

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1.</b>	<b>Baustoffkunde</b> .....	<b>1-14</b>
1.1.1.	Zweischalige Wand – Bauen mit Backstein .....	1-2
1.2.1.	Herstellung .....	3-4
1.3.1.	Farbigkeit und Strukturen .....	5
1.4.1.	Formate .....	6-7
1.5.1.	Formate / Formsteine .....	8-9
1.6.1.	Europäische Mauerziegelnorm DIN EN 771-1 und CE-Kennzeichnung .....	10
1.6.2.	Definition von Mauerziegeln .....	11
1.6.3.	Beanspruchung des Mauerwerks .....	12
1.7.1.	Elektroinstallation auf Backstein .....	13-14

# 1. BAUSTOFFKUNDE

## 1.1.1 ZWEISCHALIGE WAND – BAUEN MIT BACKSTEIN

### Das zweischalige Prinzip

Das Bauen mit zweischaligem Mauerwerk hat eine lange Tradition. Von Anfang an hatte die Trennung technische Gründe: den langfristigen Witterungsschutz des tragenden Mauerwerks durch ein nichttragendes Verblendmauerwerk.

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.

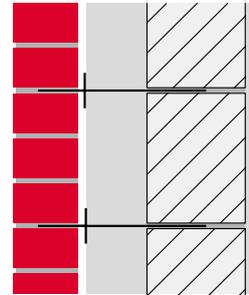
Die zweischalige Wand ist eine zeitgemäße Bauweise, die neben hoher Funktionalität auch für langfristige Wertbeständigkeit bürgt. Die Wahl des Materials in Reinkultur ist eine immer häufiger getroffene Qualitätsentscheidung.

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 hergestellt werden.

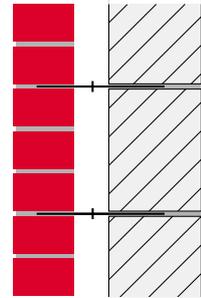
### Backstein – ein Begriff für viele Andere

Backstein ist ein überlieferter Familienbegriff für eine Vielzahl gebrannter Mauersteinarten, Voll- und Lochsteine. Allen gemein ist die Grundsubstanz: mineralische Tonerden, die den Steinen, je nach Zusammensetzung und Herstellung ihr spezielles Aussehen und ihre Eigenschaften verleihen. Die normgerechte Definition von Backstein als Vormauerstein enthält DIN 20000-401, die als nationale Norm für die Verwendung von Mauerziegeln nach DIN EN 771-1 steht (siehe 1.6.2 Definition von Mauerziegeln).

### ZWEISCHALIGE WAND



▲ ganz oder teilweise mit Wärmedämmung ausgefüllt



▲ mit Luftschicht

# 1. BAUSTOFFKUNDE

## 1.1.1 ZWEISCHALIGE WAND – BAUEN MIT BACKSTEIN

### Architektur der zweischaligen Wand

Die Bauweise der zweischaligen Wand eignet sich für alle Bauaufgaben: vom Einfamilienhausbau bis zu öffentlichen Bauten. Sie verbindet traditionelle Handwerkskunst mit moderner Befestigungstechnik und rationellem Elementbau – eine Synergie, die Konstruktionen und Gestaltungen weit über den herkömmlichen Mauerwerksbau hinaus ermöglicht.

Das Gestaltungsspektrum ist groß. Ausgangspunkt für das Erscheinungsbild von Gebäuden ist der Backstein als kleinstes und maßgebendes Modul. Formate, Strukturen und Farben des Steins, seine Vermauerung in vielfältigen Struktur- und Ziervorbänden verleihen jeder Architektur charakteristischen Ausdruck. Nicht zuletzt erfüllt das zweischalige Bauen mit Backstein alle zeitgemäßen Anforderungen an das energiesparende und nachhaltige Bauen – von den Ausgangsstoffen über Herstellung bis zur Lebensdauer, von der Bauphysik bis zur Bau- und Wohnökologie.

---

### BACKSTEIN-ARCHITEKTUR UND IHRE VIELFALT (Fritz-Höger-Preis)



▲ Umbau Atelierhaus Dubsstrasse,  
Boltshauser Architekten  
© Beat Bühler



▲ St. Lukas Art School Brussels,  
PoPONCINI & LOOTENS  
© Toon Grobet



▲ Parkhaus Jahrhunderthalle Bochum,  
raumwerk  
© Thomas Koculak



▲ Siza-Pavillon Insel Hombroich,  
Alvaro Siza / Rudolf Finsterwalder  
© Tomas Riehle



▲ Kantana Film and Animation Institute,  
Boonserm Premthada  
© Boonserm Premthada

# 1. BAUSTOFFKUNDE

## 1.2.1. HERSTELLUNG

### Tonbeschaffenheit und Steineigenschaften

Ziegel bestehen aus mineralischen Tonerden oder Lehm. Zur Herstellung werden diese zerkleinert, aufbereitet, zu Rohlingen geformt und nach dem Trocknen bei Temperaturen von 1000°C bis 1200°C im Ring- oder Tunnelofen gebrannt. Je nach Tonvorkommen gibt es große natürliche Unterschiede in der mineralischen Zusammensetzung und Beschaffenheit. Tonqualität und Brenntemperatur bestimmen Farbigkeit und Festigkeit des Ziegels.

Beim Brennvorgang mit Temperaturen ab circa 1100°C beginnt die Oberfläche zu schmelzen, der Vorgang wird auch als Sintern bzw. Schmelzsintern bezeichnet. Diese bei sehr hohen Temperaturen gebrannten Ziegel haben einen harten, hellen Klang – die Klinker. Zudem verleiht das Sintern den Ziegeln eine hohe Druckfestigkeit, besonders geringe Wasseraufnahmefähigkeit und verbessert den Frostwiderstand.

### DER WEG DER HERSTELLUNG



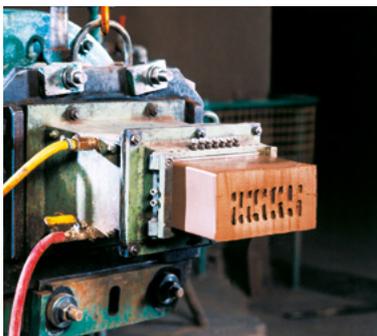
▲ Mauerziegel bestehen aus Lehm und Tonerden.



▲ Unterschiedliche natürliche Beschaffenheit des Rohmaterials.



▲ Schließlich erfolgt das Brennen im Ring- oder Tunnelofen.



▲ Mauerziegel geformt im Strangpressverfahren.



▲ Formung im Handschlagverfahren.



▲ Ofenwagen mit Besatz.

# 1. BAUSTOFFKUNDE

## 1.2.1. HERSTELLUNG

### Hand- und Wasserstrich- oder Strangpressverfahren

Die Bezeichnung Handstrichziegel, auch Handform- oder Handschlagziegel, stammt aus dem Mittelalter als die überstehende Tonrohmasse mit der Hand von dem formgebenden Holzrahmen abgestrichen wurde und so die typische Oberflächenstruktur mit Kanten und Narben entstand. Als Trennmittel wird Sand benutzt. Durch das Ausschlagen aus der Form entstehen die typischen Quetschfalten.

Wie beim Handstrichverfahren wird bei der Herstellung der Wasserstrichziegel die weiche Tonmasse in Formen ähnlich einer Kuchenform eingestrichen, durch den Einsatz von Wasser als Trennmittel entsteht dann das charakteristische Schlierendesign der Oberfläche. Die strukturierten und leicht unregelmäßigen Backsteine der Hand- und Wasserstrichziegel sind immer Unikate. Im Ergebnis gleicht kein Stein dem anderen.

Beim Strangpressverfahren hingegen wird die Tonmasse unter Druck zu einem Strang gepresst. Von diesem werden die Rohlinge fortlaufend abgeschnitten.

Auf diese Weise entstehen die glatteren, gleichförmigen Steine. Über die endgültige Beschaffenheit entscheiden neben der Brenntemperatur die verschiedenen Möglichkeiten der Oberflächengestaltung: von der mechanischen Profilierung bis zur Glasur.

STRANGPRESSZIEGEL



- ▲ Beim Strangpressverfahren wird die Tonmasse unter Druck zu einem Strang gepresst. So entstehen glatte, gleichförmige Steine.

WASSERSTRICHZIEGEL



- ▲ Beim Wasserstrichverfahren werden die Rohlinge wie mit einer Kuchenform einzeln geformt. Dabei dient Wasser als Trennmittel.

HANDSTRICHZIEGEL / HANDFORMZIEGEL



- ▲ Im Handstrichverfahren wird für die Trennung Sand eingesetzt. Man erhält so sehr rustikale Backsteine.

# 1. BAUSTOFFKUNDE

## 1.3.1. FARBIGKEIT UND STRUKTUREN

### Material und Behandlung

Die Farbigkeit der Backsteine 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.

Zusätzlich zu den einfarbigen Farbtönen gibt es zahlreiche Zwischentöne. Farbnuancen und Schattierungen können durch strukturierte Oberflächen verstärkt werden. Strukturen resultieren aus dem Herstellungsverfahren (manuell oder maschinell), der Brenntemperatur und den unterschiedlichen Oberflächenbehandlungen: mechanische Profilierung, 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.

### BACKSTEIN VARIANTEN



▲ Beispielhafte Variationen von Backstein.

# 1. BAUSTOFFKUNDE

## 1.4.1. FORMATE

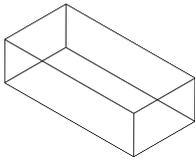
### Format und Maßordnung

Vormauerziegel gibt es in einer Reihe unterschiedlicher Formate. Hier zu Lande gebräuchlich sind die klassischen deutschen Formate wie Normalformat (NF), Dünnformat (DF) und zweifaches Dünnformat (2 DF). Dazu kommen Formate, die von den europäischen Nachbarn übernommen wurden, wie das Waalformat (WF) oder das Modulformat (ModF).

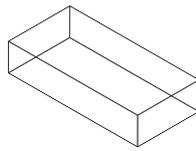
Die deutschen Formate basieren auf dem oktametrischen Maßsystem, niedergelegt in DIN 4172 Maßordnung im Hochbau. Grundlage ist das Maß von 1/8 Meter = 12,5 cm bzw. 125 mm. Dieses umfasst Stein und Mörtelfuge, ausgehend von 1,0 cm Fuge. Die Maße von Steinen und auch Bauteilen ergeben sich aus dem Grundmaß bzw. einem geradzahigen Vielfachen. Die Maße von Backsteinen sind in der DIN EN 771 Mauerziegel definiert.

◀ AKTUELLE INFORMATIONEN!

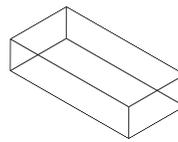
### FORMATE



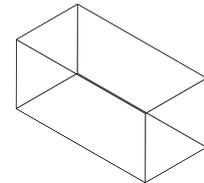
▲ NF – Normalformat  
NF 240x115x71mm



▲ DF – Dünnformat  
DF 240x115x52mm



▲ OF – Oldenburger Format  
OF 220x105x52mm



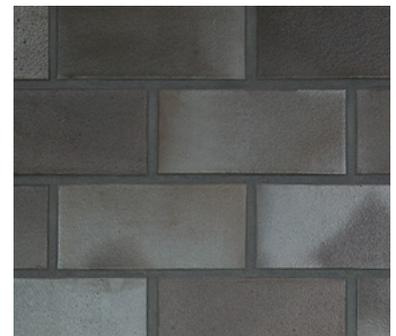
▲ Zweifaches Dünnformat  
2DF 240x115x113mm



▲ Normalformat in der Umsetzung



▲ Dünnformat in der Umsetzung



▲ Zweifaches Dünnformat in der Umsetzung

# 1. BAUSTOFFKUNDE

## 1.4.1. FORMATE

### Modulsteine

Modulsteine folgen der Modulordnung, festgelegt in DIN 18000 Modulordnung im Bauwesen. Das Modulformat (ModF) beruht auf dem Dezimalsystem, bei dem rechnerisch 1/10 Meter (= 10 cm) als Grundmodul  $M=10$  cm angesetzt wird. Die Einheiten der Modulordnung bestehen aus diesem Grundmodul und den Multimodulen, den ganzzahligen Vielfachen des Grundmoduls. Ein waagrechtes 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.

### 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 sogar in Serie gegangen sind. Aus der Vermauerung (Steine und Mörtelfugen) ergibt sich der Verband.

### WEITERE FORMATE IN DER UMSETZUNG

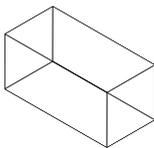


▲ Modulformat

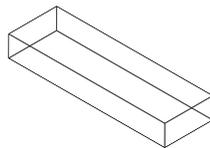


▲ Langformat

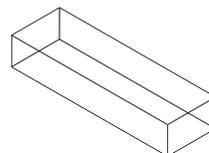
### FORMATE



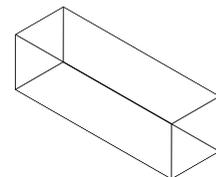
▲ ModF – Modulformat  
ModF 190x90x90mm



▲ ModF – Modulformat  
ModF 290x90x40mm



▲ ModF – Modulformat  
ModF 290x90x52mm



▲ ModF – Modulformat  
ModF 290x90x90mm

# 1. BAUSTOFFKUNDE

## 1.5.1. FORMATE / FORMSTEINE

### Außer der Reihe

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

Formate	Maße (mm)
HF Hamburger Format	220 x 105 x 65
OF Oldenburger Format	220 x 105 x 52
RF Reichsformat	250 x 120 x 65 / 240 x 115 x 65
Großes Klosterformat	285 x 135 x 85
Waalformat	210 x 100 x 50
Waldickformat	210 x 100 x 65
Dänisches Normalformat	228 x 108 x 55

# 1. BAUSTOFFKUNDE

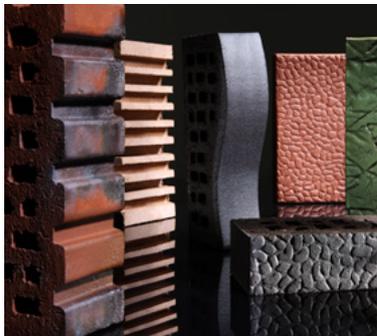
## 1.5.1. FORMATE / FORMSTEINE

### Form- und Spezialsteine

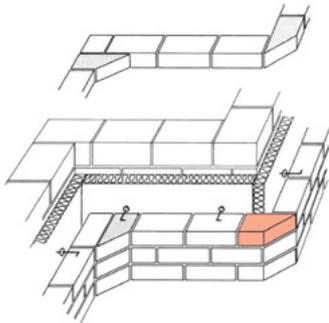
Überall dort wo es schwierig wird, helfen Form- und Spezialsteine weiter. Diese basieren auf den Grundmaßen der jeweiligen Formate. Die Sonderkonstruktionen sind in vielfältigsten Variationen lieferbar; zum Beispiel als Eckstein, Winkelstein, Fensterbankstein oder Gesimsstein. Formsteine können im Strangpressverfahren und als Handformsteine hergestellt werden. Form und Abmessungen sind im Einzelfall zu vereinbaren.

---

#### FORMSTEINE UND SPEZIALSTEINE



▲ Verschiedene Typen



▲ Technische Anwendung als Beispiel

# 1. BAUSTOFFKUNDE

## 1.6.1. EUROPÄISCHE MAUERZIEGELNORM DIN EN 771-1 UND CE-KENNZEICHNUNG

Seit dem 1. April 2005 gilt die europäische Mauerziegelnorm DIN EN 771-1 ganz offiziell in Deutschland. Diese detaillierte Mauerziegelnorm ist in der gesamten EU gültig und beschreibt sämtliche Regelungen zu Ausgangsstoffen, Herstellung und Anforderungen. Außerdem beschreibt sie ein europaweit vereinheitlichtes Verfahren für die Kennzeichnung und Materialprüfung von Mauerziegeln. Als die DIN EN 771-1 kurz nach ihrer Inkraftsetzung auch in der Bauregelliste B, Teil 1, veröffentlicht worden war, bestand – und besteht bis heute – für alle Mauerziegelhersteller die so genannte CE-Kennzeichnungspflicht.

Die Produzenten von Bauziegeln geben es mit dem Konformitätssignet CE quasi schriftlich: Ihre Bauprodukte sind im Sinne des Bauproduktgesetzes verwendbar. Außerdem bestätigen sie, dass die Bauziegel den legitimierten Eigenschaften der EU-Mauersteinnormen entsprechen. Das quasi zeitgleich mit der Norm DIN EN 771-1 beschlossene CE-Kennzeichen legt indes nur dar, dass die normierten Mauerziegel EU-weit angeboten werden dürfen. Das bedeutet: Ein CE-Kennzeichen ist somit kein Gütesiegel oder Ähnliches.

Zuständig für die Sicherheit bei der Anwendung von Bauprodukten jedweder Art bleiben die einzelnen EU-Staaten, nicht etwa die EU-Kommission in Brüssel. In Deutschland liegt die Verantwortung somit bei den Bauaufsichtsbehörden der Bundesländer. Lediglich CE-gekennzeichnete Mauerziegel, die eindeutig nicht den Qualitätsanforderungen der DIN 105-100 entsprechen, dürfen in der Bundesrepublik Deutschland nur gemeinsam mit der Anwendungsnorm DIN 20000-401 benutzt werden.

Allerdings: Eine Reihe über Jahrzehnte anerkannter Merkmale von Mauerziegeln kommen in der europäischen Mauerziegelnorm DIN EN 771-1 schlichtweg nicht vor. Deshalb hat sich die bundesdeutsche Bauaufsicht dazu entschlossen, eine so genannte Restnorm DIN 105-100 („Mauerziegel mit besonderen Eigenschaften“) einzuführen. Diese Restnorm basiert auf der früheren nationalen Mauerziegelnormreihe DIN 105. Und die, so die Argumentation, habe sich schließlich über einen langen Zeitraum bewährt.

# 1. BAUSTOFFKUNDE

## 1.6.2. DEFINITION VON MAUERZIEGELN

### Definition von Sichtmauerwerk

Es handelt sich um Mauerwerk, das außen oder innen verarbeitet werden kann. An die sichtbaren Flächen eines solches Mauerwerks werden spezielle Forderungen im Hinblick auf ihre Optik gestellt: Verarbeitet werden lediglich ausgesuchte, hochwertige Mauerziegel. Die Verarbeitung und Fugenausbildung muss ebenfalls auf einem hohen Niveau stattfinden. Ob das Mauerwerk tragend ist oder nicht, spielt in diesem Kontext keine Rolle.

### U Ziegel

Mauerziegel zu verwenden in ungeschütztem Mauerwerk.

### P Ziegel

Mauerziegel zu verwenden in geschütztem Mauerwerk.

### Mauersteine der Kategorie I

Mauersteine mit einer festgelegten Druckfestigkeit. Die Wahrscheinlichkeit, dass diese Festigkeit nicht erreicht wird, darf dabei nicht über fünf Prozent liegen. Das kann über den Mittelwert oder den charakteristischen Wert festgestellt werden.

### Mauersteine der Kategorie II

Mauersteine, die unter dem Vertrauensniveau der Kategorie I rangieren. Produzenten müssen mitteilen, ob der Mauerziegel unter die Kategorie I oder II fällt.

### 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. BAUSTOFFKUNDE

## 1.6.3. BEANSPRUCHUNG DES MAUERWERKS

### **Mauerwerk in stark angreifender Umgebung**

Mauerwerk oder Mauerwerksteile, die aufgrund der klimatischen Umstände wassergesättigt (starke Regenfälle, Grundwasser) und dabei zugleich einer relativ häufigen Frost-Tau-Wechselbeanspruchung ausgesetzt sowie nicht mit einem wirksamen Schutz dagegen ausgestattet sind.

#### **Beispiele:**

- Unverputztes Mauerwerk nahe der Erdoberfläche (zwei Schichten oberhalb und unterhalb). Durchfeuchtung und Frost können hier auftreten.
- Nicht verputzte Brüstungen, bei denen Durchfeuchtung und Frost auftreten können. Das sind beispielsweise Brüstungen ohne effektive Abdeckungen.
- Nicht verputztes Schornstein-Außenmauerwerk, bei dem Frost und Durchfeuchtung auftreten können.
- Freistehende Wände und Vorhangwände, bei denen Durchfeuchtung und Frost auftreten können, beispielsweise Wände ohne eine effektive Abdeckung.
- Stützmauern, bei denen Durchfeuchtung und Frost auftreten. Dazu gehören Wände ohne wirksame Abdeckung oder ohne Bauwerksabdichtung auf der Rückseite.

### **Mauerwerk in mäßig angreifender Umgebung**

Mauerwerk oder Mauerwerksteile, die während ihrer Nutzung Feuchte und Frost-Tau-Wechselbeanspruchung ausgesetzt sind, die aber nicht zu den Bauten in stark angreifender Umgebung gehören.

#### **Beispiele:**

- Es gibt Maßnahmen, die eine Durchfeuchtung des Mauerwerks unterbinden: Dazu gehört der Schutz der Wandkrone etwa durch ein überkragendes Dach oder mittels einer Abdeckung; ebenso Fensterbänke mit angefügter Kehle; schließlich Schichten am Kopf oder am Fuß von Wänden, die die Feuchte blockieren.

### **Mauerwerk in nicht angreifender Umgebung**

Dazu zählen Mauerwerke oder Mauerwerksteile, die so gelegen sind, dass sie nicht von einer Feuchte- und Frost-Tau-Wechselbeanspruchung betroffen sind.

# 1. BAUSTOFFKUNDE

## 1.7.1. ELEKTROINSTALLATION AUF BACKSTEIN

### Elektroinstallation als Gestaltungsmerkmal

Backsteinwände erfreuen sich bei Sanierungsobjekten, aber auch bei modernen Neubauten sowohl im Innen- als auch Außenraum immer größerer Beliebtheit.

Die klassische Aufputzinstallation der Elektroausstattung mit sichtbaren Kabeln, Leitungen und Rohren ist dabei häufig nicht nur eine Notwendigkeit, um die Wand möglichst wenig zu beschädigen, sondern wird gerne auch als bewusstes Stilmittel mit Retro-Touch eingesetzt. Moderne und designorientierte Aufputzvarianten von Schaltern, Steckdosen und Bedienelementen für die Gebäudesteuerung bieten eine große Auswahl an Funktionen, Farb- und Materialvarianten.

Etwas aufwendiger, aber durchaus möglich, ist auch die Unterputzinstallation. Hierbei werden die Leitungen unsichtbar verlegt, beispielsweise bei einer mehrschaligen Außenwand zwischen tragender Wand, Dämmebene und Vorsatzmauerschale. Moderne Funktechnik mit Wandsendern und Schaltern, Dimmern oder Smart-Home-Bedienelementen ermöglicht eine leitungs- und rohrfreie Optik und ist eine elegante Lösung, ohne die Backsteinwand zu strapazieren.

