



MauerWerk™
Das Lehrportal

MauerWerk – Das Lehrportal

Grundlagen des Mauerwerksbaus

Script I

1 Grundlagen und Baustoffe des Mauerwerksbaus

1.1 Funktionalität von Mauerwerk

1.1.1 Schutzfunktionen

Im Verband hergestelltes Mauerwerk erfüllt eine Vielzahl von Funktionen gleichzeitig:

- Raumabschluss (untereinander und nach außen)
- Tragkonstruktion/Lastabtrag
- (Fassaden-) Gestaltung des Bauwerks
- Schallschutz
- Schutz vor Kälte
- Wärmeschutz
- Brandschutz
- Schutz vor Witterungseinflüssen

Aus künstlichen Steinen erstellte Wände und Decken umhüllen bewohnten oder anderweitig genutzten Raum und schützen vor Einblick. Die Raumbildung wird im Mauerwerksbau insbesondere durch das rechteckige Format der Steine bestimmt, so dass rechteckige Grundrissformen vorteilhaft sind. Durch die Wahl geeigneter Steingrößen bzw. leicht zusägbarer Mauersteinblöcke und entsprechende Fugenausbildung sind aber auch gekrümmte Mauerwerkswände möglich. Mauerwerk wird heutzutage überwiegend für vertikale Tragelemente (Wände, Pfeiler) eingesetzt, während es früher durch Aktivierung der Gewölbewirkung auch zum horizontalen Raumabschluss (z. B. Decken) verwendet wurde.

Aufgrund seiner relativ hohen Druckfestigkeit ist Mauerwerk in erster Linie zur Abtragung senkrecht zur Lagerfuge einwirkender Normalkräfte geeignet. Eine aus Stein und Mörtel im Verband erstellte Wand weist jedoch auch eine nicht unerhebliche Schubfestigkeit - insbesondere in Wandlängsrichtung - auf, sodass Mauerwerkswände der Aussteifung von Gebäuden gegen angreifende Horizontalkräfte dienen können. Mauerwerkswände sind aufgrund ihrer geringen Zug- und Biegezugfestigkeit nur sehr bedingt in der Lage Biegebeanspruchungen abzutragen. Für die Tragfähigkeit einer Mauerwerkswand sind die Mauerdicke, die Stein- und Mörtelfestigkeit, die Konstruktion und die Verbindung mit anderen Wänden und Decken ausschlaggebend.

Äußere Wände dienen u. a. dem Witterungsschutz und sind in Bezug auf Material, Mauerstärke und Wandaufbau so auszubilden, dass es zu keiner Durchfeuchtung bis zur inneren Wandoberfläche kommt.

Außenwände, Wohnungstrennwände und Treppenhauswände müssen den in der Energieeinsparverordnung (EnEV) in der jeweils gültigen Fassung geforderten Wärmeschutz erfüllen. Dieser richtet sich nach der Gesamtenergiebilanz des Gebäudes.

Bezüglich des Schallschutzes von Wohnungstrennwänden und Treppenhauswänden sind die Anforderungen nach DIN 4109 zu erfüllen, wobei zwischen normalem und erhöhtem Schallschutz zu unterscheiden ist. Gleiches gilt zwischen Wohnräumen und Räumen mit anderer Nutzung (z.B. Arbeitsräume, Maschinenräume etc.). Auch Außenwände sollten hinreichenden Schallschutz gegen Verkehrslärm aufweisen. Die Schalldämmung einschaliger Wände hängt im Wesentlichen vom Wandgewicht (höheres Gewicht = besserer Schallschutz) ab, welches durch Wandstärke, Rohdichte, Lochbild und Fugenprofil beeinflusst wird. Ein Putz verbessert die Schalldämmung beträchtlich, insbesondere bei Mauerwerk ohne Stoßfugenvermörtelung. Schallbrücken zwischen Wand und Decke sowie im Bereich von Wandöffnungen (Türen, Fenster) müssen vermieden werden. Bei zweischaliger Ausführung von Haustrennwänden mit Schallschutzlängsfuge genügen geringere Wandgewichte, wenn die Fuge eine entsprechende Dicke und/oder mineralische Dämmeinlagen aufweist.

Grundsätzlich sind sämtliche Mauersteine nicht brennbar und damit der Baustoffklasse A1 nach DIN EN 771 zuzuordnen. In brandschutztechnischer Hinsicht werden tragende und nichttragende sowie raumabschließende und nichtraumabschließende Wände unterschieden. Um das Übergreifen eines Feuers auf benachbarte Gebäudeteile zu vermeiden, müssen in bestimmten Abständen Brandwände oder Komplextrennwände mit erhöhten Brandschutzanforderungen angeordnet werden. Das Tragverhalten von Mauerwerkswänden und Mauerwerkspfeilern hängt im Brandfall im Wesentlichen vom Wandgewicht und vom Ausnutzungsgrad nach DIN EN 1996-1-1/NA (N_{Ed} / N_{Rd}) ab. In Abhängigkeit des erforderlichen Feuerwiderstands sind je nach Wandkonstruktion unterschiedliche Mindestwandstärken erforderlich.

Die wesentlichen bauphysikalischen Einwirkungen auf die Mauerwerkswände zeigt Bild 1-1.

