

HAWK HILDESHEIM

Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst

Prof. Dr.-Ing. Hans-Peter Leimer

Baukonstruktion und Bauphysik in der Fakultät Bauen und Erhalten

**Vorlesungsskripte zur Baukonstruktion
der
HAWK Hildesheim**

Mauerwerk

1	Allgemeines	4
2	Mauerwerk- und Mauerstein - Arten sowie Normen	4
2.1	Mauerwerk - Arten	4
2.2	Mauerstein - Arten	5
2.3	Normen	5
3	Maße	6
3.1	Planung und Maßordnung.....	6
3.2	Herkömmliche Maßordnung (DIN 4172)	6
3.3	Neue Modulordnung (DIN 18 000)	6
3.4	Richtmaße - Nennmaße.....	7
3.5	Maße, Formate und Formen der Mauersteine (-ziegel).....	7
4	Aufgaben der Wände (Übersicht)	9
4.1	Statische Funktionen.....	9
4.2	Bauphysikalische Funktionen.....	9
5	Eigenschaften der Mauersteine	10
5.1	Allgemeines	10
5.2	Rohdichte.....	10
5.3	Festigkeit.....	10
5.4	Stückgewicht.....	11
5.5	Frostbeständigkeit.....	11
5.6	Bezeichnung	11
6	Mauermörtel	12
6.1	Allgemeines	12
6.2	Mörtelarten und Mörtelgruppen.....	12
6.2.1	Normalmörtel	12
6.2.2	Leichtmörtel	13
6.2.3	Dünnbettmörtel	13
7	Bemessung von Rezeptmauerwerk; vereinfachter Nachweis	13
7.1	Voraussetzungen für vereinfachten Nachweis	14
7.2	Vereinfachter Spannungsnachweis bei zentrischer und exzentrischer Druckbeanspruchung.....	15
7.2.1	Vorhandene Druckspannung σ_D	15
7.2.2	Zulässige Druckspannungen zul. σ_D	18
7.2.3	Abminderungsfaktor k, k_1, k_2, k_3	19
7.2.4	Knicklänge h_K	20
7.3	Auflagerpressung.....	23
7.4	Zugspannungen.....	23
7.5	Räumliche Steifigkeit des Gebäudes	24
7.6	Schubnachweis für aussteifende Wände	24
8	Bauteile und Konstruktionsdetails	25
8.1	Kellerwände ohne rechnerischen Nachweis.....	25
8.2	Ringanker.....	25
8.3	Ringbalken	27
8.4	Schlitze und Aussparungen	27
8.5	Außenwände.....	28

8.5.1	Konstruktionen	28
8.5.2	Hinweise für Ausführung und Bemessung	28
8.6	Gewölbewirkung über Wandöffnungen	29
8.7	Ausführung.....	31
8.8	Aussteifende Wände	31
9	Verformungen von Mauerwerk und Konsequenzen	33
9.1	Allgemeines	33
9.2	9.2 Elastische Verformungen	33
9.3	Kriechverformungen.....	33
9.4	Schwindverformungen	33
9.5	Temperaturverformungen	34
9.6	Beispiele für verformungsbedingte Bauschäden, Konsequenzen	34
9.6.1	Rißbildung in den Querwänden (Bild 9-1)	34
9.6.2	Rißbildung in Außenwänden (Bild 9-3).....	35
9.6.3	Zweischaliges Mauerwerk.....	36

1 Allgemeines

Unter Mauerwerk versteht man i.a. Baukörper (z.B. Wände, Pfeiler) aus natürlichen oder künstlichen Steinen oder gebrannten Ziegeln einerseits und Mörtel andererseits. Der Mauermörtel ist ein Gemisch aus Zuschlag (Sand), Bindemittel und Wasser, ggf. auch Zusatzstoffen und Zusatzmitteln.

Dem Mauerwerksbau kommt unverändert eine sehr große Bedeutung im Baugeschehen zu, namentlich im Wohnungsbau, bei dem etwa 90% aller Wohneinheiten unter Verwendung von Mauerwerk ausgeführt werden. Der ingenieurmäßig geplante und berechnete Mauerwerksbau, in dem auch die neuesten Ergebnisse der bauphysikalischen Forschung, die gesteigerten Ansprüche an die Wohnqualität (vor allem bezüglich des Wärmeschutzes) einbezogen sind, ist nicht mehr vergleichbar mit dem überwiegend handwerklich orientierten Mauerwerk früherer Jahrzehnte. Der Mauerwerksbau hat sich im freien Wettbewerb mit anderen Bauverfahren, insbesondere auch mit den Montagebauarten, selbständig weiterentwickelt und im Wohnungsbau seine führende Stellung behauptet.

In der Wirtschaftlichkeit hat sich der Mauerwerksbau den anderen Bauverfahren als mindestens gleichwertig, in Qualität und Wohnkomfort häufig als überlegen erwiesen. Voraussetzung ist jedoch, daß auch hier in Planung, Arbeitsvorbereitung und Ausführung jene industriellen Grundsätze und rationalisierten Arbeitsmethoden angewandt werden, die für andere Bauverfahren selbstverständlich sind.

2 Mauerwerk- und Mauerstein - Arten sowie Normen

2.1 Mauerwerk - Arten

Tragendes Mauerwerk wird hinsichtlich der statischen Bemessung unterschieden in

- Rezeptmauerwerk (vereinfachter Nachweis nach DIN 1053 Teil 1, genauerer Nachweis nach Teil 2)
- Mauerwerk nach Eignungsprüfung (Bemessung nach DIN 1053 Teil 2).

a) Rezeptmauerwerk (RM)

Die Druckfestigkeit des Mauerwerks ist in Abhängigkeit von der verwendeten Steifestigkeitsklasse und der verwendeten Mörtelgruppe vorgegeben. Somit hat sich an der Einstufung gegenüber DIN 1053 Teil 1, Ausgabe 1974, im Prinzip nichts geändert. Es mußte jedoch ein neuer Name gegenüber Mauerwerk nach Eignungsprüfung gefunden werden.

b) Mauerwerk nach Eignungsprüfung (EM)

Die Mauerwerksfestigkeitsklasse ergibt sich durch Einstufung an Hand von Eignungsprüfungen an Mauerwerksprüfkörpern. Hierbei müssen die Baustoffe besonders überwacht werden.

Das RM wird zukünftig die Regelausführung darstellen, während EM nur in Sonderfällen zur Anwendung kommen dürfte, z.B. für hochbeanspruchte Teilbereiche bei großen Bauvorhaben, bei denen sich der besondere Überwachungsaufwand wirtschaftlich lohnt.

2.2 Mauerstein - Arten

- Natursteine werden durch mechanische Bearbeitung aus gesundem Gestein gewonnen. Anwendung im Neubau heute nur noch von untergeordneter Bedeutung.
- Mauerziegel werden aus Ton, Lehm oder - tonigen Massen mit oder ohne Zusatzstoffe geformt und anschließend gebrannt.
- Kalksandsteine werden aus Kalk und kieselsäurehaltigen Zuschlägen hergestellt, nach innigem Mischen verdichtet, geformt und unter Dampfdruck gehärtet.
- Hüttensteine werden aus künstlich gewonnenen Zuschlägen (Hochofenschlacke, zumeist granuliert als Hüttsand) und hydraulischen Bindemitteln (z.B. Zement) nach innigem Mischen geformt, durch Pressen oder Rütteln verdichtet und an der Luft oder in gespanntem Dampf oder in kohlesäurehaltigen Abgasen gehärtet.
- Dampfgehärteter Gasbeton ist ein feinporiger Beton, der aus Zement und/oder Kalk und feingemahlene, kieselsäurehaltigen Stoffen unter Verwendung von gasbildenden Zusätzen, Wasser und teilweise Zusatzmitteln hergestellt und in gespanntem Dampf gehärtet wird.
- Leichtbetonsteine werden aus mineralischen Zuschlägen mit porigem Gefüge (z.B. Bims) und hydraulischen Bindemitteln (i.d.R. Zement) hergestellt. Naßformung und Verdichtung auf Vibrationsmaschinen, Erhärtung an der Luft oder beschleunigt durch Behandlung mit entspanntem Dampf.
- Betonsteine werden wie Leichtbetonsteine hergestellt, enthalten aber mineralische Zuschläge mit dichtem Gefüge.

2.3 Normen

Die Berechnung und Ausführung von Mauerwerk ist in DIN 1053 geregelt, u.a.:

Teil 1 - Mauerwerk; Rezeptmauerwerk, Berechnung und Ausführung (1990)

Teil 2 - Mauerwerk; Mauerwerk nach Eignungsprüfung; Berechnung und Ausführung (1984)

Die Anforderungen an Mauermörtel sind ebenfalls in DIN 1053 Teil 1 und 2 enthalten.

Für die Anforderungen an die Steine und Ziegel - Abmessungen, Eigenschaften (z.B. Rohdichte, Druckfestigkeit, Frostbeständigkeit) - gelten im wesentlichen folgende Normen:

DIN 105 - Mauerziegel

- Teil 1 - Vollziegel und Lochziegel
- Teil 2 - Leichthochlochziegel
- Teil 3 - Hochfeste Ziegel und hochfeste Klinker

DIN 106-Kalksandsteine

- Teil 1 - Vollsteine, Lochsteine, Blocksteine, Hohlblocksteine
- Teil 2 - Vormauersteine und Verblender

DIN 398 –Hüttensteine, Vollsteine, Lochsteine, Hohlblocksteine

DIN 4165 – Gasbeton - Blocksteine und Gasbeton - Plansteine

DIN 18151 - Hohlblöcke aus Leichtbeton

DIN 18152 - Vollsteine und Vollblöcke aus Leichtbeton DIN 18153 - Hohlblocksteine aus Beton

3 Maße

3.1 Planung und Maßordnung

Die Maßordnung ist keine Zwangsjacke, die eine freie Entfaltung der Planung behindert. Sie erleichtert vielmehr die Planung, macht sie übersichtlich und ist eine der wichtigsten Voraussetzungen für die Ausführung eines exakten, rationellen und kostengünstigen Rohbaus.

Den Wanddicken und Wandlängen, den Breiten von Pfeilern und Wandöffnungen und auch den Geschoßhöhen, sollte - ausgehend von DIN 4172 - als Richtmaß ein Vielfaches von 12,5 cm zugrunde gelegt werden. Dieser sehr kleine Maßsprung ermöglicht eine überaus individuelle Gestaltung des Bauwerks.

Selbstverständlich lassen sich auch Wände und Pfeiler herstellen, deren Abmessungen sich nicht in die Maßordnung einfügen. Das Schlagen der Steine führt aber zu Verlusten an Arbeitszeit und Material (Bruchabfall). Außerdem sinkt z.B. die tatsächliche Tragfähigkeit von Pfeilern, wenn sie vorwiegend aus geschlagenen Steinen gemauert werden.

Weitere Anmerkungen:

- Planen im Raster von 12,5 bzw. 25 cm bedeutet nicht, daß auch die Räume dieses Rastermaß aufweisen müssen. Wände ohne statische Funktion brauchen nicht verzahnt zu werden. Sie lassen sich an beliebiger Stelle anordnen. Aussteifende Innenwände müssen nicht in die Umfassungswände einbinden; sie dürfen mit diesen durch Anker verbunden werden.
- Auch bei Nischen und scheinbar nebensächlichen Maueröffnungen sollte die Maßordnung beachtet werden.
- Bei der Geschoßhöhe ist auch an die lichte Rohbauhöhe zu denken; sie sollte möglichst ein Mauermaß sein (2,50 m, 2,625 m, 2,75 m, usw.).

3.2 Herkömmliche Maßordnung (DIN 4172)

Die Maßordnung im Hochbau nach DIN 4172 geht von der Länge 100 cm aus, die für den Rohbau in vier Reihen von Richtmaßen aufgeteilt ist, mit Maßsprüngen von: 25 cm, 1,25 cm, 3,33 cm 6,25 cm (oktametrische Maßordnung).

3.3 Neue Modulordnung (DIN 18 000)

Eine nur begrenzte Übereinstimmung mit der herkömmlichen Maßordnung im Bauwesen nach DIN 4172 zeigt sich bei der neuen, international abgestimmten Modulordnung auf dezimetrischer Basis. Ihre Ordnungsprinzipien sind in DIN 18 000 (Modulordnung im Bauwesen) niedergelegt. Ausgehend vom "Grundmodul" M mit der Größe 100 mm sollen als Vorzugsmaße im Bauwesen bei der Planung für den Rohbau die "Multimoduln" 3M = 300 mm, 6M = 60 mm und 12M = 1200 mm als Richtmaße im achs- oder grenzbezogenen Raster angewendet werden.

