

## 6.10 Entwurfsgrundsätze für Mauerwerksbauten

### Allgemein

Die Grundsätze für Entwurf, Bemessung und Ausbildung von Tragwerken sind in DIN 1055-100:2001-03 aufgeführt. Ein Bauwerk muss derart entworfen und ausgeführt sein, dass die während der Errichtung und Nutzung möglichen Einwirkungen mit angemessener Zuverlässigkeit keines der nachstehenden Ereignisse zur Folge haben:

- Einsturz des gesamten Bauwerks oder eines Teils,
- größere Verformung in unzulässigem Umfang,
- Beschädigungen anderer Bauteile oder Einrichtungen und Ausstattungen infolge zu großer Verformungen des Tragwerks,
- Beschädigungen durch ein Ereignis in einem zur ursprünglichen Ursache unverhältnismäßig großen Ausmaß.
- Ein Tragwerk muss so bemessen werden, dass seine Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit während der vorgesehenen Nutzungsdauer den oben genannten Bedingungen genügen.
- Die mögliche Schädigung muss durch die angemessene Wahl einer oder mehrerer der folgenden Maßnahmen begrenzt oder vermieden werden:
- Verhinderung, Ausschaltung oder Minderung der Gefährdung, denen das Tragwerk ausgesetzt ist,
- Wahl eines Tragsystems, das eine geringere Anfälligkeit gegen die hier betrachteten Gefährdungen aufweist,
- Wahl eines Systems oder einer baulichen Durchbildung derart, dass der zufällige Ausfall eines einzelnen Bauteils oder eines begrenzten Teils des Tragwerks bzw. das Auftreten hinnehmbarer örtlicher Schädigungen nicht zum Versagen des Gesamttragwerks führt,
- Anwendung von Tragsystemen, die mit Vorankündigung versagen,
- Herstellung tragfähiger Verbindungen der Bauteile untereinander.

Die genannten Anforderungen müssen durch die Wahl geeigneter Baustoffe, einer zutreffenden Bemessung und einer zweckmäßigen baulichen Durchbildung sowie die Festlegung von Überwachungsverfahren für den Entwurf, die Ausführung und die Nutzung des jeweiligen Gesamtbauwerks erreicht werden.

### Gebäudeaussteifung

#### Anordnung aussteifender Wände

Alle horizontalen Kräfte, z. B. Windlasten oder Lasten aus Schrägstellung des Gebäudes, müssen sicher in den Baugrund weitergeleitet werden können. Mauerwerksbauten sind deshalb wie alle anderen Bauwerke ausreichend auszusteifen, damit im statischen Sinne ihre Brauchbarkeit (Unbeweglichkeit) gegeben ist. In der DIN 1053-100 wird diese Tatsache unter dem Begriff der „Räumlichen Steifigkeit“ geführt. Die Anordnung der vertikalen Aussteifungsscheiben im Grundriss hat entscheidende Bedeutung auf die Brauchbarkeit und Effektivität eines Aussteifungssystems. Neben der Wahl geeigneter Aussteifungswände ist auf eine zweckmäßige Anordnung besonders zu achten, s. Abb. 6.10-1.

Es gelten folgende Grundsätze:

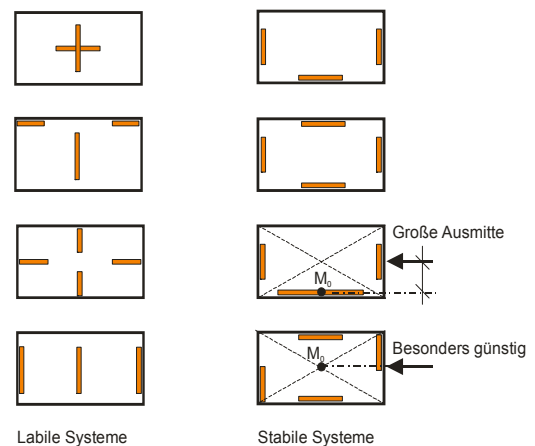
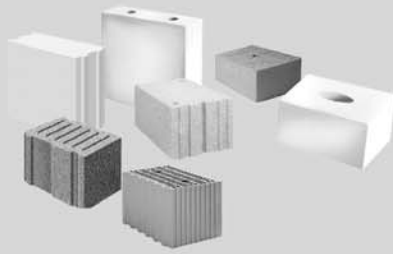


Abb. 6.10-1: Anordnung von aussteifenden Wänden im Grundriss

- zur Aussteifung eines Gebäudes sind pro Etage mindestens drei Wandscheiben und eine Deckenscheibe erforderlich (drei vertikale und eine horizontale Scheibe)
- die Wirkungslinien dieser Wandscheiben dürfen sich nicht in einem Punkt schneiden. Schneiden sich die Wirkungslinien in einem Punkt oder im Unendlichen entsteht ein labiles, d. h. bewegliches System, das unbrauchbar ist. Schneiden sich die Wirkungslinien der Wandscheiben nicht in einem Punkt, kann die gewählte Anordnung günstig oder eher ungünstig sein.