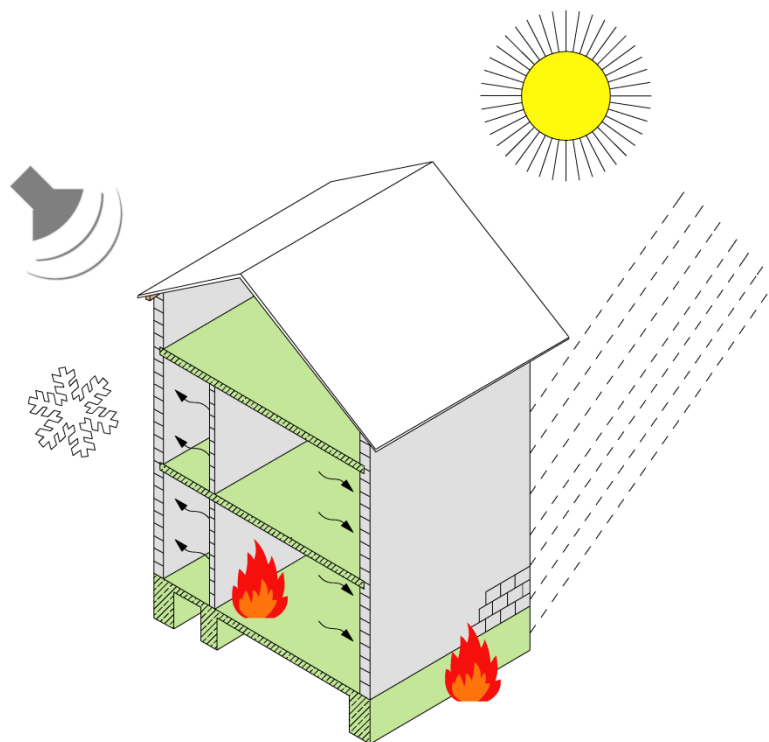


Bild 1-1: Bauphysikalische Anforderungen an Mauerwerk

1.1.2 Geschichtliche Entwicklung

Mauerwerk aus künstlichen Steinen weist eine mehr als 6000jährige geschichtliche Entwicklung auf, in der es sich permanent wechselnden Anforderungen anpassen musste. So entwickelte sich ausgehend von den Lehmziegelbauten der antiken Hochkulturen des Zweistromlandes zwischen Euphrat und Tigris sowie des alten Ägyptens, die römische Wölbekunst mit gebrannten Tonziegeln für Thermen, Aquädukte und sonstige Zweckbauten. Mauerwerk aus Tonziegeln wurde auch als äußere Schale für Gussmauerwerk (Opus Caementitium) verwendet. Im frühen Mittelalter (ab dem 5. Jhd. n. Chr.) gerät die Kunstfertigkeit der Ziegelherstellung in Mitteleuropa zunehmend in Vergessenheit und es entstehen in 1. Linie Holzhäuser. Erst ab dem 8. Jhd. n. Chr. sind in Deutschland wieder Ziegelbauten anzutreffen (Aachener Kaiserpfalz; Basilika in Steinbach bei Michelstadt), wobei vorzugsweise römisches Ziegelmateriale Verwendung findet. Mit der Gründung größerer Städte in natursteinarmen Regionen wie Flandern, den Niederlanden und Nord-deutschland gewinnt der Backsteinbau im Hoch- und Spätmittelalter zunehmend an Bedeutung (z.B. Lübecker Dom 1173). Im 15. Jhd. gelingt Brunelleschi (1377 - 1446) beim Bau des Domes in Florenz die gerüstfreie Überwölbung einer zweischaligen Kuppel mit 42 m Durchmesser mit Hilfe einer besonderen Verlegetechnik. Im 17. und 18. Jahrhundert - bedingt durch die riesigen Bauvorhaben der barocken Klöster - erhält Backstein (Ziegel) als Baustoff wieder große Bedeutung, wobei die Oberflächen in der Regel verputzt bleiben.

Das 19. Jahrhundert mit seinem hohen Materialbedarf für die Herstellung massiver Bauwerke anstelle von Holzhäusern löste allmählich einen Prozess aus, der zur Industrialisierung der Ziegelherstellung führte. An die Stelle der Feldbrandmeiler in örtlicher Nähe der Bauvorhaben traten ab Mitte des 19. Jhd. industrielle Ziegeleien, die mit Hilfe von Maschinen (wie z.B. der Strangpresse) und dem Brennen im Ringofen den Ausstoß enorm steigerten. Verbesserte Transportmöglichkeiten, Formatierung und Normierung der Steinabmessungen (Reichsformat, Dünnsformat, Normalformat) und ein geregelter Verband sind Entwicklungen, die Unabhängigkeit des Materials vom Bauplatz und weitere ökonomische Vorteile mit sich bringen.

Etwa zu dieser Zeit, in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts, begannen außerdem die ersten Versuche, Steine aus Kalkmörtel herzustellen. Problematisch war zunächst, eine ausreichende Steinfestigkeit zu erreichen, was schließlich im Jahr 1880 durch die Härtung der Kalksandsteine unter Dampfdruck gelöst werden konnte. Daraufhin folgte nach kurzer Zeit der Beginn der industriellen Herstellung durch mechanische Pressen und befahrbare Härtekessel.

Im 20. Jahrhundert wird Mauerwerk aus künstlichen Steinen überwiegend zur Herstellung vertikaler Traglieder (Wandscheiben, Pfeiler) eingesetzt, während horizontale Tragglieder (Balken und Decken) vorwiegend aus Beton oder Stahl bestehen. Im Stahlbetonskelettbau - ähnlich wie bei den Fachwerkbauten des Mittelalters - dient nichttragendes Mauerwerk dem Raumabschluss. Innerhalb des Gebäudes wird für nichttragende Innenwände vielfach Mauerwerk eingesetzt. Darüber hinaus sind verschiedene Weiterentwicklungen auf den Markt gebracht worden, die verbesserte Wärmedämmeigenschaften aufweisen:

- der gelochte Mauerziegel,
- der porosierte Leichtziegel
- der Porenbetonstein.

In den vergangenen vier Jahrzehnten werden immer häufiger Kalksandsteine und Porenbetonsteine, zum Teil auch Betonsteine, mit deutlich vergrößerten Steinabmessungen -

sogenannte großformatige Steine und Planelemente - im Mauerwerksbau verwendet. Diese Steine müssen aufgrund ihres Gewichtes maschinell mit Minikränen versetzt werden. Die hohe Rohdichte von Kalksandstein führt im Gegenzug dazu, dass diese Mauersteine verbesserte Schallschutzeigenschaften aufweisen.

Heutzutage werden Mauerwerksbauten im üblichen Hochbau normativ so ausgelegt, dass eine Nutzungsdauer von 50 Jahren ohne größere Instandsetzungsmaßnahmen gewährleistet ist. Dass die Lebensdauer wesentlich höher sein kann, bezeugen die noch immer erhaltenen Bauten aus Mittelalter und Antike.



Bild 1-2: Chinesische Mauer (ca. 7. Jh. v. Chr.) und Pont du Gard, Südfrankreich (1. Jh. v. Chr.)



Bild 1-3: Hagia Sophia, Türkei (532 - 537 n. Chr.) und Petersdom, Rom (1506 - 1626 n. Chr.)





Bild 1-4: Beispiele aktueller Mauerwerksgebäude

1.2 Baustoffe für Mauerwerk

1.2.1 Allgemeines

Mauerwerk ist ein hybrides Baumaterial und besteht aus den Komponenten Mauerstein und Mauermörtel, wobei die Steine im Versatz angeordnet werden. Es wird „im Verband“ gemauert (s. Kap. 1.3.2). Entsprechend den Vorschriften können in Mauerwerksbauteilen Mauerziegel, Kalksandsteine, Beton- und Leichtbetonsteine, Porenbetonsteine und Natursteine verwendet werden. Die verwendeten Mauersteine lassen sich wiederum nach Steinformat, Querschnitt, Steindruckfestigkeit, Steinzugfestigkeit, Trockenrohichte und Wärmeleitfähigkeit differenzieren.

Der Mauermörtel kann nach DIN 20000-412 in die Mörtelarten Normalmauermörtel, Dünnbettmörtel und Leichtmauermörtel eingeteilt werden. Für Baustellenmauermörtel gilt DIN 18580.

1.2.2 Mauerziegel

Mauerziegel bestehen im Wesentlichen aus Lehm und Ton und werden zum Teil unter Zugabe von Sägemehl oder Polystyrol zur Verringerung der Rohdichte durch Brennen hergestellt. Sie zeichnen sich dadurch aus, dass sie auch bei niedrigen Rohdichten vergleichsweise hohe Festigkeiten aufweisen. Außerdem besitzen sie je nach Rohdichte eine hohe Schalldämmung sowie eine gute Wärmedämmung und eine große Wärmespeicherfähigkeit. Mauerziegel können als Vollziegel oder gelocht gefertigt werden, wobei sowohl horizontal gelochte Langlochziegel als auch vertikal gelochte Hochlochziegel existieren. Am häufigsten wird im üblichen Hochbau derzeit der Hochlochziegel verwendet.

