

Auszug aus dem
Mauerwerk-Kalender 2005



IV Mauermörtel

Hans-Joachim Riechers, Duisburg

1 Begriffsbestimmungen

Mörtel

Der allgemeine Begriff „Mörtel“ ist in Normen nicht einheitlich definiert. Als übergeordnete Definition kann gelten:

„Mörtel ist ein Gemisch aus Gesteinskörnung(en) mit einem Korndurchmesser von max. 4 mm (in Ausnahmefällen bis 8 mm, z. B. für Strukturputz oder Estrichmörtel) und einem oder mehreren Bindemitteln sowie ggf. Zusatzmitteln und Zusatzstoffen. Mörtel mit anorganischen Bindemitteln enthalten zusätzlich Wasser.“

„Mineralische Mauermörtel“ bestehen überwiegend aus normalen oder leichten Gesteinskörnungen, wie z. B. aufbereiteten Natursanden oder mineralischen Leichtzuschlägen wie Blähton, Bläherlite oder Blähglas, und einem oder mehreren mineralischen Bindemitteln (Kalk, Zement, Gips, Anhydrit).

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 (siehe Tabelle 1).

Lieferformen

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

Tabelle 1. Einfluss des Mauermörtels auf die Eigenschaften von Mauerwerk (nach [R 4])

Anforderungen an das Mauerwerk		Zugehörige Leistungskriterien für den Mauermörtel
Tragfähigkeit unter	Druckbeanspruchung	Fugendruckfestigkeit (auch: Quer- und Längsdehnungsmodul)
	Zug-, Biegezug- und Schubbeanspruchung	Haftscherfestigkeit
Wärmeschutz		Rohdichte/Wärmeleitfähigkeit
Schallschutz		Rohdichte, Fugendicke
Brandschutz		Eigenschaften der Ausgangsstoffe
Dauerhaftigkeit von Außenwänden		Frostwiderstandsfähigkeit Wasseraufnahmekoeffizient Wasserdampfdurchlässigkeit

Mauerwerk-Kalender 2005

Herausgegeben von H.-J. Irmschler, W. Jäger, P. Schubert

Copyright © 2005 Ernst & Sohn, Berlin

ISBN: 3-433-01723-9

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 *Mehrkammer-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 verarbeitbarer Mörtel entnommen werden kann. Überwachter Mehrkammer-Silomörtel (siehe Merkblatt [X 2]) muss mit fest einprogrammiertem, baustellenseitig nicht veränderbarem Mischungsverhältnis ausgeliefert werden.
- *Nassmörtel* ist der Sammelbegriff für Werk-Frischmörtel, Werk-Vormörtel und Mehrkammer-Silomörtel.

Europäische Terminologie

Die in Deutschland üblichen Begriffe finden sich auch in den entsprechenden europäischen Normen wieder; sie sind in der Tabelle 2 zusammengestellt.

2 Mauermörtel nach Norm

2.1 Mauermörtelarten nach DIN 1053

Nach wie vor gilt in Deutschland für die Planung, Bemessung und Ausführung von Mauerwerk die Normenreihe der DIN 1053. Diese unterscheidet zwischen den folgenden Mörtelarten:

Normalmauermörtel (NM)

Normalmauermörtel werden nach steigender Mindestdruckfestigkeit in die Mörtelgruppen I, II, IIa, III und IIIa eingeteilt. Nach DIN 1053 beträgt bei Verwendung von Normalmauermörtel 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 λ_R in die Gruppen LM 21 ($\lambda_R = 0,21 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$) und LM 36 ($\lambda_R = 0,36 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$) 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 ($\leq 1,0 \text{ mm}$) verwendet (Plansteine). Das Größtkorn der im Mörtel enthaltenen Gesteinskörnungen darf höchstens 1,0 mm betragen. Die Dicke der mit Dünnbettmörtel vermörtelten Fugen beträgt 1–3 mm.

Tabelle 2. Begriffe aus der europäischen Normung von Mörtel

Werkmörtel <i>Factory made mortar [en]</i> <i>Mortier industriel [fr]</i>	Werk-Trockenmörtel <i>Dry mortar [en]</i> <i>Mortier sec [fr]</i>
	Werk-Frischmörtel <i>Wet mortar [en]</i> <i>Mortier prêt à l'emploi [fr]</i>
Werkmäßig hergestellter Mörtel <i>Semi-finished factory made mortar [en]</i> <i>Mortier semi-fini [fr]</i>	Werk-Vormörtel <i>Premixed lime-sand-mortar [en]</i> <i>Mortier prémélangé de chaux/sable [fr]</i>
	Werkmäßig vorbereiteter Mörtel (z. B. Mehrkammer-Silomörtel) <i>Prebatched mortar (e. g. multi-silo mortar) [en]</i> <i>Mortier prédosé (ex. silo multichambre) [fr]</i>
Baustellenmörtel <i>Site-made mortar [en]</i> <i>Mortier de chantier [fr]</i>	

Die aufgeführten Mörtelarten nach DIN 1053 sind in Deutschland auch künftig Grundlage der Planung und Bemessung von Mauerwerk. Die Anforderungen an den Mauermörtel selber sind aufgrund der europäischen Entwicklung jetzt jedoch an anderer Stelle geregelt.

2.2 Übersicht über die neuen Normen für Mauermörtel

Ab Februar 2004 konnten in Deutschland Mauermörtel nach der Europäischen Norm EN 998-2 hergestellt und verwendet werden. Ab Februar 2005 *muss* Mauermörtel dieser europäischen Norm entsprechen, wenn er in Verkehr gebracht wird. Erkennbar ist dies am so genannten „CE-Zeichen“, mit dem der Lieferschein oder die Säcke gekennzeichnet sind.

In Deutschland wird Mauerwerk aber nach wie vor entsprechend der „alten“ DIN 1053 aus dem Jahr 1996 geplant, berechnet und ausgeführt. Diese Norm enthält keine Bezüge zu den neueren europäischen Baustoffnormen für Mauersteine und Mauermörtel. Deshalb wurden in Deutschland so genannte „Anwendungsregeln“ für Baustoffe nach europäischen Normen geschaffen und in der Normenreihe DIN V 20 000 veröffentlicht.

Wenn die Tragfähigkeit des Mauermörtels höher ausgenutzt werden soll, sind zusätzlich zur europäischen Norm für Mauermörtel auch noch die Anforderungen einer so genannten deutschen „Restnorm“ DIN V 18 580 „Mauermörtel mit besonderen Eigenschaften“ zu erfüllen. Mörtel, die der europäischen Norm *und* der „Restnorm“ DIN V 18 580 entsprechen, sind mit dem europäischen CE-Zeichen *und* dem deutschen „Ü-Zeichen“ gekennzeichnet.

Für die Planung, Bemessung und Ausführung von Mauerwerk heißt das in Bezug auf den Mauermörtel konkret:

- Architekten, Statiker und Planer sowie die bauausführenden Gewerke arbeiten weiter auf der Grundlage der „alten“ DIN 1053 und legen ihrer Planung die „alten“ Mörtelgruppen, z. B. „Mörtelgruppe MG IIa“ oder „Leichtmauermörtel LM 21“, zugrunde.
- Wird nun ein CE-gekennzeichneter Mauermörtel nach der neuen europäischen Norm EN 998-2 geliefert, so müssen zusätzlich die Anwendungsregeln nach DIN V 20 000-412 beachtet werden. Diese schreiben z. B. vor, dass bei einer verlangten Mörtelgruppe IIa (Druckfestigkeit $\geq 5 \text{ N/mm}^2$) der „europäische“ Mörtel mindestens die Festigkeitsklasse M 10 (Druckfestigkeit $\geq 10 \text{ N/mm}^2$) aufweisen muss.
- Wird jedoch ein Mauermörtel geliefert, der neben dem CE-Zeichen auch noch ein Über-

einstimmungszeichen („Ü-Zeichen“) nach DIN V 18 580 trägt, so zeigt dies an, dass der Mörtel zusätzliche Anforderungen erfüllt. Aus der Kennzeichnung solcher Mauermörtel gehen die „alten“ Bezeichnungen, z. B. „Mörtelgruppe MG IIa“ oder „Leichtmauermörtel LM 21“, hervor. Die Kompatibilität zur „alten“ (aber noch gültigen) DIN 1053 ist damit unverwechselbar und eindeutig hergestellt. Die zusätzliche Beachtung der Anwendungsnorm DIN V 20 000-412 ist für diesen Fall nicht erforderlich.

Aufgrund der hohen Druckfestigkeitsanforderungen, die in der deutschen Anwendungsnorm an Mauermörtel nach europäischer Norm gestellt werden (s. Tabelle 5) ist eine Verwendung von Mauermörtel, der „nur“ der europäischen Norm entspricht, unwirtschaftlich. Deshalb ist davon auszugehen, dass deutsche Werk-Mörtelhersteller (und solche, die in den deutschen Markt liefern), zusätzlich zur europäischen Norm DIN EN 998-2 immer die Anforderungen der weitergehenden „Restnorm“ DIN V 18 580 einhalten werden. Diese Mörtel sind dann mit dem CE- *und* dem Ü-Zeichen gekennzeichnet und können schon anhand ihrer Bezeichnung direkt einer der bekannten Mörtelgruppen nach DIN 1053 zugeordnet werden (s. Bild 2).

Das neue System aus europäischen Produktnormen und deutschen Anwendungs-, Ausführungs- und Restnormen stellt hohe Anforderungen an die Planer und Bauausführenden: Nicht alle Produkte können – obwohl sie der europäischen Norm entsprechen und mit dem CE-Zeichen gekennzeichnet sind – „ohne weiteres“ eingesetzt werden. Zusätzlich zu beachten sind immer die jeweiligen Anwendungs- und Ausführungsregeln. Die „Endkontrolle“, ob der gelieferte Mauermörtel verwendet werden kann oder nicht, kann erst auf der Baustelle erfolgen. Dazu muss die Kennzeichnung mit den zugehörigen Begleitinformationen sorgfältig geprüft werden.

2.3 Mauermörtel nach DIN EN 998-2

2.3.1 Grundsätzliches und Baurecht

Grundsätzlich können Mauermörtel nach DIN EN 998-2 nur als Werkmörtel hergestellt werden. CE-gekennzeichnete Baustellenmörtel sind nach dieser Norm nicht möglich. Genauso sind so genannte „Rezeptmauermörtel“, bei denen Ausgangsstoffe ohne Eignungsprüfung in einem vorgegebenen Verhältnis gemischt werden, nicht mehr möglich.

DIN EN 998-2 ist in Deutschland über die Bauregelliste [1] bauaufsichtlich eingeführt und damit bauordnungsrechtlich bindend. Mauermörtel ohne CE-Kennzeichnung dürfen ab 1. Februar 2005

nicht mehr verwendet werden (Ausnahmen: Mauermörtel mit bauaufsichtlicher Zulassung/Baustellenmörtel nach DIN V 18 580).

Im Zusammenhang mit der Verwendung von Mauermörtel nach DIN EN 998-2 für Mauerwerk nach DIN 1053 ist allerdings zusätzlich – als deutsche Anwendungsregel – DIN V 20 000-412 zu beachten. Diese wird von den Bundesländern in die so genannte „Liste der Technischen Baubestimmungen“ [2] aufgenommen und damit ebenfalls zum Bestandteil des Bauordnungsrechts gemacht.

2.3.2 Mörtelarten

In der europäischen Norm für Mauermörtel wird zwischen Normalmauermörtel (G), Dünnbettmörtel (T) und Leichtmauermörtel (L) unterschieden. Dünnbettmörtel unterscheidet sich vom Normalmauermörtel dadurch, dass sein Größtkorn auf 2 mm begrenzt und die Korrigierbarkeitszeit anzugeben ist. Die Korrigierbarkeitszeit ist ein Maß für die Zeitspanne, in der ein in den Mörtel gesetzter Stein noch in seiner Lage verändert werden kann, ohne dass es zu einem nachhaltigen Verlust des Stein/Mörtel-Verbundes kommt. Leichtmau-

ermörtel unterscheidet sich vom Normalmauermörtel dadurch, dass die Trockenrohichte deklariert werden muss und höchstens 1300 kg/m³ betragen darf. Die Trockenrohichte ist ein Maß für die wärmedämmenden Eigenschaften des Leichtmauermörtels.

2.3.3 Ausgangsstoffe

DIN 998-2 legt in allgemeiner Form fest, dass die zur Mörtelherstellung verwendeten Ausgangsstoffe „geeignet“ sein müssen und dass der Hersteller des Mörtels die Eignung dokumentieren muss. Der Nachweis der Eignung kann zum Beispiel dadurch erbracht werden, dass genormte Ausgangsstoffe, die ihrerseits CE-gekennzeichnet sind, eingesetzt werden. Allerdings sind nach DIN EN 998-2 auch andere Formen des Eignungsnachweises – und damit auch nicht genormte Ausgangsstoffe – möglich.

Einschränkungen enthalten jedoch die deutsche Anwendungsnorm DIN V 20 000-412 (s. Abschnitt 2.4) und die für Mauermörtel mit besonderen Eigenschaften geltende DIN V 18 580 (s. Abschnitt 2.5).

Tabelle 3. Anforderungen an die Eigenschaften von Mauermörtel nach DIN EN 998-2 – Frischmörtel

Eigenschaft	Anforderung nach DIN EN 998-2	Hinweise zur Verwendung in Mauerwerk nach DIN 1053
Größtkorn der im Mörtel enthaltenen Gesteinskörnung (nur bei Dünnbettmörtel)	Vom Hersteller anzugeben; das Größtkorn darf maximal 2 mm betragen	Dünnbettmörtel mit einem Größtkorn von mehr als 1,0 mm dürfen gemäß DIN V 20 000-412 in Deutschland nicht verwendet werden
Verarbeitbarkeitszeit	Vom Hersteller angegebener Wert darf nicht unterschritten werden	Dünnbettmörtel mit einer Verarbeitbarkeitszeit von weniger als 4 h dürfen gemäß DIN V 20 000-412 in Deutschland nicht verwendet werden
Korrigierbarkeitszeit (nur bei Dünnbettmörtel)	Vom Hersteller angegebener Wert darf nicht unterschritten werden	Dünnbettmörtel mit einer Korrigierbarkeitszeit von weniger als 7 Minuten dürfen gemäß DIN V 20 000-412 in Deutschland nicht verwendet werden
Chloridgehalt	Falls der Hersteller einen Wert angibt, darf dieser nicht überschritten werden	Gemäß DIN V 20 000-412 dürfen in Deutschland nur Mauermörtel verwendet werden, deren Chloridgehalt vom Hersteller deklariert wurde und 0,1 % (Massenanteile) bezogen auf die Trockenmasse des Mörtels nicht übersteigt
Luftgehalt	Der Hersteller kann eine Bandbreite angeben, in die der Luftgehalt fällt	–
Mischungsverhältnis der Ausgangsstoffe	Für „Rezeptmauermörtel“ ist vom Hersteller das Mischungsverhältnis der Ausgangsstoffe anzugeben	„Rezeptmauermörtel“ nach DIN EN 998-2 dürfen gemäß DIN V 20 000-412 in Deutschland nicht verwendet werden

2.3.4 Eigenschaften und Anforderungen

Die Eigenschaften und Anforderungen der DIN EN 998-2 sind in den Tabellen 3 (Frischmörtel) und 4 (Festmörtel) zusammengestellt. Nicht alle Mörtel, die nach DIN EN 998-2 möglich sind,

dürfen in Deutschland ohne Einschränkungen für Mauerwerk nach DIN 1053 verwendet werden. Die Einschränkungen sind in der DIN 20 000-412 enthalten und wurden in den Tabellen 3 und 4 berücksichtigt.