Für die Abmessungen von Mauersteinen sind, mit Rücksicht auf Technik und Wirtschaftlichkeit der Produktion und auf die Handhabung bei der Verlegung, ergänzend auch Richtmaße auf submodularer, d.h. nochmals unterteilter Grundlage erforderlich.

Für eine Übergangszeit, die 1973 begann und deren Ende noch nicht abzusehen ist, sind DIN 4172 und DIN 18 000 nebeneinander gültig. Der Baumarkt hat sich auf das unvermeidbare Nebeneinander der beiden Maßsysteme eingestellt. Dabei wird die Modulordnung bevorzugt im Stahl- und Stahlbetonskelettbau angewendet, die oktametrische Maßordnung im Mauerwerksbau.

3.4 Richtmaße - Nennmaße

Die Baunormzahlen sind theoretische Maße für die Planung; sie heißen Richtmaße. Die tatsächlichen Maße, die auch in den Bauzeichnungen erscheinen, heißen Nennmaße.

Im Mauerwerksbau unterscheiden sich Richtmaß und Nennmaß um die Dicke der Mörtelfuge. Die Stoßfugen werden dabei gemäß DIN 1053 mit 10 mm, die Lagerfugen mit 12 mm Dicke angenommen, ausgenommen Dünnsformat (10,5 mm). Ein Mauerpfeiler ist beispielsweise nicht 100 cm breit, sondern nur 99 cm, weil die letzte Stoßfuge fehlt. Dafür ist die anschließende Fensteröffnung 1 cm breiter als das Richtmaß (vgl. Bild 3-1).

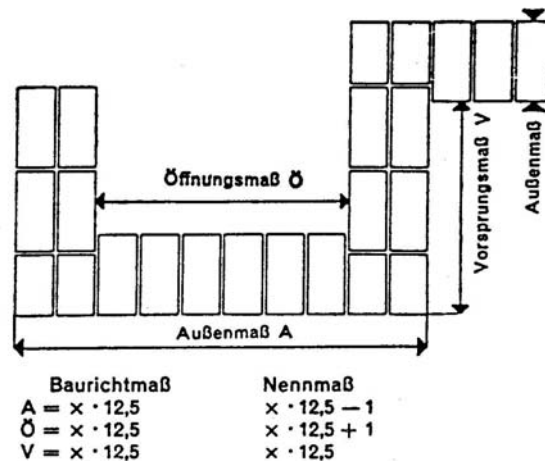


Bild 3-1 Richt- und Nennmaße bei Mauerwerk (Maße in cm)

Das tatsächliche Maß eines Mauersteins, sein Nennmaß, ist daher stets um 10 bzw. 12 mm kleiner als das entsprechende Richtmaß nach den Reihen der Baunormzahlen, und zwar ist

- Steinlänge/Steinbreite = Richtmaß abzüglich 10 mm
- Steinhöhe = Richtmaß abzüglich 12 mm.

3.5 Maße, Formate und Formen der Mauersteine (-ziegel)

Der kleinste genormte Mauerstein ist das "Dünnsformat" (DF) mit den Nennmaßen (Länge x Breite -x Höhe) von 240 x 115 x 52 mm und den Richtmaßen 250 x 125 x 62,5 mm. Das Dünnsformat ist die Bezugsgröße für die Steinformate der aktuellen Mauerstein - Normen. Großformatige Mauersteine ersetzen bis zu 24 DF. Praktische Bedeutung hat das Dünnsformat vor allem als Vormauerstein, da seine Größe optisch gefälliger ist als die der anderen Formate.

Dagegen spielt das Normalformat (Nennmaße 240 x 115 x 71 mm, Richtmaße 250 x 125 x 83,3 mm) in der Baupraxis nur noch eine untergeordnete Rolle; es fügt sich in Rohbauten, die nach der Maßordnung ausgeführt werden, auch als Ausgleichsstein nur unvollkommen ein.

Als Einhandsteine bezeichnet man solche, die mit einer Hand gefaßt und versetzt werden können, als Zweihandsteine solche, die mit beiden Händen gegriffen und verlegt werden. Die Größe des Steins, sein Format, wirkt sich in Verbindung mit dem Stückgewicht auf die Stundenleistung des Maurers aus.

Es existieren die vielfältigsten Stein- bzw. Ziegelformate, die den jeweiligen Steinnormen zu entnehmen sind. Beispielhaft sind in Tabelle 3-1 die Formate für Kalksandsteine angegeben. Die Anzahl der notwendigen Schichten auf 1 m Wandhöhe in Abhängigkeit vom Steinformat geht aus Bild 3-2, der Aufbau der Wanddicke 11,5 cm bis 49 cm aus Bild 3-3 hervor.

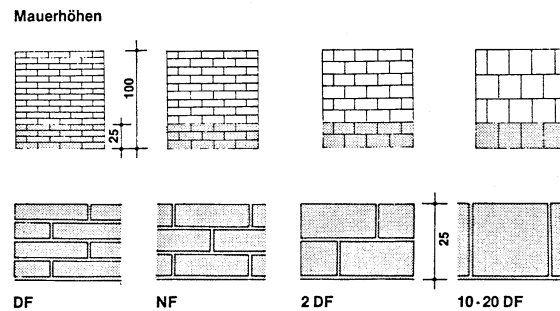


Bild 3-2 Anzahl der Schichten auf 1 m Wandhöhe

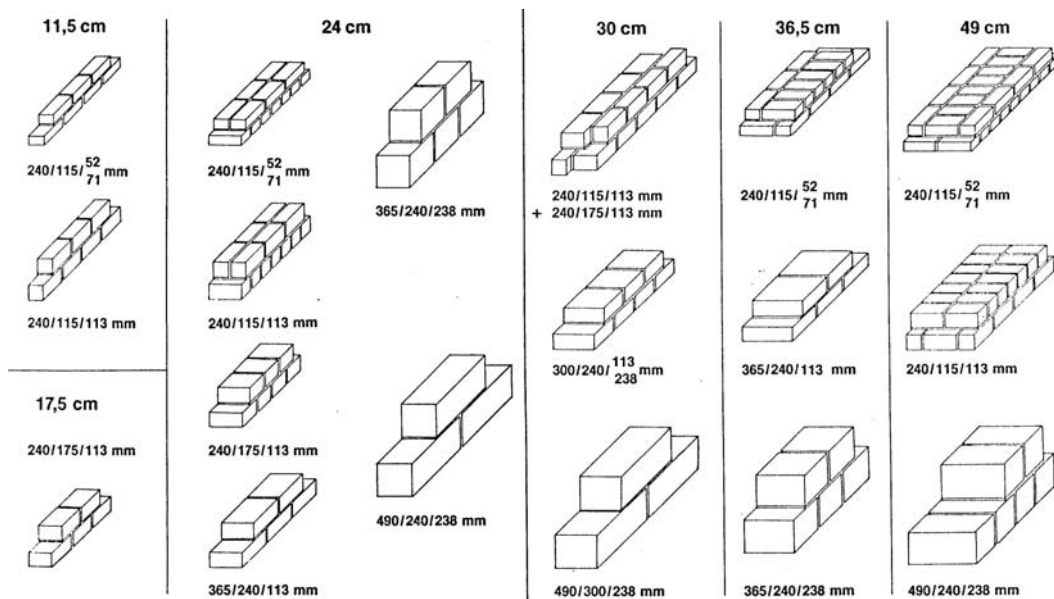


Bild 3-3 Wanddicken und Steinformate

Auch die Formen der einzelnen Steinarten (insbesondere der Hohlräume) sind äußerst unterschiedlich. So unterscheidet man z.B. bei Mauerziegeln nach DIN 105 Teil 1

- Vollziegel (Mz) , Gesamtlochquerschnitt $\leq 15\%$ der Lagerfläche
- Hochlochziegel A, B und C (HLZA, HLZB, HLZC) mit Gesamtlochquerschnitt $> 15\%$ und unterschiedlich großen Einzellöchern,

bei Kalksandsteinen nach DIN 106 Teil 1

- Vollsteine (KS) , Gesamtlochquerschnitt $\leq 15\%$ der Lagerfläche
- Lochsteine (KSL) ($> 15\%$)
- Blocksteine (KS) ($\leq 15\%$)
- Hohlblocksteine (KSL) ($> 15\%$),

bei Hohlblocksteinen aus Beton nach DIN 18 153 oder Leichtbeton nach DIN 18 151

- Einkammer- bis Vierkammersteine (1 KHbl bis 4 KHbl),

bei Vollsteinen und Vollblöcken aus Leichtbeton nach DIN 18 152 - Vollsteine mit Griffschlitz

- Vollblöcke, geschlitz, mit Stirnseitennut.

Format Kurzzeichen	Maße (mm)		
	Länge	Breite	Höhe
1 DF (Dünnsformat)	240	115	52
NF (Normalformat)	240	115	71
2 DF	240	115	113
3 DF	240	175	113
4 DF	240	240	113
5 DF	300	240	113
6 DF	365	240	113
8 DF	240	240	238
10 DF	300	240	238
12 DF	365	240	238
15 DF	365	300	238
16 DF	490	240	238
20 DF	490	300	238

Tabelle 3-1 Formate für Kalksandsteine nach DIN 106 Teil 1

4 Aufgaben der Wände (Übersicht)

Den Wänden kommen neben raumabschließenden auch statisch - konstruktive und dämmende Aufgaben zu. Der Konstrukteur muß alle diese Aufgaben wirtschaftlich optimal in einer Konstruktion verbinden.

4.1 Statische Funktionen

Man unterscheidet

- tragende Wände
- aussteifende Wände
- nichttragende Wände.

Tragende Wände dienen zur Aufnahme und Weiterleitung von lotrechten Lasten (z.B. als End- oder Zwischenauflager von Decken) sowie von waagerechten Lasten (z.B. Windlasten). Wände, die mehr als ihre Eigenlast aus einem Geschoß zu tragen haben, sind stets als tragende Wände anzusehen.

Aussteifende Wände sind scheibenartige Bauteile zur Aussteifung des Gebäudes oder zur Knickaussteifung tragender Wände. Sie gelten stets auch als tragende Wände.

Nichttragende Wände werden überwiegend nur durch ihre Eigenlast beansprucht und haben lediglich raumabschließende Funktion. Nichttragende Außenwände müssen jedoch die auf ihre Fläche wirkenden Windlasten auf tragende Bauteile abtragen können. Nichttragende Innenwände müssen Konsollasten aufnehmen können und einen Mindestwiderstand gegen stoßartige und statische Horizontallasten aufweisen.

4.2 Bauphysikalische Funktionen

Wände müssen je nach Einsatzgebiet in der Regel eine oder mehrere bauphysikalische Anforderungen erfüllen:

- Wärmedämmung (z.B. Außenwände von Aufenthaltsräumen)
- Schalldämmung (z.B. Außenwände von Aufenthaltsräumen, Wohnungstrennwände)
- Brandschutz (z.B. Wände, die das Übergreifen des Feuers auf benachbarte Räume oder Gebäude verhindern oder verzögern sollen).

5 Eigenschaften der Mauersteine

5.1 Allgemeines

Die Ausgangsstoffe beeinflussen in Verbindung mit dem Herstellverfahren die Festigkeit des Steins, das Steingewicht und die Materialstruktur. Das Stückgewicht des Steins bestimmt das hantierbare und das wirtschaftliche Format, das Raumgewicht ist maßgebend für die bauphysikalischen Eigenschaften. Für die Beurteilung der Eignung eines Mauersteins sind nicht einzelne Kennwerte ausschlaggebend, sondern das Zusammenwirken aller seiner Eigenschaften. Von besonderer Bedeutung sind dabei die Rohdichte, die Festigkeit und das Stückgewicht.

5.2 Rohdichte

Als Rohdichte wird bei allen Mauersteinen das Raumgewicht des Steinquaders, einschließlich aller Hohlkammern, Schlitze, Löcher, Griffhilfen und Stirnseitennuten, verstanden. Sie wird in kg/dm^3 angegeben und ist abgestuft in Klassen, die nach dem Höchstwert ihres Klassenbereichs bezeichnet werden. Für genormte Mauersteine gibt es die Rohdichteklassen: 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6; 1,8; 2,0; 2,2.

Eine Verringerung der Rohdichte kann aus verschiedenen Gründen wünschenswert sein: sie verbessert die Wärmedämmung, beeinträchtigt allerdings die Schalldämmung, steigert den Leistungseffekt beim Verlegen und reduziert die Gesamtlast, die im Wohnungsbau sehr stark von der Eigenlast der Bauteile abhängt.

5.3 Festigkeit

Die Steinfestigkeit ist im Zusammenwirken mit der Festigkeit des Mauermörtels entscheidend für die Tragfähigkeit des Mauerwerks. Sie wird angegeben in MN/m^2 , bezogen auf die Lagerfläche. Die Lagerfläche umfaßt den gesamten (rechteckigen) Querschnitt der Grundfläche des Steins, einschließlich aller Hohlräume und sonstigen Aussparungen. Genormte Mauersteine gibt es in den Festigkeitsklassen:

2; 4; 6; 8; 12; 20; 28; 36; 48; 60.