Aufgrund der immer stärker werdenden Anforderungen an die Wärmedämmung bei (Wohn-) Gebäuden wurden hochwärmedämmende Mauerziegel mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung auf Basis der Hochlochziegel entwickelt, die heutzutage zunehmend Verwendung finden. Die hochwärmedämmende Wirkung kann dabei auf zwei Arten erreicht werden: Zum einen wird das Lochbild derart wärmetechnisch optimiert, dass dem Wärmestrom ein möglichst großer Widerstand entgegensteht, zum anderen werden die Hohlräume mit Dämmstoffen gefüllt. Hierfür werden beispielsweise hydrophobisierte Perlite- oder Mineralfaserdämmstoffe eingesetzt.

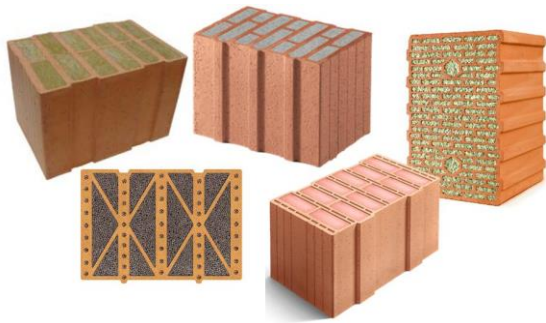


Bild 1-5: Beispiele zu Ziegelmauerwerk

1.2.3 Kalksandstein

Als Grundmaterial wird bei Kalksandsteinen Kalk und Sand (oder allgemein: ein kiesel säurehaltiger Zuschlag) verwendet. Das Verhältnis von Kalk zu Sand beträgt dabei etwa 1 : 12. Nach dem Verdichten und Formen der Steine werden diese unter Wasserdampfdruck bei ca. 200°C gehärtet. Kalksandsteine weisen aufgrund des relativ hohen spezifischen Gewichtes gute Schalldämmeigenschaften und hohe Festigkeiten auf.

Kalksandsteine gibt es als klein- und mittelformatige Voll- und Lochsteine (auch als Plansteine) sowie als großformatige KS XL Elemente. Es werden auch sogenannte KS XL-E - Steine angeboten, in denen auch nachträglich noch Elektroleitungen verlegt werden können, ohne Schlitz fräsen zu müssen. Kalksandsteine haben an den Stirnseiten in der Regel ein Nut-Feder-System. Darüber hinaus kommen auch spezielle Steine für Sichtmauerwerk zur Anwendung.



Bild 1-6: Beispiele zu Kalksandsteinmauerwerk

1.2.4 Porenbeton

Porenbetonsteine bestehen ähnlich wie die Kalksandsteine zu einem großen Teil aus Quarzsand und Kalk, wobei hier noch Zement oder gebrannter Kalk sowie Anhydrit oder Gips hinzugegeben bzw. der Kalk teilweise auch komplett durch Zement ersetzt wird. Als Poren bildendes Treibmittel wird Aluminiumpulver bzw. -paste zugesetzt und die Aushärtung erfolgt unter Dampfdruck. Dadurch beträgt der Anteil der Luftporen am Steinvolumen bis zu 80 Prozent. Um Porenbeton mit einer Rohdichte von 400 kg/m^3 herzustellen werden ungefähr 215 kg/m^3 Quarzsand, 225 kg/m^3 Wasser, 135 kg/m^3 Zement, 16 kg/m^3 Gips bzw. Anhydrit und $0,5 \text{ kg/m}^3$ Aluminiumpulver benötigt. Kennzeichnend für Porenbetonmauerwerk sind eine gute Wärmedämmung sowie die im Vergleich zu der geringen Rohdichte relativ hohe Festigkeit.

Aus Porenbeton werden abgesehen von Plansteinen auch großformatige Planelemente und sogar ganze Wandtafeln gefertigt, die einen raschen Baufortschritt ermöglichen. Auch Dachplatten aus Porenbeton sind verfügbar, die dann allerdings bewehrt ausgeführt werden. Darüber hinaus gibt es noch weitere Bauteile bzw. Bauprodukte aus Porenbeton wie beispielsweise Deckenrandsteine, Stürze, Flachstürze oder U-Steine/U-Schalen.



Bild 1-7: Beispiele zu Porenbetonmauerwerk

1.2.5 Beton und Leichtbeton

(Leicht-) Betonsteine bestehen im Allgemeinen aus Normal- bzw. Leichtbeton und werden analog zu Betonbauteilen hergestellt. Der Unterschied zu klassischen Stahlbetonbauteilen besteht darin, dass Betonsteine i.d.R. unbewehrt ausgeführt werden. Während Normalbetonsteine vorwiegend für schalldämmende Anforderungen geeignet sind, können Leichtbetonsteine je nach Druckfestigkeit im hochwärmedämmenden oder im schalldämmenden Einsatzbereich verwendet werden.

Betonsteine werden sowohl als Vollsteine, -blöcke als auch als Hohlblöcke hergestellt. Darüber hinaus gibt es auch hier neue Entwicklungen, um die gestiegenen Anforderungen aus der Energieeinsparverordnung einhalten zu können. Dies sind bspw. großformatige Leichtbetonsteine mit integrierten Wärmedämmschichten, die für hochwärmedämmende, verputzte Außenwände vorteilhaft sind. Eine weitere Besonderheit sind Leichtbetonsteine aus Bims und Blähton.

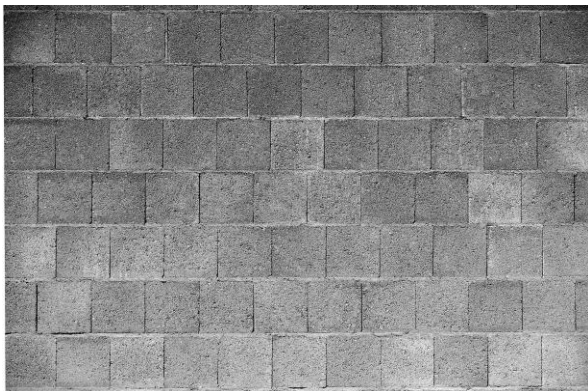
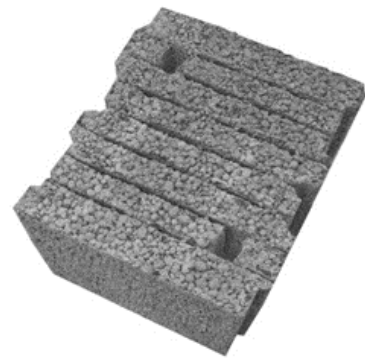


Bild 1-8: Beispiele zu Leichtbetonmauerwerk

1.2.6 Steinformate

Das in Deutschland für Mauersteine übliche Format beruht auf der Achtel-Teilung eines Meters abzüglich der Fugen (Normal- oder Leichtmauermörtel: Stoßfugen 10 mm, Lagerfugen 12 mm).

Vielfach kommen jedoch heutzutage in Deutschland Plansteine und großformatige Planelemente bei der Erstellung von Mauerwerk zum Einsatz, deren Abmessungen nicht in die üblichen NF-/DF-Formatangaben passen. Planelemente sind großformatige Plan-Vollsteine, welche ebenso wie Plansteine unter Verwendung von Dünnbettmörtel verarbeitet werden (Stoßfugen knirsch; Lagerfugen 1 - 3 mm). Als Großblöcke werden großformatige Mauersteine bezeichnet, welche aus Leichtbeton bestehen und ebenfalls in Dünnbettvermörtelung ausgeführt werden.

