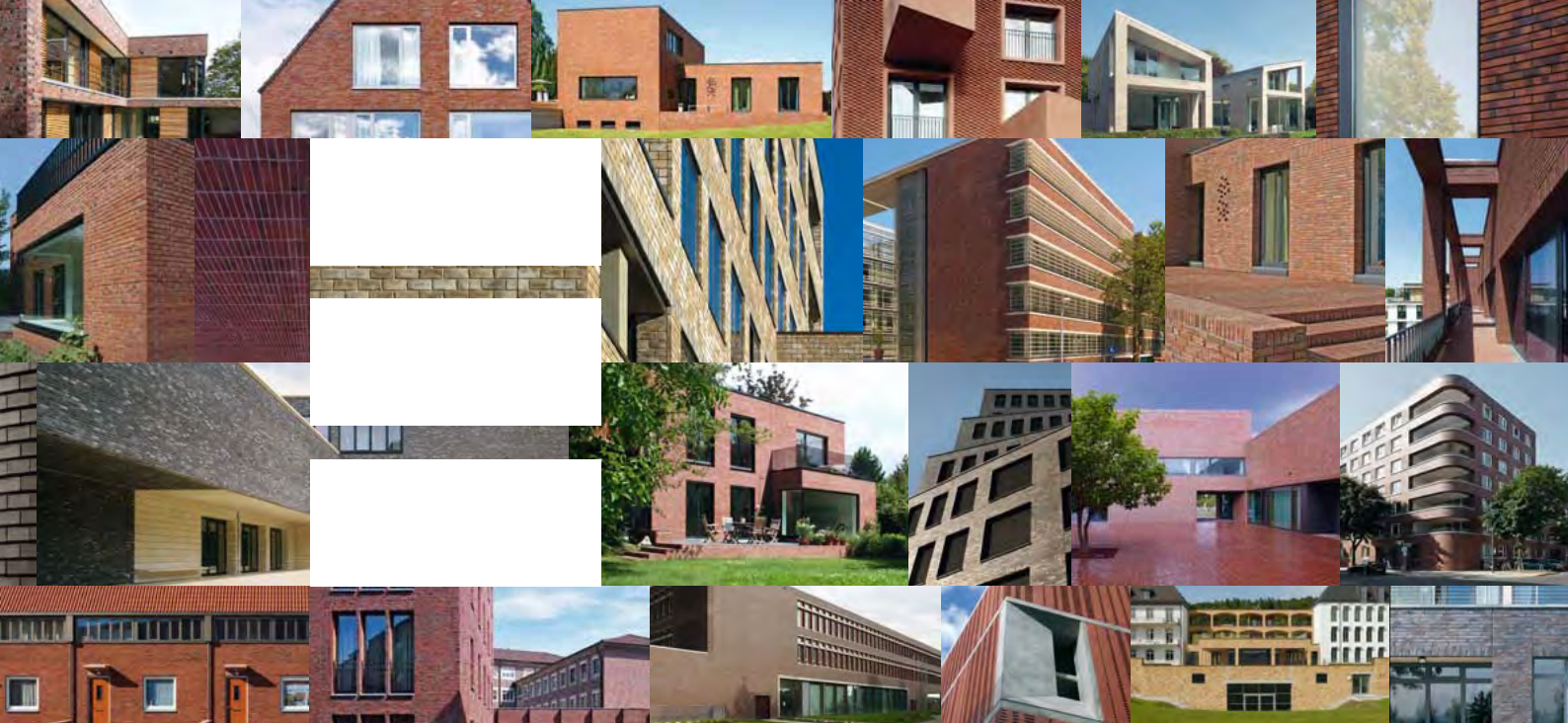




VERBLENDMAUERWERK

Planung und Ausführung



Bauen mit Backstein



Fritz-Höger-Preis

Im Jahr 2008 erstmalig verliehen, gilt der Fritz-Höger-Preis als einer der wichtigsten Architekturpreise Deutschlands. Seine wachsende internationale Bedeutung unterstreicht diesen Stellenwert. Die folgenden Seiten sind mit ausgewählten Fotos nominierter und ausgezeichneteter Objekte des Fritz-Höger-Preises 2011 bebildert.

INHALTSVERZEICHNIS

Festlegungen für Mauerziegel	4	Schallschutz	26
Bezeichnung der Mauerziegel	5	Bewertes Schalldämmmaß	27
Beanspruchung des Mauerwerks	6	Brandschutz	28 – 29
Definition und allgemeine Hinweise nach DIN EN 771-1	7	Ausführung	30 – 31
Mauerziegel	8	Vermauerung von Klinkern und Vormauerziegeln	32
Maßordnung und Formate	9	Mörtelfugen	33
Maßtoleranzen	10	Nachträgliches Verfugen	34 – 35
Farbe Oberflächenstruktur	11	Dehnungsfugen	36 – 37
Zweischalige Außenwand	12	Gestaltung von Dehnungsfugen	38 – 39
Zweischalige Außenwand mit Wärmedämmung	13 – 14	Mauerwerksverbände	40
Verankerung	15	Sohlbänke	41
Anforderungen an Verblendschalen	16	Stürze	42
Wärmeschutz	17	Sockelabdichtung	43 – 44
U-Werte	18	Ausblühungen und Auslaugungen	45
Wärmebrückeneinfluss	19	Literaturquellen	46
Passivhäuser mit zweischaliger Außenwand	20 – 21	Impressum	47
Passivhäuser in Norddeutschland	22 – 23		
Schlagregenschutz	24 – 25		

Haus in Münster
Architektur: hehnpohl architektur, Münster

3. Platz Fritz-Höger-Preis 2011
Fotos: © hehnpohl architektur ►



FESTLEGUNGEN FÜR MAUERZIEGEL

Europäische Mauerziegel- norm DIN EN 771-1 und CE- Kennzeichnung

Seit der Bekanntmachung im Europäischen Amtsblatt vom 01.04.2005 und im Bundesanzeiger vom 27.04.2005 darf die europäische Mauerziegelnorm DIN EN 771-1 in Deutschland angewandt werden. Die europaweit gültige Mauerziegelnorm regelt die Vorgaben zu Ausgangsstoffen, Herstellung und Anforderungen und gibt ein einheitliches Verfahren für die Kennzeichnung und Prüfung der Mauerziegel vor.

Mit der Veröffentlichung der DIN EN 771-1 in der Bauregelliste B, Teil 1 besteht für die Mauerziegelhersteller eine

CE-Kennzeichnungspflicht. Der Hersteller bestätigt mit dem Konformitätszeichen CE, dass seine Bauprodukte im Sinne des Bauproduktengesetzes brauchbar sind und mit den mandatierten Eigenschaften der europäischen Mauersteinnormen übereinstimmen.

Das mit der DIN EN 771-1 eingeführte CE-Kennzeichen sagt lediglich aus, dass diese Mauerziegel in Europa verkauft werden dürfen. Das CE-Kennzeichen ist kein Qualitätszeichen.

Die Zuständigkeit für die Sicherheit im Zusammenhang mit der Anwendung von Bauprodukten ist und bleibt alleine der Verantwortung der jeweiligen EU-Mitgliedsstaaten

unterstellt. Für Deutschland zuständig sind hier die Bauaufsichtsbehörden der Länder.

Ausschließlich CE-gekennzeichnete Mauerziegel, welche nicht den Güteanforderungen der DIN 105-100 entsprechen, können in Deutschland nur in Verbindung mit der Anwendungsnorm DIN 20000-401 verwendet werden.

Einige seit Jahrzehnten bewährte Eigenschaften von Mauerziegeln sind in der europäischen Mauerziegelnorm DIN EN 771-1 nicht enthalten. Aus diesem Grund hat die deutsche Bauaufsicht die sogenannte Restnorm DIN 105-100 „Mauerziegel mit besonderen Eigenschaften“ auf der Basis

der bisherigen, nationalen Mauerziegelnormreihe DIN 105 eingeführt.

Die Bezeichnung Klinker, das Synonym für höchste Dauerhaftigkeit eines Mauerziegels, kann nunmehr nur auf der Grundlage der Anforderungen der Mauerziegelnorm DIN 105-100 deklariert werden. Die Restnorm DIN 105-100 regelt darüber hinaus weitere für die Dauerhaftigkeit von Ziegeln wichtige Anforderungen, wie z. B. Rohdichte, Druckfestigkeitsklassen, Formate, Lochungen (Lochgeometrien) und Grenzwerte für Ausblühungen und treibende Einschlüsse.



BEZEICHNUNG DER MAUERZIEGEL

Bezeichnung der Mauerziegel gemäß DIN 771-1

LD Ziegel = low density

Mauerziegel mit niedriger Brutto-Trockenrohdichte ($< 1000 \text{ kg/m}^3$) für die Verwendung in geschütztem Mauerwerk.

HD Ziegel = high density

Mauerziegel für ungeschütztes Mauerwerk sowie mit hoher Brutto-Trockendichte ($> 1000 \text{ kg/m}^3$) für die Verwendung in ungeschütztem Mauerwerk.

Mauersteine der Kategorie I

Mauersteine mit einer deklarierten Druckfestigkeit, wobei die Wahrscheinlichkeit des Nichterreichens dieser Festigkeit nicht über 5 % liegen darf. Diese darf über den mittleren Wert oder den charakteristischen Wert ermittelt werden.

Mauersteine der Kategorie II

Mauersteine, die das Vertrauensniveau der Kategorie I nicht erreichen.

Der Hersteller muss angeben, ob der Mauerziegel in die Kategorie I oder II eingestuft ist.

Dominikuszentrum München
Architektur: meck architekten, München

1. Platz Fritz-Höger-Preis 2011
Fotos: © Michael Heinrich, München ▶



BEANSPRUCHUNG DES MAUERWERKS

Mauerwerk in *stark* angreifender Umgebung

Mauerwerk oder Mauerwerksteile, die unter Nutzungsbedingungen infolge der klimatischen Bedingungen wassergesättigt (starke Regeneinwirkung, Grundwasser) und dabei gleichzeitig einer häufigen Frost-Tauwechsel-Beanspruchung ausgesetzt und nicht mit einem wirkungsvollen Schutz versehen sind.



Hohe Beanspruchung durch Frost und Durchfeuchtung nahe der Oberfläche.

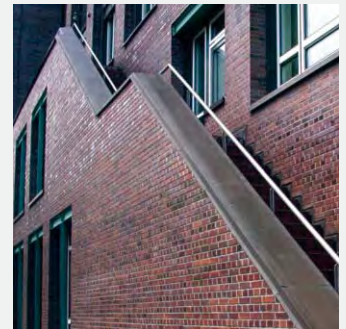
Beispiele für Mauerwerk in *stark* angreifender Umgebung gemäß DIN EN 771-1

- ▶ Nicht verputztes Mauerwerk nahe der Erdoberfläche (etwa zwei Schichten oberhalb und unterhalb), wo Durchfeuchtung und Frost auftreten können
- ▶ Nicht verputzte Brüstungen, bei denen Durchfeuchtung und Frost auftreten können, z. B. Brüstungen ohne wirkungsvolle Abdeckungen
- ▶ Nicht verputztes Schornsteinaußenmauerwerk, bei dem Frost und Durchfeuchtung auftreten können

- ▶ Frei stehende Wände und Vorhangwände, bei denen Durchfeuchtung und Frost auftreten können, z. B. Wände ohne wirksame Abdeckung
- ▶ Stützmauern, bei denen Durchfeuchtung und Frost auftreten, z. B. Wände ohne wirksame Abdeckung bzw. ohne Bauwerksabdichtung auf der Rückseite

Mauerwerk in *mäßig* angreifender Umgebung

Mauerwerk oder Mauerwerksteile, die unter Nutzungsbedingungen einer Feuchte und Frost-Tauwechsel-Beanspruchung ausgesetzt sind, aber nicht zu den Bauten in stark angreifender Umgebung gehören.



Optimaler Witterungsschutz der Mauerkrone durch eine wasserundurchlässige Abdeckung.



DEFINITION UND ALLGEMEINE HINWEISE NACH DIN EN 771-1

Beispiele für Mauerwerk in mäßig angreifender Umgebung gemäß DIN EN 771-1

Geeignete Maßnahmen zur Verhinderung von Durchfeuchtung von Mauerwerk:

- ▶ Schutz der Wandkrone durch überkragendes Dach oder durch Abdeckung
- ▶ Durch Fensterbänke mit angearbeiteter Kehle
- ▶ Feuchtesperrende Schichten am Kopf oder am Fuß von Wänden

Mauerwerk in *nicht* angreifender Umgebung

Mauerwerk oder Mauerwerksteile, bei denen unter Nutzungsbedingungen nicht von einer Feuchte und Frost-Tauwechsel-Beanspruchung ausgegangen wird.

Beispiele für Mauerwerk in *nicht* angreifender Umgebung gemäß DIN EN 771-1

- ▶ Mauerwerk oder Mauerwerksteile, bei denen unter Nutzungsbedingungen nicht von einer Feuchte und Frost-Tauwechsel-Beanspruchung ausgegangen wird

Definition von Sichtmauerwerk nach DIN EN 771-1

Mauerwerk, das außen oder innen verwendet wird und an dessen sichtbare Flächen besondere Anforderungen hinsichtlich des Erscheinungsbildes gestellt werden. Es wird aus ausgesuchten Mauerziegeln hergestellt, bei deren Verarbeitung und Fugenausbildung eine entsprechend hohe Ausführungsqualität angestrebt wird. Das Mauerwerk kann tragend oder nicht tragend sein.

Allgemeine Hinweise zum Erscheinungsbild von Verblendziegeln DIN EN 771-1

Das Erscheinungsbild von Mauerziegeln und dessen Beurteilung sollten Gegenstand des Kaufvertrages sein. Die an die Mauerziegel gestellten Anforderungen unterscheiden sich hinsichtlich ihres Verwendungszwecks und ihrer Eigenschaften voneinander, z. B. sollten übliche Vormauerziegel und Handstrichziegel berücksichtigt werden. Besondere Beachtung sollte tiefen oder ausgedehnten Rissen, beschädigten Ecken und Kanten, Kieseln und treibenden Kalkeinschlüssen geschenkt werden.

*Stadthaus Neu-Ulm
Architektur: Fink + Jocher, München*

*Nominiert in der Kategorie
„Geschosswohnungsbau“
Fotos: © Michael Heinrich, München ►*



MAUERZIEGEL

Mauerziegel für die Verblendschale

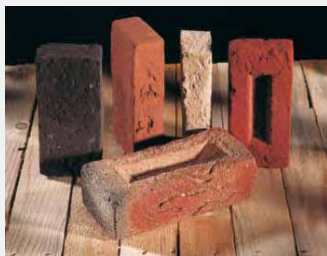
Mauerziegel ist der Oberbegriff für alle Ziegel, die zum Bauen von Wänden verwendet werden. Die Besonderheit aller Mauerziegel besteht darin, dass sie aus natürlichen Rohstoffen der Erde geformt und durch den Brand ihre endgültige Form und Eigenschaften erhalten. Die Mauerziegel für die Verblendschale (Sichtmauerwerk) müssen die Güteanforderungen der Normen DIN EN 771-1 und DIN V 105-100 erfüllen und werden wie folgt definiert:

Vormauerziegel

Vormauerziegel sind HD-Ziegel, welche als Voll- oder Lochziegel in verschiedenen Strukturen und Farben hergestellt werden. Da Vormauerziegel der Witterung ausgesetzt sind, muss ihre Frostbeständigkeit durch Prüfung nachgewiesen sein.

Handformziegel

Handformziegel sind Vormauerziegel mit unregelmäßiger



Oberfläche, dessen Gestalt von der prismatischen Form geringfügig abweichen darf. Handformziegel werden in der Regel ohne Lochung hergestellt.

Klinker

Klinker sind oberflächlich gesinterter HD-Ziegel. Sinterung bedeutet, dass infolge der hohen Brenntemperatur bei der Herstellung die Sichtfläche einen glasigen, dichten Charakter



erhält. Der Massenanteil der Wasseraufnahme darf bei Klinkern höchstens 6 % betragen und die Druckfestigkeit muss mindestens der Klasse 28 entsprechen. Klinker müssen eine mittlere Scherbenrohdichte von mindestens $1,9 \text{ kg/dm}^3$ aufweisen. Die Frostbeständigkeit muss durch Prüfung nachgewiesen sein.

Keramikklinker

Keramikklinker sind HD-Ziegel, die aus dicht brennenden, hochwertigen Tonen geformt und gebrannt werden. Sie sind frostbeständig und haben einen Massenanteil der Wasseraufnahme von höchstens 6 %. Keramikklinker erfüllen die Bedingungen der Druckfestigkeitsklasse 60. Keramikklinker müssen eine mittlere Scherbenrohdichte von mindestens $2,00 \text{ kg/dm}^3$ (kleinster Einzelwert $1,9 \text{ kg/dm}^3$) aufweisen.

