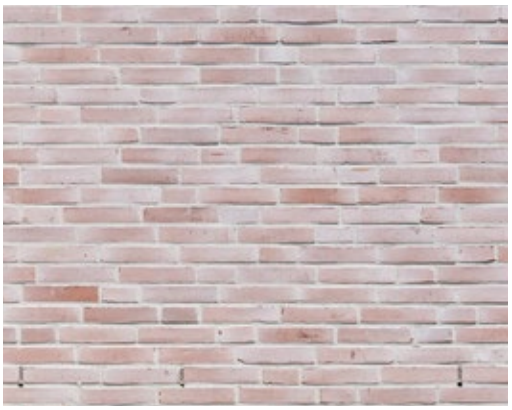
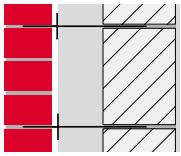
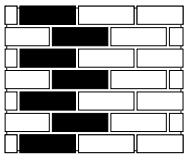
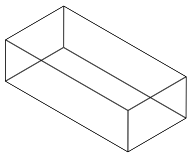
Bauen mit Backstein

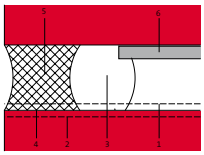
VERBLENDMAUERWERK











ERICH MENDELSOHN PREIS 2023

FÜR BACKSTEIN-ARCHITEKTUR

Der ursprünglich Fritz Höger gewidmete Preis für Backstein-Architektur wird seit 2008 alle drei Jahre ausgelobt und zählt mit rund 600 Einreichungen aus 30 Ländern zu den größten und renommiertesten Architekturpreisen Deutschlands.

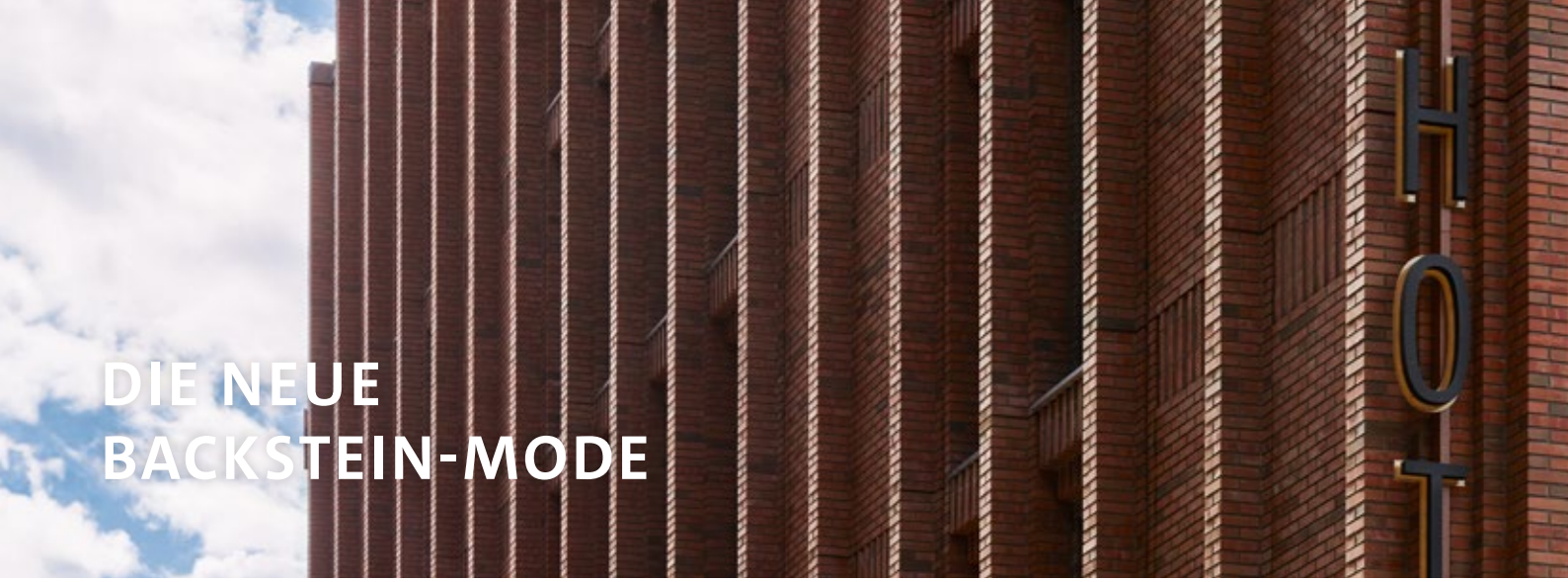
Die folgenden Seiten sind mit Fotos ausgewählter Objekte bebildert, die im Rahmen des Preises für Backstein-Architektur nominiert und ausgezeichnet wurden.

INHALTSVERZEICHNIS

	Die neue Backstein-Mode	**4–5**
1	**Mauerziegel – Beschaffenheit und Charakteristika**	**6–17**
1.1	Eigenschaften und Materialstruktur	6
1.2	Herstellungsverfahren	7
1.3	Backstein – ein Begriff für viele Arten	8–9
1.4	DIN EN 771-1, CE-Kennzeichnung, Eurocode 6	10
1.5	Beanspruchung des Mauerwerks	11
1.6	Formate und Maßordnung	12–14
1.7	Maßtoleranzen	15
1.8	Mauerwerksverbände	16–17
2	**Ausführung – Zweischalige Wand**	**18–21**
2.1	Das zweischalige Prinzip	18
2.2	Ausführungsvarianten	18–19
2.3	Feuchteschutz	20–21
2.4	Wärmedämmung	21
3	**Statik**	**22–27**
3.1	Statik – Grundsätze	22
3.2	Drahtanker	22–23
3.3	Abfangungen	24–25
3.4	Dehnungsfugen	26–27
4	**Vermauern**	**28–33**
4.1	Verband und Fuge	28
4.2	Fugenarbeiten	29–31
4.3	Mauermörtel und Fugenmörtel	32
4.4	Ausblühungen und Auslaugungen	33
5	**Bauphysik**	**34–39**
5.1	Schlagregenschutz	34–35
5.2	Schallschutz	36–37
5.3	Brandschutz	38–39
6	**Energie und Nachhaltigkeit**	**40–45**
6.1	Gesetzliche Grundlagen	40–41
6.2	Transmissionswärmeverluste und U-Werte	42–43
6.3	Energieeffiziente Planung	44–45
7	**Elementbau**	**46–49**
7.1	Bauen mit Fertigteilen	46–47
7.2	Fenstersohlbank	47
7.3	Verblendsturz	48–49
	Literaturquellen	50
	Impressum	51

Stellingen 62 – Wohnbebauung Sportplatzring – Baufeld A, DE
Architektur: Gerber Architekten, DE

Shortlist des Erich-Mendelsohn-Preises 2023
für Backstein-Architektur
Wohnungsbau / Geschosswohnungsbau
Foto: © Marcus Bredt



DIE NEUE BACKSTEIN-MODE

BACKSTEIN-ARCHITEKTUR: TECHNIK UND ÄSTHETIK

Wer zweischalig baut, der kann alle Arten von Gebäuden bauen. Die Bauweise vereint handwerkliche Raffinesse mit zeitgemäßer Technik – und eröffnet somit enorme Gestaltungsmöglichkeiten weit über den üblichen Mauerwerksbau hinaus. Und dennoch hat sich etwas verändert in den vergangenen zwei Dekaden.

In unserer heutigen Entwurfsarchitektur lässt sich die Backsteinfassade nahezu komplett auflösen. Denn der klassische statische Umgang mit der zweischaligen Wand ist nicht mehr zwingend notwendig.

Gewagte Raster- und Lochfassaden, perforiertes Mauerwerk, Reliefierungen, Ornamentik und Ziermauerwerk:

Die gestalterische Vielfalt beim Bauen mit Backstein ist ausgeprägter denn je. Der Baustoff erfindet sich gerade neu. Und verleiht Gebäuden ein ebenso zeitgemäßes wie aufregendes Gewand.Kein anderes Baumaterial bietet zudem eine vergleichbare Bandbreite an Formen, Farben und Oberflächen. Jeder Stein ist auf seine Weise ein Unikat, jeder einzelne Verblender gibt einem Gebäude Charakter und Individualität.

Regen- und Feuchtigkeitsschutz, Hitze- und Kälteschutz, Brand- und Schallschutz, Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit – die zweischalige Wand ist robust, stark, energieeffizient und langlebig, sie weist optimale bauphysikalische Eigenschaften auf, sie ist unempfindlich und beständig,

GESTALTUNGSVIELFALT

Variationen von Strangpressziegeln, Handformziegeln und Wasserstrichziegeln

Hotel Grote Markt in Groningen, NL
Architektur: Thomas Müller Ivan Reimann Gesellschaft von Architekten mbH, DE

Special Mention des Erich-Mendelsohn-Preises 2023
für Backstein-Architektur
Öffentliche Bauten, Freizeit und Sport
Foto: © Stefan Müller

natürlich und ökologisch. Ein Vormauerwerk kann also viel mehr als nur gut aussehen.

Bereits seit Jahrtausenden bauen die Menschen mit Backstein. In den vergangenen zwei Dekaden aber hat der Stein zu einem völlig neuen Selbstbewusstsein gefunden. Er besinnt sich einerseits auf seine große Tradition, etwa auf den Backstein-Expressionismus der 1920er- und 1930er-Jahre, die Architektur wirkt andererseits zukunftsgewandter denn je. Der Grund: Backstein wird heute sehr viel bewusster und mutiger eingesetzt.

Innovative Architekten verleihen ihren Gebäuden mit der zweischaligen Wand ganz explizit gestalterische Qualität und Einzigartigkeit. Sie tun das, indem sie lustvoll die unerschöpflichen kreativen Möglichkeiten des Baustoffs nutzen und auch statisch bis an die Grenzen – und bisweilen darüber hinaus – gehen.

Moderne Backstein-Architektur als „Kick unserer Zeit“: Was noch in den 1990er-Jahren Glas und Stahl waren, ist heute Bauen mit Backstein mit seinem Prinzip der zweischaligen Wand. Wir erkennen Pathos in der modernen Mauerwerks-Architektur, wir bemerken Emotionen, die über die Backstein-Baukunst transportiert werden. Architektur als kühnes Experiment, als Zukunftsversprechen.

Mehr geht nicht.

1 MAUERZIEGEL – BESCHAFFENHEIT UND CHARAKTERISTIKA

1.1 EIGENSCHAFTEN UND MATERIALSTRUKTUR

Ziegel bestehen aus mineralischen Tonerden oder Lehm. Zur Herstellung werden diese abgebaut, gemischt, aufbereitet, zu Rohlingen geformt und nach dem Trocknen bei Temperaturen von 1.000 °C bis 1.200 °C im Ring- oder Tunnelofen gebrannt. Je nach Tonvorkommen gibt es große natürliche Unterschiede in der mineralischen Zusammensetzung und Beschaffenheit. Die Tonqualität und die Brenntemperatur bestimmen die Farbigkeit und die Festigkeit des Ziegels. Die Farbigkeit der Ziegel beruht auf der unterschiedlichen mineralischen Zusammensetzung der Tonerden sowie der Brenntemperatur und dem Herstellungsverfahren.

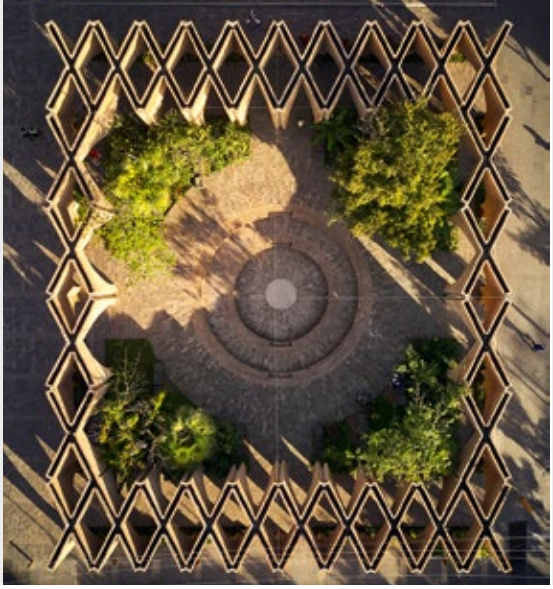
Die Farbpalette ist groß und reicht von strahlendem Weiß über leuchtendes Orange, Rubinrot, Umbra und Graphitgrau bis zu samtigem Schwarz. Der Brennprozess nimmt Einfluss auf die chemischen und physikalischen Reaktionen des Rohstoffes und dessen natürliche Bestandteile. Die Ofenatmosphäre hat Einfluss auf das Farbergebnis. Je länger gebrannt wird und je höher die Temperatur ist, desto dunkler wird der Stein.

Der Einfluss der Sauerstoffmenge gestaltet das Farbbild mit, eine übersättigte Atmosphäre führt zu Rottönen, eine reduzierte Atmosphäre zu dunkleren Tönen wie Schwarz und Blau. Zusätzlich zu den einfarbigen Farbtönen gibt es zahlreiche Zwischentöne. Farbnuancen und Schattierungen können durch strukturierte Oberflächen verstärkt werden. Strukturen resultieren aus dem Rohstoff, dem Herstellungsverfahren, der Brenntemperatur und den unterschiedlichen Oberflächenbehandlungen: mechanische Profilierung (Walzen, Bürsten, Abschälen, Riefen durch keilförmige Dorne), Besandung, Bedampfung, Flammung, Kohlebrand, Bossierung und Glasur.

Das Erscheinungsbild des Sichtmauerwerks wird bestimmt durch Farbe, Form und Format des Backsteins sowie dessen Vermauerung in unterschiedlichsten Verbänden. Das Spektrum ist einzigartig und vielschichtig.

Das Verblendmauerwerk hat nicht nur bauphysikalische Eigenschaften zu erfüllen, die teilweise die Wahl des Mauerziegels beeinflussen (durch spezielle Anforderungen an die Druckfestigkeit oder Wasseraufnahmefähigkeit des Ziegels). Die Gestaltung des Mauerwerks bekommt einen immer größeren Stellenwert. Die ästhetische Komponente rückt dabei mehr und mehr in den Fokus. Mauerziegel haben ein unermessliches Gestaltungspotenzial und können die individuellen Wünsche der Kunden erfüllen. Jeder Ziegel ist uniform und trotzdem einzigartig.

Für die Strangpress-, Wasserstrich- und Handformziegel wird jeweils ein unterschiedliches Herstellungsverfahren genutzt, wodurch die typischen Charakteristika entstehen. Die Rohlinge werden anschließend getrocknet und gebrannt.



Jojutla Central Gardens, MX
Architektur: Estudio MMX, MX

Winner Gold des Erich-Mendelsohn-Preises 2023
für Backstein-Architektur
Öffentliche Bauten, Freizeit und Sport
Fotos: © Rafael Gamo

1.2
HERSTELLUNGSVERFAHREN

Strangpressziegel
Die eher gleichförmigen Backsteine entstehen in einer Strangpresse. Sie werden verdichtet und unter hohem Druck durch die Form, die am Ende das formgebende Mundstück hat, zu einem endlosen Strang gepresst. Anschließend werden die Rohlinge in der gewünschten Höhe abgeschnitten. Die Oberflächenstruktur lässt sich nach individuellen Wünschen verschieden gestalten: Der Strang kann profiliert, besandet, abgeschält oder gebürstet werden.

Wasserstrichziegel
Beim Wasserstrichziegel wird die relativ weiche Tonmasse durch die Drehtischpresse gedrückt. Durch den Einsatz von Wasser als Trennmittel entsteht das charakteristische Schlierendesign mit der meist strukturierten und leicht unregelmäßigen Oberfläche. Die Kanten und Ecken sind im Vergleich zum Strangpressziegel weniger scharf ausgebildet.

Handformziegel
Die Herstellungsform der Handform ist die älteste Herstellungsform. Die Tonrohmasse wurde mit der Hand in die Form (eine Art Kuchenform) eingestrichen und an die Seiten des formgebenden Holzrahmens gequetscht. Überstehende Ränder wurden abgestrichen. Auch heute wird als Trennmittel Sand eingesetzt. So entsteht die typische unregelmäßige Oberflächenstruktur mit Kanten und Narben (Quetschfalten). Heute erfolgt dieser Prozess meist maschinell. Handformziegel, wie auch Wasserstrichziegel, werden in der Regel ohne Lochung hergestellt.

MAUERZIEGEL

Strangpress-, Wasserstrich- und Handformziegel

1.3
BACKSTEIN – EIN BEGRIFF FÜR VIELE ARTEN

Backstein ist ein überlieferter historischer Familienbegriff (Oberbegriff für Mauerziegel) für eine Vielzahl gebrannter Mauersteinarten, Voll- und Lochsteine. Allen gemein ist die Grundsubstanz: mineralische Tonerden, die den Steinen je nach Zusammensetzung und Herstellungsverfahren ihr spezielles Aussehen und ihre individuellen Eigenschaften verleihen. Die normgerechte Definition von Backstein als Vormauerstein lautet DIN 20000-401, die als nationale Norm für die Verwendung von Mauerziegeln nach DIN EN 771-1 steht.

Der Begriff Mauerziegel umfasst alle Ziegelarten. Sie sind natürlichen Ursprungs und erhalten durch den Herstellungsprozess und den anschließenden Brand ihren individuellen Charakter und ihre endgültige Form.