Tabelle 4. Anforderungen an die Eigenschaften von Mauermörtel nach DIN EN 998-2 – Festmörtel

Eigenschaft	Anforderung nach DIN EN 998-2	Hinweise zur Verwendung in Mauerwerk nach DIN 1053
Druckfestigkeit	Druckfestigkeitsklassen M 1; M 2,5; M 5; M 10; M 15; M 20 (weitere Klassen möglich) – Der Hersteller muss die Druckfestigkeitsklasse angeben (der hinter dem Großbuchstaben „M“ angegebene Zahlenwert bezeichnet die Druckfestigkeit in N/mm ²) und einhalten	Zuordnung der Druckfestigkeitsklassen zu den Mörtelgruppen nach DIN 1053 siehe Tabelle 5
Verbundfestigkeit	Der Hersteller kann die charakteristische Anfangsscherfestigkeit (Haftscherfestigkeit) auf der Grundlage einer Prüfung (bezogen auf einem bestimmten Stein oder eine bestimmte Steinart) oder ohne Prüfung als „Tabellenwert“ angeben. Der Tabellenwert beträgt 0,15 N/mm ² für Normal- und Leichtmauermörtel und 0,3 N/mm ² für Dünnbettmörtel	In Deutschland dürfen gemäß DIN V 20 000-412 nur Mauermörtel verwendet werden, bei denen die Verbundfestigkeit mittels Prüfung am Kalksand-Referenzstein ermittelt wurde; Zuordnung der Prüfergebnisse zu den Mörtelgruppen nach DIN 1053 siehe Tabelle 5
Wasseraufnahme	Für Mauermörtel, der unmittelbar der Witterung ausgesetzt ist, muss die Wasseraufnahme vom Hersteller angegeben werden. Vom Hersteller angegebener Wert darf nicht überschritten werden	In Deutschland bestehen gemäß DIN V 20 000-412 keine Anforderungen an die Wasseraufnahme von Mauermörtel; die Hersteller deklarieren in der Regel einen Wert von 0,40 kg/(m ² · min ^{0,5})
Wasserdampfdurchlässigkeit	Für Mauermörtel, der unmittelbar der Witterung ausgesetzt ist, muss die Wasserdampfdurchlässigkeit vom Hersteller angegeben werden. Die Angabe erfolgt in Form eines Tabellenwertes (ohne Prüfung) auf der Grundlage der DIN EN 1745	In Deutschland bestehen gemäß DIN V 20 000-412 keine Anforderungen an die Wasserdampfdurchlässigkeit von Mauermörtel; die Hersteller deklarieren in der Regel für Normalmauer- und Dünnbettmörtel einen tabelliertem μ -Wert von 15/35 und für Leichtmauermörtel 5/20
Trockenrohdichte	Der Hersteller kann eine Bandbreite angeben, in welche die Trockenrohdichte fällt; für Leichtmauermörtel darf sie nicht größer als 1300 kg/m ³ sein	In Deutschland dürfen gemäß DIN V 20 000-412 nur Mauermörtel verwendet werden, deren Trockenrohdichte deklariert wurde. Für Normalmörtel und Dünnbettmörtel ^{a)} muss sie größer als 1500 kg/m ³ sein und für Leichtmauermörtel kleiner als 700 kg/m ³ (für LM 21) bzw. zwischen 700 und 1000 kg/m ³ (für LM 36) liegen

Tabelle 4. Anforderungen an die Eigenschaften von Mauermörtel nach DIN EN 998-2 – Festmörtel (Fortsetzung)

Eigenschaft	Anforderung nach DIN EN 998-2	Hinweise zur Verwendung in Mauerwerk nach DIN 1053
Wärmeleitfähigkeit	Der Hersteller kann die Wärmeleitfähigkeit auf der Grundlage einer Prüfung oder in Abhängigkeit von der Trockenrohichte als „Tabellenwert“ angeben. Beide Verfahren sind in der DIN EN 1745 beschrieben	Leichtmauermörtel dürfen in Deutschland gemäß DIN V 20 000-412 nur verwendet werden, wenn als Wärmeleitfähigkeit höchstens ein Wert von 0,18 W/(m · K) (für LM 21) bzw. von 0,27 W/(m · K) (für LM 36) deklariert ist. Maßgebend ist die 90 %-Fraktile (P = 90 %)
Dauerhaftigkeit	Da kein Prüfverfahren zur Verfügung steht, erfolgt eine Angabe zur Dauerhaftigkeit erforderlichenfalls nach den „am vorgesehenen Verwendungsort des Mörtels geltenden Bestimmungen“	In Deutschland gibt es keine Bestimmungen zur Angabe der Dauerhaftigkeit. Die Hersteller deklarieren in der Regel: „Aufgrund der vorliegenden Erfahrungen bei sachgerechter Anwendung geeignet für stark (bzw. „mittel“ oder „nicht“) angreifende Umgebung nach DIN EN 998-2 Anhang B“
Brandverhalten	Mauermörtel werden ohne Prüfung der Brandverhaltensklasse A1 („kein Beitrag zum Brand“) zugeordnet, wenn der Anteil fein verteilter organischer Stoffe höchstens 1 % beträgt (bezogen auf das Volumen oder die Masse, der größere Wert ist maßgebend); andernfalls ist der Mörtel zu prüfen	In Deutschland dürfen gemäß DIN V 20 000-412 nur Mauermörtel der Brandverhaltensklasse A1 verwendet werden

a) Die in Deutschland bisher üblichen und bewährten Dünnbettmörtel nach DIN 1053-1 weisen Trockenrohichten von 1200 bis 1600 kg/m³ auf; der neu festgelegte Wert von 1500 kg/m³ ist aus technologischer Sicht deshalb nur als Anhaltswert zu verstehen.

2.3.5 Überwachung

Die Hersteller von Werk-Mauermörtel nach DIN EN 998-2 müssen eine umfangreiche „Werkseigene Produktionskontrolle“ nach Art eines Qualitätsmanagementsystems durchführen. Eine unabhängige Stelle prüft einmal jährlich, ob das System der Werkseigenen Produktionskontrolle den Anforderungen der DIN EN 998-2 genügt und wirksam angewandt wird. Diese unabhängige Stelle muss für ihre Überwachungs- und Zertifizierungstätigkeit anerkannt und EU-weit notifiziert sein. Sie erteilt dem Hersteller nach der erfolgten Überwachung ein Zertifikat.

Erst wenn dieses Zertifikat vorliegt, darf der Hersteller die Konformität seiner Produkte mit der europäischen Norm EN 998-2 erklären. Er tut dies in Form einer schriftlichen Konformitätserklärung, die dem Kunden auf Verlangen vorgelegt wird. Die Kennzeichnung der Produkte

mit dem CE-Zeichen dokumentiert ebenfalls, dass den Anforderungen der europäischen Norm entsprochen wurde.

2.3.6 Kennzeichnung

Wenn ein Mauermörtel mit dem CE-Zeichen gekennzeichnet ist, müssen gleichzeitig seine Eigenschaftskennwerte angegeben werden. Der Verwender muss überprüfen können, ob die deklarierten Eigenschaftskennwerte den deutschen Anwendungsregeln (DIN 1053 und DIN V 20 000-412) genügen. Alle erforderlichen Angaben kann er der vollständigen CE-Kennzeichnung entnehmen (Beispiel s. Bild 1). Die für eine vollständige CE-Kennzeichnung erforderlichen Begleitangaben können auf dem Gebinde (z. B. Sack), dem Lieferschein oder anderen Begleitdokumenten enthalten sein. Auf jeden Fall muss die Zuordnung zu dem ausgelieferten Produkt eindeutig sein. Ein-

 0778		<i>Kenn-Nr. der Zertifizierungsstelle</i>
Mörtel GmbH Musterstraße 1 D-12345 Musterstadt 03 ABCD-BPR-QPQR		<i>Jahr der (erstmaligen) Kennzeichnung</i> <i>Nummer des Zertifikates</i>
EN 998-2 Normalmauermörtel nach Eignungsprüfung zur Verwendung in Innen- und Außenbauteilen, die Anforderungen an die Standsicherheit unterliegen.		
Brandverhalten:	A 1	
Druckfestigkeit:	M 10	
Charakteristische Anfangsscherfestigkeit (Haftscherfestigkeit):	0,15 N/mm ² <i>(Tabellenwert)</i> 0,08 N/mm ² <i>(Prüfung zwischen KS-Referenzsteinen)</i>	<i>Der zwischen Kalksandsteinen ermittelte Wert ist erforderlich, damit der Mörtel wie ein Mörtel der Gruppe IIa für Mauerwerk nach DIN 1053 eingesetzt werden kann (s. auch Tabelle 5 Fußnote a)</i>
Wasseraufnahme:	$\leq 0,40 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{min}^{0,5})$	
Chloridgehalt:	$\leq 0,1 \text{ M.-%}$	
Wasserdampfdurchlässigkeit μ :	15/35 <i>(Tabellenwert nach EN 1745)</i>	
Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{10, \text{dry}}$:	$\leq 0,83 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ für P=50% $\leq 0,93 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ für P=90% <i>(Tabellenwerte nach EN 1745)</i>	<i>In Deutschland ist der Wert für P=90% maßgebend (90%-Fraktile); s. auch Tabelle 17</i>
Dauerhaftigkeit (Frostwiderstand): Aufgrund der vorliegenden Erfahrungen bei sachgerechter Anwendung geeignet für stark angreifende Umgebung nach EN 998-2 Anhang B		

Bild 1. Beispiel für die CE-Kennzeichnung eines Normalmauermörtels nach EN 998-2; der Mörtel weist Eigenschaftskennwerte auf, die auch den Anforderungen der Anwendungsnorm DIN V 20 000-412 für die Mörtelgruppe MG IIa genügen.

zelheiten sind in der Broschüre „CE-Kennzeichnung für Werkmörtel“ [3] zusammengestellt.

Im Bild 1 ist die Kennzeichnung eines Mauermörtels nach europäischer Norm dargestellt. Dieser Mörtel weist Eigenschaftskennwerte auf, die auch den Anforderungen der Anwendungsnorm DIN V 20 000-412 für die Mörtelgruppe MG IIa genügen.

2.4 DIN V 20 000-412 – Die Anwendungsbestimmung für Mauermörtel nach europäischer Norm

2.4.1 Konzept der Anwendungsnormen in Deutschland

In der Regel wird in Deutschland nach Erscheinen einer europäischen Produktnorm in so genannten „Anwendungsnormen“ festgelegt, wie und unter welchen Bedingungen die Verwendung eines CE-gekennzeichneten Produktes erfolgen kann. So legen europäische Normen z. B. häufig fest, dass der Hersteller einen bestimmten Eigenschaftskennwert angeben („deklarieren“) muss, wobei jedoch keine Anforderung an den Wert selber gestellt wird. In der deutschen Anwendungsnorm wird dann festgelegt, wie hoch oder niedrig der deklarierte Wert mindestens sein muss.

Neue Anwendungsnormen werden in Deutschland entweder als Vornormen¹⁾ in der Normenreihe DIN V 20 000 veröffentlicht oder es werden vorhandene Anwendungsnormen einfach angepasst; für Putzmörtel wird z. B. die Normenreihe DIN 18 550 so überarbeitet, dass sie kompatibel zur europäischen Produktnorm für Putzmörtel (EN 998-1) ist. Für Mauermörtel gibt es eine eigene Anwendungsnorm, DIN V 20 000-412, da die maßgebende Ausführungsnorm, DIN 1053, bisher nicht angepasst werden konnte.

Die Anwendungsnorm DIN V 20 000-412 legt fest, was bei der Verwendung von Mauermörtel nach EN 998-2 in Deutschland zu beachten ist. Ausgangspunkt ist die Annahme, dass Mauerwerk in Deutschland nach wie vor entsprechend DIN 1053 geplant und berechnet wird.

Beispiel: Bei der Planung und in der statischen Berechnung eines Mauerwerks wurde als Mauer-

mörtel ein Leichtmauermörtel LM 21 zu Grunde gelegt. Dieser Mörteltyp ist mit dieser Bezeichnung in der europäischen EN 998-2 nicht enthalten. Die Anwendungsregeln DIN V 20 000-412 legen nun fest, welcher Mörtel nach EN 998-2 zu verwenden ist, wenn aus wärmeschutztechnischen und/oder statischen Gründen ein „LM 21“ verlangt ist.

In den deutschen Anwendungsregeln werden also keine Zusatzanforderungen an den Mörtel gestellt, sondern es wird lediglich festgelegt, welche der in EN 998-2 vorgesehenen Anforderungen ein Mörtel in Abhängigkeit vom Anwendungsfall erfüllen muss.

Da die wichtige Eigenschaft „Fugendruckfestigkeit“ in der europäischen Norm für Mauermörtel nicht enthalten ist, kann die Druckfestigkeit des Mauermörtels nicht so hoch ausgenutzt werden, wie dies nach den alten deutschen Regeln möglich war. So ist in DIN V 20 000-412 z. B. vorgeschrieben, dass bei einer verlangten Mörtelgruppe IIa (Druckfestigkeit $\geq 5 \text{ N/mm}^2$) der „europäische“ Mörtel mindestens die Festigkeitsklasse M 10 (Druckfestigkeit $\geq 10 \text{ N/mm}^2$) aufweisen muss. Analog gilt dies auch für Leichtmauermörtel (Druckfestigkeit für einen „LM 21“ muss mindestens 10 N/mm^2 betragen) und Dünnbettmörtel (Druckfestigkeit muss mindestens 15 N/mm^2 betragen). Bei Normalmauermörtel liegt der Grund für die Forderung nach einer so hohen Druckfestigkeitsreserve im Fehlen des Nachweises der Fugendruckfestigkeit, bei Leichtmauermörtel im Fehlen des Nachweises der Fugendruckfestigkeit und des Längsdehnungs- bzw. Querdehnungsmoduls und bei Dünnbettmörtel im Fehlen des Nachweises der Prismendruckfestigkeit nach Feuchtlagerung.

Die Zuordnung, welcher „europäische“ Mörtel in Abhängigkeit von der nach DIN 1053 geforderten Mörtelgruppe konkret verwendet werden muss, ist in der Tabelle 5 zusammengestellt.

Die Anwendungsnorm DIN V 20 000-412 enthält auch eine Präzisierung im Hinblick auf die Ausgangsstoffe für Mauermörtel. Nach europäischer Norm ist lediglich verlangt, Ausgangsstoffe mit dokumentierter Eignung einzusetzen (s. Abschnitt 2.3). DIN V 20 000-412 listet genormte Ausgangsstoffe auf, bei denen von einer Eignung für Mauermörtel auszugehen ist (s. Tabelle 6).

¹⁾ Die Veröffentlichung als Vornorm erfolgt aus Gründen eines beschleunigten Normungsverfahrens; für Vornormen ist z. B. keine vorherige Veröffentlichung eines Normentwurfes erforderlich. Über die Aufnahme in die Bauregelliste [1] bzw. die Liste der Technischen Baubestimmungen [2] sind die Normen trotzdem verbindlich.

Tabelle 5. Zuordnung der nach DIN 1053 geforderten Mörtelgruppen zu den Mörtelkategorien nach DIN EN 998-2; Zuordnung entsprechend deutscher Anwendungsnorm DIN V 20 000-412

Geforderte Mörtelgruppen nach DIN 1053	Erforderliche Mörtel Eigenschaften nach DIN EN 998-2							
	Druckfestigkeitsklasse	Trockenrohdichte kg/m ³	Wärmeleitfähigkeit W/(m·K)	Verbundfestigkeit ^{a)} N/mm ²	Chloridgehalt M.- %	Verarbeitbarkeitszeit h	Korrigierbarkeitszeit Min	Brandverhaltensklasse
Normalmauermörtel								
I	M 2,5	≥ 1500	Keine Anforderung	–	≤ 0,1	Keine Anforderung	Keine Anforderung	A 1
II	M 5			≥ 0,04				
IIa	M 10			≥ 0,08				
III	M 15			≥ 0,10				
IIIa	M 30			≥ 0,12				
Leichtmauermörtel								
LM 21	M 10	≤ 700	≤ 0,18	≥ 0,08	≤ 0,1	Keine Anforderung	A 1	
LM 36	M 10	> 700 und ≤ 1000	≤ 0,27	≥ 0,08				
Dünnbettmörtel ^{b)}								
DM	M 15	≥ 1500 ^{c)}	k. A.	≥ 0,20	≤ 0,1	≥ 4	≥ 7	A 1

Diese Tabelle gilt nur für Mauermörtel, der CE-gekennzeichnet ist und für Mauerwerk nach DIN 1053 verwendet werden soll; sie gilt *nicht* für Mauermörtel der zusätzlich der DIN V 18 580 entspricht und mit CE *und* Ü gekennzeichnet ist.

a) Der Nachweis muss unter Verwendung von Referenzsteinen erfolgt sein. Als Referenzsteine gelten Kalksandsteine DIN 106-KS12-2,0-NF (ohne Lochung bzw. Grifföffnung) mit einer Eigenfeuchte von 3 bis 5 % (Massenanteile), deren Eignung für diese Prüfung von der Amtlichen Materialprüfanstalt für das Bauwesen beim Institut für Baustoffkunde und Materialprüfung der Universität Hannover, Nienburger Straße 3, D-30 617 Hannover, bescheinigt worden ist.
Die maßgebende Verbundfestigkeit ergibt sich aus dem nach DIN EN 1052-3 ermittelten Wert der charakteristischen Anfangsscherfestigkeit (Haftscherfestigkeit) multipliziert mit dem Prüffaktor 1,2. Der Prüffaktor berücksichtigt die – verglichen mit der Baupraxis – extrem ungünstigen Prüfbedingungen. Abweichend von DIN EN 1052-3 darf die Prüfung ohne Vorbelastung an 5 Prüfkörpern durchgeführt werden. Die charakteristische Anfangsscherfestigkeit (Haftscherfestigkeit) ergibt sich dann aus dem mit 0,8 multiplizierten Mittelwert; der Prüffaktor 1,2 wird zusätzlich berücksichtigt. (0,8 ist ein Umrechnungsfaktor, für die Umrechnung des Mittelwertes in den charakteristischen Wert; der charakteristische Wert ist ein Fraktilwert.)