Formziegel

Formziegel werden meist als Zubehör zur schöneren Gestaltung und zur größeren Aus-



druckschaft von Backsteinfassaden verwendet. Formziegel geben dem Mauerwerk einen zusätzlichen Verfeinerungsgrad und müssen mit besonderer Sorgfalt und Aufmerksamkeit eingesetzt werden, wenn sie integraler Bestandteil der Fassade sein sollen. Portale, Fensterbänke, Gesimse und Ecken können mit Formziegeln gestaltet werden. Darüber hinaus können komplexe Bauteile in gleicher Farbe und Struktur wie die Fassade aus Formziegeln hergestellt werden.



MASSORDNUNG UND FORMATE

Oktametrische Maßordnung (DIN 4172)

DIN 4172 bildet die Grundlage für die Maße der Mauersteine und des Mauerwerks. Die Norm geht von der internationalen Längeneinheit 1 m aus.

Die Baurichtmaße (Richtmaß = Nennmaß + Fugendicke) basieren auf einer fortschreitenden Halbierung des Meters:

$100/2 = 50 \text{ cm}$, $100/4 = 25 \text{ cm}$, $100/8 = 12,5 \text{ cm}$.

In nach DIN 4172 geplanten Bauten sind alle Richtmaße überwiegend ein Vielfaches von 12,5 cm. Das Maß 12,5 cm (100/8) nimmt dabei die Stellung einer Grundgröße ein, nach der das System benannt wurde (okta = acht).

Hieraus ergibt sich das gebräuchlichste Ziegelmaß von 240 x 115 mm bei Dicken von 52 mm (DF = Dünnformat), 71 mm (NF = Normalformat) oder 113 mm (2 DF = zweifaches Dünnformat). Als Grundmaß gilt die Ziegellänge von

24 cm. In den Ausführungsplänen werden die **Nennmaße** (Rohbaumaße) angegeben. Sie geben die wirklichen Maße der Bauteile wieder. Die beiden Maßarten unterscheiden sich durch die Fugendicke.

Die DIN 4172 sieht außerdem noch eine Richtmaßreihe vor, die auf das Grundmaß 100/12 = 8,33 cm aufbaut. $8,3 - 1,2$ (Dicke der Lagerfuge) = 7,1 cm ist die Höhe des Ziegels im Normalformat (NF), dessen Länge und Breite jedoch der 12,5er-Maßkette entsprechen ($24 = 2 \cdot 12,5$, und $115 = 9,2 \cdot 12,5$).

Dezimetrische Modulordnung (DIN 18000)

Die Modulordnung ist eine dezimetrische Maßordnung. Zu ihrer Einhaltung müssen die Abmessungen der Wände ein Vielfaches von $M = 10 \text{ cm}$ betragen. Für den Mauerwerksbau hat dies zur Konsequenz, die Steinabmessungen hierauf abzustimmen. Die Steinmaße betragen dann ein Vielfaches von 10 cm.

Ziegelformate	Länge	Breite	Höhe
Dünnformat (DF)	240	115	52
Normalformat (NF)	240	115	71
Doppeltes Dünnformat (2 DF)	240	115	113
Euro-Modul	290	115 (90)	190
	290	115 (90)	90
Langformat (LF)	490	115	52 (71)
Klosterformat (KF) z.B.	280	130	85
Oldenburger Format (OF)	220	105	52
Hamburger Format (HF)	220	105	65
Reichsformat (RF)	240 – 250	115 – 120	65
Waalformat (WF)	210	100	50
Waaldickformat (WDF)	210	100	65
Angaben in mm			

Beispiel:

Ziegel mit den Nennmaßen $29 (30 - 1 \text{ cm Stoßfuge}) \times 29 \times 18,8 (20 - 1,2 \text{ cm Lagerfuge})$.

Formate

Die Mauerziegel für die Verblendschale werden sowohl in Modul entsprechend der Maßordnung nach DIN 18000 als auch nach der oktametrischen Maßordnung gemäß DIN 4172 hergestellt.

Büro- und Geschäftshaus, Hamburg
Architektur: Schenk + Waiblinger Architekten, Hamburg

Nominiert in der Kategorie
„Büro- und Gewerbebauten“
Fotos: © Schenk + Waiblinger Architekten ►



MASSTOLERANZEN

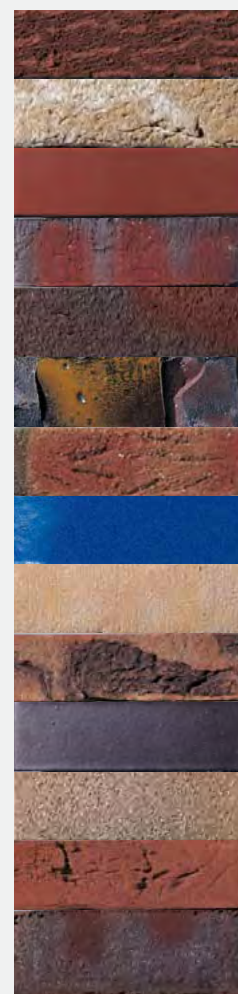
Maßtoleranzen

Vormauerziegel und Klinker sind grobkeramische Erzeugnisse, die aus natürlichen Rohstoffen, wie Lehm, Ton und tonigen Massen, geformt und bei Temperaturen von über 1000 °C gebrannt werden. Trotz modernster Herstellungstechnologie kann für die Mauerziegel aufgrund der Besonderheit der Rohstoffzusammensetzung (Naturprodukt) eine absolute Maßhaltigkeit nicht garantiert werden. Diesem Umstand

wird in der Mauerziegelnorm DIN 105 in der Weise Rechnung getragen, dass dort Maßtoleranzen für die Mauerziegel festgelegt sind.

In der Tabelle sind die zulässigen Kleinst- und Größtmaße der Ziegel angegeben. Innerhalb der Lieferungen für ein Bauwerk dürfen sich jedoch die Maße der größten und kleinsten Ziegel höchstens um die angegebenen Werte für die „Maßspanne“ unterscheiden.

Maße	Nennmaß	Mindestmaß	Höchstmaß	Maßspanne
Ziegellänge l bzw. Ziegelbreite b	90	85	95	5
	115	110	120	6
	145	139	148	7
	175	168	178	8
	220	212	224	9
	240	230	245	10
	490	480	498	12
Ziegelhöhe h	52	50	54	3
	65	63	67	3
	71	68	74	4
	105	100	110	5
	113	108	118	4
	175	170	180	5
Angaben in mm				





FARBE | OBERFLÄCHENSTRUKTUR



Farbe

Die optische Wirkung von Backsteinfassaden hängt weitgehend von den verwendeten Farben ab. Dunkle Steine wirken massiv und reduzieren optisch die Höhe des Gebäudes, während helle Steine den entgegengesetzten Effekt erzielen. Backsteine sind in einer erstaunlichen Farbvielfalt zu haben. Dies ist vor allem den vielen wissenschaftlichen Forschungen über Auswirkungen von Temperatur auf Ton zu verdanken und der Reaktion der im Rohstoff enthaltenen natürlichen Bestandteile während des Brennprozesses. Doch im Zusammenwirken vieler

chemischer und physikalischer Einflussfaktoren beim Brennen bleibt viel Raum für Zufälle. Man braucht sich nur die einzelnen Backsteine genau anzusehen, um eine Vielfalt von feinen Farb- und Strukturunterschieden festzustellen, die sich nie genau wiederholen.

Entscheidend für die Farbe des Backsteins ist die Ofenatmosphäre. Je länger der Brand und je höher die Temperatur, umso dunkler wird die Farbe. Auch die Menge an Sauerstoff ist von Bedeutung. Wird der Backstein in einer mit Sauerstoff übersättigten Atmosphäre gebrannt, bekommt er verschiedene Rot-

töne. Das kurzzeitige Brennen mit wenig oder gar keinem Sauerstoff (Reduktion) bewirkt, dass Backsteine eine schwarze oder blau-schwarze Farbe annehmen.

Oberflächenstruktur

Die Oberflächenstrukturierung hängt in der Regel von der Art des Rohstoffs, dem Herstellungsverfahren und der Oberflächenbehandlung ab. Die Farbe eines Backsteins wird durch seine Oberflächenstruktur ergänzt. Durch unterschiedliche Profilierungsverfahren können die Steinoberflächen strukturiert werden. Zur Oberflächenbearbeitung stranggepresster Ziegel ge-

hören die mechanische Bearbeitung der Sichtflächen durch genarbte Walzen und rotierende Stahldrahtbürsten, das Abschälen der glatten Presshaut und das Einwirken keilförmiger Dorne, die mittels Schablonen über die Sichtflächen geführt werden und wellige Riefen erzeugen.

Schwarze Villa am See, Kamperland
Architektur: Bedaux de Brouwer Architecten, Goirle

Nominiert in der Kategorie
„Einfamilienhaus/Doppelhaushälften“
Fotos: © Bedaux de Brouwer Architecten ►



ZWEISCHALIGE AUSSENWAND

Zweischalige Wand

Aus dem früher traditionell geprägten einschaligen Backsteinmauerwerk setzte sich seit Beginn des vergangenen Jahrhunderts mehr und mehr zweischaliges Verblendmauerwerk durch. Bei dieser Außenwandkonstruktion übernimmt die Innenschale die Aufgaben der Tragkonstruktion, des Wärme- und Schallschutzes, während die Außenschale als Wetterschutz fungiert.

Die beiden unabhängig voneinander stehenden Wandschalen können verschiedene Formate aufweisen, wodurch eine weitgehende Gestaltungsfreiheit in

der Außenschale besteht. Die völlige Trennung der beiden Schalen durch eine ausreichend breite Hohlachicht ist der Garant dafür, dass der kapillare Transport des Regenwassers von außen nach innen ausgeschlossen ist.

Nur Mörtelbrücken in der Hohlachicht können das Prinzip der zweischaligen Bauweise aufheben, wenn sie als Folge unsachgemäßer Bauausführung die beiden Schalen miteinander verbinden. Dieser Gefahr kann am besten damit begegnet werden, dass die Hohlachicht mit einer wasserabweisenden Wärmedämmung

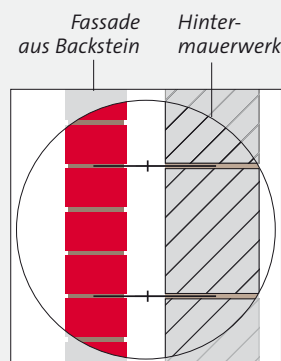
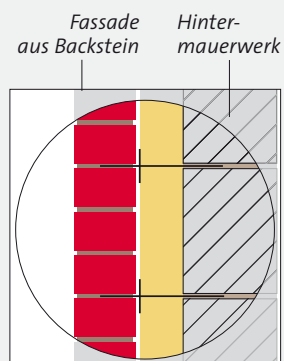
ausgestattet wird. Die Wärmedämmung verhindert einerseits, dass partielle Kontaktstellen zwischen den beiden Wandschalen (z. B. durch Mörtelbrücken) entstehen, wodurch Regenwasser von außen nach innen transportiert werden könnte. Sie verhindert aber vor allem, dass aus den Lagerfugen herausgequollener Mörtel herunterfällt und Verstopfungen des Sockels hervorruft.



Die Außenschale wird auch als Vorsatzschale, Verblendschale oder auch Verblendmauerwerk bezeichnet, so dass sich der Sammelbegriff Verblendschale und Verblender einbürgerte. Das nur sich selbst tragende Verblendmauerwerk ist durch Edelstahlanker mit der tragenden Innenschale befestigt. Zwischen den beiden Wandschalen angeordnete Wärmedämmschichten optimieren den Wärmeschutz.

Dieses Prinzip des Regenschutzes hat sich in den Regionen mit hoher Schlagregenbeanspruchung als sicher und dauerhaft durchgesetzt.

Eine weitere Besonderheit der zweischaligen Außenwand liegt in ihren unzähligen Ausführungsmöglichkeiten und in





ZWEISCHALIGE AUSSENWAND MIT WÄRMEDÄMMUNG



der individuellen Gestaltungsvielfalt des Sichtmauerwerks. Während bei der Baustoffwahl für die tragende Innenschale die konstruktiven und wirtschaftlichen Aspekte entscheidend sind, ermöglichen Vormauerziegel und Klinker als Sichtmauerwerk durch ihre Farbvielfalt und ihre Oberflächenstruktur und -texturen eine fantasievolle Architektur.

Das Verblendmauerwerk hat in der heutigen Backsteinarchitektur neben bauphysikalischen Teilaufgaben insbesondere gestalterische Funktionen zu erfüllen. In Einzelfällen wird die Wahl des Backsteins durch technische Anforderungen, z. B. seine Druckfestigkeit und Wasseraufnahme, eingeschränkt. Die Entschei-

dung wird jedoch meist von ästhetischen Gesichtspunkten, wie Farbe und Oberflächenstruktur, abhängig gemacht. Die ästhetische Wirkung von Backsteinfassaden wird durch traditionelle Gestaltungselemente, wie Gesimse, Sohlbänke aus gemauerten Rollschichten und Stürze aus Grenadierschichten, geprägt.

Schalenabstand (Hohlschichtdicke)

Der Mindestschalenabstand bei zweischaligem Verblendmauerwerk ohne Wärmedämmung in der Hohlschicht beträgt **4 cm**. Der Mindestschalenabstand von 4 cm dient der Einhaltung des Funktionsprinzips der zweischaligen Außenwand und



Ausführungsbeispiel für zweischaliges Mauerwerk mit Kerndämmung.

garantiert, dass verarbeitungsbedingte Mörtelwulste auf der Rückseite der Verblendschale keine Feuchtigkeitsbrücken zur tragenden Innenschale bilden.

Der maximale Schalenabstand bei zweischaligen Außenwänden richtet sich nach dem Verankerungssystem. Die Verbindungsanker für die zweischalige Außenwand sind für definierte Schalenabstände bemessen und zugelassen. Die heute gängigen Verbindungsanker sind für Schalenabstände bis zu **200 mm** zugelassen.

Wärmedämmung

Die zweischalige Außenwand kann ohne, teilweise oder auch vollständig mit Wärmedämmung ausgeführt werden:

a) Bei der Ausführung ohne Wärmedämmung in der Hohlschicht muss der Schalenabstand mindestens **4 cm** betragen. Zudem müssen die Anker mit **Tropfscheiben** ausgestattet werden, um zu verhindern, dass eventuell anfallendes Regen-

wasser über die Anker an die Innenschale gelangen kann.

b) Bei der Ausführung mit Teildämmung in der Hohlschicht sind nur dauerhaft wasserabweisende Dämmstoffe mit der



Mit den Hochleistungsdämmstoffen aus Polyurethan ($\lambda = 0,024 \text{ W/mK}$) kann zweischaliges Verblendmauerwerk bei sehr guten Dämmeigenschaften relativ schlank aufgebaut werden.

Bezeichnung **WZ nach DIN 4108-10** zulässig. Die Dämmplatten in der Hohlschicht müssen durch **Klemmscheiben** im Bereich der Drahtanker so fixiert werden, dass die Dämmplatten in der Hohlschicht nicht kippen können.

*Büro- und Wohnbebauung Klarissenkloster, Münster
Architektur: Kleihues + Kleihues, Dülmen-Rorup/Berlin*

*Nominiert in der Kategorie
„Büro- und Gewerbebauten“
Fotos: © Stefan Müller, Berlin ▶*



ZWEISCHALIGE AUSSENWAND MIT WÄRMEDÄMMUNG

c) Bei der Ausführung mit der Volldämmung der Hohl-schicht ist zusätzlich zu b) lediglich darauf zu achten, dass ein kleiner **Fingerspalt** (etwa 1 bis 2 cm) zwischen Dämmung und Außen-schale meist aus baupraktischen Gründen sinnvoll ist. Dies ist insbesondere der Fall, wenn

- ▶ Hartschaumdämmplatten verwendet werden,
- ▶ bei mehrgeschossigen Gebäuden mit Toleranzen der tragenden Innenschale gerechnet werden muss.

Offene Stoßfugen im Ziegel- verblendmauerwerk

Offene Stoßfugen als Entwässerungs- oder auch Lüftungsöffnungen in Ziegelverblendschalen stellen keine Voraussetzung für die Funktionstauglichkeit einer zweischaligen Außenwand dar. Nach DIN 1966/2-NA dürfen offene Stoßfugen allerdings weiterhin in Verblendschalen von zweischaligen Außenwänden angeordnet werden. Die Anzahl und Lage der offenen Stoßfugen müssen

jedoch im Vorfeld im Rahmen der Ausschreibungen vereinbart werden.