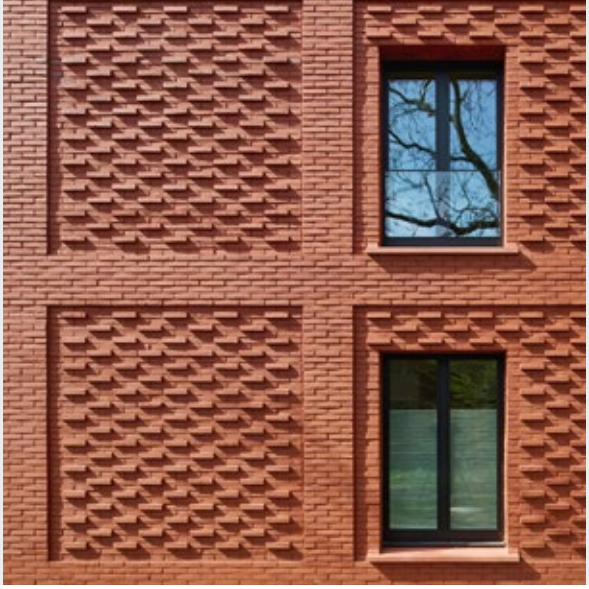
Eigenschaften
Die unterschiedlichen Ziegel verfügen über unterschiedliche Eigenschaften (z. B. Wasseraufnahmefähigkeit), die auf den jeweiligen Verwendungszweck abgestimmt werden müssen. Dies muss unter anderem auch bei der Mörtelwahl berücksichtigt werden. Wichtig beim Kauf ist, die Backsteine ästhetisch zu prüfen und somit eventuelle Beschädigungen auszuschließen. Um sicherzugehen, welche genaue Wirkung der Stein hat, kann zudem die Erstellung einer Musterfläche sinnvoll sein.

Sichtmauerwerk
Beim Sichtmauerwerk handelt es sich um Mauerwerk, das ungeschützt außen oder innen verarbeitet werden kann. An die sichtbaren Flächen eines solchen Mauerwerks werden spezielle Forderungen im Hinblick auf ihre Optik gestellt. Hochwertige Mauerziegel führen zu einem qualitativ hochwertigen Sichtmauerwerk. Die Verarbeitung und die Fugenausbildung müssen auf einem hohen handwerklichen Niveau ausgeführt werden. Ob das Mauerwerk tragend ist oder nicht, spielt in diesem Kontext keine Rolle. Beim Sichtmauerwerk müssen die Anforderungen der DIN EN 1996 (EC 6) erfüllt werden.

Ungebrannte Tonarten

Gebrannter Strangpressziegel

Sichtmauerwerk



Hofensemble in Rot, DE
Architektur: sabo Architekten, DE

Shortlist des Erich-Mendelsohn-Preises 2023
für Backstein-Architektur
Wohnungsbau / Geschosswohnungsbau
Fotos: © Olaf Mahlstedt

Typen von Sichtmauerwerk
Für das Verblendmauerwerk können Vormauerziegel, Klinker und Keramikklinker verwendet werden. Sie verfügen über eine unterschiedliche Wasseraufnahmefähigkeit.

Vormauerziegel
Vormauerziegel bezeichnet man als U-Ziegel. Es gibt sie als Voll- und als Lochziegel. Sie müssen witterungs- und frostbeständig sein. Vormauerziegel verfügen über eine größere Wasseraufnahmefähigkeit. Der Massenanteil der Wasseraufnahme ist nicht begrenzt.

Klinker
Klinker sind zunächst einmal oberflächlich gesinterte U-Ziegel. Die Sinterung ist ein Verfahren, das aufgrund der extrem hohen Brenntemperatur bei der Herstellung der Sichtfläche einen glasigen, dichten Charakter erzeugt. Klinker nehmen kaum Wasser (Massenanteil der Wasseraufnahme: höchstens sechs Prozent) auf und sind daher sehr widerstandsfähig. Sie müssen ebenfalls witterungs- und frostbeständig sein. Klinker zeichnen sich zudem durch ihre hohe Druckfestigkeit aus und stehen als Synonym für höchste Dauerhaftigkeit.

Keramikklinker
Ebenfalls zu den U-Ziegeln gehören Keramikklinker. Sie werden aus dichtbrennenden Tonen geformt und gebrannt. Auch sie sind frostresistent und verfügen über einen Massenanteil der Wasseraufnahme von maximal sechs Prozent. Zudem müssen sie besondere Anforderungen bei der Ritzhärte sowie der Farb- und Lichtbeständigkeit erfüllen.

BACKSTEIN – MAUERZIEGEL FÜR DIE VERBLENDSCHALE

Backstein		
Vormauerziegel	Klinker	Keramikklinker
Vormauer-Vollziegel (VMz)	Vollklinker (KMz)	Keramikvollklinker (KK)
Vormauer-Hochlochziegel (VHLz)	Hochlochklinker (KHLz)	Keramikhochlochklinker (KHK)
Handformziegel		

DIN EN 771-1 und DIN 20000-401

1.4
DIN EN 771-1, CE-KENNZEICHNUNG, EUROCODE 6

Die europäische Mauerziegelnorm DIN EN 771-1 regelt die Vorgaben zu Ausgangsstoffen, Herstellung und Anforderungen. Sie setzt ein einheitliches Verfahren für Kennzeichnung und Prüfung von Mauerziegeln fest.

Die Norm DIN EN 771-1 gibt außerdem für die Mauerziegelhersteller eine CE-Kennzeichnungspflicht vor. Mit diesem Konformitätszeichen garantiert der Produzent, dass seine Produkte verwendbar sind und dass sie den festgelegten Eigenschaften der europäischen Mauersteinnormen entsprechen. Mit der DIN EN 771-1 wurde das CE-Kennzeichen europaweit eingeführt. Es ist indes kein Qualitätszeichen, sondern besagt lediglich, dass diese Ziegel in Europa frei gehandelt werden dürfen. Die Mauerziegel sind CE-gekennzeichnet und entsprechen den festgelegten Güteanforderungen, wenn sie nach der Anwendungsnorm DIN 20000-401 verarbeitet werden. Die Sicherheitsbestimmungen zur Anwendung von Bauprodukten liegen bei der EU und sind in Deutschland durch die Bauaufsichtsbehörden der Länder geregelt.

Eurocode 6
Die Eurocodes sind als europäische Standards und Normen in Bezug auf die Konstruktion von Gebäuden festgelegt. Mit den Eurocodes soll ein einheitliches Sicherheitsniveau in der Baubranche garantiert werden. Der EC 6 ist seit dem 1. Januar 2016 in Deutschland verbindlich geregelt: DIN EN 1996 (EC 6) Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten.

Bezeichnung der Mauerziegel gemäß DIN EN 771-1

U-Ziegel
Mauerziegel, zu verwenden in ungeschütztem Mauerwerk.

P-Ziegel
Mauerziegel, zu verwenden in geschütztem Mauerwerk.

Mauersteine der Kategorie I
Die Druckfestigkeit ist festgelegt und darf dabei nicht über fünf Prozent abweichen. Die fünf Prozent beziehen sich auf die Wahrscheinlichkeit, dass die Festigkeit zu gering ist. Um diese Wahrscheinlichkeit zu berechnen, kann der Mittelwert oder der charakteristische Wert angesetzt werden.

Mauersteine der Kategorie II
Mauersteine der Kategorie II (über fünf Prozent) sind in Deutschland nicht zugelassen.

Haus am Buddenturm, DE
Architektur: hehnpohl architektur, DE

Winner Silber des Fritz-Höger-Preises 2020
für Backstein-Architektur
Einfamilienhaus / Doppelhaushälfte
Fotos: © hehnpohl architektur bda

1.5
BEANSPRUCHUNG DES MAUERWERKS

Mauerwerk in stark angreifender Umgebung
Mauerwerk wird durch klimatische Bedingungen wie starke Regeneinwirkung und Grundwasser wassergesättigt und zusätzlich durch Frost- und Tauwetter beansprucht. Mauerwerk befindet sich ebenfalls in stark angreifender Umgebung, wenn es sich um nicht verputztes Mauerwerk nahe der Erdoberfläche (bis zu zwei Schichten ober- und unterhalb), um nicht verputzte Brüstungen ohne wirksame Abdeckungen und um nicht verputztes Schornsteinaußenmauerwerk handelt.

Dort können Durchfeuchtung und Frost vermehrt auftreten. Frei stehende und nicht wirksam abgedeckte Wände sowie Vorhangwände, Stützmauern und Mauern ohne Bauwerksabdichtung auf ihrer Rückseite sind ebenso in diese Kategorie einzuordnen.

Mauerwerk in mäßig angreifender Umgebung
Hier handelt es sich um Mauerwerk, das zwar Feuchte und einem Wechsel von Frost- und Tauwetter ausgesetzt ist, sich aber nicht in stark angreifender Umgebung befindet.

Zu den praktischen Maßnahmen, um die Durchfeuchtung des Mauerwerks zu unterbinden, gehören der Schutz der Wandkrone, etwa durch ein überkragendes Dach oder mittels einer Abdeckung, sowie Fensterbänke mit angefügter Kehle und feuchtesperrende Schichten am Kopf oder Fuß von Wänden.

Mauerwerk in nicht angreifender Umgebung
Dazu zählen Mauerwerksteile, die so gelegen sind, dass sie nicht von Feuchte, Frost- und Tauwetter betroffen sind.

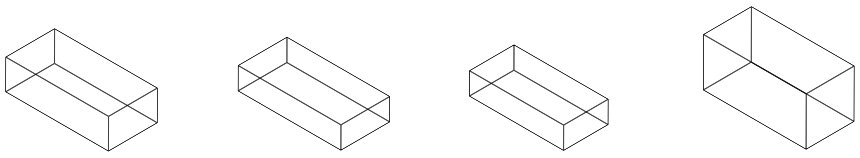
1.6
FORMATE UND MASSORDNUNG

Zur mauerwerksgerechten Planung und Ausführung sollte jedem Bauwerk ein Maßsystem der Mauersteine zugrunde gelegt werden. Die Maßordnung bestimmt wesentlich das Erscheinungsbild von Sichtmauerwerksbauten. Der Begriff Modul bezeichnet die Basis eines Maßsystems und ist nicht zu verwechseln mit Modulsteinen. Für die Steinformate muss jeweils das Fugenmaß vom Modulmaß abgezogen werden. Mauerziegel gibt es in einer Reihe unterschiedlicher Formate. Gebräuchlich sind hier klassische Formate wie Normalformat (NF), Dünnformat (DF) und zweifaches Dünnformat (2 DF). Dazu kommen Formate, die von den europäischen Nachbarn übernommen wurden, etwa das Modulformat (ModF).

Oktametrische Maßordnung
Die deutschen Formate basieren auf dem oktametrischen Maßsystem (Längeneinheit 1 m) niedergelegt in der DIN 4172 Maßordnung im Hochbau. Grundlage ist das Baurichtmaß von 1/8 m (12,5 cm bzw. 125 mm). Dieses umfasst Stein und Mörtelfuge, ausgehend von einer 1,0-cm-Fuge. Die Maße von Steinen und auch Bauteilen ergeben sich aus dem Grundmaß bzw. einem geradzahligen Vielfachen. Die Maße von Vormauerziegeln sind in der DIN EN 771 Mauerziegel definiert.

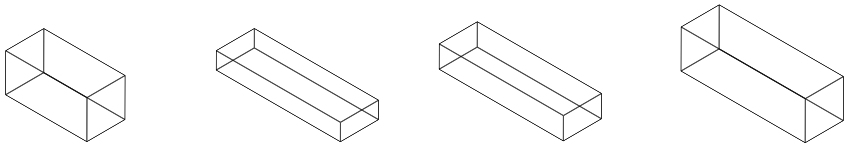
Bauteilnennmaße
Das Modul 12,5 mit seinen Vielfachen ist Grundlage der Baurichtmaße: Aus diesen ergeben sich durch Abzug oder Addition des Fugenmaßes von 1,0 cm die Bauteilnennmaße (Rohbaumaße). Die Vorzugsgrößen von Öffnungen (Türen und Fenster) sind auf die Maßordnung abgestimmt. In der Praxis können die Maße nicht immer

OKTAMETRISCHE MASSORDNUNG



Normalformat | Dünnformat | Oldenburger Format | Zweifaches Dünnformat

DEZIMETRISCHE MASSORDNUNG



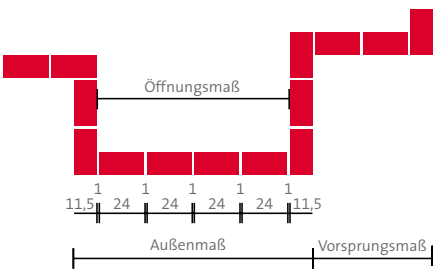
Modulformate
DIN EN 771, DIN 4172 und DIN 18000

BAUTEILNENNMASSE

Bauteilnennmaße

Außenmaß = x mal 12,5 (25) – 1,0
Öffnungsmaß = x mal 12,5 (25) + 1,0
Vorsprungsmaß = x mal 12,5 (25)

x = Anzahl der Steine inkl. Fuge



DIN EN 771 und DIN 4172

Wohnen und Arbeiten Campus JAP Architekten, DE
Architektur: JAP Architekten GmbH, DE

Nominee des Erich-Mendelsohn-Preises 2023
für Backstein-Architektur
Wohnungsbau / Geschosswohnungsbau
Fotos: © JAP Architekten GmbH

exakt eingehalten werden. Daher wird durch Quetschen oder Strecken (< 1,5 cm) der Stoßfugen Passgenauigkeit hergetellt.

Dezimetrische Maßordnung
Neben der oktametrischen besteht außerdem die dezimetrische Maßordnung: Modulsteine folgen der Modulordnung, festgelegt in der DIN 18000 Modulordnung im Bauwesen. Das Modulformat (ModF) beruht auf dem Dezimalsystem, bei dem rechnerisch 1 / 10 m (10 cm) als Grundmodul M = 10 cm angesetzt wird. Die Einheiten der Modulordnung bestehen aus diesem Grundmodul und den Multimodulen, den ganz zahligen Vielfachen des Grundmoduls. Ein waagerechtes Multimodul ist beispielsweise 3M = 30 cm. Die Maße von Steinen, die im Modulsystem vermauert werden, sind um jeweils 1,0 cm für die Stoßfugenvermörtelung kürzer als das jeweilige Modul. Um der dezimetrischen Maßordnung gerecht zu werden, werden spezielle Steine gefertigt. Für den Mauerwerksbau ist aufgrund der üblichen Steinmaße das oktametrische Maßsystem jedoch günstiger: konstruktiv und gestalterisch. Zudem gibt es eine Richtmaßreihe, die auf das Grundmaß 100/12 (8,33) aufbaut. Daraus ergibt sich die Höhe des Ziegels im Normalformat: 8,3 cm – 1,2 cm (Dicke der Lagerfuge) = 7,1 cm. Die Länge und Breite entsprechen der 12,5er-Maßkette.

ZIEGELFORMATE BEISPIELE

Ziegelformate	Abmessungen		
	Länge	Breite	Höhe
Dünnformat (DF)	240	115	52
Doppeltes Dünnformat (2 DF)	240	115	113
Normalformat (NF)	240	115	71
Modulformat (ModF)	290	115 (90)	190 (90)
Langformat (LF)	490	115	52 (71)
Oldenburger Format (OF)	220	105	52
Klosterformat (KF)	280	130	85
Hamburger Format (HF)	220	105	65
Waalformat (WF)	210	100	50
Waaldickformat (WDF)	210	100	65

Alle Angaben in mm – DIN EN 771 und DIN 4172

Sonderformate
In den vergangenen Jahren sind zahlreiche Sonderformate entstanden. Ein Beispiel sind die Langformate, die bis zu einen halben Meter lang und teilweise besonders dünn sind. Neben herstellerspezifischen Formaten lassen auch häufig Architekten speziell auf ihr Bauvorhaben zugeschnittene Formate entwickeln und herstellen, die zum Teil dann in Serie gehen. Aus der Vermauerung (Steine und Mörtelfugen) ergibt sich der Verband.

Außer der Reihe
Außerhalb des oktametrischen Maßsystems gibt es eine Reihe von traditionellen Lokalformaten und überlieferten historischen Formaten, die nach wie vor erhältlich sind (Maße in mm).

Form- und Spezialsteine
Überall dort, wo es schwierig wird, helfen Form- und Spezialsteine weiter. Diese basieren auf den Grundmaßen der jeweiligen Formate. Die Sonderkonstruktionen sind in vielfältigsten Variationen lieferbar.

Wirkung
Die Formatwahl erzeugt unterschiedliche Proportionen und gestaltet somit das Gesamterscheinungsbild mit.