### BEISPIELE



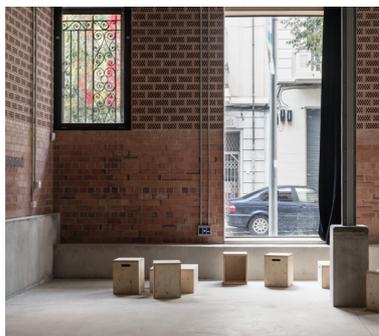
▲ Kulturzentrum La Lleialtat Santsenca, Spanien, HARQUITECTES © Adrià Goula



▲ House 1311 Castelldefels, Spanien, HARQUITECTES © Adrià Goula



▲ House 1101 in Sant Cugat del Vallès, Spanien, HARQUITECTES © Adrià Goula



▲ Kulturzentrum La Lleialtat Santsenca, Spanien, HARQUITECTES © Adrià Goula



▲ Einfamilienhaus, Münster © Roland Borgmann



▲ Familienvilla, München-Schwabing © Julia Schambeck

# 1. BAUSTOFFKUNDE

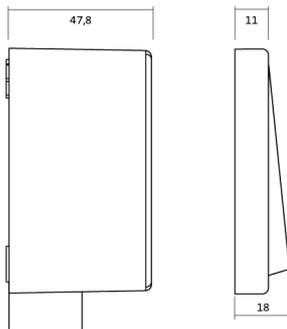
## 1.7.1. ELEKTROINSTALLATION AUF BACKSTEIN

### Elektroinstallation – Kombinationsmöglichkeiten

Moderne Gebäudetechnik umfasst Lösungen für das gesamte Spektrum der Elektroinstallation, darunter Schalter, Steckdosen, Dimmer, Systeme zur Steuerung von Beleuchtung, Verschattung, Klima und Multimedia bis hin zu kompletten Smart-Home-Anwendungen.

Die Kombinationsmöglichkeiten sind dabei je nach Hersteller und verbauter Serie sehr umfangreich. So lassen sich neben den klassischen Einfach- und Doppelanwendungen mithilfe von Mehrfachrahmen auch Vier- oder Fünffach-Kombinationen untereinander in Reihe realisieren. Die Integration von Schalter oder Tastsensor, Dimmer, Raumtemperaturregler, Audiokomponenten oder Steckdosen mit integriertem USB-Ladegerät ist damit kompakt und zügig möglich.

### PRINZIP UND KOMBINATIONSMÖGLICHKEITEN



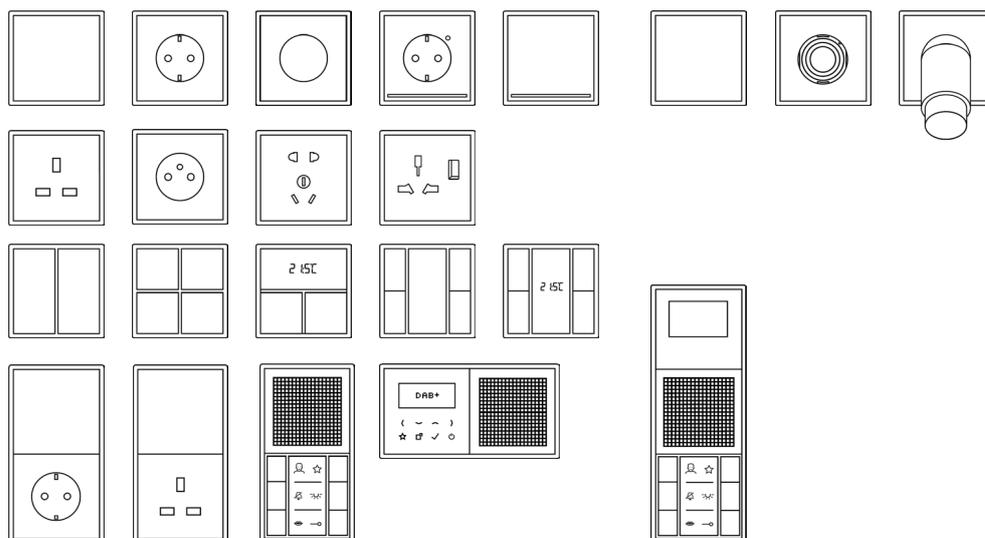
▲ Seitenansicht Aufputzschalter (l), Unterputzschalter (r), Angaben in mm



▲ Beispiel Aufputzschalter © JUNG



▲ Beispiel Unterputzschalter © JUNG



▲ Komponenten für Unterputz- und Aufputz-Integration

# BILDNACHWEISE

Kapitel	Seitenzahl
<b>1. Baustoffkunde</b> .....	<b>1-14</b>
1.1.1. Zweischalige Wand – Bauen mit Backstein .....	1
<b>2 Grafiken</b>	
Zweischalige Wand, © Initiative Bauen mit Backstein	
1.1.1. Zweischalige Wand – Bauen mit Backstein .....	2
<b>Bild oben links</b>	
Fritz-Höger-Preis 2014, Umbau Atelierhaus Dubsstrasse, Boltshauser Architekten, © Beat Bühler	
<b>Bild oben mitte</b>	
Fritz-Höger-Preis 2014, St. Lukas Art School Brussels, Poponcini & Lootens, © Toon Grobet	
<b>Bild oben rechts</b>	
Fritz-Höger-Preis 2014, Parkhaus Jahrhunderthalle Bochum, raumwerk, © Thomas Koculak	
<b>Bild unten links</b>	
Fritz-Höger-Preis 2014, Siza-Pavillon Insel Hombroich, Alvaro Siza / Rudolf Finsterwalder, © Tomas Riehle	
<b>Bild unten mitte</b>	
Fritz-Höger-Preis 2014, Kantana Film and Animation Institute, Boonserm Premthada, © Boonserm Premthada	
1.2.1. Herstellung .....	3
<b>Bild oben links</b>	
Mauerziegel bestehen aus Lehm und Tonerden © Initiative Bauen mit Backstein	
<b>Bild oben mitte</b>	
Unterschiedliche natürliche Beschaffenheit des Rohmaterials © Initiative Bauen mit Backstein	
<b>Bild oben rechts</b>	
Schließlich erfolgt das Brennen im Ringoder Tunnelofen © Initiative Bauen mit Backstein	
<b>Bild unten links</b>	
Mauerziegel geformt im Strangpressverfahren. © Initiative Bauen mit Backstein	
<b>Bild unten mitte</b>	
Formung im Handschlagverfahren © Initiative Bauen mit Backstein	
<b>Bild unten rechts</b>	
Ofenwagen mit Besatz © Initiative Bauen mit Backstein	

# BILDNACHWEISE

Kapitel	Seitenzahl
1.2.1. Herstellung .....	4
<b>Bild oben links</b>	
Schwarzer Ziegel (STRANGPRESSZIEGEL)	
© Initiative Bauen mit Backstein	
<b>Bild oben mitte</b>	
Roter Ziegel (WASSERSTRICHZIEGEL)	
© Initiative Bauen mit Backstein	
<b>Bild oben rechts</b>	
Sand Ziegel (HANDSTRICHZIEGEL /HANDFORMZIEGEL)	
© Initiative Bauen mit Backstein	
1.3.1. Farbigkeit und Strukturen .....	5
<b>Bilder</b>	
Beispielhafte Variationen von Backstein	
© Initiative Bauen mit Backstein	
1.4.1. Formate .....	6-7
<b>5 Bilder</b>	
Verschiedene Formate	
© Initiative Bauen mit Backstein	
<b>8 Grafiken</b>	
Formate	
© Initiative Bauen mit Backstein	
1.5.1. Formate / Formsteine .....	9
<b>2 Bilder</b>	
Verschiedene Typen	
© Initiative Bauen mit Backstein	
<b>Grafik</b>	
Technische Anwendung als Beispiel	
© Initiative Bauen mit Backstein	

# BILDNACHWEISE

Kapitel	Seitenzahl
1.7.1. Elektroinstallation auf Backstein .....	13
<b>Bild oben links</b>	
Kulturzentrum La Lleialtat Santsenca, Spanien, HARQUITECTES	
Quelle JUNG, © Adrià Goula	
<b>Bild oben Mitte</b>	
House 1311 Castelldefels, Spanien, HARQUITECTES	
Quelle JUNG, © Adrià Goula	
<b>Bild oben rechts</b>	
House 1101 in Sant Cugat del Vallès, Spanien, HARQUITECTES	
Quelle JUNG, © Adrià Goula	
<b>Bild unten links</b>	
Kulturzentrum La Lleialtat Santsenca, Spanien, HARQUITECTES	
Quelle JUNG, © Adrià Goula	
<b>Bild unten Mitte</b>	
Einfamilienhaus, Münster	
Quelle JUNG © Roland Borgmann	
<b>Bild unten rechts</b>	
Familienvilla, München-Schwabing	
Quelle JUNG © Julia Schambeck	
1.7.1. Elektroinstallation auf Backstein .....	14
<b>Grafik oben links</b>	
Prinzip	
© JUNG	
<b>Bild oben Mitte</b>	
Beispiel Aufputzschalter	
© JUNG	
<b>Bild oben rechts</b>	
Beispiel Unterputzschalter	
© JUNG	
<b>Grafiken unten</b>	
Komponenten für Unterputz- und Aufputz-Integration	
© JUNG	

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>2. Konstruktion</b> .....	<b>1-51</b>
2.1.1. Entwurf und Konstruktion .....	1
2.1.2. Maßordnung .....	2
2.2.1. Das Prinzip der zweischaligen Wand .....	4
2.2.2. Bauweisen Zweischalige Wand nach DIN EN 1996 (EC 6) .....	5
2.2.3. Zweischalige Wand teilweise mit Wärmedämmung .....	6
2.2.4. Zweischalige Wand ganz mit Wärmedämmung .....	7
2.3.1. Statik .....	8
2.3.2. Statik – Abfangungen .....	9
2.3.3. Statik – Luftschichtanker .....	11
2.4.1. Verband und Fuge .....	15
2.4.2. Mörtel und Zusätze .....	22
2.4.3. Mauerverbände .....	24
2.4.4. Zierverbände .....	26
2.4.5. Dehnungsfugen in der Außenschale .....	27
2.4.6. Vertikale Dehnungsfugen .....	29
2.4.7. Horizontale Dehnungsfugen .....	31
2.5.1. Elementbau .....	32
2.5.2. Verblendsturz .....	34
2.5.3. Fenstersohlbank .....	41
2.5.4. Sonderbauteile .....	43
2.5.5. Fassaden .....	45
2.6.1. Elektroplanung Grundlagen .....	47
2.6.2. Aufputzinstallation .....	49
2.6.3. Unterputzinstallation .....	50
2.6.4. Funkbasierte Systeme .....	51

## 2. KONSTRUKTION

### 2.1.1. ENTWURF UND KONSTRUKTION

#### Konstruktion gestalten

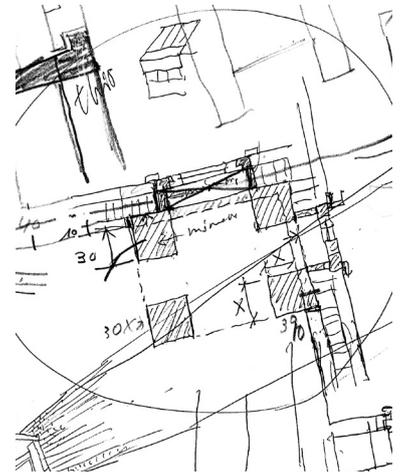
Die konstruktiven Gesetzmäßigkeiten des Mauerwerksbaus bestimmen Form, Fassaden- und Grundrissgestaltung von Gebäuden. Die Architektur des Mauerwerksbaus ist das Resultat aus dem Zusammenwirken von Material, Bauweise und Bauprozess. Steinqualitäten und Techniken, insbesondere deren Weiterentwicklung, haben starken Einfluss auf die architektonischen Möglichkeiten – vom Detail zum Ganzen. Der ursprünglich rein handwerkliche Mauerwerksbau verändert sich zu einer zwar noch handwerklich geprägten, dennoch immer mehr industrialisierten Baumethode. Nach wie vor gelten allerdings die überlieferten Grundregeln:

Der Mauerstein als maßgebendes Modul definiert ein geometrisches Ordnungsprinzip für Tragsysteme, Raumgestaltung und Gebäudehülle. Steinformate und Verbände prägen sichtbares und auch nicht sichtbares Mauerwerk. Die Abtragung der Lasten ist für den Mauerwerksbau grundlegendes Konstruktionsprinzip. Abhängig von den Eigenschaften der Baustoffe und Bauteile, entscheidet es über Wand- und Baukörperstrukturen, den Wechsel von Öffnungen und Mauerverbund, über die Schlankheit von Wänden.

Mit der zweischaligen Wand eröffnen sich für den Mauerwerksbau neue Dimensionen. Entwickelt zum Schlagregenschutz in den Küstengebieten, erfüllt die zweischalige Bauweise heute insbesondere die hohen Ansprüche an den Wärme- und Schallschutz. Die Regeln der Bauphysik fordern multifunktionale Gebäudehüllen, die Aufteilung der unterschiedlichen Funktionen von Außenwänden in mehrere Schichten. Das Resultat sind hochwärmedämmende Gebäudehüllen, die die Auflagen der Energieeinsparverordnung ebenso erfüllen wie die Ansprüche der Bewohner an Komfort und Behaglichkeit.

Die Forderung Konstruktion zu gestalten erhält über die moderne Befestigungstechnik eine besondere Bedeutung. Denn das alte Prinzip des Mauerwerksbaus Hülle gleich Tragwerk gilt für die zweischalige Wand nur bedingt. Abfangungen aus Edelstahlkonsolen und Stahlbetonkonstruktionen, außerdem ein breites Spektrum an vorgefertigten Standard- und Sonderbauteilen ermöglichen Gestaltungen über die dem Mauerwerk gemäße Tektonik hinaus.

#### BAUKONSTRUKTIONEN



▲ Fritz-Höger-Preis 2014,  
Siza-Pavillon Insel Hombroich  
© Alvaro Siza, Rudolf Finsterwalder



▲ Fritz-Höger-Preis 2014,  
Mapungubwe Interpretive Centre,  
Light Earth Designs  
© Obie Obermeyer

## 2. KONSTRUKTION

### 2.1.2. MASSORDNUNG

#### Steinformat, Bauricht und Baunenmaß

Zur Mauerwerk gerechten Planung und Ausführung sollte jedem Bauwerk ein Maßsystem der Mauersteine zugrunde gelegt werden. Die Maßordnung bestimmt wesentlich das Erscheinungsbild von Sichtmauerwerksbauten.

Im Folgenden wird das oktametrische Maßsystem erläutert. In Deutschland gilt die DIN 4172 Maßordnung im Hochbau, die auf einem Modul von 12,5 cm basiert. Dieses umfasst Stein und Mörtelfuge, ausgehend von 1,0 cm Fuge. Die Maße von Steinen und Bauteilen beruhen auf dem Modul bzw. geradzahligem Vielfachen.

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.

#### Steinformate

Länge l, Breite b, Höhe h (in mm)

#### Dünnformat DF

240 / 115 / 52

#### Normalformat NF

240 / 115 / 71

#### 1 1/2 NF = Zweifaches Dünnformat 2 DF

240 / 115 / 113

Für Vormauerziegel und Klinker gibt es noch eine Reihe weiterer Formate, die jedoch nicht auf dem oktametrischen Maßsystem beruhen (siehe Formate 1.4.1 u. 1.5.1).

## 2. KONSTRUKTION

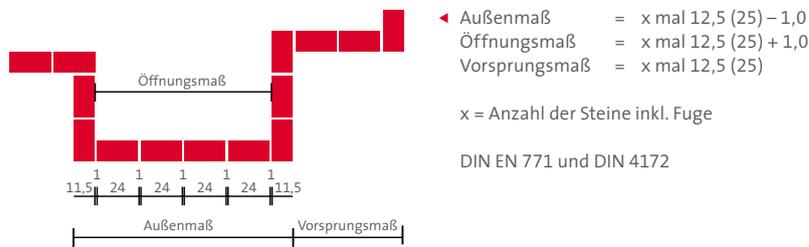
### 2.1.2. MASSORDNUNG

#### Bauteilinnenmaße

Das Modul 12,5 mit seinen Vielfachen ist ebenfalls Grundlage der Baurichtmaße: Aus diesen ergeben sich durch Abzug oder Addition des Fugenmaßes von 1,0 cm die Bauteilinnenmaße (siehe untere Grafik).

Die Vorzugsgrößen von Öffnungen (Türen und Fenster) sind auf die Maßordnung abgestimmt. In der Praxis können die Maße nicht exakt eingehalten werden. Daher wird durch Quetschen oder Strecken (nicht mehr als 1,5 cm) der Stoßfugen Passgenauigkeit hergestellt.

#### BAURICHTMAßE



#### Modulordnung

Neben der oktametrischen besteht außerdem eine dezimetrische Maßordnung: die Modulordnung nach DIN 18000. Die Einheiten der Modulordnung sind das Grundmodul  $M = 10 \text{ cm}$  und die Multimodulen genannten ganzzahligen Vielfachen. Waagerechte Multimodule sind  $3 M = 30 \text{ cm}$ ,  $6 M = 60 \text{ cm}$  und  $12 M = 120 \text{ cm}$ . Die Modulordnung folgt einem räumlichen, rechtwinkligen Koordinatensystem (Basis  $10 \text{ cm}$ ) als Bezugssystem für Bauteile und Bauwerke. Um der dezimetrischen Maßordnung gerecht zu werden, werden spezielle Steine gefertigt. Für den Mauerwerksbau ist auf Grund der üblichen Steinmaße das oktametrische Maßsystem jedoch günstiger: konstruktiv und gestalterisch.

Andererseits bestehen Möglichkeiten, Mauerwerksbauteile dem dezimetrischen System in den Längen anzupassen:

- Ausgleich über Variation der Dicke von Stoßfugen des Mauerwerks und von Anschlussfugen.
- Mitverwendung von Steinen, die wenigstens in einer Kantenlänge die Maße  $17,5 \text{ cm}$  oder  $30 \text{ cm}$  aufweisen – diese entsprechen den Nennmaßen der DIN 4172.
- Mitverwendung passender Teilsteine, die auf der Baustelle durch Schlagen oder mit der Trennscheibe hergestellt werden.

## 2. KONSTRUKTION

### 2.2.1. DAS PRINZIP ZWEISCHALIGE WAND

#### Norm und Praxis

Nach DIN EN 1996 (EC 6) sind zwei Ausführungsvarianten für zweischalige Wandkonstruktionen möglich: die zweischalige Wand mit Luftschicht, der Schalenzwischenraum enthält keine Dämmung und die zweischalige Wand mit Wärmedämmung im Schalenzwischenraum.

Aus energetischen, konstruktiven und baupraktischen Gründen ist das zweischalige Mauerwerk mit Dämmung bewährter Stand der Technik. Die zweischalige Wand mit Dämmung bietet nicht nur die bewährten bauphysikalischen Eigenschaften des zweischaligen Prinzips, sondern erfüllt auch sämtliche Anforderungen an moderne Außenwandkonstruktionen.

Alle Erläuterungen gelten auch, wenn eine Luftschicht erwünscht ist.

## 2. KONSTRUKTION

### 2.2.2. BAUWEISEN ZWEISCHALIGE WAND NACH DIN EN 1996 (EC 6)

#### Ausführungsvarianten nach DIN EN 1996 (EC 6)

Im EC 6 werden zwei Ausführungsvarianten für zweischalige Wandkonstruktionen aufgeführt. Hauptunterscheidungsmerkmal ist die Anordnung bzw. das Weglassen einer zusätzlichen Wärmedämmschicht. Es wird unterschieden zwischen zweischaligen Außenwandkonstruktionen:

#### Mit Wärmedämmung:

- Zweischalige Außenwand teilweise mit Wärmedämmung ausgefüllt
- Zweischalige Außenwand ganz mit Wärmedämmung ausgefüllt

#### Ohne Wärmedämmung:

- Zweischalige Außenwand mit Luftschicht

Die Konstruktion ohne Wärmedämmung findet bei hochwärmedämmenden Innenschalen (z.B.) Ziegelmauerwerk Anwendung.

#### 1. Zweischalige Außenwand mit Wärmedämmung

##### a) teilweise mit Wärmedämmung ausgefüllt

Diese Konstruktion ist die am häufigsten ausgeführte Bauweise. Grundsätzlich bewährt, jedoch in der korrekten Ausführung sehr anspruchsvoll.

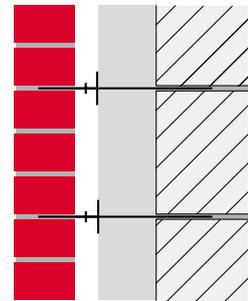
##### b) ganz mit Wärmedämmung ausgefüllt

Auf Grund einfacher und sicherer Verarbeitung – unter Berücksichtigung feuchtetechnischer Vorkehrungen – und des hohen Wärmeschutzes entwickelt sich diese Variante zur Regelkonstruktion für zweischalige Wände.

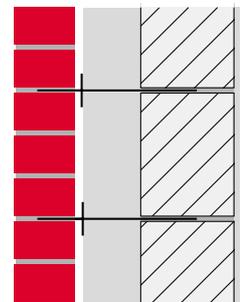
#### 2. Zweischalige Außenwand mit Luftschicht

Die wirksame Trennung von Außen- und Innenschale wird seit über hundert Jahren in Gebieten mit hoher Schlagregenbeanspruchung erfolgreich eingesetzt.

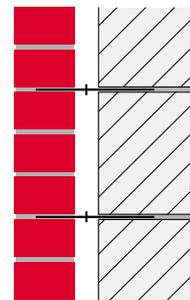
#### ZWEISCHALIGE AUßENWAND



▲ teilweise mit Wärmedämmung ausgefüllt



▲ ganz mit Wärmedämmung ausgefüllt



▲ mit Luftschicht

## 2. KONSTRUKTION

### 2.2.3. ZWEISCHALIGE WAND TEILWEISE MIT WÄRMEDÄMMUNG

#### Bauweise nach Norm

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.

Die Vormauerschale aus frostbeständigen Mauersteinen dient dem Schlagregenschutz und darf durchaus feucht werden. Feuchtigkeit trocknet durch die Luftzirkulation in der Luftschicht zwischen den Schalen ab. Um eine Hinterlüftung zu gewährleisten, muss die Luftschicht mindestens 4 cm dick sein.

#### An die Luftschicht werden außerdem folgende Anforderungen gestellt:

- Die Mindestdicke von 4 cm darf in der gesamten Wandhöhe nicht durch Mörtelreste oder andere Gegenstände eingeengt werden.
- Durch die Anordnung von Lüftungsöffnungen am Fußpunkt und am oberen Ende des Verblendmauerwerks muss eine Luftzirkulation im Hohlraum gewährleistet sein.
- Bei Unterbrechungen im Hohlraum, etwa durch Fensterbänke, sollten zusätzliche Lüftungsöffnungen im Verblendmauerwerk vorgesehen werden.