Deklariert und mit den Anforderungen verglichen wird stets der Wert, der sich *nach* Berücksichtigung der Prüf- und Umrechnungsfaktoren ergibt.

b) Nur mit Gesteinskörnung bis zu einem Größtkorn von 1,0 mm zulässig.

c) Die in Deutschland bisher üblichen und bewährten Dünnbettmörtel nach DIN 1053-1 weisen Trockenrohdichten von 1300 bis 1600 kg/m³ auf; der neu festgelegte Wert von 1500 kg/m³ ist aus technologischer Sicht deshalb nur als Anhaltswert zu verstehen.

Tabelle 6. Geeignete Ausgangsstoffe für die Herstellung von Mauermörtel nach DIN EN 998-2; Auflistung entsprechend deutscher Anwendungsnorm DIN V 20 000-412 (gleichlautend auch in DIN V 18 580 enthalten)

Gesteinskörnungsarten nach DIN EN 13139	<ul style="list-style-type: none"> – Natürliche Gesteinskörnungen – Industriell hergestellte Gesteinskörnungen: Kristalline Hochofenstüchschlacke, ungemahlener Hüttensand nach DIN 4301 und Schmelzkammergranulat
Leichte Gesteinskörnungen nach DIN EN 13055-1 in Verbindung mit DIN V 20 000-104	<ul style="list-style-type: none"> – Natürliche leichte Gesteinskörnungen: Lava (Lavaschlacke), Naturbims, Tuff – Aus natürlichen Rohstoffen und/oder aus industriellen Nebenprodukten hergestellte leichte Gesteinskörnungen: Blähglas, Blähglimmer (Vermikulit), Blähperlit, Blähschiefer, Blähton, gesinterte Steinkohlenflugasche-Pellets, Ziegelsplitt aus ungebrauchten Ziegeln
Bindemittel	<ul style="list-style-type: none"> – Zemente nach DIN EN 197-1, die nach DIN 1045-2 für die Expositionsklasse XF 3 verwendet werden dürfen und Zemente nach DIN 1164 – Putz- und Mauerbinder nach DIN EN 413-1 – Baukalke nach DIN EN 459-1
Zusatzstoffe	<ul style="list-style-type: none"> – Baukalke nach DIN EN 459-1 – Gesteismehle nach DIN EN 13 139 – Trass nach DIN 51 043 – Flugasche nach DIN EN 450 – Pigmente nach DIN EN 12 878
Zusatzmittel	<ul style="list-style-type: none"> – Betonzusatzmittel nach DIN EN 934-2 in Verbindung mit DIN V 20 000-100 oder mit bauaufsichtlicher Zulassung – Zusatzmittel mit Nachweis der Unschädlichkeit durch Prüfung des Halogengehaltes und durch elektrochemische Prüfung (nach [4])

2.5 Mauermörtel mit besonderen Eigenschaften nach DIN V 18 580

2.5.1 Konzept der deutschen „Restnorm“

In Deutschland liegen seit etwa 1985 Erkenntnisse vor, dass die hier üblicherweise verwendeten Mauermörtel zwischen Kalksandsteinen zum Teil eine erheblich geringere Festigkeit entwickeln, als die steinunabhängig geprüfte Prismenfestigkeit vermuten lässt. Deshalb wird in Deutschland seit 1990 verlangt, dass zusätzlich zur Prismendruckfestigkeit bei Normal- und Leichtmauermörtel stets die Festigkeit des Mörtels in der Fuge zwischen zwei Kalksandsteinen nachzuweisen ist. Nur wenn dieser Nachweis vorliegt, kann die Tragfähigkeit von Mauermörtel so hoch ausgenutzt werden, wie im derzeitigen Sicherheitskonzept nach DIN 1053 vorgesehen. Analog gilt dies auch für den Längs- und Querdehnungsmodul von Leichtmauermörtel und die Festigkeit nach Feuchtlagerung bei Dünnbettmörtel.

Aus diesen Erwägungen heraus, wurden in Deutschland zusätzliche Anforderungen an Mauermörtel, die in der neuen europäischen Norm EN 998-2 nicht enthalten sind, in einer so genannten „Restnorm“ DIN V 18 580 „Mauermörtel mit besonderen Eigenschaften“ genormt. Erfüllt ein Mauermörtel diese Zusatzanforderungen, so kann er in seiner Tragfähigkeit höher ausgenutzt werden als ein Mörtel, der „nur“ die Anforderungen der europäischen Norm EN 998-2 erfüllt.

Daneben war es ohnehin erforderlich, den so genannten „Baustellenmörtel“, der in der europäischen Norm EN 998-2 nicht enthalten ist, in einer deutschen Norm zu berücksichtigen. Auch dies ist in der „Restnorm“ DIN V 18 580 erfolgt (s. Abschnitt 2.6).

Die „Summe“ aus der europäischen Mauermörtelnorm EN 998-2 und der deutschen Restnorm DIN V 18 580 entspricht dem bisherigen „Status quo“ mit den Anforderungen nach DIN 1053-1, Anhang A.

2.5.2 Grundanforderung

DIN V 18 580 gilt *zusätzlich* zur europäischen Norm für Mauermörtel. D.h. es sind alle Anforderungen der DIN EN 998-2 zu erfüllen und zusätzlich die der DIN V 18 580. Ein Mauermörtel, der die Anforderungen der DIN 18 580 erfüllt, muss immer auch der DIN EN 998-2 entsprechen.

2.5.3 Ausgangsstoffe

DIN V 18 580 listet „geeignete“ Ausgangsstoffe auf (s. Tabelle 6) und legt fest, dass andere Ausgangsstoffe einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung bedürfen.

2.5.4 Anforderungen

Die Kombination der Anforderungen aus DIN EN 998-2 und der „Restnorm“ DIN V 18 580 ergibt das Anforderungsniveau, wie es bisher in DIN 1053, Anhang A enthalten war.

Die zusätzlichen Anforderungen an die Eigenschaften des Frischmörtels sind in der Tabelle 7 zusammengestellt, die zusätzlichen Anforderungen an die Festmörteleigenschaften in der Tabelle 8. Unter „zusätzliche Anforderungen“ sind diejenigen zu verstehen, die über die Anforderungen der europäischen Norm für Mauermörtel (DIN EN 998-2) hinausgehen und deshalb Bestandteil der deutschen „Restnorm“ DIN V 18 580 sind.

2.5.5 Überwachung

Mauermörtel nach DIN V 18 580 müssen grundsätzlich auch der europäischen Norm DIN EN 998-2 entsprechen. Damit ist sichergestellt, dass der Hersteller über ein Verfahren der Werkseigenen Produktionskontrolle verfügt, welches von einer unabhängigen Stelle zertifiziert wird (s. Abschnitt 2.3). Die zusätzlichen Anforderungen der DIN V 18 580 können in das System der Werkseigenen Produktionskontrolle mit aufgenommen werden. Sind diese erfüllt, so erklärt der Hersteller die Übereinstimmung mit der Norm und macht dies durch Ausstellen einer Übereinstimmungserklärung und Kennzeichnung mit dem Übereinstimmungszeichen kenntlich. Ein beispielhaftes Übereinstimmungszeichen ist im Bild 2 dargestellt. Das zusätzliche Übereinstimmungszeichen kann immer nur in Kombination mit dem CE-Zeichen geführt werden.



**Normalmauermörtel
DIN V 18580 - NM IIa**

Bild 2. Beispiel für ein Übereinstimmungszeichen für Mauermörtel mit besonderen Eigenschaften nach DIN V 18 580

Tabelle 7. Zusätzliche Anforderungen an die Eigenschaften von Mauermörtel nach DIN V 18 580 – Frischmörtel

Eigenschaft	Anforderung nach DIN V 18 580 (zusätzlich zu DIN EN 998-2)
Größtkorn der im Mörtel enthaltenen Gesteinskörnung (nur bei Dünnbettmörtel)	Höchstens 1,0 mm
Verarbeitbarkeitszeit (nur bei Dünnbettmörtel)	Mindestens 4 Stunden
Korrigierbarkeitszeit (nur bei Dünnbettmörtel)	Mindestens 7 Minuten
Chloridgehalt	≤ 0,1 % (Massenanteile) bezogen auf die Trockenmasse des Mörtels
Luftgehalt	Luftporenbildner dürfen nur in einer solchen Menge zugeführt werden, dass die Trockenrohichte des Mörtels um höchstens 300 kg/m ³ vermindert wird (bei üblichen Rohdichten entspricht das einem maximal zusätzlich zuführbaren Luftporengehalt von 15 bis 20 Vol.-%)
Mischungsverhältnis der Ausgangsstoffe	Für „Rezeptmauermörtel“ sind die Mischungsverhältnisse gemäß Anhang A der DIN V 18 580 einzuhalten

Tabelle 8. Zusätzliche Anforderungen an die Eigenschaften von Mauermörtel nach DIN V 18 580 – Festmörtel

Mörtelart	Anforderung nach DIN V 18 580 (zusätzlich zu DIN EN 998-2)
Normalmauermörtel	<ul style="list-style-type: none"> – Nachweis der Fugendruckfestigkeit am Kalksand-Referenzstein (s. Tabelle 9) – Verbundfestigkeit (Haftscherfestigkeit) am Kalksand-Referenzstein (s. Tabelle 10) – Die Trockenrohdichte muss im Alter von 28 Tagen mindestens 1500 kg/m³ betragen – Es sind nur Mörtel der Brandverhaltensklasse A 1 zulässig
Leichtmauermörtel	<ul style="list-style-type: none"> – Nachweis der Fugendruckfestigkeit am Kalksand-Referenzstein (s. Tabelle 9) – Verbundfestigkeit (Haftscherfestigkeit) am Kalksand-Referenzstein (s. Tabelle 10) – Begrenzung der Verformbarkeit unter Last (Längsdehnungsmodul, Querdehnungsmodul; s. Tabelle 11) – Die Trockenrohdichte darf im Alter von 28 Tagen höchstens 700 kg/m³ (für LM 21) bzw. 1000 kg/m³ (für LM 36) betragen – Die Wärmeleitfähigkeit darf höchstens 0,18 W/(m · K) (für LM 21) bzw. 0,27 W/(m · K) (für LM 36) betragen; der Nachweis gilt als erbracht, wenn die o. a. Trockenrohdichten eingehalten werden – Es sind nur Mörtel der Brandverhaltensklasse A 1 zulässig
Dünnbettmörtel	<ul style="list-style-type: none"> – Prismendruckfestigkeit nach Feuchtlagerung: der Festigkeitsabfall durch den Einfluss der Feuchtlagerung darf höchstens 30 % betragen – Verbundfestigkeit (Haftscherfestigkeit) am Kalksand-Referenzstein (s. Tabelle 10) – Die Trockenrohdichte muss im Alter von 28 Tagen mindestens 1500 kg/m³ betragen^{a)} – Es sind nur Mörtel der Brandverhaltensklasse A 1 zulässig

a) Die in Deutschland bisher üblichen und bewährten Dünnbettmörtel nach DIN 1053-1 weisen Trockenrohdichten von 1200 bis 1600 kg/m³ auf; der neu festgelegte Wert von 1500 kg/m³ ist aus technologischer Sicht deshalb nur als Anhaltswert zu verstehen.

Tabelle 9. Anforderungen an die Druckfestigkeit von Mauermörtel mit besonderen Eigenschaften nach DIN V 18 580

Mörtelart	Mörtelgruppe nach DIN 1053	Druckfestigkeitsklasse nach DIN EN 998-2 min.	Fugendruckfestigkeit im Alter von 28 d ^{a) b)}		
			Verfahren I N/mm ² min.	Verfahren II N/mm ² min.	Verfahren III N/mm ² min.
Normalmauermörtel	I	M 1	–	–	–
	II	M 2,5	1,25	2,5	1,75
	IIa	M 5	2,5	5,0	3,5
	III	M 10	5,0	10,0	7,0
	IIIa	M 20	10,0	20,0	14,0
Leichtmauermörtel	LM 21	M 5	2,5	5,0	3,5
	LM 36	M 5	2,5	5,0	3,5
Dünnbettmörtel	DM	M 10	–	–	–

a) Die Prüfung erfolgt nach einem der in DIN 18 555-9 beschriebenen Verfahren. Die Anforderungen gelten als erfüllt, wenn der Nachweis nach einem der drei genannten Verfahren erfolgt ist.

b) Die Prüfung der Fugendruckfestigkeit muss mit Referenzsteinen erfolgen. Referenzsteine sind Kalksandsteine DIN 106-KS12-2,0-NF (ohne Lochung bzw. Grifföffnung) mit einer Eigenfeuchte von 3 bis 5 % (Massenanteile), deren Eignung für diese Prüfung von der Amtlichen Materialprüfanstalt für das Bauwesen beim Institut für Baustoffkunde und Materialprüfung der Universität Hannover, Nienburger Straße 3, D-30 617 Hannover, bescheinigt worden ist.

Tabelle 10. Anforderungen an die Verbundfestigkeit (Haftscherfestigkeit) von Mauermörtel mit besonderen Eigenschaften nach DIN V 18 580

Mörtelart	Mörtelgruppe nach DIN 1053	Verbundfestigkeit im Alter von 28 d ^{a)}	
		Charakteristische Anfangsscherfestigkeit (Haftscherfestigkeit) ^{b)}	Mindesthaftscherfestigkeit (Mittelwert) ^{c)}
		bei Prüfung nach	
		DIN EN 1052-3 ^{d)} N/mm ²	DIN 18 555-5 N/mm ²
Normalmauermörtel	I	–	–
	II	0,04	0,10
	IIa	0,08	0,20
	III	0,10	0,25
	IIIa	0,12	0,30
Leichtmauermörtel	LM 21	0,08	0,20
	LM 36	0,08	0,20
Dünnbettmörtel	DM	0,20	0,50

- a) Der Nachweis muss unter Verwendung von Referenzsteinen erfolgen; die Anforderungen gelten als erfüllt, wenn der Nachweis nach einem der beiden genannten Verfahren erfolgt ist. Als Referenzsteine gelten Kalksandsteine DIN 106-KS12-2,0-NF (ohne Lochung bzw. Grifföffnung) mit einer Eigenfeuchte von 3 bis 5 % (Massenanteile), deren Eignung für diese Prüfung von der Amtlichen Materialprüfanstalt für das Bauwesen beim Institut für Baustoffkunde und Materialprüfung der Universität Hannover, Nienburger Straße 3, D-30 617 Hannover, bescheinigt worden ist.
- b) Die maßgebende Verbundfestigkeit ergibt sich aus dem ermittelten Wert der charakteristischen Anfangsscherfestigkeit (Haftscherfestigkeit) multipliziert mit dem Prüffaktor 1,2. Der Prüffaktor berücksichtigt die – verglichen mit der Baupraxis – extrem ungünstigen Prüfbedingungen.
- c) Die maßgebende Verbundfestigkeit ergibt sich aus dem Prüfwert der Haftscherfestigkeit (Mittelwert) multipliziert mit dem Prüffaktor 1,2. Der Prüffaktor berücksichtigt die – verglichen mit der Baupraxis – extrem ungünstigen Prüfbedingungen.
- d) Abweichend von DIN EN 1052-3 darf die Prüfung ohne Vorbelastung an 5 Prüfkörpern durchgeführt werden. Die charakteristische Anfangsscherfestigkeit (Haftscherfestigkeit) ergibt sich dann aus dem mit 0,8 multiplizierten Mittelwert; der Prüffaktor 1,2 wird zusätzlich berücksichtigt. (0,8 ist ein Umrechnungsfaktor, für die Umrechnung des Mittelwertes in den charakteristischen Wert; der charakteristische Wert ist ein Fraktilwert.)

Anmerkung: Deklariert und mit den Anforderungen verglichen wird stets der Wert, der sich nach Berücksichtigung der Prüf- und Umrechnungsfaktoren ergibt.