DIE VIELFALT DER FORMATE

Normalformat

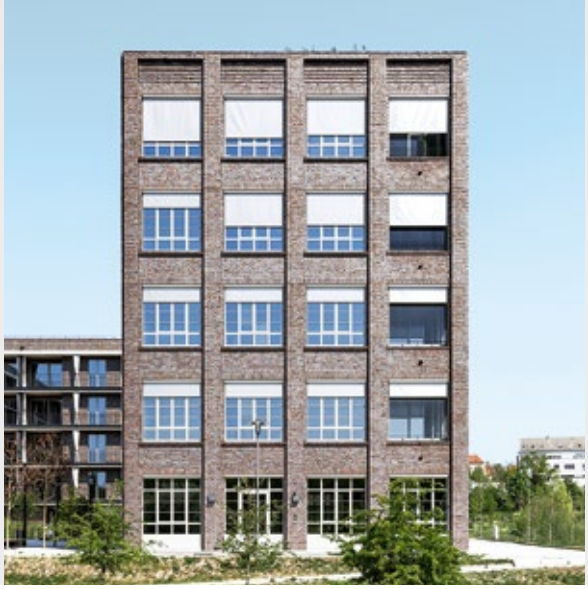
Dünnformat

Zweifaches Dünnformat

Modulformat

Nichtsichtbare Fuge

Form- und Spezialsteine



Lindenauer Hafen Leipzig – Wohnensemble Hafen Eins oder die Sehnsucht nach dem Meer, DE
Architektur: W&V Architekten, DE

Nominee des Erich-Mendelsohn-Preises 2023
für Backstein-Architektur
Wohnungsbau / Geschosswohnungsbau
Fotos: © Christian Rothe, Louis Volkmann

1.7
MASSTOLERANZEN

Aufgrund ihres natürlichen Rohstoffursprungs kann es zu geringen Abweichungen bei der Herstellung bezüglich der Maßgenauigkeit kommen. Modernste Herstellungstechnologien garantieren beste Qualität. Weil Mauerziegel Naturprodukte sind und wegen ihrer besonderen Rohstoffzusammensetzung können geringe Maßunterschiede nicht vollkommen vermieden werden. Hierfür gibt es entsprechende Maßspannen, die den Maßtoleranzbereich festlegen.

MASSTOLERANZEN

Maße	Sollmaß	Grenzabmaße	Maßspanne
Ziegellänge l bzw. Ziegelbreite b	90	± 5	5
	115	± 5	6
	145	+ 3 | – 6	7
	175	+ 3 | – 7	8
	220	+ 4 | – 8	9
	240	+ 5 | – 10	10
	490	+ 8 | – 10	12
Ziegelhöhe h	52	± 2	3
	65	± 2	3
	71	± 3	4
	105	± 5	5
	113	± 5	4
	175	± 5	5

Alle Angaben in mm – DIN EN 771 und DIN 20000-401

1.8
MAUERWERKSVERBÄNDE – GESTALTUNGSVIELFALT

Wer mit Vormauerziegeln mauert, der verfügt über eine Bandbreite an Gestaltungsvariationen. Der Mauerwerksverband ist ein entscheidendes gestalterisches Element einer Ziegelfassade. Während ein Verband in der Vergangenheit vor allem eine konstruktive Lastabtragung leisten musste (Überbindemaß siehe 4.1), wurden später auch weitere Verbände ausgebildet, um Teile des Mauerwerks herauszuheben. So können Zierverbände ein gestalterisches Element einer Fassade betonen. Der Verband stellte und stellt also nicht nur die konstruktive Einheit des Mauerwerks sicher, sondern ist auch entscheidend für das Erscheinungsbild der Fassade verantwortlich.

So gibt es einen Holländischen, einen Schlesischen, einen Flämischen, einen Märkischen und einen Gotischen Verband. Oder auch einen Wilden Verband, der – Nomen est omen – frei angeordnet wird, jedoch auch bestimmten Regeln entsprechen muss.

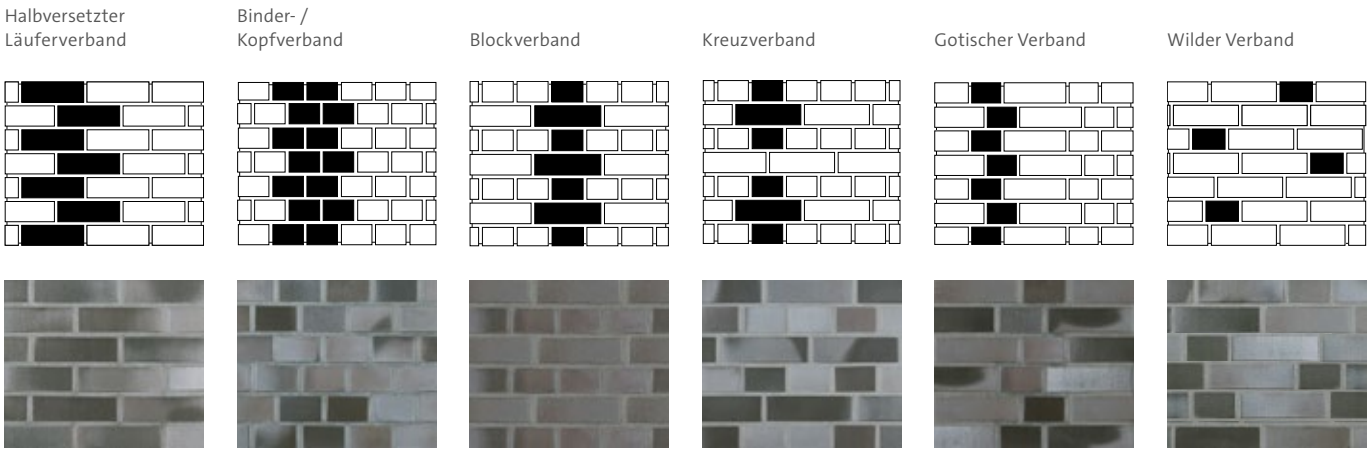
Grundsätzlich gibt es zwei Möglichkeiten: Ist die lange Seite des Steins sichtbar, spricht man vom Läufer-, ist die kurze Seite vorne vom Binderverband. Durch Kombination der beiden entstehen weitere Verbandstypen. Läufer-, Binder-, Block- und Kreuzverband verteilen beispielsweise durch ihre Gefüge die Lasten und Kräfte über den gesamten Wandquerschnitt.

Läuferverband
Schichten aus Läufern sind um jeweils eine oder 3/4 Seitenlänge versetzt.

Binderverband
Schichten aus Bindern sind um jeweils 1/2 versetzt.

Blockverband
Läufer- und Binderschichten wechseln sich ab. Die Stoßfugen der einzelnen Schichten liegen übereinander.

Kreuzverband
Ähnlich dem Blockverband; der Unterschied findet sich in der Läuferverschiebung: Die Läuferschichten sind zueinander versetzt.



Fischstraße 18, DE
Architektur: NOTO Basista Becker Jansen Architekten Partnerschaft mbB, DE

Nominee des Erich-Mendelsohn-Preises 2023
für Backstein-Architektur
Wohnungsbau / Geschosswohnungsbau
Fotos: © Hannes Heitmüller

Gotischer Verband
Läufer und Binder wechseln in jeder Schicht. Binder mittig auf Läufern.

Wilder Verband
Binder- und Läuferabfolge ist beliebig. Zu beachten ist: Es dürfen nur bis zu fünf Läufer hintereinander liegen. Binder sollten auf den Läufern liegen. Auffällige und sich wiederholende Strukturen in der Mauerwerksfläche sind zu vermeiden. Regelmäßige 1/4 Stein breite Abtreppungen dürfen sich nicht mehr als fünfmal wiederholen.

Das Filtermauerwerk, das mit lichtdurchlässigen Durchbrüchen besondere Effekte erzeugt, spiegelt die Entwicklung der Verbände wider. Auch bei Zierverbänden muss das Überbindemaß der Steine eingehalten werden. Es gilt die Norm DIN EN 1996 (EC 6).

Verbände sind in aller Regel waagerecht. Bei Wahrung der Statik sind auch axiale Fugen oder senkrechte Vermauerungen erlaubt und bieten zusätzliche Variationen. In Stürzen werden die Steine auch senkrecht angeordnet, man nennt das Grenadier- oder Rollschicht.

Bei Fassaden mit größeren Spannweiten müssen Dehnungsfugen zwischen den gestalterischen und konstruktiven Elementen platziert werden (siehe 3.4). Der Stapelverband gilt als Sonderfall unter den Zierverbänden. Hier liegen die Stoßfugen übereinander, das Überbindemaß braucht nicht eingehalten zu werden. Vormauerschalen mit Stapelverband sind indes nicht DIN-konform, für sie muss ein Einzelnachweis erbracht werden. Hierfür gilt als Regel: Stapelverbände dürfen nur mit einer zusätzlichen Fugenbewehrung ausgeführt werden.

Pergolenviertel, DE
Architektur: coido, DE

Shortlist des Erich-Mendelsohn-Preises 2023
für Backstein-Architektur
Wohnungsbau / Geschosswohnungsbau
Foto: © Jose Hevia

2 AUSFÜHRUNG – ZWEISCHALIGE WAND

2.1 DAS ZWEISCHALIGE PRINZIP

Das Bauen mit zweischaligem Mauerwerk hat eine lange Tradition. Von Anfang an hatte die Trennung technische Gründe: einen langfristigen Schutz des tragenden Mauerwerks vor unterschiedlichsten Witterungseinflüssen durch ein nichttragendes bzw. nur sich selbst tragendes Verblendmauerwerk (auch als Verblendschale, Vorsatzschale bezeichnet). Daher stammt der Begriff Verblendziegel bzw. Verblender. Das Prinzip gilt heute noch.

An die Gebäudehülle werden vielfältige Anforderungen gestellt, die sich bestens mit einem mehrschichtigen Wandaufbau erfüllen lassen, seien es Wetter-, Wärme-, Schall- oder Brandschutz. Die zweischalige Wand ist eine zeitgemäße Bauweise, die neben hoher Funktionalität auch für langfristige Wertbeständigkeit bürgt. Die Wahl des Materials in Reinkultur ist eine immer häufiger getroffene Qualitätsentscheidung. Das Prinzip umfasst zwei massive Schalen: Außenschale und Innenschale, dazwischen in der Regel eine Dämmschicht. Die Vormauerschale besteht stets aus Sichtmauerwerk, die Tragschale kann aus Mauerwerk unterschiedlicher Steinarten oder Beton (aber auch aus Holz) hergestellt werden.

Die Materialwahl der Innenschale ist an konstruktive und wirtschaftliche Bedingungen geknüpft. In der Außenschale dürfen Vormauerziegel und Klinker verwendet werden. Die Vormauerschale aus frostbeständigen Mauerziegeln dient dem Schlagregenschutz und darf durchaus feucht werden (siehe 5.1.). Beim Sichtmauerwerk gibt es unzählige Möglichkeiten in der Ausführung und Gestaltung.

Prinzip Ausführung:
Außenschale, Dämmung, Innenschale

2.2 AUSFÜHRUNGSVARIANTEN NACH DIN EN 1996 (EC 6)

Norm und Praxis
Nach DIN EN 1996 (EC 6) sind zwei Ausführungsvarianten für zweischalige Wandkonstruktionen möglich:

1) Die zweischalige Wand mit Luftschicht, der Schalenzwischenraum enthält keine Dämmung.

2) Die zweischalige Wand mit Wärmedämmung im Schalenzwischenraum.
2a) ganz mit Wärmedämmung.
2b) teilweise mit Wärmedämmung.

1) Zweischalige Außenwand mit Luftschicht
Die wirksame Trennung von Außen- und Innenschale wird seit über hundert Jahren in Gebieten mit hoher Schlagregen beanspruchung erfolgreich eingesetzt.

Die Konstruktion ohne Wärmedämmung findet bei hochwärmedämmenden Innenschalen (z. B. Leichtziegelmauerwerk) Anwendung und kann so die Anforderungen an den Wärmeschutz erfüllen.

Die Mindestdicke der Luftschicht beträgt 4 cm. Überschüssige Feuchtigkeit trocknet durch die Luftzirkulation in der Luftschicht zwischen den Schalen ab.

Pergolenviertel (BF 5 + 6), DE
Architektur: coido, DE

Shortlist des Erich-Mendelsohn-Preises 2023
für Backstein-Architektur
Wohnungsbau / Geschosswohnungsbau
Fotos: © Hannes Heitmüller

2a) Zweischalige Außenwand ganz mit Wärmedämmung ausgefüllt
Aufgrund einfacher und sicherer Verarbeitung – unter Berücksichtigung feuchtetechnischer Vorkehrungen – und des hohen Wärmeschutzes entwickelt sich diese Variante zur Regelkonstruktion für zweischalige Wände und ist die am häufigsten ausgeführte Bauweise. Diese besteht aus drei Schichten: der tragenden Innenschale (Hintermauerschale), der nichttragenden Außenschale (Vormauerschale) und der Dämmschicht. Aus baupraktischen Gründen sinnvoll ist zusätzlich ein Fingerspalt zwischen Dämmung und Außenschale von 1–2 cm.

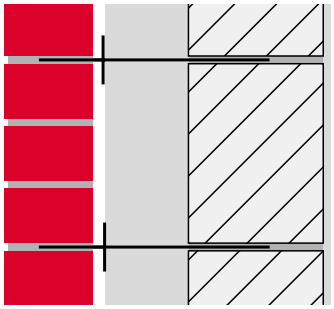
2b) Zweischalige Außenwand teilweise mit Wärmedämmung
Die zweischalige Wand mit Luftschicht und Wärmedämmung besteht aus vier Schichten: der tragenden Innenschale (Hintermauerschale), der nicht tragenden Außenschale (Vormauerschale), der Dämmschicht und der Luftschicht. Der konstruktiv maximale Schalenabstand ist abhängig vom Verankerungssystem.

Anforderungen an die Luftschicht
Die Luftschicht darf in der gesamten Wandhöhe nicht durch Mörtelreste oder andere Gegenstände eingeengt werden, um Feuchtigkeitsbrücken auszuschließen. Die Dämmstoffe müssen wasserabweisend sein (siehe 2.4).

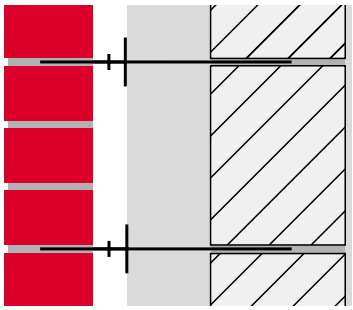
Die Anordnung von offenen Stoßfugen am Fußpunkt und am oberen Ende des Verblendmauerwerks dient zur Luftzirkulation und Entwässerung (keine Voraussetzung, aber zu empfehlen).

Bei Unterbrechungen im Hohlraum, etwa durch Fensterbänke, sollten zusätzliche Lüftungs- und Entwässerungsöffnungen im Verblendmauerwerk vorgesehen werden.

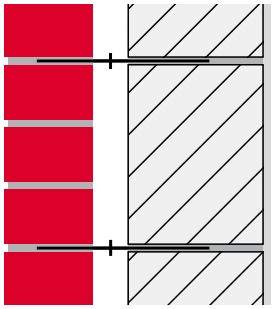
AUSFÜHRUNGSVARIANTEN



ganz mit Wärmedämmung



teilweise mit Wärmedämmung



mit Luftschicht

2.3
FEUCHTESCHUTZ

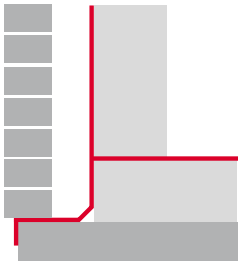
Aus energetischen, konstruktiven und baupraktischen Gründen ist das zweischalige Mauerwerk mit Dämmung bewährter Stand der Technik.

An den Fußpunkten der Innenschalen und Geschossdecken der Zwischenräume der Wandschalen muss ein Eindringen von Feuchtigkeit verhindert werden, damit das Wasser nicht auf die Dämmung bzw. Hintermauerschale übertritt. Die Abdichtung muss mit Gefälle nach außen im Bereich des Zwischenraumes und im Bereich der Außenschale horizontal verlegt werden. Dieses gilt ebenso für Bauteilübergänge bei Fenster- und Türstürzen sowie im Bereich von Sohlbänken. Hier sind Sperrschichten vorzusehen. Auch oberhalb von Öffnungen müssen diese vorgesehen werden, um die Fensterscheiben vor kalkhaltigem Wasser zu schützen.

Am Fußpunkt muss eine Sockelabdichtung vorgenommen werden. Die Dichtungsbahn für die untere Sperrschicht muss der DIN 18533 entsprechen. Falls doch Feuchtigkeit durch Schlagregen oder Tauwasser auftritt, muss die Sperrschicht den Wassereintritt in die Innenschale verhindern.

Die Aufstandsfläche muss so beschaffen sein, dass ein Abrutschen der Außenschale auf ihr nicht eintritt. Zudem ist eine Abdichtung des Schalenzwischenraumes, die Querschnittsabdichtung, gegen rückstauende Sickerfeuchtigkeit notwendig. Sie ist an dem Punkt der Aufstandsflächen zu verlegen und wird an der Innenschale mindestens 30 cm hochgeführt und befestigt. Die Dichtungsbahn muss unterstützt werden, sei es durch einen Dämmkeil oder durch eine Untermörtelung. Die Öffnungen zur Hinterlüftung und Entwässerung sind in der ersten Steinschicht vorzusehen. Die Öffnungen zur Hinterlüftung und Entwässerung sind technisch notwendig. Sie müssen mindestens 15 cm über der Geländeoberfläche liegen. Bei Maßnahmen zur Entwässerung durch Drainschichten oder andere Weisen sind Entwässerungsöffnungen auch unterhalb der Geländeoberfläche zulässig. Örtliche Faktoren müssen in jedem Fall berücksichtigt werden und die Dichtungsmaßnahmen entsprechend ausgeführt und angepasst werden.

