



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

# **Lehrbuch der gotischen Konstruktionen**

**Ungewitter, Georg Gottlob**

**Leipzig, 1890-**

Herstellungsweise

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-80225](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-80225)

man im Mittelalter oft auf grosse Entfernung herbei. Der Tuff hat neben seinem geringen Gewicht die beachtenswerte Eigenschaft, dass an seiner rauhen Oberfläche der Mörtel gut haftet und dass der sehr poröse Stein die Räume warm und trocken hält.

Jetzt ist das herrschende Wölbmaterial der Ziegelstein, der sich schon im Mittelalter für Wölbzwecke über seine engere Heimat hinaus Geltung verschaffte. Er ist leicht, porös und hat den Vorzug des gleichmässigen für Wölbzwecke gut geeigneten Formates, er begünstigt das freihändige Mauern und gestattet eine geringe Wölbstärke bei grossen Spannungen. Die übliche Dicke von ein halb Stein oder 12 cm kann für unbelastete Wölbungen bis 10 und mehr Meter Spannung verwandt werden, vorausgesetzt, dass Kappen und Rippen richtig geformt sind. Bei natürlichem Stein beträgt die Kappenstärke meist nicht unter 20 cm, nur bei besonders geeignetem Material ging man auf 9—15 cm herab. Eine wichtige Eigenschaft eines guten Wölbsteines ist immer ein geringes Gewicht, man hat aus diesem Grunde mit gutem Erfolg poröse Ziegelsteine dadurch gewonnen, dass man dem Thon in grosser Menge Sägespähne oder ähnliche brennbare Stoffe zusetzte, die nach dem Brennen, das sie erfolgreich unterstützen, entsprechende Hohlräume zurücklassen. Es ist in dieser Weise möglich, das Gewicht selbst bis auf die Hälfte herabzudrücken, ohne die Festigkeit in bedenklicher Weise zu mindern. Zu den Rippen, nötigenfalls auch zu den Kappenwickeln, werden andere hartgebrannte Ziegel verwandt. Die immer mehr beliebten durchlocherten Steine sind mit einer gewissen Vorsicht anzuwenden, jedenfalls sollte man es mit Rücksicht auf zu fürchtende Mörtelversackungen meiden, die Lochrichtung mit der Hauptdruckrichtung gleichlaufen zu lassen. Ein vorzügliches Wölbmaterial bei mässig starker Beanspruchung sind die in der Nähe von Andernach am Rhein in  $25 \times 12 \times 10$  cm Grösse gefertigten leichten und porösen Schwemmsteine, die aber für Rippen nicht verwandt werden können.

Künstliche  
Steine.

Das durchgängige Bindemittel ist ein guter steifer Kalkmörtel; Zement, der jedenfalls nicht zu rasch binden darf, ist für die Kappen weniger angezeigt, er kann aber sehr wohl an stark gepressten Gewölbanfängen, besonders bei solchen aus zugehauenen Ziegelsteinen gute Dienste leisten. Mit Rücksicht auf das verschiedene Setzen der beiden Mörtelarten sollte es gemieden werden, den Zementmörtel auf eine zu grosse Höhe auszudehnen, während seine Ausbreitung in seitlicher Richtung eine Druckübertragung auf grosse Grundfläche begünstigt. Sonst können für stark gepresste Teile, unter anderen für die Fugen der Werksteinrippen, Bleiplatten gute Verwendung finden. Weiteres siehe unten unter Ausführung.

Mörtel.

#### Herstellungsweise.

Wird von Ausnahmebildungen als Topfgewölben und dergl. abgesehen, so sind drei verschiedene Herstellungsarten auseinander zu halten.

1. Das Gussgewölbe auf Unterschalung.
2. Schichtenweises Mauerwerk auf Schalung.
3. Schichtenweises Mauerwerk ohne Schalung — das ist freihändige Mauerung.

Wenngleich alle drei Arten zeitweise nebeneinander vorkommen, so zeigt sich doch im allgemeinen ein Uebergang von der ersten zur zweiten und von dieser wieder zur dritten.