Standardformate für Mauerwerk mit Normal- und Leichtmauermörtel:

Dünnformat:	DF	L/B/H = 240/115/52 mm
Normalformat:	NF	L/B/H = 240/115/71 mm
Vielfache dieser Formate, z.B.:	2DF	L/B/H = 240/115/113 mm

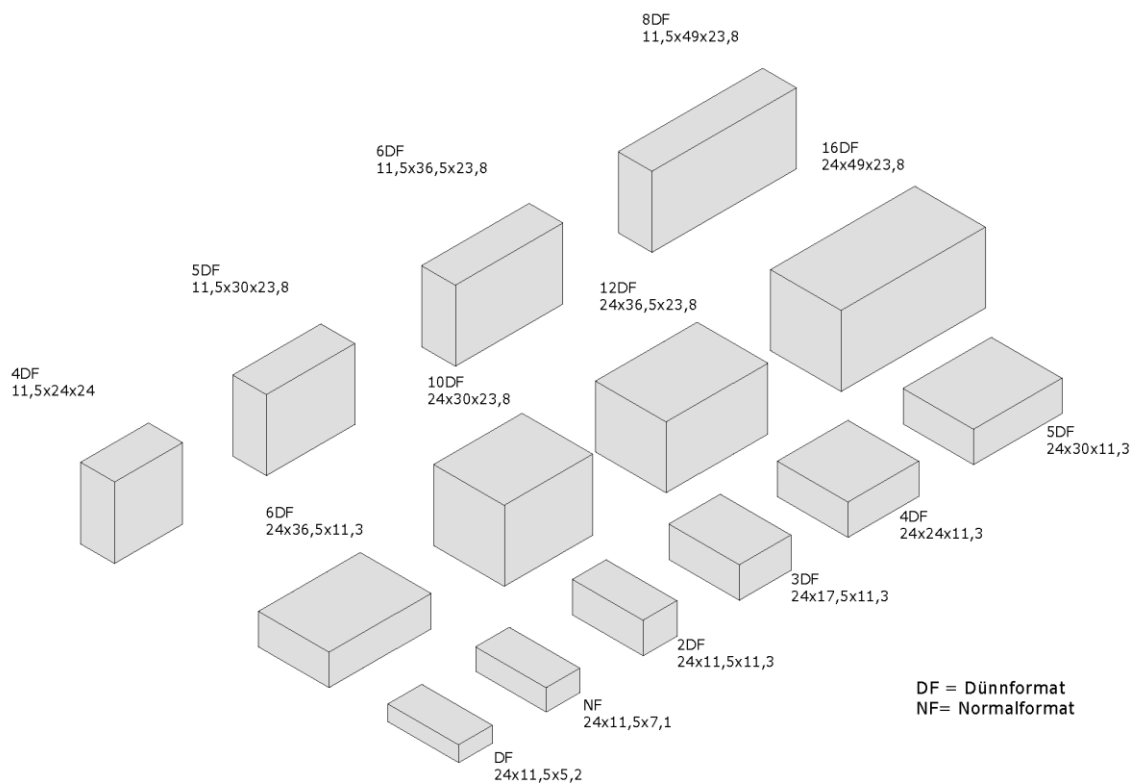


Bild 1-9: Verschiedene Steinformate

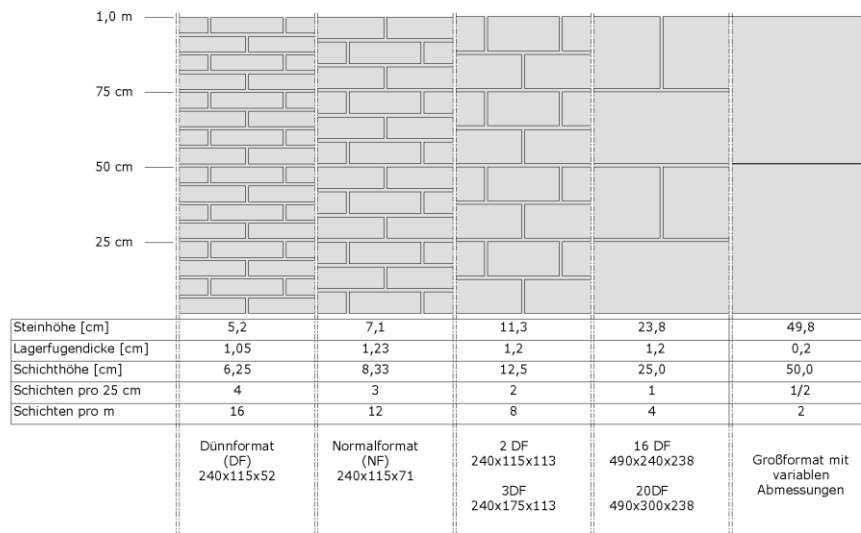


Bild 1-10: Steinformate im Vergleich

Planelemente mit variablen Abmessungen

Höhe ≥ 374 mm und Länge ≥ 498 mm

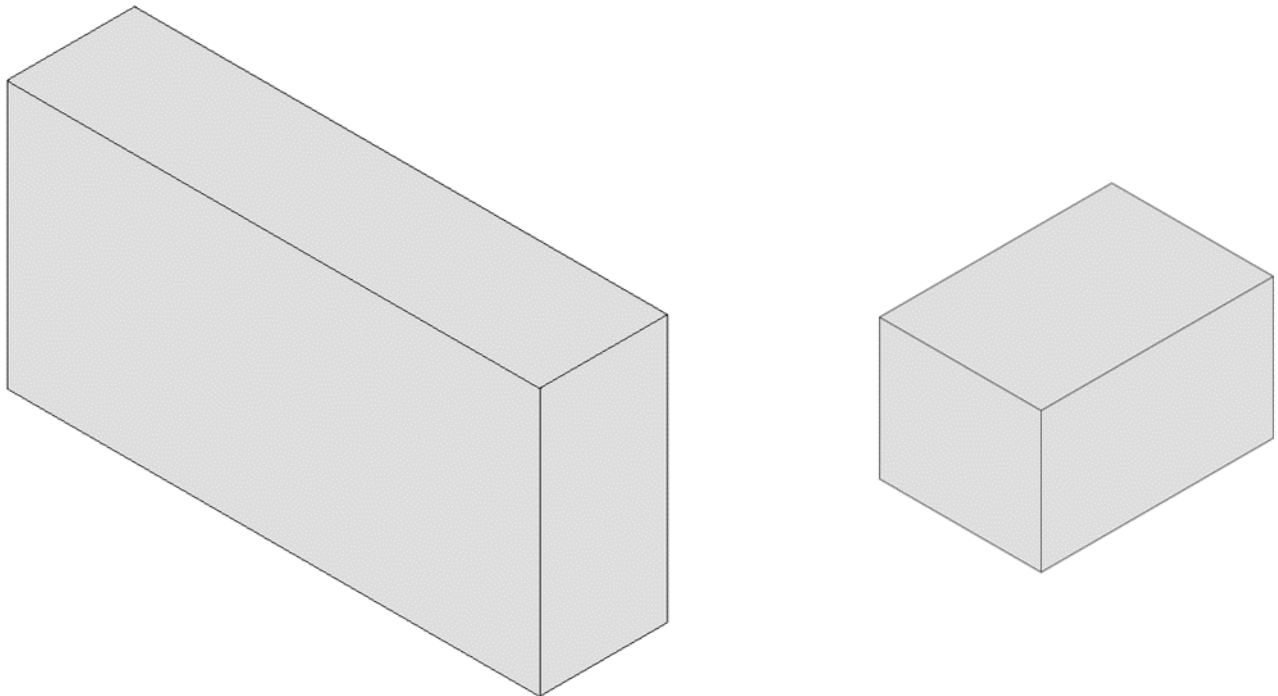


Tabelle 1-1: Steinarten und Bezeichnungen

Merkmal Eigenschaft	Mauerziegel	Kalksand- Steine	Porenbeton- Steine	Betonsteine	
				Leichtbeton	Normalbeton
Zusammensetzung	Lehm, Ton, Wasser, Zusätze	Kalk, Sand, Wasser	Kalk, Zement, Quarzsand, Porenbildner, Wasser	Hydr. Bindemittel, Zuschlag, Wasser, Zusätze	
Vollsteine (L:≤ 15%)	X	X	-	X	X
Lochsteine (L:> 15%)	X	X	-	X	-
Voll-, Hohlblocksteine	-	X	-	X	X
Plansteine	X	X	X	X	X
Planelemente	-	X	X	X	X
Formate bzw. Maße (L X B X H) ^{1) 2)}	DF bis 21DF	DF bis 998/365/648	304/115/249 bis 999/500/624	DF bis 24DF 997/365/623	DF bis 24DF
Bezeichnung	HLz, WDz, Mz, VMz, VHLz KMz, KHLz, KK, KHK, T1 - T4 Lz, LLz, LLp PMz PHLz, PVMz, PVHLz PKMz, PKHLz	KS, KS L, KS F KS P, KS XL, KS XL-N, KS XL-E, KS XL-PE, KS XL-RE, KS Vm, KS Vb	AAC, PP, PPE	Hbl, Hbl-P V, Vbl, Vbl S, Vbl SW V-P, Vbl-P Vbl S-P, Vbl SW P	Hbn, Vbn, Vn, Vm, Vmb Vn-P Vbn V-P Hbn-P
Rohdichteklassen ²⁾	0,55 bis 2,4	1,2 bis 2,2	0,35 bis 0,80	0,45 bis 2,0	0,8 bis 2,4
Druckfestigkeits- klasse ²⁾	4 bis 28 (2; 36 bis 60)	12 bis 20 (8 bis 10 28 bis 60)	2 bis 6 (8)	2 bis 20	2 bis 48 (2;4)
Wärmeleitfähigkeit ²⁾ min λ (W/(m*K))	≥ 0,06	n. DIN 4108 Teil 4	0,08 bis 0,18	0,060	0,6
() selten produziert ¹⁾ Höchstwerte der Einzelmaße ²⁾ Üblicher Wertebereich					

1.2.7 Bezeichnung und Kennzeichnung von Mauersteinen

Gemäß DIN EN 1996/NA dürfen folgende Mauersteine verwendet werden:

- Nach Produktnorm in Verbindung mit Anwendungsnorm:
 - Mauerziegel: DIN EN 771-1 in Verbindung mit DIN 20000-401
 - Kalksandstein: DIN EN 771-2 in Verbindung mit DIN 20000-402
 - Leichtbeton- und Betonstein: DIN EN 771-3 in Verbindung mit DIN 20000-403
 - Porenbetonstein: DIN EN 771-4 in Verbindung mit DIN 20000-404
- Nach Produktnorm in Verbindung mit allgemeiner Bauartgenehmigung (aBG)
- Nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung in Verbindung mit allgemeiner Bauartgenehmigung (abZ+aBG)

