

## 6.1 Mauerwerk - Festigkeitseigenschaften

### Allgemeines

Mauerwerk muss im Verband ausgeführt werden, d. h. die Mauersteine sind von Schicht zu Schicht gegeneinander um das sogenannte Überbindemaß zu versetzen. Durch den Verband können Horizontalkräfte infolge Haftung und/oder Reibung zwischen Mauerstein und Mauermörtel übertragen bzw. aufgenommen werden, s. Abb. 6.1-1.

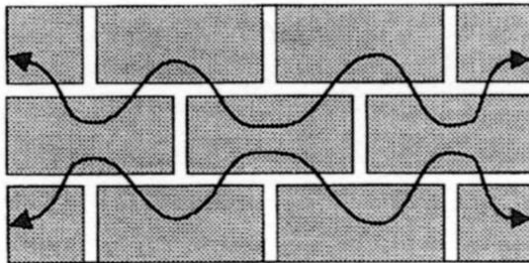


Abb.6.1-1: Übertragung von Horizontalkräften (Schema)

Der Mauerwerkverband ist deshalb eine wesentliche Voraussetzung für die Flächentragwirkung von Mauerwerkbauteilen als Platte oder Scheibe, d. h. für die Biege- und Schubbeanspruchbarkeit von Mauerwerk. Über den Mauermörtel, vorwiegend den Lagerfugenmörtel, erfolgt die Kraftübertragung von Mauerstein zu Mauerstein und der Ausgleich von Maßtoleranzen, wodurch eine gleichmäßigere Spannungsverteilung bewirkt wird. Unvollständig vermörtelte Lagerfugen führen zu Spannungsspitzen und damit zu Festigkeitsminderung. Die nachfolgenden Ausführungen beziehen sich i. W. auf die Festigkeiten ohne die Tragfähigkeit erhöhende Einflüsse wie z.B. die Auflast bei Biege- und Schubbeanspruchung.

### Druckfestigkeit

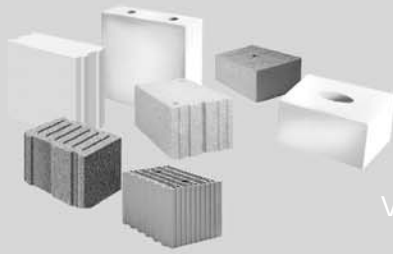
Die Druckfestigkeit von Mauerwerk ist – ähnlich wie bei unbewehrtem Beton – wesentlich größer als die Biegezug- und Schubfestigkeit. Deshalb wird Mauerwerk vorzugsweise für druckbeanspruchte Bauteile verwendet. Bei Druckbeanspruchung senkrecht zu den Lagerfugen entstehen Querkzugspannungen im Mauerstein. Im allgemeinen – ausgenommen Dünnbettmauerwerk – ist die Querverformbarkeit des Mörtels in

der Lagerfuge unter der Druckbeanspruchung senkrecht zur Lagerfuge größer als die der Mauersteine. Durch den beiderseitigen Verbund und die Verformungsgleichheit entstehen im Mörtel Druck- und im Stein Zugspannungen. Diese führen zu verringerter Mauerwerkdruckfestigkeit. Je weicher der Mörtel gegenüber dem Stein ist, desto größer ist die Festigkeitsabnahme. Wegen der dünnen Lagerfuge tritt dieser Einfluss bei Dünnbettmauerwerk praktisch nicht auf. Dies ist ein wesentlicher Grund dafür, dass Dünnbettmauerwerk die vergleichsweise höchste Druckfestigkeit hat.

Wesentliche Einflüsse auf die Mauerwerkdruckfestigkeit sind:

- die Druckfestigkeit – genauer die Querkzugfestigkeit - der Mauersteine,
- die Lagerfugendicke → je geringer, desto höhere Festigkeit,
- der Mauerwerkverband → höhere Festigkeit von Einstein- gegenüber Verbandsmauerwerk,
- die Ausführungsqualität: Solldicke der Mörtelfugen, vollständig vermörtelte Mörtelfugen; lagerecht verlegte Mauersteine; normgerechtes Überbindemaß; lotrecht ausgeführtes Mauerwerk ergeben optimale Mauerwerkdruckfestigkeit.