#### Feuchteschutz

Die Innenschalen und die Geschossdecken sind an den Fußpunkten der Zwischenräume der Wandschalen gegen Feuchtigkeit zu schützen. Die Abdichtung – am besten mit bitumenbeständigen Folien – ist im Bereich des Zwischenraumes mit Gefälle nach außen, im Bereich der Außenschale horizontal zu verlegen. Dieses gilt auch bei Fenster- und Türstürzen, sowie im Bereich von Sohlbänken. Die Aufstandsfläche muss so beschaffen sein, dass ein Abrutschen der Außenschale auf ihr nicht eintritt. Die Dichtungsbahn für die untere Sperrschicht muss DIN 18533 entsprechen. Sie ist bis zur Vorderkante der Außenschale zu verlegen, an der Innenschale hochzuführen und zu befestigen. Die Dichtungsbahn muss unterstützt werden, sei es durch einen Dämmkeil oder durch eine Untermörtelung. Die Öffnungen zur Hinterlüftung sind in der 1. Steinschicht vorzusehen.

#### Fassadenbilder

Die Öffnungen zur Hinterlüftung und Entwässerung, meist offene Stoßfugen, sind empfohlene und typische Kennzeichen der zweischaligen Wand. Diese sind technische Notwendigkeit und zugleich Gestaltungselement der unterschiedlichsten Fassadenbilder.

## 2. KONSTRUKTION

### 2.2.4. ZWEISCHALIGE WAND GANZ MIT WÄRMEDÄMMUNG

#### Bauweise nach Norm

Die zweischalige Wand ganz mit Dämmung ausgefüllt besteht aus drei Schichten: der tragenden Innenschale (Hintermauerschale), der nichttragenden Außenschale (Vormauerschale) und der Dämmschicht. Zusätzlich ist ein Fingerspalt zwischen Dämmung und Außenschale von 1 bis 2 cm sinnvoll. Der gesamte Hohlraum kann vollständig mit geeigneten Wärmedämmstoffen verfüllt werden. In den Außenschalen dürfen Vormauerziegel und Klinker verwendet werden, deren Frostwiderstandsfähigkeit nach DIN EN 771-1 geprüft wurde.

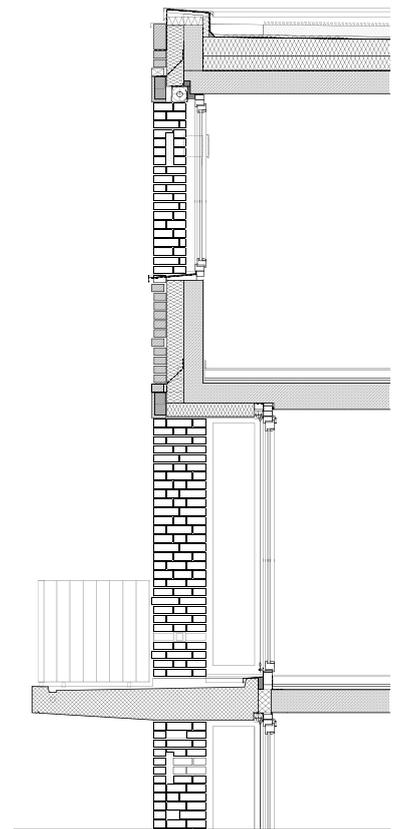
Auf die vollfugige Vermauerung der Verblendschale und die sachgemäße Verfüugung der Sichtflächen ist besonders zu achten. Entwässerungsöffnungen können nach DIN EN 1996 angeordnet werden.

#### Feuchteschutz

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 DIN 4108-10. Die Dämmstoffe müssen wasserabweisend sein, z. B. hydrophobierte Faserdämmstoffplatten oder Hartschaumplatten. Platten und mattenförmige Mineral-faserdämmstoffe sind dichtzustoßen, Platten aus Schaumkunststoffen so auszubilden und zu verlegen (Stufenfalz, Nut und Feder), dass ein Wasser-durchtritt an den Stoßstellen dauerhaft verhindert wird (Feuchteschutz Fußpunkt siehe 2.2.3).

◀ AKTUELLE INFORMATIONEN!

#### BEISPIEL BAUKONSTRUKTION



▲ Fritz-Höger-Preis 2017, Fassadenschnitt  
Auszug, Wohnbebauung mit Kinderhaus  
© Palais Mai

## 2. KONSTRUKTION

### 2.3.1. STATIK

#### Tragsystem

Der EC6 regelt die Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten. Bei der Bemessung ist die Dicke der Hintermauerschale über die gesamte Länge anzurechnen. Schalenzwischenräume können in Abhängigkeit der Wärmeleitfähigkeit des Materials für die Innenschale minimiert werden.

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.

Neben der Bemessung und Befestigung von Vormauerschalen durch Drahtanker umfasst das Thema Statik auch die Anordnung von Dehnungsfugen. Wichtig ist vollfugiges Vermörteln und die Einlagerung der Bewehrungsstäbe in Normalmörtel der Mörtelgruppen  $\geq$  IIa. Auch Mörtel der Mörtelklasse (M5) nach DIN EN998-2 können verwendet werden.

#### ◀ AKTUELLE INFORMATIONEN!

#### BEISPIELE KONSTRUKTIONEN



▲ Fritz-Höger-Preis 2014,  
Duikklok Tilburg, Bedaux de Brouwer  
Architecten © Tim van de Velde



▲ Fritz-Höger-Preis 2014,  
Saw Swee Hock Student Centre,  
O'Donnell + Tuomey Architects  
© Dennis Gilbert

## 2. KONSTRUKTION

### 2.3.1. STATIK

#### Abfangungen sind vorgeschrieben:

- Bei Außenschalen von 115 mm Dicke in Höhenabständen von mindestens 12 m. Die Steine dürfen bis zu 25 mm über ihr Auflager vorstehen. Ist die 115 mm dicke Außenschale jedoch nicht höher als zwei Geschosse bzw. wird alle zwei Geschosse abgefangen, darf sie bis zu 38 mm über ihr Auflager vorstehen. Die Fugen dürfen entweder als Fugenglattstrich oder als nachträgliche Verfugung, letztere mindestens 15 mm flankensauber ausgekratzt, ausgeführt werden.
- Bei Außenschalen mit Dicken von  $105 < 115$  mm, die nicht höher als 25 m über Gelände geführt werden dürfen. Diese sind in Höhen von 6 m abzufangen. Diese Außenschale darf maximal 15 mm über ihr Auflager vorstehen. Die Fugen dürfen entweder als Fugenglattstrich oder als nachträgliche Verfugung, letztere mindestens 15 mm flankensauber ausgekratzt, ausgeführt werden.
- Bei Außenschalen mit Dicken von  $90 < 105$  mm, die nicht höher als 20 m über Gelände geführt werden dürfen. Diese sind ebenfalls in Höhen von 6 m abzufangen. Sie dürfen bis zu 15 mm über ihr Auflager vorstehen. Die Fugen müssen als Fugenglattstrich ausgeführt werden.
- Bei Gebäuden mit bis zu zwei Vollgeschossen darf ein Giebeldreieck bis 4 m Höhe ohne zusätzliche Abfangung ausgeführt werden.

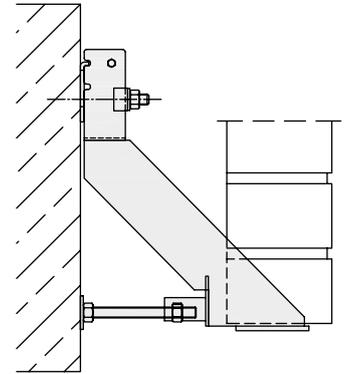
Für die Abfangung stehen Einzelkonsolanker, Winkelkonsolanker mit Aufhängeschlaufen für Stürze, Fertigteilsturz-Abfangungen, Attikaverblendanker und Einmörtelkonsolen aus Edelstahl zur Verfügung.

Alle Systeme zur Verankerung, insbesondere Kombisysteme aus Dübel und Anker für die nachträgliche Montage, müssen bauaufsichtlich zugelassen sein. Innenschalen und Geschossdecken sind an Fußpunkten des Zwischenraumes und an den Berührungspunkten (Fenster, Türen) vor Feuchtigkeit zu schützen. Zudem muss ein Abrutschen der Außenschale verhindert werden.

#### Konsolanker und Schienen

Konsolanker in Verbindung mit Schienen, Auflagerwinkeln und Sturzabfangungen – allesamt aus nichtrostendem Edelstahl – sind die Grundlage für die Gestaltungsvielfalt zweischaliger Wände. Konsolanker sind für unterschiedliche Laststufen (3,5 kN bis 10,5 kN) einsetzbar. Ihre Justierbarkeit ermöglicht einen stufenlosen Ausgleich (+/- 35 mm) von Bautoleranzen.

#### KONSOLANKER



▲ Ausführungsbeispiel: Detail, © MODERSOHN®



▲ Ausführungsbeispiel: Abfangung Sturz

## 2. KONSTRUKTION

### 2.3.2. STATIK – ABFANGUNGEN

#### ABFANGUNGEN AUSFÜHRUNGSBEISPIELE



- ▲ EK-D-Justierbare Druckschraube  
Laststufen: 3,5 kN–25 kN,  
Wandabstände: 20 mm–370 mm,  
Höhenjustierung: ± 25 mm



- ▲ EK-U-Universalanker  
Laststufen: 3,5 kN–25 kN,  
Wandabstände: 20 mm–370 mm,  
Höhenjustierung: ± 25 mm



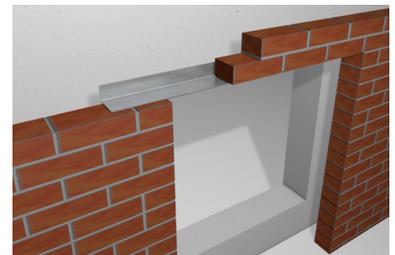
- ▲ EK-W Die flexible Lösung bei kleinen Lasten  
Laststufen: 1,8 kN–3,5 kN,  
Wandabstände: 20 mm–370 mm,  
Höhenjustierung: ± 25 mm



- ▲ EK-L Mit längerem Auflager  
Laststufen: 3,5 kN–25 kN,  
Wandabstände: 20 mm–370 mm,  
Höhenjustierung: ± 25 mm



- ▲ EK-M Für nachträgliche Verankerung im  
Verblendmauerwerk Laststufen: 3,5 kN–7,0 kN,  
Wandabstände: 20 mm–200 mm



- ▲ WA-Ü/WA-Z  
Auflagerbreite: 90, 95 und 100 mm,  
Öffnungsbreite: bis 2,26 m (> auf Anfrage)



- ▲ FB-D Justierbare Druckschraube  
Laststufen: 3,5 kN–25,0 kN,  
Wandabstände: 20 mm–370 mm,  
Höhenjustierung: ± 25 mm

Grafiken: © MODERSOHN®

## 2. KONSTRUKTION

### 2.3.3. STATIK – LUFTSCHICHTANKER

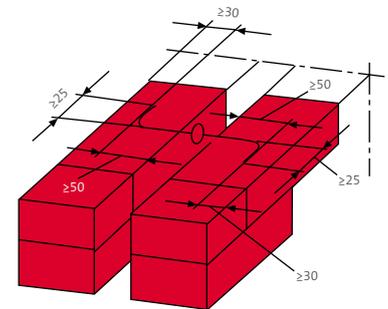
#### Allgemeine Bestimmungen Luftschichtanker DIN EN 1996

Luftschichtanker dienen als Verbindung für das zweischalige Mauerwerk. Die Mauerwerksschalen sind durch Anker aus nichtrostendem Stahl nach bauaufsichtlicher Zulassung 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 m<sup>2</sup> Wandfläche beträgt 7 Anker. Diese Anzahl kann unter gewissen Umständen auf 5 Anker reduziert werden. Außerdem sind an allen freien Rändern (Öffnungen, Gebäudeecken, Dehnungsfugen, oberen Enden der Vormauerschale) zusätzlich drei Drahtanker je Meter Randlänge anzubringen. Die Ankeranzahl richtet sich nach der Zulassung des jeweiligen Ankerherstellers, da alle verwendbaren Anker bauaufsichtlich geregelt sind.

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 mindestens 4 mm beträgt. Die Länge der Anker soll so bemessen sein, dass der Anker 50 mm im Mauerwerk einliegt 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.

#### DRAHTANKER



▲ nach DIN EN 1996 (EC6):  
Einbindungstiefe jeweils 50 mm,  
zusätzlich 25 mm abgewinkelt

## 2. KONSTRUKTION

### 2.3.3. STATIK – LUFTSCHICHTANKER

Je nach Baumaterial der tragenden Wand (Kalksandstein, Beton, Porenbeton, Mauerwerk aus Mauerziegel) stehen verschiedene Drahtankertypen zur Verfügung, die eingelegt oder eingebohrt werden. Beim gleichzeitigen Bau (Neubau) werden Luftschtanker in die Mörtelfugen beider Mauer-schalen eingelegt. Bei nachträglicher Errichtung der Vormauerschale werden Luftschtanker eingebohrt. Anker für Beton müssen immer eingebohrt werden. 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.

#### Mindestanzahl von Drahtankern

Gebäudehöhe	Mindestanzahl $n_{\text{min}}$ von Drahtankern je $\text{m}^2$ Wandfläche (Windzonen nach DIN EN 1991-1-1-4/NA)		
	Windzonen 1 bis 3 Windzone 4 Binnenland	Windzone 4 Küste der Nord- und Ostsee und Inseln der Ostsee	Windzone 4 Inseln der Nordsee
$h \leq 10 \text{ m}$	7 <sup>a</sup>	7	8
$10 \text{ m} < h \leq 18 \text{ m}$	7 <sup>b</sup>	8	9
$18 \text{ m} < h \leq 25 \text{ m}$	7	8 <sup>c</sup>	-

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

An allen freien Rändern (von Öffnungen, an Gebäudeecken, entlang von Dehnungsfugen und an den oberen Enden der Außenschalen) sind zusätzlich 3 Anker je Meter Randlänge anzuordnen.

#### BEISPIEL AUSFÜHRUNG



▲ Ausführungsbeispiel: Luftschtanker

## 2. KONSTRUKTION

### 2.3.3. STATIK – LUFTSCHICHTANKER

#### Luftschichtankertypen

##### Multi-Luftschichtanker 100 bis 170 mm (Einlegen)

Die Multi-Luftschichtanker sind bauaufsichtlich zugelassen für die Normalmörtel- und Dünnbettfuge des Hintermauerwerks. Die Einbindelänge für die Normalmörtelfuge der Vormauerschale beträgt 60 mm. Die Anker werden nicht mehr abgewinkelt.

##### Die Multi-Plus-Luftschichtanker 120 bis 250 mm (Einlegen)

Die Multi-Plus-Luftschichtanker sind bauaufsichtlich zugelassen für die Normalmörtel und Dünnbettfuge des Hinter- und Vormauerwerks. Die Einbindelänge der Anker in der Dickbettfuge der Vormauerschale liegt zwischen 60 bis 90 mm, beim Dünnbettverfahren zwischen 50 und 75 mm. Die Anker werden nicht mehr abgewinkelt.

##### Luftschichtanker Typ DUO 40 bis 150 mm (Einlegen)

Anderer für den Einsatz in der Dünnbettfuge zugelassene Anker sind erst ab 100 mm Schalenabstand zugelassen. Die Entwicklung hochwärmedämmenden Hintermauerwerks mit innen liegender Dämmung erlaubt Schalenabstände kleiner als 100 mm bis zum Minimalabstand von 40 mm.

#### BEISPIEL AUSFÜHRUNG

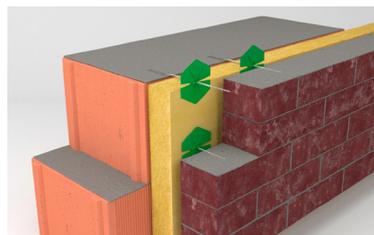


▲ Ausführungsbeispiel: Eingelegte Luftschichtanker

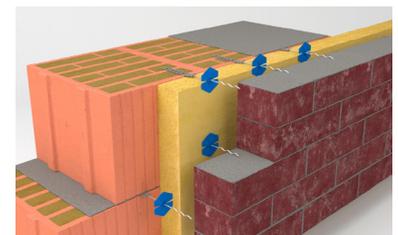
#### LUFTSCHICHTANKERTYPEN



▲ ISO-Clip Dämmstoff-Klemmscheibe



▲ Typ Multi



▲ Typ DUO



▲ Anker, Typ Multi



▲ Anker, Typ Duo

## 2. KONSTRUKTION

### 2.3.3. STATIK – LUFTSCHICHTANKER

#### Dübelanker ZV-Welle bis 205 mm (Einbohren)

Das System findet Anwendung bei der nachträglichen Verblendung und Isolierung von bestehendem Mauerwerk aus Vollstein bzw. Beton. Durch die Welle am Ankerende entfällt das Abwinkeln in die Vormauerschale.

#### Porenbeton Luftschichtanker PB 10 bis 250mm (Einbohren)

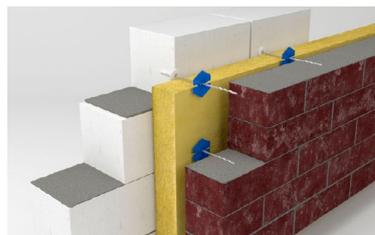
Das System findet Anwendung bei der nachträglichen Verblendung und Isolierung wo die Hintermauerschale aus Porenbeton besteht.

---

#### LUFTSCHICHTANKERTYPEN



▲ Typ Dübelanker ZV-Welle



▲ Typ Porenbeton Luftschichtanker PB 10



▲ Anker, Typ ZV-Welle



▲ Anker, Typ PB10

## 2. KONSTRUKTION

### 2.4.1. VERBAND UND FUGE

#### Bautechnik und Gestaltung

Verband und Fuge verleihen dem Sichtmauerwerk sein typisches, dabei durchaus individuelles Erscheinungsbild. Über die Jahrhunderte wurden unterschiedliche (regionale) Vermauerungsarten entwickelt – ob feste Muster wie der Läuferverband oder unregelmäßige Anordnungen wie der Wilde Verband. Im Bereich der Fuge lassen sich Maßtoleranzen der Vormauerziegel und Klinker, die bei der Herstellung auftreten, ausgleichen. Die Verbände und Fugen haben zunächst konstruktive Funktionen wie Mindestüberdeckung und haftschlüssige Verbindung der Steine. So müssen Stoß- und Lagerfugen übereinanderliegender Schichten versetzt sein:

Das Überbindemaß  $\ddot{u}$  muss  $\geq 0,4 h \geq 45 \text{ mm}$  betragen, wobei  $h$  die Steinhöhe (Nennmaß) ist. Der größere Wert ist maßgebend. Die Steine einer Schicht müssen in einer Höhe vermauert sein. Verbände dienen außerdem der Gestaltung, ob in rein konstruktiver Form oder mittels Zierverbänden sowie der Fugenausbildung (glatt, schräg, konkav). Dehnungsfugen gewährleisten außerdem thermisch und statisch bedingte Bewegungen des Mauerwerks. Die Anordnung erfolgt nach statischen Anforderungen – die geschickte Anwendung der Statik bietet dennoch einen gewissen Freiraum in der Gestaltung.

#### Mörtelfugen im Verblendmauerwerk

Die Fuge hat als Bindeglied der Einzelelemente konstruktive Bedeutung und spielt auch als Gestaltungsmittel eine wichtige Rolle. Mit der Wahl der Fugenstruktur und -farbe kann das Erscheinungsbild der Fassade entscheidend beeinflusst werden. Eine tief zurückliegende Fuge beispielsweise verstärkt die Licht- und Schattenwirkung durch dunklen Schattenwurf. Bündig mit der Mauerwerksoberfläche ausgebildete Fugen werfen keinen Schatten, betonen aber dafür die Gesamtläche der Wand.

Dies wird dadurch ermöglicht, dass der Mauermörtel gleich im Zuge der Mauerarbeiten glatt gestrichen wird. Dadurch wird ein homogenes, durchgehendes Fugenbett hergestellt. Die Mörtelfugen im Verblendmauerwerk können auch zur Betonung der plastischen Wirkung der Fassade zurückliegend und abgeschrägt ausgebildet werden. Die bisherigen Erfahrungen mit vielen Ziegelfassaden in Norddeutschland haben gezeigt, dass zurückliegende Fugen im Verblendmauerwerk als schlagregensicher und dauerhaft anzusehen sind. Allerdings ist die Herstellung dieser Fugen wegen der zurückliegenden Form mit mehr Arbeitsaufwand verbunden. Im Allgemeinen sollen die Stoßfugen 1,0 cm und die Lagerfugen ca. 1,2 cm dick sein. Kleine Abweichungen sind zulässig.

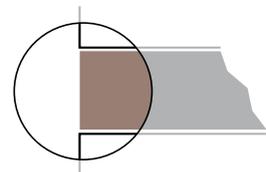
#### ◀ AKTUELLE INFORMATIONEN!

#### BEISPIEL VERBAND

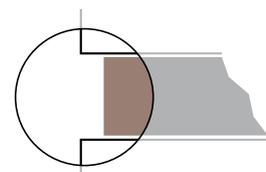


▲ Fritz-Höger-Preis 2014, Prolin, Läuferverband, WEBERWÜRSCHINGER, © Stefan Meyer

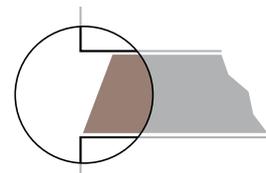
#### MÖRTELFUGEN AUSBILDUNG



▲ Glattausgeführte Fuge



▲ Zurückliegende Fuge



▲ Abgeschrägte Fuge

## 2. KONSTRUKTION

### 2.4.1. VERBAND UND FUGE

#### Fuge und Farbe

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, so größer ist der Kontrast. Dadurch ist die Trennung der einzelnen Schichten besser lesbar und das Fugennetz wird betont. Ein Mörtel in der Farbe des Steins lässt ein einheitliches Gesamtbild entstehen.

#### FUGENVARIATIONEN



▲ Helle Fugen



▲ Hellbraune Fugen



▲ Dunkle Fugen



▲ Verschiedenfarbige Fugen:  
Stoß- und Lagerfuge



▲ Vermauern mit minimaler Fuge

## **2. KONSTRUKTION**

### **2.4.1. VERBAND UND FUGE**

#### **Verfugen und Fugenbilder**

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

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

Bei der nachträglichen Verfugung werden die Stoß- und Lagerfugen beim Vermauern fachgerecht mind. 15 – 20 mm sauber ausgekratzt. Die Fassade wird später in einem Arbeitsgang verfugt.