Verankerung

In der neuen Mauerwerks-norm DIN 1996/2-NA, deren bauaufsichtliche Einführung in Deutschland zum 1.7.2012 vorgesehen ist, wurden die Anforderungen an die Verankerung der zweischaligen Außenwand gegenüber der gegenwärtig noch gültigen alten Regelung in DIN 1053-1 fast vollständig geändert und verschärft. Es dürfen im Gegensatz zur bisherigen Regelung

nur Drahtanker nach DIN EN 845-1 oder mit einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung verwendet werden. Die neuen Anforderungen an die Drahtanker betreffen an erster Stelle deren Materialeigenschaften sowie deren Einbausituation:

- ▶ Es dürfen nur Anker aus nicht rostendem Stahl verwendet werden,
- ▶ Der Durchmesser der Drahtanker muss mindestens 4 mm betragen,
- ▶ Als Mörtel für die tragende Innenschale muss min-

destens die Mörtelgruppe MG IIa verwendet werden.

- ▶ vertikaler Abstand: höchstens 500 mm
- ▶ horizontaler Abstand: höchstens 750 mm
- ▶ lichter Abstand der Mauerwerksschalen: höchstens 150 mm
- ▶ Durchmesser: 4 mm
- ▶ Normalmauermörtel mindestens der Gruppe IIa
- ▶ Mindestanzahl: siehe Tabelle

Sofern in einer Zulassung für die Drahtanker nichts anderes festgelegt ist.

Mindestanzahl n_{tmin} von Drahtankern je m^2 Wandfläche
(Windzonen nach DIN EN 1991-1-4/NA)

Gebäudehöhe	Windzonen 1 bis 3 Windzone 4 Binnenland	Windzone 4 Küste der Nord- und Ostsee und Inseln der Ostsee	Windzone 4 Inseln der Nordsee
$h \leq 10 \text{ m}$	7a	7	8
$10 \text{ m} < h \leq 18 \text{ m}$	7b	8	$h \leq 10 \text{ m}$
$18 \text{ m} < h \leq 25 \text{ m}$	7	8c	-

a in Windzone 1 und Windzone 2 Binnenland: 5 Anker/ m^2
b in Windzone 1: 5 Anker/ m^2
c ist eine Gebäudegrundrisslänge kleiner als $h/4$: 9 Anker/ m^2



VERANKERUNG

An allen freien Rändern (von Öffnungen, an Gebäudeecken, entlang von Dehnungsfugen und an den oberen Enden der Außenschalen) sind zusätzlich zu Tabelle drei Drahtanker je Meter Randlänge anzuordnen.

Aufgrund der neuen Ankertabelle für die Drahtanker, welche gegenüber der bisherigen Verankerungsregel in DIN 1053-1 eine Verschärfung darstellt und zugleich den aktuellen Stand der heutigen Bautechnik darstellen soll, wird für die Verankerung der zweischaligen Wand empfohlen:

Für die Verankerung der zweischaligen Außenwand müssen grundsätzlich Anker mit einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung (abZ) verwendet werden. In der abZ sind die Anwendungsrichtlinien der Ankersysteme in Abhängigkeit von den Einflussfaktoren, Gebäudehöhe, Schalenabstand, Mauerstein- und Mörtelart, genau beschrieben. Es wird davon ausgegangen, dass bei

den künftigen Ankerzulassungen auf die obere, neue Tabelle Bezug genommen wird.

Da heute für Innen- und Außenschale meist Steine anderen Formats verwendet werden oder die Verblendschale vor Beton- oder Holzwänden errichtet werden kann, können auch andere Ankerformen und Dübel angewendet werden, wenn deren Brauchbarkeit nach bauaufsichtlichen Regeln, z. B. durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung, nachgewiesen ist.



Multiluftschichtanker zur Verankerung von zweischaligen Außenwänden (Schalenabstand ≤ 20 cm).



Dübelanker für Schalenabstände ≤ 20 cm

*Forum Johanneum, Erweiterte Gelehrtenschule
des Johanneums, Hamburg
Architektur: Studio Andreas Heller GmbH, Hamburg*

*Nominiert in der Kategorie
„Öffentliche Bauten, Sport und Freizeit“
Fotos: © Werner Hutmacher, Berlin ▶*



ANFORDERUNGEN AN VERBLENDSCHALEN

Konstruktionsgrundsätze für das Verblendmauerwerk

Vormauerschalen sind nicht-tragend. Zur Bemessung von Wandstärken kann nur die tragende Innenschale herangezogen werden. Deren Berechnung erfolgt nach dem vereinfachten oder genaueren Verfahren der DIN 1053 bzw. DIN EN 1996.

Die Mindestdicke der Außenschale beträgt 90 mm, die Mindestlänge von gemauerten Pfeilern 240 mm. Alle Steine müssen über ihre gesamte Länge, bei unterbrochener Auflagerung in der Abfangebene, beidseitig aufgelagert sein. Abfangungen sind vorgeschrieben:

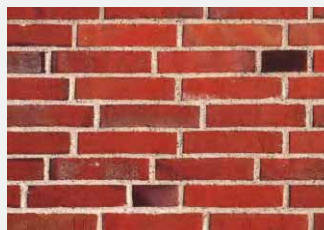
- ▶ Bei Außenschalen von 115 mm Dicke in Höhenabständen von mindestens 12 m bzw. alle zwei Geschosse. Die Steine dürfen bis zu 25 mm über ihr Auflager vorstehen. Ist die 115 mm dicke Außenschale nicht höher als zwei Geschosse oder wird sie alle zwei Geschosse ab-

gefangen, dann darf sie bis zu einem Drittel ihrer Dicke über ihr Auflager vorstehen.

- ▶ Bei Außenschalen von 105 mm Dicke in Höhenabständen von etwa 12 m. Bei Gebäuden mit bis zu zwei Vollgeschossen darf ein Giebeldreieck bis 4 m Höhe ohne zusätzliche Abfangung ausgeführt werden. Diese Außenschalen dürfen maximal 15 mm über ihr Auflager vorstehen. Die Fugen der Sichtflächen von diesen Verblendschalen sollen in Glattstrich ausgeführt werden.
- ▶ Bei Außenschalen von weniger als 105 mm Dicke in Höhenabständen von 6 m. Außerdem dürfen diese nicht höher als 20 m über Gelände geführt werden. Bei Gebäuden bis zu zwei Vollgeschossen darf ein Giebeldreieck bis 4 m Höhe ohne zusätzliche Abfangung ausgeführt werden. Diese Außenschalen dürfen

maximal 15 mm über ihr Auflager vorstehen. Die Fugen der Sichtflächen sollen in diesem Fall nur in Fugenglattstrich ausgeführt werden.

- ▶ Wenn aus bauphysikalischen Gründen das Verblendmauerwerk nicht auf ein Fundament gegründet oder auf eine auskragende Decke aufgelagert werden soll.
- ▶ Wenn Decken oder Balkone durch die Vorsatzschale nicht belastet werden dürfen.
- ▶ Über großen Öffnungen bei Spannweiten von mehr als 1,25 m.



Vorteile der Verblendschalen aus Ziegeln

Vorteile von Sichtmauerwerksflächen aus Ziegeln sind:

- ▶ unbegrenzte Lebensdauer und Wartungsfreiheit
- ▶ beständig gegen aggressive Stoffe aus der Atmosphäre
- ▶ dauerhaft farbecht und unempfindlich gegen UV-Strahlen
- ▶ individuelle Gestaltung durch vielfältige Oberflächenfarben und -strukturen des Verblendziegels
- ▶ schmutzunempfindlich wegen dicht gebrannter keramischer Brennhaut
- ▶ hohe Lichtabsorption bzw. hohe Wärmespeicherung und daher unempfindlich gegen Ansiedlung von Mikroorganismen
- ▶ Recyclbarkeit



WÄRMESCHUTZ

Die neue Energieeinsparverordnung (EnEV) 2009

Am 1. Oktober 2009 trat die neue Energieeinsparverordnung 2009 in Kraft. Ziel der novellierten Energieeinsparverordnung (EnEV) ist es, den Energiebedarf für Heizung und Warmwasser im Gebäudebereich um etwa 30 % zu senken. In einem weiteren Schritt sollen laut Integriertem Energie- und Klimaprogramm (IEKP) ab 2012 die energetischen Anforderungen nochmals um bis zu 30 Prozent erhöht werden.

Gegenüber der EnEV 2007 haben sich für Neubauten folgende Änderungen ergeben:

- ▶ Die Obergrenze für den zulässigen Jahres-Primärenergiebedarf wird um durchschnittlich 30 % verschärft.
- ▶ Die energetischen Anforderungen an die Wärmedämmung der Gebäudehülle (spezifischer Transmissionswärmeverlust HT) werden um durchschnittlich 15 % erhöht, das

heißt, die Wärmedämmung der Gebäudehülle muss durchschnittlich 15 % mehr leisten als bisher.

Der Wärmedurchgangskoeffizient der Außenwände darf bei Neubauten den $U_{\max} = 0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$ nicht überschreiten.

Der bereits seit mehreren Jahren anhaltende Trend zur zweischaligen Bauweise wird mit der Einführung der EnEV neue Impulse bekommen. Als einzige Außenwandkonstruktion mit einer hundertjährigen Erfolgsgeschichte erfüllt die zweischalige Außenwand mit einem bauphysikalisch bewährten Konstruktionsprinzip die heutigen Anforderungen der EnEV und Passivhäuser problemlos.

Nach der neuen EnEV ist für die Berechnung der Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) der Bauteile nicht mehr die Norm DIN 4108-2, sondern die DIN EN ISO 6946 : 1996 maßgebend.

Berechnung der U-Werte nach DIN EN ISO 6946 : 1996

Bei der Berechnung der U-Werte muss der Einfluss der Wärmebrücken durch mechanische Befestigungsteile, die die Wärmedämmung durchstoßen, wie z. B. Drahtanker oder Konsolen, berücksichtigt werden.

Das nachfolgende Beispiel zeigt, dass der Wärmebrückeneinfluss der Drahtanker in der Regel vernachlässigbar klein ist:

Als Befestigungsmittel werden bauaufsichtlich zugelassene Edelstahl-Multiluftschichtanker bzw. Dübelanker eingesetzt (BEVER). Der Wärmedurchgangskoeffizient U muss nur dann korrigiert werden, wenn die Gesamtkorrektur ΔU_f größer als 3 % von U ist.

Die Wärmedämmeigenschaften der zweischaligen Außenwände werden insbesondere von der Dämmstoffart und -dicke in der Hohlachse bestimmt.

Der korrigierte Wärmedurchgangskoeffizient U_c wird durch Addition eines Korrekturterms ΔU bestimmt: $U_c = U + \Delta U$

Für die zweischalige Außenwand mit Kerndämmung ist:

$\Delta U = \Delta U_f$
 $\Delta U_f =$ die Korrektur für mechanische Befestigungsteile (Drahtanker)

$\Delta U_f = a \lambda_f n_f A_f$

$a =$ konstanter Koeffizient

$a = 6 \text{ m}^{-1}$

$\lambda_f =$ die Wärmeleitfähigkeit des Befestigungsteils

$\lambda_f = 15 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$

$n_f =$ Anzahl der Befestigungsteile (Drahtanker) je m^2

$n_f = 7$

$A_f =$ die Querschnittsfläche eines Befestigungsteils (Drahtankers)

$A_f = 1,2 \text{ cm} \cdot 0,05 \text{ cm} = 0,060 \text{ cm}^2$

$\Delta U_f = 6 \cdot 15 \cdot 7 \cdot 10^{-6}$

$\Delta U_f = 0,004 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$

$U_c = U + 0,004 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$

Wohnhaus in Klein-Flottbeck, Hamburg
Architektur: Architekturbüro Stephan Isphording, Hamburg

Nominiert in der Kategorie
„Einfamilienhaus / Doppelhaushälften“
Fotos: © Architekturbüro Stephan Isphording ▶



U-WERTE

Die U-Werte für verschiedene Ausführungsvarianten der zweischaligen Außenwand sind in der Tabelle zusammengestellt. Die ermittelten U-Werte belegen, dass sowohl die Anforderungen der neuen Energieeinsparverordnung EnEV 2009 ($U = 0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$) als auch die von besonders energieeffizienten Häusern, wie z. B. Passivhäuser mit $U_{\text{max}} = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$, problemlos erfüllt werden können. Dies stellt gleichzeitig einen besonderen Vorteil der zweischaligen Bauweise dar, die allein durch die Variation der Baustoffart bzw. -dicke für die tragende Innenschale und Wärmedämmung die höchsten Anforderungen an eine sehr gut wärmedämmende Außenwand unter Beibehaltung des bewährten Funktionsprinzips erfüllt.

Tragende Innenschale		Tragende Innenschale Bemessungswerte der Wärmeleitfähigkeit λ [W/m·K]											
Dicke in [mm]	λ [W/m·K]	$\lambda = 0,024$ ¹⁾				$\lambda = 0,035$ ²⁾				$\lambda = 0,040$ ³⁾			
		Dicke der Wärmedämmung in cm ³⁾											
		10	14	16	18	12	14	18	20	12	14	18	20
175	0,99	0,21	0,16	0,14	0,12	0,24	0,21	0,18	0,16	0,27	0,24	0,20	0,18
240	0,99	0,21	0,16	0,14	0,12	0,24	0,21	0,18	0,15	0,27	0,23	0,20	0,17
175	0,70	0,21	0,16	0,14	0,12	0,24	0,21	0,18	0,15	0,26	0,23	0,20	0,17
240	0,70	0,21	0,15	0,14	0,12	0,23	0,21	0,17	0,15	0,26	0,23	0,20	0,17
175	0,16	0,18	0,14	0,12	0,11	0,19	0,18	0,15	0,14	0,22	0,20	0,17	0,15
240	0,16	0,17	0,13	0,12	0,11	0,18	0,17	0,15	0,13	0,20	0,18	0,16	0,14
175	0,14	0,17	0,13	0,12	0,11	0,19	0,17	0,15	0,13	0,21	0,19	0,17	0,15
175	0,12	0,17	0,13	0,12	0,11	0,18	0,17	0,15	0,13	0,20	0,18	0,16	0,14
175	0,10	0,16	0,13	0,11	0,10	0,18	0,16	0,14	0,13	0,19	0,17	0,15	0,14

U-Werte für die zweischalige Außenwand.
115 mm Verblendschale aus Torfbrandklinker, $\lambda = 0,81 \text{ (W/m} \cdot \text{K)}$
15 mm Innen-Gipsputz: $\lambda = 0,7 \text{ (W/m} \cdot \text{K)}$

¹⁾ Wärmedämmung aus Polyurethan

²⁾ Wärmedämmung aus Glas- oder Steinwolle

³⁾ Gemäß DIN 1053-1 (Schalenabstand max. 150 mm) sind größere Schalenabstände zulässig, wenn bauaufsichtlich zugelassene Ankersysteme verwendet werden (z.B. BEVER).



WÄRMEBRÜCKENEINFLUSS

Wärmebrückeneinflusses von Drahtankern ist nach einer Ibac-Untersuchung vernachlässigbar gering

Ziel der Untersuchungen war es, die mit dem Nährungsverfahren aus DIN EN ISO 6946 zu bestimmende Korrektur des Wärmebrückeneinflusses der Drahtanker bei der Berechnung von Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werten) numerisch für die heute üblichen Wandaufbauten der zweischaligen Außenwände zu überprüfen.

Zur Beurteilung des Wärmebrückenflusses wurde eine zweischalige Außenwand mit Kerndämmung mit Dämmdicken zwischen 10 cm und 20 cm gewählt. Für die tragende Innenschale wurden die Mauersteine aus Porenbeton mit einer sehr guten Wärmeleitfähigkeit und zum Vergleich auch Mauersteine aus Kalksandstein ausgetestet, welche den Fall für die Innenschalen mit einer geringen Dämmwirkung darstellen sollen.

Mit den gewählten Wandaufbauten ergeben sich U-Werte, welche allesamt die Anforderungen der neuen EnEV 2009 erfüllen ($U = 0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$). Die U-Werte wurden mit den Gleichungen aus der Norm DIN EN ISO 6946 berechnet:

Stellvertretend für die heute gängigen Drahtanker wurden zwei Ankertypen zum Einlegen in die Lagerfugen, Multiplus-Anker und zum nachträglichen Eindübeln ZV-Welle, untersucht.

Die Berechnung des Wärmebrückeneinflusses durch die Drahtanker erfolgte mit dreidimensionalen Finiten-Elemente-Methoden auf der Grundlage der DIN EN ISO 10211. Es sollte dadurch erreicht werden, dass der Wärmebrückeneinfluss der Drahtanker nach dem Nährungsverfahren in DIN EN ISO 6946 auf ihre Anwendbarkeit bezogen auf die heute üblichen Wandaufbauten der zweischaligen Wand überprüft wird.