Die heute i. d. R. unvermörtelt ausgeführten Stoßfugen beeinflussen die Mauerwerkdruckfestigkeit nur unwesentlich. Wegen der geringeren Steifigkeit von Leichtmörteln ist die entsprechende Mauerwerkdruckfestigkeit geringer als bei Mauerwerk mit gleichfesten Normalmörteln. Die Druckfestigkeit von Mauerwerk mit Lochsteinen ist bedingt durch deren i.d.R. niedrigere Querkzugfestigkeit kleiner als die von Mauerwerk aus gleichfesten Vollsteinen. Unter Bezug auf die Vielzahl von verfügbaren Mauerwerkdruckversuchen kann die Mauerwerkdruckfestigkeit empirisch mit ausreichender Genauigkeit durch folgende Gleichung ausgedrückt werden.



$$R_{D,mw} = a \cdot R_{D,st}^b \cdot R_{D,mö}^c$$

$R_{D,mw}$  Druckfestigkeit Mauerwerk,  
 $R_{D,st}$  Druckfestigkeit Mauersteine,  
 $R_{D,mö}$  Druckfestigkeit Mauermörtel.

Die Parameter a, b, c unterscheiden sich je nach Mauerstein- und Mörtelart. Durch eine entsprechende statistische Auswertung werden charakteristische Druckfestigkeitswerte (5 % Quantilwerte) für die Bemessung erhalten – siehe DIN 1053.

### Zug- und Biegezugfestigkeit

Zu unterscheiden ist zwischen der Festigkeit senkrecht und parallel zu den Lagerfugen, s. Abb. 6.1-2.

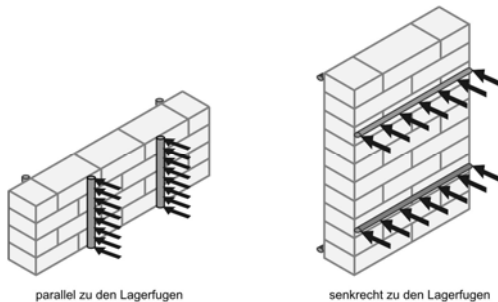


Abb. 6.1-2: Beanspruchung auf Biegezug.

Die Festigkeit *senkrecht zu den Lagerfugen* wird i. d. R. bestimmt durch die Verbundfestigkeit des Lagerfugenmörtels zum Mauerstein. Diese ist mit Ausnahme von Dünnbettmörtel sehr gering und deshalb dürfen Zug- bzw. Biegezugspannungen nur bei Dünnbettmauerwerk und dann auch nur unter bestimmten Bedingungen – siehe Abschnitt 6.2 – in Rechnung gestellt werden. Wesentliche Einflüsse auf die Zug- und Biegezugfestigkeit senkrecht zu den Lagerfugen sind:

- die Haftzug- bzw. die Biegehaftzugfestigkeit zwischen Mauerstein und Mauermörtel,
- die Steinzug- bzw. Steinbiegezugfestigkeit in Richtung Steinhöhe in besonderen Fällen, nämlich bei geringer Steinfestigkeit und hoher Haftzugfestigkeit.

Die wesentlichen Einflüsse auf die Mauerwerkzug- bzw. Mauerwerkbiegezugfestigkeit parallel zu den Lagerfugen sind:

- die Scherfestigkeit (Haftscherfestigkeit oder auch Anfangsscherfestigkeit) zwischen Mauerstein und Lagerfugenmörtel, das Überbindemaß,
- die Steinzug- bzw. Steinbiegezugfestigkeit in Richtung Steinlänge,
- die Steinlängsdruckfestigkeit bei Biegebeanspruchung.

Grundsätzlich sind 2 Versagensarten zu unterscheiden: das Überschreiten der Steinzug- bzw. Steinbiegezugfestigkeit und das Überschreiten der Verbundfestigkeit Stein – Mörtel.