Bei der Sockelabdichtung gilt es zudem Folgendes zu beachten: Sie wird vor der Erstellung der Verblendmauerschale aufgebracht. Bei Ausführung der Verblendschale aus dem Erdreich heraus (aus optischen Gründen häufig ausgeführt) sollten die Verblender im Erdreich



Prinzip
Sockelabdichtung

Wohnhaus Schiffahrter Damm, DE
Architektur: Reinhard Martin Architekt BDA, DE

Winner Gold des Fritz-Höger-Preises 2020
für Backstein-Architektur
Wohnungsbau / Geschosswohnungsbau
Fotos: © Jens Kirchner

2.4
WÄRMEDÄMMUNG

und die der ersten Schichten über dem Erdreich wasserabweisende Eigenschaften haben (z. B. Klinker). Auch der Mörtel muss darauf abgestimmt sein. Bei der Verwendung von nicht wasserabweisenden Ziegeln sollte eine Drainschicht aus Kies angelegt werden. So kann die Feuchtigkeit nicht aufsteigen. Die Stöße der Abdichtung müssen dauerhaft versiegelt sein. Zudem muss die Hohlschicht komplett mit druckfestem Dämmstoff, der Perimeterdämmung, versehen werden.

Die Vermauerung der Verblendschale muss sachgemäß, vollfugig und haftschlüssig durchgeführt werden, um ein wasserabweisendes Ziegel-Mörtel-Verbundsystem ohne Mörtelbrücken in der Hohlschicht zu garantieren. Zudem muss berücksichtigt werden, dass der Hersteller die Steine für den Anwendungszweck als geeignet deklariert.

Zum Schutz von Wärmedämmung und Hintermauerschale sind folgende Maßnahmen zu berücksichtigen:

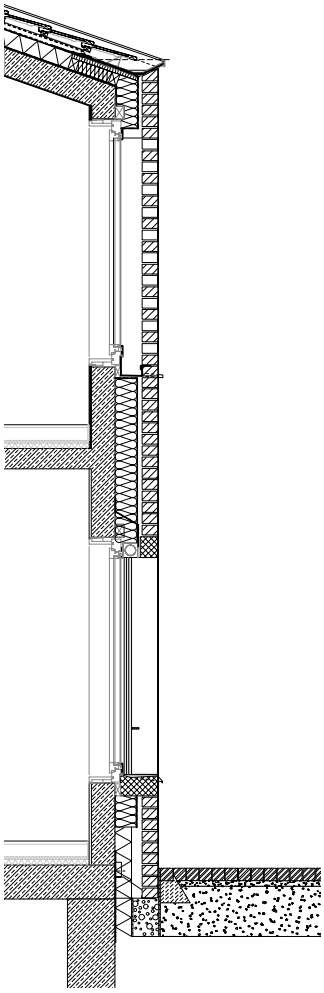
Die Dämmung ist mit Dämmstoffen auszuführen, die für diesen Anwendungsbereich genormt oder bauaufsichtlich zugelassen sind und mit WZ gekennzeichnet sind (DIN 4108-10).

Die Dämmstoffe müssen wasserabweisend sein, z. B. hydrophobierte Faserdämmstoffplatten oder Hartschaumplatten.

Platten und mattenförmige Mineralfaserdämmstoffe sind lückenlos dichtzustoßen, Platten aus Schaumkunststoffen so auszubilden und zu verlegen (Stufenfalz, Nut und Feder), dass ein Wasserdurchtritt an den Stoßstellen dauerhaft verhindert wird.

Bei zweilagigen Dämmschichten müssen die Stöße versetzt zueinander ausgeführt werden.

Um ein Kippen zu vermeiden, werden die Dämmplatten mit den Klemmscheiben der Drahtanker fixiert.



Fassadenschnitt
Architektur: Bembé Dellinger
Special Mention des Fritz-Höger-Preises
für Backstein-Architektur
© Bembé Dellinger

3 STATIK

3.1 STATIK – GRUNDSÄTZE

Der EC 6 regelt die Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten. Bei der Bemessung für die Lastabtragung ist die Dicke der Hintermauerschale über die gesamte Länge anzurechnen. Schalenzwischenräume können in Abhängigkeit der Wärmeleitfähigkeit des Materials für die Innenschale minimiert werden. Neben der Bemessung und Befestigung von Vormauerschalen durch Anker und Abfangungen umfasst das Thema Statik auch die Anordnung von Dehnungsfugen. Wichtig ist vollfugiges Vermörteln mit Normalmörtel der Mörtelgruppen ≥ IIa (DIN EN 1996) bzw. Mörtel der Mörtelklasse (M 5) nach DIN EN 998-2.

3.2 DRAHTANKER

Drahtanker dienen als Verbindung für das zweischalige Mauerwerk. Die Mauerwerksschalen sind durch Anker aus nichtrostendem Stahl nach bauaufsichtlicher Zulassung (abZ) zu verbinden (DIN EN 845-1). Wenn in der Zulassung für Drahtanker nichts anderes festgelegt ist, gilt für zweischaliges Mauerwerk: Der vertikale Abstand der Drahtanker soll höchstens 500 mm, der horizontale höchstens 750 mm betragen. Der Drahtdurchmesser muss 4 mm betragen.

Die Mindestanzahl von Drahtankern pro Quadratmeter Wandfläche beträgt sieben Anker. Diese Anzahl kann unter gewissen Um- ständen auf fünf Anker reduziert werden. An allen freien Rändern (Öffnungen, Gebäudeecken, Dehnungsfugen, oberen Enden der Vormauerschale) müssen zusätzlich drei Drahtanker je Meter Randlänge justiert werden. Die Ankeranzahl richtet sich nach der Zulassung des jeweiligen Ankerherstellers, da alle verwendbaren Anker bauaufsichtlich geregelt sind.

MINDESTANZAHL VON DRAHTANKERN

Gebäudehöhe	Mindestanzahl n_{tmin} von Drahtankern je m² Wandfläche (Windzonen nach DIN EN 1991-1-4/NA)		
	Windzonen 1 bis 3 Windzone 4 Binnenland	Windzone 4 Küste der Nord- und Ostsee und Inseln der Ostsee	Windzone 4 Inseln der Nordsee
h ≤ 10 m	7[a)]	7	8
10 m < h ≤ 18 m	7[b)]	8	9
18 m < h ≤ 25 m	7	8[c)]	–

[a)] in Windzone 1 und Windzone 2 Binnenland: 5 Anker/m²
[b)] in Windzone 1: 5 Anker/m²
[c)] ist eine Gebäudegrundrisslänge kleiner als h/4: 9 Anker/m²

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

DIN EN 1996, Eurocode 6

SOCIAL ATRIUM (54 Social Houses in Besòs), ES
Peris+Toral Arquitectes, ES

Winner Gold des Erich-Mendelsohn-Preises 2023
für Backstein-Architektur
Wohnungsbau / Geschosswohnungsbau
Fotos: © José Hevia

Für gekrümmte Schalen ist die Verformung für Art, Anordnung und Anzahl der Anker zu berücksichtigen.

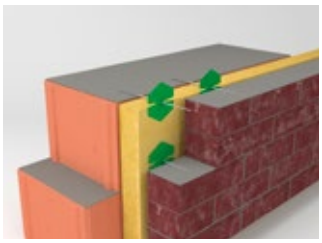
Die Gebäudehöhe, der Abstand der Mauerwerksschalen und die Windlastzone bestimmen die Anzahl und die Stärke der Drahtanker.

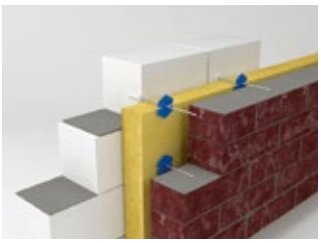
Die Länge der Anker soll so bemessen sein, dass der Anker 50 mm im Mauerwerk einliegt oder eingebohrt wird und noch 25 mm abgewinkelt ist.

Hinzugerechnet werden muss die Dicke der Luftschicht und die Stärke des Dämmstoffes. Werden Drahtanker in Leichtmörtel eingebettet, so ist dafür LM 36 erforderlich. Drahtanker in Leichtmörtel LM 21 bedürfen einer anderen Verankerungsart. Je nach Baumaterial der tragenden Wand (Kalksandstein, Beton, Porenbeton, Mauerwerk aus Mauerziegeln) stehen verschiedene Drahtankertypen zur Verfügung, die eingelegt oder ein gebohrt werden. Beim gleichzeitigen Bau bei Neubau werden Drahtanker in die Mörtelfugen beider Mauerschalen eingelegt. Bei nachträglicher Errichtung der Vormauerschale werden Drahtanker eingebohrt.

Drahtanker dürfen keine Feuchtigkeit von der Außen- zur Innenschale leiten. Zum Anker gehören daher eine Klemmscheibe zur Fixierung der Dämmung und zum Abtropfen von Feuchtigkeit.

Ausführungsbeispiel:
Luftschichtanker





Typ Multi eingelegt

Typ Porenbeton PB 10 eingebohrt

© Abbildungen Bever

3.3
ABFANGUNGEN

Weiterhin gilt: Eigenlasten der Verblendschalen müssen von tragenden Bauteilen aufgenommen und sicher in den Baugrund geleitet werden. Für die Abfangung gibt es mehrere Möglichkeiten: Sie kann über Streifenfundamente, auskragende (Stahlbeton-)Bauteile oder Konsolen aus Edelstahl ausgeführt werden.

Hersteller von Konsolankern bieten – abhängig von der Einbausituation – unterschiedliche Ausführungen an. Die Auswahl des Konsoltyps erfolgt nach Ermittlung der vorhandenen Beanspruchungen über entsprechende Lasttabellen der Hersteller. Für Abfangungen gilt: Sie müssen dauerhaft korrosionsbeständig sein.

Es gilt: Alle Steine müssen beidseitig über ihre gesamte Länge aufgelagert werden (bei unterbrochener Auflagerung in der Abfangungsebene).

Wo Abfangungen eingesetzt werden müssen:

- Sind Außenschalen mehr als 115 mm dick, sind in Höhenabständen von mindestens 12 m Abfangungen notwendig. Die Steine dürfen ihr Auflager bis zu 25 mm überragen. Sind die Außenschalen nicht höher als zwei Geschosse oder werden sie alle zwei Geschosse abgefangen, dürfen sie bis zu 38 mm über ihr Auflager vorstehen.
- Bei Außenschalen mit Dicken von 105 bis 115 mm, die nicht höher als 25 m über Gelände geführt werden dürfen, sind in Höhen von 6 m abzufangen. Diese Außenschale darf höchstens 15 mm über ihr Auflager vorstehen.

Für die Verfugung gelten der Fugenglattstrich oder die nachträgliche Verfugung, letztere muss mindestens 15 mm flankensauber ausgekratzt sein.

- Bei Außenschalen mit Dicken von 90 bis 105 mm, die nicht höher als 20 m über Gelände geführt werden dürfen, müssen auch in Höhen von 6 m abgefangen werden und dürfen bis zu 15 mm über ihr Auflager vorstehen. Die Fugen sind als Fugenglattstrich auszuführen.
- Bei Häusern mit bis zu zwei Vollgeschossen kann ein Giebeldreieck bis 4 m Höhe ohne zusätzliche Abfangung errichtet werden.

AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

EK-D: Justierbare Druckschraube
© MODERSOHN®

EK-U: Universalanker

EK-W: Die flexible Lösung bei kleinen Lasten

EK-L: Mit längerem Auflager

Haus W, DE
Architektur: Brune Architekten BDA, DE

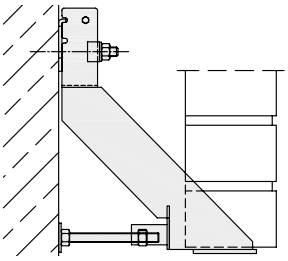
Special Mention des Erich-Mendelsohn-Preises 2023
für Backstein-Architektur
Einfamilienhaus / Doppelhaushälfte
Fotos: © Brune Architekten BDA

- Bei Gebäuden, bei denen die Gründung der Verblendmauerschale nicht auf dem Fundament oder auf einer auskragenden Decke aufgelagert werden soll.

- Zusätzlich bei großen Öffnungen (größer als 1,25 m) und wenn Decken oder Balkone frei von Lasten der Vormauerschale sein müssen.

Ausführung
Für die Ausführung der Abfangungen eignen sich je nach Beanspruchung Einzelkonsolanker, Winkelkonsolanker mit Aufhängeschlaufen für Stürze, Fertigteilsturz-Abfangungen, Attikaverblendanker und Einmörtelkonsolen aus Edelstahl. Alle Systeme zur Verankerung, vor allem Kombisysteme aus Dübel und Anker für die nachträgliche Montage, müssen bauaufsichtlich genehmigt sein. Innenschalen und Geschossdecken müssen an Fußpunkten des Zwischenraumes und an Berührungspunkten wie Fenstern und Türen vor Feuchtigkeit geschützt werden. Weiterhin muss sichergestellt sein, dass die Außenschale nicht abrutscht.

Konsolanker und Schienen
Die Außenschale soll vollflächig aufgelagert sein. Konsolanker mit Schienen, Auflagerwinkeln und Sturzabfangungen – aus nichtrostendem Edelstahl – sind grundlegend für die Gestaltung zweischaliger Wände. Konsolanker gibt es für verschiedene Laststufen (3,5 kN – 10,5 kN). Ein stufenloser Ausgleich (± 35 mm) von Bautoleranzen ist möglich.

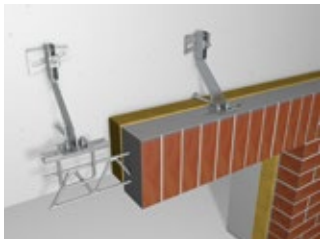


Detail
© MODERSOHN®

Ausführungsbeispiel

EK-M: Für nachträgliche Verankerung im Verblendmauerwerk

WA-Ü / WA-Z



FB-D: Justierbare Druckschraube

3.4
DEHNUNGSFUGEN

Ziegel gelten als der Baustoff mit dem niedrigsten Wärmedehnungskoeffizienten $\alpha(T)$ (6 x 10^{-6}/K). Dies ist dadurch bedingt, dass Backstein ein natürlicher Baustoff und frei von Bindemitteln ist. Ziegel besitzen die geringste Gleichgewichtsfeuchte unter den kapillarporösen Baustoffen. Auch wenn Ziegel bauphysikalisch sehr gute Eigenschaften haben, tritt eine gewisse Verformung der Verblendmauerschale aufgrund von Temperaturschwankungen, Witterungseinflüssen und Tragstruktur auf, die die Anordnung von Dehnungsfugen (horizontal und vertikal) notwendig macht und somit eine mögliche Rissbildung durch Zwängungsspannungen vermeidet. Durch die bauphysikalischen Vorteile ist die Anzahl der Dehnungsfugen gering. Bei der Anordnung der Dehnungsfugen sind sowohl technische als auch ästhetische Dinge zu beachten und diese frühzeitig in der Planungsphase zu berücksichtigen. Unter ästhetischer Sicht kann man Dehnungsfugen zum Beispiel durch geschickte Anordnung fast nicht sichtbar gestalten, z. B. hinter Regenfallrohren verstecken (können bis zu 36,5 cm von der Gebäudeecke entfernt geplant werden). Auch eine Mäanderfuge kann eine Gestaltungsmöglichkeit sein. Die korrekte Berechnung der Breite, ihre Anordnung in der Wand (an Ecken und Übergängen von Fertigteilen zum Mauerwerk) sowie Unterschiede zwischen vertikaler und horizontaler Ausführung in Bezug auf Witterungsaspekte und potenzielle Formveränderungen müssen bedacht werden. Dehnungsfugen nehmen die Verformungen der angrenzenden Bauteile (Verkürzungen, Verlängerungen) spannungsfrei auf. Die Breite einer Dehnungsfuge soll mindestens 15 mm betragen.

Es gilt:

- Bis zur zweifachen Fugenbreite tief – zumindest 30 mm – müssen die Fugenflanken parallel verlaufen, damit das Hinterfüllmaterial Halt bekommt.
- Die Fugenflanken müssen vollfugig, sauber und frei von Stoffen sein, die das Haften und Erhärten der Dichtungsmasse negativ beeinflussen könnten.
- An den Fugenflanken müssen die Mörtelfugen bündig abgestrichen werden.
- Dehnungsfugen müssen dauerhaft und dicht geschlossen werden, zu verwendende Materialien sind Fugendichtstoffe, Dichtungsbänder sowie Abdeck- und Klemmprofile.