2.5.6 Bezeichnung

Ein Mauermörtel nach DIN V 18 580 muss entsprechend der europäischen Norm DIN EN 998-2 vollständig gekennzeichnet sein (siehe z. B. Bild 1). Zusätzlich ist der Mauermörtel unter Verweis auf DIN V 18 580 mit Angabe der Mörtelart und Mörtelgruppe zu bezeichnen:

- Beispiel 1
Normalmauermörtel – DIN 18 580 – NM IIa
- Beispiel 2
Leichtmauermörtel – DIN 18 580 – LM 21
- Beispiel 3
Dünnbettmörtel – DIN 18 580 – DM

Tabelle 11. Anforderungen an die Verformbarkeit von Leichtmauermörtel mit besonderen Eigenschaften nach DIN V 18 580

Leichtmauermörtel	Längsdehnungsmodul $E_l^{a)}$ N/mm ²	Querdehnungsmodul $E_q^{a)}$ N/mm ²
LM 21	≥ 2000	≥ 7500
LM 36	≥ 3000	≥ 15 000

a) Prüfung im Alter von 28 d nach DIN 18 555-4

Ein so bezeichneter Mauermörtel bietet unter Baustellenbedingungen die höchstmögliche Sicherheit gegen Verwechslung oder falsche Zuordnung (s. Abschnitt 2.8 „Ratschlag für die Baupraxis“).

2.6 Baustellenmörtel

Baustellenmörtel ist ein Mörtel, der auf der Baustelle mit den vor Ort vorhandenen Ausgangsstoffen angemischt wird. Die Mischung erfolgt häufig nach Augenschein oder annähernd volumetrisch. In Deutschland wird solcher Mörtel – auch aus Gründen der Wirtschaftlichkeit – kaum noch eingesetzt.

Baustellenmörtel ist nicht Gegenstand der europäischen Normung. Sinngemäß kann die europäische Norm DIN EN 998-2 jedoch auch auf Baustellenmörtel angewandt werden. Rezepturen müssen allerdings national festgelegt werden. Um den Bezug zu den in Deutschland bekannten Rezepturen herzustellen, wurde Baustellenmörtel deshalb mit in die neue DIN V 18 580 aufgenommen.

Auf Baustellen darf nur Normalmauermörtel hergestellt werden. Die Ausgangsstoffe müssen genormt sein. DIN V 18 580 enthält eine Tabelle mit Rezepturen für die Mörtelgruppen I, II, IIa, und III. Werden diese Rezepturen eingehalten, so braucht auf der Baustelle kein weiterer Nach-

weis über sonstige Mörtel Eigenschaften geführt zu werden. Zusatzmittel sind nicht zugelassen.

Baustellenmörtel unterliegen keiner Überwachung und werden weder mit dem CE-Zeichen noch mit dem Übereinstimmungszeichen gekennzeichnet.

2.7 Zuordnung der Mörtelarten für Mauerwerk nach DIN 1053

Da die deutsche Mauerwerksnorm DIN 1053 weiter gilt, werden nach wie vor die „alten“ Mörtelbezeichnungen verwandt (s. Abschnitt 2.1). Auf der Baustelle muss strikt darauf geachtet werden, dass der verwendete Mauermörtel trotz geänderter Bezeichnungen richtig zugeordnet wird.

Eine Übersicht zeigt die Tabelle 12.

Ausschreibung

Bei der Ausschreibung einer Baumaßnahme gibt es zwei Möglichkeiten:

- Ausschreibung eines Mauermörtels nach DIN EN 998-2, der die in der DIN V 20 000-412 festgelegten Eigenschaften für die entsprechende Mörtelgruppe nach DIN 1053 erfüllt (z. B. „Mauermörtel nach DIN EN 998-2, der die für die Mörtelgruppe MG IIa erforderlichen Eigenschaften gemäß DIN V 20 000-412 aufweist“).

Tabelle 12. Zuordnung der Mörtelarten für Mauerwerk nach DIN 1053

Das ist in der Planung gefordert		Darauf ist zu achten, wenn ein Mauermörtel nach EN 998-2 verwendet werden soll		Darauf ist zu achten, wenn ein Mauermörtel nach DIN V 18 580 verwendet werden soll	
↓		↓		↓	
Geforderte Mörtelgruppe nach DIN 1053		Welche Kriterien muss der Mauermörtel nach DIN EN 998-2 erfüllen, um den Anforderungen zu genügen?		Welche Kriterien muss der Mauermörtel nach DIN V 18 580 erfüllen, um den Anforderungen zu genügen?	
Normalmauermörtel	I	M 2,5	Zusätzlich sind alle deklarierten Eigenschaftskennwerte gemäß <i>Tabelle 5</i> daraufhin zu prüfen, ob sie mit den Anforderungen der Anwendungsnorm DIN V 20 000-412 für die entsprechende Mörtelgruppe nach DIN 1053 übereinstimmen	M 1	Ein zusätzlich mit dem Übereinstimmungszeichen („Ü-Zeichen“, s. Bild 2) gekennzeichneter Mauermörtel muss „automatisch“ die für die jeweilige Mörtelgruppe nach DIN 1053 geltenden Anforderungen erfüllen; eine Prüfung der mit dem CE-Zeichen einzeln deklarierten Werte ist nicht erforderlich
	II	M 5		M 2,5	
	IIa	M 10		M 5	
	III	M 15		M 10	
	IIIa	M 30		M 20	
Leichtmauermörtel	LM 21	M 10		M 5	
	LM 36	M 10		M 5	
Dünnbettmörtel	DM	M 15		M 10	

- Ausschreibung eines Mauermörtels mit besonderen Eigenschaften entsprechend DIN V 18 580; im Ausschreibungstext kann dann die „alte“ Mörtelbezeichnung nach DIN 1053 verwendet werden. (z. B. „Leichtmauermörtel LM 21 nach DIN V 18 580“).

2.8 Ratschlag für die Baupraxis

CE-gekennzeichnete Mauermörtel nach europäischer Norm können auch in Deutschland für Mauerwerk nach DIN 1053 verwendet werden. Allerdings setzt dies die Einhaltung bestimmter Eigenschaftskennwerte – und die baustellenseitige Prüfung, ob der Nachweis darüber vorliegt! – voraus. Für die übliche Baupraxis ist das zu kompliziert.

Deshalb empfiehlt es sich, Mauermörtel auszuschreiben und einzusetzen, der sowohl der DIN EN 998-2 als auch der DIN V 18 580 entspricht. Ein solcher Mauermörtel ist daran erkennbar, dass er sowohl mit dem CE-Zeichen als auch dem Ü-Zeichen gekennzeichnet ist. Aus seiner Bezeichnung geht eindeutig die gewohnte Zuordnung, z. B. „Mörtelgruppe IIa“ oder „Leichtmauermörtel LM 21“ hervor.

3 Entwicklungstendenzen beim Mauermörtel

3.1 Dünnbettmörtel mit „Stützkorn“

Wenn Dünnbettmörtel zwischen schweren Steinelementen verwendet wird, besteht die Gefahr, dass er beim Vermauern punktuell – auch aufgrund von Maßabweichungen der Steine – sehr stark zusammengedrückt wird und die Fugendicke dann deutlich kleiner als 1 mm wird oder sogar „auf Null“ ausläuft. Durch diesen Effekt wird das passgenaue Ausrichten der Steinelemente erschwert, da die Elemente an den Berührungspunkten bereits „Stein auf Stein“ sitzen. Auch ist eine planmäßige Erhärtung des Mörtels nicht mehr möglich, wenn die Fuge so dünn wird, dass eine stabile Matrix aus Bindemittelleim und Gesteinskörnung praktisch nicht mehr vorhanden ist.

Als wesentliche Verbesserung hat sich für diese Fälle so genannter Dünnbettmörtel „mit Stützkorn“ herausgestellt. Dieser Dünnbettmörtel enthält einen bestimmten Anteil Zuschlagkörner mit Korngrößen über 1 mm. Diese Körner halten die Planelemente „auf Abstand“. Sie verhindern ein zu starkes Zusammendrücken der Dünnbettfuge und lassen eine maßgenaue Ausrichtung der Elemente zu, da sie nach dem Aufsetzen zunächst noch auf den Stützkörnern aufliegen.

Es gibt Dünnbettmörtel, bei denen das Stützkorn aus Leichtzuschlagkörnern besteht. Diese Körner, werden dann beim Ausrichten der Elemente an

einzelnen Stellen zerdrückt. Das Aufsetzen und passgenaue Ausrichten großer Elemente wird dadurch erleichtert.

Dünnbettmörtel mit Stützkorn aus Leichtzuschlagkörnern sind sowohl nach DIN 998-2 in Kombination mit DIN V 20 000-412 als auch nach DIN V 18 580 herstellbar. In diesen Normen ist – im Gegensatz zur bisherigen Anforderung nach DIN 1053-1 Anhang A – die Verwendung von leichten Gesteinskörnungen auch für Dünnbettmörtel gestattet.

Für alle Dünnbettmörtel mit Stützkorn gilt, dass der Anteil an Stützkörnern sich nur im Rahmen der für Gesteinskörnungen mit 1 mm Größtkorn üblichen „Überkornanteile“ bewegen darf.

3.2 Deckelnder Dünnbettmörtel

Bei Hochlochziegeln mit hohem Lochanteil und verhältnismäßig dünnen Stegen zwischen den Löchern führt üblicher Dünnbettmörtel nicht zu einem „durchgehenden“ Fugenband. Der Mörtel bleibt nur auf den verhältnismäßig dünnen Stegen stehen, die Löcher bleiben offen. Die Lastübertragung von Stein zu Stein wird dann auf Stellen beschränkt, in denen zwei Stege übereinander stehen und die Lochkanäle werden über die gesamte Wandhöhe nicht mehr durch den Mörtel unterbrochen. Ein Dünnbettmörtel mit deckelnder Wirkung führt dahingegen zu einem durchgehenden Mörtelband, die Lochkanäle werden verschlossen. Dadurch wird die Schall-Längsdämmung verbessert und Konvektionsbewegungen im Wandquerschnitt verhindert. Ausführliche Untersuchungen zum Tragverhalten von Mauerwerk aus Planhochlochziegeln bestätigen, dass sich mit deckelndem Dünnbettmörtel – gegenüber üblichen Dünnbettmörteln – die Eigenschaften von Planziegelmauerwerk verbessern lassen [Z 1].

Deckelnder Dünnbettmörtel erfordert eine spezielle Mörtelzusammensetzung; die deckelnde Wirkung des sehr dünnen Mörtelbandes lässt sich nur durch eine entsprechend aufwendige Mörteltechnologie erzeugen. Erforderlich ist auch, dass der Mörtel mit einem speziellen „Mörtelschlitten“ aufgetragen wird, denn nur so entsteht das deckelnde Mörtelband.

3.3 Mittelbettmörtel

Mittelbettmörtel ist für eine Lagerfugendicke von 6 mm (d. h. baupraktisch zwischen 4 mm und 8 mm) konzipiert. Er ist nicht in der DIN 1053 enthalten und bedarf deshalb einer bauaufsichtlichen Zulassung. Mauersteine, die im Mittelbettverfahren vermauert werden sollen, müssen erhöhte Anforderungen an die Maßhaltigkeit erfüllen: Die Steinhöhentoleranz darf höchstens ± 2 mm betragen.

Diese gegenüber den Plansteinen (± 1 mm) größere zulässige Höhentoleranz bedeutet für solche Steinarten, bei denen exakt planparallele Flächen nur durch besondere Maßnahmen, z. B. Schleifen, erreicht werden können, eine Erleichterung, die sich auch in den Herstellkosten niederschlägt. Übliche Mauersteine halten heute i. d. R. – also ohne zusätzlichen Hersteलाaufwand – die für das Mittelbettverfahren erforderlichen Maßtoleranzen (± 2 mm) ein.

Mittelbettmörtel gibt es als „Normal“-Mittelbettmörtel und als „Leicht“-Mittelbettmörtel mit wärmedämmenden Eigenschaften. Grundsätzlich erfolgt der Auftrag mit dem Mörtelschlitten.

Mittelbettmörtel hat den Vorteil, dass er auch bei Hochlochziegeln mit dünnen Stegen und einem hohen Lochanteil zu einer durchgehenden Mörtelfuge führt, bezogen auf den Lochanteil der Ziegel also eine „deckelnde“ Wirkung hat. Dadurch wird die Schall-Längsdämmung verbessert und Konvektionsbewegungen im Wandquerschnitt werden verhindert. Maßabweichungen von Mauersteinen können beim Mauern mit Mittelbettmörtel „konventionell“ ausgeglichen werden, ohne dass aufwändige Maßnahmen erforderlich sind.

Mittelbettmörtel ist anfänglich „nur im Paket“ mit bestimmten Steinen zugelassen worden. Neuerdings gibt es jedoch auch bauaufsichtliche Zulassungen für den Mittelbettmörtel selber, der dann – mehr oder weniger universell – mit verschiedenen geeigneten Steinen verwendet werden kann. Die Hersteller von Werkmörtel haben eine gemeinsame Zulassung erwirkt, nach der bundesweit Mittelbettmörtel in den Varianten „Leicht-Mittelbettmörtel“ (Zulassung Z-17.1-832) und „Normal-Mittelbettmörtel“ (Zulassung Z-17.1-803) hergestellt werden kann. Die Herstellung ist sowohl als Werk-Frischmörtel als auch als Werk-Trockenmörtel möglich.

Mit der Verwendung von Mittelbettmörtel wird die im Mauerwerksbau traditionell angewandte oktametrische Maßordnung nicht mehr strikt durchgehalten. Das Maß aus Steinhöhe plus Fugendicke ist nicht mehr in jedem Fall ein geradzahliges Vielfaches des Modulmaßes von 12,5 cm. Bei den heutigen Bauweisen stellt dies jedoch für die übliche Baupraxis kein Problem dar. Baustellen mit Mittelbettmörtel haben zudem immer die Möglichkeit mit dem Mittelbettmörtel auch Zwischenräume oder Passungenauigkeiten auszugleichen.

Ein bauaufsichtlich zugelassener Mittelbettmörtel kann zusätzlich zu den Anforderungen der Zulassung die Anforderungen der DIN EN 998-2 erfüllen und CE-gekennzeichnet sein [3]. Erfüllt er zusätzlich noch die Anforderungen der DIN

V 18 580 so kann er auch noch mit dem entsprechenden Übereinstimmungszeichen (s. Bild 2) versehen werden. Für die Baupraxis hat das den Vorteil, dass ein solcher Mittelbettmörtel sowohl in Leichtmauer- als auch in Normalmauermörtelqualität auch für „normales“ Mauerwerk mit Fugendicken von 12 mm verwandt werden kann.

4 Anwendung und Verarbeitung des Mauermörtels auf der Baustelle

Schon bei der Planung sind die Anwendungs- und Verarbeitungshinweise der DIN 1053 zu beachten. Dies gilt insbesondere für die in Abhängigkeit von der Mörtelgruppe und Mörtelart festgelegten Einschränkungen (s. Tabelle 13).

Alle Mörtel müssen eine verarbeitungsgerechte Konsistenz aufweisen und sich vollfugig vermauern lassen. Etwaige Herstell- bzw. Mischanweisungen des Herstellers sind zu befolgen. Anhaltswert für die Regelkonsistenz von Normal- und Leichtmauermörteln ist ein Ausbreitmaß von etwa 170 mm (geprüft nach DIN EN 1015-3). Die Verarbeitung mit dem Mörtelschlitten erfordert eine etwas weichere Konsistenz (≥ 180 mm). Die Wasserzugabe dient bei Mörtel eher der Aussteuerung der Verarbeitbarkeit; auf die Festigkeit des Mörtels in der Fuge wirkt sich ein hoher Ausgangswassergehalt i. d. R. positiv aus.

Die Mörtel müssen vor Erstarrungsbeginn verarbeitet sein. Nach Einsetzen der Erstarrung darf die Verarbeitbarkeit nicht mehr durch erneute Wasserzugabe wiederhergestellt werden.

- *Werk-Trockenmörtel* darf baustellenseits nur die erforderliche Wassermenge zugegeben werden.
- *Werk-Vormörtel* darf auf der Baustelle nur die erforderliche Wassermenge und die vom Hersteller angegebene Zementmenge zugegeben werden.
- *Werk-Frischmörtel* wird gebrauchsfertig geliefert und darf auf der Baustelle nicht mehr verändert werden. Im Kübel auf der Baustelle lagernder Werk-Frischmörtel sollte gegen extreme Witterungseinflüsse durch Abdecken, z. B. mit Folie oder einer Schalttafel, geschützt werden.
- *Mehrkammer-Silomörtel* muss vom Hersteller so ausgeliefert werden, dass das Mischungsverhältnis auf der Baustelle nicht unzulässig beeinflusst werden kann.