**Nachweis**

- Auf einen rechnerischen Nachweis der räumlichen Steifigkeit darf verzichtet werden,
- wenn die Geschossdecken als steife Scheiben ausgebildet sind bzw.
  - statisch nachgewiesene, ausreichend steife Ringbalken vorliegen und
  - wenn in Längs- und Querrichtung des Gebäudes eine offensichtlich ausreichende Anzahl von genügend langen aussteifenden Wänden vorhanden ist, die ohne größere Schwächungen und ohne Versprünge bis auf die Fundamente geführt sind.

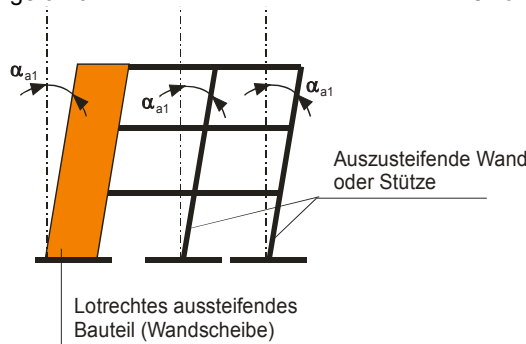


Abb. 6.10-2: Lotabweichung  $\alpha_{a,1}$  [6.10-4]

Ist bei einem Bauwerk nicht von vornherein erkennbar, dass Steifigkeit und Stabilität gesichert sind, so ist ein rechnerischer Nachweis der Standsicherheit der waagerechten und lotrechten Bauteile erforderlich.

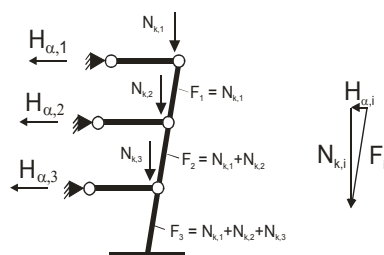


Abb. 6.10-3: Schiefstellungskräfte infolge Lotabweichung [6.10-4]

Dabei sind auch Lotabweichungen des Systems durch den Ansatz horizontaler Kräfte zu berücksichtigen, die sich durch eine rechnerische Schrägstellung des Gebäudes um den im Bogenmaß gemessenen Winkel

$$\alpha_{a1} = \pm \frac{1}{100\sqrt{h_{ges}}} \quad (1)$$

ergeben, s. Abb. 6.10-2. Für  $h_{ges}$  ist die Gebäudehöhe in m über OK Fundament einzusetzen.

Wird die Schrägstellung auf die Vertikalkraft  $N_{k,i}$  einer Geschossebene „i“ bezogen, erhält man die äquivalente Horizontalkraft  $H_{\alpha,i}$  für diese Geschossebene, s.auch Abb. 6.10-3:

$$H_{\alpha,i} = N_{k,i} \cdot \alpha_{a1} \quad (2)$$

Bei Bauwerken, die aufgrund ihres statischen Systems eine Umlagerung der Kräfte erlauben, dürfen bis zu 15 % des ermittelten horizontalen Kraftanteils einer Wand auf andere Wände umverteilt werden.

Bei großer Nachgiebigkeit der aussteifenden Bauteile müssen darüber hinaus die Formänderungen bei der Ermittlung der Schnittgrößen berücksichtigt werden. Dieser Nachweis darf entfallen, wenn die lotrechten aussteifenden Bauteile in der betrachteten Richtung die Bedingungen der folgenden Gleichung erfüllen:

$$h_{ges} \sqrt{\frac{N_k}{EI}} \leq 0,6 \text{ für } n \geq 4 \quad (3)$$

$$\leq 0,2 + 0,1 \cdot n \text{ für } 1 \leq n < 4$$

Dabei ist

- $h_{ges}$  die Gebäudehöhe über OK Fundament;
- $N_k$  die Summe der charakteristischen Werte aller lotrechten Lasten des Gebäudes;
- $EI$  die Summe der Biegesteifigkeit aller lotrechten aussteifenden Bauteile im Zustand I nach der Elastizitätstheorie in der betrachteten Richtung;
- $n$  die Anzahl der Geschosse.