Für die Mauersteine müssen die Eigenschaften (wenn gefordert mit der zugehörigen europäischen Klassifizierung) sowie die Konformitätsbewertung gemäß dem entsprechenden Teil der Produktnorm DIN EN 771 deklariert werden. Mit der Leistungserklärung und dem Konformitätszeichen CE bestätigt der Hersteller, dass die deklarierten Eigenschaftswerte

entsprechend den Normvorgaben ermittelt wurden und die Bauprodukte im Sinne der Bauproduktenverordnung in den Verkehr gebracht werden dürfen.

CE		
Mauersteinwerk Mustermann, Musterstraße 1, 12345 Musterstadt		
15		
NB 9999		
EN 771-X:2011+A1:2015		
Mauerstein für tragende/nichttragende Bautelle in geschütztem Mauerwerk		
DoP Nr.: AXX12-12347		
Maße	mm	L/B/H
Grenzabmaße	---	
- Klasse	---	Tx
- Mittelwert	mm	Tm
- Maßspanne	mm	Rm
Form und Ausbildung	Form (EN 771) o. Gruppe (EN 1996)	
Steinkategorie	---	I
Druckfestigkeit – zur Lagerfuge		
- Mittelwert	N/mm ²	f _u
- Normierter Wert	N/mm ²	f _k
Verbundfestigkeit	N/mm ²	f _a
Brandverhalten	Klasse	A1
Brutto-Trockenrohichte		
- min / max	kg/m ³	ρ_{min} / ρ_{max}
- Mittelwert	kg/m ³	ρ_m
- Abweichung	kg/m ³	$\Delta\rho$
Wasseraufnahme	%	W ₁₀
Wasserdampfdurchlässigkeit	---	μ
Wärmeleitfähigkeit	W/mK	λ
Gehalt an aktiven lösl. Salzen	Klasse	SD
Frostwiderstand	Klasse	Fx

Bild 1-11: Beispiel für das Konformitätszeichen CE

Für die Verwendung in Bauwerken nach den deutschen Landesbauordnungen müssen die deklarierten Eigenschaften der Mauersteine die Anforderungen nach DIN 20000-40X oder nach einer Bauartgenehmigung erfüllen. Ist dies der Fall, werden die Steine entsprechend klassifiziert und bezeichnet. Die Bezeichnung von Mauersteinen in Deutschland fasst die wesentlichen Merkmale und Eigenschaften der Steine zusammen:

Tabelle 1-2: Bezeichnung von Mauersteinen

Leichtbeton- stein	DIN EN 771-3 mit DIN 20000-403	-	Vbl	-	12	-	1,8	-	12 DF
Kalksandstein	DIN EN 771-2 mit DIN 20000-402	-	KS -R P	-	20	-	2,0	-	6 DF (175)
Porenbeton- stein	DIN EN 771-4 mit DIN 20000-404	-	PP	-	2	-	0,4	-	499 x 300 x 249
Mauerziegel	DIN EN 771-1 mit DIN 20000-401	-	HLzB	-	8	-	0,8	-	10 DF

Norm

Steinsorte

Steinfestigkeitsklasse

Rohdichte [kg/dm³]

Steinformat

1.2.8 Mauermörtel

Mauermörtel ist ein Mörtel, der im Mauerwerk für die Herstellung der Lager-, Stoß- und Längsfugen sowie zum nachträglichen Verfugen verwendet wird. Er hat die Aufgabe, die gleichmäßige Kraftübertragung von Stein zu Stein sicherzustellen. Gleichzeitig dient er zum Ausgleich der Maßtoleranzen bei den Steinen und schließt die Zwischenräume zwischen den Steinen. Er hat in diesen Funktionen nicht nur Einfluss auf die Tragfähigkeit, sondern auch auf die meisten anderen Eigenschaften des fertigen Mauerwerks.