4.1 Prüfungen und Kontrollen während der Bauzeit

Bei Anlieferung von Werkmörtel muss auf der Baustelle der Lieferschein, der Silobegleitzettel oder der Verpackungsaufdruck daraufhin über-

Tabelle 13. Anwendungsbeschränkungen für bestimmte Mauermörtel

Mörtelart	Verwendungseinschränkungen
Normalmörtel (NM) Mörtelgruppe I	<ul style="list-style-type: none"> – Nicht zulässig bei ungünstigen Witterungsbedingungen (Nässe, Kälte) während der Verarbeitung – Nicht zulässig für Gewölbe und Kellermauerwerk – Nicht zulässig bei mehr als 2 Vollgeschossen – Nicht zulässig bei Wanddicken < 240 mm – Nicht zulässig für Außenschale von 2-schaligen Außenwänden – Nicht zulässig für Mauerwerk nach Eignungsprüfung
NM; Mörtelgruppe II und IIa	– Keine Einschränkungen
NM, Mörtelgruppe III und IIIa	– Nicht zulässig für die Außenschale von 2-schaligen Außenwänden (außer für nachträgliches Verfugen und für diejenigen Bereiche von Außenschalen, die als bewehrtes Mauerwerk nach DIN 1053-3 ausgeführt werden) ^{a)}
Leichtmauermörtel	<ul style="list-style-type: none"> – Nicht zulässig für Gewölbe – Nicht zulässig für der Witterung ausgesetztes Sichtmauerwerk
Dünnbettmörtel	– Nicht zulässig für Mauersteine mit Maßabweichungen der Höhe von mehr als 1,0 mm

^{a)} Begründung für den Ausschluss der Mörtelgruppen III und IIIa für Verblendmauerwerk siehe Abschnitt 5.

Tabelle 14. Erforderliche Kontrolle und Güteprüfungen auf der Baustelle (Mauermörtel)

Mörtel	Art der Prüfung
Baustellenmörtel allgemein	Regelmäßige Kontrolle auf richtiges Mischungsverhältnis über gesamte Bauzeit
Werkmörtel allgemein	Kontrolle von Lieferschein bzw. Verpackungsaufdruck auf Übereinstimmung mit der Bestellung (s. Tabelle 12)
Werkmörtel und Baustellenmörtel der Mörtelgruppe IIIa	Prüfung der Mörteldruckfestigkeit an je 3 Prismen aus 3 Mischungen je Geschoss; mind. je 10 m ³ Mörtel
Werkmörtel und Baustellenmörtel bei Gebäuden mit mehr als 6 gemauerten Vollgeschossen	Prüfung der Mörteldruckfestigkeit an je 3 Prismen aus 3 Mischungen je Geschoss; mind. je 20 m ³ Mörtel; nicht erforderlich für die obersten 3 Geschosse

prüft werden, ob die richtige Mörtelart bzw. Mörtelgruppe geliefert wurde. Wenn der Mörtel CE-gekennzeichnet ist, muss kontrolliert werden, ob seine deklarierten Werte den Anforderungen der jeweiligen Mörtelgruppe entsprechen (siehe Tabellen 5 und 12). Ist der Mauermörtel zusätzlich mit dem Übereinstimmungszeichen nach DIN V 18 580 gekennzeichnet, erübrigt sich die Kontrolle der deklarierten Werte (siehe Tabelle 12). Zusätzliche Prüfungen sind nur bei Mörteln der Gruppe IIIa und bei Gebäuden mit mehr als sechs gemauerten Vollgeschossen erforderlich (siehe Tabelle 14).

4.2 Vermauerung

Tragfähigkeit, Funktion und äußeres Erscheinungsbild von Mauerwerk hängen – trotz robuster Baustoffe – in hohem Maße von einer handwerklich einwandfreien Ausführung ab.

Lagerfugen sollen nach DIN 1053-1 12 mm, bei Verwendung von Dünnbettmörtel 1–3 mm dick sein. Sie sind vollflächig zu vermörteln, um die Spannungs- bzw. Kraftübertragung von Stein zu Stein sicherzustellen.

Stoßfugen werden – mit wenigen Ausnahmen, z. B. Sicht- bzw. Verblendmauerwerk – kaum

noch vermörtelt. Die Steine werden mit ihren Stoßfugenflächen „knirsch“ aneinandergestoßen. Wenn aufgrund herstellbedingter Unebenheiten Steinabstände von mehr als 5 mm entstehen, so sind sie noch beim Mauern mit dem entsprechenden Mörtel zu verschließen. Bei Verwendung von Dünnbettmörtel ist dies ein eigenständiger Arbeitsgang, für den eine zusätzliche Mörtelart bereitgehalten werden muss. Bei Normalmauermörtel, Leichmauermörtel oder Mittelbettmörtel kann das Verschließen größerer Zwischenräume mit dem vorhandenen Mörtel direkt beim Vermauern erfolgen.

Der Mörtelauftrag erfolgt üblicherweise mit der Maurerkelle. Für das wirtschaftliche und präzise Vermauern gibt es zum Auftragen des Mörtels sog. „Mörtelschlitten“ in unterschiedlichen Varianten. Sie können der Breite des Mauerwerks angepasst werden und gewährleisten eine gleichmäßige Fugendicke. Dies trägt – insbesondere wenn Dünnbett- oder Mittelbettmörtel verwendet wird – zur Rationalisierung der Bauabläufe bei. Dünnbettmörtel kann außerdem mit Zahnkellen oder Mörtelwalzen aufgetragen werden, um eine gleichmäßige Fugendicke von 1–3 mm zu erreichen.

4.3 Erhärtung in der Fuge

Sobald zwischen Frischmörtel und Stein ein Kontakt entsteht, beginnen die Steine dem Mörtel Wasser zu entziehen. Der Wasserentzug ist abhängig von den Frischmörteleigenschaften und der Saugcharakteristik der Steine. Durch den Vorgang des Wasserabsaugens wird die Entwicklung der Mörtelfestigkeit entscheidend beeinflusst (s. auch [R 2] und [R 4]). Die Festigkeit, die ein Mörtel in der Fuge zwischen den Mauersteinen

entwickelt („Fugendruckfestigkeit“), hat eine sehr viel größere praktische Bedeutung als die Prismenfestigkeit, denn die Fugendruckfestigkeit ist maßgebend für die Tragfähigkeit des Mauerwerks.

Bei Mauermörtel, der in seiner Tragfähigkeit besonders hoch ausgenutzt werden soll, muss deshalb nach DIN V 18 580 neben der üblichen Prismendruckfestigkeit zusätzlich die Druckfestigkeit des Mörtels in der Fuge geprüft werden. Dazu wird ein sog. „Kalksand-Referenzstein“ verwendet, der hinsichtlich seines Saugverhaltens und seiner Oberflächeneigenschaften als besonders ungünstig eingestuft wird.

Die Prüfverfahren sind in der DIN 18 555-9 festgelegt, wobei 3 unterschiedliche Verfahren der Probenherstellung und -präparation genormt sind. Da sich die Prüfkörpergeometrien aller Prüfverfahren unterscheiden, sind die Prüfergebnisse untereinander nur vergleichbar, wenn der geometrisch und verfahrensbedingte Einfluss mittels Formfaktoren berücksichtigt wird (s. Tabelle 15). Erst das „formfaktorbereinigte“ Ergebnis liefert einen Hinweis auf den Einfluss der Mauersteine (wie sich die Fugendruckfestigkeit gegenüber der Prismenfestigkeit ändert).

Die Anforderungen an die Fugendruckfestigkeit eines Mauermörtels sind in der DIN V 18 580 enthalten. Berücksichtigt man die entsprechenden Formfaktoren, die sich aus den unterschiedlichen Prüfkörpergeometrien ergeben, so zeigt sich, dass die Festigkeit des Mörtels in der Fuge nur etwa 70 % der Prismenfestigkeit betragen muss, dass in DIN V 18 580 also eine reale Festigkeitsabnahme um rund 30 % infolge des Steineinflusses zugelassen wird.

Tabelle 15. Formfaktoren; „ $\beta_{DF,N}$ “ ist die formfaktorbereinigte („normierte“) Fugendruckfestigkeit, die mit der Prismenfestigkeit $\beta_{D,N}$ verglichen werden kann (nach [R 1], [R 4], [R 5])

Kurzzeichen	Prüfverfahren		Formfaktoren
$\beta_{D,N}$	Prismendruckfestigkeit nach DIN 18 555-3		–
$\beta_{DF,I}$	Fugendruckfestigkeit nach DIN 18 555-9	Würfeldruckverfahren (Verfahren I)	$\beta_{DF,N} = \frac{1}{0,75} \cdot \beta_{DF,I}$
$\beta_{DF,II}$		Plattendruckverfahren (Verfahren II)	$\beta_{DF,N} = \frac{1}{1,4} \cdot \beta_{DF,II}$
$\beta_{DF,III}$		ibac-Verfahren (Verfahren III)	$\beta_{DF,N} = \frac{1}{1,0} \cdot \beta_{DF,III}$

Anmerkung: Das Prüfergebnis wird auch vom Feuchtegehalt der Probe beeinflusst. Durch den Feuchteinfluss können sich Festigkeitsunterschiede in der Größenordnung von 10...60 % (wassergesättigt) ergeben [R 4]. Um eine Vergleichbarkeit zu gewährleisten ist es sinnvoll, Proben vor der Prüfung stets auf einen definierten Feuchtegehalt zu bringen. Am einfachsten zu reproduzieren ist der trockene Zustand, z. B. nach schonender Trocknung bis zur Massekonstanz.

In der Regel ist die Festigkeit eines Mörtels in der Fuge höher als im Prisma. Nur in besonders ungünstigen Fällen kann es zu Festigkeitsverminderungen oder sogar zu einem vollständigen Verlust der Festigkeit kommen. Dies ist dann auf das Wasserabsaugen der Steine bzw. ein fehlendes Vornässen, auf austrocknungsfördernde Witterungsverhältnisse (Sonne, Wind usw.), und ggf. auch auf eine nicht angepasste Mörtelzusammensetzung zurückzuführen. Mauerwerk aus Kalksandsteinen führt – bedingt durch die Absaugeigenschaften dieser Steine – häufiger zu einem Austrocknen des Mörtels, als dies z. B. bei dem in dieser Hinsicht robusteren Ziegelmauerwerk der Fall ist. Die Ausführungssicherheit wird deutlich erhöht, wenn die Kalksandsteine vorgehästet oder anstelle der üblichen Normalmörtel speziell auf diese Steine abgestimmte Mörtel verwendet werden.

In Fällen, in denen die Fugendruckfestigkeit eines Mörtels zu gering ist, weil der Mörtel im frühen Stadium vollständig ausgetrocknet („verdurstet“) ist, kann eine nachträgliche Verbesserung erfolgen, wenn dem Mörtel wieder Wasser zugeführt wird, z. B. durch ein Annässen des Mauerwerks.

Es gehört zum Stand der Technik und ist deshalb in der DIN 1053-1 ausdrücklich erwähnt, dass die Mauersteine vorgehästet werden müssen, wenn es sich um besonders saugfähige Steine handelt oder ungünstige Wetterbedingungen (z. B. intensive Sonneneinstrahlung, Wärme oder Wind) vorliegen. Vor allem bei Kalksandsteinen führt das Vornässen zu einer deutlich gesteigerten Ausführungsqualität.

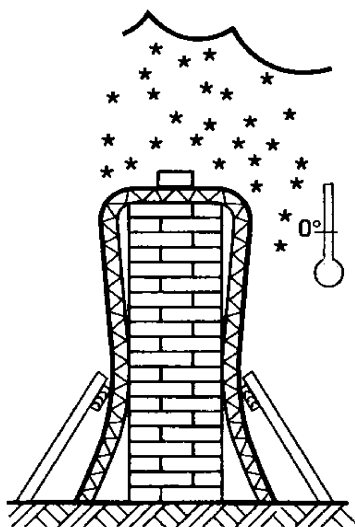


Bild 3. Schutz von frischem Mauerwerk im Winter (Quelle: KS-Maurerfibel [W 1])

4.4 Witterungsbedingungen

Bei der Ausführung von Mauerwerk sind die Witterungsbedingungen zu beachten und ggf. erforderliche Maßnahmen zu treffen.

So darf Mauerwerk bei Frost nur unter besonderen Schutzmaßnahmen ausgeführt werden. Dem Mörtel dürfen keine „Frostschutzmittel“ zugesetzt werden! Gefrorene Baustoffe dürfen nicht verwendet werden. Mauerwerk, insbesondere feingliedrige Bauteile und Pfeiler, die frisch gemauert oder frisch verfugt sind, sollten, wie in Bild 3 gezeigt, vor Frost und Regen durch Abdecken mit einer Dämm-Matte geschützt werden, wenn keine Winterbauhalle vorhanden ist [W 1]. Teile von Mauerwerk, die bereits durch Frost beschädigt sind, müssen vor dem Weiterbau restlos abgetragen werden.

Frisches Mauerwerk, besonders aber Sicht- und Verblendmauerwerk (s. a. Abschnitt 5), muss auch in der frostfreien Jahreszeit abgedeckt werden, um Auswaschungen durch Regen zu verhindern. Auch vor starker Sonneneinstrahlung und frühzeitiger Austrocknung durch Wind ist frisches Mauerwerk grundsätzlich zu schützen (s. Bild 4); ggf. ist das Mauerwerk zur Nachbehandlung mit einer sehr feinen Nebeldüse mit Wasser zu besprühen.

4.5 Vor- und Nachbehandlung

Mörtel erhärtet – im Vergleich zu anderen hydraulisch gebundenen Baustoffen wie z. B. Beton – im Mauerwerk immer unter „erschweren Bedingungen“, da ihm während der Erhärtung von den Steinen Wasser entzogen wird. Alle auf der Baustelle getroffenen Sorgfaltsmaßnahmen, wie Vor-

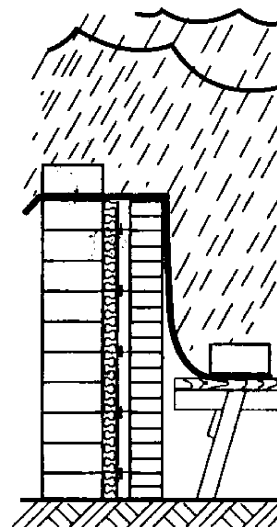


Bild 4. Frisches Mauerwerk muss vor Regen, starker Sonneneinstrahlung und frühzeitiger Austrocknung durch Wind geschützt werden; bei Abdeckung mit einer Folie soll diese nicht am Mauerwerk anliegen (Quelle: KS-Maurerfibel [W 1])

nässen der Steine, Abdecken des frischen Mauerwerks oder Nachbehandlung durch Besprühen mit Wasser, kommen der Qualität des Mörtels und damit des Mauerwerks deshalb erheblich zugute. Dies gilt besonders für die ersten 3 bis 4 Tage nach der Vermauerung.

Kalksandsteine entziehen dem Mörtel aufgrund ihrer besonderen Saugcharakteristik das Wasser über einen sehr langen Zeitraum. Um unter diesen Umständen eine ausreichende Fugendruckfestigkeit zu erreichen, müssen alle Maßnahmen darauf abgestellt werden, den Wassergehalt des Mörtels so zu erhöhen, dass nach dem Absaugen noch möglichst viel Wasser für die Hydratation zur Verfügung steht (z. B. hoher Ausgangswassergehalt, Vornässen der Steine, Zugabe von wasserrückhaltenden Zusätzen). Je stärker die Kalksandsteine vorgehäst werden, desto günstiger wirkt sich das auf die Fugendruckfestigkeit aus. Empfehlenswert sind auch die besonders auf Kalksandsteine abgestimmten Mauermörtel.

Ähnlich wie Kalksandsteine verhalten sich *Beton- und Leichtbetonsteine*. Da sie im Anlieferungszustand jedoch grundsätzlich einen gewissen Feuchtigkeitsgehalt aufweisen, bleibt der Gesamtwasserentzug i. d. R. in einem unkritischen Bereich. Ein Vornässen der Steine führt – wie bei Kalksandsteinen – i. d. R. zu einer Festigkeitserhöhung des Mörtels in der Fuge.