Die Festigkeitsklasse folgt aus der Nennfestigkeit, der bei der Prüfung der einzelnen Steine ermittelten kleinsten Druckfestigkeit; deren Grenzwert liegt mit 20% unter dem geforderten Mittelwert der Steinfestigkeit in der Nähe der 5%-Fraktile.

Beispiel: Für die Festigkeitsklasse 12 müssen bei einer Prüferie als kleinster Einzelwert $12,0 \text{ MN/m}^2$, als Mittelwert $15,0 \text{ MN/m}^2$ erreicht werden.

5.4 Stückgewicht

Charakteristisch für die meisten Arten der Mauersteine sind Hohlkammern, Löcher oder Schlitz sowie die Eigenporigkeit der Zuschläge bzw. der stofflichen Struktur. Dadurch werden die Steinrohichte und somit das Stückgewicht des Steins verringert. Die Folgen sind eine Senkung von Transport- und Konstruktionslast, große und damit wirtschaftliche Steinformate.

5.5 Frostbeständigkeit

Als frostbeständig gelten z.B. folgende Mauersteine (-ziegel) mit spezieller Porenstruktur (Nachweis durch Prüfung):

- Mauerziegel: Vormauerziegel (VMz), Klinker (KMz) (ohne Prüfung), Vormauerleichtziegel (VHLz).
- Kalksandsteine: Vormauersteine (KSVM), Verblender (KSVB) (höhere Anforderungen als an KSVM).
- Hüttensteine: Vormauersteine (VHSV).

5.6 Bezeichnung

Die Bezeichnung der einzelnen Steinarten ist im großen und ganzen einheitlich und enthält folgende Angaben (Beispiel siehe Bild 5-1): Stoffnorm, Steinform, Festigkeitsklasse, Rohdichte, Steingröße.

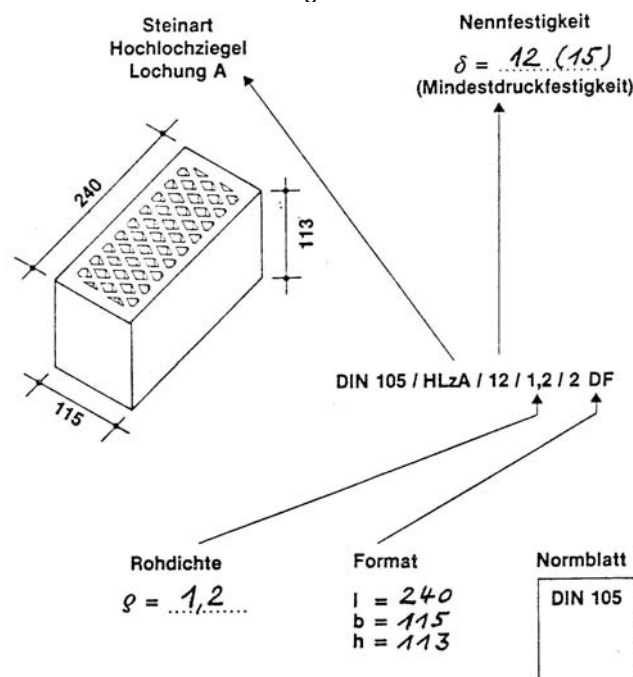


Bild 5-1 Bezeichnungen (Beispiel: Hochlochziegel)

6 Mauermörtel

6.1 Allgemeines

Mauermörtel ist ein Gemisch von Sand, Bindemittel und Wasser, ggf. auch Zusatzstoff und Zusatzmittel, das nach einer bestimmten Zeit erstarrt und erhärtet. Die wichtigsten Bindemittel sind Kalke, Zemente und Gipse. Die meisten Bindemittel, besonders die hydraulischen Kalke, alle Zemente und Gipse erhärten durch chemische Bindung von Wasser. Man unterscheidet z.B. nach dem Bindemittel

- Kalkmörtel
- Zementmörtel
- Kalkzementmörtel
- Gipsmörtel

nach der Verwendung

- Mauermörtel
- Putzmörtel
- Estrichmörtel

nach der Erhärtung

- Luftmörtel (erhärtet nur an der Luft)
- Wassermörtel (erhärtet zunächst an der Luft, anschließend auch unter Wasser)
- hydraulischemörtel (erhärtet auch unter Luftabschluß)

nach der Herstellung

- Baustellenmörtel
- werkmäßig hergestellte Mörtel

nach der Art

- Normalmörtel
- Leichtmörtel
- Dünnbettmörtel

Für den Mauermörtel tragender und aussteifender Wände dürfen als Bindemittel nur Kalk nach DIN 1060, Zement nach DIN 1164 sowie Putz- und Mauerbinder nach DIN 4211 verwendet werden. Zum Aufmauern von leichten Trennwänden aus Platten, speziell Gipsplatten, darf auch Gipsmörtel verwendet werden.

6.2 Mörtelarten und Mörtelgruppen

Die zulässigen Anwendungsbereiche der einzelnen Mörtelarten und -gruppen sind in DIN 1053 festgelegt.

6.2.1 Normalmörtel

Baustellengefertigter Mörtel oder Werkmörtel mit einer Trockenrohichte von mindestens $1,5 \text{ kg/dm}^3$. Einteilung in die Mörtelgruppen und geforderte Zusammensetzung siehe Tabelle 6-1.

Mörtelgruppe	Luft- und Wasserkalk		Hydraulischer Kalk	Hochhydraulischer Kalk		
	Kalkteig	Kalkhydrat		Putz- u. Maueralk	Zement	Sand
I	1	-	-	-	-	4
	-	1	-	-	-	3
	-	-	1	-	-	3
	-	-	-	1	-	4,5
II	1,5	-	-	-	1	8
	-	2	-	-	1	8
	-	-	2	-	1	8
	-	-	-	1	-	3
II a	-	1	-	-	1	6
	-	-	-	2	1	8
III	-	-	-	-	1	4
III a	-	-	-	-	1	4

Tabelle 6-1 Normalmörtel nach DIN 1053 (Mischungsverhältnisse in Raumteilen)

6.2.2 Leichtmörtel

Werk – Trocken- oder Werk - Frischmörtel mit einer Trockenrohdichte von höchstens 1,0 kg/dm³. Einteilung in die Gruppen LM 21 und LM 36. Sie dienen zur Verringerung der Wärmeleitfähigkeit und damit zur Verbesserung des Wärmeschutzes der Wand. Als Zuschläge werden sowohl Leichtzuschläge nach DIN 4226 Teil 2 (z.B. Blähton, Bims und ähnliches) verwandt als auch besonders leichte mineralische Zuschläge (Blähglimmer, Blähperlite) oder Polystyrol - Perlen. Mörtel mit den zuletzt genannten Zuschlägen bedürfen einer bauaufsichtlichen Zulassung.

Wie Versuche gezeigt haben, verhält sich das unter Verwendung von Leichtmörtel hergestellte Mauerwerk in seinem Trag- und Verformungsverhalten stark abweichend von vergleichbarem Mauerwerk mit Normalmörtel gleicher Prismenfestigkeit. Deshalb sind Leichtmörtel nur bis zu Steinfestigkeitsklassen 28 anwendbar. Die Grundwerte der zulässigen Druckspannungen des Mauerwerks entsprechen etwa denen der Mörtelgruppe I bis II für Normalmörtel.

6.2.3 Dünnbettmörtel

Dünnbettmörtel sind Werk - Trockenmörtel, Bindemittel Zement, Zuschläge mit einem Größtkorn 1 mm und weitere Zusätze. Verarbeitung in einer Fugendicke von etwa 1 mm bis 3 mm Dicke (zur Verbesserung des Wärmeschutzes), d.h. wegen der hohen Anforderungen an die Toleranzen der Steinabmessungen Verwendung nur bei Gasbeton- und Kalksand - Plansteinen zulässig.

7 Bemessung von Rezeptmauerwerk; vereinfachter Nachweis

Nachstehend wird nur die vereinfachte Bemessung von RM nach DIN 1053 Teil 1 erläutert. Ein genauere Nachweis kann (auch für RM) nach DIN 1053 Teil 2 geführt werden. In der Praxis dürfte das genauere Verfahren nur für einzelne Bauteile und nur dann angewandt werden, wenn sie mit dem vereinfachten Verfahren nicht mehr oder nicht mehr wirtschaftlich nachzuweisen sind.

7.1 Voraussetzungen für vereinfachten Nachweis

Nachstehende Voraussetzungen müssen zutreffen:

1. Gebäudehöhe über Gelände (bei geneigten Dächern Mittelwert aus Trauf- und Firsthöhe) $h \leq 20 \text{ m}$.
(Bild 7-1)

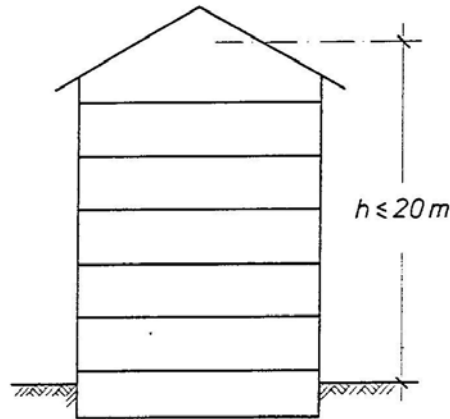


Bild 7-1 Zulässige Gebäudehöhe h für vereinfachten Nachweis

2. Stützweite der anliegenden Decken $l \leq 6,0 \text{ m}$ (Bild 7-2)
bei zweiachsig gespannten Decken ist für l die kürzere der beiden Stützweiten einzusetzen. Ausgenommen von dieser Anforderung sind Deckenauflager über Zentrierleisten.
3. Decken - Verkehrslast $p \leq 5,0 \text{ kN/m}^2$ (Bild 7-2).

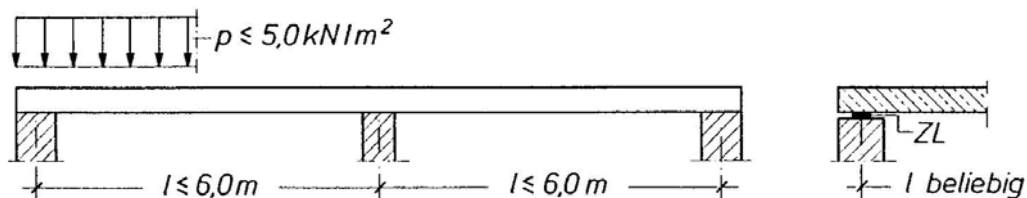


Bild 7-2 Zulässige Deckenstützweiten l und zulässige Verkehrslast p für vereinfachten Nachweis, bei Auflagerungen mit Zentrierleisten (ZL) l beliebig

4. Tragende Innenwände: Wanddicke d (Bild 7-3a):
 $d = 115 \dots < 240 \text{ mm}$ für $h_s \leq 2,75 \text{ m}$; $d \geq 240 \text{ mm}$ für beliebiges h_s
5. Tragende einschalige Außenwände: Wanddicke d (Bild 7-3b):
 $d = 175 \dots < 240 \text{ mm}$ für $h_s < 2,75 \text{ m}$; $d \geq 240 \text{ mm}$ für $h_s \leq 12 \cdot d$
6. Tragschalen von zweischaligen Außenwänden (Bild 7-3c):
 $d \geq 240 \text{ mm}$ für $h_s \leq 12 \cdot d$
 $d \geq 115 \text{ mm} \dots < 240 \text{ mm}$ für $h_s < 2,75 \text{ m}$,
jedoch $d < 175 \text{ mm}$ nur für Gebäude bis zu 2 Vollgeschossen + ausgebautem Dachgeschoß,
 $p \leq 3,0 \text{ kN/m}^2$, aussteifende Querwände im Abstand $e \leq 4,50 \text{ m}$ bzw. Randabstand von einer Öffnung $e \leq 2,0 \text{ m}$ (Bild 7-3d).
7. Wanddicken für nichttragende Außenwände (statische Funktion siehe 4.1):

Bei Ausfachungswänden ist ein statischer Nachweis nicht erforderlich, wenn

- die Wände vierseitig gehalten sind
- die nach DIN 1053 Teil 1 vorgegebenen Wanddicken in Abhängigkeit von der Ausfachungsfläche eingehalten werden
- Normalmörtel mindestens der Mörtelgruppe II verwendet wird.