## 2. KONSTRUKTION

### 2.4.1. VERBAND UND FUGE

#### Stein und Mörtel

Für die Vermauerung von Vormauerziegeln sind die handwerklichen Regeln einzuhalten, wie sie in der DIN EN 1996 festgehalten sind. Diese umfassen die Einhaltung des Mindest-Überbindemaßes der Steinschichten von jeweils 40% und die Positionierung von Dehnungsfugen. Das Überbindemaß muss mindestens 45 mm bzw.  $\geq 0,4$  h des Ziegels betragen. Der größere Wert ist maßgebend. Weiterhin müssen Stein (Saugfähigkeit) und Mörtel (Plastizität, Wasserückhaltevermögen) 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 – Hohlräume in der Vermörtelung führen zu schädigendem Wasserstau. Das Wasser kann Kalk aus dem Mörtel herauslösen und so zu Kalkauslaugungen führen.

#### Wasser und Mörtel

Vormauerziegel und Klinker müssen je nach Saugverhalten gemäß DIN EN 1996 vor der Verarbeitung vorgemästet 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 Werkrockenmörtel kann das Vornässen entfallen, da dieser durch Zusätze über ein erhöhtes Wasserrückhaltevermögen verfügt. Klinker sollen beim Vermauern trocken sein.

Klinker haben ein geringeres Saugverhalten. Der verwendete Mörtel ist 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. Umgekehrt ist Mörtel so herzustellen, dass er nicht wässert.

Bei der Verarbeitung eines wässernden Mörtels kann kalkhaltiges Wasser zu Verschmutzungen an der Klinkerfassade führen. Die Konsistenz des Mörtels sollte so beschaffen sein, dass er nicht auf der Rückseite der Vormauerschalen abbricht. Die Verwendung von Werkfrischmörtel ist problematisch. Um die Verarbeitungszeit zu verlängern, enthalten diese verzögernde Zusatzmittel. Es besteht die Gefahr des Austrocknens vor der Erhärtung. Als Folge können Ausblühungen auftreten.

Das Abbinden des Mörtels braucht Zeit (2 bis 4 Tage je nach Witterung). Vorzeitiger Entzug von Mörtelwasser durch Witterungseinflüsse ist unbedingt zu vermeiden. Gleichzeitig sind Vormauerziegel vor und während der Verarbeitung vor starkem Schlagregen zu schützen. Hierzu werden diese mit Planen abgedeckt. Dies gilt ebenso für frisch fertiggestelltes Mauerwerk, bis der Trocknungs- und Härtungsprozess abgeschlossen ist. Danach ist der Mörtel wasserfest.

#### STEIN UND MÖRTEL



▲ Beispiel Vermauern



▲ Beispiel Mörtel

## 2. KONSTRUKTION

### 2.4.1. VERBAND UND FUGE

#### Verlegen von Wärmedämmplatten im Verband

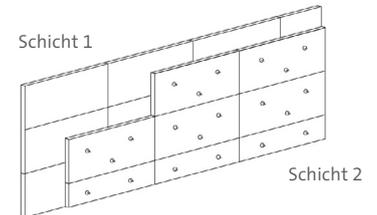
Wärmedämmplatten, ob aus Mineralfaser oder Hartschaum, sollten immer im Verband verlegt werden. Die Überdeckung von Fugen erhöht Winddichtigkeit und Luftdichtheit der Gebäudehülle. Außerdem dient dies der Vermeidung von Wärmebrücken und Tauwasserproblemen.

#### Fugarbeiten

Die ganzflächige und satte Mörtelfüllung ist beim Verblendmauerwerk als Regenbremse unentbehrlich. An Regentagen darf die Verfugung nur unter Schutzmaßnahmen erfolgen. Jeweils nach Abschluss eines Tagwerks oder vor Eintritt von Regen sind frische Fugen durch Abdeckung gegen Ausspülen und Verschmutzen zu sichern. Fugarbeiten werden zweckmäßig optimal an Tagen mit hoher Luftfeuchtigkeit und geringer Luftbewegung sowie geringer Sonneneinstrahlung ausgeführt. Ungünstigere Witterungsbedingungen (starke Sonneneinstrahlung, verstärkte Windbewegung und Regen) erfordern zusätzliche Schutzvorkehrungen (z. B. Abhängen des Gerüsts mit Planen).

Bei Regen und niedrigen Temperaturen  $< 5\text{ °C}$  sollte das Fugen eingestellt werden. Regen kann zum Auslaufen der Fuge und Sonne zu Schwindrissen im Mörtel führen. Bei trockener und warmer Witterung, z. B. in den Sommermonaten, besteht die Gefahr, dass der frisch eingebrachte Fugenmörtel verbrennt (unvollständige Hydratation). Daher sollte der Fugenmörtel zum Schutze der frühzeitigen Austrocknung und zur Förderung des Abbindevorgangs mehrfach mit einer Nebeldüse besprüht werden.

#### VERLEGEN VON WÄRMEDÄMMPLATTEN



▲ Überdeckung von Wärmedämmplatten

#### VERMAUERN



▲ Beispiel Ausführung Ecksituation

## 2. KONSTRUKTION

### 2.4.1. VERBAND UND FUGE

#### Fugenglattstrich

Diese Methode bietet die Möglichkeit, mit geringem Aufwand hochwertiges Verblendmauerwerk herzustellen. Voraussetzung dafür ist, dass der Mörtel eine gute Verformbarkeit besitzt. Für dieses Verfahren sollten keine Baustellenmörtel, sondern nur geeignete Fertigmörtel (Werk trockenmörtel) verwendet werden. Damit ist die Voraussetzung für eine einheitliche Fugenfarbe gegeben. Beim Fugenglattstrich wird Mauern und Verfugen in einem Arbeitsgang durchgeführt. D. h. die Fugen müssen ohne verbleibende Hohlräume mit Mörtel gefüllt sein, damit sie anschließend mit der Mauerwerks-oberfläche glatt gestrichen werden können.

Das vollfugige Mauern mit Fugenglattstrich stellt nach dem aktuellen Stand der Technik die sicherste Methode zur Erstellung eines schlagregensicheren Mauerwerks dar. Dieses Verfahren bietet unter technischen Gesichtspunkten gegenüber der noch weit verbreiteten Methode des nachträglichen Verfugens eine Reihe von Vorteilen und wird daher in der einschlägigen Literatur für das Verblendmauerwerk favorisiert. Deshalb sieht sowohl die DIN EN 1996 als auch die VOB den Fugenglattstrich als Regelausführung vor. Wenn Ziegel mit Nennstärken unter 105 mm vermauert werden, muss aus statischen Gründen grundsätzlich der Fugenglattstrich ausgeführt werden.

Als Nachteil beim Fugenglattstrich gilt es allerdings, dass der Zeitpunkt des Glattstreichens der Fugen für die gesamte Fassade genau abgestimmt werden muss, um eine gleichmäßige Fugenfarbe erzielen zu können. Die Fugenfarbe wird weitgehend durch die Konsistenz des Mörtels beim Verstreichen der Fugenoberfläche bestimmt. Bei weichem Mörtel wird die Fuge hell, weil an der Oberfläche eine Anreicherung des Bindemittels entsteht.

Erfolgt das Glattstreichen des Mörtels in angesteiftem Zustand, wird die Oberfläche aufgeraut und die Fuge wird dunkel. Insofern gilt die Bearbeitung der Fuge in gleichmäßig angesteiftem Mörtelzustand für die Farbgleichheit der Fugen als zwingende Voraussetzung. Da jedoch die Einhaltung dieser Notwendigkeit unter Baustellenbedingungen nicht immer umsetzbar ist, müssen geringe Farbunterschiede der Fugen bei Anwendung dieses Verfahrens als unvermeidbar hingenommen werden.

Beim Fugenglattstrich ist besonders auf das vollfugige Mauern zu achten, um nicht später beim Glätten der Fuge nachbessern zu müssen. Beim Aufmauern hervorquellender Mörtel wird mit der Kelle abgestrichen und die Fuge nach dem Anziehen des Mörtels mit einem entsprechend dicken Fugeisen oder Schlauch steinbündig glattgestrichen. Nach Fertigstellung oder bei Arbeitsunterbrechungen muss das Mauerwerk vor Verschmutzungen, Durchnässung oder zu raschem Austrocknen geschützt werden. Bei Bedarf kann das Mauerwerk bei einer Endreinigung mit wenig Wasser und geeigneten Bürsten abgewaschen werden, um auffällige Verschmutzungen zu beseitigen.

Hierbei ist auf chemische Reinigungsmittel oder Öle zu verzichten.

#### FUGENGLATTSTRICH



▲ Beispiel Ausführung Fugenglattstrich

## 2. KONSTRUKTION

### 2.4.1. VERBAND UND FUGE

#### Nachträgliches Verfugen

Nachträgliches Verfugen kann in einigen Fällen eine sinnvolle Lösung sein. Dabei ist zu beachten, dass 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. Die Fugen sind gleichmäßig 15 mm bis 20 mm tief, flankensauber und gleichmäßig auszukratzen.

Bei Unterschreitung der Mindestauskratztiefe von 15 mm ist die dauerhafte Haftung des Fugmörtels nicht gewährleistet. Nach der Fertigstellung eines Abschnittes muss das Auskratzen durchgeführt werden, solange der Mauer- mörtel noch weich ist. Für nachträgliches Verfugen darf neben der Druckfestigkeitsklasse M 10 auch die Druckfestigkeitsklasse M 5 verwendet werden. Der Fugmörtel wird in zwei Arbeitsgängen gut 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 zu Kalkauslaugungen führen. Unter optimalen Bedingungen kann natürlich auch eine nachträgliche Verfugung zu einer mangelfreien Lösung führen.

## 2. KONSTRUKTION

### 2.4.2. MÖRTEL UND ZUSÄTZE

#### Mörtel und Stein

Die technisch/konstruktive Qualität eines Sichtmauerwerks beruht auf den Eigenschaften von Stein und Mörtel sowie der abgestimmten Kombination beider Materialien. Es gilt zwischen Mörtel und Stein einen kraftschlüssigen, vollfugigen und fugendichten Verbund herzustellen. Mörtel müssen über eine gewisse Verformbarkeit verfügen und gut verarbeitbar sein. Denn neben den Materialeigenschaften bestimmt die Ausführung über Funktionalität und Haltbarkeit der Fugen und damit des gesamten Mauerwerks. Für die Vormauerschale wird unterschieden in Mauer- und Fugmörtel.

In der DIN E 998-2 fallen beide unter den Begriff Mauermörtel. Demnach ist Mauermörtel ein Gemisch aus Sand, Bindemittel und Wasser, gegebenenfalls mit Zusatzstoffen. Der Korndurchmesser des Sandes sollte für Mauermörtel 0–4 mm und für Fugmörtel 0-2 mm betragen. Mauermörtel werden unterschieden in Normalmörtel (NM), Leichtmörtel (LM) und Dünnbettmörtel (DN), Normalmörtel wiederum durch die Druckfestigkeitsklassen M 2,5; M 5; M 10; M 20 definiert. Standard ist die Verwendung von Normalmörtel mit 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  $\leq 1,0$  mm beträgt.

#### Mauermörtel

Werkmauermörtel und werkmäßig hergestellte Mörtel müssen Mörtel nach DIN EN 998-2 sein. Baustellenmörtel müssen Mörtel nach DIN 18580 sein. Für die Erstellung der Vormauerschale dürfen nur Mörtel der Mörtelgruppe IIa oder III gemäß DIN 18580 bzw. der Druckfestigkeitsklasse M 5 oder M 10 gemäß DIN EN 998-2 verwendet werden.

Weitere Rezepturen werden tabellarisch in DIN 18580 Anhang A aufgeführt.

#### MÖRTEL



▲ Silo



▲ Mörtelwannen

WEITERE INFOS UNTER:  
[WWW.ZUFRIEDEN-AM-BAU.DE](http://WWW.ZUFRIEDEN-AM-BAU.DE)

## 2. KONSTRUKTION

### 2.4.2. MÖRTEL UND ZUSÄTZE

#### Herstellung

Das Mischen von Mörteln auf der Baustelle darf nur maschinell erfolgen. Die gleichmäßige Zusammensetzung des Mörtels muss durch Auswiegen der Bestandteile gewährleistet sein. Der Zeitaufwand ist hoch, empfehlenswert ist daher die Verwendung werksgefertigter Trockenmörtelmischungen, insbesondere bei größeren Projekten. Diese zeichnen sich aus durch guten Kornaufbau des Mörtelsandes und gute Verarbeitbarkeit.

Werkmörtel dürfen nicht mit Zusätzen vermischt werden. Nicht ratsam ist die Verwendung von Werkfrischmörtel mit Erstarrungsverzögerern, da diese Ausblühungen fördern. Sowohl die DIN EN 1996 als auch die VOB sehen den Fugenglattstrich, also das Mauern und Fugen in einem Arbeitsgang mit dem gleichen Material als Regelausführung vor. Für diese Anwendung werden Werk-Trockenmörtel angeboten, die in ihrem Saugverhalten an den Ziegel angepasst sind. In der Regel handelt es sich dabei um Mauermörtel der Druckfestigkeitsklasse M 5.

#### Fugenmörtel

Zum nachträglichen Verfugen werden Fugenmörtel der Druckfestigkeitsklasse M 10 angeboten. Zulässig sind für die Verfugung ebenso Zementmörtel der Gruppe III (1 RT Portlandzement, 4 RT Sand, Körnung 0–2 mm.) Für farbige Fugen haben sich entsprechende Fertig-Fugenmörtel bewährt, da diese ein gleichmäßiges Farbbild ergeben.

#### Zuschlag- und Zusatzstoffe

Für Mörtel dürfen nur Bindemittel nach DIN EN 197–1 und DIN EN 459–1 verwendet werden – im Wesentlichen Zement und Kalkhydrat.

#### HERSTELLUNG

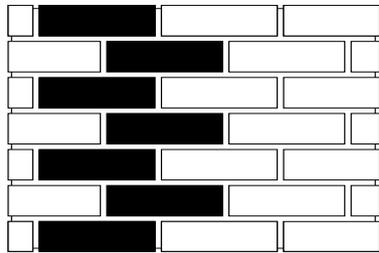


▲ Nicht fachgerechte Ausführung führt zu Kalkauslaugungen © Dipl.-Ing Steffen Haupt

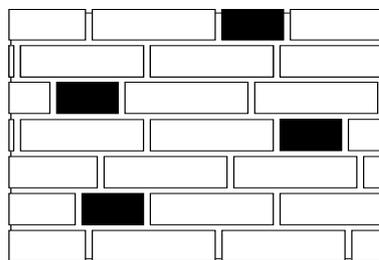
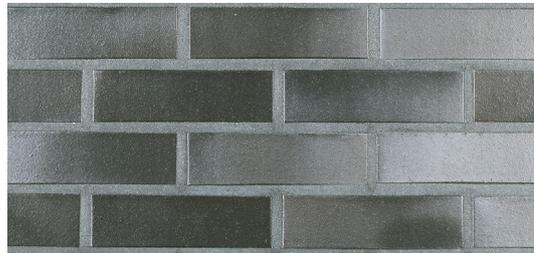
## 2. KONSTRUKTION

### 2.4.3. MAUERVERBÄNDE

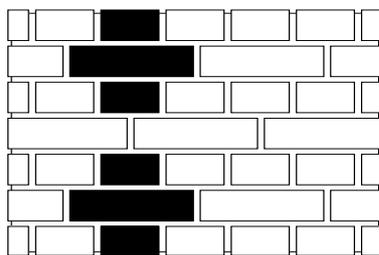
#### ARTEN DER VERBÄNDE



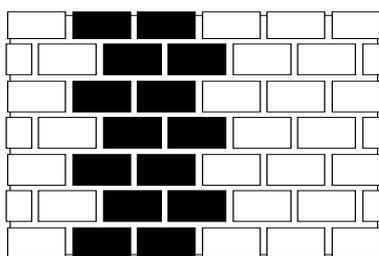
▲ Halbversetzter Läuferverband



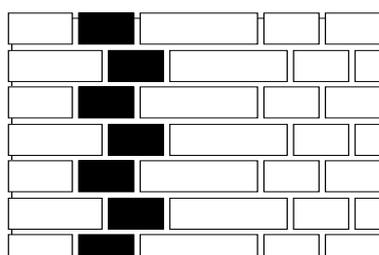
▲ Wilder Verband



▲ Kreuzverband



▲ Kopfverband/Binderverband



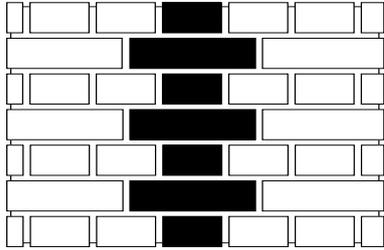
▲ Gotischer Verband



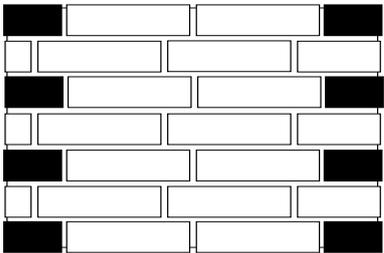
## 2. KONSTRUKTION

### 2.4.3. MAUERVERBÄNDE

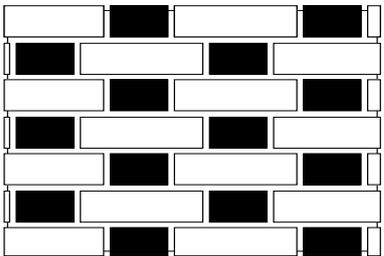
#### ARTEN DER VERBÄNDE



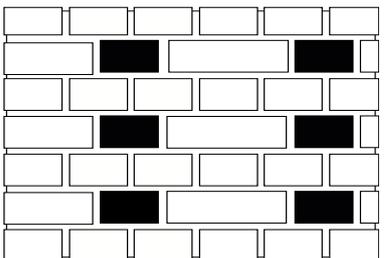
▲ Blockverband



▲ Märkischer Verband



▲ Flämischer Verband



▲ Holländischer Verband



## 2. KONSTRUKTION

### 2.4.4. ZIERVERBÄNDE

#### Gestaltungsvielfalt

Die Vermauerung von Backsteinen bietet vielfältige Gestaltungsmöglichkeiten. Der Verband stellt nicht nur die konstruktive Einheit des Mauerwerks sicher, sondern ist auch entscheidend für das Erscheinungsbild der Fassade verantwortlich. Neben den klassischen Mauerverbänden wie Läufer-, Binder- und Blockverband gibt es zahlreiche Zierverbände, die sich ähnlich wie die Steinformate, über die Jahrhunderte regional entwickelt haben:

Holländischer, Schlesischer, Flämischer, Märkischer und Gotischer Verband. Dazu kommt der Wilde Verband, der sich, wie der Name schon andeutet, durch eine freie Anordnung auszeichnet. Muster innerhalb von Zierverbänden können durch die Verwendung von farbigen Steinen eine besondere Betonung erfahren. Das Filtermauerwerk mit seinen ziegelgroßen und lichtdurchlässigen Durchbrüchen stellt eine weitere Ausführungsvariante dar.

Wie für alle Mauerverbände muss auch bei Zierverbänden das Überbindemaß der Steine gemäß DIN EN 1996 eingehalten werden. Verbände sind in der Regel waagrecht. In Stürzen werden die Steine auch senkrecht angeordnet (gemauert oder als Fertigteil) – die so genannte Grenadier- oder Rollschicht. Solange die Statik des Mauerwerks nicht beeinträchtigt wird, sind auch achsiale Fugen oder senkrechte Vermauerungen der Steine in beschränktem Umfang möglich. Dies gilt für kleine Wandflächen. Bei größeren Fassaden sind Dehnungsfugen zwischen den gestalterischen und konstruktiven Elementen anzuordnen.

Eine Sonderrolle unter den Zierverbänden nimmt der Stapelverband ein. In diesem Verband liegen die Stoßfugen übereinander, so dass das Überbindemaß nicht eingehalten wird. Da Vormauerschalen mit Stapelverband nicht DIN-konform sind, muss ein Einzelnachweis erbracht werden. Grundsätzlich dürfen Stapelverbände nur mit einer zusätzlichen Fugenbewehrung ausgeführt werden.

#### ZIERVERBÄNDE BEISPIELE



▲ Fritz-Höger-Preis 2014, CAN fase 1, Heren 5 Architecten bv bna, © Sander Meisner, Kees Hummel



▲ Fritz-Höger-Preis 2014, Ökumenisches Forum Hafencity Hamburg, © Wandel Hoefer Lorch Architekten



▲ Fritz-Höger-Preis 2014, Kita Wittstock, kleyer.koblitz.letzelt.freivogel gesellschaft von architekten mbh, © Christian Richters

## 2. KONSTRUKTION

### 2.4.5. DEHNUNGSFUGEN IN DER AUßENSCHALE

#### Dehnungsfuge

Die Dehnungsfuge in der Außenschale kann man ohne weiteres als eine Art Lebensversicherung für die Fassade ansehen. Exaktes und gründliches Arbeiten ist daher von größter Wichtigkeit. Damit die Dehnungsfuge ihre Aufgaben in der Außenschale zuverlässig und einwandfrei erfüllen kann, müssen eine Reihe wichtiger Faktoren beachtet werden: Die korrekte Berechnung ihrer Breite, ihre Anordnung in der Wand sowie Unterschiede zwischen vertikaler und horizontaler Ausführung in Bezug auf Witterungsaspekte und potenzielle Formveränderungen.

#### Fugenbreite, Fugenausbildung, Fugendichtstoffe

Die Aufgabe einer Dehnungsfuge ist es, die Verformungen der angrenzenden Bauteile (Verkürzungen, Verlängerungen) spannungsfrei aufzunehmen.

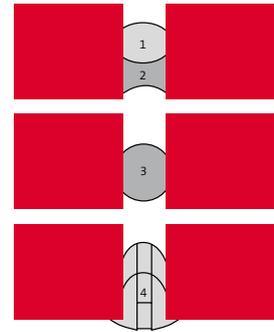
Bei der Bemessung der Fugenbreite ist besonders zu beachten, dass nur etwa 25% der Fugenbreite dauerhaft verformungswirksam, d.h. nahezu spannungsfrei wirksam, sind. Deshalb müssen die Längenänderungen aus den angrenzenden Bauteilen mit dem Faktor 4 multipliziert werden, um die Breite der Dehnungsfuge zu erhalten. In jedem Falle sollte jedoch die Breite einer Dehnungsfuge mindestens 15 mm betragen.

#### Für die konstruktive Ausbildung ist folgendes zu beachten:

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

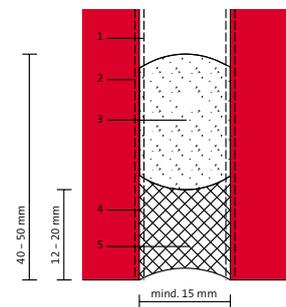
#### ◀ AKTUELLE INFORMATIONEN!