Aufgrund der numerischen Betrachtung des Wärmebrückeneinflusses der Drahtanker bei zweischaligen Außenwänden kann das wichtigste Ergebnis des Ibac-Prüfberichts M 1405 wie folgt zusammengefasst werden:

1. Der Einfluss der Drahtanker als Wärmebrücke ist bei Schalenabständen bis zu etwa 15 cm, unabhängig vom verwendeten Ankertyp, vernachlässigbar.
2. Bei Verwendung von Multi-Plus-Luftschichtankern darf der Wärmebrückeneinfluss durch die Drahtanker unabhängig vom Schalenabstand der zweischaligen Wand vernachlässigt werden.

*Edge of Town, 42 low energy houses, Windhaak, Nieuwkoop
Architektur: Wingender Hovenier Architecten, Amsterdam*

*Ausgezeichnet zum besten Passivhausprojekt
Fotos: © Steffen Müller, Berlin ►*



PASSIVHÄUSER MIT ZWEISCHALIGER AUSSENWAND

Deutschland ist als ein rohstoffarmes Land zur Deckung seines Bedarfs an fossilen Energieträgern abhängig von Erdöl- und Gasimporten. Die Energieversorgung in Deutschland hängt derzeit zu fast 70 % von importierten fossilen Energieformen (Öl, Gas, Kohle) ab. Die fossilen Energievorräte der Erde sind allerdings begrenzt und werden aufgrund hoher Nachfrage der Industrieländer immer knapper. Die gesicherten Reserven reichen derzeit bei Öl ca. 40 bis 60 Jahre, bei Gas ca. 50 bis 70 Jahre. Diese Tatsache wird nicht nur gegenwärtig, sondern auch in Zukunft immer wieder unkontrollierbare Preissteigerungen zur Folge haben. Etwa ein Drittel der Endenergie wird in Deutschland für die Bereitstellung von Raumwärme aufgewendet. Energieeffiziente Häuser, wie Passivhäuser, ermöglichen erhebliche Einsparungen. Sie bieten ein zukunftsorientiertes Modell, welches nicht nur zu einer nachhaltigen Entlastung der Umwelt bei den atmosphärischen CO₂-Emissionen und

den übrigen Emissionen aus der Energieumwandlung führt, sondern sie können die Abhängigkeit von den fossilen Energieträgern auf ein Minimum reduzieren. Das hohe Energieeinsparpotenzial von Passivhäusern wird durch den folgenden Vergleich besonders deutlich:

- Passivhäuser, Energieverbrauch 15 kWh/m²a (entspricht etwa 2 bis 3 Liter Öl/m²a)
- Häuser nach der neuen EnEV, Energieverbrauch 70 kWh/m²a (entspricht etwa 7 Liter Öl/ m²a)
- Baustand, Energieverbrauch 200 bis 300 kWh/m²a (entspricht etwa 20 bis 30 Liter Öl/m²a).





Anforderungen an die Passivhäuser

Das Besondere am Passivhaus ist, dass durch höchste Qualität von Gebäudehülle und Haustechnik der Wärmebedarf so weit verringert ist, dass neben einer hoch effizienten Wärmerückgewinnung durch ein komfortables Lüftungssystem die Energiebeiträge aus eingestrahelter Sonnenenergie, Eigenwärme der Personen im Haus und Wärmeabgabe von Geräten ausreichen, um das Gebäude angenehm warm zu halten. Der geringfügig verbleibende Heiz-/Wärmebedarf kann über eine geringe Nacherwärmung der Zuluft oder durch gespeicherte Sonnenwärme gedeckt werden. Grundsätzlich müssen Passivhäuser gemäß Passivhausinstitut in Darmstadt folgende Anforderungen erfüllen:

- ▶ Passive Solarenergienutzung: Optimale Orientierung der Gebäude zur Südseite
- ▶ Hochwärmedämmende Fenster: $U_w < 0,8$, g-Wert $> 50\%$
- ▶ Überdurchschnittliche Dämmung der Außenbauteile: U-Wert zwischen $0,10$ und $0,15$ [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$]
- ▶ Wärmebrückenfreie Konstruktion: $< 0,01$ [$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$]
- ▶ Dichte Gebäudehülle: $n_{50} < 0,6$ [$1/\text{h}$]
- ▶ Kontrollierte Wohnungs-
lüftung: Anforderung 30 [$\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{Person}$] mit Wärmerückgewinnung $\eta > 80\%$
- ▶ Latentwärmenutzung: Wärmepumpentechnik
- ▶ Geringer Energieverbrauch bei der Brauchwasserbereitung und -verteilung
- ▶ Erdreichwärmetauscher: Vorerwärmung der Frischluft
- ▶ Verwendung effizienter Haushaltgeräte
- ▶ Deckung des Restenergiebedarfs durch erneuerbare Energien (z. B. thermische Solaranlage)
- ▶ Heizenergie-Verbrauch unter 15 [$\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$]
- ▶ Primärenergiekennwert: max.: 120 [$\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$]
- ▶ Luftdichtigkeit: n_{50} unter $0,6$ [$1/\text{h}$]

Städtische Gesamtschule Köln-Rodenkirchen
Architektur: gramlich architekten, Stuttgart

Nominiert in der Kategorie
„Öffentliche Bauten, Sport und Freizeit“
Fotos: © gramlich architekten ►



PASSIVHÄUSER IN NORDDEUTSCHLAND

Die Erfahrungen mit Ziegelfassaden in Norddeutschland haben gezeigt, dass mit dieser Bauweise die Vorteile des klimagerechten Bauens am besten zum Tragen kommen. Insbesondere im Zusammenhang mit Passivhäusern wird in Zukunft die Fassadengestaltung eine dominierende Rolle einnehmen. Denn die große Dämmstärke bei den Außenwänden von Passivhauswänden beeinflusst das bisher bekannte physikalische Verhalten der Fassade signifikant. Die völlige Abkoppelung des Wärmestroms von innen nach außen durch große Dämmstärken trägt dazu bei, dass die Oberflächentemperaturen an der Fassadenoberfläche stark absinken.

Wenn die Abschlussschicht an der Fassadenoberfläche nicht in der Lage ist (geringe Dicke, helle Farbe), die solare Wärme im Tagesverlauf zu speichern, verhält sich die Fassade dann genau wie bei Autoscheiben oder Straßenschildern (siehe Bild).

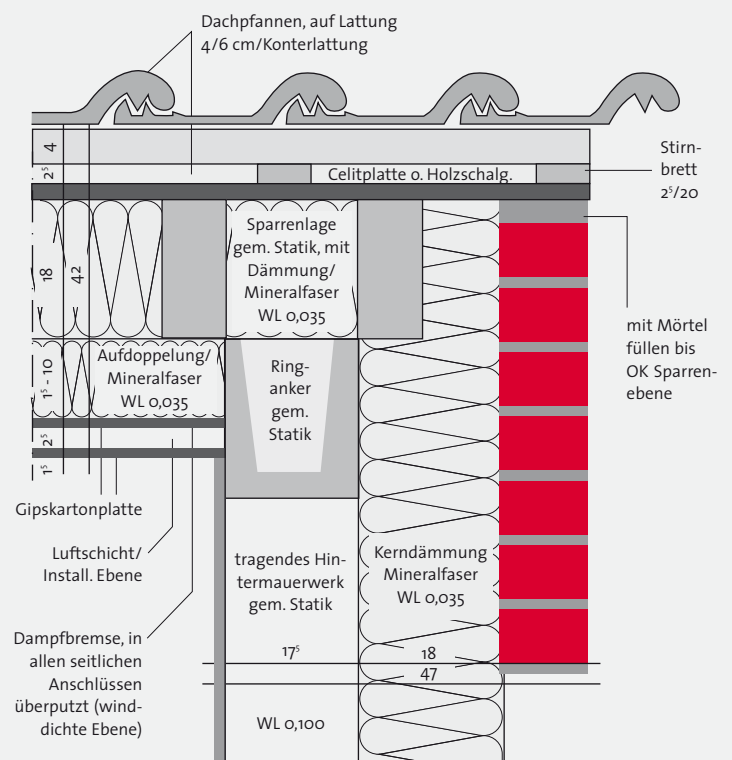


Es bildet sich in den klaren, kalten Nächten Raureif an der Bauteiloberfläche, sobald die Oberflächentemperatur die Lufttemperatur unterschreitet.



Fassaden aus WDVS sind für energieeffiziente Gebäude in Norddeutschland (wie z. B. Passivhäuser) wegen der akuten Gefahr der Algenbildung nicht zu empfehlen.

Die Folgen können bei ungünstigen Lagen des Bauteils (z. B. bei schattigen Plätzen oder unter den Bäumen) sein, dass sich dort vermehrt Mikroorganismen (Algen, Pilze) ansiedeln und die Fassadenoptik verändern. Diese Gefahr ist bei Ziegelfassaden äußerst gering, weil die 11,5 cm dicke Ziegel-



blendschale stets eine hohe Wärmespeicherfähigkeit aufweist. Die meist dunklen Farben der Mauerziegel in der Fassade begünstigen die Solarabsorption von Ziegelfassaden. Folglich bleiben auch bei extrem gut gedämmten zweischaligen Außenwänden mit Ziegelver-

blendschale die bewährten Eigenschaften der Verblendschale unverändert.

In der Tabelle auf Seite 17 sind die U-Werte für die zweischalige Wand zusammengestellt.

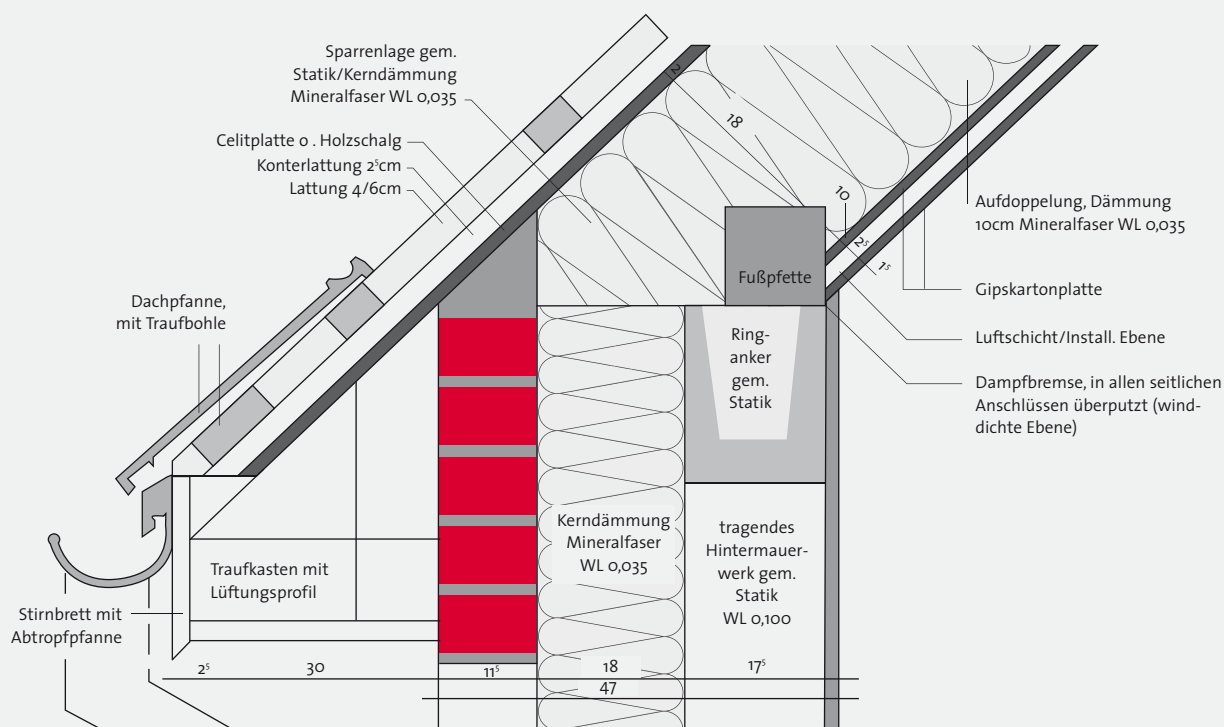


Daraus geht hervor, dass mit dieser Wandkonstruktion die Anforderungen der Passivhäuser problemlos erfüllt werden.

Aufgrund der in den vergangenen Jahren stetig zugenommenen Problematik mit der Algen-

bildung an Fassaden aus Wärmedämmverbundsystemen (WDVS) mit sehr dicken Dämmplatten ist es aus ökologischen (Vermeidung von Umweltschäden durch biozide Ausrüstung der Putzsysteme) und ökonomischen (Beseitigung von Algen und Pilzen an der Putzfassade

in regelmäßigen Abständen) Gründen sinnvoll und ratsam, besonders energieeffiziente Gebäude, wie z. B. Passivhäuser, nicht mit WDVS, sondern mit Außenwänden nur aus Ziegelsichtmauerwerk zu realisieren.



*Haus Poth und Liewer, Speicher, Eifel
Architektur: Rainer Roth Architekt, Meckel*

*Nominiert in der Kategorie
„Bestes Sanierungsprojekt“
Fotos: © Rainer Roth Architekt ►*



SCHLAGREGENSCHUTZ

Feuchtigkeitsschutz

Bei zweischaligen Außenwänden sind die Aufgaben der einzelnen Schalen deutlich getrennt. Die Verblendschale aus Vormauerziegeln oder Klinkern hat sich in den vergangenen hundert Jahren in den Gebieten mit hoher Schlagregenbeanspruchung, wie Holland und England sowie in Norddeutschland und an den Küstengebieten, als dauerhaft beständig gegen Witterungseinflüsse bewährt. Ausschlaggebend dafür ist vor allem die Verwendung von bindemittelfreien Ziegeln in der Verblendschale, welche aufgrund der natürlichen Rohstoffzusammensetzung aus tonigen Massen und der hohen Brenntemperatur bei der Herstellung von über 1000 °C besonders günstige hygrische Eigenschaften aufweisen.

Prinzip der Schlagregenabwehr

Bei Beregnung wird Wasser durch Winddruck an die Außenwand gepresst, sodass sich an der äußeren Zone der beregneten Wand ein dünner Wasserfilm bildet. Hierbei füllen sich die Kapillaren und Poren von Ziegel und Mörtel mit Wasser, wodurch es zunächst zu einer Selbstdichtung der Außenhaut kommt. Bei weiterer Beregnung fließt die Hauptmenge des Regenwassers an der Fassadenoberfläche ab. Das weitere Eindringen von Wasser in die Verblendschale wird im Wesentlichen durch die Kapillarität der verwendeten Wandbaustoffe Ziegel und Mörtel bestimmt. Damit wandert die Feuchtezone sehr langsam vor. Die Feuchteverteilung in der Verblendschale wird also vorwiegend von der Überlagerung der horizontalen Kapillarwasserleitung und einer nach unten gerichteten Feuchtebewegung beeinflusst.

Entwässerung der Ziegelverblendschale

Ziegelverblendschalen von zweischaligen Außenwänden sind grundsätzlich nicht wasserundurchlässig. Sowohl die Mauersteine als Klinker oder Vormauerziegel als auch die Mörtelfugen besitzen ein kapillarporöses Gefüge, wodurch Feuchtigkeit transportiert werden kann.

Für die Durchfeuchtung von Verblendschalen in exponierter Lage und bei starkem und anhaltendem Schlagregen sind jedoch meist Flankenrisse zwischen Mauersteinen und Mörtelfugen sowie Hohlräume im Fugennetz ausschlaggebend.

Offene Stoßfugen als „Entwässerungsöffnungen“ am Fußpunkt der Verblendschale, z. B. jede dritte Stoßfuge, können zwar vereinbart und angeordnet werden, sie stellen jedoch, gemäß DIN EN 1996-2/NA, keine Voraussetzung für die dauerhafte Funktionstauglichkeit der zweischaligen Wand dar.



Trocknung und Kapillarwirkung

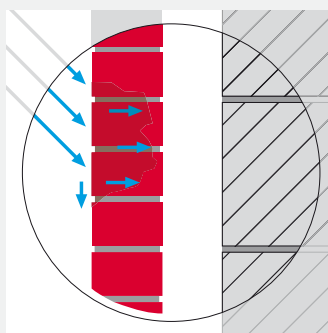
Das in die Verblendschale eingedrungene Wasser kann in der Trocknungsphase im Wesentlichen über die Kapillarwirkung der Verblendziegel und des Mörtels zur Wandoberfläche transportiert und an die Außenluft abgegeben werden. Bei abnehmendem Feuchtigkeitsgehalt im Mauerwerk erfolgt dann die weitere Austrocknung lediglich auf dem Weg der Wasserdampfdiffusion. Die Austrocknung der Außenschale geschieht aufgrund der bereits erwähnten Ziegeleigenschaften sehr schnell, sodass die Gleichge-

wichtsfeuchte in der Außenschale stets sehr niedrig ist. Um den Energieverbrauch und Immissionen bei der Trocknung und beim Brennen zu senken und den Rohstoffverbrauch herabzusetzen, werden Vormauerziegel und Klinker heute überwiegend mit Lochungen gemäß DIN 105-100 hergestellt.