Ziegel haben eine andere Saugcharakteristik, die – trotz des Wasserabsaugens – eher zu einer Festigkeitserhöhung des Mörtels in der Fuge führt [R 2]. Ein Vornässen ist i. d. R. nicht erforderlich.

Eine äußere *Nachbehandlung* (nachträgliche Wasserzufuhr von außen) von ausgeführtem Mauerwerk kann zu einer deutlichen Erhöhung der Fugendruckfestigkeit des Mörtels führen. Vor allem, wenn durch widrige Umstände (hoher Wasserentzug durch trockene Steine, ungünstige Witterungsverhältnisse durch Wind und Sonne usw.) der Mörtel „verdurstet“ ist, d. h. die Hydratation schon in einer sehr frühen Phase infolge Wassermangels abgebrochen ist, kann ein späteres Nachnässen des Mörtels wesentliche Verbesserungen herbeiführen. „Verdursten“ heißt, dass Teile des im Mörtel enthaltenen Zementes nicht hydratisieren konnten, da das Wasserangebot nicht ausreichte. Wird nachträglich Wasser zugeführt, setzt die Hydratation wieder ein (Nachhydratation) und es kommt zu deutlichen Festigkeitserhöhungen.

5 Besondere Anforderungen an Mauermörtel für Verblendmauerwerk

Verblendmauerwerk ist das nach außen sichtbare Mauerwerk einer Außenwand. Es muss aus Gründen des Witterungsschutzes und der optischen Ge-

Tabelle 16. Mauermörtel für Verblendmauerwerk („Vormauermörtel“)

Verwendungszweck	Nach DIN 1053-1 zu verwendende Mörtelgruppen (Normalmörtel) ^{a)}
Verblendmauerwerk (Außenschale bei 2-schaligem Mauerwerk)	II oder IIa
Einschaliges Verblendmauerwerk	II, IIa, III, IIIa
Fugemörtel für nachträgliches Verfugen	(IIa), III, IIIa

^{a)} Leichtmauermörtel ist für Sichtmauerwerk, welches der Witterung ausgesetzt ist, nicht zulässig.

staltung stets besonders sorgfältig ausgeführt werden. Auch an den Mörtel für Verblendmauerwerk sind besondere Anforderungen zu stellen. Werkmörtel kann auf die speziellen Anforderungen des Verblendmauerwerks eingestellt werden und wird dann als „Vormauermörtel“ bezeichnet. Der Begriff „Vormauermörtel“ wurde in Anlehnung an den Begriff „Vormauerstein“ geprägt. Er ist jedoch nicht genormt. Die in Tabelle 16 aufgeführten Mörtel sind für Verblendmauerwerk geeignet.

Nach DIN 1053-1 sind Mörtel der Mörtelgruppen III und IIIa – außer zum nachträglichen Verfugen – aufgrund ihrer hohen Festigkeit nicht für Verblendmauerwerk zugelassen, wenn es sich um die Außenschale von 2-schaligen Außenwänden handelt (s. a. Tabelle 13). Dem liegt die Überlegung zu Grunde, dass Mörtel der Mörtelgruppen III und IIIa zwar hohe Festigkeiten aufweisen, dadurch jedoch eher „spröde“ sind und die an einer Fassade auftretenden Verformungen (z. B. durch Feuchtedehnung, Temperaturschwankungen usw.) unter Umständen nicht rissfrei aufnehmen können.

Bei Verblendmauerwerk gibt es zwei Möglichkeiten der Verfugung: den sog. „Fugenglattstrich“ und die nachträgliche Verfugung.

5.1 Fugenglattstrich

Die Mörtelindustrie empfiehlt den „Fugenglattstrich“. Fugenglattstrich bietet den Vorteil einer homogenen, gut verdichteten Fuge; die Fugen sind in ihrer ganzen Tiefe „aus einem Guss“. Beim Fugenglattstrich ist besonders auf das vollfugige Mauern zu achten, um nicht später beim Glätten der Fuge nachbessern zu müssen.

Nach dem vollfugigen Vermauern und Ansteifen des Mörtels wird die Fuge mit einem Glätt-

werkzeug (z. B. Schlauchstück) nachgearbeitet. Um eine gleichmäßige Farbgebung der Fuge zu erreichen, muss das Glätten stets zum richtigen Zeitpunkt erfolgen. Mit dem Glätten wird bei der zuerst gemauerten Lage, also unten, begonnen. Eine zu frisch geglättete Fuge (Konsistenz des Mörtels noch sehr weich) wird hell, eine zu spät geglättete Fuge (Mörtel bereits stark angesteift) wird dunkel.

5.2 Nachträgliches Verfugen

Beim nachträglichen Verfugen müssen die mindestens 15 mm freigelegten Fugen vorher gründlich von losen Mörtelteilen gereinigt werden. Anschließend muss vorgehängt werden, und zwar von unten (Wandfuß) nach oben. Der Fugenmörtel wird kräftig in die vorgehängten Fugen eingedrückt. Die frische Verfugung muss unbedingt vor frühzeitiger Austrocknung geschützt werden! Vorzugsweise wird als Fugenmörtel Mauermörtel der Mörtelgruppen III oder IIIa verwendet. Fugenmörtel muss hohen Beanspruchungen standhalten. Von der Werkmörtelindustrie wurden dafür spezielle Mörtel entwickelt. Bei der Bestellung des Mörtels ist auf die Verwendung als Fugenmörtel hinzuweisen.

5.3 Vorbehandlung, Nachbehandlung

Bei Verblendmauerwerk sind sowohl die Vorbehandlung der Steine als auch die Nachbehandlung des frischen Mauerwerks von hoher Bedeutung. Das Vornässen stark saugender Steine beugt der Gefahr späterer Ausblühungen vor, da der Wasserentzug vermindert wird und dadurch lösliche Salze aus dem Mörtel nicht in den Stein transportiert werden. Eine gute Nachbehandlung (s. Abschnitt 4) in den ersten 3 bis 4 Tagen bietet einen guten Schutz gegen spätere Ausblühungen und Verunreinigungen.

5.4 Dauerhaftigkeit

Das optische Erscheinungsbild und die Dauerhaftigkeit von Verblendmauerwerk hängen von den Eigenschaften der eingesetzten Baustoffe ebenso ab, wie von der fachgerechten handwerklichen Ausführung. Verblendmauerwerk ist eine robuste, wenig schadensanfällige Bauweise. Wenn dennoch Schäden auftreten, liegt dies meist an mehreren Ursachen, die oft schon in der Planung begründet sind. Keineswegs lässt sich ein Schaden immer auf die Baustoffeigenschaften zurückführen. Anlass zu Fehlinterpretationen gibt häufig das teilweise noch immer zur Schadensermittlung eingesetzte „Karsten’sche Röhrchen“. Es liefert wegen seines punktuellen Wirkungsradius keine repräsentativen Aussagen über die Funktionsfähigkeit ausgeführter Fassadenflächen. Untersuchungen an jahrzehntelang schadensfrei funktionierendem

Mauerwerk haben gezeigt, dass das „Karsten’sche Röhrchen“ kaum zur Beurteilung der Funktionsfähigkeit von Mauerwerk geeignet ist [K 1].

5.5 Ausblühungen

Auf der Oberfläche von bewittertem Verblendmauerwerk können Ablagerungen aus meist weißen Substanzen auftreten (Ausblühungen). Ausblühungen benötigen als Transportmedium Wasser, das die im Mauerwerk vorhandenen wasserlöslichen Substanzen an die Steinoberfläche transportiert. Nach Verdunsten des Wassers bleiben diese Substanzen als „Ausblühung“ zurück. Verblendmauerwerk ist nicht wasserundurchlässig. Deshalb können die in den Mauerziegeln oder dem Mörtel unvermeidbar vorhandenen Stoffe gelöst werden und ausblühen. Nach [O 1] sind Ausblühungen in gewissem Rahmen sogar als unvermeidbar hinzunehmen. Allerdings ist die bei weitem häufigste Ursache für störende Ausblühungen nicht in den Baustoffen selber zu suchen, sondern auf eine zu starke Wasserbelastung von Teilbereichen des Mauerwerks (konstruktive Mängel).

Ausblühungen, die häufig kurz nach Erstellen des Mauerwerks auftreten, verschwinden unter Witterungseinwirkung nach verhältnismäßig kurzer Zeit von selbst oder können einfach (z. B. durch trockenes Abbürsten) entfernt werden.

5.6 Merkblatt

Wichtige Hinweise für Verblendmauerwerk – von der Planung bis zur Ausführung – enthält das Merkblatt „Verblendmauerwerk mit Werkmörtel“ [X 1].

6 Einfluss des Mauermörtels auf die Eigenschaften des Mauerwerks

6.1 Tragfähigkeit

Mauerwerk unterliegt in der Praxis einer Druckbeanspruchung und darüber hinaus je nach Belastungsart auch einer Zug-, Biegezug- oder Schubbeanspruchung. In allen Fällen hat der Mörtel Einfluss auf das Tragverhalten des Mauerwerks.

Wird Mauerwerk auf Druck beansprucht, so entstehen infolge einer „Zusammendrückung“ des Mörtels Querverformungen in der Ebene der Lagerfuge. Da die Querverformungen des Mörtels jedoch durch den Verbund zum Stein behindert werden, entstehen im Stein Querkzugspannungen (Bild 5). Das Druckversagen des Mauerwerks tritt deshalb in der Regel durch Überschreiten der Steinquerkzugfestigkeit auf. Die Tragfähigkeit des Mauerwerks unter Druckbeanspruchung (Mauerwerkdruckfestigkeit) wird aus diesem Grund im wesentlichen von der Steinquerkzugfestigkeit und

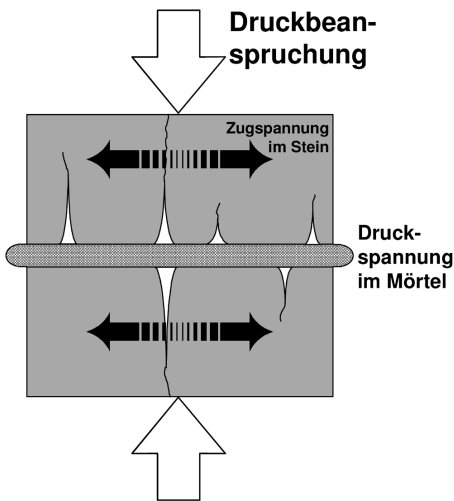


Bild 5. Mauerwerk unter Druckbeanspruchung; vereinfachte Darstellung des Spannungszustandes; unter Druck entstehen infolge einer „Zusammendrückung“ des Mörtels Querverformungen, die jedoch durch den Verbund zum Stein behindert werden und dadurch Querkzugspannungen im Stein verursachen; im Mörtel herrscht ein dreidimensionaler Druckspannungszustand

der Mörtelquerverformung bestimmt und hängt somit von der Steinart, der Steinfestigkeit, der Mörtelart (Normalmörtel, Leichtmauermörtel), der Mörtelfestigkeit sowie der Fugendicke ab. Üblicherweise wird sie mit Hilfe der folgenden empirischen Beziehung berechnet:

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

mit

$\beta_{D,mw}$ mittlere Mauerwerkdruckfestigkeit in N/mm^2

$\beta_{D,st}$ Steindruckfestigkeit in N/mm^2

$\beta_{D,mö}$ Mörteldruckfestigkeit in N/mm^2

a, b, c empirisch ermittelte Parameter (siehe z. B. [K 2], [M 1], [S 1])

Die Mörteldruckfestigkeit wird mit dem Exponenten c potenziert. Werte für c liegen je nach Steinart zwischen 0 (bei Dünnbettmörtel) und 0,46 (für Hochlochziegel). Der Exponent zur Potenzierung der Steindruckfestigkeit ist im allgemeinen deutlich größer und beträgt zwischen 0,57 (für Leichtbetonsteine) und 1,0 (für Leichtlochlochziegel). Dieser Vergleich zeigt, dass die Mauerwerkdruckfestigkeit wesentlich mehr durch die Stein-, als durch die Mörtelfestigkeit beeinflusst wird.

Wie oben erläutert, wirkt sich das Querverformungsvermögen eines Mörtels unter Last entscheidend auf die Mauerwerksdruckfestigkeit aus. Die Steine werden durch die Querverformung des Mörtels auf „Querkzug“ beansprucht. Die Tragfähigkeit des Mauerwerks wird deshalb umso kleiner, je weniger Querkzug die Mauersteine „vertragen“ können. Die Mörtelquerverformung – und damit die Zugbeanspruchung für den Stein (s. Bild 5) – verringert sich, wenn die Fugendicke verringert wird. Deshalb wird die Tragfähigkeit von Mauerwerk mit abnehmender Fugendicke höher. Insbesondere wirkt sich dies in Fällen aus, wo die Mauersteine nur eine geringe Querkzugfestigkeit aufweisen, dies ist z. B. für Hochlochziegel der Fall. Die Zugfestigkeit von Hochlochziegeln (HLz) beträgt nur etwa 3 % der Druckfestigkeit dieser Steine; bei Leichtlochlochziegeln (LHLz) sogar nur 1 % oder weniger [S 1].

Am Beispiel üblicher Hochlochziegel der Festigkeitsklasse 8 wurde im Bild 6 dargestellt, wie die Mauerwerksdruckfestigkeit von der verwendeten Mörtelart bzw. der Fugendicke abhängt. Bei der Mauerwerksdruckfestigkeit handelt sich um die

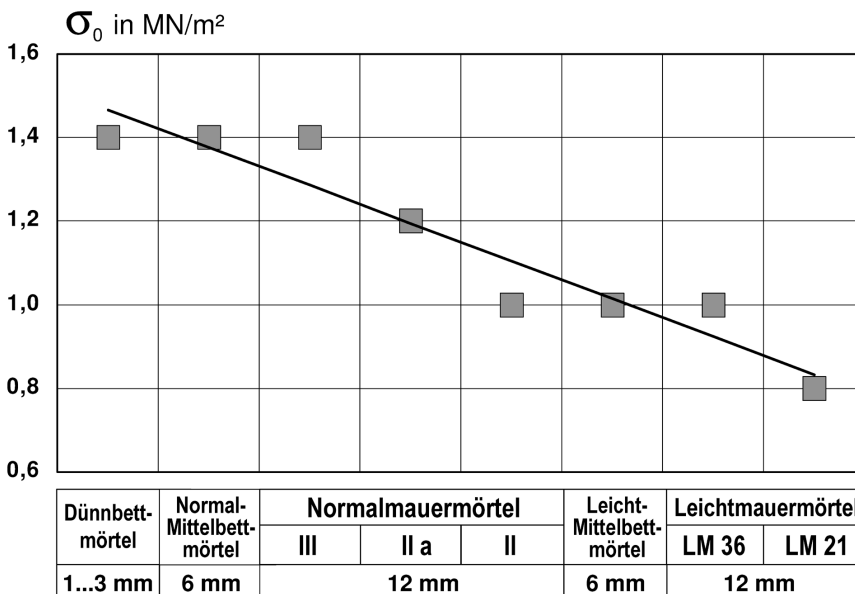


Bild 6. Grundwerte der zulässigen Mauerwerk-Druckspannung für vergleichbare Hochlochziegel (HLz) der Festigkeitsklasse 8 (nach DIN 1053-1 und allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen)

so genannten σ_0 -Werte, die bei der statischen Bemessung von Mauerwerk in Ansatz gebracht werden dürfen. Die angegebenen Werte sind also Rechenwerte, die mit Sicherheitsbeiwerten versehen sind. Durchgeführte Mauerwerksversuche zeigen allerdings, dass gerade für Mauerwerk mit Mittelbettmörtel noch erhebliche Festigkeitsreserven bestehen, die bisher noch nicht in Ansatz gebracht wurden [S 4].

6.2 Besonderer Einfluss des Mörtels bei Leichthochlochziegeln

Neue Entwicklungen haben zu Ziegeln mit hohem Lochanteil, großen Löchern und dünnen Stegen geführt, die sich im Hinblick auf den Wärmeschutz günstig verhalten. Sowohl im Hinblick auf das Verputzen als auch auf das Vermauern sind bei diesen Steinen besondere Randbedingungen zu beachten.

Werden Hochlochziegel als „Planziegel“ hergestellt und mit Dünnbettmörtel vermauert, so können u. U. bei Druckbelastung Spannungsspitzen im Bereich übereinander stehender Stege entstehen, denn im Gegensatz zu normalen Lagerfugendicken ist bei Dünnbettfugen in der Fuge nur eine geringe Lastausbreitung und -verteilung möglich [E 1]. Dickere und vor allem durchgehende Mörtelfugen führen zu einer Verbesserung der Lastverteilung und damit zu einer deutlichen Erhöhung der Tragfähigkeit von Planziegelmauerwerk [Z 1]. Diese Erkenntnisse haben zu der Entwicklung von Mittelbettmörtel geführt. Trotz reduzierter Fugendicke (6 mm) werden damit ein durchgehendes Mörtelband und eine gleichmäßige Spannungsverteilung zwischen den Steinen erreicht.