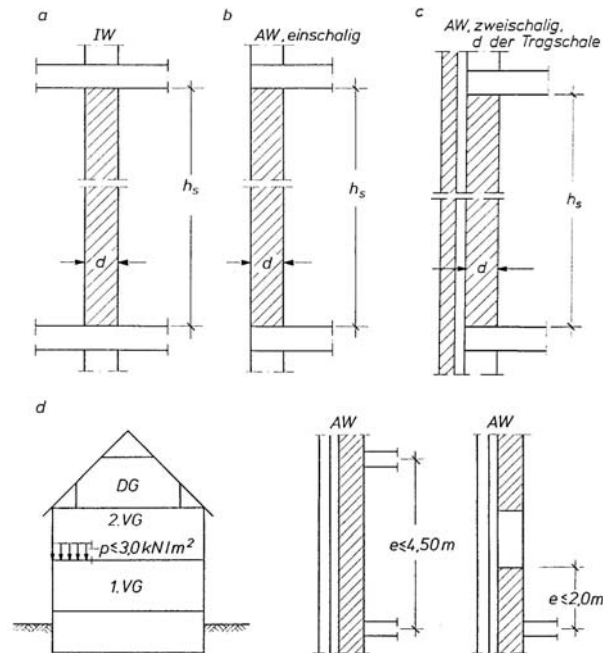


Bild 7-3 Mindestdicken d tragender Wände (vgl. Abschnitt 7.1 (4) bis (6))

Anmerkung:

Mindestdicke tragender Innen- und Außenwände (auch bei genauerem Nachweis) $d = 115$ mm. Mindestmaße tragender Pfeiler: 115 mm x 365 mm bzw. 175 mm x 240 mm.

7.2 Vereinfachter Spannungsnachweis bei zentrischer und exzentrischer Druckbeanspruchung

Es ist einzuhalten:

$$\sigma_D \leq \text{zul. } \sigma_D$$

7.2.1 Vorhandene Druckspannung σ_D

a) Für zentrische Belastung ergibt sich

$$\sigma_D = \frac{N}{A}$$

Bei exzentrischer Belastung ist zu beachten:

- Zugspannungen rechtwinklig zur Lagerfuge dürfen nicht in Rechnung gestellt werden;
 - Fugen dürfen sich rechnerisch höchstens bis zum Schwerpunkt des Querschnitts öffnen ("klaffende" Fuge)
- Somit ergeben sich je nach Größe der Ausmittigkeit e des Lastangriffes bei Rechteckquerschnitten der Größe b x d folgende Nachweise (Bild 7-4):

$$e > 0 \dots \frac{d}{6} : \sigma_D = \frac{N}{(b \cdot d)} + \frac{N \cdot e}{\left(b \cdot \frac{d^2}{6}\right)} = \frac{N}{(b \cdot d) \cdot \left(1 + 6 \frac{e}{d}\right)}$$

$$e > d/6 \dots d/3 : \sigma_D = \frac{2 \cdot N}{(3 \cdot b \cdot c)}$$

$$e > d/3 : \text{unzulässig, da } 3 \cdot c < d/2$$

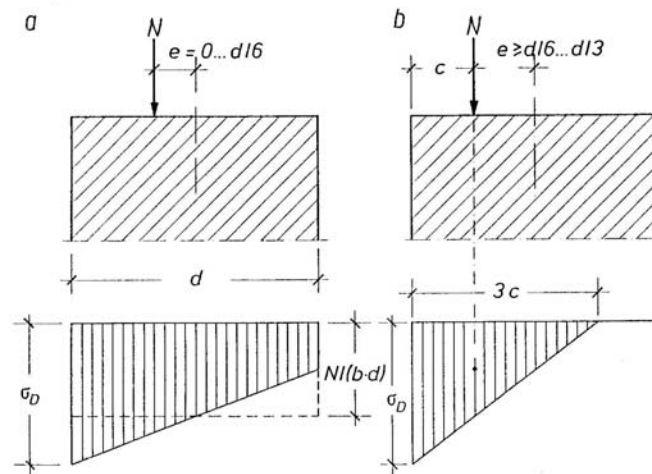


Bild 7-4 Exzentrizitäten e der Last N und zugehöriger rechnerischer Spannungsverlauf

Beim vereinfachten Nachweis brauchen folgende Exzentrizitäten nicht in Rechnung gestellt zu werden, da sie bereits bei der Größe der zulässigen Spannungen und in den konstruktiven Randbedingungen berücksichtigt wurden:

- Infolge Biegemomenten aus Deckeneinspannungen (auch nicht bei einseitigen Endauflagern von Decken, im Faktor k_3 berücksichtigt, vgl. 7.2.3,c)
- infolge Wind auf Außenwände, wenn ausreichende horizontale Halterungen der Wände vorhanden sind (z.B. Decken mit Scheibenwirkung oder statisch nachgewiesene Ringbalken)
- ungewollte Exzentrizitäten beim Knicknachweis.

Größere Exzentrizitäten sind dagegen zu berücksichtigen. Diese liegen z.B. beim Versatz der Achsen tragender Wände vor, wenn der Querschnitt der dickeren Wand den der dünneren nicht mehr umschreibt (Bild 3-1).

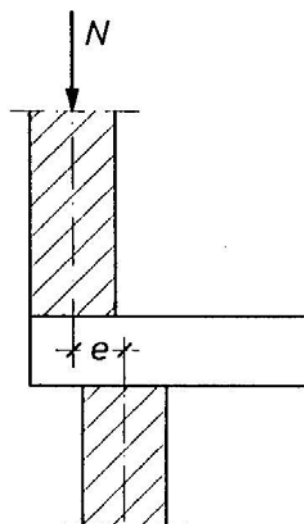


Bild 7-5 Zu berücksichtigende Exzentrizität e für Plattenbeanspruchung bei größerem Versatz

tragender Wände

Bei Wänden mit Scheibenbeanspruchung und klaffender Fuge ist zusätzlich nachzuweisen, daß die rechnerische Randdehnung infolge Scheibenbeanspruchung den Wert $\varepsilon_R = 10^{-4}$ nicht überschreitet, wobei für Mauerwerk $E = 3000 \sigma_0$ einzusetzen ist (Bild 7-6).

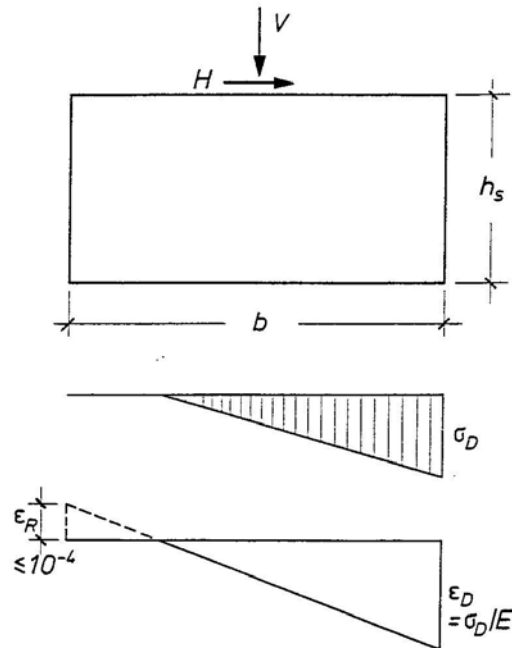


Bild 7-6 Zusätzliche Bedingung $\varepsilon_R \leq 10^{-4}$ für Wände mit Scheibenbeanspruchung und klaffender Fuge

7.2.2 Zulässige Druckspannungen zul. σ_D

Die zulässigen Druckspannungen ergeben sich aus

$$\text{zul. } \sigma_D = k \cdot \sigma_0$$

Darin sind

σ_0 : Grundwerte, für Mauerwerk mit Normalmörtel siehe Tabelle 7-1

k: Abminderungsfaktor (siehe Abschnitt 7.2.3)

Steinfestigkeitsklassen	Grundwerte σ_0 für Normalmörtel (MN/m ²) Mörtelgruppen				
	I	II	IIa	III	IIIa
2	0,3	0,5	0,5	-	-
4	0,4	0,7	0,8	0,9	-
6	0,5	0,9	1,0	1,2	-
8	0,6	1,0	1,2	1,4	-
12	0,8	1,2	1,6	1,8	1,9
20	1,0	1,6	1,9	2,4	3,0
28	-	1,8	2,03	3,0	3,5
36	-	-	-	3,5	4,0
48	-	-	-	4,0	4,5
60	-	-	-	4,5	5,0

Tabelle 7-1 Grundwerte σ_D der zulässigen Druckspannungen für Mauerwerk mit Normalmörtel

7.2.3 Abminderungsfaktor k , k_1 , k_2 , k_3

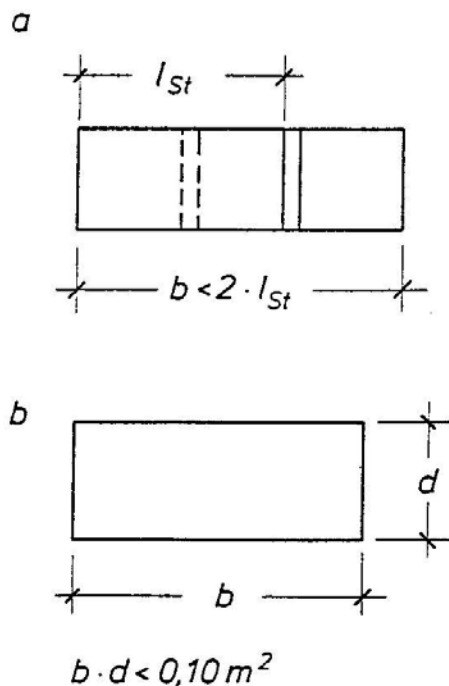
$k = k_1 \cdot k_2$ für Wände als Zwischenaullager

$k = k_1 \cdot k_2$ bzw. $k = k_1 \cdot k_3$ (kleinerer Wert maßgebend) für Wände als einseitiges Endauflager

a) k_1 zur Erhöhung des Sicherheitsbeiwertes bei Pfeilern und "kurzen Wänden"

$k_1 = 1,0$ für Wände

$k_1 = 0,8$ für Pfeiler und "kurze Wände" (Bild 7-7), Mindestquerschnittsfläche 0,04 m²

Bild 7-7 Bedingung a oder b für „kurze Wände“ l_{St} Länge eines ungeteilten Steins

b) k_2 wegen Traglastminderung bei Knickgefahr

Voraussetzung:

- in halber Geschoßhöhe treten nur Biegemomente aus Windlasten auf
- es greifen keine größeren Horizontallasten als Windlasten an
- vertikale Lasten mit größerer planmäßiger Exzentrizität sind nicht vorhanden (vgl. jedoch Bild 7-5).

$$k_2 = 1,0 \quad \text{für } h/d < 10$$

$$k_2 = (25 - h_K / d) / 15 \quad \text{für } 10 < h_K / d < 25$$

c) k_3 wegen Traglastminderung durch den Deckendrehwinkel bei Endauflagern von Decken (Bild 7.2-3a)

$$k_3 = 1,0 \quad \text{für } l < 4,20 \text{ m}$$

$$k_3 = 1,7 - l/6 \quad \text{für } 4,20 \text{ m} < l < 6,00 \text{ m}$$

$$k_3 = 1,0 \quad \text{für } l = \text{beliebig, wenn Zentrierleisten oder dgl. angeordnet sind}$$

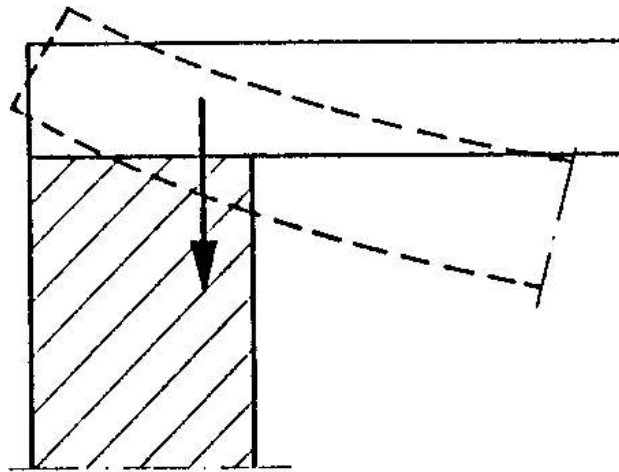


Bild 7-8 Traglastminderung der Wand durch Exzentrizität der Deckenauflast infolge Drehwinkel der Decke am Endauflager