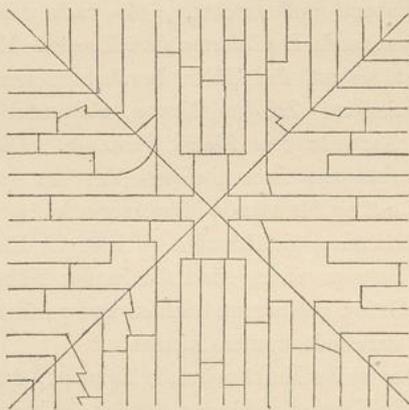
Gusswerk.

Das aus Steinbrocken und Mörtel gebildete Gusswerk lehnt sich an die römischen Ueberlieferungen an, es verliert aber für die Gewölbe an Bedeutung, sobald man mit Ernst darauf ausgeht, die Wölbdicke um jeden Preis einzuschränken. Für das Innere dicker Mauern behält das Mörtelwerk noch länger seine alte Beliebtheit.

Schichtenweises Wölben auf Lehrgerüst.

Das schichtenweise hergestellte Mauerwerk auf festem Lehrgerüst bekundet den grössten Wechsel nach Sorgfalt und Vollkommenheit der Ausführung, man kann drei Abstufungen unterscheiden, zunächst ein unregelmässiges Mauerwerk in vollem Mörtel. Die Steine werden in roher Form mehr oder weniger schichtenweise auf die Schalung gepackt, entweder in ein volles Mörtelbett oder auch trocken mit nachherigem Vergiessen von oben. Eine vollkommenere Stufe ist das regelmässige Bruchsteingewölbe, bei welchem mehr oder weniger ebenflächige und gleichartige Steine mit gleichmässigen Mörtelfugen schichtenweise aufgemauert

294.



Theoderichgrab-Ravenna

werden. Als höchste Stufe ist das Werksteingewölbe aus scharfkantig zugerichteten Steinen mit regelmässigen Fugen zu betrachten. Je unvollkommener das Verfahren ist, um so mehr hängt die Festigkeit von der Güte des Mörtels ab, je entwickelter dagegen die Ausführung ist, um so mehr kann die Wölbstärke vermindert werden. Aus letzterem Grunde erkennt man auch hier wieder im Ganzen eine Steigerung in der Güte der Technik, in romanischer Zeit finden wir rohere Bruchsteingewölbe von grosser Stärke, in gotischer Zeit besser gefügte und zugleich weit dünnere Kappen. Damit soll nicht gesagt sein, dass nicht auch die frühromanischen und altchristlichen Abschnitte reich an besonders schön durchgeführten Werksteinwölbungen seien, als Beispiele sollen nur die Kuppeln der Kirchen im westlichen Frankreich, Périgueux usw. und das Kreuzgewölbe im unteren Raume des Theoderichgrabes zu Ravenna angeführt werden. Vom letzteren zeigt die Fig. 294 ein dem Scheitel benachbartes Stück, das sehr schön die zur Anwendung gebrachte hakenartige Verzahnung der einzelnen Steine hervortreten lässt.

Freihändiges Wölben.

Als höchster Ausdruck einer vollendeten wenn auch uralten Technik (vgl. vorn S. 4) erscheint die freihändige Wölbung, die aber an ein geeignetes Material gebunden ist, entweder an den Ziegelstein oder an kleine leicht zurichtbare Werksteine, seien sie Kalk-, Sand- oder Tuffstein. Sie beschränkt sich daher auf die Ziegelgebiete und einige Gegenden mit geeignetem Werkstein, unter letzteren ist in erste Linie Isle de France zu stellen, dort betrug die Wölbstärke nach VIOLLET-LE-DUC in der Regel nur 10—12 cm. Die beim freihändigen Wölben zu wählende Lage der einzelnen Schichten wird weiter unten noch eine ausführlichere Besprechung erfahren.

Bei Ziegelgewölben wird fast allgemein eine Kappenstärke von  $\frac{1}{2}$  Stein oder 12 cm angenommen, man pflegt dieselbe für unbelastete Gewölbe bis 10 m noch

als auskömmlich anzusehen, während für Gewölbe von 10 bis 14 m eine durch besondere Ziegel erreichbare Kappenstärke von  $\frac{3}{4}$  Stein oder 18 cm als angemessen betrachtet wird. Andererseits kann man kleine stark busige unbelastete Kappen noch weit dünner ausführen, mit 10 cm oder selbst  $\frac{1}{4}$  Stein Dicke. Vorausgesetzt, dass Kappen und Rippen statisch richtig in der Weise gebildet sind, dass die Kappen nur sich selbst haltende Füllflächen, die Rippen aber die eigentlichen Kraftträger sind, so würde nichts im Wege stehen, engmaschige Rippengewölbe von beliebiger Weite mit  $\frac{1}{4}$  Stein starken Kappen zu schliessen. Eine Grenze der Spannweite würde durch die Haltbarkeit der Rippen, nicht diejenige der Kappen vorgezeichnet sein.