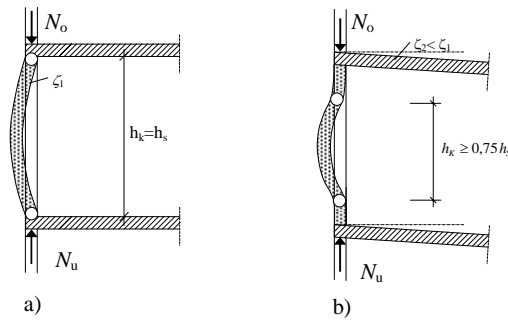
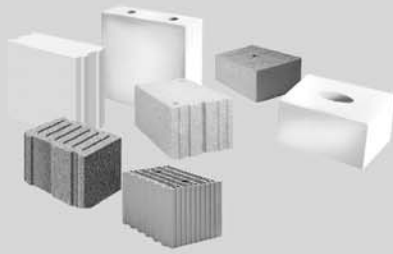


Abb. 6.10-4: Einfluss der Lagerung einer Wand am Kopf und am Fuß auf die Knicklänge.

Für die einzelnen Mauerwerkswände sind in der Folge ausreichende Tragfähigkeiten gegen die auftretenden Beanspruchungen (Druck-, Biegung- und Schubbeanspruchung) in den maßgebenden Lastkombinationen nachzuweisen.

Die Gebrauchstauglichkeit ist durch Begrenzung der Exzentrizität auf  $d/3$  und die Begrenzung der Randdehnung auf  $\epsilon_R \leq 10^{-4}$  sicher zu stellen.

### Aussteifung von Wänden gegen Knicken

Beim Nachweis von normalkraftbeanspruchten Wänden auf Knicken sind die Lagerungsbedingungen der Wand entsprechend zu berücksichtigen. Mit einer entsprechenden Aussteifung kann der Nachweis günstig beeinflusst werden, was bereits beim Entwurf des Gebäudes erfolgen sollte, s. Abb. 6.10-4.

Je nach Anzahl der rechtwinklig zur Wandebene unverschieblich gehaltenen Ränder werden zwei-, drei- und vierseitig gehaltene sowie frei stehende Wände unterschieden, s. Abb. 6.10-5. Als unverschiebliche Halterung dürfen horizontal gehaltene Deckenscheiben und aussteifende Querwände oder andere ausreichend steife Bauteile angesehen werden. Unabhängig davon ist das Bauwerk als Ganzes nach Abschn. 8.4 der DIN auszusteifen.

Bei einseitig angeordneten Querwänden darf unverschiebliche Halterung der auszusteifenden Wand nur angenommen werden, wenn Wand und Querwand aus Baustoffen annähernd gleichen Verformungsverhaltens gleichzeitig im Verband hochgeführt werden und wenn ein Abreißen der Wände infolge stark unterschiedlicher Verformung nicht zu erwarten ist, oder wenn die zug- und druckfeste Verbindung durch andere Maßnahmen gesichert ist. Beidseitig angeordnete Querwände, deren Mittelebenen gegeneinander um mehr als die dreifache Dicke der auszusteifenden Wand versetzt sind, sind wie einseitig angeordnete Querwände zu behandeln.

Aussteifende Wände müssen mindestens eine wirksame Länge von  $1/5$  der lichten Geschosshöhe  $h_s$  und eine Dicke von  $1/3$  der Dicke der auszusteifenden Wand, jedoch mindestens 115 mm, haben.

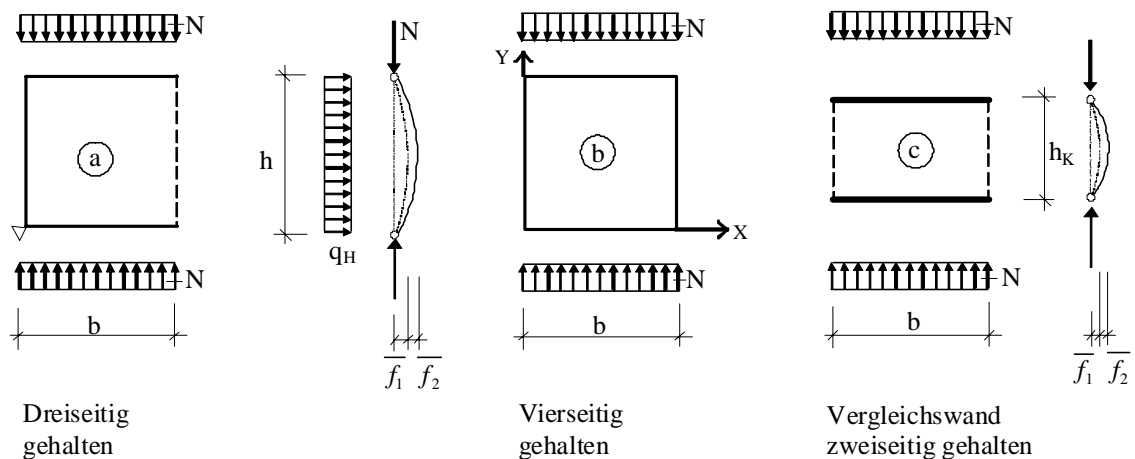


Abb. 6.10-5: Mehrseitig gehaltene Wände und zweiseitig gehaltene Wand im Vergleich