7.2.4 Knicklänge h_K

a) zweiseitig gehaltene Wände (vgl. 8.8)

$$\text{Allgemein:} \quad h_K = h_s \quad (\text{Bild 7-9})$$

Bei Plattendecken und anderen flächig aufgelagerten Massivdecken Reduzierung der Knicklänge durch teilweise Einspannung der Wand in den Decken, wenn die Voraussetzungen nach Bild 7-10 eingehalten sind:

$$h_K = \beta \cdot h_s \quad (\text{Bild 7-9})$$

Darin ist, sofern kein genauere Nachweis nach Teil 2 erfolgt, anzunehmen:

$$\beta = 0,75 \quad \text{für } d \leq 175 \text{ mm}$$

$$\beta = 0,90 \quad \text{für } 175 \text{ mm} < d \leq 250$$

$$\beta = 1,0 \quad \text{für } d > 250 \text{ mm}$$

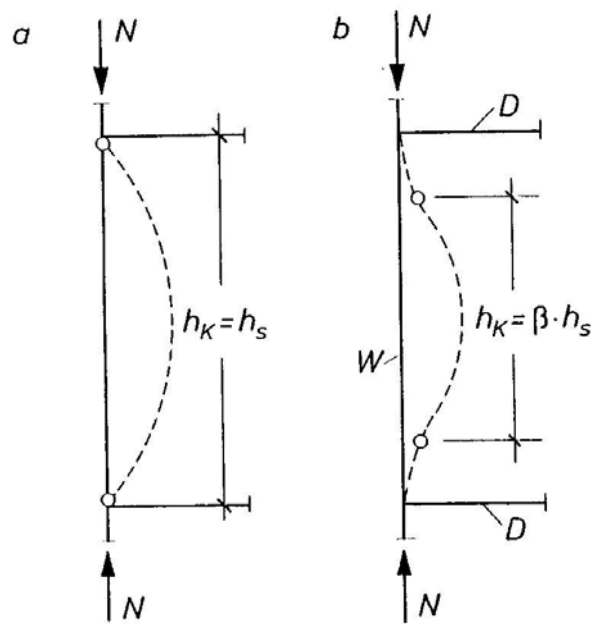


Bild 7-9 Knickfiguren für zweiseitig gehaltene Wände; a) gelenkige Halterung der Wand an beiden Enden; b) teilweise Einspannung der Wand (W) in den Decken (D)

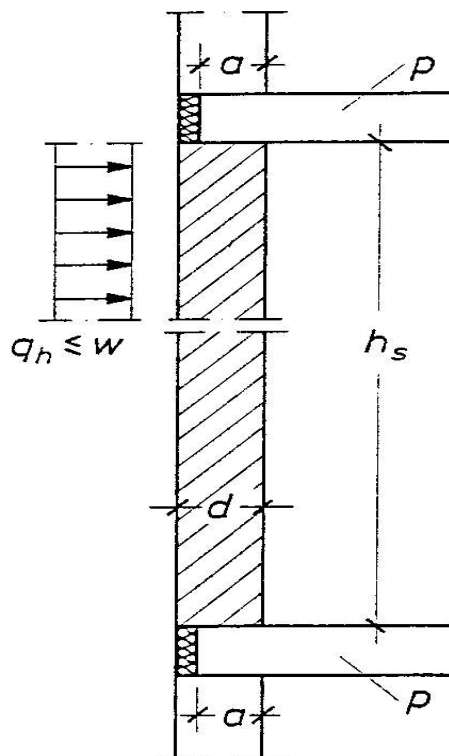


Bild 7-10 Zweiseitig gehaltene Wand, Voraussetzung für $h_K = \beta \cdot h_s$, P Plattendecke oder andere flächig gelagerte Decken, $d < 240 \text{ mm} : a = d$; $d \geq 240 \text{ mm} : a \geq 175 \text{ mm}$

b) Drei- und vierseitig gehaltene Wände (vgl. Abschnitt 8.8)

Es gilt:

$$h_K = \beta \cdot h_s$$

β ist für $h_s \leq 3,50$ m in Abhängigkeit von b (für vierseitig) und b' (für dreiseitig gehaltene Wände, Bild 7-11) DIN 1053 Teil 2 zu entnehmen, wenn kein genauere Nachweis für β nach DIN 1053 Teil 2 erfolgt:

$\beta = 0,35$ (für $b = 2,0$ m bzw. $b' = 0,65$ m) bis

$\beta = 0,90$ (für $b = 8,40$ m bzw. $b' = 2,80$ m).

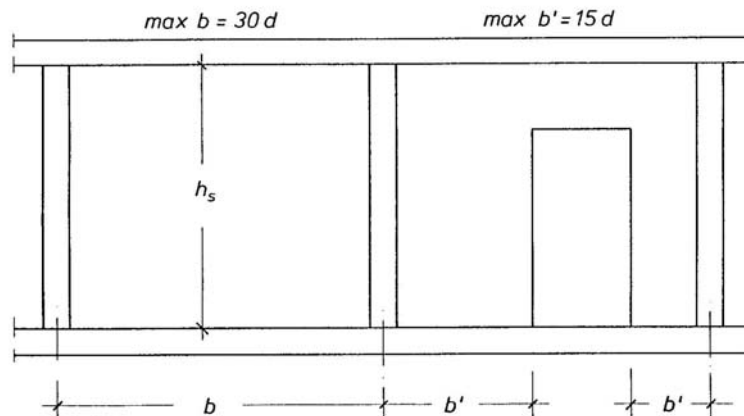


Bild 7-11 b für vierseitig, b' für dreiseitig gehaltene Wände

Ein kleinerer Faktor β als für eine zweiseitig gehaltene Wand braucht nicht verwendet zu werden.

Für $b > 30 \cdot d$ und $b' > 15 \cdot d$ sind die Wände als lediglich zweiseitig gehalten anzusehen.

Behandlung von drei- oder vierseitig gehaltenen Wänden mit Öffnungen oder lotrechten Schlitzfenstern/Nischen siehe Bild 7-12 bzw. Bild 7-13.

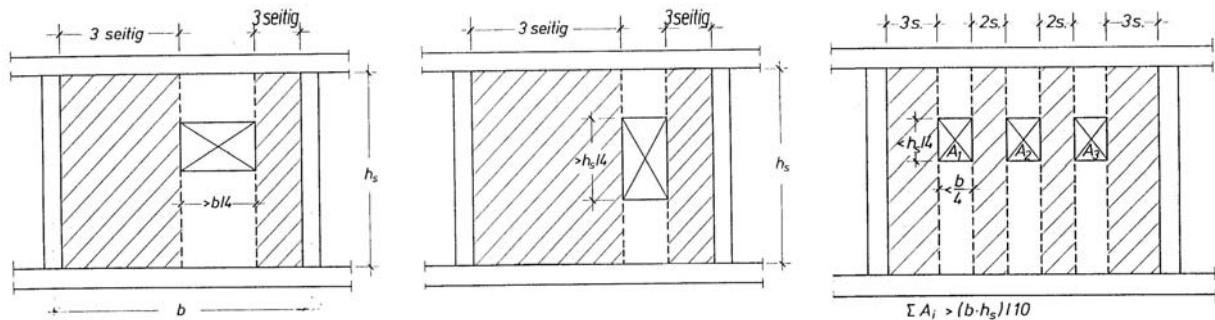


Bild 7-12 Annahmen für die Halterung von Wänden mit Öffnungen

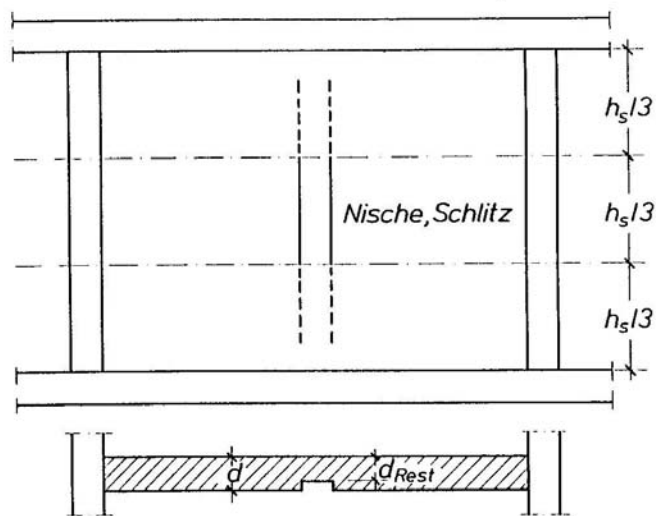


Bild 7-13 **Behandlung von Wänden mit Schlitz- oder Nischen, eingesetzte Wanddicke**
 = d_{Rest} : Wand gilt im Schlitz- oder Nischenbereich als gehalten
 = d : freier Rand im Schlitz- oder Nischenbereich
 Für $d_{\text{Rest}} < d/2$ oder $d_{\text{Rest}} < 115\text{mm}$: Schlitz/Nische ist als Öffnung anzusehen

7.3 Auflagerpressung

Innerhalb des Mauerwerks darf unter lotrechten Einzellasten eine Druckverteilung unter 60° angenommen werden, wenn ein sorgfältig ausgeführter Mauerwerksverband vorliegt, der die Aufnahme von Spaltzugkräften gewährleistet (Bild 7-14). Spannungsnachweise:

- unter Einzellasten $\sigma_D \leq 1,3 \cdot \sigma_0$
- in halber Wandhöhe $\sigma_D < \text{zul } \sigma_D$

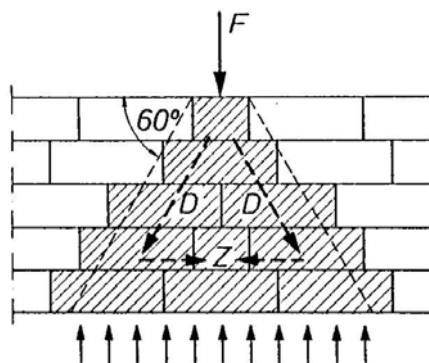


Bild 7-14 **Belastung durch lotrechte Einzellast, Annahme für Kräfteverlauf und für Verteilung der Druckspannungen**

7.4 Zugspannungen

Zugspannungen rechtwinklig zur Lagerfuge dürfen nicht in Rechnung gestellt werden (Bild 7-15b); Biegezug-

spannungen parallel zur Lagerfuge in Wandrichtung (Bild 7-15a) dürfen die in DIN 1053 Teil 1 vorgegebenen zulässigen Höchstwerte nicht überschreiten.

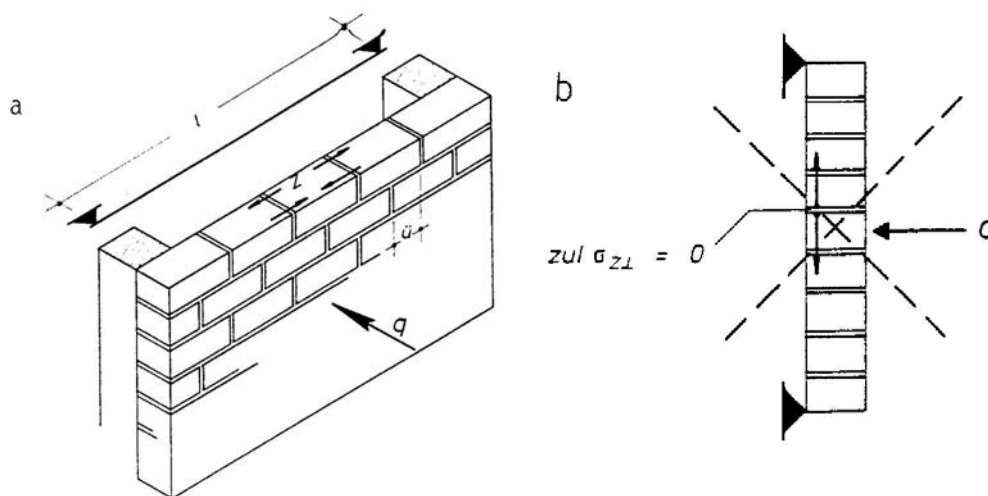


Bild 7-15 Zulässige (a) und unzulässige (b) Biegespannungen im Mauerwerk

7.5 Räumliche Steifigkeit des Gebäudes

Der Nachweis der Ableitung der waagerechten Windlasten in den Baugrund darf entfallen, wenn die Geschosdecken als steife Scheiben ausgebildet sind oder wenn statisch nachgewiesene Ringbalken vorliegen und wenn in Längs- und Querrichtung des Gebäudes eine offensichtlich ausreichende Anzahl von aussteifenden Querwänden ohne größere Schwächungen und ohne Versprünge vorhanden ist.

7.6 Schubnachweis für aussteifende Wände

Der Schubnachweis darf i.a. entfallen, wenn die räumliche Steifigkeit des Gebäudes nach 7.5 nicht nachgewiesen zu werden braucht.

Ist ein Schubnachweis erforderlich, so darf er für Rechteckquerschnitte unter Berücksichtigung der überdrückten Querschnittsfläche A vereinfachend wie folgt geführt werden (Bild 7-16):

$$\tau = 1,5 \cdot Q/A \leq \text{zul. } \tau$$

Angaben für zul. τ sind DIN 1053 Teil 1 zu entnehmen.