Heute werden im Bereich des Mauermörtels praktisch ausschließlich Werkmörtel eingesetzt. Als Lieferformen werden unterschieden:

- *Werk-Trockenmörtel* ist ein fertiges Gemisch der Ausgangsstoffe, dem bei der Aufbereitung auf der Baustelle nur noch Wasser zugemischt wird, um eine verarbeitbare Konsistenz zu erreichen. Werk-Trockenmörtel wird im Silo oder in Säcken auf die Baustelle geliefert.
- *Werk-Frischmörtel* wird gebrauchsfertig in verarbeitbarer Konsistenz ("kellengerecht") in Fahrmischern (wie Transportbeton) auf die Baustelle geliefert, dort in so genannte "Mörtelkübel" (meist 200 l) entladen und ist in der Regel 36 Stunden verarbeitbar. Eine längere oder kürzere Verarbeitbarkeitszeit wird auf dem Lieferschein angegeben.
- *Werk-Vormörtel* ist vor allem in Norddeutschland verbreitet. Werk-Vormörtel ist ein werkmäßig vorbereitetes Gemisch aus Sand und Kalk sowie ggf. weiteren Zusätzen. Auf der Baustelle müssen Zement und Wasser zugegeben werden. Die erforderliche Zementmenge wird vom Hersteller angegeben. Werk-Vormörtel wird meist im LKW ausgeliefert und auf der Baustelle "abgekippt".
- Bei *Mehrkommer-Silomörtel* sind in einem Silo in getrennten Kammern die Mörtelausgangsstoffe enthalten. Sie werden in einem unter dem Silo befindlichen Mischer unter Wasserzugabe dosiert und gemischt, so dass am Mischeraustritt des Silos verarbeitungsfähiger Mörtel entnommen werden kann. Überwachter Mehrkommer-Silomörtel muss mit fest einprogrammiertem, baustellenseitig nicht veränderbarem Mischungsverhältnis ausgeliefert werden.
- *Nassmörtel* ist der Sammelbegriff für Werk-Frischmörtel, Werk-Vormörtel und Mehrkommer-Silomörtel.

Es wird zwischen den folgenden Mörtelarten unterschieden:

Normalmauermörtel (NM)

Normalmauermörtel werden nach steigender Mindestdruckfestigkeit in die Mörtelklassen M1, M2,5, M5, M10 und M20 eingeteilt. Bei Verwendung von Normalmauermörtel beträgt die Solldicke der Lagerfuge 12 mm.

Leichtmauermörtel (LM)

Leichtmauermörtel verbessert die wärmedämmenden Eigenschaften von Mauerwerk und wird vor allem in Verbindung mit wärmedämmenden Steinen eingesetzt. Er wird nach dem Rechenwert der Wärmeleitfähigkeit in die Gruppen LM 21 (0,21 W/(m·K)) und LM 36 (0,36 W/(m·K)) eingeteilt. Wie bei Normalmauermörtel beträgt bei Verwendung von Leichtmauermörtel die Solldicke der Lagerfuge 12 mm.

Dünnbettmörtel (DM)

Dünnbettmörtel wird für die Vermauerung von Mauersteinen mit sehr geringen Maßabweichungen in der Steinhöhe ($\leq 1,0$ mm) verwendet (Plansteine und Planelemente). Das Größtkorn der im Mörtel enthaltenen Gesteinskörnungen darf höchstens 1,0 mm betragen. Die Dicke der mit Dünnbettmörtel vermörtelten Fugen beträgt 1 - 3 mm.

Nach DIN EN 998-2 in Verbindung mit DIN 20000-412 bzw. nur noch in Sonderfällen für Baustellenmörtel nach DIN 18580 wird in Deutschland bei Normalmauermörtel die Einteilung in die Gruppen NM I, NM II, NM IIa, NM III, NM IIIa ersetzt durch die Klassen M1 bis M20. Hierbei ist zu beachten, dass auch alle anderen in DIN 20000-412 für die jeweilige Mörtelklasse geforderten Eigenschaften aus der Leistungserklärung und ggf. zusätzlichen Herstellerangaben hervorgehen müssen. Die Bezeichnung LM 21, LM 36 (Leichtmauermörtel) und DM (Dünnbettmörtel) bleibt unverändert. Die Anforderungen sind nachfolgend zusammengefasst:

Tabelle 1-3: Anforderungen an Mauermörtel

Das ist in der Planung gefordert		Darauf ist zu achten, wenn ein Mauermörtel nach EN 998-2 in Verbindung mit DIN 20000-412 verwendet wird		Darauf ist zu achten, wenn ein Baustellenmauermörtel nach DIN 18580 verwendet wird	
Geforderte Mörtelgruppe		Welche Kriterien muss ein Mauermörtel nach DIN 20000-412 erfüllen, um den Anforderungen zu genügen?		Welche Kriterien muss ein Baustellenmauermörtel nach DIN 18580 erfüllen, um den Anforderungen zu genügen?	
Normal-mauer-mörtel	I	M 1	Es sind alle vom Hersteller deklarierten (Leistungserklärung) oder ggf. zusätzlichen Herstellerangaben zu entnehmenden Eigenschaftskennwerte daraufhin zu prüfen, ob sie mit den Anforderungen der Anwendungsnorm DIN 20000-412 für die entsprechende Mörtelklasse bzw. -gruppe übereinstimmen.	M 1	Die Herstellung von Mauermörtel auf der Baustelle ist nur für Normalmauermörtel zulässig. Hierbei sind alle Anforderungen nach DIN 18580 (u. a. zu Ausgangsstoffen und Mischungsverhältnis) einzuhalten.
	II	M 2,5		M 2,5	
	IIa	M 5		M 5	
	III	M 10		M 10	
	IIIa	M 20			
Leicht-mauer-mörtel	LM 21	M 5			
	LM 36	M 5			
Dünnbett-mörtel	DM	M 10			

1.3 Wandkonstruktionen

1.3.1 Wandaufbau

Der Wandaufbau von Mauerwerk hängt hauptsächlich von den bauphysikalischen und den gestalterischen Anforderungen ab. Es können im Allgemeinen drei verschiedene Wandaufbauten auftreten:

- Einschaliges (monolithisches) Mauerwerk
- Einschaliges Mauerwerk mit Zusatzdämmung
- Zweischaliges Mauerwerk

Einschaliges Mauerwerk besteht lediglich aus dem Mauerwerk selbst und dem Außen- und dem Innenputz. Wird bei einer Außenwand eine Dämmung benötigt, wird diese in der Regel zwischen dem Mauerwerk und dem Außenputz angeordnet. Bei Kellerwänden wird außen anstelle des Putzes eine vertikale Abdichtungsebene, z. B. in Form einer polymermodifizierten Bitumendickbeschichtung, aufgetragen und davor eine Perimeterdämmung gestellt. Die Dämmung kann aber auch innen liegend verbaut werden. Darüber hinaus können bei modernem Mauerwerk die Dämmstoffe in die Steine integriert sein (s. Kap. 1.2).