Die Kenntnis der Mauerwerkzugfestigkeit – vor allem parallel zu den Lagerfugen – ist für Riss-sicherheitsbetrachtungen erforderlich, z. B. für die rissfreie Länge von längeren Mauerwerk-wänden, die sich infolge Schwinden und/oder Abkühlung verkürzen wollen. Für Standsicherheitsnachweise, z. B. Kellerwände, muss die Biegezugbeanspruchbarkeit des Mauerwerks bekannt sein. Zug- und Biegezugfestigkeit von Mauerwerk lassen sich näherungsweise rechnerisch bestimmen, wobei die Ausagesicherheit der Rechenansätze für die Biegezugfestigkeit noch nicht ausreichend ist. Es wird deshalb auf Versuchsergebnisse Bezug genommen und es werden charakteristische Festigkeitswerte für die Haft-scher- und Steinzugfestigkeit in ähnlicher Verfahrensweise wie bei der Druckfestigkeit hergeleitet. Dabei werden beide mögliche Versagensarten, s. oben, betrachtet und die sich ergebende niedrigste maßgebende Mauerwerkfestigkeit ermittelt.

### Schubfestigkeit

Zu unterscheiden ist die Schubfestigkeit bei Plattenschub – senkrecht zur Wandebene – und Scheibenschub – in Wandebene, s. Abb. 6.1-3.

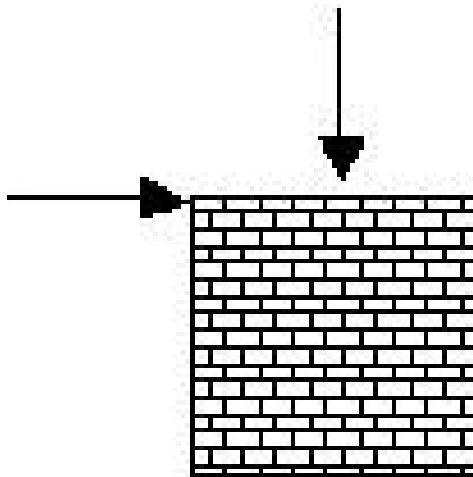
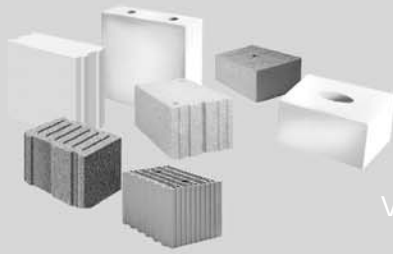


Abb. 6.1-3: Beanspruchung bei Scheibenschub.

Wesentliche Einflüsse sind:

Bei der Platten-Schubfestigkeit

- die Verbundfestigkeit zwischen dem Fugenmörtel und den Mauersteinen,
- die Schubfestigkeit der Mauersteine in Richtung Steinbreite bzw. Wanddicke.

Bei der Scheiben-Schubfestigkeit

- die Verbundfestigkeit zwischen Fugenmörtel und Mauerstein, vor allem die Haftscherfestigkeit der Lagerfugen,
- die Steinzugfestigkeit, ersatzweise in Richtung Steinlänge,
- das Überbindemaß,
- das Steinformat.

Größere Bedeutung hat die Schubfestigkeit bei Scheibenbeanspruchung. Sie kann näherungsweise rechnerisch bestimmt werden, wobei i. W. folgende drei Versagensfälle unterschieden werden: Verbundversagen zwischen Fugenmörtel und Mauerstein; Steinzugversagen und ggf. Überschreiten der Mauerwerkdruckfestigkeit. Die maßgebende Schubfestigkeit wird analog zur Biegezugfestigkeit als Kleinstwert aus den drei „Versagensgleichungen“ ermittelt, wobei wiederum die Haftscherfestigkeit, die Steinzugfestigkeit (ersatzweise als Längszugfestigkeit) und die Mauerwerkdruckfestigkeit als charakteristische Werte zu Grunde gelegt werden.

Stand: 07/2009