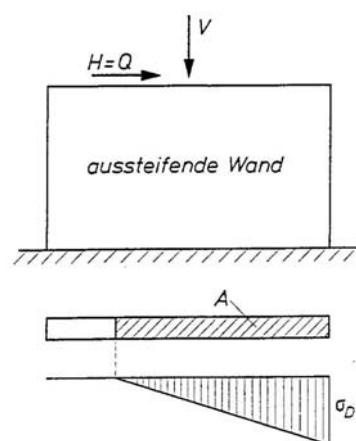


Bild 7-16 Schubnachweis für aussteifende Wände, Annahme**8 Bauteile und Konstruktionsdetails****8.1 Kellerwände ohne rechnerischen Nachweis**

Ein Nachweis für Kellerwände auf Erddruck darf entfallen, wenn die Bedingungen nach Bild 8-1 eingehalten sind und die Auflast innerhalb vorgegebener Grenzen liegt:

$$\max. N_0 \geq N_0 \geq \min N_0$$

wobei $\max. N_0 = 0,45 \cdot d \cdot \sigma_0$

$\min N_0$: siehe DIN 1053 Teil 1, Tabelle 7; Reduzierung von $\min N_0$, wenn Kellerwand zusätzlich durch Querwände oder dgl. im Abstand $b < 2 \cdot h_s$ gehalten ist

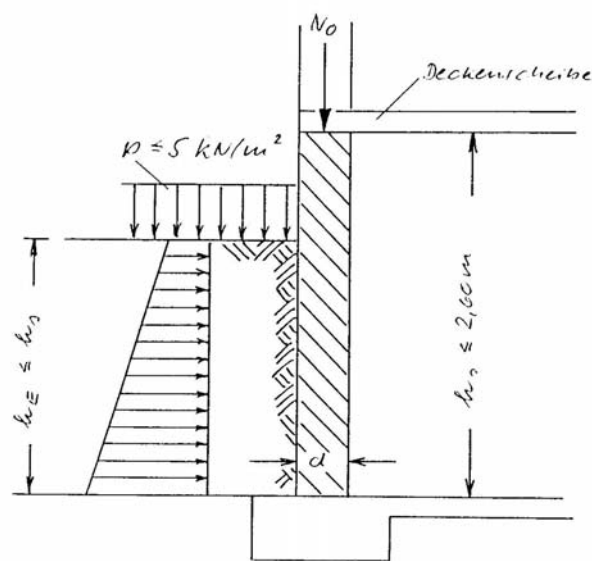


Bild 8-1 Bedingung für Kellerwände ohne Nachweis

8.2 Ringanker

Ringanker dienen zur Aufnahme von Zugkräften in Wand- und Deckenscheiben oder aus Verformungsunterschieden (Bild 8-2). Sie sind in allen Außenwänden und in jenen Querwänden, die als vertikale Scheiben horizontale Lasten abtragen, in jeder Deckenlage umlaufend anzuordnen, wenn

- die Gebäude mehr als 2 Vollgeschosse haben oder länger als 18 m sind
- die Wände besonders viele oder große Öffnungen aufweisen
- die Baugrundverhältnisse es erfordern

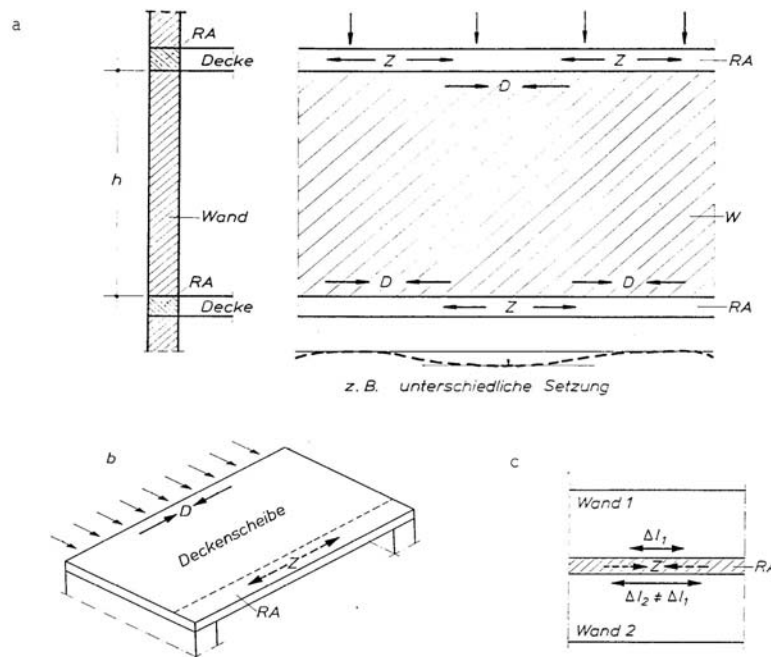


Bild 8-2 Funktionen des Ringankers RA : Aufnahme von Zugkräften in Wandscheiben (a) und Deckenscheiben (b) sowie aus Verformungsunterschieden angrenzender Wände (c)

Bei Unterbrechung des Ringankers, z.B. durch Öffnungen, ist seine Funktion durch andere Maßnahmen sicherzustellen. Ringanker müssen für eine Zugkraft von 30 kN unter Gebrauchslast bemessen sein. Sie können aus Stahlbeton, bewährtem Mauerwerk, Stahl oder aus Holz bestehen. Ringanker aus Stahlbeton müssen mit mindestens 2 durchlaufenden bzw. entsprechend gestoßenen Rundstäben (z.B. 2 Stäbe mit mindestens 10 mm Durchmesser) bewehrt sein. Parallel zum Ringanker verlaufende, durchgehende Bewehrungen dürfen voll angerechnet werden, wenn sie in Decken oder Stürzen im Abstand von höchstens 0,5 m von der Mittelebene der Wand bzw. der Decke liegen (Bild 8.2-2).

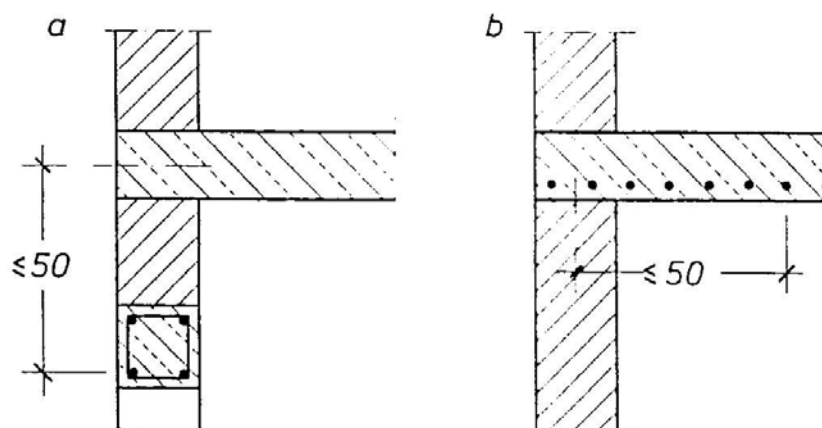


Bild 8-3 Auf Ringanker – Bewehrung anrechenbare Bewehrung von Stützen (a) oder Decken (b)

8.3 Ringbalken

Bei Decken ohne Scheibenwirkung sowie bei Dachdecken mit Gleitschichten unter den Deckenauflagern dienen auf Biegung (und ggf. Zug) beanspruchte Ringbalken durch Aufnahme und Weiterleitung horizontaler Lasten zur Aussteifung der Wände (Bild 8-4). Die Ringbalken sind für eine horizontale Last von 1/100 der vertikalen Last der Wände (Annahme: Schrägstellung der Wände), bei Außenwänden zusätzlich aus Wind, zu bemessen. Ringbalken sollten möglichst steif ausgebildet werden, damit in den auszusteienden Wänden Beeinträchtigungen durch zu große Formänderungen vermieden werden.

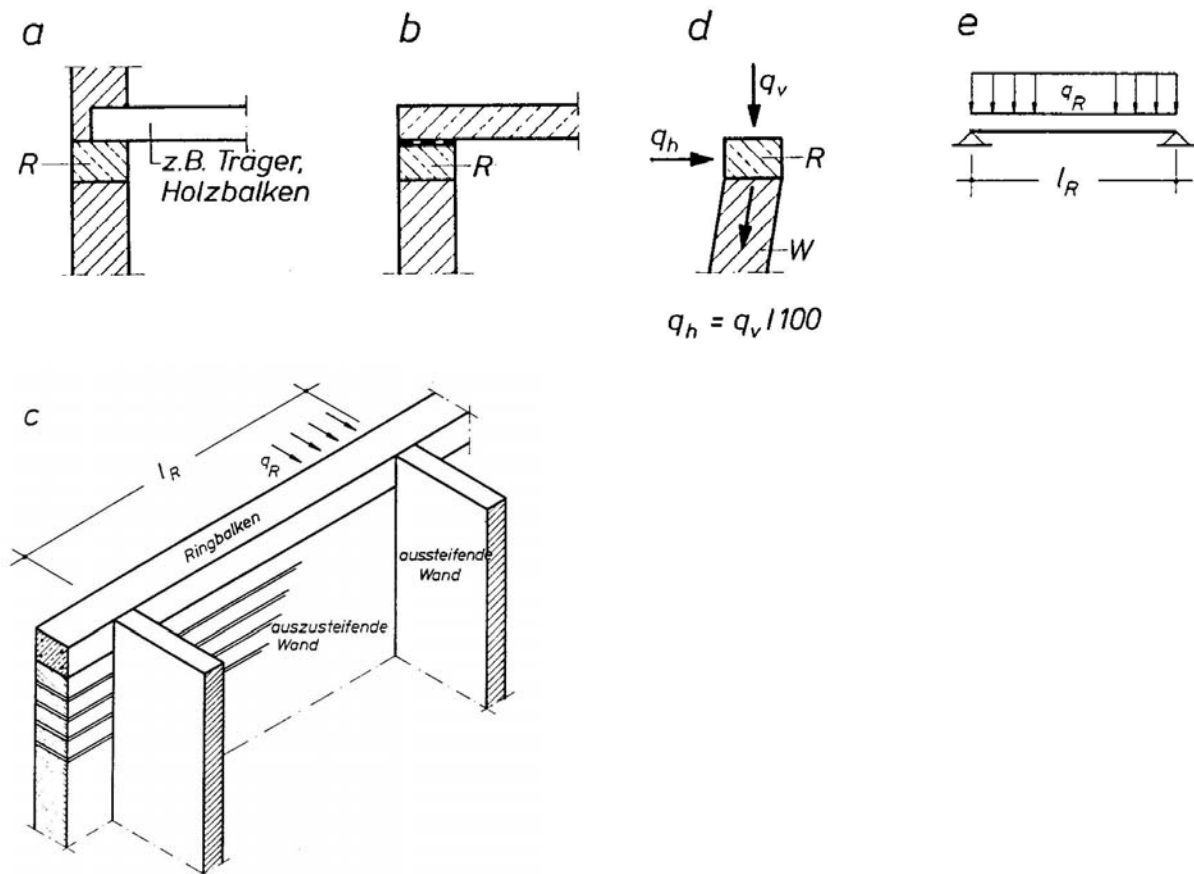


Bild 8-4 Erläuterung zum Ringbalken (R), erforderlich bei Decken ohne Scheibenwirkung (a) oder bei Deckenauflagern mit Gleitschichten (b), c Anforderungen, d Belastungen des Ringbalkens, e statisches System

8.4 Schlitz- und Aussparungen

Die Bedingungen, unter denen Schlitz- und Aussparungen bei der Bemessung von Mauerwerk nicht berücksichtigt zu werden brauchen, sind in DIN 1053 Teil 1, Abschnitt 8.3, festgelegt.

