



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

# **Lehrbuch der gotischen Konstruktionen**

**Ungewitter, Georg Gottlob**

**Leipzig, 1890-**

Sicherheit gegen Gleiten, Umsturz und Zerdrücken

---

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

halb so gross annimmt wie denjenigen auf  $C$ . Statt der Seitenschübe  $Dk$  und  $Dg$  kann man natürlich den Diagonalschub  $Dd$  einführen in der Richtung der Rippe. Derselbe ist immer kleiner als der Schub auf  $C$  (7:10).

Bei rechteckigen Feldern (Fig. 367) wird der Schub auf die Punkte  $C$  und  $E$  verschieden. Auf beiden Punkten lastet zwar ein halbes Feld  $mnp$  bez.  $rtqu$ , aber die Spannweiten  $CF$  und  $EF$  sind ungleich, infolgedessen hat das Gewölbe bei gleicher Pfeilhöhe in der kurzen Richtung ein schlankeres Pfeilverhältnis und daher einen kleineren Schub. An der Ecke  $D$  fällt bei nicht überhöhten Gewölben auch beim Rechteck die Schubrichtung in die Diagonale. Die Tabelle giebt für sehr gestreckte Felder keine genaue Werte mehr, Gewichte und Schübe werden dann bei der Längsrichtung ein wenig zu klein und bei der Querrichtung reichlich gross. Weichen rechteckige Felder aber nicht gar zu weit vom Quadrat ab, so kann man immerhin die Tabelle auf sie anwenden, für das Pfeilverhältnis hat man dabei immer die Spannweite in der Richtung des gesuchten Schubes in Betracht zu ziehen.

### 3. Ermittlung der Stützlinie und der Spannungen im Widerlager.

Sicherheit gegen Gleiten, Umsturz und Zerdrücken.

Hat man durch Berechnung, Konstruktion oder die Tabelle I den Widerlagsdruck  $W$  eines Gewölbes oder was dasselbe sagt, seine beiden Seitenkräfte  $H$  und  $V$  (vergl. Fig. 368) gefunden, so ist danach die Widerlagsfähigkeit des Stützkörpers zu untersuchen. Derselbe muss gegen Gleiten, Umsturz und Zerdrücken gesichert sein.

Ein Gleiten oder Fortschieben des Widerlagers ist bei den üblichen Baustoffen und Konstruktionen selten zu fürchten. Es kann eintreten, wenn bei weichem Mörtel der Winkel zwischen Druckrichtung und Fuge kleiner ist als 45 bis 60°, bei erhärtetem Mörtel, wenn dieser Winkel unter 30 bis 45° beträgt. Durch veränderte Fugenlage, weniger gut durch Dollen kann man das Gleiten verhüten. Vorsicht ist den Isolierschichten aus weichen harzigen Stoffen entgegenzubringen, da dieselben schon ein Gleiten ganzer Mauerkörper veranlassen haben. Solche Isolierfugen dürfen nur da angeordnet werden, wo der Druck fast senkrecht gegen die Fuge trifft, ausserdem ist durch Wahl der Stoffe und Zusätze dafür zu sorgen, dass die Isoliermasse nicht zu weich oder glatt bleibt.

Die Sicherheit gegen Umsturz ist leicht zu prüfen. Man stellt für die äussere gefährdete Kante ( $A$  in Fig. 340) die Momentengleichung auf. Dabei muss sich ergeben, dass die Summe der im günstigen Sinne drehenden Momente (Kraft mal Hebel) grösser ist als die Summe der in umgekehrter Richtung drehenden Momente (Umsturzmomente). Für einen einfachen Fall ist die Untersuchung auf Umsturz bereits Seite 124 (Fig. 340) besprochen. — Für den in Fig. 368 gezeichneten, von beiden Seiten geschobenen Mauerkörper würde ein Umsturz um die Kante  $A$  nicht eintreten, so lange:  $G_1 \cdot a_1 + G_2 \cdot a_2 + W_2 \cdot n > W_1 \cdot m$  ist.

Will man untersuchen, ob nicht um die andere Kante  $B$  ein Umsturz erfolgen könne, so kann man auch für diese die Momente aufsuchen.

Gleiten der  
Widerlager.

Umsturz.



Statt der Widerlagskräfte  $W_1$  und  $W_2$  hätte man natürlich auch deren horizontale und vertikale Seitenkräfte in Rechnung setzen können, ähnlich wie bei Fig. 340.

Ein Umsturz kann am leichtesten erfolgen an der Fundamentsohle (Fläche I in Fig. 369, Kippkante A) sodann an der Aufstandsfläche vom Mauerkörper auf das erbreiterte Fundament (II, Kippkante B), und schliesslich bei jeder plötzlichen Querschnittseinziehung (z. B. III Kippkante C). Für diese Stellen würde man die Standfähigkeit zu untersuchen haben. Zeigt sich, dass an einer Stelle das Umsturmmoment überwiegt, so wird sich ein Aufkippen des darüber befindlichen Mauerteiles nur durch besondere Mittel verhüten lassen, dahin gehört ein Verklammern der Mauer an der Rückseite. Auch das feste Anhaften eines zugfesten Mörtels kann das Aufkippen hindern, in der That wird manche gefährdete Mauer dadurch gehalten.

