punkt A herausgeschoben würde, bis er um eben so viel nach links, wie nach rechts stünde; oder man müßte über B eine Aufmauerung herstellen, welche ihn im Gleichgewicht hielte.

Fig. 5.

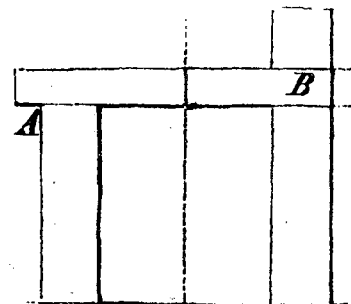


Fig. 6 zeigt eine Bedeckung durch Uebertragung der einzelnen Steine.

Fig. 7 eine eben solche durch 2 schräg gegeneinander gestellte Steine, wobei schon ein Fugenschnitt nach einem gemeinschaftlichen Mittelpunkt stattfindet.

In Fig 8 endlich bedürfen die drei Stücke AB, BC und CD schon eines vollständigen Fugenschnittes nach dem Punkte M, wenn die einzelnen Stücke einander stützen und tragen sollen.

Fig. 6.

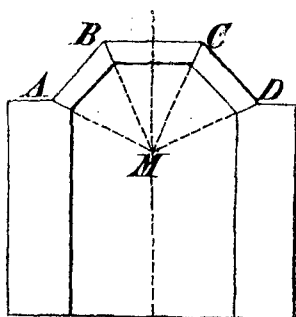


Fig. 7.

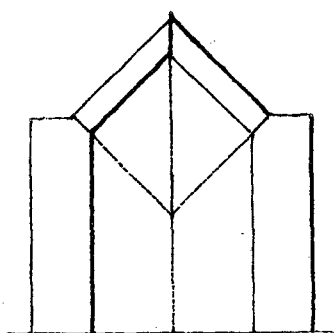
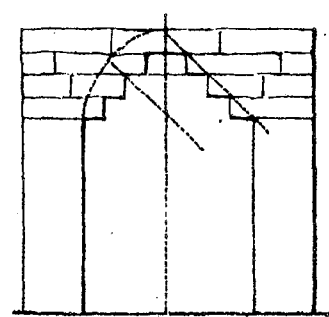


Fig. 8.



§ 2.

Gewölbelinien.

Man versteht darunter jede gekrümmte Linie, nach welcher eine Gewölbelinie gebogen und nach welcher der Fugenschnitt angeordnet ist.

Der Halbkreis ist höchst wahrscheinlich diejenige Linie gewesen, nach welcher man Wölbungen zuerst angeordnet hat, und zwar aus zweierlei Gründen:

Erstens war man mit dem Fugenschnitte desselben schon durch die zirkelrunde Grundrißform z. B. der Schachhäuser bekannt geworden (§ 1), und es bedurfte nur des Umstandes, daß man den bisher wagerecht im Grundriß angewendeten Bogen in senkrechter Stellung versuchte, um den ersten und wichtigsten Schritt zur Wölbung mit Fugenschnitt gethan zu haben.

Zweitens spricht die im Alterthume fast ausschließliche Anwendung des Halbkreises und der Kreislinie überhaupt dafür, daß sie die ersten waren, welche angewendet wurden, obgleich man sehr früh im Mittelalter auch andere Bogen angewendet findet, wie den Spitzbogen, den sogenannten Hufeisenbogen 2c.

Die Gewohnheit im Alterthume, mit großen Quadern (Hausteinen, Schnittsteinen) zu bauen, veranlaßte, daß zuerst die Gewölbe ohne Mörtel nur durch Verdübelung verbunden, aufgerichtet wurden.

Das erste Bedürfniß einen Bogen zu wölben trat wohl da ein wo man eine große Oeffnung in einer Mauer bilden wollte. Hieraus entstanden die sogenannten Gurtbögen. Als diese Anordnung gelungen war, versuchte man ein solches Gewölbe zu verlängern, und es ergab sich daraus das sogenannte Tonnengewölbe, welches einen halben hohlen Cylinder bildet.

Schneiden sich zwei Halbcylinder oder Tonnengewölbe von gleichem Durchmesser in gleich hoher Lage wie Fig. 9 von oben und Fig. 10 von unten zeigt, so entstehen zweierlei Arten von Gewölben. Der obere Theil abcd bildet ein sogenanntes Kreuzgewölbe, der untere abcd ein Klostergewölbe. Ersteres besteht aus 4 Kappen, das letztere aus 4 sogenannten Walmen.

Man kann leicht aus 5, 6 oder noch mehr Kappen oder Walmen Gewölbe zusammensetzen, wie Fig. 11 und Fig. 12 zeigt, und erhält im ersteren Falle 5, 6 oder mehrseitige Kreuzgewölbe, im zweiten dergleichen Klostergewölbe.