8.5 Außenwände

8.5.1 Konstruktionen

Folgende Ausführungen werden unterschieden (Bild 8-5):

- a) einschalige Wände
 - (1) geputzt
 - (2) ungeputzt (Verblendmauerwerk)
- b) zweischalige Wände
 - (3) mit Luftschicht
 - (4) mit Luftschicht und Wärmedämmung
 - (5) mit Kerndämmung (ohne Luftschicht)
 - (6) mit Putzschicht (Schalenfuge, ohne Luftschicht)

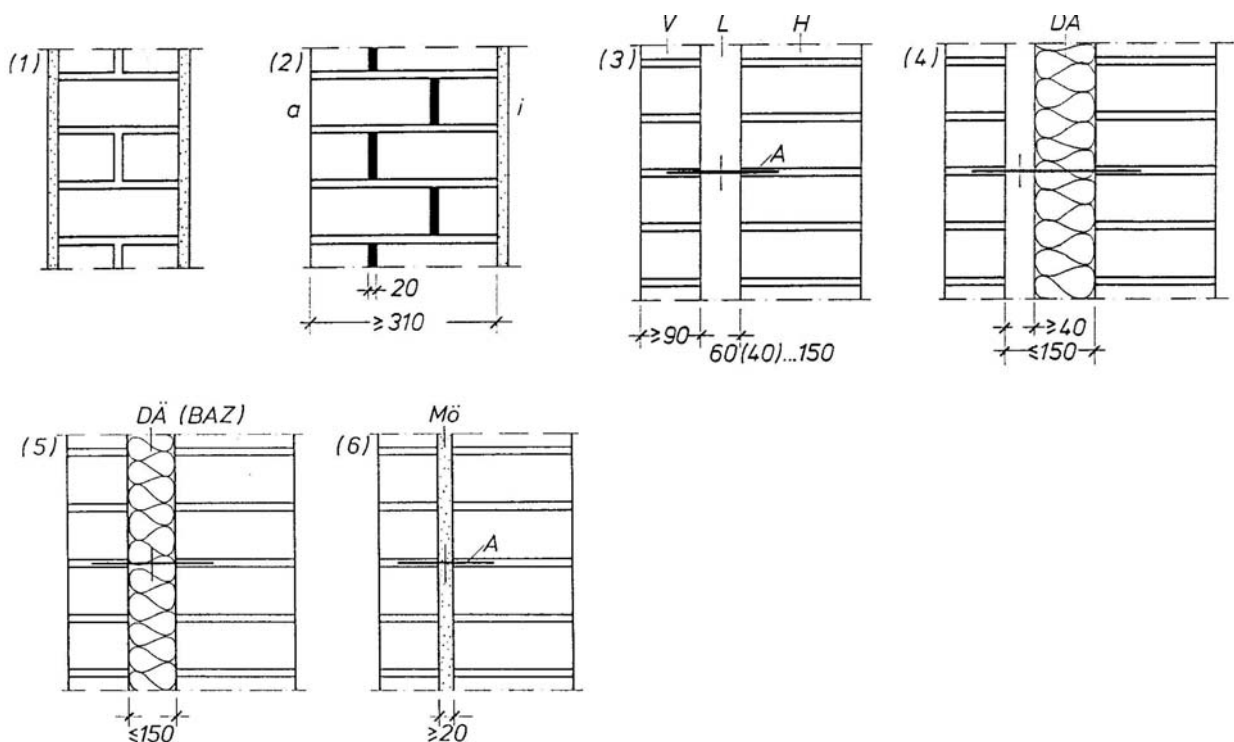


Bild 8-5 Außenwand – Konstruktionen, Erklärungen: V Verblendschale, H Hintermauerschale, L Luftschicht, A Drahtanker, DÄ Dämmschicht, DÄ (BAZ) DÄ mit bauaufschichtlicher Zulassung, MÖ Mörtelschicht (Schalenfuge)

8.5.2 Hinweise für Ausführung und Bemessung

Zu (2):

Mindestwanddicke 310 mm. In jeder Mauerschicht durchgehende, hohlraumfrei vermörtelte, 20 mm dicke Längsfuge erforderlich. Die Verblendung gehört zum tragenden Querschnitt. Maßgebend ist die niedrigste im Querschnitt verwendete Steinfestigkeitsklasse.

Zu (3) bis (6):

Für die Bemessung ist nur die Dicke der Hintermauerschale in Rechnung zu stellen. Minstdicke der Außenschale 90 mm. Angaben zur Verankerung der Verblendschale in der Hintermauerschale mit Drahtankern, zur erforderlichen Abfangung der Außenschale innerhalb vorgegebener Höhenabstände, zum Feuchteschutz im Wandfußpunkt, zur Ausbildung der Luftschicht, einschließlich der zugehörigen Öffnungen in der Verblendschale, zur Wahl und Anordnung der Dämmstoffe siehe DIN 1053 Teil 1, Abschnitt 8.4.3.

Zu (6):

Auf der Außenseite der Innenschale ist eine zusammenhängende Putzschicht aufzubringen. Davor ist die Außenschale so dicht wie möglich (Fingerspalt) zu errichten.

8.6 Gewölbewirkung über Wandöffnungen

Bei der Bemessung von Trägern über Öffnungen dürfen die Auflasten reduziert werden, wenn sich eine Gewölbewirkung ausbilden kann, dort also keine störenden Öffnungen vorhanden sind (Bild 8-6). Die einzusetzende Eigenlast aus dem belastenden Mauerwerk, die zu berücksichtigende, gleichmäßig verteilte Deckenlast sowie die Verteilung von Einzellasten gehen aus Bild 8-7 hervor.

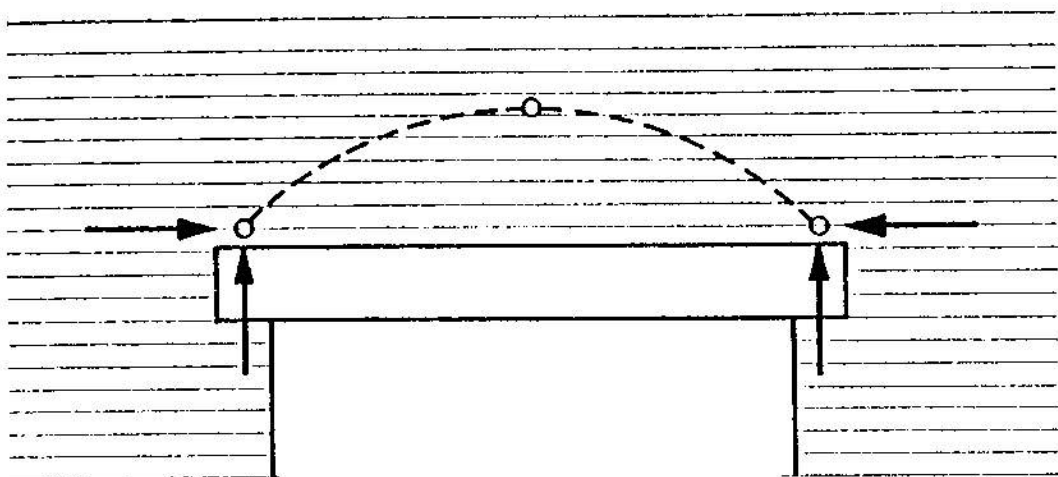


Bild 8-6 Voraussetzung für Gewölbewirkung: keine störenden Öffnungen in diesem Bereich

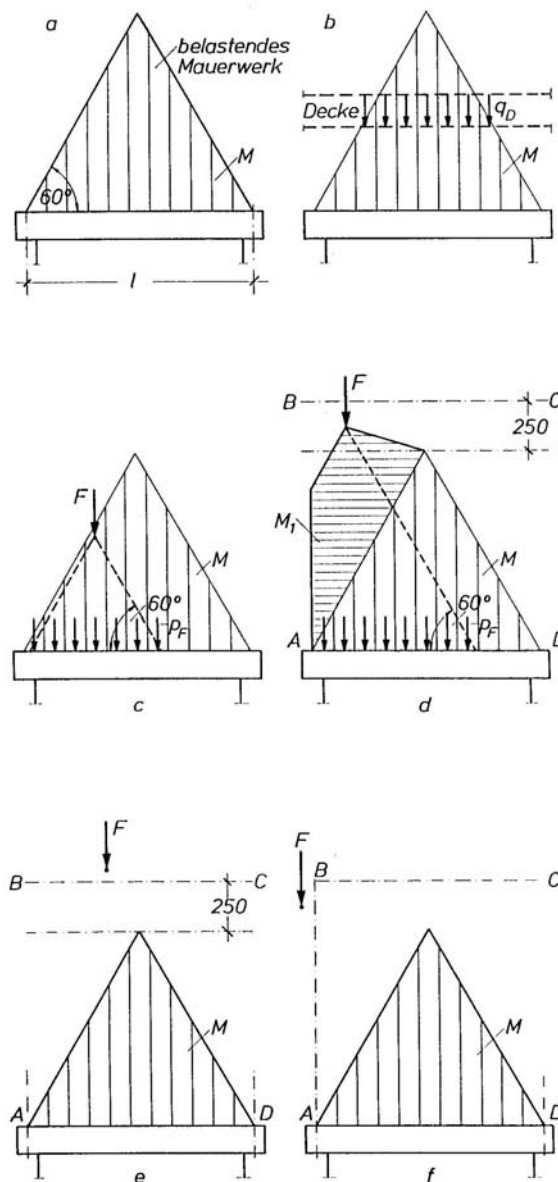


Bild 8-7

Zu berücksichtigende Lasten für die Bemessung von Trägern bei vorliegender Gewölbewirkung des darüberliegenden Mauerwerks ; a Eigenlast des belastenden Mauerwerks M , b mit zusätzlicher Deckenlast q_D ; c mit zusätzlicher Einzellast F innerhalb M : Verteilung von $F \Rightarrow p_F$; d Einzellast F außerhalb M , jedoch innerhalb des Bereiches $A-B-C-D$: Verteilung von $F \Rightarrow p_F$, zusätzliche Berücksichtigung des Mauerwerks M_1 ; e und f Einzellast außerhalb $A-B-C-D$: keine Berücksichtigung von F

8.7 Ausführung

a) Vermauerung im Verband

Die Stoß- und Längsfugen übereinanderliegender Schichten müssen entsprechend Bild 8-8 versetzt sein.

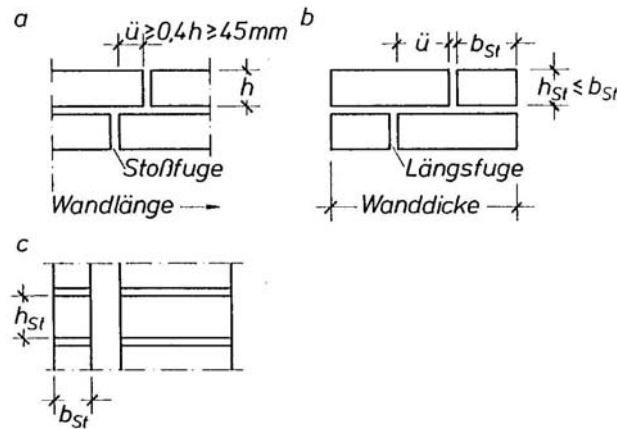


Bild 8-8 Anforderungen an die Ausführung von Mauerwerk ; a Überbindemaß \ddot{u} von Stoßfugen ; b \ddot{u} von Längsfugen sowie zulässige Steinhöhe h_{St} ; c in der Außenschale von zweischaligem Mauerwerk darf $h_{St} > b_{St}$ sein

b) Vermauerung ohne Stoßfugenvermörtelung

Auf die Vermörtelung der Stoßfugen darf verzichtet werden, wenn die Steine hinsichtlich ihrer Form und Maße geeignet sind und stumpf oder mit Verzahnung (Nut - Feder) knirsch verlegt werden (Beispiel siehe Bild 8-9).

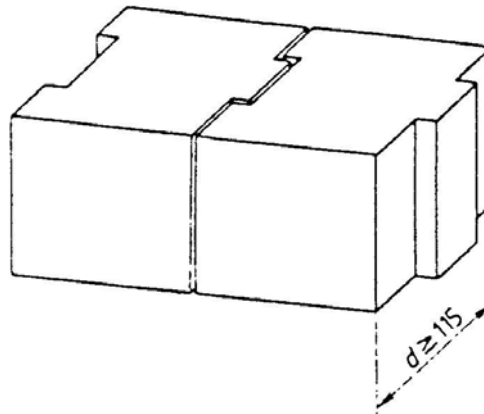


Bild 8-9 Vermauerung ohne Stoßfugenvermörtelung

8.8 Aussteifende Wände

Es werden freistellende sowie zwei-, drei- und vierseitig gehaltene Wände unterschieden (Bild 8.8-1). Die einzelnen Ränder müssen dabei unverschieblich gehalten sein (z.B. horizontal gehaltene Deckenscheiben oder Ringbalken sowie aussteifende Querwände).