#### FUGENAUSBILDUNG MIT VERSCHIEDENEN MATERIALIEN

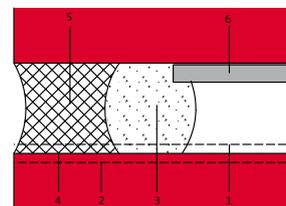


- ▲ 1 Schaumstoff
- 2 Fugenkitt
- 3 Komprimiertes Schwellband
- 4 Klemmprofil

#### DEHNUNGSFUGEN VERTIKAL



#### DEHNUNGSFUGEN HORIZONTAL



- ▲ 1 Fuge gestaucht
- 2 Fuge gedehnt
- 3 geschlossenzelliges Schaumstoffprofil
- 4 Haftungsgrundierung
- 5 elastoplastischer Dichtstoff (Fugendichtmasse)
- 6 Halben Konsolanker

© Halfen

## **2. KONSTRUKTION**

### **2.4.5. DEHNUNGSFUGEN IN DER AUßENSCHALE**

Als Abdichtungsstoffe kommen in Frage:

- Fugendichtstoffe
- Dichtungsbänder
- Abdeckprofile

Für zweischalige Außenwände werden i. d. R. Fugendichtstoffe, aber auch Fugendichtungsbänder verwendet. Die Bandprofile werden zusammendrückt und in die Fuge eingelegt. Sie sind auch werkseitig vorkomprimiert (z. B. auf Rollen) erhältlich. Nach Lösen der Komprimierung, d. h. nach Abnahme des Fugendichtbandes von der Rolle, entwickelt das Band eine Rückstellkraft, die es fest gegen die Fugenflanken drückt. Vor dem Einbringen des Bandes muss die Fuge nur grob gereinigt werden. Das Band kann von der Rolle in die Fuge verlegt werden. Kleinere, bauübliche Unebenheiten in der Fuge werden durch den ständigen Anpressdruck ausgeglichen.

## 2. KONSTRUKTION

### 2.4.6. VERTIKALE DEHNUNGSFUGEN

#### Vertikale Dehnungsfugen

Die Lage der vertikalen Dehnungsfugen richtet sich sowohl nach der Witterungsbeanspruchung (Temperatur, Niederschlag) als auch nach den möglichen Formänderungen des Verblendschalenmauerwerks. Vertikale Dehnungsfugen sollten grundsätzlich nach einem festen Prinzip (siehe rechte Grafik) angeordnet werden. 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. Die Werte sind durch Erfahrungen sowie durch theoretische und experimentelle Untersuchungen abgesichert. Sie beziehen sich auf die Formänderungswerte der DIN EN 1996 (EC 6). Dehnungsfugen bieten zudem einen kreativen Gestaltungsspielraum in der Ausführung (z.B. mäanderförmige Ausbildung).

Außenschalen (Verblendschalen), empfohlene Abstände vertikaler Dehnungsfugen, DIN EN 1996, Eurocode 6

Mauerwerk aus	Dehnungsfugenabstand (m)
Kalksandsteinen, Porenbetonsteinen, Betonsteinen	6 ... 8
Leichtbetonsteinen	4 ... 6
Mauerziegeln 1)	8 ... 12

1) Kleinere Werte bei höherem irreversiblen Quellen

#### VERTIKALE DEHNUNGSFUGEN PRINZIP



▲ Außenschalen (Verblendschalen), vorzugsweise Anordnung von Dehnungsfugen, DIN EN 1996, Eurocode 6



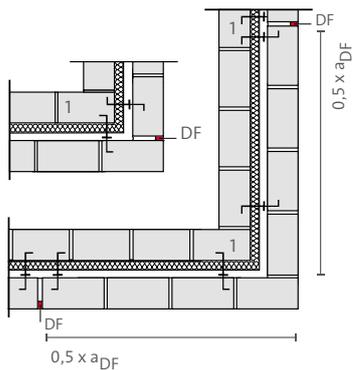
▲ Ausführungsbeispiel

## 2. KONSTRUKTION

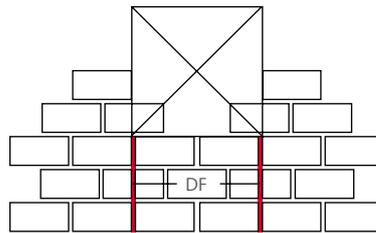
### 2.4.6. VERTIKALE DEHNUNGSFUGEN

Wenn die Anordnung der Dehnungsfugen in den Eckbereichen aus architektonischen Gründen nicht erwünscht ist, so können diese auch im halben Dehnungsfugenabstand beidseits der Gebäudeecke vorgesehen werden (Bild 1). Da Dehnungsfugen freie Wandränder darstellen, sind an diesen beidseitig drei zusätzliche Anker je laufendem Meter Randlänge anzuordnen (Bild 1). Erhöhte Rissgefahr besteht i. d. R. im Brüstungsbereich der Außenschalen, bedingt durch höhere Zugspannungen infolge Abkühlung und Schwinden im Bereich der Brüstung und Kerbspannungen in den Brüstungsecken, sowie vertikalen Formänderungsunterschieden zwischen Brüstung und angrenzendem Mauerwerk. Brüstungsrisse lassen sich durch einseitige oder zweiseitige Anordnung von Dehnungsfugen (Bild 2) vermeiden. Anstelle der Dehnungsfugen kann auch eine konstruktive Bewehrung im oberen Brüstungsbereich angeordnet werden, um breitere schädliche Risse zu vermeiden (Bild 3).

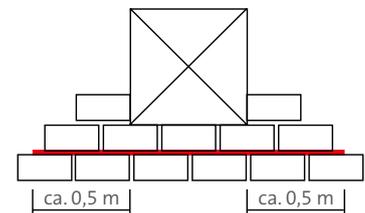
#### KONSTRUKTIONEN VON DEHNUNGSFUGEN



▲ Bild 1:  $a_{DF}$  = Dehnungsfugen  
3 Zusatzanker je m Wandhöhe beidseits von DF und Gebäudeecke



▲ Bild 2: Dehnungsfuge DF – ein- oder zweiseitig: Außenschalen (Verblendschalen), Anordnung von Dehnungsfugen DF im Brüstungsbereich



▲ Bild 3: Konstruktive Bewehrung in oberster Lagerfuge

#### MÖGLICHE ANORDNUNG VON DEHNUNGSFUGEN



▲ Vertikale Dehnungsfuge im Eckbereich



▲ Vertikale Dehnungsfuge

◀ Fritz-Höger-Preis 2014, Kindertagesstätte UKM, BURHOFF und BURHOFF Architekten BDA © Roland Borgmann

## 2. KONSTRUKTION

### 2.4.7. HORIZONTALE DEHNUNGSFUGEN

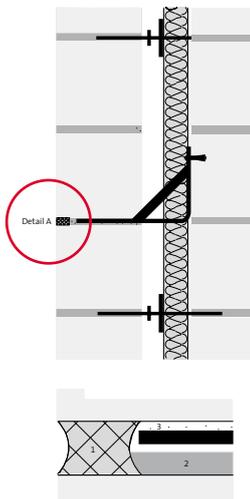
#### Horizontale Dehnungsfugen

In der Außenschale sind horizontale Dehnungsfugen stets unter Abfangungen 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. Außenschalen von 115 mm Dicke sollen in Höhenabständen von etwa 12 m abgefangen werden. Sie dürfen bis zu 25 mm über ihr Auflager vorstehen. Ist die 115 mm dicke Außenschale nicht höher als zwei Geschosse oder wird sie alle zwei Geschosse abgefangen, dann darf sie bis zu einem Drittel ihrer Dicke über ihr Auflager vorstehen.

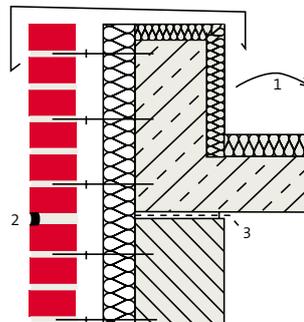
#### Attika-Verblendanker

Bei Horizontalfugen empfiehlt sich die Anordnung einer Sollbruchstelle durch Einlegen einer Gleitfolie. Außen ist diese als Bewegungsfuge auszubilden. Die Fuge wird entbehrlieh durch Attika-Verblendanker. Überhaupt fungieren alle wasserundurchlässigen Sperrschichten durch Verlegung in einem Mörtelbett bis Vorderkante Vormauerschale als Gleitschicht zur Aufnahme horizontaler Bewegungen.

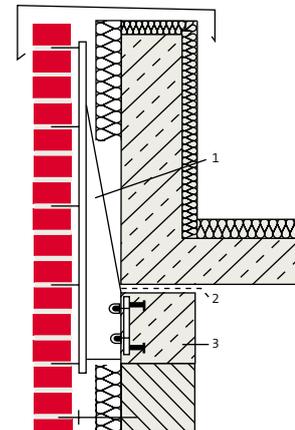
#### ANORDNUNG HORIZONTALER DEHNUNGSFUGEN



- ▲ Detail A
- 1 Fugendichtmasse
- 2 Hinterfüllmaterial
- 3 Auflagerwinkel



- ▲ Attika-Ausbildung
- 1 Verdrehung
- 2 Sollbruchfuge
- 3 Bitumenbahn



- ▲ Flachdachanschluss mit Attika-Verblendanker
- 1 Maueranschlussanker
- 2 Gleitlager
- 3 Ringbalken

## 2. KONSTRUKTION

### 2.5.1. ELEMENTBAU

#### Gestaltungsvielfalt mit sicheren Fertigteilkonstruktionen

Ziegelfertigteile werden in den meisten Fällen mit der handwerklich errichteten Vormauerschale kombiniert. Sie unterstützen in den Bereichen, wo die Möglichkeiten vom konventionellen Mauerwerk nicht ausreichend oder nicht herstellbar sind. Gerade im Bereich der statischen Möglichkeiten (das Abtragen von Lasten und der schlagregendichten Abdeckung mit Ziegeloptik) bieten diese vorgefertigten Elemente enorme Vorteile.

Auch bei der Realisierung von bestimmten durch den Planer gewünschten geometrischen Formen, die in konventioneller Bauweise nicht herstellbar sind, bieten Ziegelfertigteile eine hohe Gestaltungsvielfalt. Die im Werk vorgefertigten Elemente verfügen über eine hohe Präzision und Genauigkeit in der Ausführung und vermeiden so Ausführungsfehler bei der Herstellung von Sichtmauerwerksfassaden auf der Baustelle. Über den Elementbau wird ein großes Gestaltungsspektrum erschlossen. Komplizierte Bauteile, wie Bögen, Abfangungen, übergroße Spannweiten, horizontal gekrümmte Bauteile und auch Zierbauteile, sind möglich. Alle Elemente werden individuell objektbezogen geplant und hergestellt, die Produktion kann parallel zum Bauverlauf erfolgen.

Es können alle Sorten an Vormauerziegeln verwendet werden und die Einsatzbereiche umfassen alle Bauaufgaben, auch die Sanierung denkmalgeschützter Gebäude.

#### GESTALTUNGSVIELFALT



▲ Uni Bern Sonderbauteile

## 2. KONSTRUKTION

### 2.5.1. ELEMENTBAU

#### Elementsysteme

Am häufigsten Anwendung finden Fertigteile aus einem tragenden Stahlbetonkern und einer Vormauerschale, die zumeist aus Riemchen an den Sichtflächen besteht. Diese Herstellung erfolgt im so genannten „Negativverfahren“. Dabei werden die Vormauerziegel, die auch auf der Baustelle konventionell vermauert werden, zu Riemchen geschnitten, die dann im Negativ in eine entsprechende Schalung gelegt werden, wo anschließend der Beton von oben eingefüllt wird.

Die Befestigung der Elemente erfolgt entweder in aufgelegter Form in der Vormauerschale oder mit entsprechenden Abhängesystemen an die dahinterliegende tragende Stahlbetonkonstruktion. Die Vormauerziegel für die Fertigteilenelemente sollten immer aus der Produktioncharge stammen, die auch am Gebäude verarbeitet wird. Die vorgefertigten Elemente sind unverfugt, damit mit dem gleichen Mörtel, mit dem auch das konventionelle Mauerwerk erstellt wird, die nachträgliche Verfugung ausgeführt werden kann, so dass keine Farbunterschiede auftreten. Die Verwendung von Form- bzw. Sondersteinen ist möglich.

#### ELEMENTSYSTEME



▲ Sonderbauteile Attika-Gesims



▲ Bauvorhaben Leer

## 2. KONSTRUKTION

### 2.5.2. VERBLENDSTURZ

#### Überdeckung von Öffnungen im Verblendmauerwerk

Verblendstürze erfüllen nicht nur eine ästhetische Funktion. Auch unter Aspekten der Statik und der Dämmung kommt ihnen größte Bedeutung zu. Präzises Arbeiten unter Berücksichtigung aller spezifischen Charakteristika sowie der einschlägigen Normen ist unerlässlich. Im Folgenden wird unterschieden zwischen scheinrechten Bögen, Grenadierstürzen, Grenadierstürzen mit Fugenbewehrung und Fertigteilstürzen. Die Integration eines Abdichtungssystems findet ebenfalls Berücksichtigung.

Maueröffnungen müssen so abgedeckt werden, dass die Last des darüber befindlichen Mauerwerks sicher auf das angrenzende Mauerwerk übertragen wird. Der frühere Ziegelbogen, der seine Stabilität und Tragkraft fast ausschließlich durch seine Masse erhält, hatte ein beliebtes und schwerfälliges Aussehen. Der Zweck eines echten Bogens ist, einer Auflast oder Kraft zu widerstehen und sie auf eine adäquate Stütze – wie eine Säule oder einen Pfeiler – zu übertragen. Die Tragfähigkeit einer Mauerüberdeckung nimmt mit der Höhe des Querschnitts und mit dem Ansteigen der Bogenwölbung zu. Die Grundformen der Bogenkonstruktion sind: Rundbogen, Spitzbogen und Flachbogen.

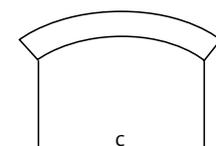
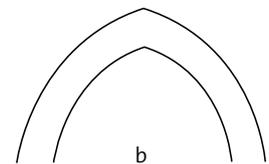
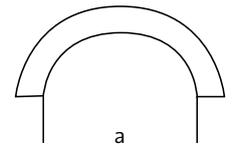
#### ◀ AKTUELLE INFORMATIONEN!

#### BOGENKONSTRUKTIONEN



▲ Gemauerter Rundbogen

#### GRUNDFORMEN



▲ a Rundbogen  
b Spitzbogen  
c Flachbogen

## 2. KONSTRUKTION

### 2.5.2. VERBLENDSTURZ

#### Scheitrechter Bogen

Zur Überdeckung von Maueröffnungen in der heutigen Verblendschale der zweischaligen Außenwand haben sich im Laufe der Zeit verschiedene Lösungsmöglichkeiten entwickelt. Der früher in Norddeutschland am häufigsten verwendete „scheitrechte Bogen“ wird nur noch selten ausgeführt.

Dessen korrekte Ausbildung ist nicht nur zeitaufwändig, sondern bedarf auch fachkundigen Mauerpersonals und handwerklichen Geschickes. Scheitrechte (waagerechte) Bögen eignen sich wegen geringer Tragfähigkeit nur für Spannweiten bis etwa 1,25 m. Als bewehrtes Mauerwerk oder in Verbindung mit tragenden Stahlprofilen können sie auch für größere Spannweiten in Frage kommen. Obwohl der Bogen eine waagerechte Untersicht hat, beruht seine Stabilität auf den Konstruktionsprinzipien des Bogenbaus. Der scheitrechte Bogen wird mit einer Stichhöhe von 1 % der Spannweite ausgeführt, damit er nach dem Schwinden des Mörtelanteils nicht durchhängend wirkt.

Im Verblendmauerwerk werden die passend gesägten Widerlagersteine so angesetzt, dass der Bogenrücken in einer Lagerfuge des angrenzenden Mauerwerks ausläuft. Die Schräge des Widerlagers wird nach dem Bogenmittelpunkt ausgerichtet

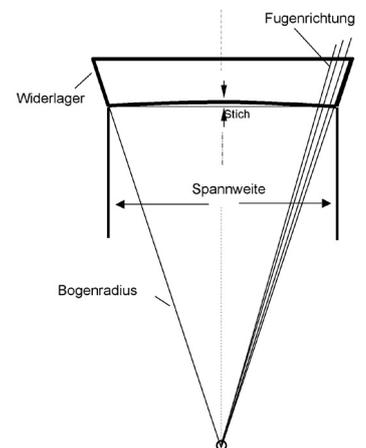
#### Charakteristische Merkmale eines scheitrechten Bogens

- Stichhöhe  $\approx 1/100$  der Öffnungsspannweite. Die Stichhöhe ist zugleich das Maß für die Tragfähigkeit des Bogens. Je kleiner sie ist, umso geringer ist die Tragfähigkeit des Bogens.
- Die Widerlager werden abgeschrägt, damit der scheitrechte Bogen wie ein Keil auf die Widerlager drückt und von diesen getragen wird.
- Widerlagerschrägen und Fugen zeigen zum Bogenmittelpunkt.
- Die Fugen sollen an der Bogenleibung mindestens 0,5 cm, am Bogenrücken höchstens 2,0 cm dick sein.

#### SCHEITRECHTER BOGEN



▲ Steindicker, scheitrechter Bogen



▲ Konstruktion eines scheitrechten Bogens

## 2. KONSTRUKTION

### 2.5.2. VERBLENDSTURZ

#### Grenadierstürze

Im heutigen Verblendmauerwerk werden die Stürze als stehende Rollschichten mit gleichmäßig parallel verlaufenden Fugen ohne Stich und Widerlager bevorzugt. Die so genannten „Grenadierschichten“ lassen sich relativ schnell herstellen. Traditionellerweise werden die Mauersteine hochkant auf ein provisorisches Holzgestell gesetzt. Das Holzgestell wird erst dann wieder entfernt, nachdem der Mauermörtel erhärtet und die Wand darüber fertiggestellt ist. Entscheidend für die Dauerhaftigkeit dieser Stürze ist die Mörtelqualität in der Grenadierschicht. Grenadierschichten im Verblendmauerwerk werden nicht nach den Verbandsregeln für Mauerwerk unter Einhaltung eines Überbindemaßes gemäß DIN EN 1996 (EC 6) ausgeführt. Insofern dürfen sie keine tragenden Funktionen übernehmen. Grenadierstürze dürfen nur in Verbindung mit Hilfskonstruktionen ausgeführt werden.

Die einfachste Maßnahme zur Sicherung der Grenadierstürze ist die Verwendung eines Stahlwinkels, welcher zur Überdeckung von kleinen Öffnungen von bis zu ca. 200 cm verwendet werden kann. Bei Stahlwinkeln werden die Auflasten über die Biegetragwirkung in die seitlichen Auflager übertragen. Die Auflagertiefe beträgt jeweils mindestens 10 cm. Die häufig verwendeten verzinkten Stahlprofile sind nach DIN EN 1996 (EC 6) nicht zulässig. Für solche Konstruktionen müssen Edelstahlprofile eingesetzt werden.

#### STÜRZE AUS GRENADIERSCHICHT



▲ Stürze aus gemauerten Grenadierschichten gelten als Schwachstelle des Verblendmauerwerks



▲ Das senkrecht angeordnete Widerlager kann keine tragende Funktion übernehmen

## 2. KONSTRUKTION

### 2.5.2. VERBLENDSTURZ

#### Grenadierstürze mit Fugenbewehrung

Eine Möglichkeit zum Ausbilden von Grenadierstürzen sind Grenadierstürze mit Fugenbewehrung. Die Lösung ermöglicht das Überdecken von Maueröffnungen, weil der Stahl die Zugspannungen im unteren Bereich des gemauerten Sturzes aufnimmt. Das auf Bild 1 ersichtliche Bewehrungssystem ist z. B. zur Überdeckung von Öffnungen bis zu einer lichten Weite von 3,01 m bauaufsichtlich zugelassen. Dabei bleibt die Sturzbewehrung von außen unsichtbar.

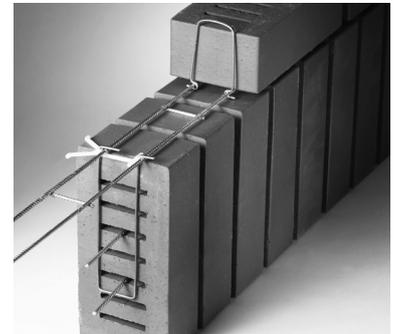
Der Sturz kann als Grenadierschicht oder als Läufersturz ausgebildet werden. Beim Grenadiersturz müssen die Ziegel untereinander mit Luftsichtankern vernadelt werden. Bei Vollsteinen müssen die erforderlichen Löcher in die Steine gebohrt werden. Die Entwässerung der Vormauerschale erfolgt oberhalb des Sturzes. Nach DIN EN 1996 (EC 6) sind die Innenschalen von zweischaligen Außenwänden auch im Bereich der Fenster- und Türstürze gegen Feuchtigkeit zu schützen.

Hierzu sind oberhalb des Sturzes Dichtungsbahnen erforderlich, die an der tragenden Innenwand befestigt, in der Hohlschicht mit Gefälle nach außen verlegt und schließlich in die Lagerfuge der Vormauerschale eingebettet werden. Für die Funktionstauglichkeit dieser Abdichtung sollten folgende Voraussetzungen erfüllt sein:

1. Offene Stoßfugen in der Verblendschale zur Ableitung des durch die Verblendschale eingedrungenen Regenwassers.
2. Gefälle der Dichtungsbahn in der Hohlschicht.
3. Entfernung der Mörtelschwelle in der offenen Stoßfuge der Verblendschale.

In Abhängigkeit von der Intensität und Dauer des Schlagregens sowie von der Wasseraufnahmefähigkeit der Verblender kann stets eine geringe Menge Regenwasser, die nicht von dem Verblender aufgenommen werden kann in die Hohlschicht eindringen. Das durch die Steine durchdefundierende Wasser tropft an der Rückseite der Verblendschale ab und wird durch die Entwässerungsöffnungen abgeleitet.

#### STURZBEWEHRUNGSSYSTEM



▲ Bild 1: Bauaufsichtlich zugelassenes Sturzbewehrungssystem zur Überdeckung von Öffnungen bis zu 3,01 m Breite  
© Elmenhorst

## 2. KONSTRUKTION

### 2.5.2. VERBLENDSTURZ

#### Fertigteilstürze – Herstellung, Sturzaufbau

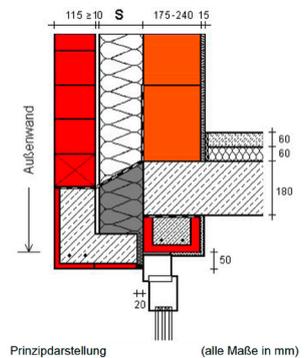
Fertigteilstürze eröffnen neue Dimensionen konstruktiver und gestalterischer Möglichkeiten für das Verblendmauerwerk. Fertigteilstürze, wie z. B. Ziegelfertigstürze, bestehend aus einem tragenden Stahlbetonkern und vorgesetzter Vormauerschale, ermöglichen Abfangungen über große Spannweiten. Sie sind werkseitig mit Montageösen für den Transport und eine schnelle Montage ausgerüstet. Zur Herstellung von Ziegelfertigteilstürzen werden Riemchen in einer Matrice exakt ausgerichtet, eine Bewehrung eingelegt und mit Beton ausgegossen.