Mit der Zugfestigkeit des Mauerwerkes darf man aber selbst bei Zementmörtel nicht sicher rechnen, da schon kleine vielleicht gar nicht sichtbare Haarrisse, die durch die Art der Ausführung, Verdrückungen, Temperaturspannungen u. s. f. entstanden sind, den Zusammenhang aufheben können. An der Fundamentsohle kann ein Festhalten der Mauer überhaupt nicht statthaben, wenn hier das Umsturmmoment zu gross wird, könnte höchstens, die seitlich gegengelagerte Erde sich nützlich erweisen, die aber ein wenig zuverlässiger Faktor ist.

Festigkeit  
und zulässige  
Pressung.

Die Sicherheit gegen Umsturz genügt aber allein noch nicht; die Druckpressung darf an keiner Stelle die dem Baustoff entsprechende zulässige Grenze überschreiten. Bei Untersuchungen der in Frage kommenden Stoffe auf ihre Festigkeit hat man nachfolgende Werte erzielt.

	Zermalmt bei — kgr auf 1 qcm Druckfläche	Abgescheert bei — kgr auf 1 qcm Scheerfläche
Granit, Diorit . . . . .	500—1800 kgr	60—100 kgr
Kalkstein, Dolomit . . . . .	300—1000 „	{ a. 30—50 „ b. 50—70 „
Sandstein . . . . .	180—900 „	{ a. 13—40 „ b. 15—40 „
leichter Kalktuff . . . . .	80—200 „	30 „
Klinkerziegel . . . . .	250—700 kgr	40—60 kgr
gute Mauerziegel . . . . .	100—200 „	15—30 „
poröse oder Lochsteine . . . . .	40—100 „	—
Zementmörtel . . . . .	100—200 kgr	18—30 kgr
Kalkmörtel, erhärtet . . . . .	50—90 „	—

Anmerkung: a. Scheerfestigkeit in der Richtung des Lagers, b. senkrecht dazu.



Mit Rücksicht auf Fehler des Materials (Risse und Sprünge) und unvollkommene Auflagerung der Druckflächen muss man mit der „zulässigen Beanspruchung“ weit hinter der Druckfestigkeit zurückbleiben. Besonders soll man Steine mit geringer Scheerfestigkeit nicht zu stark belasten, da bei schlechter Druckübertragung leicht ein Abplatzen eintreten kann. Die Scheer- oder Schubfestigkeit ist aus diesem Grunde mit in die Tabelle aufgenommen. Da die Scheerfestigkeit in der Richtung des Spaltes geringer ist, pflegt man einige Steinarten ungern auf den Spalt zu stellen, jedoch braucht man bei ausgewählten fehlerlosen Stücken nicht zu ängstlich zu sein, wie zahllose Beispiele des Mittelalters erweisen.

Für Mauerwerk muss die Festigkeit von Mörtel und Stein gleichzeitig berücksichtigt werden. Für Kalk- oder Sandstein mit Zement oder Blei versetzt, pflegt man je nach dem Stein 16 bis 30 kgr auf den qcm zuzulassen, für Bruchstein in Kalkmörtel 5 bis 7 kgr, nach völliger Erhärtung bis 10 kgr, für Ziegelmauerwerk in Kalkmörtel 7 kgr, für Ziegel in Zement 11 kgr, bei sehr gutem Material 14 kgr. Da man bei Kirchen Pfeiler und Wände sorgfältig auszuführen pflegt, kann man, wenn die Gewölblast erst nach genügender Erhärtung des Mörtels hinzutritt, gute Ziegel in Kalkmörtel unbedenklich bis 10 kgr, in Zement bis 20 kgr beanspruchen, vorausgesetzt, dass nicht behördliche Bestimmungen niedere Grenzen setzen. Alte Werke zeigen oft weit höhere Pressungen, 20 bis 30 kgr bei Ziegelstein und 30 bis 50 kgr bei Werkstein sind nicht selten.

Einen mässig guten Baugrund als Lehm oder Sand pflegt man bis  $2\frac{1}{2}$  oder 3 kgr auf den qcm zu belasten, auch hier lassen sich bei alten Werken (z. B. Turm zu Ulm) weit höhere Pressungen von 10 kgr und mehr nachweisen. Bei nachgiebigem Boden ist es von grösster Wichtigkeit die Fundamentbreiten so auszugleichen, dass möglichst unter allen Bauteilen der Boden die gleiche Belastung erfährt, da sonst verschiedenes Setzen unvermeidlich ist.

#### Lage der Stützlinie.

Wenn der resultierende Druck inmitten der Querschnittsfläche angreift, so verteilt er sich gleichmässig über dieselbe. Die Beanspruchung der Flächeneinheit ist sodann durch Division des Druckes durch die Fläche ohne weiteres zu finden. Ruhet z. B. mitten auf einem Pfeiler von  $\frac{1}{2}$  qm oder 5000 qcm Grundfläche und einem Eigengewicht von 6000 kgr eine Last von 11500 kgr, so ergibt sich an der Unterfläche des Pfeilers eine Pressung von  $(11500 + 6000) : 5000 = 3\frac{1}{2}$  kgr auf 1 qcm.

Nun geht aber bei Wölbwiderlagern der Druck selten gerade durch die Mitte des zu untersuchenden Querschnitts, er wird sich mehr oder weniger einer Kante nähern. Je dichter aber die Mittellinie des Druckes an eine Kante heranrückt, um so mehr wächst hier die Pressung, während sie an der entgegengesetzten Seite im gleichen Verhältnis abnimmt.

Damit man die Verteilung der Spannungen auffinden kann, ist es nötig, dass man den Durchgang der Stützlinie durch den betreffenden Querschnitt ermittelt, was sich auf rechnerischem oder zeichnerischem Wege leicht vollführen lässt.

Lage des resultierenden Druckes in einem Querschnitt.