Die Verwendung von Hochlochziegeln hat sich in Verblendschalen seit Jahrzehnten als besonders sinnvoll erwiesen. Von Lochungen in Verblendziegeln sind keinerlei Nachteile hinsichtlich der Schlagregensicherheit zu erwarten. Es kann sogar davon ausgegangen werden, dass die Lochungen in Verblendziegeln die Wasserdurchlässigkeit der Verblendschale nicht beschleunigen, sondern eher verlangsamen.

Ausschlaggebend dafür ist das Fehlen des Ziegelscherbens im Bereich der Lochungen, der für den kapillaren Wassertransport maßgebend ist. Unab-

hängig davon erfolgt die Schlagregenabwehr im Wesentlichen über die Außenwandung des Verblendziegels, die nach DIN 105-100 mindestens 20 mm bis zur ersten Lochreihe betragen muss.



Lakerloven, Eindhoven
Architektur: *biq stadsontwerp bv*, Rotterdam

2. Platz Fritz-Höger-Preis 2011
Fotos: © Steffen Müller, Berlin ►



SCHALLSCHUTZ

Schallschutz

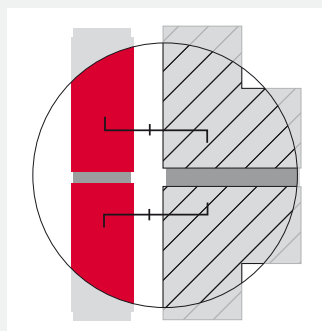
Der Schallschutz in Gebäuden hat eine große Bedeutung für die Gesundheit und das Wohlbefinden des Menschen. In DIN 4109 „Schallschutz im Hochbau“ sind Anforderungen an den Schallschutz mit dem Ziel festgelegt, Menschen in Aufenthaltsräumen vor unzumutbaren Belästigungen durch Schallübertragung zu schützen. Die Schalldämmung eines Bauteils hängt in erster Linie von der flächenbezogenen Masse ab.

Zur Berechnung der flächenbezogenen Masse von Mauerwerkswänden sind in DIN 4109 Wandrohdichten in Abhängigkeit von den verwendeten Mauersteinen und der Rohdichte des Mauermörtels angegeben.

Bei zweischaligen Außenwänden nach DIN 1053-1 mit oder ohne Luftschicht darf das bewertete Schalldämmmaß $R'_{w,R}$ aus der Summe der flächenbezogenen Massen beider Scha-

len, wie bei einschaligem Mauerwerk mit biegesteifen Wänden, ermittelt werden. Der so ermittelte Wert darf um 5 dB erhöht werden, da die Luftschicht bzw. die Dämmschicht zwischen den Schalen einen zusätzlichen Schallschutz ergibt. Der Zuschlagwert darf sogar 8 dB betragen, wenn die flächenbezogene Masse der auf die Innenschale der Außenwand anschließenden Trennwände größer als 50 % der flächenbezogenen Masse der inneren Schale der Außenwand ist.

Die oben beschriebenen Merkmale der zweischaligen Außenwand bedeuten, dass mit dieser Wandkonstruktion im Vergleich zu einschaligen Wänden stets erheblich bessere Schalldämmwerte zu erreichen sind. Zweischalige Außenwände erreichen bewertete Schalldämmmaße $R'_{w,R}$ von 55 bis 60 dB und darüber. Grund ist der mehrschichtige Aufbau: Dieser wirkt wie ein Masse-Feder-Masse-Schwingungssystem. Massive Schalen, unter-



Dehnungsfuge in der Verblendschale
im Bereich der Haustrennwände nach
DIN 4109, Beiblatt 1

schiedlich dick und schwer, brechen die Schallwellen und verhindern so Resonanzen. Wichtig ist die wirkungsvolle Trennung durch eine Luftschicht und/oder Dämmung. Drahtanker und Abfangungssysteme begrenzen zwar die Schalldämmung insgesamt, behindern jedoch nicht die Vorteile des zweischaligen Schalldämmsystems.



BEWERTETES SCHALLDÄMMMAß

Innenschale Wanddicke (mm)	Rohdichte- klasse Innenschale	Normalmörtel			Leichtmörtel		
		Masse m' (kg/m²)	R' _{w,R} ²⁾ (dB)	R' _{w,R} ^{2) 3)} (dB)	Masse m' ¹⁾ (kg/m²)	R' _{w,R} ²⁾ (dB)	R' _{w,R} ^{2) 3)} (dB)
175	0,7	320	55	58	311	55	58
240		367	56	59	355	56	59
175	0,8	336	56	59	327	55	58
240		389	57	60	377	56	59
175	0,9	351	57	60	343	56	59
240		413	58	61	398	57	60
175	1	367	57	60	358	56	59
240		432	58	61	420	58	61
175	1,2	399	58	61	383	57	60
240		475	59	62	454	59	62
175	1,4	430	58	61	413	58	61
240		519	60	63	495	60	63
175	1,6	462	59	62	441	58	61
240		562	61	64	533	61	64
175	1,8	493	60	63	472	60	63
240		605	62	65	576	62	65
175	2	525	61	64	502	60	63
240		648	63	66	617	63	66
175	2,2	556	61	64	532	61	64
240		691	64	67	658	64	67

1) Innenschale ist innenseitig mit 15 mm Gipsputz, m' = 15 kg/m², verputzt.

2) Bonus von 5 dB wurde gemäß DIN 4109, Beiblatt 1, Abschnitt 10, berücksichtigt.

3) Zuschlag von 3 dB wurde gemäß DIN 4109, Beiblatt 1, Abschnitt 10, berücksichtigt.

Bewertetes Schalldämmmaß R'_{w,R} nach DIN 4109 für zweischalige Außenwände

Verblendmauerwerk: 11,5 cm
dickes Mauerwerk aus Vor-
mauerziegeln oder Klinkern

Rohdichteklasse
1,6 m' = 177 kg/m²

*Haus Wellesen, Hamburg Nienstedten
Architektur: Johannes Götz, Köln*

*Nominiert in der Kategorie
„Bestes Sanierungsprojekt“
Fotos: © Johannes Götz ►*



BRANDSCHUTZ

Die Brandschutzanforderungen an Bauteile aus Mauerwerk werden in den jeweiligen Landesbauordnungen geregelt. Je höher und größer Gebäude werden, umso höher sind die Brandschutzanforderungen. Bei mittleren Gebäuden wurden, insgesamt gesehen, die Brandschutzanforderungen reduziert.

Bei zweischaligen Außenwänden wird nur die tragende Innenschale brandschutztechnisch beurteilt. Die äußere nicht tragende Verblendschale schützt die innere Schale bei Brandbeanspruchungen von außen und darf nach DIN 4102-4, Abschnitt 4.5.2.10, wie eine Putzschicht angesetzt werden.

Für die innenseitig verputzte tragende Schale von zweischaligen Außenwänden dürfen daher die Werte für verputztes Ziegelmauerwerk angesetzt

werden. Der Putz ist dabei nur auf der Raumseite, nicht aber zwischen den Schalen erforderlich. Für die Wärmedämmung in der Hohlschicht von zweischaligen Außenwänden bei **Hochhäusern** dürfen gemäß Muster-Hochhaus-Richtlinie vom August 2005 ausschließlich nicht brennbare Baustoffe

verwendet werden. Der Ausschluss brennbarer Baustoffe in den Bauteilen der Außenwand oder vor der Fassade ist erforderlich, weil ein Fassadenbrand am Hochhaus wegen der begrenzten Wurfweite der Strahlrohre der Feuerwehr nicht wirksam bekämpft werden kann. Brandereignisse belegen, dass

sich schwerentflammbare Baustoffe in mehrschaligen hinterlüfteten Fassaden wegen deren Kaminwirkung wie normal entflammbare Baustoffe verhalten können. Die Anforderung betrifft alle Teile der Außenwände. Dazu gehören auch Außenwandverkleidung einschließlich der Unterkonstruktion sowie

Gebäude werden gemäß der Musterbauordnung (MBO) in folgende Gebäudeklassen eingeteilt:

Gebäudeklasse 1	a) frei stehende Gebäude mit einer Höhe bis zu 7 m und nicht mehr als zwei Nutzungseinheiten von insgesamt nicht mehr als 400 m ²
	b) frei stehende land- oder forstwirtschaftlich genutzte Gebäude
Gebäudeklasse 2	Gebäude mit einer Höhe bis zu 7 m und nicht mehr als zwei Nutzungseinheiten von insgesamt nicht mehr als 400 m ²
Gebäudeklasse 3	Sonstige Gebäude mit einer Höhe bis zu 7 m
Gebäudeklasse 4	Gebäude mit einer Höhe bis zu 13 m und Nutzungseinheiten mit jeweils nicht mehr als 400 m ²
Gebäudeklasse 5	Sonstige Gebäude einschließlich unterirdischer Gebäude

Die genannten Gebäudehöhen in der Tabelle beziehen sich auf die Fußbodenoberkante des höchstgelegenen Geschosses, in dem ein Aufenthaltsraum möglich ist, über der Geländeoberfläche.



Blenden, Fensterläden, Jalousien, Fensterrahmen, Sonnenschutzblenden.

Aus § 28 Abs. 3 Satz 2 MBO 2002 ergibt sich, dass auch Balkonbekleidungen (Umwehrungen, Sichtblenden oder ähnliche Bauteile) Bestandteil der Außenwand sind.

Nach dem aktuellen Entwurf der DIN 4102-4 sind neue Brandschutzanforderungen für die zweischalige Außenwand vorgesehen. An Gebäude der **Gebäudeklassen 1, 2 und 3** werden hinsichtlich zweischaliger Außenwände keine besonderen bauaufsichtlichen Anforderungen gestellt.

Die neuen Brandschutzanforderungen gelten für Gebäude der Gebäudeklassen 4 und 5 sowie auch für Sonderbauten bis zu einer Höhe von < 22 m.

Gebäudeklassen 4 und 5 – Wärmedämmung

Zweischalige Außenwand	Nicht brennbar	Schwer entflammbar	
		≤ 10 ¹⁾	> 10 ¹⁾ und ≤ 20
Mit Volldämmung und Fingerspalt	Keine Anforderung	Keine Anforderung	Brandsperren
Mit Luftschicht und Dämmung	Brandsperren	Brandsperren	Brandsperren
Mit Luftschicht ohne Dämmung	Brandsperren	Brandsperren	Brandsperren

¹⁾ Schalenabstand in cm
Für den Einbau von Brandsperren gelten die Regelungen der DIN 4102-4

Erweiterung Kloster Hegne Marianum, Allensbach-Hegne

Architektur: LRO Architekten, Stuttgart

Nominiert in der Kategorie

„Öffentliche Bauten, Sport und Freizeit“

Fotos: © LRO Architekten ►



AUSFÜHRUNG

Musterflächen

Wenn erhöhte Anforderungen an das Erscheinungsbild einer Ziegelfassade gestellt werden, soll dies im Vorfeld ausdrücklich vereinbart werden. Musterflächen sind eine Methode, um das Erscheinungsbild des fertigen Mauerwerks zu beurteilen. Als Musterflächen können bestehende Objekte vereinbart oder auch Referenzfelder unter Beachtung folgender Eigenschaften an der Baustelle gemauert werden:

- Mindestgröße bei einfarbigen, glatten Mauerziegeln: 1 m².
- Mindestgröße bei bunten Mauerziegeln oder bei Mauerziegeln mit Oberflächenstrukturen: 2 m².
- Die Mauerziegel sollten so gewählt werden, dass sie die durchschnittliche Qualität der gesamten Lieferung repräsentieren.

Die Beurteilung der Optik bei Ziegelfassaden darf nicht aus unmittelbarer Nähe erfolgen.

Maßgebend für die Ansehnlichkeit einer Ziegelfassade ist nicht etwa die Beschaffenheit der einzelnen Steine oder Fugen bei Betrachtung aus nächster Nähe, sondern das Gesamtbild des Fassadenabschnitts bei Betrachtung aus gebrauchstüblichen Entfernungen.



Wärmedämmung

Als Baustoff für die Wärmedämmung können Platten, Matten, Granulate und Schüttung aus Dämmstoffen verwendet werden, die dauerhaft wasserabweisend sind. Es sind daher nur Dämmstoffe mit der Bezeichnung WZ nach DIN

4108-10 zulässig. Die Dämmschicht muss lückenlos angebracht werden, sodass ein Wasserdurchtritt an den Stoßstellen dauerhaft verhindert wird. Bei zweilagigen Dämmschichten müssen die Stöße der Dämmplatten versetzt angeordnet werden.

Die Dämmmatten werden beim Einbau dicht aneinanderliegend über die Drahtanker geschoben und mit Kunststoffscheiben befestigt.

Feuchteschutz

An allen Kontaktstellen zwischen Verblendschale und z. B. Fenster- und Türanschlügen oder tragender Innenschale sind wasserundurchlässige Sperrschichten anzuordnen. Die Innenschalen und die Geschossdecken sind an den Fußpunkten der Zwischenträume der Wandschalen gegen Feuchtigkeit zu schützen. Auch sind oberhalb von Öffnungen im Verblendmauerwerk Dichtungsbahnen einzubauen, um zu verhindern, dass kalk-

haltiges Wasser an die Fensterscheiben geleitet wird und diese verätzt.

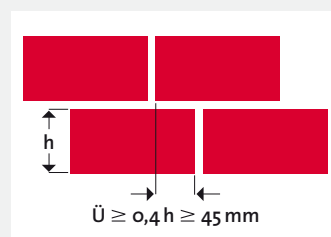


Mauermörtel

Mauermörtel für Mauerwerk nach DIN 1053 muss DIN EN 998-2 entsprechen. Zusätzlich müssen noch die Bestimmungen der DIN V 18580 „Mauermörtel mit besonderen Eigenschaften“ (erkennbar am zusätzlichen Ü-Zeichen mit dem Eindruck „DIN V 18580“) eingehalten werden.

In der Tabelle sind die Mauermörtel und deren Festigkeiten nach DIN 998-2 zusammengestellt.

Zur Vermauerung der Ziegelverblendschalen wird fast ausschließlich der Normalmörtel M 10 verwendet. Der Normalmörtel M 15 ist zur nachträglichen Verfügung, jedoch nicht zur Vermauerung, der Verblendschalen geeignet.



Verband

Die Stoßfugen übereinanderliegender Mauerwerksschichten müssen versetzt sein. Das Überbindemaß Ü muss 40 % der Steinhöhe, mindestens aber 45 mm betragen. Die für den Verband notwendigen 3/4-Steine an Mauerwerksecken dürfen nicht mit dem Mauerhammer geschlagen, sondern müssen mit einer Steinsäge an der Baustelle geschnitten werden.

Mauern

Grundsätzlich muss der Mörtel im Frischzustand für alle Steinarten ein Höchstmaß an Verformungswilligkeit besitzen. Die ganzflächige und satte Mörtelfüllung ist bei Verblendmauerwerk als Regenbremse unentbehrlich. An Regentagen darf nur unter Schutzmaßnahmen gemauert werden. Jeweils nach Abschluss eines Tagwerks oder vor Eintritt von Regen sind frisch gemauerte Schichten zumindest von oben her durch Abdeckung gegen Ausspülen und Verschmutzen zu sichern.

Mörtelart	Druckfestigkeitsklasse nach DIN EN 998-2	Mörtelgruppe nach DIN 1053-1 bzw. DIN V 20000-412	Druckfestigkeit [N/mm ²]
Normalmörtel	M 5	II	2,5
	M 10	IIa	5,0
	M 15	III	10,0
	M 30	IIIa	20,0
Leichtmörtel	M 10	LM 21, LM 36	5,0
Dünnbettmörtel	M 15	DM	10,0

Bezeichnungen und Festigkeiten der Mauermörtel nach DIN 998-2 bzw. nach DIN 1053-1

Langerak, Utrecht
Architektur: biq stadsontwerp bv, Rotterdam

Nominiert in der Kategorie
„Geschosswohnungsbau“
Fotos: © Stefan Müller, Berlin ►



VERMAUERUNG VON KLINKERN UND VORMAUERZIEGELN

Vermauerung von Klinkern

Bei schwach saugenden Klinkern zieht Wasser sehr langsam ein, die Folge ist „Wässern“ des Mörtels an den Kontaktflächen und verstärktes Eindringen des Regenwassers. Daher muss die Mörtelkonsistenz dem Saugvermögen des zu verarbeitenden Klinkers angepasst werden. Zu steife Mauermörtel sind unzulässig.