Zweischaliges Mauerwerk besteht aus der Tragschale und einer Vormauerschale, wobei diese über Anker miteinander verbunden sind. Der Zwischenraum kann entweder mit Wärmedämmung ausgefüllt sein und/oder hinterlüftet ausgeführt werden, wobei auch hier eine Dämmung zwischen den Schalen angeordnet werden kann (vgl. Bild 1-12).

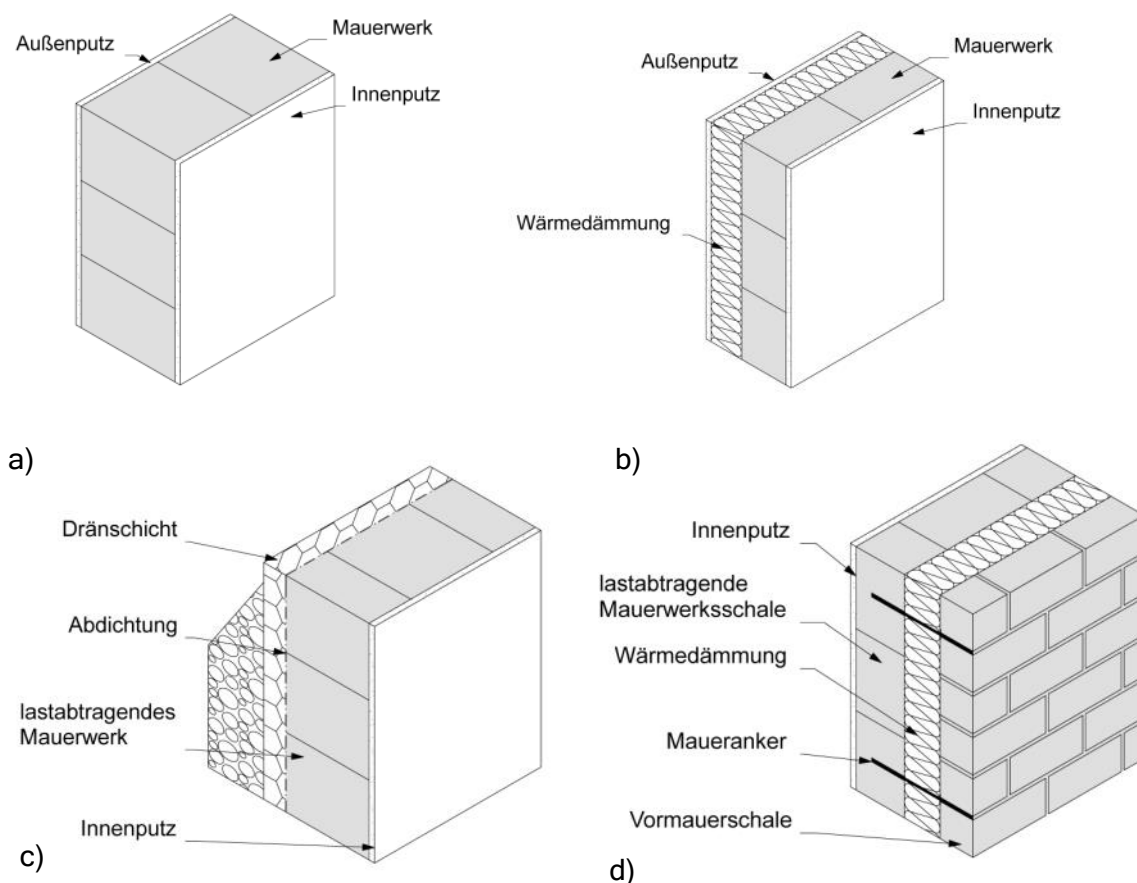


Bild 1-12: verschiedene Wandkonstruktionen: a) einschalig b) & c) einschalig mit Dämmung d) zweischalig

1.3.2 Mauerwerksverband und Überbindemaß

Mauerwerk wird unabhängig vom Wandaufbau immer im Verband ausgeführt. Dieses schichtweise Überbinden der Steine ist erforderlich, um die auf die Wand wirkende Vertikallast über die Wandlänge zu verteilen und so die Tragfähigkeit sicherzustellen (vgl. Bild 1-13). Das Überbindemaß ist dabei u.a. abhängig von den verwendeten Steinformaten und der Verband kann in verschiedenen Ausführungen hergestellt werden.

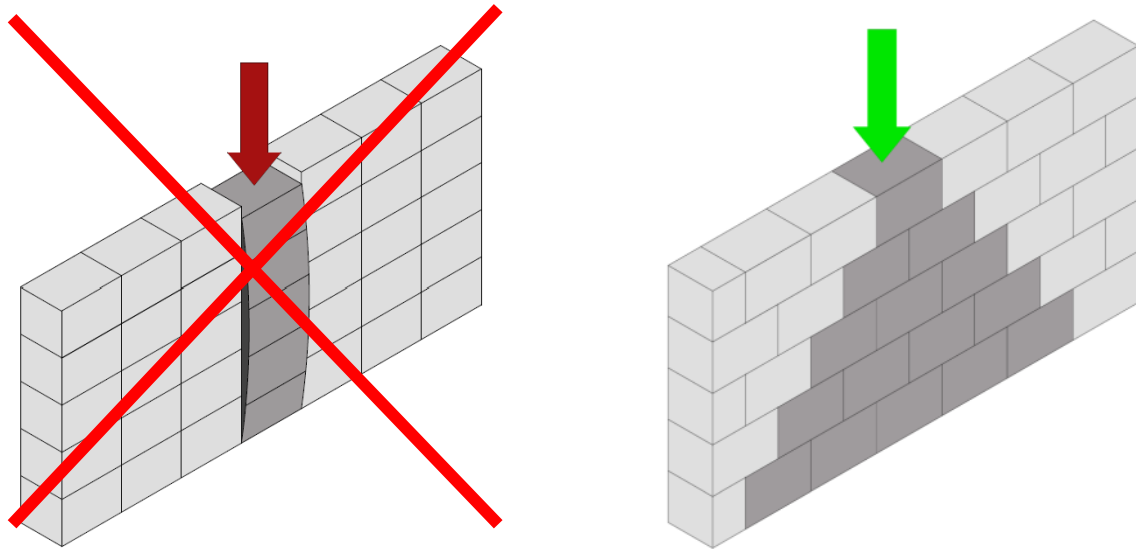


Bild 1-13: Lastverteilung in Mauerwerk ohne und mit Verband

Darüber hinaus wird im Mauerwerksbau zwischen Einsteinauwerk und Verbandsmauerwerk unterschieden (vgl. Bild 1-14). Verbandsmauerwerk besteht aus mindestens zwei Mauersteinen nebeneinander in Wanddickenrichtung, die sowohl in Wandlängs- als auch in -querrichtung im Verband angeordnet werden. Es sind somit Fugen vorhanden, die parallel zur Wandebene verlaufen. Diese Ausführungsform ist jedoch in der heutigen Bauausführung eher von untergeordneter Bedeutung. Stattdessen wird heutzutage fast ausschließlich mit Einsteinauwerk gebaut, bei dem lediglich ein Mauerstein in Wanddickenrichtung vorhanden ist. In Wandlängsrichtung können die Mauersteine auf unterschiedliche Arten im Verband angeordnet werden.