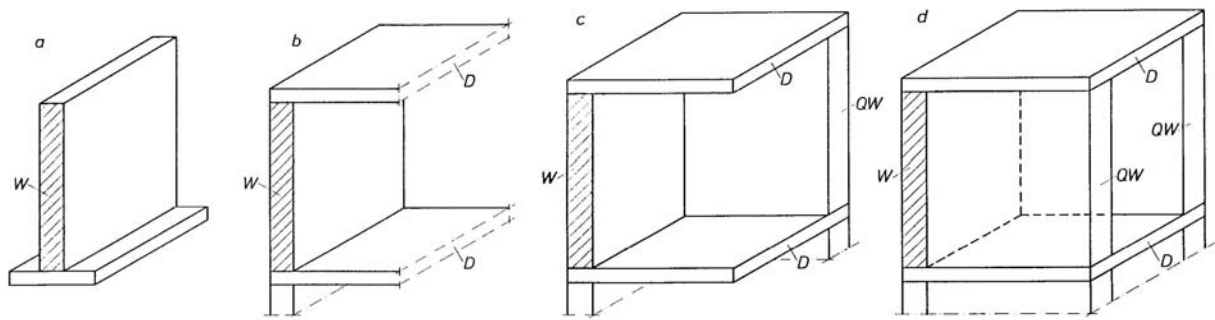


Bild 8-10 Unterschiedlich gehaltene Wände W (Beispiele); a freistehend; b zweiseitig; c dreiseitig; d vierseitig; D Deckenscheibe oder Ringbalken, QW aussteifende Querwand

Aussteifende Querwände (QW) liegen vor, wenn folgende Bedingungen eingehalten sind (Bild 8.8-2):

- Dicke $d_{QW} \geq 1/3 \cdot d$ der auszusteienden Wand, mindestens jedoch $d_{QW} = 115 \text{ mm}$; Länge $1_{QW} \geq h_s / 5$ bzw. bei angrenzenden Öffnungen mit der lichten Höhe h' mindestens $1_{QW} = h_s / 5$
- bei einseitig angeordneten Querwänden (Bild a und b) ist gleichzeitiges Hochführen im Verband oder andere zug- und druckfeste Verbindung (z.B. Anordnung von Flachstahlankern) erforderlich
- bei beidseitig angeordneten Querwänden darf auf die zug- und druckfeste Verbindung nur verzichtet werden, wenn die Querwände nicht versetzt sind und jede von ihnen die Bedingungen hinsichtlich Länge und Dicke erfüllt (Bild e)

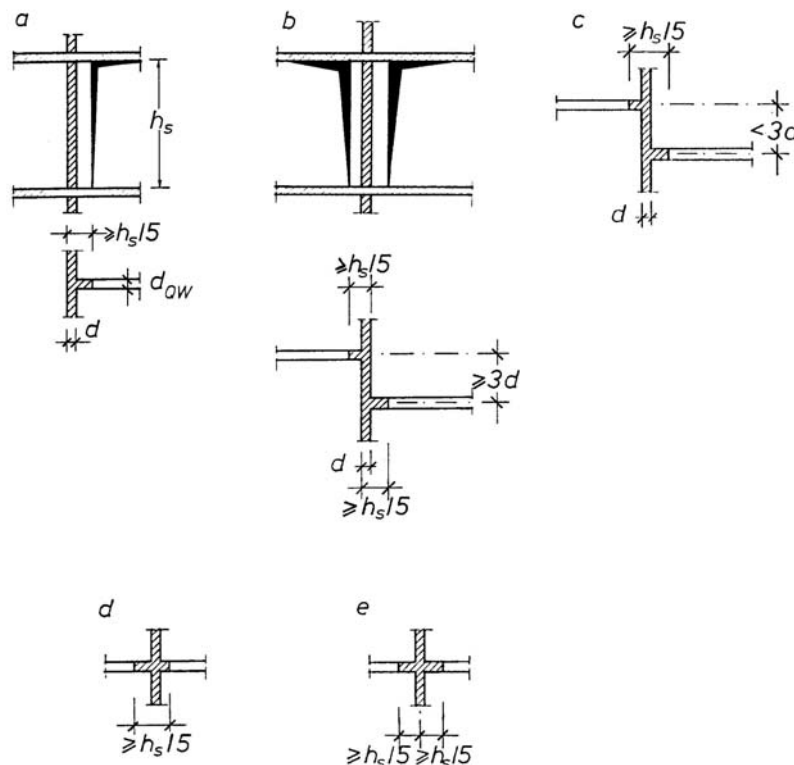


Bild 8-11 Bedingung für aussteifende Querwände; a und b einseitige Anordnung (zug- und druckfest mit der auszusteienden Wand verbunden); c und d beidseitige Anordnung; e beidseitige Anordnung, bei der auf die zug- und druckfeste Verbindung verzichtet werden kann

9 Verformungen von Mauerwerk und Konsequenzen

9.1 Allgemeines

Durch planerische oder bauliche Maßnahmen ist zu verhindern, daß Bauschäden infolge Formänderungen des Mauerwerks bzw. aus Zwängungen bei behinderten Formänderungen entstehen. Folgende Verformungen des Mauerwerks treten auf:

- elastische
- aus Kriechen
- aus Schwinden
- infolge Temperaturänderungen

9.2 9.2 Elastische Verformungen

Elastische Dehnung:

$$\varepsilon_{el} = \sigma/E$$

Rechenwerte (Mittelwerte) der E - Moduln für Mauerwerk in Abhängigkeit von der Steifigkeitsklasse und der Mörtelgruppe (unabhängig von der Steinart) siehe DIN 1053 Teil 2, Tab. 3 ($E = 2\,000 \dots 24\,000 \text{ MN/m}^2$). Wegen der Streuungen des Materials können Einzelwerte dabei bis zur Hälfte über oder unter den Rechenwerten liegen.

9.3 Kriechverformungen

Lastabhängiger, irreversibler Vorgang, etwa nach 4 Jahren weitestgehend beendet.

Kriechdehnung: $\varepsilon_k = \varphi_\infty \cdot \varepsilon_{el}$

Darin ist φ_∞ Endkriechzahl, nach DIN 1053 Teil 2 für die Steifigkeitsklassen 2 bis 6 / 12 bis 60:

- Mauerziegel 0,75/0,75
- Kalksand-, Beton-, Leichtbeton-, Gasbetonsteine 2,0 / 1,5

9.4 Schwindverformungen

Lastunabhängige Verformungen durch Schwinden (Volumenverminderung) und Quellen (-vergrößerung) infolge Feuchteabgabe bzw. -zunahme.

Feuchtedehnung: ε_f

Endwerte (Rechenwerte) der Feuchtedehnung in mm/m nach DIN 1053 Teil 2:

- Mauerziegel 0 (möglich: - 0,1 bis + 0,2)
- Kalksand-, Beton-, Leichtbeton-, Gasbetonsteine - 0,2

9.5 Temperaturverformungen

Temperaturverformung: $\varepsilon_T = \alpha_T \cdot \Delta \vartheta$

Wärmedehnkoeffizient α_T nach DIN 1053 Teil 2 in 10^{-6} K^{-1} :

- Mauerziegel 6
- Kalksand-, Gasbetonsteine 8
- Beton-, Leichtbetonsteine 10

$\Delta \vartheta$: Temperaturdifferenz in der Schwerachse des Querschnittes

9.6 Beispiele für verformungsbedingte Bauschäden, Konsequenzen

9.6.1 Rißbildung in den Querwänden (Bild 9-1)

In den oberen Geschossen höherer Gebäude Rißbildungen in den Querwänden, die mit den Außenwänden im Verband gemauert sind, nach unten hin abnehmend.

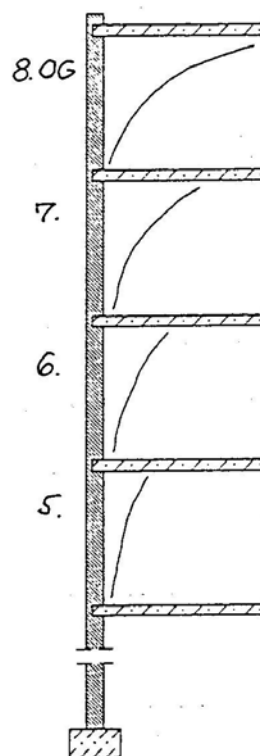


Bild 9-1 Rißbildung in den Querwänden QW höherer Gebäude

Grund: Die Querwände (QW) weisen größere (negative) Verformungen auf, sie hängen sich an den weniger verformten Außenwänden (AW) auf (Bild 9-2).

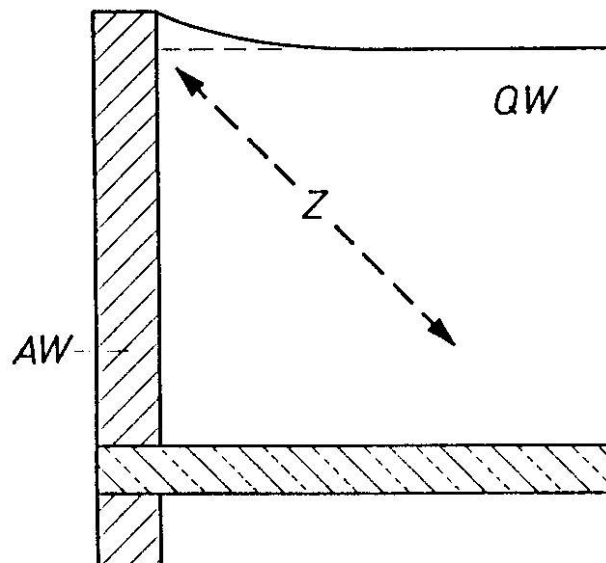


Bild 9-2 Zwängungskräfte (Zug) für die Querwand durch Behinderung der Verkürzung der Querwand QW infolge Anbindung an die Außenwand AW

Ursachen:

- größere elastische Verformungen Δh_{el} der QW gegenüber der AW (höhere Belastung, geringere Dicke)
- größere Kriechverformungen Δh_k der QW infolge größerem Δh_{el} (zusätzlicher Unterschied, wenn aus Gründen des Wärmeschutzes außen Mauerziegel, innen wegen des Schallschutzes Kalksandsteine verwendet werden)
- größere Schwindverformungen Δh_f der Querwände infolge stärkerer Austrocknung als bei Außenwänden; demgegenüber bei Außenwänden zusätzliche Befeuchtung infolge Schlagregen möglich
- größere Temperaturdehnungen Δh_T der Außenwände infolge Sonnenwärmeeinstrahlung als bei den Querwänden

Konsequenzen zur Verringerung dieser Rißgefahr:

- möglichst gleiche elastische und Kriechverformungen für Wände AW und QW durch annähernd gleiche Normalspannungen und Verformungseigenschaften; sorgfältige Auswahl bei Mischmauerwerk
- Verringerung der Schwindverformungen durch Verwendung trockener Steine und der Quellung durch regendichten Wetterschutz
- Verringerung der Temperaturdehnung der AW durch außen vorgesetzten Wärmeschutz

9.6.2 Rißbildung in Außenwänden (Bild 9-3)

Rißbildung in AW, wenn AW und QW miteinander im Verband gemauert wurden und sich AW stärker verkürzen als QW.

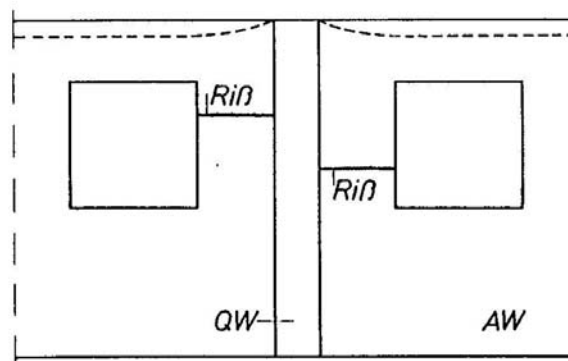


Bild 9-3 Rißbildung in der AW infolge Verkürzung der AW gegenüber der QW

Ursache wieder: behinderte Verformungen \Rightarrow Zwängungszugspannungen senkrecht Lagerfuge und überschreiten ihrer Haftzugfestigkeit. Verminderung dieser Rißgefahr siehe Abschnitt 9.6.1.

9.6.3 Zweischaliges Mauerwerk

Grundsätzlich besondere Empfindlichkeit der Außenschale gegen Rißgefahr, zumal sie nur geringe lotrechte Lasten erhält, z.B. bei folgenden Ausführungen:

a) Mauerwerk mit Luftschicht mit Kalksandstein - Verblendung außen und Ziegelmauerwerk als Hintermauerung.

Ursache:

1. große Wärmedehnungen der Außenschale, praktisch keine der Innenschale,
2. großes Schwindmaß der Außenschale, praktisch keines der Innenschale.

Vermeidung:

1. möglichst gleiche Materialien für beide Schalen,
2. geringere Abstände von Dehnungsfugen in der Außenschale (je nach vorliegender Wandkonstruktion für Außenschale aus Kalksandstein ca. 8 bis 16 m).

b) Mauerwerk mit Kerndämmung

Ursache:

große Temperaturdehnungen in der Außenschale wegen stärkerer Aufheizung im Sommer und stärkerer Abkühlung im Winter (noch kritischer als Sommer) als bei einschaligem Mauerwerk.

Vermeidung:

geringere Abstände der Dehnungsfugen in der Außenschale, vor allem auch an den Gebäudeecken anordnen.

c) Mauerwerk mit Schalenfuge: Gefahr des lotrechten Abrisses in der Schalenfuge, wenn z.B. Kombination Kalksandstein für Außen - und Ziegel für Innenschale.