Klinker dürfen nicht angenässt werden, weil bei ihnen das Wasser eine störende Trennschicht bilden würde, die ein Ansaugen des Mörtels verhindert.

Vermauerung von saugfähigen Ziegeln

Bei saugfähigen Vormauerziegeln ist ein vorzeitiger und zu hoher Wasserentzug aus dem Mörtel durch Vornässen der Steine einzuschränken. Bei Verwendung von Werk trockenmörtel mit verbessertem Wasserrückhaltevermögen kann ein Vornässen der Mauerziegel entfallen.

Arbeitszeitrichtwerte für Mauerarbeiten mit kleinformatigen Mauerziegeln

Wanddicke (cm)	Steinformat	Rohdichte- klasse	Materialbedarf				Zulagen			
			Steine (St.)	Mörtel (L)	Volles Mauerwerk ¹⁾	Gegliedertes Mauerwerk ¹⁾	Minder- mengen ¹⁾	Abladen mit Kran ¹⁾	Umstapeln ¹⁾	Höhe über 3 – 4 m ¹⁾
11,5	DF	0,8–1,8	65	35	0,85	0,90	0,09	0,02	0,08	0,05
11,5	NF	0,8–1,8	48	34	0,80	0,85	0,08	0,02	0,07	0,05
11,5	2 DF	0,8–2,0	32	24	0,70	0,75	0,07	0,02	0,06	0,05

1) Angabe in h/m²

Aufmaßregelung:

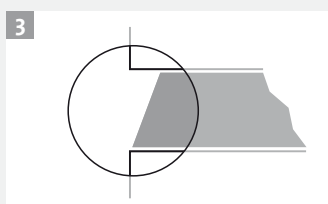
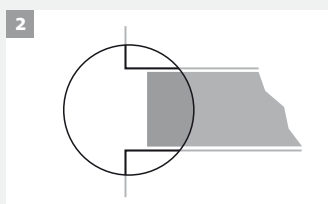
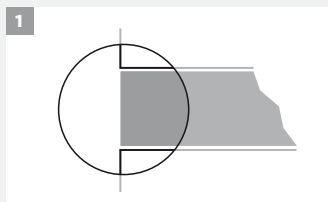
Die nach VOB abzugsfähigen Öffnungen sind durch die Gliederung des Mauerwerks nach Schwierigkeitsgraden bereits in den Arbeitszeitrichtwerten berücksichtigt und werden nicht gesondert vergütet.



MÖRTELFUGEN

Mörtelfugen im Verblendmauerwerk

Die Fuge hat als Bindeglied der Einzelelemente konstruktive Bedeutung und spielt auch als Gestaltungsmittel eine wichtige Rolle. Mit der Wahl der Fugenstruktur und -farbe kann das Gesamtbild der Fassade entscheidend beeinflusst wer-



den. Eine tief zurückliegende Fuge beispielsweise verstärkt die Licht- und Schattenwirkung durch dunklen Schattenwurf. Bündig mit der Mauerwerks-oberfläche ausgebildete Fugen werfen keinen Schatten, betonen aber dafür die Gesamtfläche der Wand. Technisch die beste Lösung stellt die voll und

glatt ausgeführte Fuge wie auf Bild 1 dar. Dies wird dadurch ermöglicht, dass der Mauermörtel gleich im Zuge der Mauerarbeiten glatt gestrichen wird. Dadurch wird ein homogenes, durchgehendes Fugenbett hergestellt.

Die Mörtelfugen im Verblendmauerwerk können auch wie auf den Bildern 2 und 3 zur Betonung der plastischen Wirkung der Fassade zurückliegend und abgeschrägt ausgebildet werden. Die bisherigen Erfahrungen mit vielen Ziegelfassaden in Norddeutschland haben gezeigt, dass zurückliegende Fugen im Verblendmauerwerk, Varianten 2 und 3, als schlagregensicher und dauerhaft anzusehen sind. Allerdings ist die Herstellung dieser Fugen wegen der zurückliegenden Form mit mehr Arbeitsaufwand verbunden.

Im Allgemeinen sollen die Stoßfugen 1 cm und die Lagerfugen 1,2 cm dick sein. Kleine Abweichungen sind zulässig.

Fugenglattstrich

Diese Methode bietet die Möglichkeit, mit geringem Aufwand hochwertiges Verblendmauerwerk herzustellen. Voraussetzung dafür ist, dass der Mörtel eine gute Verformbarkeit besitzt. Für dieses Verfahren sollten keine Baustellenmörtel, sondern nur geeignete Fertigmörtel verwendet werden. Damit ist die Voraussetzung für eine einheitliche Fugenfarbe gegeben. Beim Fugenglattstrich ist besonders auf das vollfugige Mauern zu achten, um nicht später beim Glätten der Fuge nachbessern zu müssen. Beim Aufmauern



Wohnbebauung „Golzheimer Höfe“, Düsseldorf
Architektur: Döring Dahmen Joeressen Architekten, Düsseldorf

Nominiert in der Kategorie
„Geschosswohnungsbau“
Fotos: © Manos Meisen ►



NACHTRÄGLICHES VERFUGEN

hervorquellender Mörtel wird mit der Kelle abgestrichen und die Fuge nach dem Anziehen des Mörtels mit einem entsprechend dicken Fugeisen oder Schlauch steinbündig glatt gestrichen. Der Mörtel muss mit der Kelle sofort abgezogen werden, damit Verschmutzungen der Sichtflächen vermieden werden können. Wichtig ist, dass der Mörtel beim Glätten stets die gleiche Konsistenz hat. Eine zu frisch geglättete Fuge wird hell. Eine zu spät geglättete Fuge wird dunkel. Deshalb immer von unten nach oben vorgehen.

Die Art des Glättewerkzeugs darf während der gesamten Fugarbeiten nicht gewechselt werden. Nach Fertigstellung oder bei Arbeitsunterbrechungen muss das Mauerwerk vor Verschmutzungen, Durchnässung oder zu raschem Austrocknen geschützt werden. Bei Bedarf kann das Mauerwerk bei einer Schlussreinigung mit wenig Wasser und geeigneten Bürsten abgewaschen werden,

um auffällige Verschmutzungen zu beseitigen. Chemische Reinigungsmittel oder Öle sind nicht zulässig.

Nachträgliches Verfugen

Nachträgliches Verfugen sollte nur in Ausnahmefällen vereinbart werden. Dieses Verfahren ist aufgrund der vielen Arbeitsgänge schadensanfällig. Das nachträgliche Verfugen eignet sich nur dann, wenn entsprechende Erfahrungen mit „Fugenglattstrich“ fehlen. Die Fugen sind gleichmäßig 1,5 cm bis 2 cm tief, flankensauber und gleichmäßig auszukratzen.

Bei Unterschreitung der Mindestauskratztiefe von 1,5 cm ist die dauerhafte Haftung des Fugmörtels nicht gewährleistet. Das Auskratzen muss vor jeder Arbeitspause durchgeführt werden, solange der Mauer- mörtel noch weich ist.

Reinigung

Die beste und billigste Reinigung ist die sorgfältige Vermauerung und Vermeidung

von groben Verschmutzungen. Um die letzten Mörtelreste zu entfernen, kann die Reinigung mit Wasser und Bürste oder Schrubber erfolgen. Die Spritzer sollten noch vor dem Erhärten des Mörtels mit reinem Wasser abgewaschen werden.

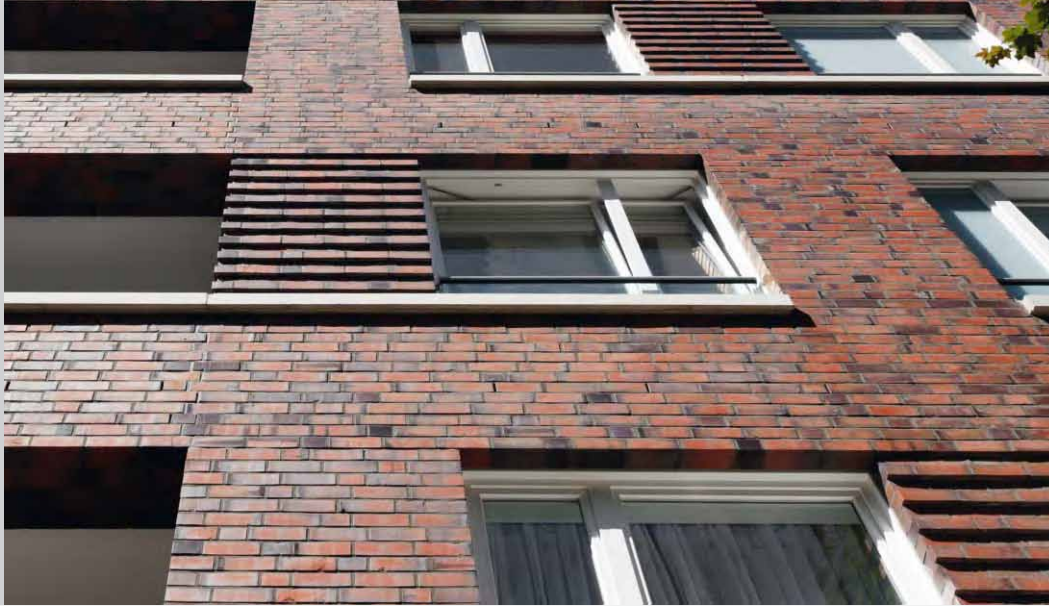
Fassadenreinigung vor den Fugarbeiten

Die nachträgliche Verfugung ist traditionell damit verbunden, dass vor dem Ausfugen der Fassade eine Reinigung der Mauerwerksflächen stattfindet. Diese Fassadenreinigung wurde früher fast ausnahmslos mit Säuren, insbesondere mit verdünnter Salzsäure, durchgeführt.

Die chemische Fassadenreinigung hatte jedoch zur Folge, dass einerseits die Ausblühneigung einer Ziegelfassade zunimmt, andererseits mit irreversiblen Verfärbungen an den Ziegelsteinoberflächen, insbesondere an engobierten und eisenhaltigen, gerechnet werden muss.

Insofern wurden die Regelungen für die Verfugung und Reinigung von Ziegelfassaden in DIN 18330 der VOB bei der Neufassung im Jahre 2006 geändert. Die bisherige Regelung, dass dem Reinigungswasser bis 2 % Volumenanteile Salzsäure zugesetzt werden kann, wurde durch den folgenden Satz ersetzt: „Bei nachträglicher Reinigung dürfen dem Reinigungswasser **keine** Säuren zugesetzt werden.“

Diese etwas unglücklich gewählte Formulierung bezieht sich auf die nachträgliche Verfugung und bedeutet, dass eine obligatorische Reinigung mit Säuren vor dem Ausfugen nicht mehr gestattet ist. Sollten sich jedoch nach der Beendigung der Bauausführung partielle Mörtelverunreinigungen oder auch andere wasserunlösliche Verschmutzungen an der Mauerwerksoberfläche abzeichnen, dann muss zur Gewährleistung einer ansehnlichen Fassadenoptik eine Reinigung durchgeführt werden.



Die Wahl eines geeigneten Reinigungsmittels bzw. Reinigungsverfahrens richtet sich dann danach, welche Mauersteine (Klinker, Vormauerziegel, engobierte, werkseitig hydrophobierte Steine usw.) verwendet worden sind und um welche Art von Verunreinigungen es sich handelt (Kalkablagerungen, Verfärbungen, Ausblühungen usw.).

Fugmörtel

Für nachträgliches Verfugen dürfen die Mörtelgruppe MG IIa und Mörtelgruppe MG III verwendet werden.

Beispiel eines Mischungsverhältnisses für die MG IIa:

- ▶ 1 RT Kalkhydrat
- ▶ 1 RT Zement
- ▶ 6 RT Sand

Fugarbeiten

Fugarbeiten werden zweckmäßig an Tagen mit hoher Luftfeuchtigkeit und geringer Luftbewegung sowie geringer Sonneneinstrahlung ausgeführt.

Ungünstigere Witterungsbedingungen (starke Sonneneinstrahlung, verstärkte Windbewegung) erfordern zusätzliche Schutzvorkehrungen (z. B. Abhängen des Gerüsts mit Planen). Bei Regen und Frost sollte das Fugen eingestellt werden. Regen kann zum Auslaufen der Fuge führen, Sonne zu Schwindrissen im Mörtel. Der Fugmörtel soll eine gut erdfeuchte bis schwach plastische Konsistenz aufweisen.

Für eine dichte Fuge ist entscheidend, dass der Mörtel fest in die Fuge eingedrückt und verdichtet wird. Daher sollte das Fugeisen auf keinen Fall breiter als die Fuge selbst sein.

Die frische Verfugung ist zum Schutz der frühzeitigen Austrocknung und der Förderung des Abbindevorgangs mehrfach mit der Nebeldüse zu besprühen.



Offene Ganztageschule und Gymnasikhalle, Düsseldorf-Eller
Architektur: pier 7 architekten, Düsseldorf

Nominiert in der Kategorie
„Öffentliche Bauten, Sport und Freizeit“
Fotos: © Carsten Behler ▶



DEHNUNGSFUGEN

Dehnungsfugen

Grundsätzlich gehört das Ziegelmateri-
al zu den Baumaterialien mit der geringsten Wär-
medehnung. Die folgende Auf-
listung von **Wärmedehnungs-**
koeffizienten α_t aus DIN 1053-1
zeigt dies im Vergleich mit an-
deren Baustoffen:

α_t [$6 \cdot 10^{-6}/K$]

Mauerziegel	6
Kalksandsteine	8
Leichtbetonsteine	10
Betonsteine	10
Porenbetonsteine	8

Dieser günstige α_t -Wert von
Mauerziegeln ist darin begrün-
det, dass dieser Baustoff im
Vergleich zu den genannten
Mauersteinen frei von Binde-
mitteln ist. Dadurch kann eine
längere Feuchtigkeitslagerung
im Baustoff nicht stattfinden.
Mauerziegel besitzen die ge-
ringste Gleichgewichtsfeuchte
unter allen kapillar porösen
Baustoffen.

Die günstigen physikalischen
Eigenschaften des Ziegels

wirken sich positiv bei der
Anordnung von Dehnungs-
fugen im Verblendmauerwerk
aus. Bei Verblendschalen aus
Ziegeln bieten sich zwei ent-
scheidende Vorteile im Hin-
blick auf die Anordnung von
Dehnungsfugen:

- ▶ Die Anzahl der Dehnungs-
fugen ist gering.
- ▶ Es lässt die größten Abstände
für die Dehnungsfugen zu.

Trotz dieser günstigen Voraus-
setzungen müssen die Tem-
peraturverformungen der Ver-
blendschale bei der Konstruk-
tion durch ein gut überdachtes
Konzept zur Anordnung von
Dehnungsfugen berücksichtigt
werden.

Die Anordnung der Dehnungs-
fugen in Ziegelverblendschalen
ist allerdings häufig mit einer
Reihe von Vorüberlegungen ver-
bunden. Einerseits gilt es, die
Gefahr der Rissbildungen im
Verblendmauerwerk auszu-
schließen. Andererseits ist man
bestrebt, aus ästhetischen

Gründen, aber auch aus Grün-
den der Wartungsanfälligkeit der
Dehnungsfugen, die Anzahl auf
ein Minimum zu beschränken.

Bei kleineren Gebäuden mit
Grundrissabmessungen von
10 bis 12 m kann erfahrungsge-
mäß auf vertikale Dehnungs-
fugen verzichtet werden (z. B.
Ein- und Zweifamilienhäuser).

Darüber hinaus sind die Abstän-
de für die vertikalen Dehnfugen
in Verblendschalen in Abhängig-
keit von der Mauersteinart in der

aktuellen Ausgabe der Europäi-
schen Mauerwerksnorm EC 6
wie folgt zusammengestellt:

Art des Mauerwerks	l_m
Ziegelmauerwerk	12
Kalksandsteinmauerwerk	8
Mauerwerk aus Beton (mit Zuschlag) und Betonwerksteine	6
Natursteinmauerwerk	12





Fertigteilstürze werden durch vertikale DF vom angrenzenden Pfeiler getrennt.

Dabei gilt der angegebene Abstand von 12 m für die Ziegelfassaden stets unabhängig von den Einflussfaktoren:

- ▶ Farbe des Ziegelsteins
- ▶ Himmelsrichtung
- ▶ Ausführung der Außenwand mit Luftschicht oder mit Voll-dämmung

Zur Vermeidung von Rissen in Verblendschalen muss insbesondere bei mehrgeschossigen Gebäuden und in Verbindung mit Fertigteilen in der Außen-

schale bereits in der Planungsphase ein Dehnfugenkonzept erarbeitet werden. Dabei muss das Hauptaugenmerk auf die korrekte Anordnung der Dehnfugen an Gebäudeecken sowie auch an den Übergängen zwischen den Fertigteilen und den örtlich gemauerten Wandbereichen gerichtet werden.