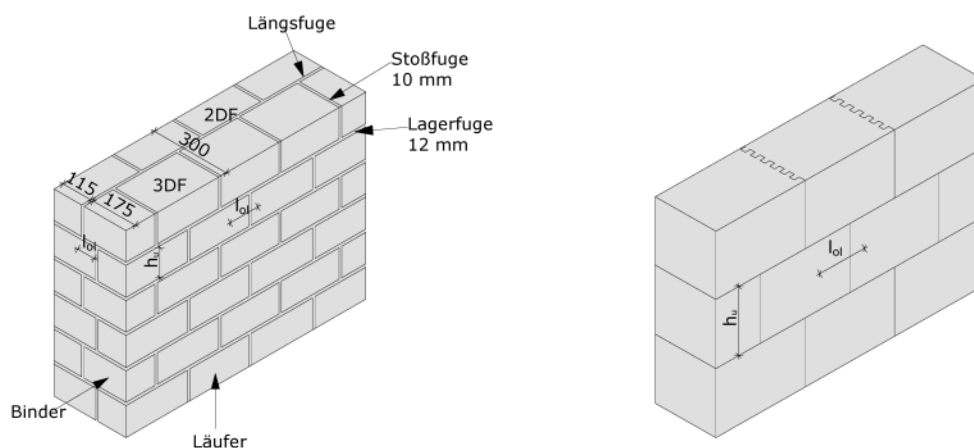


Bild 1-14: Mauerwerk mit Verbandsmauerwerk (links) und mit Einsteinauwerk (rechts)

In Bild 1-13 rechts ist der sogenannte Läuferverband dargestellt. Dabei werden die Steine im Längsversatz aufeinander gemauert, sodass die Wanddicke der Steinbreite entspricht. Im Gegensatz dazu werden beim Binderverband die Steine quer versetzt angeordnet, wodurch die Wanddicke aus der Steinlänge resultiert. Beide Verbandarten können sowohl bei kleinformatischen Steinen wie beispielsweise Vormauerschalen als auch bei großformatigen Steinen zur Anwendung kommen. Darüber hinaus sind diese auch die heutzutage am häufigsten verwendeten Verbandarten.

Des Weiteren gibt es den Blockverband und den Kreuzverband, die jedoch nur bei kleinformatischen Steinen zur Anwendung kommen. Beim Blockverband werden Läufer- und Binderverband abwechselnd übereinandergesetzt. Die Stoßfugen der einzelnen Verbandarten liegen dabei immer übereinander (siehe Bild 1-15 links). Beim Kreuzverband werden darüber hinaus die einzelnen Läuferverbandschichten noch einmal versetzt zueinander angeordnet, sodass nur bei jeder zweiten Läuferschicht die Stoßfugen übereinander liegen (siehe Bild 1-15 rechts). Die Wanddicke bei diesen Verbänden entspricht der einfachen bzw. anderthalbfachen Steinlänge. Darüber hinaus gibt es noch einige weitere Verbandarten, die allerdings nur von untergeordneter (historischer) Bedeutung sind und deshalb an dieser Stelle nicht näher erläutert werden.

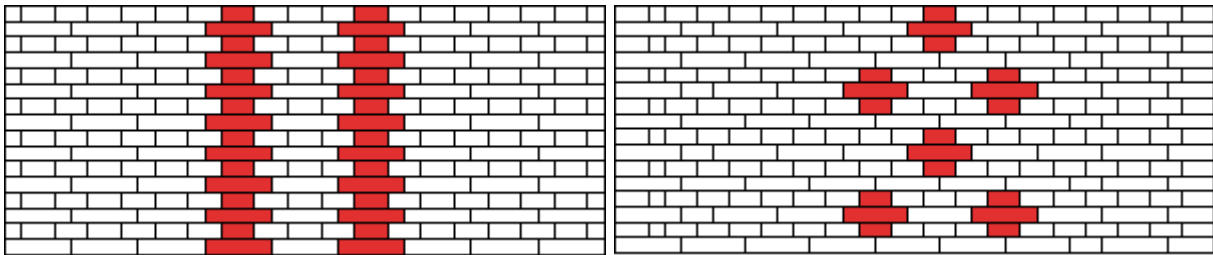


Bild 1-15: Wand mit Block- (links) und mit Kreuzverband (rechts)

Unabhängig von der Verbandart ist die Ausbildung der Fugen. Bei althergebrachtem Mauerwerk werden die Fugen mit Normalmauermörtel mit einer Schichtdicke von 6 bis 15 cm ausgebildet. Bei der Verwendung von Dünnbettmörtel reduziert sich die Schichtdicke auf 1 bis 3 mm. Damit erhöhen sich aber gleichzeitig die Anforderungen an die Maßtoleranz sowie an die Ebenheit der Mauersteine. Deshalb kann Mauerwerk mit Dünnbettmörtel nur mit Plansteinen und Planelementen hergestellt werden, bei denen eine höhere Maßgenauigkeit gewährleistet ist.

Die Höhentoleranz wird bei Plansteinen und -elementen durch den Fertigungsprozess oder durch Schleifen auf ± 1 mm reduziert. Weitere Vorteile von Plansteinmauerwerk sind höhere Druckfestigkeiten, eine schnellere Verarbeitung sowie eine wesentliche Verringerung des Mörtelbedarfs um ca. 90 % und damit eine Reduzierung der Restfeuchte im Mauerwerk. Des Weiteren wird der Anteil der Wärmebrücken im Mörtel verringert und dadurch eine bessere Wärmedämmung erzielt. Darüber hinaus reduziert sich das Schwinden im Mörtelbett und es werden ein homogener Putzgrund sowie eine höhere Verarbeitungssicherheit erreicht.



Bild 1-16: Beispiele für die Herstellung von Mauerwerk

Das Überbindemaß, also die Länge der Überschneidung zweier Steine, sollte grundsätzlich möglichst groß sein und muss gemäß DIN EN 1996-1-1/NA mindestens 40 Prozent der Steinhöhe oder 45 mm betragen - der größere Wert ist maßgebend. Bei Elementmauerwerk darf das Überbindemaß auf bis zu 20 Prozent der Steinhöhe bzw. mindestens 125 mm verringert werden. Voraussetzung hierfür ist, dass dies in den Ausführungsunterlagen angegeben und entsprechend statisch berücksichtigt wird.

1.3.3 Tragende und nichttragende Wände

Abgesehen vom Wandaufbau können Mauerwerkswände auch nach ihrer Tragfunktion in tragende und nichttragende Wände unterschieden werden. Als tragend werden alle Wände angesehen, die Lasten aus anderen Bauteilen (z.B. aus Decken, Unterzügen, etc.) aufnehmen bzw. weiterleiten und somit am Lastabtrag des Gebäudes beteiligt sind. Nichttragende Wände dürfen keine Lasten aus anderen Bauteilen aufnehmen. Sie müssen jedoch in der Lage sein auf sie selbst wirkende Belastungen - z.B. Wind, Anprall, etc. - auf andere tragende Bauteile abzutragen.

Grundsätzlich ist zwischen nichttragenden Außenwänden (z.B. Giebelwände, Ausfachungswände bei Stahlbetonskelettbauten) und nichttragenden Innenwänden (z.B. Trennwänden) zu unterscheiden. Im Eurocode sind Regelungen für nichttragende Außenwände zu finden, während für nichttragende Innenwände zusätzliche Regelungen auch in DIN 4103 enthalten sind. Die Bemessung nichttragender Wände wird in Kap. 10 behandelt.