WÄRMEDEHNUNGSKOEFFIZIENTEN

Baustoffe	α^t
Mauerziegel	6
Kalksandsteine	8
Leichtbetonsteine Betonsteine	10
Porenbetonsteine	8

DIN EN 1996, Eurocode 6

DEHNUNGSFUGENABSTAND

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

DIN EN 1996, Eurocode 6

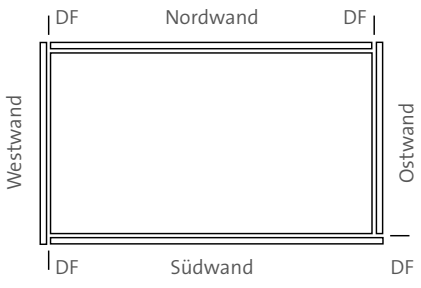
Quartier Heidestraße Core, DE
Architektur: ROBERTNEUN Architekten GmbH, DE

Winner Gold des Erich-Mendelsohn-Preises 2023
für Backstein-Architektur
Wohnungsbau / Geschosswohnungsbau
Fotos: © Annette Kisling Berlin

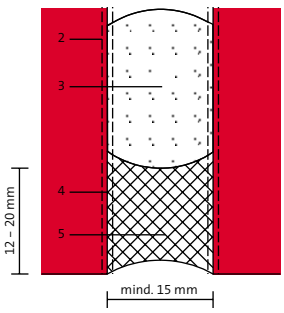
Vertikale Dehnungsfugen
Bei der Anordnung ist die Mauersteinart zu berücksichtigen. Vertikale Dehnungsfugen sollten grundsätzlich nach einem festen Prinzip angeordnet werden, maximal alle 12 m. Erfahrungen zeigen, dass auch bei kürzeren Abständen Dehnungsfugen durchaus sinnvoll sind. Da die witterungsbedingten Verformungen der Westwand am größten, die der Nordwand am kleinsten sind, gewährleistet die in der Grafik schematisch dargestellte Dehnungsfugenanordnung für die Westwand die größte und für die Nordwand die kleinste Verformungsmöglichkeit. Bei kleineren Gebäuden werden die Dehnungsfugen häufig an den Ecken angeordnet. Die Werte sind theoretisch und erfahrungsgemäß abgesichert. Sie beziehen sich auf die Formänderungswerte der DIN EN 1996 (EC 6). Wenn die Anordnung der Dehnungsfugen in den Eckbereichen nicht erwünscht ist, können diese auch im halben Dehnungsfugenabstand beidseits der Gebäudeecke vorgesehen werden. Da Dehnungsfugen freie Wandränder darstellen, sind an diesen beidseitig drei zusätzliche Anker je laufendem Meter Randlänge anzuordnen. Besonders zu beachten ist dies bei höheren Gebäuden, da sich die Verformungen bei einer durchgehenden Verblendschale je Geschoss addieren. Erhöhte Rissgefahr besteht i. d. R. im Brüstungsbereich der Außenschalen. Brüstungsrisse lassen sich durch einseitige oder zweiseitige Anordnung von Dehnungsfugen vermeiden. Anstelle der Dehnungsfugen kann auch eine konstruktive Bewehrung im oberen Brüstungsbereich angeordnet werden, um breitere schädliche Risse zu vermeiden.

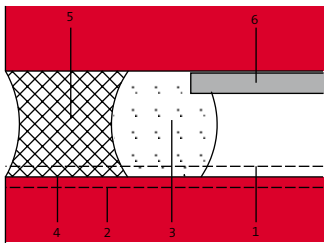
Horizontale Dehnungsfugen
In der Außenschale sind horizontale Dehnungsfugen stets unter Abfangungen und vorspringenden Bauteilen anzuordnen. Voraussetzung für die Ausbildung einer funktionsfähigen Dehnungsfuge ist ein genügend großer Zwischenraum zwischen Abfangung und der darunter liegenden Verblendschale, damit die vertikale Formänderung der Außenschale spannungsfrei aufgenommen werden kann. Bei Horizontalfugen empfiehlt sich die Anordnung einer Sollbruchstelle durch Einlegen einer Gleitfolie. Außen ist diese als Bewegungsfuge auszubilden. Die Fuge wird entbehrlich durch Attika-Verblendanker. Alle wasserundurchlässigen Sperrschichten fungieren durch Verlegung in einem Mörtelbett bis zur Vorderkante der Vormauerschale als Gleitschicht zur Aufnahme horizontaler Bewegungen.

DEHNUNGSFUGEN – ANORDNUNG



Vorzugsweise Anordnung von vertikalen Dehnungsfugen, DIN EN 1996, Eurocode 6





Dehnungsfuge Ausbildung vertikal und horizontal:
1. Fuge gestaucht
2. Fuge gedehnt
3. Schaumstoffprofil
4. Haftgrundierung
5. Fugendichtstoff
6. Konsolanker

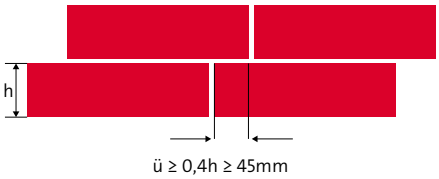
© Halfen

4 VERMAUERN

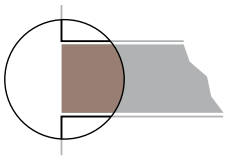
4.1
VERBAND UND FUGE

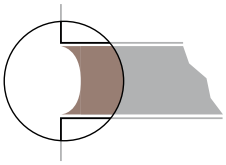
Verband und Fuge verleihen dem Sichtmauerwerk sein typisches, dabei individuelles Erscheinungsbild und stellen die Verbindung der Einzelelemente her (konstruktiv und gestalterisch). Im Bereich der Fuge lassen sich Maßtoleranzen der Vormauerziegel und Klinker, die bei der Herstellung auftreten können, ausgleichen. Die Verbände und Fugen haben zunächst konstruktive Funktionen wie Mindestüberdeckung und die haftschlüssige Verbindung der Steine. So müssen die Stoßfugen übereinanderliegender Schichten versetzt sein: Das Überbindemaß ü muss ≥ 0,4 h ≥ 45 mm betragen, wobei h die Steinhöhe (Nennmaß) ist. Der größere Wert ist maßgebend. Die Steine einer Schicht müssen in einer Höhe vermauert sein. Die für die Ausbildung von Mauerwerksecken erforderlichen Passsteine müssen ebenfalls geschnitten werden. Die Fugenausbildung kann glatt, schräg oder konkav ausgeführt werden und hat somit jeweils eine andere Licht- und Schattenwirkung. Dehnungsfugen gewährleisten außerdem thermisch und statisch bedingte Bewegungen des Mauerwerks. Die Verfugung unterliegt statischen Anforderungen. Die geschickte Anwendung der Statik bietet dennoch einen gewissen Freiraum in der Gestaltung. Sichtmauerwerk erhält durch den Einsatz von farbigen Fugmörteln – beispielsweise weiß, grau oder rot – unterschiedliche Erscheinungsbilder. Je unterschiedlicher die Farbe des Mörtels und die Farbe des Steines, desto größer ist der Kontrast. Als Grundsatz gilt, dass Stoßfugen in einer Dicke von 1,0 cm und Lagerfugen in einer Dicke von 1,2 cm Fugendicke ausgebildet werden. Kleine Abweichungen sind zulässig. Bei der Wahl des richtigen Mörtels ist in jedem Fall die Saugfähigkeit der Backsteine zu berücksichtigen, um Schäden zu vermeiden (4.4).

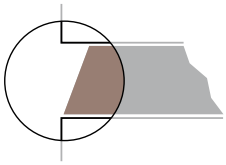
FUGENAUSFÜHRUNG UND WIRKUNG



Überbindemaß


Glattausgeführte Fuge


Zurückliegende Fuge


Abgeschrägte Fuge

Helle Fuge

Dunkle Fuge

Verschiedenfarbige Fugen

Kindertagesstätte St. Philipp Neri, DE
Architektur: pressel & müller architekten, DE

Shortlist des Erich-Mendelsohn-Preises 2023
für Backstein-Architektur
Öffentliche Bauten, Freizeit und Sport
Fotos: © Thomas Mies

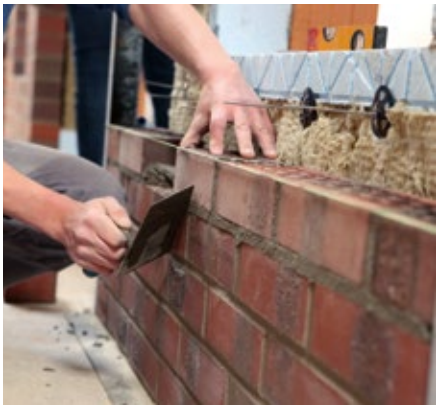
4.2
FUGENARBEITEN

Die Verfugung sollte ganzflächig und satt höchstens 2 mm hinter der Sichtfläche der Verblender enden, um als Regenbremse zu funktionieren. Um eine dichte Fuge zu schaffen, muss der Mörtel fest in die Fuge gedrückt und verdichtet werden. Fugenarbeiten sollten bestenfalls an Tagen mit hoher Luftfeuchtigkeit und geringer Luftbewegung ausgeführt werden. Dabei sollte die Sonneneinstrahlung nicht zu hoch sein. Schutzvorkehrungen sind dann vorzunehmen, wenn die Witterung von starker Sonneneinstrahlung und heftigem Wind oder Regen bestimmt wird. Dies kann z. B. durch das Abhängen des Gerüstes mit Planen erfolgen, sodass das frisch verfugte Mauerwerk geschützt wird. Nach Fertigstellung und bei Arbeitsunterbrechungen ist das Mauerwerk vor Verschmutzungen, Nässe oder zu raschem Austrocknen zu schützen. Um das Mauerwerk von gröberen Verschmutzungen zu befreien, kann es im Rahmen einer Endreinigung mit etwas Wasser und Bürsten abgewaschen werden. Dabei sollten keine chemischen Reinigungsmittel oder Öle verwendet werden. Bei niedrigen Temperaturen < 5 °C sollte nicht verfugt werden. Bei trockener und warmer Witterung besteht die Gefahr, dass der frisch eingebrachte Fugenmörtel durch unvollständige Hydratation verbrennt und Schwindrisse entstehen. Gegen die Austrocknung und zur Förderung des Abbindevorganges sollten die frischen Fugen häufiger mit einer Nebeldüse befeuchtet werden. Dies gilt ebenso für frisch fertiggestelltes Mauerwerk, bis der Trocknungs- und Härtungsprozess abgeschlossen ist. Danach ist der Mörtel wasserfest. In der VOB, Teil C ATV DIN 18330 sind die Schutzmaßnahmen festgelegt:

- Lagerung der Paletten mit Verblendern trocken und durch Folien geschützt.
- Mauermörtel auf Saugverhalten des Ziegels abstimmen.
- Vornässen saugfähiger Vormauerziegel.
- Schutz des frischen Mauerwerks.
- Vollfugiges und haftschlüssiges Vermauern für ein wasserabweisendes Ziegel-Mörtel-Verbundsystem.

Ausführungsbeispiele Vermauern

Ecksituation



Fugenglattstrich

Für das Verfugen stehen zwei Methoden zur Verfügung: der Fugenglattstrich und das nachträgliche Verfugen.

Fugenglattstrich
Der Fugenglattstrich, auch als „frisch in frisch“ bekannt, erfolgt in einem Arbeitsgang mit dem Vermauern. Für Vormauerziegel mit einer Dicke < 105 mm ist der Fugenglattstrich für die Vormauerschale vorgeschrieben.

Beim Fugenglattstrich lässt sich mit geringem Aufwand kostengünstig hochwertiges Verblendmauerwerk herstellen. Beim Fugenglattstrich empfiehlt es sich, Werktrockenmörtel oder Fertigmörtel zu verwenden. Mit diesem Material ist eine einheitliche Fugenfarbe gut machbar.

Beim Fugenglattstrich wird in einem Arbeitsgang gemauert und verfugt. Überschüssiger Mörtel wird mit der Kelle abgestrichen. Nach dem Anhärten und bevor der Mörtel vollständig ausgehärtet ist, wird er mit einem Fugeisen, Holzspan oder Schlauch glatt abgezogen.

Um später nicht nachbessern zu müssen, ist das vollfugige Mauern besonders wichtig. Der Fugenglattstrich gilt aktuell als die sicherste Methode zur Erstellung eines schlagregensicheren Mauerwerks. Deshalb weist sowohl die DIN EN 1996 als auch die VOB den Fugenglattstrich als Regelausführung aus. Die Konsistenz des Mörtels beim Verstreichen der Fugen oberfläche bestimmt weitgehend die Fugenfarbe. Ist der Mörtel weich, wird die Fuge hell, weil sich das Bindemittel an der Oberfläche anreichert. Ist der Mörtel beim Glattstrich bereits in angesteiftem Zustand, wird die Oberfläche aufgeraut. Die Folge: Die Fuge wird dunkel. Deshalb gilt: Bearbeitung der Fuge in gleichmäßig angesteiftem Mörtelzustand.

ARBEITSZEITRICHTWERTE FÜR MAUERARBEITEN MIT KLEINFORMATIGEN MAUERZIEGELN

Wanddicke (cm)	Stein-format	Rohdichte-klasse	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
Handbuch Arbeitsorganisation Bau
Aufmaßregelung: Die nach VOB abzugsfähigen Öffnungen sind durch die Gliederung des Mauerwerks nach Schwierigkeitsgraden bereits in den Arbeitszeitrichtwerten berücksichtigt und werden nicht gesondert vergütet.

Atelierhaus, DE
Architektur: Axel Steudel Architekten Partnerschaftsgesellschaft mbB, DE

Nominee des Erich-Mendelsohn-Preises 2023
für Backstein-Architektur
Einfamilienhaus / Doppelhaushälfte
Fotos: © Christian Eblenkamp

Nachträgliches Verfugen
Bei der nachträglichen Verfugung werden die Stoß- und Lagerfugen beim Vermauern fachgerecht ca. 15 mm flankensauber und gleichmäßig tief ausgekratzt.

Die Fassade wird später in einem Arbeitsgang verfugt. Dies gilt nur für Vormauerziegel mit einer Dicke > 105 mm. Nachträgliches Verfugen kann in einigen Fällen eine sinnvolle Lösung sein. Dabei ist zu beachten, dass ebenso eine Vollfugigkeit des Mörtelbettes in Lager- und Stoßfuge ausgeführt wird. Das nachträgliche Verfugen kann auch angewendet werden, wenn bei sehr ungünstigen Witterungsverhältnissen sonst ein einheitliches Farbbild der Fugen nur schwer erreicht werden kann. Nach der Fertigstellung eines Abschnittes muss das Auskratzen durchgeführt werden, solange die Konsistenz des Mauermörtels noch weich ist. Der Fugenmörtel wird in zwei Arbeitsgängen in die Fugen eingedrückt:

1. Arbeitsgang:
   erst Stoßfuge, dann Lagerfuge.

2. Arbeitsgang:
   erst Lagerfuge, dann Stoßfuge.

Der Fugenmörtel soll eine gut erdfeuchte bis schwachplastische 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. Bei diesem Verfahren wird empfohlen, das gesamte Verblendmauerwerk vor dem abschließenden Ausfugen auf zwei Eigenschaften zu prüfen:

1. Mindestauskratztiefe von 15 mm,
2. Mörtelfüllungsgrad der Stoßfugen.

Häufige Fehler bei der nachträglichen Verfugung sind nicht vollfugige Stoßfugen und das einlagige Verfugen. Beides führt dazu, dass der Fugenmörtel im hinteren Fugenraum nicht gut verdichtet ist. In diesen Hohlräumen kann sich Wasser sammeln und es können Kalkauslaugungen entstehen. Unter optimalen Bedingungen kann natürlich auch eine nachträgliche Verfugung zu einer mängelfreien Lösung führen.

Zum nachträglichen Verfugen werden Fugenmörtel der Druckfestigkeitsklasse M 10 angeboten. Zulässig sind für die Verfugung ebenso Mörtel der Gruppe MG IIa und MG III. Für farbige Fugen haben sich entsprechende Fertig-Fugenmörtel bewährt, da diese ein gleichmäßiges Farbbild ergeben. Vor dem Ausfugen ist eine Reinigung der Mauerwerksoberfläche sinnvoll. Hierbei ist auf Säuren zu verzichten.

In Ausnahmefällen – bei wasserunlöslichen Verunreinigungen – können Säuren eingesetzt werden, um eine ansehnliche Fassadenoptik herzustellen. Hierbei muss die Wahl des Backsteins und die Art der Verunreinigung analysiert werden.

4.3
MAUERMÖRTEL UND FUGENMÖRTEL

Mauermörtel muss immer im Frischzustand verwendet werden, um die ideale Verformbarkeit zu bewahren. Er ist ein Gemisch aus Sand, Bindemitteln und Wasser, gegebenenfalls mit Zusatzstoffen. Der Korndurchmesser des Sandes sollte für Mauermörtel 0–4 mm und für Fugenmörtel (nachträgliches Verfugen) 0–2 mm betragen. Mauermörtel werden unterschieden in Normalmörtel (NM), Leichtmörtel (LM) und Dünnbettmörtel (DN). Normalmörtel ist wiederum durch die Druckfestigkeitsklassen M 2,5; M 5; M 10 und M 20 definiert. Für das Vermauern müssen Mörtel nach Mörtelnorm DIN EN 998-2 zur Anwendung kommen. Der Mörtel muss der DIN 18580 entsprechen. Für die Erstellung der Vormauerschale dürfen nur Mörtel der Mörtelgruppe MG IIa oder MG III gemäß DIN 18580 bzw. der Druckfestigkeitsklasse M 5 oder M 10 gemäß DIN EN 998-2 verwendet werden. Standard ist die Verwendung von Normalmörtel für Lagerfugen von 1,2 cm und Stoßfugen von 1,0 cm. Das Dünnbettverfahren (Lagerfuge 1–3 mm) darf nur bei Steinen angewendet werden, deren Herstellungstoleranz ≤ 1,0 mm beträgt, und gilt nur für Planziegel (Hintermauerwerk).