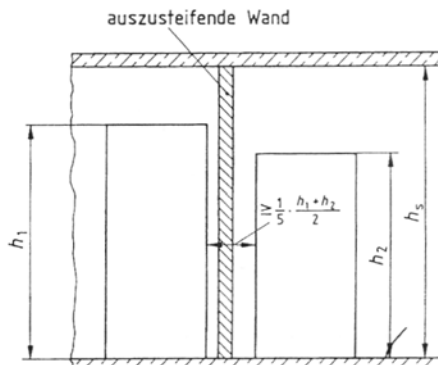
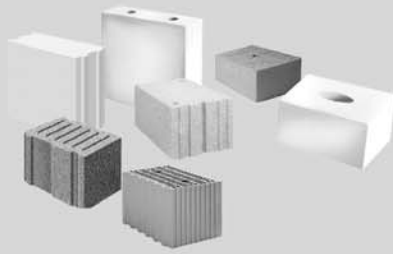


Abb. 6.10-6: Mindestlänge der aussteifenden Wand nach DIN 1053-100

Ist die aussteifende Wand durch Öffnungen unterbrochen, muss die Länge der Wand zwischen den Öffnungen mindestens so groß wie nach Abb. 6.10-6 sein. Bei Fenstern gilt die lichte Fensterhöhe als  $h_1$  bzw.  $h_2$ .

Bei beidseitig angeordneten, nicht versetzten

Querwänden darf auf das gleichzeitige Hochführen der beiden Wände im Verband verzichtet werden, wenn jede der beiden Querwände den vorstehend genannten Bedingungen für aussteifende Wände genügt. Auf Konsequenzen aus unterschiedlichen Verformungen und aus bauphysikalischen Anforderungen ist in diesem Fall besonders zu achten

## Zwängungen

Aus der starren Verbindung von Baustoffen unterschiedlichen Verformungsverhaltens können erhebliche Zwängungen infolge von Schwinden, Kriechen und Temperaturänderungen entstehen, die Spannungumlagerungen und Schäden im Mauerwerk bewirken können. Das Gleiche gilt bei unterschiedlichen Setzungen. Durch konstruktive Maßnahmen (z. B. ausreichende Wärmedämmung, geeignete Baustoffwahl, zwängungsfreie Anschlüsse, Fugen usw.) ist unter Beachtung von Formänderungen sicherzustellen, dass die vorgenannten Einwirkungen die Standsicherheit und Gebrauchsfähigkeit der baulichen Anlage nicht unzulässig beeinträchtigen.

Weiterführende Literatur:

- [6.10-1] Jäger, W.; Pflücke, T.; Schöps, P.: Kommentierte Technische Regeln für den Mauerwerksbau. Teil 1: DIN 1053-100: Mauerwerk – Berechnung auf der Grundlage des semiprobabilistischen Sicherheitskonzepts – Kommentare und Erläuterungen. In: Mauerwerk-Kalender 31 (2006). Hrsgg. v. H.J. Irmischer, W. Jäger und P. Schubert. Berlin: Ernst & Sohn, 2005, S. 363 – 410.
- [6.10-2] Schubert, P.; Schneider, K.-J.; Schoch, T. (Hrsg.): Mauerwerksbau-Praxis. Berlin: Bauwerk, 2007.
- [6.10-3] Gunkler, E.; Budelmann, H. (Hrsg.): Mauerwerk - Kompakt. Für Studium und Praxis. Köln: Werner, 2008.
- [6.10-4] Jäger, W.; Marzahn, G.: Mauerwerk - Bemessung nach DIN 1053-100. Berlin: Ernst & Sohn, 2009.
- [6.10-5] Graubner, C.-A.; Glowienka, S.; Kranzler, T.; Richter, L.: Bemessung. In: Planung, Konstruktion, Ausführung. Hrsg. Bundesverband Kalksandsteinindustrie e. V.: Hannover, 2007.
- [6.10-6] Brauer, N.; Ehmke, J.; Figge, D.; Meyer, U.: Bemessung von Ziegelmauerwerk. Ziegelmauerwerk nach DIN 1053-100. Vereinfachtes Verfahren. Arbeitsgemeinschaft Mauerziegel e.V.: Bonn 2006 (s. auch <http://www.argemauerziegel.de>).
- [6.10-7] Schlundt, A.: Mauerwerk aus Porenbeton. Beispiele zur Bemessung nach DIN 1053-100. 5.Aufl. Bundesverband Porenbetonindustrie e.V. Wiesbaden, 2008 (s. auch <http://www.bv-porenbeton.de/bvp>).