Bei Ziegelverblendschalen reicht eine Dehnfugendicke von 1 bis 1,5 cm völlig aus, wenn die Dehnfugenabstände von etwa 12 m eingehalten werden. Die Dehnungsfugen sind mit geeigneten Dichtungsmaterialien dauerelastisch zu schließen (z. B. mit Polyurethan, Polysulfid, Kompriband).

*Laborgebäude auf dem Campus
des Universitätsklinikums, Hamburg-Eppendorf
Architektur: gmp Architekten, Hamburg*

*Nominiert in der Kategorie
„Öffentliche Bauten, Sport und Freizeit“
Fotos: © gmp Architekten ►*



GESTALTUNG VON DEHNUNGSFUGEN

Gestaltung der vertikalen Dehnfugen als „Mäanderfuge“

Vertikale Dehnfugen im Ziegelverblendmauerwerk können zur Anpassung an den Verlauf der Mörtelfugen bei den regelmäßigen Mauerverbänden (z. B. Block- und Kreuzverband), aber auch beim wilden Verband als „**Mäanderfuge**“ ausgebildet werden.

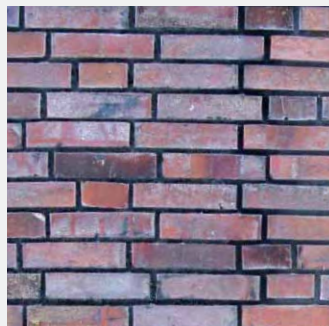
Diese Dehnfugengestaltung hat sich aufgrund von vielen schadensfreien Ausführungsbeispielen in den vergangenen 10 Jahren als funktionstauglich und völlig unbedenklich erwiesen. Die Ausführung und Versiegelung der Mäanderfugen sind

jedoch im Vergleich zu lotrechten Dehnfugen mit einem größeren Arbeitsaufwand verbunden.

Zur Versiegelung der Mäanderfugen sind Dichtstoffe aus Polyurethan oder Polysulfid gut geeignet. Sie können zur Anpassung an die optische Beschaffenheit der Mörtelfugen im nassen Zustand besandet werden.

Die Ausbildung der vertikalen Dehnfugen als Mäanderfuge dient ausschließlich dazu, dass die Dehnfuge in der Fassade optisch möglichst unsichtbar bleibt. Bei unsachgemäßer Versiegelung der Mäanderfuge

wird häufig genau das Gegenteil erreicht, indem die Fassade im Bereich der Mäanderfuge besonders auffällig erscheint.





Kompribänder stellen jedoch zur Versiegelung der als Mäanderfuge ausgebildeten Dehnfugen keine optimale Lösung dar. Sie können handwerklich nicht so verarbeitet werden, dass eine lückenlose Abdichtung der Mäanderfuge erreicht wird. Horizontale Dehnungsfugen



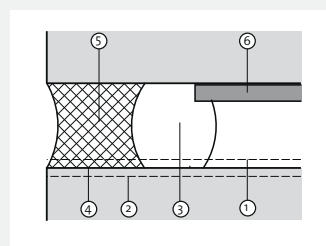
Kompribänder sind wegen der umständlichen Handhabung zur Versiegelung der Mäanderfugen nicht geeignet.

sind unter Mauerwerkskonsolen und vorspringenden Bauteilen des tragenden Baukörpers vorzusehen. Für die konstruktive Ausbildung ist Folgendes zu beachten:

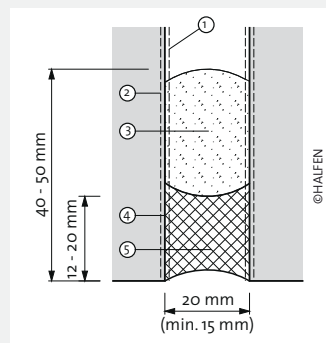
- ▶ Die Fugenflanken müssen bis zu einer Tiefe der zweifachen Fugenbreite, mind. aber 30 mm, parallel verlaufen, damit das Hinterfüllmaterial ausreichenden Halt findet.
- ▶ Die Fugenflanken müssen vollfugig, sauber und frei von Stoffen sein, die das Haften und Erhärten der Fugendichtungsmasse beeinträchtigen.
- ▶ Die Mörtelfugen müssen im Bereich der Fugenflanken bündig abgestrichen sein.

Als Abdichtungsstoffe kommen infrage:

- ▶ Fugendichtstoffe
- ▶ Dichtungsbänder
- ▶ Abdeckprofile



Horizontale Dehnungsfuge



Vertikale Dehnungsfuge

1. Fuge gestaucht
2. Fuge gedehnt
3. geschlossenzelliges Schaumstoffprofil
4. Haftgrundierung
5. elastoplastischer Dichtstoff (Fugendichtmasse)
6. Halfen Konsolanker

Wohnquartier Altenhagener Weg, Hamburg-Wandsbeck

Architektur: Springer Architekten, Berlin

Nominiert in der Kategorie

„Geschosswohnungsbau“

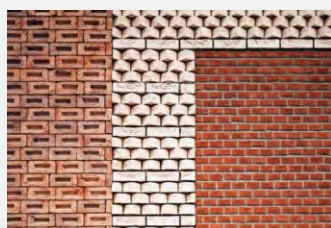
Fotos: © Bernd Hiepe, Berlin ►



MAUERWERKSVERBÄNDE

Mauerwerksverbände

Ein wesentlicher Gestaltungsfaktor, der die Backsteinfassade charakterisiert, ist der Mauerwerksverband. Ursprünglich war die konstruktive Lastabtragung die wichtigste Aufgabe eines Verbandes. Zur Betonung der einzelnen Mauerwerksteilflächen (z. B. Brüstungen, Gesims und Attika) wurden auch weitere Verbände entwickelt, die insbesondere der Fassadengestaltung dienen (Zierverbände). Während Läufer-, Binder-, Block- und Kreuzverband so ausgebildet sind, dass ihr Mauergefüge Lasten und Kräfte über den gesamten Wandquerschnitt gleichmäßig verteilt, bilden Zierverbände (Verblendverbände) vor einer tragenden Wand eine schmückende Schale. Eine weitere Möglichkeit der Gestaltung eines Mauerwerksverbandes besteht darin, Steine nicht als Binder und Läufer zu versetzen, sondern in verschiedener Weise hochkant und übereck. Diese Gestaltungsform ist in der Historie dieser Bauweise unendlich variationsreich angewendet worden. Es gibt viele verschiedene Arten von Verbänden, von denen die bekanntesten im Folgenden erläutert werden:



1. Läuferverband

Dieser Verband ist der einfachste und gewöhnlichste Verband. Schichten aus Läufern sind so gelegt, dass sie jeweils um eine oder drei Viertel Seitenlänge gegeneinander versetzt sind.

2. Blockverband

Läufer- und Binderschichten wechseln sich Reihe zu Reihe regelmäßig ab. Die Stoßfugen der jeweiligen Schichten liegen senkrecht übereinander. In der Mauerfläche bilden sich dadurch Kreuze, die ineinandergreifen und sich gegenseitig ergänzen.

3. Kreuzverband

Der Kreuzverband erinnert an den Blockverband. Doch wechseln die Binderschichten nicht mit Läufern, sondern mit Schichten, in denen Läufer und Binder abwechselnd verlegt werden. Zusammenhängende Blöcke, die durch Binder getrennt sind, betonen die

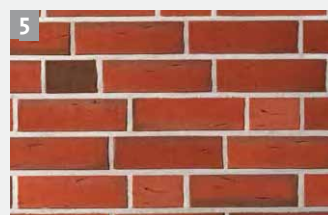
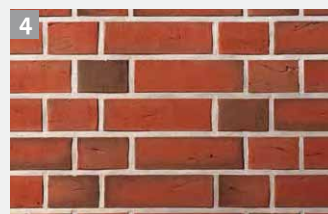
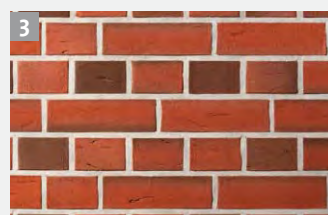
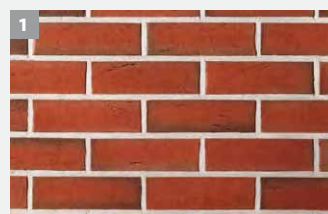
senkrechte Gliederung. Durch Verschieben der Läufer um einen halben Stein in der zweiten Schicht ändert sich die Wirkung.

4. Gotischer Verband

Dieser Verband zeigt in jeder Schicht regelmäßig wechselnde Läufer und Binder. Die Binder liegen jeweils auf der Läufermitte. In der Ansicht sind ineinandergreifende Blöcke erkennbar.

5. Wilder Verband

Der wilde Verband zeigt ein unregelmäßiges Fugenbild. In jeder Schicht werden die Binder in beliebiger Folge zwischen Läufern verlegt. Doch dürfen nicht mehr als fünf Läufer hintereinander gemauert werden. Binder sollten nur auf Läufern liegen. Regelmäßige 1/4-Stein breite Abtreppungen dürfen sich nicht mehr als fünfmal wiederholen. Zusammenhängende, senkrecht aufsteigende Blöcke sind zu vermeiden.





SOHLBÄNKE

Sohlbänke aus gemauerter Rollschicht

Sohlbänke aus einer Rollschicht sind wichtige Gestaltungselemente bei Fassaden aus Sichtmauerwerk und in der Tradition dieser Bauweise verwurzelt. Bei Fassaden in exponierter Lage, wie z. B. bei mehrgeschossigen Gebäuden ohne Dachüberstand, haben Sohlbänke aus einer Rollschicht jedoch den Nachteil, dass über ihre Mörtelfugen Regenwasser ins Bauteil eindringen kann. Es besteht dabei die Gefahr, dass kalkhaltiges Wasser auf die Fassade ausgeschwemmt und die Fassadenoptik beeinträchtigt wird.

Zur fachgerechten Ausbildung der Sohlbänke aus einer Rollschicht ist zu beachten:

- ▶ Das Mindestgefälle für alle Außenfensterbänke beträgt grundsätzlich 5°.
- ▶ Für die Sohlbänke aus einer Rollschicht wird jedoch ein Gefälle von ca. 10° mit 4 cm Überstand empfohlen. Die Mörtelfugen sollten möglichst wasserabweisende Eigenschaften aufweisen. Sohlbänke aus einer Rollschicht, die nach Jahrzehnten immer noch ansehnlich wirken, sind meist dadurch gekennzeichnet, dass sie ein starkes Gefälle aufweisen (Bilder 1 und 2).
- ▶ Unterhalb der Sohlbank ist dann keine Sperrfolie notwendig. Die Sperrfolie bildet eine Trennlage im Bauteil, die die Verbundwirkung beeinträchtigt und häufig mit Rissbildungen der Mörtelfuge unmittelbar unter der Sohlbank verbunden ist.
- ▶ Die Kontaktflächen zwischen Sohlbank und Innenschale sind durch Sperrfolien zu trennen.
- ▶ Die Ausbildung der Sohlbänke im Verblendmauerwerk sollte grundsätzlich unter Berücksichtigung der zu erwartenden Regenbeanspruchung erfolgen. So stehen bei den Gebäuden, bei denen kaum Schlagregenbeanspruchung zu erwarten ist, wie z. B. Ein- oder Zweifamiliehäuser mit ausreichendem Dachüberstand, nicht das Gefälle, sondern eher die gestalterischen Aspekte im Vordergrund (Bilder 3 und 4).



Starcom Frankfurt
Architektur: Ortner & Ortner, Berlin

Nominiert in der Kategorie
„Büro- und Gewerbebauten“
Fotos: © Stefan Müller ▶



STÜRZE

Stürze

Maueröffnungen müssen so abgedeckt werden, dass die Last des darüber befindlichen Mauerwerks sicher auf das angrenzende Mauerwerk übertragen wird.

Der frühere Ziegelbogen, der seine Stabilität und Tragkraft fast ausschließlich durch seine Masse erhält, hatte ein beliebtes und schwerfälliges Aussehen. Der Zweck eines echten Bogens ist, einer Auflast oder Kraft zu widerstehen und sie auf eine adäquate Stütze – wie eine Säule oder einen Pfeiler – zu übertragen. Die Tragfähigkeit einer Mauerüberdeckung nimmt mit der Höhe des Querschnitts und mit dem Ansteigen der Bogenwölbung zu.

Konstruktionsarten

Scheitrechter Bogen

Scheitrechte (waagerechte) Bögen eignen sich wegen geringer Tragfähigkeit nur für Spannweiten bis etwa 1,25 m. Als bewehrtes Mauerwerk oder in Verbindung mit tragenden Stahlprofilen können sie auch für größere Spannweiten infrage kommen.



1 1/2-Stein dicker scheitrechter Bogen

Obwohl er eine waagerechte Untersicht hat, beruht seine Stabilität auf dem Konstruktionsprinzip des Bogenbaus. Der scheitrechte Bogen wird mit einer Stichhöhe von 1 % der Spannweite ausgeführt, damit er nach dem Schwinden des Mörtelanteils nicht durchhängend wirkt. Im Verblendmauer-



Die Aufnahme der horizontalen Lasten erfolgt über die Widerlagerschräge des Bogens.

werk werden die passend behauenen Widerlagersteine so angesetzt, dass der Bogenrücken in einer Lagerfuge des angrenzenden Mauerwerks ausläuft.

Die Schräge des Widerlagers wird nach dem Bogenmittelpunkt ausgerichtet.

Grenadierstürze

Im heutigen Verblendmauerwerk werden die Stürze als stehende Rollschichten mit gleichmäßig parallel verlaufenden Fugen, ohne Stich und Widerlager bevorzugt. Die sogenannten „Grenadierschichten“ lassen sich relativ schnell herstellen. Traditionellerweise werden die Mauersteine hochkant auf ein provisorisches Holzgestell ge-



Sturz im Ziegelverblendmauerwerk aus „gemauerte Rollschicht“ (Grenadierschicht)



SOCKELABDICHTUNG



Das senkrecht angeordnete Widerlager kann keine tragende Funktion übernehmen.

Überdeckung mit Stahlprofilen



setzt. Das Holzgestell wird erst dann wieder entfernt, wenn der Mauermörtel erhärtet und die Wand darüber fertiggestellt ist. Entscheidend für die Dauerhaftigkeit dieser Stürze ist die Mörtelqualität in der Grenadierschicht.

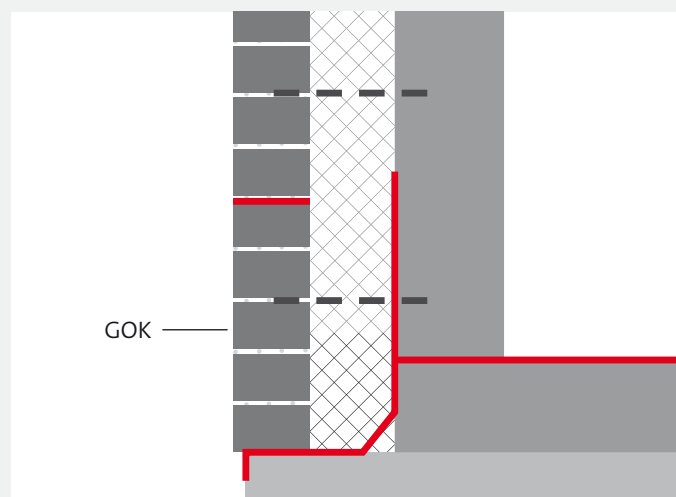
Grenadierschichten im Verblendmauerwerk werden nicht nach den Verbandsregeln für Mauerwerk unter Einhaltung eines Überbindemaßes gemäß DIN 1053-1 ausgeführt. Insofern dürfen sie keine tragenden Funktionen übernehmen. Grenadierstürze dürfen nur in Verbindung mit Hilfskonstruktionen ausgeführt werden.

Die einfachste Maßnahme zur Sicherung der Grenadierstürze ist die Verwendung eines Stahlwinkels, welcher zur Überdeckung von kleinen Öffnungen von bis zu ca. 2 m verwendet werden kann. Bei Stahlwinkeln werden die Auflasten über die Biegetragwirkung in die seitlichen Auflager übertragen. Die Auflagertiefe beträgt jeweils mindestens 100 mm. Die häufig verwendeten verzinkten Stahlprofile sind nach DIN 1053-1 nicht zulässig. Sie sollten in jedem Falle mit einem geeigneten Farbanstrich zum dauerhaften Schutz gegen Korrosion versehen sein, wenn Edelstahlprofile aus Kostengründen nicht zum Einsatz kommen.