Die Verwendung von Baustellenmörtel und somit das Mischen von Mörteln und der einzelnen Bestandteile auf der Baustelle ist nicht ratsam. Die gleichmäßige Zusammensetzung des Mörtels muss durch Auswiegen der Bestandteile gewährleistet sein. Der Zeitaufwand ist hoch. Empfehlenswert ist daher die Verwendung von Vormauermörtel als Werktrockenmörtel, der nur noch mit Wasser angemacht werden muss. Diese Mörtel sind optimal auf das Saugverhalten der Verblender abgestimmt und gut verarbeitbar (siehe 4.4).

Silo

MAUERMÖRTEL

Mörtelart	Eigenschaften		
	Druckfestigkeitsklasse nach DIN EN 998-2	Mörtelgruppe DIN V 20000-412	Druckfestigkeit (N/mm^2)
Normalmörtel	M 5	II	2,5
	M 10	II a	5,0
	M 15	III	10,0
	M 30	III a	20,0
Leichtmörtel	M 10	LM 21, LM 36	5,0
Dünnbettmörtel	M 15	DM	10,0

DIN EN 1996, Eurocode 6

Josefzentrum-Neubau einer Kirche mit Gemeindezentrum, DE
Architektur: e4 ARCHITEKTEN GmbH, DE

Shortlist des Erich-Mendelsohn-Preises 2023
für Backstein-Architektur
Öffentliche Bauten, Freizeit und Sport
Fotos: © Stefan Brückner, Manfred Frericks

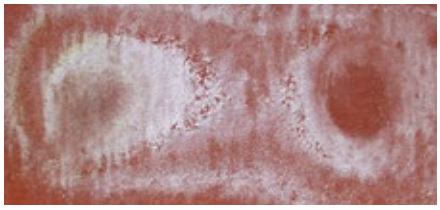
4.4
AUSBLÜHUNGEN UND AUSLAUGUNGEN

Ist das frische Mauerwerk zu feucht, etwa nach starken Regenfällen oder durch überschüssiges Anmachwasser, verdunstet das Wasser über die Wandoberfläche. Mittels Kapillareinwirkung gelangen dabei auch wasserlösliche Salze und Mineralstoffe aus dem Mauerwerk an die Wandoberfläche und kristallisieren dort. So entstehen Ausblühungen an den Fassaden. In den meisten Fällen verschwinden sie durch die Einwirkung von Regenwasser von selbst wieder. Von einer Reinigung des Mauerwerks mit chemischen Substanzen oder gar mit Salzsäure wird daher dringend abgeraten. Vor allem Salzsäure verstärkt die Ausblühungen eher, als dass sie diese bekämpft. Aus diesem Grund sollten Vormauerziegel und Klinker nach DIN frei von Salzen sein.

Da die Wasseraufnahmefähigkeit von Klinker, Keramikklinker und Vormauerziegel unterschiedlich ist, muss eine materialgerechte, an das unterschiedliche Materialverhalten angepasste Verarbeitungsweise beachtet werden. Stein (Saugfähigkeit) und Mörtel (Plastizität, Wasserrückhaltevermögen) müssen aufeinander abgestimmt sein. Für die Vermauerung sind Mörtel mit der Druckfestigkeitsklasse M 5 oder M 10 zu verwenden. Die Vermauerung muss vollfugig und kraftschlüssig erfolgen – und somit einen fugendichten Verbund als Regenbremse ergeben. Hohlräume in der Vermörtelung führen zu schädigendem Wasserstau. Das Wasser kann Kalk aus dem Mörtel herauslösen und so zu Kalkauslaugungen führen.

Auslaugungen sind meistens bedingt durch unsachgemäße Ausführung. Angaben zum Saugverhalten, um den richtigen Mörtel auszuwählen, können beim Hersteller angefragt werden. Vormauerziegel und Klinker müssen je nach Saugverhalten gemäß DIN EN 1996 vor der Verarbeitung vorgenässt werden. Damit werden die Saugfähigkeit der Steine und die Aufnahme von Alkalibestandteilen aus dem Mörtelwasser verringert. Vornässen ist bei diesen Ziegeln bei der Verwendung von Baustellenmörtel auf jeden Fall notwendig. Bei geeignetem Werktrockenmörtel kann das Vornässen entfallen, da dieser durch Zusätze über ein erhöhtes Wasserrückhaltevermögen verfügt. Klinker haben ein geringeres Saugverhalten und sind gefügedichter, was bei falscher Mörtelwahl zum Wässern führen kann. Daher ist der verwendete Mörtel darauf abzustimmen. Ein zu steifer Mörtel kann dazu führen, dass die für die Festigkeit des Mörtels erforderliche Hydratation (Erhärtung der Zemente durch Wasser) nicht vollständig erfolgt. Fehlender Haftverbund ermöglicht das Eindringen von Regenwasser in das Mauerwerk.

Angaben zum Saugverhalten, um den richtigen Mörtel auszuwählen, können beim Hersteller angefragt werden. Werden zudem die Fugenarbeiten entsprechend der Empfehlungen ausgeführt (siehe 4.2), lassen sich Schäden vermeiden.



Beispiel Kalkausblühungen

5 BAUPHYSIK

5.1
SCHLAGREGENSCHUTZ

Die Teilung der Außenwandfunktionen in zwei Schalen bietet einen optimalen Witterungsschutz. Die Außenschale schützt vor Regen, die Innenschale dient zur Winddichtung. Die Trennung der beiden Schalen verhindert den Wassertransport von außen nach innen.

Die Wirksamkeit des Schlagregenschutzes ist sehr wohl gegeben, obwohl die Vormauerschale nicht schlagregendicht ist. Wirksamer Schlagregenschutz beruht auf den Qualitäten des Materials (Stein und Mörtel) und der materialgerechten Ausführung des Vormauerwerks: Feuchteschutz beginnt im Detail. Für die Außenschale dürfen Steine mit und ohne Lochung verwendet werden. Die Lochung hat keinen Einfluss auf die Schlagregensicherheit. Zugelassen sind ebenfalls glasierte Steine oder Steine mit Oberflächenbeschichtungen, deren Frostbeständigkeit nachgewiesen ist.

Kapillarität
Klinker und Vormauerziegel sowie Mörtelfugen sind kapillarporös. Das heißt: Es kann prinzipiell Feuchtigkeit transportiert werden. Ein durch Kapillare verbundenes offenes Porensystem ermöglicht die freie Wasserbewegung im Scherben. Folge sind die schnelle Wasseraufnahme und -abgabe. Auch die Wasserdampfdurchlässigkeit der Vormauerziegel ist hoch.

Schlagregenschutz bedeutet, dass nur geringste, keinen Schaden anrichtende Mengen Regenwasser in das Vormauerwerk eindringen darf.

Bei Regen kommt es zunächst zu einer Selbstdichtung: Die Kapillaren des Ziegels und des Mörtels füllen sich mit Wasser, es bildet sich ein Wasserfilm an der Oberfläche, die Hauptmenge des Regens fließt auf der Außenseite ab. Da die Regenbeanspruchung der Außenwand mit der Gebäudehöhe zunimmt, tritt die Sättigung der Verblendschale zunächst oben ein. Wie viel Wasser in das Mauerwerk eindringt, ist abhängig von der Kapillarität sowie von der Windlast, mit der der Regen vor die Fassade gedrückt wird. Daher verzögern saug- und wasserspeicherfähige Vormauerziegel den Feuchtedurchtritt. Eingedrungenes Wasser wird über die Kapillarwirkung von Stein und Mörtel zur Oberfläche transportiert und an die Außenluft abgegeben. Bei abnehmendem Feuchtegehalt erfolgt die weitere Trocknung über die Dampfdiffusion.

Erst wenn die gesamte Verblendschale gesättigt ist, fließt das eingedrungene Wasser in der Wand nach unten oder bei einem Durchtritt an der Rückseite der Vormauerschale nach unten ab.

Austretendes Regenwasser über die Entwässerungsöffnungen am Fußpunkt der Ziegelverblendschale kommt äußerst selten vor. Das spricht für eine optimale Schlagregenabwehr der Außenwand, bedingt durch die Wirkungsweise der Ziegelverblendschale und deren bauphysikalischen Eigenschaften. Zur Sicherheit sollten Entwässerungsöffnungen vorgesehen werden.

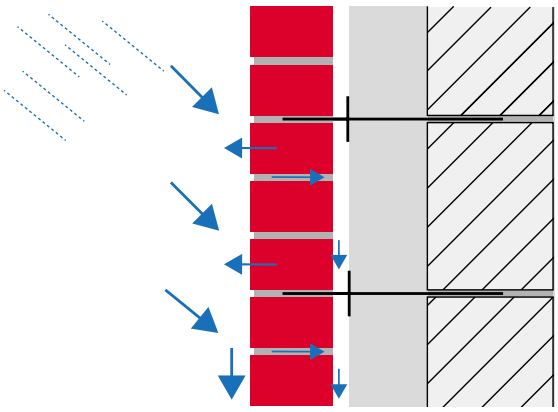
Sporthalle Coppi-Gymnasium Berlin, DE
Architektur: Schulz und Schulz Architekten GmbH, DE

Nominee des Erich-Mendelsohn-Preises 2023
für Backstein-Architektur
Öffentliche Bauten, Freizeit und Sport
Fotos: © Gustav Willeit

Planung
Aufgabe ist es, durch planerische und konstruktive Maßnahmen den Übergang von Feuchtigkeit auf die innere Wandschale zu verhindern und eindringendes Wasser sicher abzuführen. Die Maßnahmen umfassen den Einbau von Dichtungen, Sperrschichten und Entwässerungsöffnungen sowie wasserabweisender Dämmstoffe und zugelassener Verankerungen.

Auflager und Berührungspunkte der beiden Mauerschalen müssen so ausgebildet sein, dass kein Wasser übergeleitet werden kann. Wichtig ist die richtige Ausführung: Vormauerziegel sollten vollfugig vermauert werden und die entsprechenden Bearbeitungsempfehlungen sowie Schutzvorkehrungen müssen beachtet werden. (4.4.)

PRINZIP



Schlagregenschutz

5.2
SCHALLSCHUTZ

Schall- und Lärmschutz nehmen in unserer heutigen Welt eine wichtige Rolle ein. Gesundheit und Wohlbefinden können davon abhängen, dass man in den eigenen vier Wänden Ruhe hat. Zweischalige Außenwände erzielen wegen ihres mehrschichtigen Aufbaus deutlich bessere Schalldämm-Maße als gleichschwere einschalige Wände.

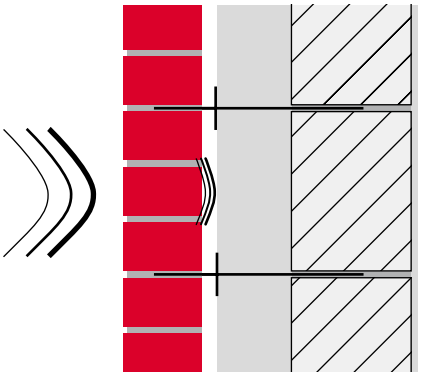
DIN 4109 „Schallschutz im Hochbau“ regelt die Anforderungen an den Mindestschallschutz (DIN 4109-1:2018), den erhöhten Schallschutz (DIN 4109-5:2020) sowie das rechnerische Prognoseverfahren (DIN 4109-2:2018).

Die Kenngröße zur Beschreibung des Luftschallschutzes lautet bewertetes Schalldämm-Maß R'_w (dB).

Die Schalldämmung eines Außen-Bauteils aus zwei massiven Ziegelschalen hängt wesentlich von den flächenbezogenen Massen beider Schalen ab, welche aus den jeweiligen Wandrohdichten in Abhängigkeit des verwendeten Fugenmörtels und den Wanddicken berechnet werden. Etwaige Putzschichten können addiert werden. Aus der Summe der Flächengewichte wird das bewertete Schalldämm-Maß berechnet. Wenn eine Luft- und Dämmschicht aus mineralischem Faserdämmstoff vorhanden ist, kann das Schalldämmmaß um bis zu 8 dB erhöht werden.

Massive Schalen in unterschiedlichen Dicken und somit unterschiedlichem Gewicht brechen die Schallwellen und unterbinden Resonanzen, was sich positiv auf die Schalldämmung auswirkt. Voraussetzung dafür ist eine effektive Trennung mittels einer Luft- und/oder oben beschriebener Dämmschicht. Drahtanker und Abfangungssysteme beeinflussen die Schalldämmung nicht signifikant, wodurch insgesamt die Vorteile des zweischaligen Schalldämmsystems überwiegen.

PRINZIP



Schallschutz

Jüdisches Museum Franken, DE
Architektur: umarchitekt, DE

Shortlist des Erich-Mendelsohn-Preises 2023
für Backstein-Architektur
Öffentliche Bauten, Freizeit und Sport
Fotos: © Gerhard Hagen

BEWERTETE SCHALLDÄMMMASSE [1] ZWEISCHALIGEN ZIEGELVERBLENDMAUERWERKS MIT SCHALENABSTAND* > 4,0 CM NACH DIN 4109

Wanddicke (cm)	Rohdichteklasse Innenschale	Normalmörtel		Dünnbettmörtel	
VMz + HMz	(kg/dm³)	Masse m [3] (kg/m²)	$R'_{w,R}$ [1] (dB)	Masse m [3] (kg/m²)	$R'_{w,R}$ [1] (dB)
11,5 [2] + 17,5	0,7	329	55	321	55
	0,8	346	56	337	56
	0,9	361	56	353	56
	1,2	409	58	391	57
	1,4	415	58	400	58
11,5 [2] + 24	0,7	377	57	365	56
	0,8	399	58	387	57
	0,9	421	58	409	58
	1,2	485	60	461	59
	1,4	503	60	482	60
11,5 [2] + 30	0,7	—	—	—	—
	0,8	—	—	—	—
	0,9	475	60	460	59

* ggf. zwischen den Schalen eingebrachter Dämmstoff wird in Bezug auf die flächenbezogene Masse nicht angerechnet.
[1] Schalldämm-Maß $R'_{w,R}$ ermittelt aus der Summe der flächenbezogenen Massen beider Schalen plus Zuschlag von 5 dB.
[2] Ziegelrohdichte der Verblender 1,6 kg/dm³, Wandrohdichte 1540 kg/m³.
[3] Zuschlag für Innenputz 25 kg/m²

5.3
BRANDSCHUTZ

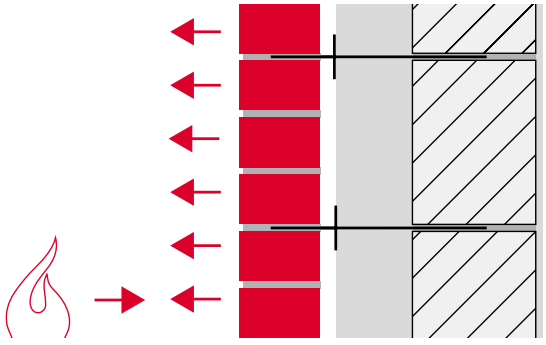
Die Verblendschale wirkt in einem von außen wirkenden Brandfall als effektiver Schutz für die innere Schale. Für die Anforderungen an den Brandschutz sind die Gebäudeklassen (GK 2–5) entscheidend. Die Anforderungen stehen in den Landesbauordnungen. Bemessungsangaben können dabei je nach Bundesland leicht unterschiedlich ausfallen. Einteilungskategorien sind Art, Fläche und Höhe des Gebäudes. Klare Richtschnur: je höher die Gebäudeklasse, desto höher die Brandschutzanforderungen. An Gebäude (GK 2–3) mit zweischaligen Außenwänden werden keine besonderen bauaufsichtlichen Anforderungen gestellt.

Brandschutz-Vorschriften dienen dazu, die Entstehung von Bränden zu verhindern, die Ausdehnung von Bränden einzugrenzen, Flucht- und Rettungswege vor Feuer zu schützen und Löscharbeiten zu ermöglichen. Verblendmauerwerk gilt als ideal, um Wohnungen, Brandabschnitte sowie Räume mit hoher Brandlast zu trennen und Flure und Treppenräume zu sichern – alles unter der Voraussetzung, die richtigen Produkte eingesetzt und fachgerecht verbaut zu haben.

Wichtig ist zudem, eine innenseitig aufgebrachte Putzschicht beim tragenden Mauerwerk vorzusehen. Damit können bei der Berechnung Werte für verputztes Ziegelmauerwerk angesetzt werden. Ziegelbauteile bestehen hauptsächlich aus nicht brennbarem Material (Baustoffklasse A). Ziegel gelten nach DIN 4102-4 als nicht brennbare Baustoffe. Mörtel nach DIN EN 998-2 (Normal-, Leicht- und Dünnbettmörtel) sowie mineralische Putze und Leichtputze nach DIN EN 998-1 oder DIN 18550 gelten ebenfalls als nicht brennbare Baustoffe der Klasse A1.

Die geltenden Normen für die Feuerwiderstandsklassen von Bauteilen sind national in der DIN 4102 und europäisch in der DIN EN 13501 geregelt. Die Anforderungen an das Brandverhalten der einzelnen Baustoffe werden mit einbezogen. Wenn innenliegende organische Dämmmaterialien verwendet werden, werden sie AB benannt. Baustoffe, die nach harmonisierten europäischen Produktnormen produziert und mit dem CE-Zeichen gekennzeichnet worden sind, fallen in das Klassifizierungssystem DIN EN 13501 (11, 12), das mit der Ergänzung der Bauregelliste 2002 Gültigkeit erlangte.