Die profilierte Rückseite der Riemchen bewirkt eine Verzahnung mit dem Beton, so dass eine dauerhafte Verbundwirkung garantiert ist. Um Farbunterschiede im Bereich der Fugen zu vermeiden, erfolgt die Verfugung des Fertigteils in einem Arbeitsgang mit dem übrigen Mauerwerk. Die Bewehrung wird auf Stelzen gesetzt, um die erforderliche Mindestüberdeckung mit Beton einzuhalten.

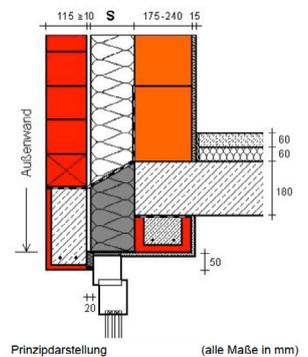
Fertigteilstürze haben den großen Vorteil, dass sie werkseitig mit einer integrierten Wärmedämmung an der Rückseite entsprechend den Anforderungen des Wärmeschutzes für besonderes effiziente Energiesparhäuser, wie z. B. Passivhäuser, ausgestattet werden können. Dadurch können die Wärmebrückenprobleme im Bereich des Fensteranschlusses optimal gelöst werden.

Wärmebrückenarme Anschlussdetails gemäß DIN 4108 Beiblatt 2 lassen sich am besten mit Fertigteilen realisieren.

#### VERBLENDSTÜRZE



▲ Fenster bündig mit Hintermauerung



▲ Fenster mittig in Dämmung

#### VON DER HERSTELLUNG ZUM FERTIGTEIL



▲ In der Holzschalung sind bereits Aussparungen für die Fugen des Sturzes mit einer Auskratztiefe von 1,5 cm berücksichtigt



▲ Die profilierten Winkelriemchen werden unter Einhaltung der Sturzfügen in die Schalung per Hand eingelegt



▲ Ziegelfertigteilsturz für tiefe Laibungen mit integrierter Wärmedämmung

## 2. KONSTRUKTION

### 2.5.2. VERBLENDSTURZ

#### Befestigung der Fertigteilstürze

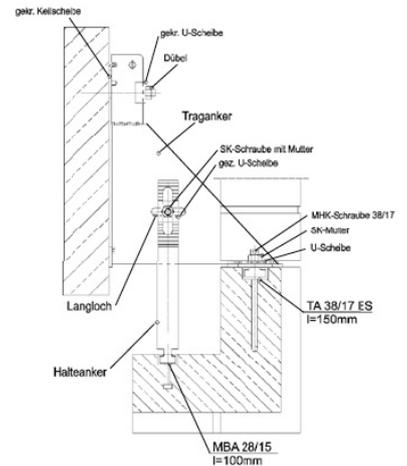
Grundsätzlich wird zwischen zwei Befestigungsvarianten unterschieden:

1. Fertigteilstürze, die in der Ebene der Vormauerschale beidseitig aufgelagert werden, eignen sich zur Überdeckung von Öffnungen bis zu einer Länge von maximal 4 m. Die maximale Tragfähigkeit beträgt 6,5 kN/Auflager.
2. Bei größeren Öffnungen oder höheren Belastungen werden abgehängte Sturzbalken eingesetzt. Sie werden mit Hilfe von Winkelkonsolen oder Hängezugankern aus nichtrostendem Stahl als endlose Überdeckung an die tragende Hintermauerkonstruktion abgehängt. Ziegelfertigteilstürze können eine Last bis zu zwei Vollgeschossen (8 m) aufnehmen. Insofern können sie auch als Zwischenabfangung im Verblendmauerwerk eingesetzt werden.

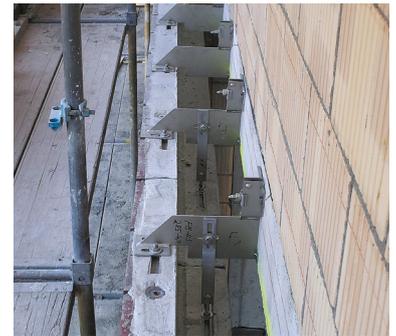
Um Risse durch Zwangsspannungen in der Vormauerschale zu vermeiden, müssen alle mit dem Hintermauerwerk befestigten Fertigteilstürze durch Anordnung von vertikalen Dehnungsfugen vom angrenzenden Mauerwerk getrennt werden, denn die Verformungseigenschaften der beiden Schalen einer zweischaligen Außenwand sind völlig unterschiedlich.

Während die tragende Innenschale in Abhängigkeit des verwendeten Mauersteins Kriech- und Schwindverformungen unterliegt, muss bei der Vormauerschale mit thermohygrischen Längenänderungen gerechnet werden.

#### BEFESTIGUNG DER FERTIGTEILSTÜRZE



▲ Detail abgehängter Sturz



▲ Abgehängter Sturz



▲ Zur Vermeidung von Rissen werden der Fertigteilsturz und das Brüstungsmauerwerk durch Anordnung vertikaler Dehnungsfugen vom angrenzenden Verblendmauerwerk getrennt

## 2. KONSTRUKTION

### 2.5.2. VERBLENDSTURZ

#### Zusammenfassung und Schlussfolgerung

In Norddeutschland werden Öffnungen im Verblendmauerwerk traditionell mit Grenadierstürzen überdeckt. Gemauerte Grenadierstürze müssen allerdings über ihre dekorative Gestaltungsfunktion hinaus die Auflasten des darüber befindlichen Mauerwerks in die seitlichen Auflager weiterleiten. Die Grenadierstürze müssen also tragfähig sein und entsprechend den zu erwartenden Auflasten bemessen und dimensioniert werden. Die heute insbesondere bei kleineren Objekten, wie Ein- oder Zweifamilienhäusern, fast ausschließlich verwendeten Grenadierstürze gelten zugleich als eine Schwachstelle des Verblendmauerwerks. Die Mörtelfugen lassen sich unter Baustellenbedingungen nicht ausreichend verdichten. Sie weisen stets eine hohe Wasseraufnahmefähigkeit auf.

Da die Abdichtungsebene des Sturzes stets oberhalb der Grenadierschicht liegt, kann das über die Fugen der Grenadierschichten in die Hohlschicht eingedrungene Regenwasser Feuchtigkeitsschäden an den Fensterscheiben oder Innenbauteilen verursachen. Darüber hinaus sind Grenadierschichten ohne Hilfskonstruktionen statisch nicht gesichert und dürfen daher nur in Verbindung mit Fugenbewehrung ausgeführt werden.

Als optimale Lösung zur Ausbildung der Stürze im Verblendmauerwerk gelten die Fertigteilstürze, welche einerseits den Anforderungen der neuen EnEV zur Reduzierung der Wärmebrücken im Bereich der Maueranschlüsse Rechnung tragen, andererseits aufgrund ihres Stahlbetonkerns die Schlagregensicherheit des Mauerwerks im Sturz erhöhen.

## 2. KONSTRUKTION

### 2.5.3. FENSTERSOHLBANK

#### Fensterbankrollschichten – mit Fertigteilen kein Problem

Die Anforderungen an die Ausführung von Fensterbänken als Backsteinrollschicht sind hoch. Die Steine müssen mit einer erhöhten Mörtelaufgabe, einem Gefälle von 15° und einem Überstand von mindestens 40 mm gemauert werden. Die Fugen müssen hohlraumfrei und verdichtet sein, um Ausblühungen zu vermeiden.

◀ AKTUELLE INFORMATIONEN!

Um Durchfeuchtungsproblemen und auch Verarbeitungsfehlern wie Mörtelbrücken oder Einfall von Mörtel in die Luftschicht vorzubeugen, empfiehlt sich der Einsatz von vorgefertigten Fenstersohlbanken. Die Elemente werden individuell objektbezogen angefertigt.

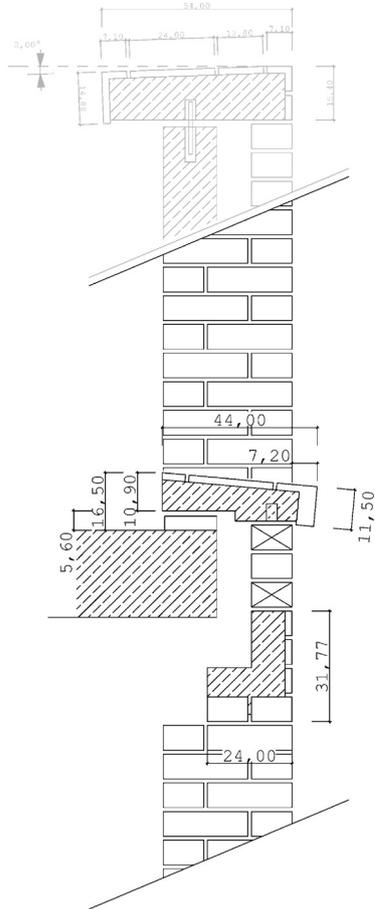
#### Fassadenbilder

Das Gefälle und der Überstand sind gewährleistet, Probleme mit Mörtel treten nicht auf. Die Fensterbänke reichen bis zur Hintermauerschale; Fensterrahmen und Laibungen werden dauerelastisch versiegelt. Die Form der Sohlbänke ist variabel.

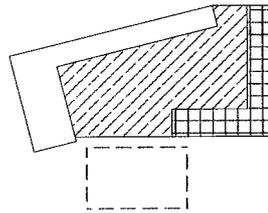
## 2. KONSTRUKTION

### 2.5.3. FENSTERSOHLBANK

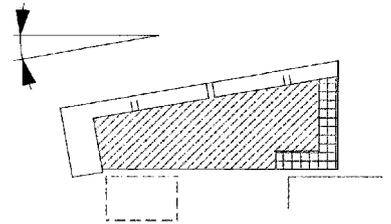
#### FERTIGTEIL-FENSTERBÄNKE



▲ Mauerwerksabdeckung, Ausführung ohne optische Begrenzung



▲ Fensterbank-Rollschicht Dämmung 3,0 cm



▲ Fensterbank-Rollschicht mit großer Laibungstiefe Dämmung 3,0 cm



▲ Beispiel Rosenbüchel, Baumschlagler Eberle

## 2. KONSTRUKTION

### 2.5.4. SONDERBAUTEILE

#### Mehr als Mauerwerkbau

Ziegel-Fertigteile werden immer dann eingesetzt, wenn Lösungen im herkömmlichen Mauerwerkbau zu kompliziert oder gar nicht herzustellen sind. Individuell entworfene Bauteile werden in Form und Fugenbild werkseitig auf Maß hergestellt und vor Ort exakt in das Mauerwerk eingesetzt.

◀ AKTUELLE INFORMATIONEN!

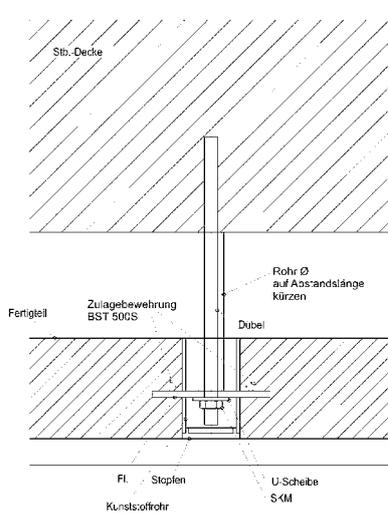
#### Decken-Untersichtsplatten

Für einen möglichst monolithischen Gesamteindruck bzw. ein einheitliches Erscheinungsbild werden heute immer häufiger Deckenunterseiten von großen Vorsprüngen oder Auskragungen passend zur Fassade in Backstein ausgeführt. Die Bauteile werden als Decken-Untersichtsplatten in Absprache mit dem Planer als Ziegelfertigteil individuell vorgefertigt. Die Befestigungsart ist abhängig von der Bauweise und dem Bauvorhaben zu wählen.

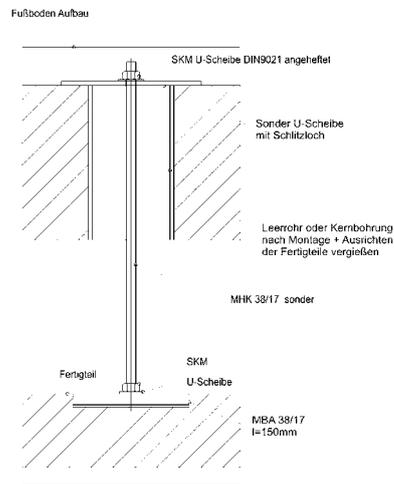
## 2. KONSTRUKTION

### 2.5.4. SONDERBAUTEILE

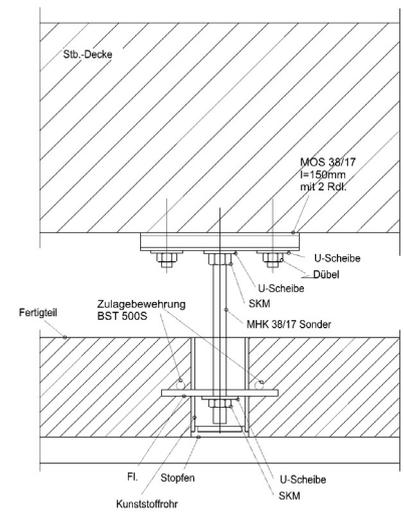
#### DECKENUNTERSICHTPLATTEN BEFESTIGUNGSTECHNIKEN UND AUSFÜHRUNGSBEISPIELE



▲ Gedübelt



▲ Durch die Decke



▲ Schienen



▲ Deckenuntersichtsplatten Beispiele



## 2. KONSTRUKTION

### 2.5.5. FASSADEN

#### Wirtschaftliche Lösungen durch Elementbau

Der Elementbau mit Fertigteilen aus Backstein erschließt neue konstruktive Möglichkeiten für den Fassadenbau: eine repräsentative wie wirtschaftliche Massivbauweise für Wohn-, Verwaltungs- und Gewerbebauten. Wirtschaftlichkeit beruht auf zeitnaher Fertigung und Anlieferung. Die Transportbewehrungen dienen gleichzeitig zur Montage. Die Befestigung der Elemente erfolgt über Ankersysteme.

#### Beispiel für Kombination aus Elementbau und konventioneller zweischaliger Außenwand Wohnhochhaus „Jatopa“ in Amsterdam

Die Süd- und Nordfassade der 20-geschossigen Wohnanlage besteht größtenteils aus Ziegel-Fertigteilen während die anderen Fassaden konventionell vor Ort als zweischalige Außenwand erstellt wurden.

Innerhalb der Nordfassade verfügt jedes der Geschosse um eine 2 m Breite vorgelagerte Galerie. Die Galerie- bzw. Balkonplatten sind auf der Hauptkonstruktion und der vorgelagerten Wandscheibe aus Ziegel-Fertigteilen aufgelagert. Alle Elemente sind geschossweise übereinander gesetzt und untereinander mit Anschlussbewehrungen verbunden, die vor Ort je nach Ausrichtung mit einem speziellen Quellschlamm vergossen wurden.

Die Brüstungsbereiche sind als stehender Mauerwerksverband, die Mauerwerkspfeiler als Halbschiffverband ausgeführt. Die vorgefertigten Brüstungen hatten ein Eigengewicht von bis zu 5 Tonnen und wurden durch herausstehende Betonnasen auf die tragenden Pfeiler aufgelegt. Die Galerieplatten sind auf großdimensionierten Edelstahlwinkeln aufgelagert. Die Möglichkeit, dass sich die vorgelagerte Wandscheibe infolge von Temperatureinfluss im Gegensatz zur dahinter liegenden Hauptkonstruktion verformen könnte, musste bei der Planung der Gesamtkonstruktion berücksichtigt werden.

Auf den aufgelegten Brüstungen wurden örtlich nichttragende Mauerwerkspfeiler erstellt, deren Halt über eine innere Stahlkonstruktion erfolgt.

#### ◀ AKTUELLE INFORMATIONEN!

#### WOHNANLAGE „JATOPA“



▲ Köther, Salman, Koedijk architecten

## 2. KONSTRUKTION

### 2.5.5. FASSADEN

Die Brüstungen der Südfassade wurden analog zur Nordfassade aus Ziegelfertigteilen erstellt. Die 7 m langen Balken wurden beidseitig mit einer Stahlkonstruktion auf die Stahlbetonstützen der Hauptkonstruktion aufgelegt. Da gerade die Südseite starken Temperaturschwankungen infolge von Sonneneinstrahlung ausgesetzt ist, wurden die Elemente einseitig starr verankert und auf der anderen Seite gleitend aufgelagert.

Speziell in die Stirnseite der Brüstungen einbetonierte Auflagerkonsolen sorgen dafür, dass die Elemente an ihrem Platz bleiben. In eine mittige runde Aussparung wird ein Dorn aus der Vorortkonstruktion eingepasst, dessen Kunststoffummantelung lässt die zu erwartende Längenausdehnung zu, ohne dass Zwängungen auftreten.

Die vor Ort als zweischalige Außenwandkonstruktion erstellten Mauerwerkspfeiler wurden mittels Luftschichtanker im Bereich der Auflager mit den Stahlbetonstützen verbunden. Für den mittleren frei stehenden Pfeiler wurde eine Stahlkonstruktion errichtet, die über werksseitig vorgesehene Gewindehülsen an den Fertigteilen fixiert wurde. Durch angeschweißte Luftschichtanker wurde dann der örtlich erstellte Mauerwerkspfeiler befestigt, so dass die zu erwartenden Windlasten kraftschlüssig abgeleitet werden können. Damit optisch der Eindruck einer bis zum Dach durchlaufenden Stütze entsteht, wurde der Verband der Stütze in der vorgefertigten Brüstung aufgenommen.

Der Dachrand wurde ebenfalls aus Ziegel-Fertigteilen ausgeführt und mit einbetonierten Einspannankern auf der oberen Deckenplatte befestigt.

WOHNANLAGE „JATOPA“



▲ Köther, Salman, Koedijk architecten

Weiterführende Literatur:  
DIN EN 1996 (EC 6)

DIN EN 845-2: Festlegung für Ergänzungsbauteile für Mauerwerk.  
Teil 2: Stürze. August 2003. DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

Bewehrungssysteme Elmenhorst Bauspezialartikel, Osterbrooksweg 85,  
22869 Schenefeld.

DIN 4108, Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden. Beiblatt 2: Wärmebrücken.  
Planungs- und Ausführungsbeispiele. Ausgabe Oktober 2003.

Pohl, W. H., Horschler, S.: Baukonstruktionen, Regeldetails. Im Ordner „Von der Idee zur Ausführung“ Herausgeber Fachverband Ziegelindustrie Nord e. V., 2002.

Schubert, P.: Schadenfreies Bauen mit Mauerwerk, Thema 2: Zweischalige Außenwände. Risse durch zu große Verformungsunterschiede in horizontaler Richtung. In: Mauerwerk 5 (2009, H. 4, S. 141–144)

## 2. KONSTRUKTION

### 2.6.1. ELEKTROPLANUNG GRUNDLAGEN

#### Planung und Installation

Die Planung der Elektroinstallation erfolgt immer entsprechend der geltenden Normen und Regelwerke, der Gebäudetypologie, des Einbauorts und der individuellen Anforderungen (Gebäudetechnik, Beleuchtung, benötigte Steckdosenanzahl etc.). Die Planung und Montage sollten immer von einem Experten (Fachplaner, Elektroinstallateur) durchgeführt werden.

Die Installation beginnt beim Hausanschluss, führt über den Zählerschrank mit Stromzähler zum Stromkreisverteiler (Sicherungskasten), der entweder direkt im Zählerschrank integriert ist oder als separater Verteilerkasten in jeder Wohneinheit geführt wird.

Im Verteilerkasten sind Einbaugeräte für verschiedene Anforderungen (Leitungsschutzschalter/Sicherungen, FI-Schalter, Klingeltrafos, Schaltrelais, KNX-Baugruppen etc.) verbaut.

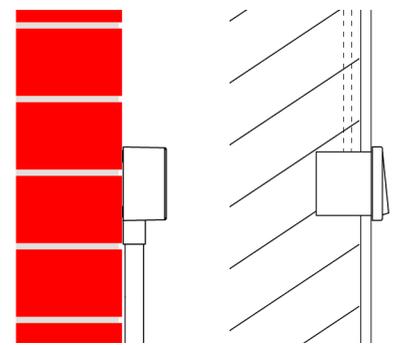
Darüber hinaus ist ein Überspannungsschutzschalter seit 2018 Pflicht in jeder Hausinstallation, die neu verlegt, verändert oder erweitert wird. Er dient vor allem dem Schutz vor Überspannung durch einen Blitzeinschlag im Gebäude oder in der zentralen Energieversorgung, der an die Hausinstallation angeschlossene elektrische und elektronische Geräte meist irreparabel zerstört.

Besondere Aufmerksamkeit erfordert die Installation in Feuchträumen (Gewächshaus, Waschküche, sonstige Räume mit hohem Feuchteintrag). Neben Kondenswasser, das sich auf und in den installierten Produkten niederschlagen kann, müssen alle Bauteile auch chemischen Einflüssen standhalten (z.B. Laugen, Säuren, Dämpfen etc.) sowie unempfindlich gegenüber hohen Temperaturen oder Staub sein.

Elektrische Betriebsmittel wie Schalter, Steckdosen, Verteiler und Abzweigdosen in Feuchträumen sind mindestens in Schutzart IP 54 auszuführen (Nässe: Strahlwasser aus beliebigem Winkel darf keine schädlichen Wirkungen haben). Für Feuchtraum-Steckdosen ist ein Klapp-Federdeckel typisch. Dieser schützt die Steckdose vor eindringender Nässe. Im Wohnbereich ist in der Regel nur der Schutz vor Feuchtigkeit gefordert, der mindestens Schutzart IP 44 erfordert (geschützt vor allseitigem Spritzwasser).

Es gibt zwei Varianten der Installation: Die klassische Aufputzinstallation der Elektroausstattung mit sichtbaren Kabeln oder die etwas aufwendigere Unterputzinstallation. Die Leitungsverlegung erfolgt ab dem Verteilerkasten.