Sockel

Hier muss im Bereich der Aufstellfläche der Verblendschale eine Sockelabdichtung vorgenommen werden. Für die Sockelabdichtung sind sowohl Materialien nach DIN 18195-4 als auch andere Abdichtungen, deren Eignung nach den bauaufsichtlichen Vorschriften nachgewiesen ist, zulässig (z. B. durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung).

In der Systemskizze ist das Prinzip der Sockelabdichtung bei zweischaligem Verblendmauerwerk dargestellt. Die Sockelabdichtung ist abhängig von vielen örtlichen Einflussfaktoren und kann daher von der Prinzipskizze abweichen.



Systemskizze zum Prinzip der Sockelabdichtung bei zweischaligem Ziegelverblendmauerwerk

Hochgarage Pressehaus, Bremen
 Architektur-Arbeitsgemeinschaft: ksg architekten
 und stadtplaner GmbH, Köln / Leipzig mit
 Feldschnieders + Kister Architekten, Bremen

Nominiert in der Kategorie
 „Büro- und Gewerbebauten“
 Fotos: © ksg architekten und stadtplaner GmbH ▶



SOCKELABDICHTUNG

Das Grundprinzip der Sockelabdichtung zur Gewährleistung der dauerhaften Funktionstauglichkeit ist jedoch immer gleich und besteht aus folgenden Parametern:

- ▶ Die Sockelabdichtung wird vor der Erstellung der Verblendschale aufgebracht.
- ▶ Die verwendeten Abdichtungsmaterialien müssen für diesen Zweck dauerhaft geeignet sein. Hierzu können geregelte Abdichtungsmaterialien gemäß DIN 18195 oder nicht geregelte Abdichtungsprodukte mit allgemein bauaufsichtlichen Prüfzeugnissen (abz) verwendet werden, welche von bauaufsichtlich anerkannten Prüfstellen erstellt werden. Diese sind in ihrer baurechtlichen Bedeutung für die Verwendung der Produkte den vom DIBT zu erteilenden bauaufsichtlichen Zulassungen gleichzusetzen.
- ▶ Wenn Ziegelverblendschalen aus optischen Gründen aus dem Erdreich herausgeführt werden (in Norddeutschland die Regelausführung), sollten die Verblendsteine im Erdreich und in den ersten drei bis vier Mauerschichten oberhalb der Geländeoberfläche wasserabweisende Eigenschaften haben (z. B. Klinker in Verbindung mit einem Fugenmörtel der Mörtelgruppe MG IIa oder MG III).
- ▶ Bei Verwendung von stark saugfähigen Vormauerziegeln muss die Eignung durch den Hersteller ausdrücklich deklariert werden. Grundsätzlich und insbesondere in diesem Fall ist die Anlegung eines kapillarbrechenden Kiesstreifens empfehlenswert. Dadurch kann verhindert werden, dass die Bodenfeuchtigkeit im Verblendmauerwerk aufsteigt und Ausblühungen und Verschmutzungen verursacht.
- ▶ Es muss grundsätzlich darauf geachtet werden, dass die Hohlchicht im Erdreich vollständig mit druckfestem Dämmstoff ausgestattet wird (Perimeterdämmung).
- ▶ Die erste Ankerlage ist so tief wie möglich in etwa 25 bis 30 cm Höhe anzuordnen.
- ▶ Die Stöße der Sockelabdichtung müssen dauerhaft verklebt oder verschweißt werden.
- ▶ Oberhalb der Geländeoberfläche ist in der Verblendschale eine horizontale Querschnittabdichtung gegen aufsteigende Feuchtigkeit erforderlich. (z. B. 500er-Dachpappe, besandet).

Ausblühungen

Überschüssiges Anmachwasser des Mörtels oder Feuchtigkeit in der Wand durch Regenwasser verdunsten über die Wandoberfläche aus frischem Mauerwerk. Durch die Kapillarkwirkung gelangen auch die wasserlöslichen Salze und Mineralien aus dem Mauerwerk an die Wandoberfläche. Dort kristallisieren sie als sogenannte „Ausblühungen“ aus. Ausblühungen an Verblendfassaden verschwinden innerhalb der ersten zwei Jahre unter Einwirkung des Regenwassers von selbst. Vorübergehende Ausblühungen an Ziegelfassaden sind kein Mangel.

In DIN 105-100 wird darauf hingewiesen, dass Vormauerziegel und Klinker frei von Salzen sein sollen, die zu Ausblühungen führen, welche das Aussehen der unverputzten Mauerwerksfläche **dauernd** beeinträchtigen. Ausblühungen dürfen nicht mit chemischen Mitteln behandelt werden, denn dadurch können weitere Ausblühungen oder Verfärbungen an



AUSBLÜHUNGEN UND AUSLAUGUNGEN



Vorübergehende Ausblühungen bei einer neu errichteten Ziegelfassade als Folge einer permanenten Durchfeuchtung des Mauerwerks während der Bauphase.

der Mauerwerksoberfläche entstehen. Diese Gefahr besteht insbesondere dann, wenn als Reinigungsmittel



Ausblühungen an einer Fassade aus saugfähigen Vormauerziegeln, verursacht durch Reinigung mit Salzsäure.

Salzsäure verwendet wird. Sie bewirkt bei Ausblühungen keine Reinigung, sondern verursacht zusätzlich weitere Ausblühungen oder Verfärbungen an der Mauerwerksoberfläche. Bei überdachten Flächen, die einer natürlichen Reinigung durch Regenwasser nicht unterliegen, stellt das Abbürsten oder Abschrubben des Mauerwerks trocken oder in Kombination mit wenig warmem Wasser die wirksamste Reinigungsmethode dar.

Auslaugungen

Auslaugungen sind meist weißliche Ablagerungen an der Mauerwerksoberfläche, deren Ursache ausschließlich in mangelhafter Bauausführung liegt. Auslaugungen sind Bestandteile der Mörtelfugen, die auf die Fassade ausgeschwemmt werden, wenn:

- ▶ nicht vollfugig gemauert wurde,
- ▶ der Fugenmörtel zu trocken eingebracht wurde,
- ▶ bei trockener und warmer Witterung eine Nachbehandlung der Fugen mit Wasser versäumt wurde,
- ▶ das Mauerwerk während der Bauausführung nicht konsequent vor Regenwasser geschützt wurde,
- ▶ bei Frost gemauert oder gefugt wurde.

Kalkablagerungen lassen sich im frischen Zustand noch leicht abbürsten. Mit zunehmendem Alter gewinnen sie jedoch an Festigkeit, weil unter Einwirkung der Luftkohlendioxid das praktisch unlösliche „Calciumcarbonat“ gebildet wird (Carbonatisierung).



Kalkauslaugungen als Folge mangelhafter nachträglicher Verfugung.

LITERATURQUELLEN

DIN EN 1996-1-1/NA: „Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten – Teil 1-1: Allgemeine Regeln für bewehrtes und unbewehrtes Mauerwerk“, Ausgabe-datum: April 2011.

DIN EN 1996/2-NA: Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten – Teil 2: Planung, Auswahl der Baustoffe und Ausführung von Mauerwerk; Januar 2012.

Altaha, N.: Zweischaliges Ziegelverblendmauerwerk, Aktueller Stand der Technik. Zeitschrift „Das Mauerwerk“, H. 4/2011.

NA E DIN 20000-401: Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken – Teil 401: Regeln für die Verwendung von Mauerziegeln.

DIN EN 998-2: Festlegungen für Mörtel im Mauerwerksbau, Teil 2: Mauermörtel, Ausgabe 2010.

Altaha, N.: Konstruktion und Ausführung von zweischaligem Mauerwerk. Mauerwerk-Kalender 2009. Herausgeber Prof. W. Jäger.

Altaha, N.: Aktueller Stand der Abdichtungstechnik bei zweischaligem Verblendmauerwerk.

Zeitschrift „das Mauerwerk“, H. 6/2009. DIN V 105-100: Mauerziegel mit besonderen Eigenschaften. Ausgabe 2005. DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Beuth Verlag GmbH.

DIN EN 771-1: Festlegungen für Mauersteine, Teil 1: Mauerziegel, Mai 2005. DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Beuth Verlag GmbH.

DIN 1053-1, 11.1996: Mauerwerk. Berechnung und Ausführung; im DIN Taschenbuch 68: Mauerwerk; 6. Auflage. DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Beuth Verlag GmbH.

DIN ISO 6946, 11.1996: Bauteile – Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient. Berechnungsverfahren. DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Beuth Verlag GmbH.

DIN V 4108-4, 06.2007: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden. Teil 4: Wärme- und feuchteschutztechnische Kennwerte. DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Beuth Verlag GmbH.

DIN 18195-4, 08.2000: Bauwerksabdichtungen. Teil 4: Abdichtungen gegen Bodenfeuchte (Kapillarwasser, Haftwasser) und nicht stauendes Sickerwasser an Bodenplatten und Wänden, Bemessung und Ausführung. DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Beuth Verlag GmbH.

DIN 4109, Nov. 1989: Schallschutz im Hochbau. Anforderungen und Nachweise. DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Beuth Verlag GmbH.

DIN 4172: Maßordnung im Hochbau, Ausgabe 1955. DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Beuth Verlag GmbH.

DIN 18000: Modulordnung im Bauwesen. Ausgabe Mai 1984. DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Beuth Verlag GmbH.

Informationsordner: „Von der Idee zur Ausführung“. Fachverband Ziegelindustrie Nord e. V., Oldenburg 2002.

Altaha, N.: Zweischalig – gegen Schlagregen und für Wärmeschutz. Zeitschrift „BAUTENSCHUTZ und BAUSANIERUNG“. H. 6 (1997), S. 14 – 18.

Altaha, N.: Säure und Wasser? Vorsicht! Ursachen und Vermeidung von Ausblühungen an Ziegelfassaden. Zeitschrift „BAUTENSCHUTZ und BAUSANIERUNG“. H. 6 (1997), S. 14 – 18.

Altaha, N.: Zweischaliges Mauerwerk. Planung und Ausführung nur mit Kerndämmung? Zeitschrift „das Mauerwerk“, H. 2/2000. S. 71 – 76.

Altaha, N.: Wärme- und Feuchteschutz von zweischaligen Außenwänden. Zeitschrift „das Mauerwerk“, H. 4/2002. S. 106 – 115.

DIN 18195, Beiblatt 1: Bauwerksabdichtungen. Beispiele für die Anordnung der Abdichtung. März 2011. Beuth Verlag.

Schrader, M.: Mauerziegel als historisches Baumaterial. Ein Materialleitfaden und Ratgeber. Edition: anderweit Verlag GmbH, 1997.

Schubert, P.: Vermeiden von schädlichen Rissen in Mauerwerksbauten. Berlin: Ernst & Sohn Mauerwerk-Kalender 21 (1996), S. 621 – 651.

Schubert, P.: Zur rissfreien Länge von nicht tragenden Mauerwerkswänden. Berlin: Ernst & Sohn Mauerwerk-Kalender 13 (1988), S. 473 – 488.

IMPRESSUM

Herausgeber:

Zweischalige Wand Marketing e. V.

Schaumburg-Lippe-Straße 4

53113 Bonn

Telefon (02 28) 9 14 93-18

Telefax (02 28) 9 14 93-28

www.backstein.com

Verfasser:

Dr.-Ing. Nasser Altaha

Fachverband Ziegelindustrie Nord e. V.

ZIEGEL-Anwendungstechnik

Bahnhofplatz 2 a

26122 Oldenburg

Telefon (04 41) 2 10 26-12

Telefax (04 41) 2 10 26-20

altaha@ziegelindustrie.de

Gestaltung:

KopfKunst

Agentur für Kommunikation GmbH

Mecklenbecker Straße 451

48163 Münster

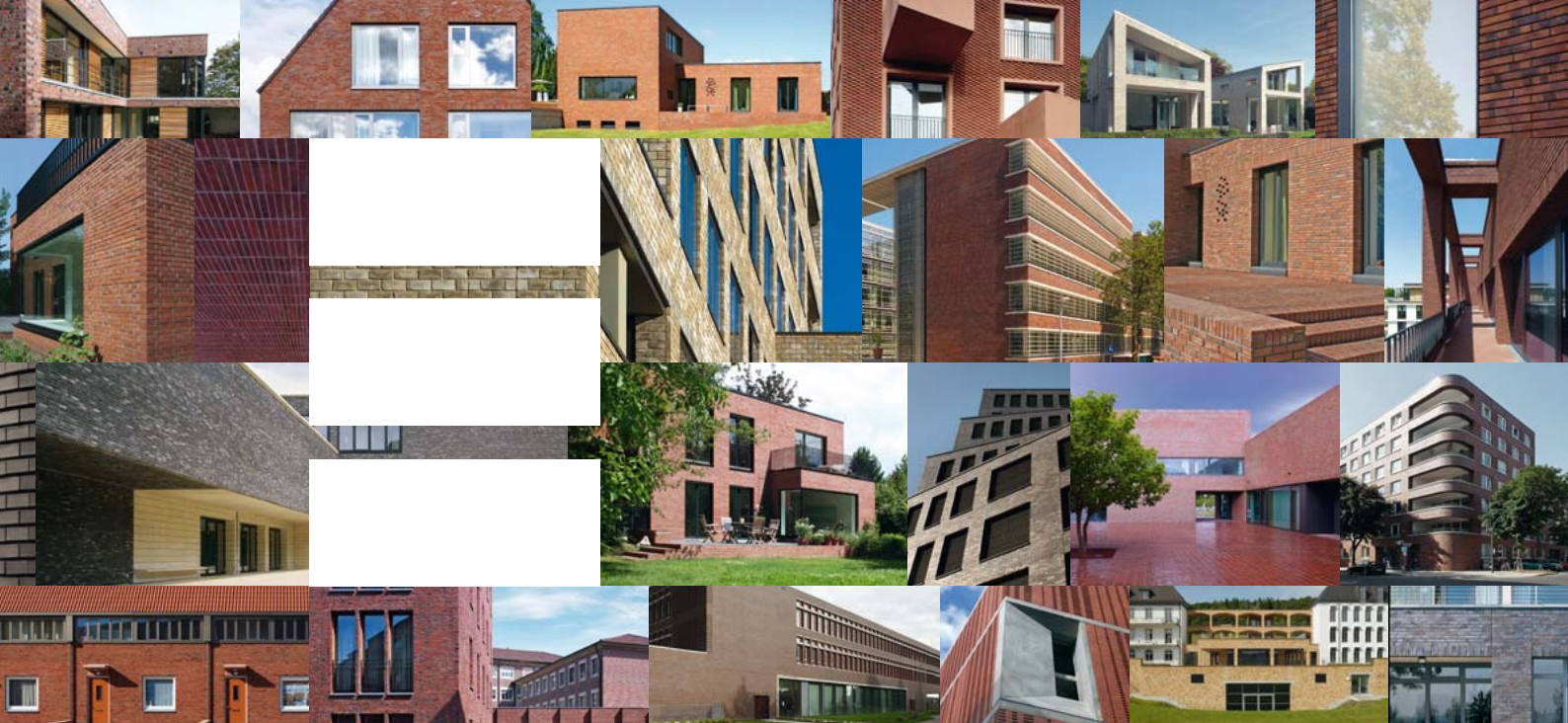
Telefon (02 51) 9 79 17-0

Telefax (02 51) 9 79 17-77

www.kopfkunst.net

Der Autor hat diese Broschüre nach bestem Wissen und mit größtmöglicher Sorgfalt erstellt. Gleichwohl können inhaltliche und auch technische Fehler nicht vollständig ausgeschlossen werden. Alle Angaben erfolgen daher ohne Gewähr. Mit Erscheinen einer Neuauflage dieser Broschüre verlieren die bisherigen Ausgaben ihre Gültigkeit.

7. Auflage, April 2012



Empfohlene Qualität
für zweischaliges
Bauen mit Backstein

Achten Sie auf dieses Zeichen.

Das Markenzeichen steht für die hohe Qualität der zweischaligen Wand. Es zeichnet Produkte und Leistungen aus, die wir zum Bau einer zweischaligen Wand empfehlen. Es weist auf Ihre qualitätsbewußten Hersteller, Händler und Verarbeiter hin.

Das Zeichen gibt Ihnen so Orientierung, wann immer es um zweischaliges Bauen mit Backstein geht.

Weitere Informationen erhalten Sie bei:

Initiative Bauen mit Backstein

Zweischalige Wand Marketing e. V.

Schaumburg-Lippe-Straße 4

53113 Bonn

Telefon (02 28) 9 14 93-18

Telefax (02 28) 9 14 93-28

info@ziegel.de

www.backstein.com



**OLFRIY-Ziegelwerke
GmbH & Co. KG**
Friesenstraße 9-11
49377 Vechta

Tel.: (0 44 41) 95 9-0

Fax: (0 44 41) 95 9-199

E-Mail: info@olfry.de

Internet: www.olfry.de