PRINZIP



Brandschutz

Feuer- und Rettungswache Wiesbaden-Igstadt, DE
Architektur: Bayer & Strobel Architekten, DE

Shortlist des Erich-Mendelsohn-Preises 2023
für Backstein-Architektur
Büro- und Gewerbebauten
Fotots: © Bayer Strobel Architekten

GEBÄUDEKLASSEN NACH MUSTERBAUORDNUNG

Gebäude werden gemäß der Musterbauordnung (MBO) in folgende Gebäudeklassen eingeteilt:				
Gebäudeklasse 1	Gebäudeklasse 2	Gebäudeklasse 3	Gebäudeklasse 4	Gebäudeklasse 5
a) freistehende Gebäude mit einer Höhe bis zu 7 m und nicht mehr als zwei Nutzungseinheiten von insgesamt nicht mehr als 400 m² b) freistehende land- oder forstwirtschaftlich genutzte Gebäude	Gebäude mit einer Höhe bis zu 7 m und nicht mehr als zwei Nutzungseinheiten von insgesamt nicht mehr als 400 m²	Sonstige Gebäude mit einer Höhe bis zu 7 m	Gebäude mit einer Höhe bis zu 13 m und Nutzungseinheiten mit jeweils nicht mehr als 400 m²	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.

Gebäudeklasse 1: Keine Anforderungen
Gebäudeklasse 2 und 3: Feuerhemmend (30 min)
Gebäudeklasse 4: Hochfeuerhemmend (60 min)
Gebäudeklasse 5: Feuerbeständig (90 min)

BRANDSCHUTZANFORDERUNGEN AN DIE WÄRMEDÄMMUNG

Zweischalige Außenwand	Gebäudeklassen 4 und 5 – Wärmedämmung		
	Nicht brennbar A	Schwer entflammbar B1	
		≤ 10[1]	> 10[1] und ≤ 20[1]
Mit Volldämmung und Fingerspalt	Keine Anforderung	Keine Anforderung	Brandsperren[2]
Mit Luftschicht und Dämmung	Brandsperren[2]	Brandsperren[2]	Brandsperren[2]
Mit Luftschicht ohne Dämmung	Brandsperren[2]	Brandsperren[2]	Brandsperren[2]

[1] Schalenabstand in cm, für den Einbau von Brandsperren gelten die Regelungen der DIN 4102-4
[2] Als geeignete Brandsperren benennt DIN 4102-4
1. im Brandfall formstabile nicht brennbare Dämmstoffe, Schmelzpunkt ≥ 1 000 °C nach DIN 4102-17, mindestens 200 mm breit oder
2. Stahlblechwinkel, Dicke d ≥ 1 mm, Überlappung in Stößen mind. 30 mm, Abstand der Befestigung in der Außenwand ≤ 0,6 m, die den Schalenzwischenraum abdecken. Diese Brandsperren sind entweder horizontal zwischen jedem zweiten Geschoss oder umlaufend um Öffnungen (Fenster, Türen) erforderlich.

6 ENERGIE UND NACHHALTIGKEIT

6.1 GESETZLICHE GRUNDLAGEN

Das Gebäudeenergiegesetz GEG[1] ist gemäß § 2 gültig für alle Gebäude, die unter Einsatz von Energie beheizt oder gekühlt werden, mit Ausnahme von z. B. Ställen, provisorischen Gebäuden, Gebäuden für religiöse Zwecke und Wohngebäuden mit einer planmäßigen Nutzungsdauer von weniger als vier Monaten im Jahr.

Bauvorhaben, welche zum jetzigen Zeitpunkt umgesetzt werden sollen, müssen die Anforderungen des GEG an den winterlichen und sommerlichen Wärmeschutz (Nebenanforderung), an den Jahresprimärenergiebedarf (Hauptanforderung) und die verpflichtende Nutzung von erneuerbarer Energie für die Bereitstellung von Warmwasser-, Heiz- und Kühlenergiebedarfen einhalten.

Für den Nachweis der GEG-Anforderungen für neu zu errichtende Gebäude ist es notwendig, eine energetische Bilanzierung des geplanten Gebäudes nach DIN V 18599:2018 durchzuführen und die so ermittelten Werte für den Jahresprimärenergiebedarf $Q_{P,real}$ und die Qualität der Gebäudehülle, ausgedrückt durch die Werte $H'_{T,real}$ (für WG) bzw. $U_{max,real}$ (für NWG), den Referenzwerten gegenüberzustellen. Die Referenzwerte werden ermittelt, indem das geplante Gebäude mit einer Referenz-Gebäudetechnik (Technische Gebäudeausrüstung = TGA) und Referenz-U-Werten für die Gebäudehülle nach Anlage 1 (für WG) bzw. Anlage 2 (für NWG) des GEG ein weiteres Mal energetisch bilanziert wird.

Für jeden Neubau ist obligatorisch, einen bedarfsorientierten Energieausweis auszustellen, der die Energieeffizienz des Gebäudes anhand einer Skala vergleichbar aufzeigt. Hier wird ein Gebäude – je nachdem, wie der Wert für den Endenergiebedarf ausfällt – in eine Energieeffizienz-Klasse (A+ < 30 kWh/(m²a) bis H > 250 kWh/(m²a)) eingeordnet. Ökologische und nachhaltige Bewertungskriterien für die Planung und den Bau von neuen Gebäuden rücken in den Vordergrund. So ist beispielsweise die verpflichtende Angabe von CO_2-Emissionen seit dem Jahr des Inkrafttretens des GEG 2020 für die im Energieausweis verankerten energetischen Kenndaten erforderlich. Der Blick hin zu mehr Nachhaltigkeit wird auch die Fördersystematik in Deutschland kurz- und langfristig beeinflussen. Dies zeigt sich durch die erstmalig im Januar des Jahres 2021 in Kraft getretene „Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Gebäude“ (kurz: BEG).[2]

Im Bereich von bestehenden Gebäuden gibt es für die Nachweisführung im GEG zwei mögliche Wege. Zum einen kann für das Bestandsgebäude eine gesamtenergetische Bilanzierung nach DIN V 18599:2018 vorgenommen werden. Die Rechenregeln für das reale und das Referenzgebäude sind analog zum Neubau im GEG bzw. in der DIN V 18599 festgelegt. Zu berücksichtigen sind sowohl bestehende als auch neue Gebäudekonstruktionen. Der Referenzwert, welcher auch hier in einer zweiten Berechnung ermittelt wird, darf sowohl in der Hauptanforderung Q_P als auch in der Nebenanforderung H'_T bzw. U_{max} um nicht mehr als 40 % überschritten

[1] Das Gebäudeenergiegesetz trat 2020 in Kraft und löste die Energieeinsparverordnung (kurz: EnEV) ab. Seit dem 01.01.2023 gilt das aktualisierte GEG.

[2] Die BEG wurde bereits mehrfach und zuletzt zum 01.01.2023 überarbeitet und angepasst.

Villa am Königsforst, DE
Architektur: Büder Architekten Köln, DE

Einreichung im Rahmen des Erich-Mendelsohn-Preises 2023 für Backstein-Architektur
Einfamilienhaus/ Doppelhaushälfte
Fotos: © Stefan Schilling

werden. Die Ausnahme von dieser Regelung stellen denkmalgeschützte Gebäude dar. Hierbei handelt es sich um Gebäude, die als Einzeldenkmal in die Landesliste eingetragen sind. Zum anderen kann der Nachweis auf Bauteilebene geführt werden, sofern nur einzelne Baukonstruktionen energetisch ertüchtigt werden und keine gesamtenergetische Betrachtung durchgeführt werden soll. In solch einem Fall sind die Anforderungen an die bauteilbezogenen U-Werte gemäß Anlage 7 des GEG einzuhalten. Für Bestandsgebäude gilt die Pflicht zur Ausstellung eines Energieausweises nur dann, wenn das Gebäude vermietet, verkauft oder anderweitig veräußert werden soll, da es sich um eine Pflichtangabe in Immobilienanzeigen handelt. Weiterhin besteht im Fall von bestehenden Gebäuden die Möglichkeit, alternativ zum bedarfsorientierten Energieausweis einen verbrauchsorientierten Energieausweis zu erstellen.

6.2
TRANSMISSIONSWÄRME-VERLUSTE UND U-WERTE

Die wichtigste Kenngröße zur Beurteilung der opaken, d. h. nicht transparenten Bauteile, ist deren Wärmedurchgangskoeffizient, der U-Wert. U-Werte von Baukonstruktionen mit homogenen sowie inhomogenen Schichten, mit keilförmigen Schichten oder unter Berücksichtigung von punktuellen Wärmebrückenverlusten durch mechanische Verbindungsmittel werden nach europäischen Rechenregeln – konkret nach DIN EN ISO 6946:2018-03 – bestimmt. Der U-Wert gibt an, wie viel Wärmeleistung [W| pro ein Kelvin Temperaturdifferenz [K| durch eine Bauteilfläche von 1 m^2 zwischen der Innen- und Außenluft abfließt. Summiert man sämtliche mit deren U-Werten U_i und Temperatur-Korrekturfaktoren F_{xi} multiplizierte Bauteilflächen A_i auf und verteilt die Summe auf die gesamte Hüllfläche, so erhält man die Transmissionswärmeverluste H_T eines Gebäudes.

Die Wärmeverluste eines Gebäudes über die flächigen Baukonstruktionen (inkl. der Verluste über Wärmebrücken) werden als spezifische Transmissionswärmeverluste H'_T bezeichnet und auf die gesamte thermische Hüllfläche eines Gebäudes bezogen. Sie stellen den Wert zur Beurteilung der Energieeffizienz der Gebäudehülle dar und hängen vom U-Wert in W/(m^2K) ab, welcher umgekehrt proportional zum Wärmedurchlasswiderstand einer Baukonstruktion ist. Je niedriger also der U-Wert, desto besser die energetische Qualität der Gebäudehülle. Für Neubauten ist es daher sinnvoll, sich an den Referenz-U-Werten im GEG zu orientieren bzw. diese zu unterschreiten, um beim Nachweis der Größe H'_T die gesetzlichen Anforderungen einhalten zu können. In Bezug auf eine Außenwandkonstruktion liegt der Referenzwert im GEG bei U=0,28 W/(m^2K).

Falls der Anteil der Befestigungsmittel am Transmissionswärmeverlust einen Einfluss auf den U-Wert hat, ist ein Zuschlag ΔU entsprechend beim U-Wert zu berücksichtigen. Der Zuschlag für Mauerwerksanker, die eine Dämmschicht innerhalb eines zweischaligen Mauerwerks durchdringen, berechnet sich nach DIN EN ISO 6946:2018-03.

Stellingen 62 – Wohnbebauung Sportplatzring – Baufeld A, DE
Architektur: Gerber Architekten, DE

Shortlist des Erich-Mendelsohn-Preises 2023
für Backstein-Architektur
Wohnungsbau / Geschosswohnungsbau
Foto: © Marcus Bredt

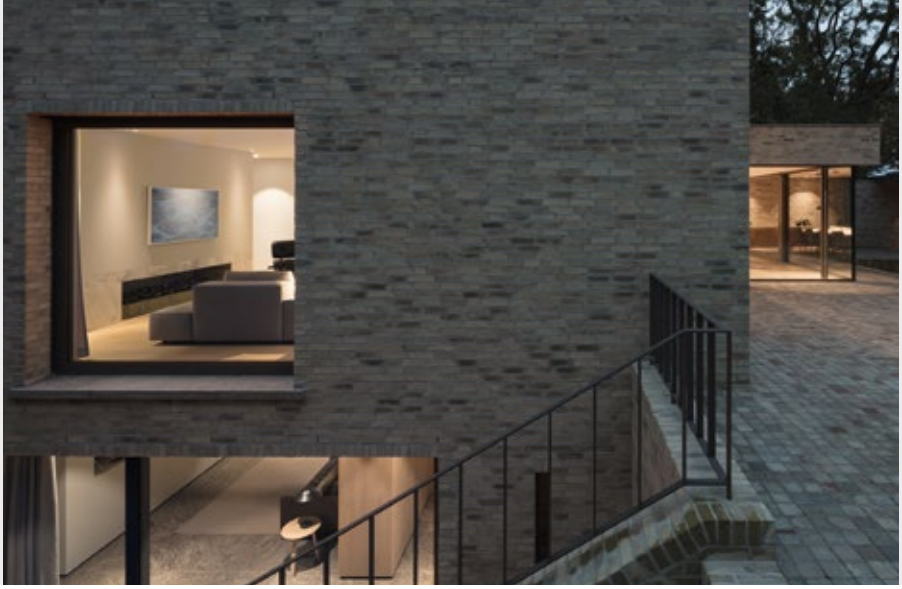
U-WERTE

Wärmeleitfähigkeit λ in W/(m K)		U-Wert in W/(m²K) Innenputz d = 1,5 cm Mauerwerk der Tragschale (innen) d 24 cm Dämmstoffdicke		
Tragendes Mauerwerk	Dämmstoff	12 cm	16 cm	20 cm
0,96	0,035	0,24	0,19	0,16
	0,027	0,19	0,15	0,12
0,58	0,035	0,23	0,18	0,15
	0,027	0,19	0,15	0,12
0,50	0,035	0,23	0,18	0,15
	0,027	0,19	0,15	0,12
0,45	0,035	0,23	0,18	0,15
	0,027	0,18	0,14	0,12
0,42	0,035	0,22	0,18	0,15
	0,027	0,18	0,14	0,12
0,39	0,035	0,22	0,18	0,15
	0,027	0,18	0,14	0,12
0,21	0,035	0,20	0,16	0,14
	0,027	0,17	0,13	0,11
0,18	0,035	0,19	0,16	0,13
	0,027	0,16	0,13	0,11
0,16	0,035	0,19	0,15	0,13
	0,027	0,16	0,13	0,11
0,14	0,035	0,18	0,15	0,13
	0,027	0,15	0,12	0,10
0,11	0,035	0,16	0,14	0,12
	0,027	0,14	0,12	0,10
0,08	0,035	0,15	0,12	0,11
	0,027	0,13	0,11	0,09

[1] Tabelle: U-Werte von zweischaligem Mauerwerk mit Dämmstoff (inkl. Fingerspalt Luft). Die Wärmeleitfähigkeit der Verblendschale ist mit 0,81 W/(mK) bei einer Dicke von d = 11,5 cm angenommen. Die berechneten Werte basieren auf den Rechenregeln der DIN EN ISO 6946 sowie auf den normierten Materialkennwerten der DIN 4108-4.

Nutzen Sie den U-Wert Rechner auf:

▶ backstein.com/u-wert-check



6.3
ENERGIEEFFIZIENTE PLANUNG

Sommerlicher Wärmeschutz
Für jedes neu zu errichtende Gebäude ist zusätzlich der Nachweis für den baulichen sommerlichen Wärmeschutz zu führen, der unabhängig vom ggf. geplanten Einsatz von TGA zur Gebäudekühlung einzuhalten ist. Die DIN 4108-2:2013-02 bietet ein dreistufiges System für die Nachweisführung im Sommerfall an.

Ein massives Gebäude ist bei gängigen Fensterflächenanteilen durch das Zusammenspiel von Wärmespeicherung und Nachtlüftung in der Lage, sich weitestgehend ohne zusätzliche Gebäudetechnik selbst zu regulieren. Dabei wird die tagsüber in den Innenraum eingetragene Wärme v. a. in massiven Baukonstruktionen eingespeichert und in den kühleren Nachtstunden – ggf. unterstützt durch eine Nachtlüftung – nach und nach wieder abgegeben.

Wärmespeicherung
Bei einer auf Energieeffizienz ausgerichteten Anordnung von thermischen (Speicher-)Massen im Gebäude, kann dessen Heizwärmebedarf in der Übergangszeit um bis zu 10–12 % gesenkt werden. Neben der Masse eines Baustoffes ist auch seine spezifische Speicherkapazität entscheidend für die Fähigkeit, Wärme zwischenzuspeichern, d. h. massive, mineralische Baustoffe mit großer Masse haben eine sehr gute Speicherfähigkeit. Dämmstoffe und andere leichte Baustoffe hingegen können Wärme nur schlecht aufnehmen und wieder abgeben.

Lüftungswärmeverluste
Neben den Transmissionswärmeverlusten über die thermische Gebäudehülle gilt es bei der energetischen Bilanzierung, auch die Lüftungswärmeverluste zu minimieren. Für neu zu errichtende Gebäude fordert das GEG gemäß §13 die Ausführung einer dauerhaft luftdichten Gebäudehülle (inkl. Fugen).

Die temperaturspezifischen Lüftungswärmeverluste eines Gebäudes ergeben sich aus dem belüfteten Netto-Volumen V, der Luftwechselzahl n, die besagt, wie häufig das gesamte Luftvolumen in einer Stunde ausgewechselt wird, und der spezifischen Wärmespeicherkapazität der Luft von 0,34 Wh/(m²K).

Wärmebrücken
Wärmebrücken sind thermische Schwachstellen in der Gebäudehülle. Man unterscheidet hierbei zwischen geometrischen und materialbedingten Wärmebrücken. Bei der Gebäudeplanung sollte aus Wärmebrückensicht auf eine kompakte Bauweise geachtet werden.

Auf kalten Bauteilinnenoberflächen kann es bei normalen Innenraumtemperaturen (20 °C) und gängigen Raumluftfeuchten (50 %) zur Tauwasserbildung auf der Oberfläche kommen.