#### SYSTEMSCHNITTE



▲ Aufputzschalter (l), Unterputzschalter (r)

## 2. KONSTRUKTION

### 2.6.1. ELEKTROPLANUNG GRUNDLAGEN

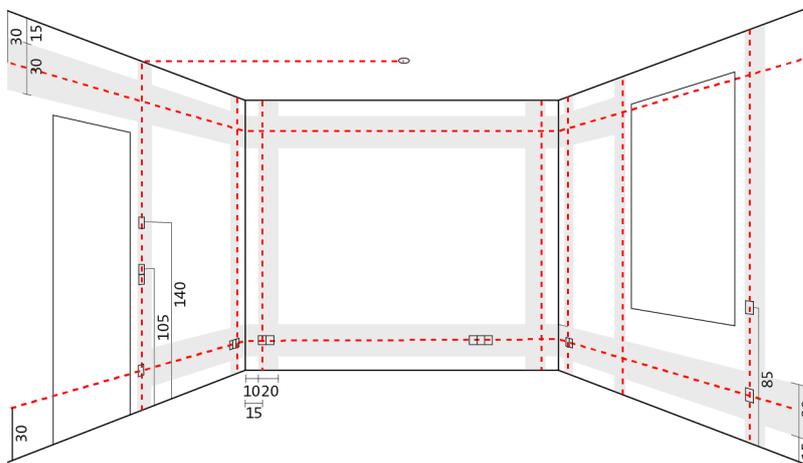
#### Funktion und Aufbau

Für elektrische Anlagen im Wohnbereich wird primär die DIN 18015 1-3 „Elektrische Anlagen in Wohngebäuden“ (Art und des Umfang der Ausstattung, der Anordnung, der Leitungsführung und weiterer Planungsgrundlagen der Elektroinstallation) herangezogen. Sie gilt neben der Unterputzinstallation ebenso für die Aufputzmontage, bei der die Kabel und Leitungen entweder a) direkt auf der Backsteinwand oder verputzten Oberfläche mit Abstandschellen verlegt oder b) in Stangenrohren aus Kunststoff oder Metall auf der Wand entlanggeführt werden.

Sie definiert u. a. auch die Installationszonen, die bei der Unterputzinstallation zwingend einzuhalten sind. Durch die klar vorgegebene vertikale und horizontale Leitungsführung wissen alle Gewerke und Nutzer, wo verdeckte Leitungen verlaufen (Ausnahme Altbau).

Hinsichtlich der Errichtungsbestimmungen gelten nationale Regelungen (z.B. Die VDE 0100 Normenreihe), wobei insbesondere die DIN VDE 0100-410 (Schutzmaßnahmen – Schutz gegen elektrischen Schlag), die DIN VDE 0100-510 (Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel) und die DIN VDE 0100-460 (Schutzmaßnahmen – Trennen und Schalten) zu beachten sind. Harmonisierte EN Normen existieren für diesen Bereich nicht.

#### INSTALLATIONSZONEN BEISPIEL WOHNRAUM



▲ --- Installationszonen  
Nach DIN 18015-03 alle Angaben in mm

## 2. KONSTRUKTION

### 2.6.2. AUFPUTZINSTALLATION

#### Aufputzinstallation

Kabel und Leitungen sowie Schalter, Steckdosen und Verteiler sind bei der Aufputzinstallation sichtbar und direkt auf der Backsteinwand bzw. der verputzten Wand verlegt. Passende Rohre ummanteln die verbindenden Kabel. Als Material steht bei einfacher und mittlerer mechanischer Beanspruchung flammwidriger UV-stabilisierter und halogenfreier Kunststoff zur Verfügung – entweder als starres Rohr zum Stecken oder Schrauben oder als biegsames, hochtemperaturbeständiges Rohr. Darüber hinaus werden für starke Beanspruchung starre Metallrohre aus Aluminium oder verzinkte Stahlpanzerrohre eingesetzt. Da die Leitungsverlegung sichtbar erfolgt, ist die Beachtung der Installationszonen nicht zwingend erforderlich, jedoch trotzdem ratsam.

Bei der Verlegung auf Backstein ist grundsätzlich zu beachten, dass Bohrungen im Backstein stets mit ausreichend Abstand zum Backsteinrand und den Mauerwerksfugen erfolgen. Nur so lassen sich unschöne Absplitterungen im Stein selbst vermeiden und der notwendige Halt z. B. von Befestigungsschellen realisieren. Einfache Montage, leichte Wartung und schnelle Ergänzung oder auch der einfache Rückbau sind wichtige Vorteile der Aufputzinstallation.

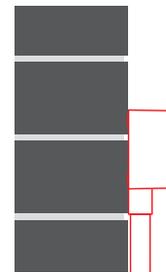
#### Besonderheit Innenraum

Besondere Aufmerksamkeit im Innenraum erfordert die Installation in Feuchträumen. Elektrische Betriebsmittel in Feuchträumen sind mindestens in Schutzart IP 54 auszuführen – d.h. die Bauteile sind gegen eindringenden Staub und Spritzwasser aus allen Richtungen geschützt. Für Feuchtraum-Steckdosen ist ein Klapp-Federdeckel typisch. Dieser schützt die Steckdose vor eindringender Nässe. Im Wohnbereich ist in der Regel nur der Schutz vor Feuchtigkeit gefordert, der mindestens Schutzart IP 44 erfordert – d.h. die Bauteile sind gegen eindringendes Spritzwasser aus allen Richtungen und mindestens gegen Fremdkörper ab einem Durchmesser von 1 mm geschützt.

#### Besonderheit Außenraum

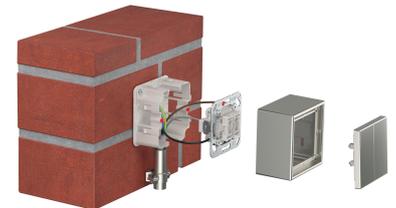
Die Elektroinstallation auf Backsteinmauerwerk im Außenraum muss zusätzlich zu den Standardanforderungen, die für den Innenraum gelten, widerstandsfähig gegen Witterungseinflüsse (Wind, Wasser, UV-Einstrahlung) sein. Aufputz- wie auch Unterputzinstallationen müssen der Schutzart IP 44 oder höher entsprechen. Außensteckdosen sollen überdies von innen mit einem Kontrollschalter abschaltbar sein.

#### SYSTEMSCHNITT

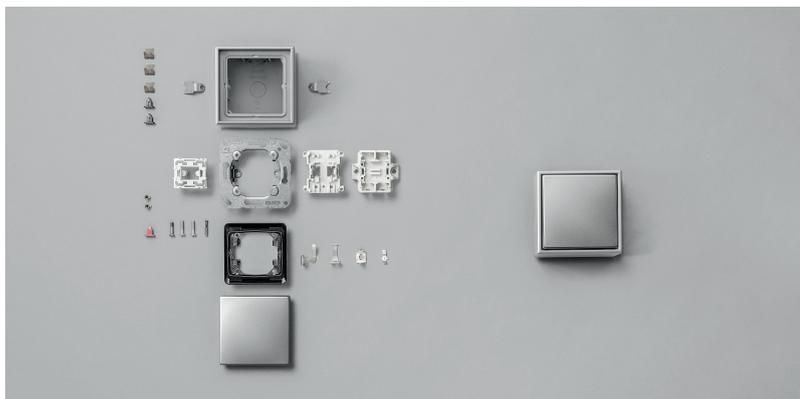


▲ Aufputzschalter

#### AUFPUTZAUSFÜHRUNG



▲ Aufbau Lichtschalter bei Aufputz-Installation  
© JUNG



▲ Komponenten Lichtschalter bei Aufputz-Installation © JUNG



## 2. KONSTRUKTION

### 2.6.4. FUNKBASIERTE SYSTEME

#### Alternative Aufputzmontage mit Funksteuerung

Eine moderne Variante, Schalter, Dimmer oder Bedienelemente ohne sichtbare Leitungen auf Backsteinwänden, also in Unterputz-Optik, zu verlegen, sind funkbasierte Systeme. Sie schließen die Lücke zwischen konventioneller Technik, in der Geräte über Stromkabel verdrahtet sind, mit einer vernetzten Gebäudesystemtechnik. Wandsender und Funkempfänger können genau dort angebracht werden, wo sie gebraucht werden – ohne, dass dafür Wände aufgestemmt werden müssen. Die Smart Home Systeme lassen sich manuell aber auch per Smartphone, Tablet oder Fernzugriff steuern.

#### Vielfältige Systeme mit geringstem Energieverbrauch

Funkbasierte Systeme müssen die Daten dabei stets schnell, sicher und mit geringem Energieverbrauch übertragen, wenn sie auf der Backsteinwand (oder anderen Wandkonstruktionen) installiert sind: Eine separate, kabelgebundene Stromzuführung für das Auslösen, Übertragen und Empfangen des Schaltimpulses ist dabei nicht vorgesehen. Es sind sowohl batteriebetriebene Systeme verfügbar als auch batterielose Schalter, die den nötigen Strom allein durch die Schaltbetätigung erzeugen. Die Sender lassen sich damit nahezu wartungsfrei betreiben.

Der Markt bietet verschiedene Funkstandards, die entweder offen und herstellerübergreifend oder geschlossen und als sog. proprietäre Systeme zur Verfügung stehen. Für die neuesten Gerätegenerationen setzen Hersteller auf Bluetooth Low Energy. Die Technologie ist für das IoT optimiert und verfügt über eine beachtliche Reichweite von zehn Metern, die über ein Mesh-System, in dem verschiedene Geräte miteinander vernetzt sind, noch erhöht wird.

#### FUNKSCHALTER



▲ Funkschalter auf Backstein  
© JUNG

#### FUNKBASIERTE SYSTEME SIND HOCHFLEXIBEL



▲ Komponenten für den Wandsender in der Aufputzausführung mit Bluetooth Low Energy. Der Schalter wird einfach per Klebepad befestigt. © JUNG

# BILDNACHWEISE

Kapitel	Seitenzahl
<b>2. Konstruktion</b> .....	<b>1-51</b>
2.1.1. Entwurf und Konstruktion .....	1
<b>Bild oben</b> Fritz-Höger-Preis 2014, Siza-Pavillon Insel Hombroich © Alvaro Siza, Rudolf Finsterwalder	
<b>Bild unten</b> Fritz-Höger-Preis 2014, Mapungubwe Interpretive Centre, Light Earth Designs, © Obie Obermeyer	
2.2.2. Bauweisen Zweischalige Wand nach DIN EN 1996 (EC6) .....	5
<b>3 Grafiken</b> Zweischalige Außenwand © Initiative Bauen mit Backstein	
2.2.4. Zweischalige Wand ganz mit Wärmedämmung .....	7
<b>Grafik</b> Fritz-Höger-Preis 2017, Fassadenschnitt Auszug, Wohnbebauung mit Kinderhaus © Palais Mai	
2.3.1. Statik .....	8
<b>Bild oben</b> Fritz-Höger-Preis 2014, Duikklok Tilburg, Bedaux de Brouwer Architecten © Tim van de Velde	
<b>Bild unten</b> Fritz-Höger-Preis 2014, Saw Swee Hock Student Centre, O'Donnell + Tuomey Architects, © Dennis Gilbert	
2.3.1. Statik .....	9
<b>Grafik</b> Ausführungsbeispiel: Detail, © MODERSOHN®	
<b>Bild unten</b> Ausführungsbeispiel: Abfangung Sturz © Initiative Bauen mit Backstein	
2.3.2. Statik – Abfangungen .....	10
<b>7 Grafiken</b> Abfangungen Ausführungsbeispiele © MODERSOHN®	
2.3.3. Statik – Luftschichtanker .....	12
<b>Bild</b> Ausführungsbeispiel: Luftschichtanker © Initiative Bauen mit Backstein	

# BILDNACHWEISE

Kapitel	Seitenzahl
2.3.3. Statik – Luftschichtanker ..... 13	
<b>Bild oben</b>	
Ausführungsbeispiel: Eingelegte Luftschichtanker	
© Initiative Bauen mit Backstein	
<b>5 Grafiken unten</b>	
Luftschichtankertypen	
© Bever	
2.3.3. Statik – Luftschichtanker ..... 14	
<b>4 Grafiken</b>	
Luftschichtankertypen	
© Bever	
2.4.1. Verband und Fuge ..... 15	
<b>Bild</b>	
Fritz-Höger-Preis 2014, Prolin, Läuferverband, WEBERWÜRSCHINGER,	
© Stefan Meyer	
2.4.1. Verband und Fuge ..... 16	
<b>5 Bilder</b>	
Fugenvariationen	
© Initiative Bauen mit Backstein	
2.4.1. Verband und Fuge ..... 18	
<b>2 Bilder</b>	
Stein und Mörtel, Wasser und Mörtel	
© Initiative Bauen mit Backstein	
2.4.1. Verband und Fuge ..... 19	
<b>Bild unten</b>	
Beispiel Ausführung Ecksituation	
© Initiative Bauen mit Backstein	
2.4.1. Verband und Fuge ..... 20	
<b>Bild</b>	
Beispiel Ausführung Fugenglattstrich	
© Initiative Bauen mit Backstein	
2.4.2. Mörtel und Zusätze ..... 22	
<b>2 Bilder</b>	
Silo und Mörtelwanne	
© Initiative Bauen mit Backstein	

# BILDNACHWEISE

Kapitel	Seitenzahl
2.4.2. Mörtel und Zusätze .....23	
<b>2 Bilder</b>	
Herstellung	
© Dipl.-Ing Steffen Haupt	
2.4.3. Mauerverbände ..... 24	
<b>5 Bilder</b>	
Arten der Verbände	
© Initiative Bauen mit Backstein	
2.4.3. Mauerverbände ..... 25	
<b>4 Bilder</b>	
Arten der Verbände	
© Initiative Bauen mit Backstein	
2.4.4. Zierverbände ..... 26	
<b>Bild links</b>	
Fritz-Höger-Preis 2014, CAN fase 1, Heren 5 Architecten bv bna,	
© Sander Meisner, Kees Hummel	
<b>Bild Mitte</b>	
Fritz-Höger-Preis 2014, Ökumenisches Forum Hafencity Hamburg,	
@ Wandel Hoefer Lorch Architekten	
<b>Bild rechts</b>	
Fritz-Höger-Preis 2014, Kita Wittstock, kleyer.koblitz.letzel.freivogel	
gesellschaft von architekten mbh,	
© Christian Richters	
2.4.5. Dehnungsfugen in der Außenschale ..... 27	
<b>3 Grafiken</b>	
Fugen	
© Halfen	
2.4.6. Vertikale Dehnungsfugen ..... 29	
<b>Bild unten</b>	
Ausführungsbeispiel	
@ Initiative Bauen mit Backstein	
2.4.6. Vertikale Dehnungsfugen ..... 30	
<b>2 Bilder unten</b>	
Fritz-Höger-Preis 2014, Kindertagesstätte UKM ,	
BURHOFF und BURHOFF Architekten BDA	
© Roland Borgmann	
2.5.1. Elementbau ..... 32	
<b>3 Bilder</b>	
Gestaltungsvielfalt, Uni Bern Sonderbauteile	
© Initiative Bauen mit Backstein	

# BILDNACHWEISE

Kapitel	Seitenzahl
2.5.1. Elementbau ..... 33	
<b>3 Bilder</b>	
Elementsysteme	
© Initiative Bauen mit Backstein	
2.5.2. Verblendsturz ..... 34	
<b>Bild</b>	
Gemauerter Rundbogen	
© Initiative Bauen mit Backstein	
2.5.2. Verblendsturz ..... 35	
<b>Bild</b>	
Steindicker, scheinrechter Bogen	
© Initiative Bauen mit Backstein	
2.5.2. Verblendsturz ..... 36	
<b>2 Bilder</b>	
Grenadierstürze	
© Initiative Bauen mit Backstein	
2.5.2. Verblendsturz ..... 37	
<b>Bild</b>	
Bild 1: Bauaufsichtlich zugelassenes Sturzbewehrungssystem zur	
Überdeckung von Öffnungen bis zu 3,01 m Breite	
© Elmenhorst	
2.5.2. Verblendsturz ..... 38	
<b>3 Bilder</b>	
Von der Herstellung zum Fertigteil	
© Initiative Bauen mit Backstein	
2.5.2. Verblendsturz ..... 39	
<b>2 Bilder</b>	
Befestigung der Fertigteilstürze	
© Initiative Bauen mit Backstein	
2.5.3. Fenstersohlbank ..... 42	
<b>Bild oben links</b>	
Fensterbank-Rollschicht Dämmung 3,0 cm	
© Initiative Bauen mit Backstein	
<b>Bild oben rechts</b>	
Fensterbank-Rollschicht mit großer Laibungstiefe Dämmung 3,0 cm	
© Initiative Bauen mit Backstein	
<b>Bild unten rechts</b>	
Beispiel Rosenbüchel, Baumschlager Eberle	
© Initiative Bauen mit Backstein	

# BILDNACHWEISE

Kapitel	Seitenzahl
2.5.4. Sonderbauteile .....	44
<b>5 Bilder</b>	
Deckenuntersichtsplatten Beispiele	
© Initiative Bauen mit Backstein	
2.5.5. Fassaden .....	45
<b>6 Bilder</b>	
WOHNANLAGE „JATOPA“, Köther, Salman, Koedijk architecten	
© Initiative Bauen mit Backstein	
2.6.1. Elektroplanung Grundlagen.....	47
<b>2 Grafiken</b>	
Systemschnitte	
© Initiative Bauen mit Backstein	
2.6.1. Elektroplanung Grundlagen.....	48
<b>Grafik</b>	
Installationszonen	
Quelle: Nach DIN 18015-03 © Initiative Bauen mit Backstein	
2.6.2. Aufputzinstallation.....	49
<b>Grafik oben</b>	
Systemschnitt	
© Initiative Bauen mit Backstein	
<b>Bild</b>	
Aufputzausführung	
© JUNG	
2.6.3. Unterputzinstallation.....	50
<b>Grafik oben</b>	
Systemschnitt	
© Initiative Bauen mit Backstein	
<b>Bild</b>	
Unterputzausführung	
© JUNG	
2.6.4. Funkbasierte Systeme.....	51
<b>Bild oben rechts</b>	
Funkschalter auf Backstein	
© JUNG	
<b>Bild unten</b>	
Komponenten für den Wandsender	
© JUNG	

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>3.</b>	<b>Energie und Nachhaltigkeit</b>	<b>1-21</b>
3.1.	Gebäudeenergiegesetz (GEG)	1
3.1.1.	Anforderungen im Neubau	2-3
3.1.2.	Anforderungen im Bestand	4-5
3.2.1.	Transmissionswärmeverluste und U-Werte	6-9
3.2.2.	Sommerlicher Wärmeschutz	10
3.2.3.	Wärmespeicherung	11
3.2.4.	Lüftungswärmeverluste	12
3.2.5.	Wärmebrücken	13
3.2.6.	Wärmeerzeugung – Brennstoff und System	14
3.3.1.	Planung	15
3.4.1.	Energiebilanz und Heizwärmebedarf	16
3.5.1.	Vorteile	17
3.5.2.	Förderpolitik – BEG und KfN	18-21
3.5.3.	Nachhaltiges Bauen	22-23
3.6.	Nachhaltiger Mörtel	24-25

## 3. ENERGIE UND NACHHALTIGKEIT

### 3.1. GEBÄUDEENERGIEGESETZ (GEG)

#### **Gebäudeenergiegesetz**

Das Gebäudeenergiegesetz [GEG](#) ist gemäß §2 gültig für alle Gebäude, die unter Einsatz von Energie beheizt oder gekühlt werden, mit Ausnahme von

z.B.:

- Ställen und Gewächshäusern
- Zelten und provisorischen Gebäuden
- Gebäuden für religiöse Zwecke
- Wohngebäuden mit einer planmäßigen Nutzungsdauer von weniger als vier Monaten im Jahr

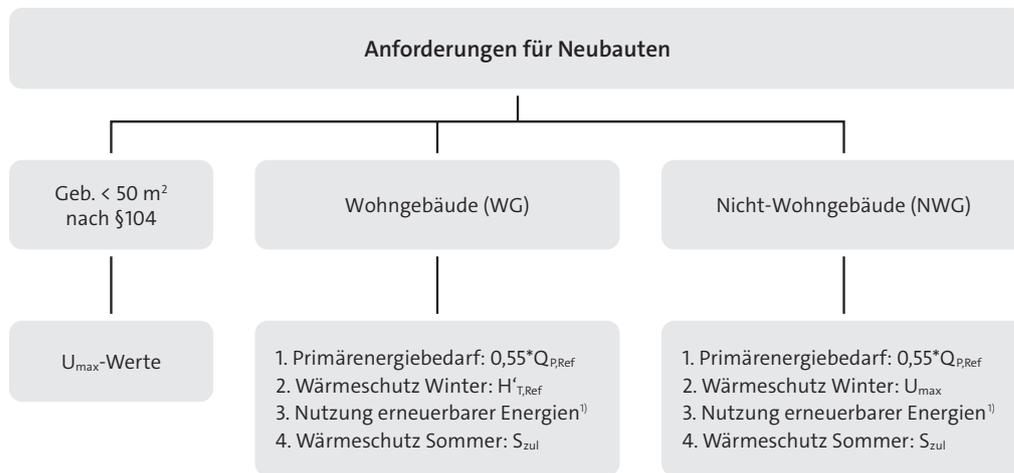
### 3. ENERGIE UND NACHHALTIGKEIT

#### 3.1.1. ANFORDERUNGEN IM NEUBAU

##### Haupt- und Nebenanforderungen

Seit dem Inkrafttreten der 1. Energieeinsparverordnung (kurz: EnEV) im Jahr 2002 haben sich die Anforderungen an die Gebäudehülle und die energetische Performance von Gebäuden stetig erhöht. 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.

Das aktuelle Gebäudeenergiegesetz trat am 1. Januar 2024 in Kraft und fordert für neu zu errichtende Gebäude folgende Nachweise:



<sup>1)</sup> Die Anforderung wird erfüllt, indem nur noch Anlagen eingebaut werden, die mindestens 65 Prozent der mit der Anlage bereitgestellten Wärme mit erneuerbaren Energien oder unvermeidbarer Abwärme erzeugt.

Für den Nachweis der GEG-Anforderungen 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 sog. Referenzwerten gegenüberzustellen. Die Referenzwerte werden ermittelt, indem das geplante Gebäude mit einer Referenz-Gebäudetechnik (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.