6.3 Haftscherfestigkeit

Für die Biegezug- und Schubbeanspruchung von Mauerwerk ist u. a. die Haftscherfestigkeit des Mörtels bzw. der Stein-/Mörtelkombination von Bedeutung. Mauerwerk könnte auch ohne einen adhäsiven Verbund zwischen Stein und Mörtel noch Biegezug- bzw. Schubbeanspruchungen aufnehmen, solange eine vertikale Belastung vorhanden ist. Durch die vertikale Belastung σ_D wird in der Lagerfuge ein Reibungsanteil $\mu \cdot \sigma_D$ (Reibung zwischen Stein und Mörtel) aktiviert, der häufig bereits zur Aufnahme üblicher Biegezug- bzw. Schubbeanspruchungen ausreicht.

Jedoch muss auch in Fällen ohne vertikale Belastung (z. B. Verblendschalen von zweischaligen Wänden, Ausfachungswände) eine Zugfestigkeit der Wand parallel zur Lagerfuge vorhanden sein, allein um die aus Windlasten herrührende Zugspannung aufnehmen zu können. Insofern ist für funktionsfähiges Mauerwerk ein Grundwert der

Haftscherfestigkeit immer erforderlich. Die Haftscherfestigkeit darf in der Praxis also nicht „Null“ sein; ein gewisser Verbund zwischen Stein und Mörtel ist erforderlich.

Prüftechnisch ermittelte Haftscherfestigkeiten geben nicht den „wahren Wert“ der Haftscherfestigkeit, wie er für statische Berechnungen eigentlich gebraucht wird, wieder. Die ermittelten Prüfwerte sind – wie umfangreiche Versuchsreihen gezeigt haben – von der Prüfanordnung abhängig. So ermittelt man nach neuem europäischen Prüfverfahren (EN 1052-3) nur etwa halb so große Werte, wie nach dem bisher angewandten deutschen Verfahren (DIN 18 555-5) [S 2]. Zu beachten ist, dass bei der in Deutschland üblichen Prüfung mit einem „glatten“ Kalksandstein der günstige Einfluss der mechanischen Verzahnung bei Lochsteinen, die in der Praxis überwiegend vorkommen, außer acht gelassen wird.

Die Vermörtelungsart hat auch Einfluss auf andere bauphysikalische Eigenschaften des Mauerwerks, wie z. B. Wärmeschutz und Schallschutz.

6.4 Wärmeschutz

Die Wärmeleitfähigkeit eines Mörtels hängt von dessen Rohdichte ab. In der europäischen Norm DIN EN 1745 ist der Zusammenhang zwischen Rohdichte und Wärmeleitfähigkeit λ angegeben (s. Tabelle 17). Für Mauermörtel darf dieser tabellierte λ -Wert verwandt werden, ohne dass eine Prüfung der Wärmeleitfähigkeit erforderlich ist.

Es ist jedoch auch möglich, die Wärmeleitfähigkeit eines Mörtels zu prüfen um damit ggf. zu günstigeren λ -Werten zu kommen, als sie in den Tabellen enthalten sind. Das Verfahren dafür steht ebenfalls in der DIN EN 1745.

Der prüftechnisch ermittelte oder anhand der Rohdichte aus Tabellen entnommene sog. „ $\lambda_{10, \text{dry}}$ -Wert“ (gesprochen: „Lambda-10-trocken“) ist ein Materialkennwert¹⁾. Für wärmeschutztechnische Berechnungen muss er in einen Bemessungswert umgewandelt werden. Dieser berücksichtigt, dass ein Baustoff, wenn er im Bauwerk eingebaut ist, nicht durch und durch trocken ist, sondern entsprechend der Umgebungsbedingungen einen gewissen Feuchtegehalt („Ausgleichsfeuchte“) aufweist, wodurch sich die Wärmeleitfähigkeit (gegenüber dem trockenen Prüfzustand) erhöht. Für Mörtel (Mauermörtel, Putzmörtel) ist in DIN V 4108-4 festgelegt, dass für die Umrechnung von Umgebungsbedingungen mit 23 °C und 80 %

¹⁾ $\lambda_{10, \text{dry}}$ bedeutet, dass die Wärmeleitfähigkeit λ am trockenen Material bei einer Durchschnittstemperatur von 10 °C gemessen wurde.

Tabelle 17. Basiswerte für die Wärmeleitfähigkeit von Mauermörtel nach EN 998-2 bzw. DIN V 18 580, die aus der Rohdichte abgeleitet werden dürfen

Mörtelart	Trockenrohdsichte		Wärmeleitfähigkeit	
			Materialkennwert ^{a)}	Bemessungswert ^{b)}
	ρ		$\lambda_{10, trocken}$	λ_U
	kg/m ³		w/(m · K)	w/(m · K)
Mauermörtel nach DIN EN 998-2	250		0,080	0,10
	400		0,11	0,14
	700		0,20	0,25
	1000		0,30	0,38
	1500		0,54	0,69
	1600 ^{c)}		0,76	0,97
	1800 ^{d)}		0,93	1,18
	2000		1,28	1,62
Leichtmauermörtel nach DIN V 18 580	LM 21	≤ 700	0,27	0,21 ^{e)}
	LM 36	≤ 1000	0,18	0,36 ^{e)}

a) Definiert als 90 %-Fraktile.

b) Ergibt sich durch Multiplikation mit F_m aus dem Materialkennwert $\lambda_{10, dry}$.

c) Anhaltswert für Dünnbettmörtel.

d) Anhaltswert für Normalmauermörtel.

e) Wert entsprechend Angabe in DIN V 4108-4.

relativer Luftfeuchte auszugehen ist. Daraus ergibt sich – ebenfalls festgelegt in DIN V 4108-4 – eine Ausgleichsfeuchte des Mörtels von 6 Vol.-%.

Mit Hilfe eines „Feuchteumrechnungskoeffizienten“, der für Mörtel in DIN EN 1745 festgelegt ist, kann nun ein Faktor F_m ermittelt werden, mit Hilfe dessen die Umrechnung des $\lambda_{10, dry}$ -Wertes in einen Bemessungswert λ_U erfolgen kann.

$$\lambda_U = F_m \cdot \lambda_{10, dry}$$

mit

$$F_m = e^{f_{\Psi}(\Psi_2 - \Psi_1)}$$

f_{Ψ} = volumenbezogener Feuchteumrechnungskoeffizient (nach DIN EN 1745 für Mörtel = 4 m³/m³)

Ψ_1 = volumenbezogener Feuchtegehalt im Prüfzustand (bei $\lambda_{10, dry}$ ist der Prüfzustand „trocken“ und damit $\Psi_1 = 0$)

Ψ_2 = Feuchtegehalt bei 23 °C und 80 % r. L. („Ausgleichsfeuchte“; in DIN V 4108-4 mit 0,06 m³/m³ festgelegt und damit $\Psi_2 = 0,06$)

Mit diesen Festlegungen ergibt sich der Wert F_m für Mörtel zu 1,27 (s. Tabelle 17).

Für Leichtmauermörtel LM 21 und LM 36 nach DIN V 18 580 können die Wärmeleitfähigkeitswerte ohne Umrechnung direkt aus der Tabelle 1 der DIN V 4108-4 entnommen werden¹⁾.

Die Wärmeleitfähigkeit des Mauermörtels ist für die wärmeschutztechnische Planung eines Gebäudes nur indirekt von Bedeutung. Maßgebend für den Planer ist die Wärmeleitfähigkeit der Wände. Diese ist in Abhängigkeit von Stein *und* Mörtel in der DIN V 4108-4 sowie den Unterlagen der Mauersteinhersteller, z. B. in bauaufsichtlichen Zulassungen, angegeben.

¹⁾ DIN V 4108-4:2004-07 bezieht sich noch auf Leichtmauermörtel „nach DIN 1053-1“. Im Hinblick auf die Anforderungen an die Leichtmauermörtelarten LM 21 und LM 36 wurde DIN 1053-1 jedoch ersetzt durch DIN V 18 580. Insoweit sind die in der DIN V 4108-4 festgelegten Bemessungswerte der Wärmeleitfähigkeiten auch auf Leichtmauermörtel LM 21 und LM 36 nach DIN V 18 580 anzuwenden.

Die Verwendung von Leichtmauermörtel LM 21 oder LM 36 stellt unabhängig von der Wärmeleitfähigkeit der Mauersteine immer eine deutliche Verbesserung des Wärmeschutzes gegenüber einer mit Normalmörtel erstellten Wand dar [A 2].

Auch die Fugendicke hat einen Einfluss. Wenn die wärmedämmenden Eigenschaften eines Mauersteines günstiger sind, als die des Mörtels, stellt der Mörtel in wärmeschutztechnischer Hinsicht eine „Schwachstelle“ dar, die sich umso weniger auswirkt, je dünner die Fuge ausgeführt wird. Allerdings sind hier folgende Randbedingungen zu beachten: „Normaler“ Dünnbettmörtel weist eine etwa 5mal ungünstigere Wärmeleitfähigkeit auf, als Leichtmauermörtels LM 21. Deshalb kann die Ausführung mit Leichtmauermörtel LM 21 zu wärmetechnisch günstigeren Werten führen, als die Ausführung mit Dünnbettmörtel. Die Verwendung von Mittelbettmörtel kann zu einer weiteren Optimierung führen, denn Mittelbettmörtel kann – im Gegensatz zu Dünnbettmörtel – als „Leicht“-Mittelbettmörtel in der Qualität eines LM 21 hergestellt werden.

Die wärmeschutztechnischen Unterschiede zwischen LM 36, LM 21 (jeweils 12 mm Fugendicke), Dünnbettmörtel (Fugendicke 2 mm) und Leicht-Mittelbettmörtel (Fugendicke 6 mm) bewegen sich – bezogen auf das Mauerwerk – allerdings nur innerhalb einer Bandbreite von 0,01 w/(m·K) und wirken sich damit baupraktisch nur begrenzt aus [A 2].

6.5 Schallschutz

Der Einfluss des Mörtels auf den Schallschutz von Mauerwerk ist – je nach Steinart – erheblich.

In einer Reihe von Untersuchungen wird der Einfluss der Mörtelfuge auf die Schalldämmwerte behandelt [E 1], [W 2].

Eine vollfugig ausgeführte Mörtelfuge führt vor allem bei Lochsteinen zu einer wirksamen „Versteifung“ des Steingefüges und trägt damit erheblich zur Verbesserung des Schallschutzes bei. Werden Planziegel mit nicht deckelndem Dünnbettmörtel vermauert, so entsteht kein durchgehendes Mörtelband, die Steine werden nur im Bereich der sich berührenden Stege verbunden. Die offenen, nicht abgedeckten Löcher bilden im ungünstigsten Fall über die gesamte Höhe einer Wand durchgehende Kanäle, wodurch der Schallschutz wesentlich beeinträchtigt werden kann [Z 1]. Abhilfe bieten neben der 12 mm Normalfuge sog. „deckelnde“ Dünnbettmörtel oder Mittelbettmörtel.

Auch der Einfluss der Stoßfuge, die heute weitgehend unvermörtelt bleibt, wurde untersucht. Die fehlende Vermörtelung führt hier allerdings

nicht zu einer Verschlechterung, sondern sogar zu einer Verbesserung der Schalldämmung, was auf eine Zunahme der sog. „Ausbreitungsdämpfung“ zurückgeführt wird [W 2].

6.6 Brandschutz

Nach neuer europäischer Mauermörtelnorm EN 998-2 wird Mörtel ohne weiteren Nachweis der Baustoffklasse A 1 (kein Beitrag zum Brand) zugeordnet. Allerdings gilt dies nur, solange weniger als 1 % (Vol- % oder M.- %; der ungünstigere Wert ist maßgebend) organische Bestandteile enthalten sind. Andernfalls ist eine Prüfung erforderlich. Die derzeit üblichen Mauermörtel einschließlich der Dünnbettmörtel, die teilweise entsprechend hohe Gehalte an organischen Zusatzmitteln enthalten müssen, sind i. d. R. nichtbrennbar und damit der Baustoffklasse A 1 zuzuordnen. Andere Mörtel dürfen in Deutschland nicht als Mauermörtel verwendet werden (DIN V 18 580 und DIN V 20 000-412).

Maßgebend für den Planer ist die bauteilbezogene Feuerwiderstandsklasse nach DIN 4102. Die für Wände aus Mauerwerk festgelegten Anforderungen setzen immer voraus, dass der verwendete Mauermörtel nicht brennbar – also Baustoffklasse A 1 – ist.

7 Mörtelrelevante Steineigenschaften

7.1 Maßtoleranzen

Mörtel hat die Aufgabe, die gleichmäßige Kraftübertragung von Stein zu Stein sicherzustellen. Gleichzeitig dient er zum Ausgleich der Maßtoleranzen bei den Steinen. Dünnere Mörtelfugen erfordern maßgenauere Steine mit geringeren Fertigungstoleranzen. Wenn Dünnbettmörtel verwendet werden soll, dürfen die Toleranzen der (Plan)steine in der Höhe nicht mehr als $\pm 1,0$ mm betragen.

Eine derart präzise Herstellung ist bei Kalksandsteinen und Porenbetonsteinen überwiegend ohne zusätzlichen Aufwand im üblichen Herstellverfahren möglich. Andere Mauersteine, z. B. Mauerziegel, weisen herstellungsbedingt i. Allg. Maßabweichungen von mehr als ± 1 mm auf und müssen durch zusätzliches Schleifen zu Plansteinen umgearbeitet werden, wenn sie mit Dünnbettmörtel vermauert werden sollen.

Höhentoleranzen von ± 2 mm, wie sie für Mauerwerk im Mittelbettverfahren erforderlich sind, können dagegen von den meisten Steinarten ohne zusätzlichen Aufwand eingehalten werden.

Eine Zusammenstellung der zulässigen Steintoleranzen in Abhängigkeit von der Vermauerungsart und Fugendicke enthält die Tabelle 18.

Tabelle 18. Dicke der Mörtelfugen und zulässige Steintoleranzen für verschiedene Mörtelarten

Mörtelart	Steintoleranzen (Höhe) [mm]	Dicke der Mörtelfuge (Lagerfuge) [mm]
Normalmörtel	Mauerziegel ± 3...6	12
	Andere ± 3...4	
Mittelbettmörtel	± 2	4...8
Dünnbettmörtel	± 1	1...3

7.2 Wassersaugen

Von den Steineigenschaften hat die Charakteristik des Wasseraufsaugens einen unmittelbaren Einfluss auf das Erhärten des Mörtels in der Fuge. Die Mauersteine entziehen dem Mörtel direkt nach dem Vermauern Wasser. Die Art des Absaugens (schnell, langsam) und die Menge differieren je nach Steinart (Bild 7).

Zu unterscheiden ist im Wesentlichen zwischen zwei Steingruppen:

Gruppe 1:
Steine, die dem Mörtel das Wasser langsam und über einen langen Zeitraum entziehen, z. B. trockene Kalksandsteine und trockene Leichtbetonsteine.

Gruppe 2:
Steine, die dem Mörtel das Wasser schnell – aber nur über einen relativ kurzen Zeitraum – entziehen (z. B. trockene Mauerziegel).

Mörtel, der für Steine der Gruppe 1 geeignet sein soll, muss in seiner Zusammensetzung so eingestellt werden, dass die Wasserabgabe vermindert

wird, um den Festigkeitsabfall infolge unvollständiger Hydratation zu begrenzen. Solche Mörtel gehen über das Anforderungsniveau üblicher Normalmauermörtel nach Norm hinaus und sind aufwändiger in der Herstellung. Sie kommen nur zum Einsatz, wenn sie ausdrücklich vereinbart werden. Unter sehr ungünstigen Randbedingungen, z. B. wenn Steine der Gruppe 1 vollständig trocken sind, lässt sich der übermäßige Wasserentzug nicht mehr über die Mörtelzusammensetzung steuern. Dann kann eine ausreichende Erhärtung des Mörtels nur durch besondere Maßnahmen, z. B. ausreichend intensives Vornässen der Steine, erreicht werden.