Die konstruktive Optimierung von Bauteilanschlüssen und deren wärmetechnische Berechnung zur Berücksichtigung in der energetischen Bilanzierung sind ein zentrales Thema für die Gebäudeenergieeffizienz.

Die punktuell durch Drahtanker an der Tragschale befestigte Verblendschale verursacht bei sachgerechter Anwendung und Ausführung nur geringe Wärmebrückenverluste.

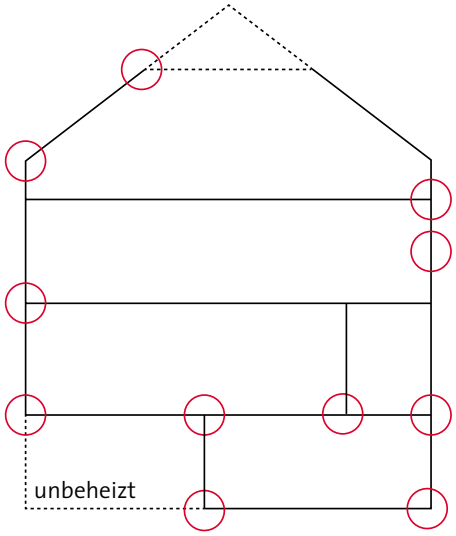
Nutzen Sie das Wärmebrücken-Onlinetool

▶ www.wb.ax3000-group.de/landing

Villa Broeck, NL
Architektur: Bedaux de Brouwer Architecten, NL

Shortlist des Fritz-Höger-Preises 2020
für Backstein-Architektur
Einfamilienhaus / Doppelhaushälfte
Fotos: © Stijn Bollaert

DARSTELLUNG RELEVANTER WÄRMEBRÜCKEN



Wärmebrücken

Planung
Das Gebäudeenergiegesetz fordert eine sorgfältige Planung Über eine Energiebilanz sind alle Wärmeverluste und Wärmegewinne eines Hauses nachzuweisen. Dabei darf die Differenz aus Wärmequellen und Wärmesenken im Gebäude einen von der Gebäudegeometrie abhängigen Grenzwert für den Primärenergiebedarf, welcher zusätzlich mit einem Primärenergiefaktor je Energieträger multipliziert wird, nicht überschreiten. Ermittelt werden dabei der Heizwärme- sowie ggf. der Kühlenergiebedarf, die Heizenergie zur Warmwasserbereitung und Lüftung, die Wärmeverluste der anlagentechnischen Komponenten sowie die Energieverluste, die bei der Gewinnung, der Umwandlung und dem Transport des verwendeten Energieträgers (z. B. Strom, Erdgas, etc.) entstehen.

Vorteile
Die Ausführung eines Gebäudes in der zweischaligen Bauweise erfüllt problemlos die aktuellen Anforderungen des GEG. Die geforderten U-Werte können je nach verwendetem Dämmstoff schon mit einer 10–12 cm dicken Dämmschicht erfüllt werden.

Wirtschaftlichkeit aus Energie: Das Verhältnis von Konstruktion (Wandaufbau und Dämmung) und effizienter Anlagentechnik muss gut aufeinander abgestimmt werden. Die alleinige Erhöhung der Dämmstoffdicke ist nach heutigen Maßstäben nicht mehr ausschlaggebend. Vielmehr rücken auch andere Bewertungsinstrumente in den den Vordergrund, so z. B. die Bewertung der verursachten CO_2-Emissionen über den Gebäudelebenszyklus.

7 ELEMENTBAU

7.1
BAUEN MIT FERTIGTEILEN

Gestalterische Vielfalt lässt sich gut mit Fertigteilkonstruktionen erreichen. Das ist dann mehr als reiner Mauerwerksbau. Der Einsatz von Ziegelfertigteilen ist immer dann sinnvoll, wenn bestimmte Vorhaben im herkömmlichen Mauerwerksbau zu komplex oder gar unmöglich sind. In diesem Fall greift man auf individuell gefertigte Bauteile zurück, die in Form und Fugenbild vorproduziert und exakt auf Maß gebracht wurden. Sie lassen sich passgenau ins Mauerwerk einfügen. Solche Backsteinfertigteile werden oft mit einer handwerklich hergestellten Vormauerschale kombiniert. Ihr Vorteil liegt im Bereich der Statik: Sie erleichtern das Abtragen von Lasten und die Abdeckung gegen Schlagregen – und bewahren dennoch die gewünschte Backstein-Optik.

Sind also besondere geometrische Formen gewünscht, die mit einer herkömmlichen Bauweise nur schwer oder gar nicht umsetzbar sind, können Backsteinfertigteile die Lösung sein. Sie bieten ein großes Gestaltungspotenzial und sind werksseitig äußerst präzise vorgefertigt. Ausführungsfehler bei Sichtmauerwerksfassaden werden mit ihnen weitgehend ausgeschlossen. Vor allem komplizierte Bauteile wie Bögen, Abfangungen, übergroße Spannweiten, horizontal gekrümmte Bauteile und Zierbauteile sind so einfach zu gestalten. Alle Elemente lassen sich individuell objektbezogen planen und herstellen – und zwar parallel zum Bauverlauf. Verwendbar sind alle Sorten von Vormauerziegeln, die Einsatzbereiche umfassen alle Bauaufgaben inklusive denkmalgeschützter Gebäude.

Fertigteile aus einem tragenden Stahlbetonkern und einer Vormauerschale, die aus Riemchen besteht, werden am häufigsten genutzt. Beim sogenannten Negativverfahren werden Vormauer-

AUSFÜHRUNG FERTIGTEILE

Deckenuntersichtsplatte

Galerieplatte

Vorgefertigter Balken

Musée cantonal des Beaux-Arts, CH
Architektur: Barozzi Veiga, ES

Winner Grand Prix des Fritz-Höger-Preises 2020
für Backstein-Architektur
Öffentliche Bauten, Freizeit und Sport
Fotos: © Simon Menges

7.2
FENSTERSOHLBANK

ziegel zu Riemchen geschnitten, dann im Negativ in eine entsprechende Schalung gelegt. Anschließend wird oben Beton eingefüllt. Die Elemente werden entweder in aufgelegter Form in der Vormauerschale oder mit Abhängesystemen an die dahinter liegende, tragende Stahlbetonkonstruktion befestigt. Die Vormauerziegel für die Fertigteilelemente sollten stets aus der Produktions-Charge stammen, die auch am Gebäude verarbeitet wird. Die vorgefertigten Elemente sind nicht verfugt, man sollte sie mit dem gleichen Mörtel verfugen, der für das konventionelle Mauerwerk genutzt wird. So werden Farbunterschiede vermieden.

Fensterbankrollschichten sind mit Fertigteilen problemlos zu erstellen. Die Anforderungen an die Ausführung von Fensterbänken als Backsteinrollschicht sind hoch. Die Fugen müssen hohlraumfrei sein und entsprechend verdichtet werden, um Schäden vorzubeugen. Vorgefertigte Fenstersohlbänke vermeiden Durchfeuchtungen und verhindern Verarbeitungsfehler. Die Elemente werden dabei objektbezogen gefertigt.

Werden Gefälle und Überstand entsprechend eingehalten, treten meist keine Probleme mit dem Mörtel auf und eine Langlebigkeit ist gewährleistet.

Die Fensterbänke reichen bis zur Hintermauerschale; Fensterrahmen und Laibungen lassen sich dauerelastisch versiegeln. Die Form der Sohlbänke ist dabei variabel.

Fensterbänke als Rollschicht müssen mit einer erhöhten Mörtelauflage, einem Gefälle von mindestens 15 Grad und einem Überstand von 4 cm gemauert werden.

Vor allem bei manuell gefertigten Sohlbänken als Rollschicht auf der Baustelle sind diese Vorgaben unbedingt für die Langlebigkeit zu beachten. Die Kontaktflächen von Sohlbank und Innenschale sind durch Sperrfolien zu trennen.

AUSFÜHRUNG FENSTERBANK

Fassade aus Backsteinfertigteilen

Fertigteil Fensterbank – Rollschicht

7.3
VERBLENDSTURZ

Öffnungen im Verblendmauerwerk müssen lastabtragend überdeckt werden. Fertigteilstürze eröffnen neue Dimensionen konstruktiver und gestalterischer Möglichkeiten für das Verblendmauerwerk.

Scheitrechter Bogen
Ein sogenannter scheitrechter Bogen ist aufgrund seiner geringen Tragfähigkeit lediglich für Spannweiten von bis zu 1,25 m geeignet. Seine Stabilität bezieht der scheitrechte Bogen aus dem Bogenbau-Konstruktionsprinzip. Die Erstellung ist sehr aufwendig und wird heute selten angewandt. Er wird mit einer Stichhöhe von einem Prozent der Spannweite ausgeführt, damit er nach dem Schwinden des Mörtels nicht durchhängt.

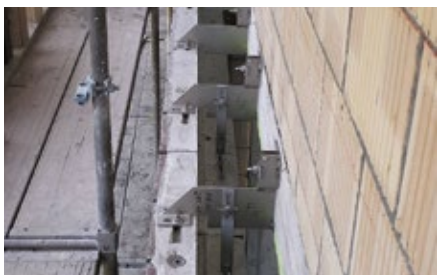
Grenadierstürze
Grenadierstürze sind leicht herzustellen. Stehende Rollschichten mit gleich verlaufenden Fugen werden dabei meistens eingesetzt. Die manuelle Ausbildung vor Ort erfolgt durch das Aufsetzen der Mauersteine hochkant auf ein provisorisches Holzgestell. Das Überbindemaß hat hier keinen Einfluss. Sie sind nicht tragend und dürfen nur anhand von Hilfskonstruktionen ausgeführt werden. Die Verwendung eines Stahlwinkels zur Sicherung der Rollschicht ist bis zu ca. 2 m zulässig.

Als optimal bei der Ausbildung von Stürzen im Verblendmauerwerk gelten Fertigteilstürze. Andere Überdeckungen sind aber ebenfalls möglich, jedoch meist schadensanfälliger und aufwendiger in der Ausführung.

Mit Grenadierstürzen mit Fugenbewehrung lassen sich Maueröffnungen ebenfalls überdecken. Der Stahl nimmt die Zugspannungen im unteren Bereich des gemauerten Sturzes auf. Der Sturz kann dabei als Grenadierschicht oder als Läufersturz ausgebildet werden. Beim Grenadiersturz müssen die Backsteine untereinander mit Luftschichtankern vernadelt werden. Die Entwässerung der Vormauerschale ist oberhalb des Sturzes durchzuführen. Um die Innenschalen von zweischaligen Außenwänden auch im Bereich der Fenster- und Türstürze gegen Feuchtigkeit zu schützen, sind oberhalb der Stürze Dichtungsbahnen notwendig. Sie müssen an der tragenden Innenwand befestigt und in der Hohlschicht mit Gefälle nach außen verlegt sowie in die Lagerfuge der Vormauerschale eingebettet werden.

AUSFÜHRUNG STÜRZE

Sturzbewehrungssytem
© Elmenhorst



Abgehängter Sturz

Backsteinfertigteilsturz

Blockmakers Arms, EN
Architektur: Erbar Mattes, EN

Winner Gold des Erich-Mendelsohn-Preises 2023
für Backstein-Architektur
Einfamilienhaus / Doppelhaushälfte
Fotos: © Ståle Eriksen

Fertigteilstürze
Fertigteilstürze bieten eine große Bandbreite konstruktiver und gestalterischer Möglichkeiten für das Verblendmauerwerk. Sie bestehen aus einem tragenden Stahlbetonkern und einer vorgesetzten Mauerschale, sie machen Abfangungen über große Spannweiten möglich. Fertigteilstürze sind werksseitig mit Montageösen ausgestattet, bei Backsteinfertigteilstürzen werden Riemchen in einer Matrize ausgerichtet, eine Bewehrung eingelegt und mit Beton ausgegossen. Die profilierte Rückseite der Riemchen sorgt für eine Verzahnung mit dem Beton und somit für dauerhafte Verbundwirkung.

Die Bewehrung wird auf Stelzen gesetzt, damit die notwendige Mindestüberdeckung mit Beton eingehalten wird. Weil Fertigteilstürze mit einer integrierten Wärmedämmung an der Rückseite ausgestattet werden können, sind sie für besonders effiziente Energiesparhäuser bestens geeignet. Wärmebrückenprobleme im Bereich des Fensteranschlusses lassen sich so optimal lösen. Bei der Befestigung der Fertigteilstürze unterscheidet man grundsätzlich zwei Befestigungsvarianten: Fertigteilstürze, die in der Ebene der Vormauerschale beidseitig aufgelagert werden, können maximal Öffnungen von bis zu 4 m Breite überdecken. Bei größeren Öffnungen sowie bei höheren Belastungen werden abgehängte Sturzbalken verwendet, die mittels Winkelkonsolen oder Hängezugankern als Überdeckung an der tragenden Hintermauerkonstruktion abgehängt werden. Backsteinfertigteilstürze können eine Last von bis zu zwei Vollgeschossen aufnehmen. Damit Zwangsspannungen keine Risse in der Vormauerschale verursachen, muss man die mit dem Hintermauerwerk befestigten Fertigteilstürze durch vertikal angeordnete Dehnungsfugen vom angrenzenden Mauerwerk trennen. Der Grund liegt in den unterschiedlichen Verformungseigenschaften der beiden Schalen: Die tragende Innenschale unterliegt bisweilen Kriech- und Schwindverformungen, die Vormauerschale kann thermohygrische Längenänderungen aufweisen.

LITERATURQUELLEN

DIN 20000-401: Anwendung von Bau-produkten in Bauwerken – Teil 401: Regeln für die Verwendung von Mauerziegeln nach DIN EN 771-1

DIN EN 771-1: Festlegungen für Mauersteine – Teil 1: Mauerziegel

DIN 4172: Maßordnung im Hochbau

DIN 18000: Modulordnung im Bauwesen

DIN EN 1996, Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten

DIN 18533: Abdichtung von erdberührten Bauteilen sowie in und unter Wänden

DIN 4108: Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden

DIN EN 845: Festlegungen für Ergänzungsbauteile für Mauerwerk

ATV DIN 18330: Allgemeine Regelungen für Bauarbeiten jeder Art

DIN EN 998-2: Festlegungen für Mörtel im Mauerwerksbau – Teil 1: Mauermörtel

DIN 18580: Baustellenmörtel

DIN 4109: Schallschutz im Hochbau

DIN 4102: Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen

DIN EN 13501: Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten

DIN V 18599:2018: Energetische Bewertung von Gebäuden

DIN EN ISO 6946:2018-03

GEG (Gebäudeenergiegesetz)

www.backstein.com

Zu beachten sind zusätzlich die allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen (abZ), die Bauregellisten (bauordnungsrechtliche Veröffentlichungen des Deutschen Institutes für Bautechnik (DIBt) und die Angaben der Hersteller.

IMPRESSUM

Herausgeber
Zweischalige Wand Marketing e. V.
Bundesverband der Deutschen Ziegelindustrie e. V.
Reinhardtstraße 12-16 | 10117 Berlin
T 030 5200999-0 | F 030 5200999-28
zwm@ziegel.de | www.backstein.com

Konzept, Redaktion und Gestaltung
Kopfkunst, Agentur für Kommunikation GmbH
Am Mittelhafen 10 | 48155 Münster

Technischer Beirat
Dr. Christina Hagemeister
Dipl.-Ing. Horst Klockgehter
Dipl.-Ing. Juliane Nisse

Die Autoren haben diese Broschüre nach bestem Wissen und mit größtmöglicher Sorgfalt erstellt. Gleichwohl können inhaltliche und technische Fehler nicht vollständig ausgeschlossen werden. Alle Angaben erfolgen daher ohne Gewähr. Mit Erscheinung dieser Auflage verlieren die bisherigen Ausgaben ihre Gültigkeit.

3. Auflage
Münster, März 2024

Bildnachweise Titel
Oben: Wohnen und Arbeiten Campus JAP Architekten (DE), JAP Architekten GmbH (DE), © JAP Architekten GmbH
Unten links: Fischstraße 18 (DE), NOTO Basista Becker Jansen Architekten Partnerschaft mbB (DE), © Hannes Heitmüller
Unten Mitte: Josefzentrum-Neubau einer Kirche mit Gemeindezentrum (DE), e4 ARCHITEKTEN GmbH (DE), © Stefan Brückner
Unten rechts: Haus am Buddenturm (DE), hehnpohl architektur (DE), © hehnpohl architektur bda
Einreichungen im Rahmen des Erich-Mendelsohn-Preises 2023 für Backstein-Architektur bzw. des Fritz-Höger-Preises 2020 für Backstein-Architektur

Weiteres Informationsmaterial
und ausführliche Artikel zum Bauen
mit Backstein finden Sie unter:

▶ backstein.com

Achten Sie auf
dieses Zeichen.

Bauen mit Backstein –
Zweischalige Wand Marketing e. V.
Reinhardtstraße 12-16
10117 Berlin
T 030 5200999-0
F 030 5200999-28
www.backstein.com

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.

Diese Broschüre soll Lust zum Bauen mit Backstein machen. Wie ensteht ein qualitativ hochwertiger Mauerwerksbau? Welche Vorteile hat das Bauen mit Backstein? Antworten auf diese Fragen und vieles mehr bekommen Sie in dieser Broschüre. Weitere Informationen erhalten Sie bei:

Bauen mit Backstein – Zweischalige Wand Marketing e. V.

Hagemeister