#### Kappenform und Wölbdruck.

Es ist schon weiter oben (Seite 47) ausgeführt, dass die Uebertragung des Wölbdruckes in den Kappen, abgesehen von Zufälligkeiten, sich nach der allgemeinen Kappenform, weniger nach den Kappenschichten richtet. Es konnte daher eine allgemeine Betrachtung über die zweckmässige Wölbform angestellt werden, ohne Rücksicht auf die Ausführung, die dabei gewonnenen Resultate gelten im gewissen Sinne selbst für Gussgewölbe aus zugfestem Mörtel.

Die viel verbreiteten Annahmen, dass Gussgewölbe jede beliebige Gestalt annehmen könnten und dass von ihnen kein Widerlagsdruck ausgeübt würde, sind nur bedingungsweise zutreffend. Wenn das Gusswerk starke Zugkräfte völlig zuverlässig aufnehmen kann, aber auch nur in diesem Falle, dann gestattet es allerdings eine gewisse willkürliche Entfernung von der günstigsten Drucklinie. Je erheblicher aber die Abweichung wird, um so grösser werden auch die Zugkräfte, um so ausgedehnter muss aber auch der widerstehende Querschnitt werden, d. h. starke Abweichungen von der Drucklinie erfordern grössere Wölbstärke. Den geringsten Materialverbrauch wird ein Gussgewölbe stets aufzuweisen haben, wenn es der Form der Stützlinie folgt. Ausserdem wird es dann durch zufällige Beeinträchtigung der Zugfestigkeit, als durch Temperaturrisse, Setzungen nicht im Bestande gefährdet.

Gewölbe mit  
Zug-  
spannungen.

Sehr bedenklich ist die Voraussetzung, dass Gussgewölbe keinen Schub liefern. Natürlich lassen sich gerade oder wölbartig gebogene Platten aus Gussmasse bilden und einem Balken gleich auflagern; sie sind zwar weniger zuverlässig als eine Steinplatte, können aber immerhin bei guter Ausführung als Ersatz dienen. Solche Platten sind dann aber auf Biegung als Balken zu berechnen, wobei sich eine entsprechend grössere Dicke ergibt, ganz besonders bei starker Belastung.

Man verwechselt gar zu gern Balken und Gewölbe. Der Balken (ebenso die gebogene Platte) ist an den Enden nicht gespannt, liefert keinen Seitenschub und wird auf Biegung (Druck und „Zug“) beansprucht. Das Gewölbe hat eingespannte Enden, liefert Seitenschub, wird dafür aber nicht auf Biegung, sondern auf Druck beansprucht und kann bedeutend dünner sein.

Würde man eine gebogene Platte genügender Stärke einer grossen Schale gleich fertigen stellen und nachher behutsam auf die Widerlager setzen, so wäre kein Schub zu erwarten, sonst aber kommen schon, so lange der Mörtel noch weich ist, trotz der Lehrgerüste grosse Seitenpressungen auf die Widerlager, im vollen Umfange aber tritt der Schub auf, wenn aus irgend einem Grunde die so leicht eintretenden Risse das Gewölbe teilen. Da das Gusswerk meist sehr massig ist, überdies ein grosses spezifisches Gewicht zu haben pflegt, so werden die auftretenden Schubkräfte sogar ganz besonders gross; nicht ohne Grund haben die praktischen Römer ihre schweren Wölbungen durch ganz gewaltige Widerlager gestützt. Besonders warnen dürfte man vor einer zu vertrauensseligen Verwendung weiter flacher Betondecken.

Bei den wenig elastischen Eigenschaften aller Stein- und Mörtelmaterialien ist es immer gewagt, mit ihrer ununterbrochenen Zugfestigkeit zu rechnen, will man sich