Bei Steinen der Gruppe 2 führt das Wasserabsaugen i. d. R. zu einer Erhöhung der Fugendruckfestigkeit des Mörtels. Grund dafür ist die Art des Wasserabsaugens [R 2], [R 4].

Unabhängig davon haben Versuche mit unterschiedlichen Mörtelzusammensetzungen gezeigt, dass die Festigkeit von Kalksandsteinmauerwerk durch Vornässen der Steine praktisch immer verbessert werden kann. Mauerziegel verhalten sich nicht immer gleich: Im allgemeinen führt jedoch bei Mauerziegeln ein Vornässen der Steine nicht zu einer Festigkeitssteigerung des Mörtels [R 4].

8 Arbeits- und Gesundheitsschutz

Mörtel enthalten in der Regel Bindemittel wie Kalk oder Portlandzement, die unter Wasserzugabe alkalisch reagieren und bei unsachgemäßer Handhabung dadurch Hautreizungen o.ä. verursachen können. Im gesetzgeberischen Sinne (GefStoffV) handelt es sich bei Mörtel um „Zubereitungen“ mit diesen Bindemitteln. Aus Gründen eines erweiterten und verantwortungsbewussten Verbraucherschutzes sind deshalb die meisten Werkmörtel mit Sicherheitshinweisen gekennzeichnet (Bild 8).

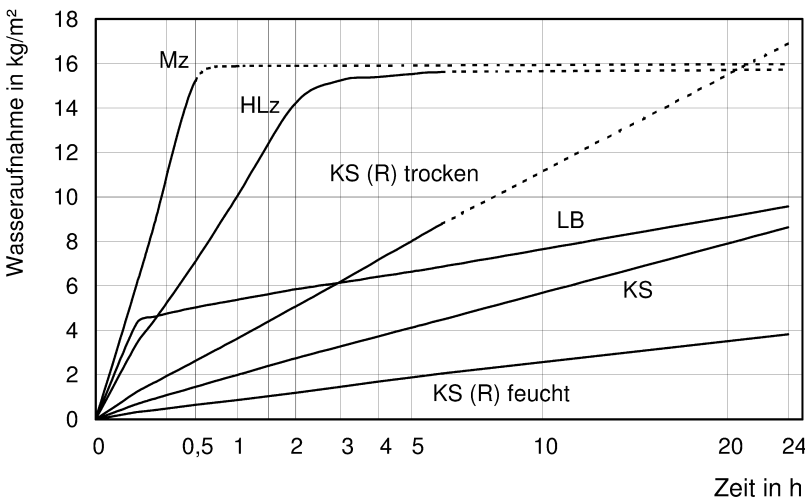


Bild 7. Zeitlicher Verlauf der Wasseraufnahme lufttrockener Mauersteine; Werte aus [S 3]. Mz = Vormauerziegel, HLz = Hochlochziegel, KS(R) = Kalksand-Referenzstein, LB = Leichtbetonstein, KS = Kalksandstein; trocken ≈ 0 M.-% Feuchte, feucht ≈ 10 M.-% Feuchte (aus [R 4])


X_i  Reizend	Handelsname	Enthält PZ-Klinker
	<u>Gefahrenhinweise</u> <ul style="list-style-type: none"> • R 36/38 Reizt die Augen und die Haut • R 43 Sensibilisierung durch Hautkontakt möglich <u>Sicherheitsratschläge</u> <ul style="list-style-type: none"> • S 2 Darf nicht in die Hände von Kindern gelangen • S 24 Berührung mit der Haut vermeiden • S 26 Bei Berührung mit den Augen gründlich mit Wasser abspülen und den Arzt konsultieren • S 37 Geeignete Schutzhandschuhe tragen 	
Name und Anschrift des Herstellers		

Bild 8. Beispiel für die Kennzeichnung eines zementhaltigen Mörtels

Die Rohstoffe zur Zementherstellung – und damit auch der Zement selber – enthalten einen gewissen Anteil des Spurenelementes Chrom, der zum Teil wasserlöslich ist. Beim Herstellen einer Frischmörtelmischung gelangt deshalb Chrom(VI) als Chromat in das Anmachwasser. In der Frischmörtelphase kann dieses gelöste Chromat bei häufigem Hautkontakt zu einer Sensibilisierung führen und eine Chromat-Allergie (Maurerkrätze, Maurerkezem) hervorrufen. Deshalb darf auf Grund einer Änderung der europäischen Beschränkungsrichtlinie [5] ab Januar 2005 nur noch chromatarmer Werkmörtel in Verkehr gebracht werden. Als „chromatarm“ gelten Produkte mit einem Gehalt von bis zu 2 ppm an löslichem Chrom(VI) bezogen auf den Zementgehalt.

Die Hersteller von Werkmörtel liefern aufgrund einer freiwilligen Branchenvereinbarung bereits seit einigen Jahren nur chromatarmer Produkte aus. Sie stellen dies durch entsprechende Rezeptierung oder Zugabe von chromatreduzierenden Zusatzmitteln sicher.

Die Wirkung chromatreduzierender Zusatzmittel entfaltet sich erst nach der Wasserzugabe. Unmittelbar nach der Wasserzugabe wird mit Hilfe des Chromatreduzierers das im Wasser gelöste Allergie auslösende Chrom(VI) in Chrom(III) überführt, das nicht Allergie auslösend ist. Chromatreduzierer sind nur begrenzt lange lagerfähig. Aufgrund der neuen gesetzlichen Verordnung [5] muss künftig angegeben werden, wie lange ein Produkt gelagert werden kann, ohne dass sich die Wirkung des Chromatreduzierers verliert. Die Hersteller von Werk-Trockenmörtel werden ab 2005 auf Verpackung oder Lieferschein das Herstellungsdatum und den Zeitraum, über den der enthaltene Chromatreduzierer bei sachgerechter, trockener Lagerung wirksam bleibt, angeben. Bei Werk-Frischmörtel ist eine Angabe nicht erfor-

derlich, da die Chromatreduktion dort schon während der Mörtelherstellung erfolgt ist und der ausgelieferte Mörtel bereits kein Chrom(VI) mehr enthält.

9 Normen und Literatur

9.1 Normen

DIN EN 197-1:2004-08, Zement – Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement; Deutsche Fassung EN 197-1:2000 + A1:2004.

DIN EN 413-1:2004-05, Putz- und Mauerbinder – Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien; Deutsche Fassung EN 413-1:2004.

DIN EN 450:1995-01, Flugasche für Beton – Definitionen, Anforderungen und Güteüberwachung; Deutsche Fassung EN 450:1994.

DIN EN 459-1:2002-02, Baukalk – Teil 1: Definitionen, Anforderungen und Konformitätskriterien; Deutsche Fassung EN 459-1:2001.

DIN EN 934-2:2002-02, Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel – Teil 2: Beton-zusatzmittel; Definitionen und Anforderungen, Konformität, Kennzeichnung und Beschriftung; Deutsche Fassung EN 934-2:2001.

DIN EN 998-1:2003-09, Festlegungen für Mörtel im Mauerwerksbau – Teil 1: Putzmörtel – Deutsche Fassung EN 998-1:2003.

DIN EN 998-2:2003-09, Festlegungen für Mörtel im Mauerwerksbau – Teil 2: Mauermörtel – Deutsche Fassung EN 998-2:2003.

DIN 1045-2:2001-07, Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Beton; Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität; Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1.

DIN 1053-1:1996-11, Mauerwerk – Teil 1: Berechnung und Ausführung.

DIN 1053-2:1996-11, Mauerwerk – Teil 2: Mauerwerksfestigkeitsklassen aufgrund von Eignungsprüfungen.

DIN 1053-3:1990-02, Mauerwerk – Teil 3: Bewehrtes Mauerwerk; Berechnung und Ausführung.

DIN EN 1745:2002-08, Mauerwerk und Mauerwerksprodukte – Verfahren zur Ermittlung von Wärmeschutzrechenwerten; Deutsche Fassung EN 1745:2002.

DIN V 4108-4:2004-07, Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 4: Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte.

- DIN 4301:1981-04, Eisenhüttenschlacke und Metallhüttenschlacke im Bauwesen.
- DIN EN 12 524:2000-07, Baustoffe und -produkte – Wärme- und feuchteschutztechnische Eigenschaften – Tabellierte Bemessungswerte; Deutsche Fassung EN 12 524:2000.
- DIN EN 12 878:1999-09, Pigmente zum Einfärben von zement- und/oder kalkgebundenen Baustoffen – Anforderungen und Prüfung; Deutsche Fassung EN 12 878:1999.
- DIN EN 13 055-1:2002-08, Leichte Gesteinskörnungen – Teil 1: Leichte Gesteinkörnungen für Beton, Mörtel und Einpressmörtel; Deutsche Fassung EN 13 055-1:2002.
- DIN EN 13 139:2002-08, Gesteinskörnungen für Mörtel; Deutsche Fassung EN 13 139:2002.
- DIN V 18 580:2004-03, Mauermörtel mit besonderen Eigenschaften.
- DIN V 20 000-100:2002-11, Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken – Teil 100: Betonzusatzmittel nach DIN EN 934-2:2002-02.
- DIN V 20 000-104:2004-04, Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken – Teil 104: Leichte Gesteinskörnungen nach DIN EN 13 055-1:2002-08.
- DIN V 20 000-412 Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken – Teil 412: Regeln für die Verwendung von Mauermörtel nach DIN EN 998-2:2003-09.
- DIN 51 043:1979-08, Traß; Anforderungen, Prüfung.
- 9.2 Richtlinien und Merkblätter**
- Mauermörtel*
- [X 1] Merkblatt Verblendmauerwerk mit Werkmörtel; Bundesverband der Deutschen Mörtelindustrie e. V.; Ausgabe 09.94.
- [X 2] Merkblatt Mehrkammer-Silomörtel; Herstellung, Überwachung und Lieferung; Bundesverband der Deutschen Mörtelindustrie e. V.; Ausgabe 03.92.
- 9.3 Veröffentlichungen**
- [1] Bauregelliste A, B und C; Ausgabe 2004/2. In: Mitteilungen Deutsches Institut für Bautechnik. Veröffentlicht als Sonderheft.
- [2] Muster-Liste der Technischen Baubestimmungen. Hrsg. von der Konferenz der für Städtebau, Bau- und Wohnungswesen zuständigen Minister und Senatoren der Länder (ARGEBAU). Veröffentlicht im Internet unter www.is-argebau.de.
- [3] CE-Kennzeichnung für Werkmörtel. Industrieverband WerkMörtel e. V., Duisburg; April 2003. Broschüre erhältlich über www.iwm-info.de.
- [4] Richtlinien für die Erteilung von Zulassungen für Betonzusatzmittel (Zulassungsrichtlinien), Fassung Juni 1993. In: Mitteilungen des Deutschen Instituts für Bautechnik (1993), Heft 5.
- [5] Richtlinie 2003/53/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Juni 2003 zur 26. Änderung der Richtlinie 76/769/EWG des Rates über Beschränkungen des Inverkehrbringens und der Verwendung gewisser gefährlicher Stoffe und Zubereitungen (Nonylphenol, Nonylphenolethoxylat und Zement – In Deutschland umgesetzt durch die Achte Verordnung zur Änderung chemikalienrechtlicher Verordnungen vom 25. Februar 2004.
- [A 1] Achtziger, J.; Bruus-Jensen, T.: Auswirkungen der neuen Wärmeschutzverordnung auf den Mauermörtel. Forschungsinstitut für Wärmeschutz e. V., München, 1995. BDM-Forschungsbericht Nr. 41 423.
- [A 2] Achtziger, J.; Bruus-Jensen, T.: Untersuchung des Mörtelinflusses auf die Wärmeleitfähigkeit von Mauerwerk unter Verwendung von Normalmörtel, Leichtmörtel LM 36, Leichtmörtel LM 21, Dünnbettmörtel, Mittelbettmörtel. Forschungsinstitut für Wärmeschutz e. V., München, 1999. Bericht Nr. G1-3/99.
- [A 3] Achtziger, J.; Bruus-Jensen, T.: Einfluss der Mörtelart auf die Wärmeleitfähigkeit von Mauerwerk. Das Mauerwerk 4 (2000), Heft 2, S. 56– 59.
- [E 1] Ehrhardt, E.; Knothe, F.; Weller, B.: Tragfähigkeit und Schalldämmung von großformatigen Leichthochlochziegeln in Abhängigkeit vom Lochbild. Das Mauerwerk 3 (1999), Heft 4, S. 161–167.
- [K 1] Knöfel, D.; Henkel, S.; Aschhoff, A.: Ist die Messung der Wasseraufnahme mit dem Karsten'schen Prüfrohr zuverlässig? Bautenschutz + Bausanierung (1995), Heft 6.
- [K 2] Kirtschig, K.; Meyer, J.: Auswertung von Mauerwerksversuchen zur Festlegung von zulässigen Spannungen und charakteristischen Mauerwerksfestigkeiten. Teil 1: Auswertung; Teil 2: Zusammenstellung der Versuchsergebnisse; Teil 3: Weitere Überlegungen. Mitteilungen aus dem Institut für Baustoffkunde und Materialprü-

- fung der Universität Hannover, Heft 54, 1987–1988. Forschungsbericht; Erschienen im Eigenverlag des Instituts.
- [M 1] Mann, W.: Druckfestigkeit von Mauerwerk; Eine statistische Auswertung von Versuchsergebnissen in geschlossener Darstellung mit Hilfe von Potenzfunktionen. Mauerwerk-Kalender 18 (1993). Berlin: Ernst & Sohn.
- [O 1] Oswald, R.; Abel, R.: Leitfaden über hinzunehmende Unregelmäßigkeiten bei Gebäuden, 2. Auflage. Wiesbaden: Bauverlag, 2001.
- [R 1] Riechers, H.-J.; Schubert, P.; Deutler, T.: Prüfung der Druckfestigkeit von Mauermörtel – Formfaktoren für den Vergleich der unterschiedlichen Prüfverfahren. Das Mauerwerk 2 (1998), Heft 3, S. 102–106.
- [R 2] Riechers, H.-J.: Mörtel – Teil 1: Mauermörtel. Mauerwerk-Kalender 27 (2002). Berlin: Ernst & Sohn, S. 123–154.
- [R 4] Riechers, H.-J.: Ein neues Modell zur Beschreibung der Festigkeitsentwicklung von Mauermörtel in der Fuge. Aachener Beiträge zur Bauforschung des ibac, Bd. 10. Aachen: Wissenschafts-Verlag Mainz, 2000.
- [R 5] Riechers, H.-J.: Zur Ermittlung der Druckfestigkeit von Mauermörtel in der Fuge – Fugendruckfestigkeit; Teil 3: Praxisgerechte Formfaktoren. Mauerwerk-Kalender 24 (1999). Berlin: Ernst & Sohn, S. 722–727.
- [S 1] Schubert, P.: Eigenschaftswerte von Mauerwerk, Mauersteinen und Mauermörtel. Mauerwerk-Kalender 29 (2004). Berlin: Ernst & Sohn, S. 65–84.
- [S 2] Schubert, P.; Caballero González, A.: Vergleichende Untersuchungen zur Haft-scherfestigkeitsprüfung nach DIN 18 555 Teil 5 und EN. Institut für Bauforschung der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen, 1993. Forschungsbericht F449.
- [S 3] Schubert, P.; Heer, B.: Einfluss der Zusammensetzung von Mauermörtel auf seine Eigenschaften im Mauerwerk. Institut für Bauforschung der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen, 2000 (F 684). Forschungsbericht 41 437.
- [S 4] Schubert, P.; Schmidt, U.: Auswertung Mittelbettmörtel. Institut für Bauforschung der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen (ibac), 2000. Forschungsbericht Nr. F 444.
- [W 1] Wessig, J.: Kalksandstein-Maurerfibel, 7. Aufl. Hrsg. KS-Info GmbH, Hannover. Düsseldorf: Verlag Bau + Technik, 2004.
- [W 2] Weber, L.; Scholl, W.: Literaturstudie über den Einfluss der Lochung auf die Schalldämmung und Schall-Längsdämmung von Mauersteinen. Frankfurter Institut für Bauphysik, Stuttgart, 1996. IBP-Bericht B-BA 6/1996.
- [Z 1] Zeus, K.; Popp, T.: Zum Tragverhalten von Mauerwerk aus Planhochlochziegeln mit abdeckenden Dünnbettmörteln, den sog. Deckelmörteln. Das Mauerwerk 4 (2000), Heft 6, S. 214–221.



Düsseldorfer Straße 50
47051 Duisburg
Telefon: 0203.99239-0
Telefax: 0203.99239-98
eMail: info@baustoffverbaende.de
www.iwm-info.de

April 2005