## 3. ENERGIE UND NACHHALTIGKEIT

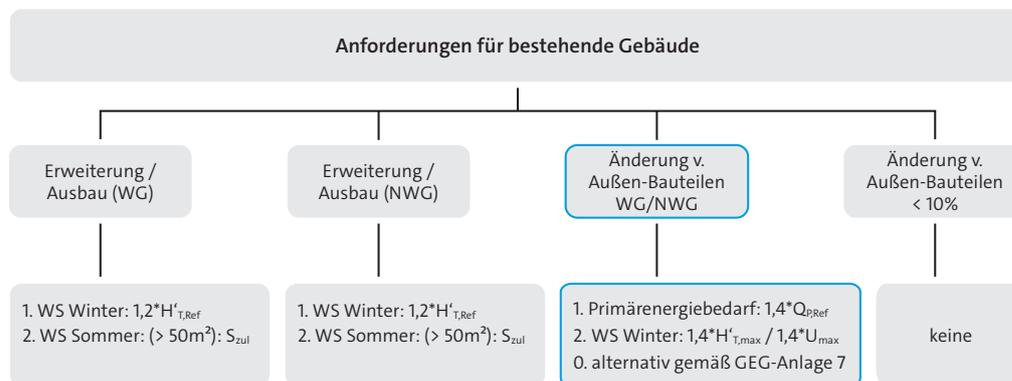
### 3.1.1. ANFORDERUNGEN IM NEUBAU

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<sup>+</sup> < 30 kWh/(m<sup>2</sup>a) bis H > 250 kWh/(m<sup>2</sup>a)) eingeordnet. Aktuelle Entwicklungen zeigen jedoch, dass v.a. energiepolitisch einiges im Umbruch ist und die Experten sind sich einig, dass für einen bis zum Jahr 2045 anvisierten klimaneutralen Gebäudebestand in Deutschland nicht mehr allein die Energieeffizienz ausschlaggebend ist. Vielmehr rücken ökologische und nachhaltige Bewertungskriterien für die Planung und den Bau von neuen Gebäuden in den Vordergrund. So ist beispielsweise die verpflichtende Angabe von CO<sub>2</sub>-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), welche seitdem bereits mehrfach und zuletzt zum 01.01.2023 überarbeitet und angepasst wurde. Weitere Informationen zur aktuellen BEG-Fördersystematik sind in Kap. 3.5.2. zu finden. Die aktuelle Neubauförderung in Deutschland wird seit 01.03.2023 über die Richtlinie „Klimafreundlicher Neubau“ (kurz: KFN) geregelt.

### 3. ENERGIE UND NACHHALTIGKEIT

#### 3.1.2. ANFORDERUNGEN IM BESTAND

Das aktuelle Gebäudeenergiegesetz fordert für bestehende Gebäude folgende Nachweise:



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  $H^1_T$  bzw.  $U_{max}$  um nicht mehr als 40% überschritten 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 (siehe auch Tabelle 1). Für Bestandsgebäude gilt die Pflicht zur Ausstellung eines Energieausweises nur dann, wenn das Gebäude vermietet, verkauft oder anderweitig veräußert werden soll (Pflichtangabe in Immobilienanzeigen). Weiterhin besteht im Fall von bestehenden Gebäuden die Möglichkeit, alternativ zum bedarfsorientierten Energieausweis einen verbrauchsorientierten Energieausweis zu erstellen.

Für Gebäudeerweiterungen und -ausbauten wurden die Anforderungen seit dem 1. GEG lediglich auf Anforderungen an die Gebäudehülle reduziert. In der zuvor geltenden Energieeinsparverordnung waren die Anforderungen an Gebäudeerweiterungen mit Anforderungen an einen Neubau gleichzusetzen (ohne Nutzungspflicht für erneuerbare Energien).

### 3. ENERGIE UND NACHHALTIGKEIT

#### 3.1.2. ANFORDERUNGEN IM BESTAND

Baukonstruktion/Bauteil	Innentemperaturen $\geq 19^\circ\text{C}$	Innentemperaturen $12^\circ\text{C} < 19^\circ\text{C}$
Außenwand	0,24	0,35
Fenster, Fenstertüren	1,30	1,90
Dachflächenfenster	1,40	1,90
Vorhangfassaden (Pfosten-Riegel-Konstruktion)	1,50	1,90
Dachflächen	0,24	0,35
Dachflächen mit Abdichtung	0,20	0,35
Oberste Geschossdecke	0,24	0,35
Kellerwände (geg. Erdreich)	0,30	keine
Kellerwände (geg. unbeheizt)	0,30	keine
Bodenplatte (geg. Erdreich)	0,30	keine

Tabelle 1: Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten von Außenbauteilen in  $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$  bei Änderung an bestehenden Gebäuden nach GEG Anlage 7 (Auszug)

### 3. ENERGIE UND NACHHALTIGKEIT

#### 3.2.1. TRANSMISSIONSWÄRMEVERLUSTE 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<sup>2</sup> zwischen der Innen- und Außenluft abfließt.

Summiert man sämtliche mit deren U-Werten U<sub>i</sub> und Temperatur-Korrekturfaktoren F<sub>xi</sub> multiplizierte Bauteilflächen A<sub>i</sub> auf und verteilt die Summe auf die gesamte Hüllfläche, so erhält man die Transmissionswärmeverluste H<sub>T</sub> eines Gebäudes.

Die zur Sicherung der Vormauerschale einzusetzenden Drahtanker müssen bei der Ermittlung des Wärmedurchgangskoeffizienten U nur dann berücksichtigt werden, wenn ihr Einfluss eine bestimmte Grenze überschreitet. Edelstahlanker weisen bis zu max. 5 mm Durchmesser auf und ihre erforderliche Anzahl pro m<sup>2</sup> Wandfläche wird windlastabhängig festgelegt. In den meisten Fällen haben diese Anker einen sehr geringen Einfluss auf die wärmedämmenden Eigenschaften einer Außenwand.

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 wie folgt:

$$\Delta U_f = \alpha \cdot \lambda_f \cdot n_f \cdot A_f \text{ in [W/(m}^2\text{K)]}$$

dabei ist

- α = 6 m<sup>-1</sup> (konstanter Faktor)
- λ<sub>f</sub> = Wärmeleitfähigkeit des Ankers (für Edelstahlanker kann λ<sub>f</sub> = 17 W/(mK) angesetzt werden.)
- n<sub>f</sub> = Anzahl Anker je m<sup>2</sup>
- A<sub>f</sub> = Querschnittsfläche eines Ankers in m<sup>2</sup>

Die nachfolgende Tabelle 3 weist U-Werte von zweischaligem Mauerwerk (ohne U-Wert-Zuschlag für Verbindungsmittel) mit variierender Hintermauerschale und verschiedenen Dicken für die Kerndämmung aus.

Nutzen Sie den U-Wert-Rechner auf

► [backstein.com/u-wert-check](https://backstein.com/u-wert-check)

### 3. ENERGIE UND NACHHALTIGKEIT

#### 3.2.1. TRANSMISSIONSWÄRMEVERLUSTE UND U-WERTE

Wärmeleitfähigkeit $\lambda$ in W/(mK)		U-Wert in W/(m <sup>2</sup> K) Innenputz d = 1,5cm Mauerwerk der Tragschale (innen) d = 24cm 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

Tabelle 2: 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.

### 3. ENERGIE UND NACHHALTIGKEIT

#### 3.2.1. TRANSMISSIONSWÄRMEVERLUSTE UND U-WERTE

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 sog. 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  $U=0,28 W/(m^2K)$ . Weitere Referenzwerte für die energetische Bilanzierung von Wohngebäuden sind Tabelle 3 zu entnehmen.

### 3. ENERGIE UND NACHHALTIGKEIT

#### 3.2.1. TRANSMISSIONSWÄRMEVERLUSTE UND U-WERTE

Komponente	Eigenschaft	Referenzausführung
Außenwand	U-Wert [W/(m²K)]	0,28
Fenster, Fenstertüren	U-Wert [W/(m²K)]	1,30
	g-Wert [-]	0,60
Dachflächenfenster	U-Wert [W/(m²K)]	1,30
	g-Wert [-]	0,60
Außentüren	U-Wert [W/(m²K)]	1,80
Dach, oberste Geschossdecke	U-Wert [W/(m²K)]	0,20
Bauteil an Erdreich / unbeheizter Raum	U-Wert [W/(m²K)]	0,35
Wärmebrückenzuschlag	$\Delta U_{WB}$ [W/(m²K)]	0,05
Luftdichtheit der Gebäudehülle	RLT-Anlage mit Dichtheitsprüfung	$n_{50} = 1,0 \text{ h}^{-1}$
	ohne RLT-Anlage mit Dichtheitsprüfung	$n_{50} = 2,0 \text{ h}^{-1}$
Sonnenschutz	keine	
Heizungsanlage	zentrale Anlage, Brennwertkessel (verbessert), Energieträger: Erdgas, Innenaufstellung für Gebäudenutzfläche $\leq 500\text{m}^2$ , Außenaufstellung für Gebäudenutzfläche $> 500\text{m}^2$ , Radiatoren vor Außenwänden mit Vor- & Rücklauftemperatur 55/45°C, bedarfsgeregelte Pumpe, hydraulischer Abgleich, Thermostat- ventile $\pm 1\text{K}$ , Leitungslängen nach DIN V 4701-10:2003-8	
Anlage zur Warmwasserbereitung	zentral über Heizung, Solaranlage mit Flach-kollektoren (kleine Anlage für $A_N \leq 500\text{m}^2$ , große Anlage für $A_N > 500\text{m}^2$ ), mit Zirkulation, Leitungslängen nach DIN V 4701-10:2003-08	
Lüftung	zentrale Abluftanlage, nicht-bedarfsgeführt mit regeltem DC-Ventilator	
Kühlung	keine Kühlung	
Automation	Klasse C	

Tabelle 3: Referenzgebäudeausführung nach GEG für Wohngebäude

### 3. ENERGIE UND NACHHALTIGKEIT

#### 3.2.2. SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

Für jedes neu zu errichtende Gebäude ist zusätzlich der Nachweis für den sommerlichen Wärmeschutz (baulich) zu führen, welcher 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.

1. Stufe: Die Einhaltung von grundflächenbezogenen Fensterflächenanteilen  $f_{WG}$  für die maßgebenden Räume je nach Orientierung gemäß Tabelle 6 der DIN 4108-2:2013-02.
2. Stufe: Vereinfachtes Verfahren mit vorhandenen und zulässigen Sonneneintragskennwerten, welche nach DIN 4108-2:2013-02 mithilfe der Tabellen 7 & 8 sowie der Gleichungen (2), (3) & (4) zu ermitteln sind.
3. Stufe: Thermische Gebäudesimulation (computergestützt), welche standortbezogen die Übergradtemperaturstunden des maßgebenden Raumes ermittelt.

Folgende Parameter haben einen erheblichen Einfluss auf das Innenraumklima in den Sommermonaten:

- Fensterflächenanteil und Orientierung der Fensterflächen (baulich)
- Raumgröße (im Verhältnis zum Fensterflächenanteil) (baulich)
- Bauweise (leicht, mittel, schwer) / thermische Speicherfähigkeit (baulich, Material)
- Vorhandensein von Sonnenschutzverglasung (Material)
- Vorhandensein von Sonnenschutzvorrichtungen (baulich)
- Nachlüftung (TGA)
- Klimaregion (Standort)

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.

### 3. ENERGIE UND NACHHALTIGKEIT

#### 3.2.3. WÄRMESPEICHERUNG

Die Auswirkungen der Wärmespeicherung werden im Zusammenhang mit der energetischen Performance von Gebäuden häufig unterschätzt. Das Verzögern der Temperaturspitzen im Tagesverlauf – wie im Kap. 3.2.2 beschrieben – nennt man Phasenverschiebung. Diese spielt auch im Hinblick auf den winterlichen Wärmeschutz gerade in den Übergangszeiten zwischen Sommer- und Wintermonaten eine nicht unwesentliche Rolle. 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 zwischenspeichern, 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. Somit wird sich ein Raum, welcher hinsichtlich seiner raumumschließenden Flächen mit Materialien geringer Wärmespeicherfähigkeit bekleidet ist, bei Wärmezufuhr schnell aufheizen, aber auch genauso schnell wieder auskühlen, sobald die Wärmequelle „ausgeschaltet“ wird. Bestehen die raumumschließenden Flächen jedoch aus Materialien mit einer hohen Wärmespeicherfähigkeit, verlängert sich sowohl der Aufheiz- als auch der Abkühlvorgang gegenüber einer leichten Bauweise deutlich.

Die zusätzliche Speichermasse bei der zweischaligen Bauweise bietet also sowohl bezüglich des sommerlichen als auch des winterlichen Wärmeschutzes erhebliche Vorteile. Zusätzlich ist die Oberflächenbeschaffenheit einer Verblendschale vorteilhaft zu bewerten, da Ansiedlungen von Mikroorganismen weitestgehend verhindert werden. Dies wirkt sich auch positiv auf die Reinigungsfreundlichkeit der Fassade im Sinne einer Nachhaltigkeitsbetrachtung aus.

### 3. ENERGIE UND NACHHALTIGKEIT

#### 3.2.4. 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 Luftdichtheit ist also ein Qualitätsmerkmal und lässt sich in einem Ziegelgebäude durch mindestens eine verputzte Wandoberfläche problemlos herstellen. Die luftdichte Gebäudeausführung ist mit einer sog. Blower-Door-Messung nachzuweisen, anderenfalls ist die Kennzahl  $n_{50}$  (Luftwechsellzahl) entsprechend hoch anzusetzen, was innerhalb der Energiebilanz zu rechnerisch hohen Lüftungswärmeverlusten führt.

Bei der Planung und Ausführung von Wohngebäuden gilt es, bei der Minimierung der Lüftungswärmeverluste gleichzeitig einen sog. Mindestluftwechsel für einen optimalen CO<sub>2</sub>-Ausgleich und zur Feuchteabfuhr sicherzustellen. Dafür ist in der Regel im Rahmen eines Lüftungskonzeptes nach DIN 1946-6:2019-12 ein hygienisches Raumklima nachzuweisen.

Aber auch im Bestand ist die Vermeidung ungewollter Wärmeverluste durch eine undichte Gebäudehülle eine wichtige Voraussetzung für die Energieeffizienz. Daher sollten Sanierungsmaßnahmen ebenfalls in ihrer qualitativen Ausführung durch eine Dichtheitsprüfung überprüft werden. Die zweischalige Ziegelbauweise ist luftdicht und gleichzeitig diffusionsoffen. Sie sorgt so für ein angenehmes, gesundes Raumklima und ein hohes Maß an Energieeffizienz.

Die temperaturspezifischen Lüftungswärmeverluste eines Gebäudes ergeben sich aus dem belüfteten Netto-Volumen  $V$ , der Luftwechsellzahl  $n$ , die besagt, wie häufig das gesamte Luftvolumen in einer Stunde ausgewechselt wird, und der spezifischen Wärmespeicherkapazität der Luft von  $0,34 \text{ Wh}/(\text{m}^3\text{K})$ .

In Gebäuden wird zwischen Fensterlüftung und mechanischer Lüftung unterschieden und die gemessenen Luftwechsellzahlen sind dabei stark abhängig von der Luftdichtheit der Gebäudehülle, aber vor allem vom Nutzerverhalten. Wird eine mechanische Lüftungsanlage eingesetzt, berücksichtigt die Energiebilanz das tatsächlich ausgetauschte Luftvolumen und die ggf. rückgewonnene Wärme.

### 3. ENERGIE UND NACHHALTIGKEIT

#### 3.2.5. WÄRMEBRÜCKEN

Wärmebrücken sind thermische Schwachstellen in der Gebäudehülle, man unterscheidet hierbei zwischen geometrischen und materialbedingten Wärmebrücken. Es gibt auch konvektionsbedingte Wärmebrücken, z.B. hinter Schränken durch Behinderung der Luftzirkulation.

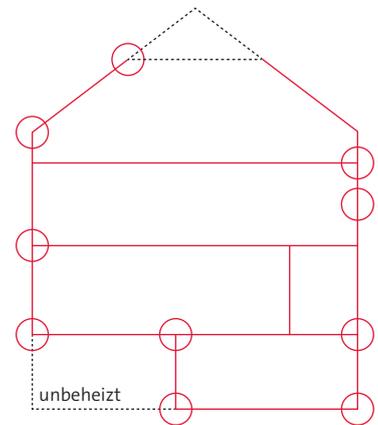
Bei der Gebäudeplanung sollte aus Wärmebrückensicht auf eine kompakte Bauweise geachtet werden. Mit anderen Worten: Das Verhältnis von beheiztem Gebäudevolumen  $V$  (brutto) zur wärmeumschließenden Hüllfläche  $A$  sollte möglichst klein sein, d.h. je weniger Ecken, Auskragungen und Einbuchtungen ein Gebäude aufweist, desto günstiger ist sein  $A/V$ -Verhältnis. Die Reduktion des  $A/V$ -Wertes um  $0,1 \text{ m}^{-1}$  bewirkt für durchschnittliche Gebäude eine ungefähre Verringerung des Heizwärmebedarfs von ca. 5-6  $\text{kWh}/(\text{m}^{2\text{a}})$ , ohne dass zusätzliche Dämmmaßnahmen ergriffen werden müssen.

Wärmebrücken führen aber nicht nur zu weiteren Energieverlusten, sondern an ihrer raumseitigen Oberfläche sinkt auch die Temperatur gegenüber den „ungestörten“ Bereichen deutlich ab. Auf kalten Bauteilinnenoberflächen kann es bei normalen Innenraumtemperaturen ( $20^\circ\text{C}$ ) und gängigen Raumluftfeuchten (50%) zur Tauwasserbildung auf der Oberfläche kommen. Die hygienische Grenze für die Bildung von Schimmelpilzen an Bauteilinnenoberflächen beträgt  $12,6^\circ\text{C}$  gemäß DIN 4108-2:2013-02. Wird diese Temperatur unterschritten, ist die Gefahr für die Bildung von Schimmelpilzen grundsätzlich gegeben.

Die konstruktive Optimierung von Bauteilanschlüssen und deren wärmetech-nische Berechnung zur Berücksichtigung in der energetischen Bilanzierung sind ein zentrales Thema für die Gebäude-Energieeffizienz. Viele Hersteller von Bauprodukten, so auch die Ziegelindustrie – insbesondere die Fachgruppe Hintermauerziegel – stellen umfangreiche Kataloge mit Detaillösungen für die energetische Erfassung von Wärmebrücken zur Verfügung. Der Wärmebrücken-Katalog bzw. das handliche Wärmebrücken-Onlinetool der Ziegelindustrie findet sich unter [www.wb.ax3000-group.de/landing](http://www.wb.ax3000-group.de/landing). Im Zuge der energetischen Bilanzierung werden die Wärmebrückenverluste über einen Wärmebrückenzuschlag  $\Delta U_{WB}$  erfasst, welcher bei den Transmissionswärmeverlusten auf die gesamte thermische Gebäudehülle verteilt, berücksichtigt wird.

Die punktuell durch Drahtanker an der Tragschale befestigte Verblendschale verursacht bei sachgerechter Anwendung und Ausführung nur geringe Wärmebrückenverluste. Diese können nach DIN EN ISO 6948:2018-03 als Zuschlag zum U-Wert erfasst werden und benötigen daher keine separate Berücksichtigung in Form einer detaillierten Wärmebrücke (siehe auch Kap. 3.2.1.).

#### WÄRMEBRÜCKEN BEISPIELE



▲ Darstellung relevanter Wärmebrücken

### 3. ENERGIE UND NACHHALTIGKEIT

#### 3.2.6. WÄRMEERZEUGUNG – BRENNSTOFF UND SYSTEM

Aufgrund des großen Einflusses der Wärmeerzeugung sowohl auf den End- als auch auf den Primärenergiebedarf muss die Art der Anlagentechnik bereits in einer frühen Planungsphase festgelegt werden. Hier gilt es, alle Anlagenbestandteile (Erzeuger, Übergabe- und Verteilungssystem, Speicher, etc.) sowie die Wahl des Energieträgers aufeinander abzustimmen. Bei großen Bauvorhaben ist es hier sinnvoll, neben einem Energieberater auch frühzeitig einen TGA-Planer mit in die Vorplanung einzubeziehen.

Die Heizungsanlagensysteme sollten – energetisch sinnvoll – möglichst innerhalb des wärmegeprägten Bereiches eines Gebäudes, z.B. im wärmegeprägten Keller, aufgestellt werden, damit ihre Abwärme genutzt werden kann.

In die Entscheidung für ein Heizungssystem sollten neben Standortfaktoren die Erwartungen hinsichtlich der Energiepreisentwicklung, die Entwicklung der Verfügbarkeit von Energieträgern, die Kosten und die Ausgereiftheit der Anlagentechnik sowie das Vertrauen in die zukünftige Wartung der Anlagen einfließen.

##### **Das System macht den Unterschied**

Hochwertige Außenwandkonstruktionen stellen das konstruktive und energetische Grundgerüst eines Gebäudes dar. So können hier beispielsweise eine zweischalige Konstruktion mit Verblendziegel und einer Tragschale aus ungefüllten Mauerziegeln (z.B. mit einer Wärmeleitfähigkeit von  $0,08 \text{ W/(mK)}$ ) sehr niedrige U-Werte von  $0,16$  bzw.  $0,14 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  erreichen. Gemeinsam mit massiven Deckenkonstruktionen wird zudem eine hervorragend temperatenausgleichende und energiesparende Wärmespeichermasse erstellt.

Ein gut gedämmtes Gebäude benötigt eine geringere Energiemenge als ein schlecht gedämmtes Gebäude – soviel ist bekannt. Aber auch die Eigenschaften der Anlagentechnik richten sich nach dem Dämmstandard. So sind Wärmepumpen (z.B. Luft-Luft, Luft-Wasser, Sole-Wasser) aufgrund ihrer niedrigen Systemtemperaturen bestens geeignet, um ein gut gedämmtes Gebäude, welches einen geringen Heizwärmebedarf aufweist, über eine Fußboden- oder Deckenheizung mit niedriger Vor- und Rücklauf-temperatur mit Wärmeenergie zu versorgen. Dagegen sind bei einem schlechter gedämmten Gebäude mit hoher Heizlast Systeme wie verbesserte Brennwertkessel, die so ausgestattet sind, dass sie mit Biogas oder grünem Wasserstoff betrieben werden können, besser für die Wärmeversorgung geeignet, da diese über Radiatoren mit deutlich höheren Vor- und Rücklauf-temperaturen im Gebäude verteilt wird.

## 3. ENERGIE UND NACHHALTIGKEIT

### 3.3.1. 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.

#### **Energiebilanz am Beispiel von Wohngebäuden**

Ein normales Wohngebäude hat zwei unterschiedliche Wärmeverlustquellen. Es verliert Wärme über die Gebäudehülle sowie infolge der erforderlichen Lüftungsmaßnahmen und Infiltration durch die Gebäudehülle. Gleichzeitig gibt es Wärmegewinne durch die Sonneneinstrahlung (solare Energiegewinne über transparente und opake Baukonstruktionen) sowie interne Wärmegewinne, wie z.B. Personen oder Geräte. Die Differenz aus den Verlusten und Gewinnen ergibt unter Berücksichtigung einer nächtlichen Absenkung / Abschaltung den Heizwärmebedarf eines Gebäudes.

Weitere Informationen zu den verschiedenen Parametern der energetischen Bilanzierung sowie zu hilfreichen Planungs- und Optimierungshinweisen für Wohngebäude unter Berücksichtigung der aktuellen gesetzlichen Anforderungen finden sich beispielsweise im GEG-Leitfaden für Wohngebäude (Herausgeber ist der Bundesverband der Deutschen Ziegelindustrie e.V.). Hier werden zusätzlich anhand von Beispielen Teile der Bilanzierungsmethodik anschaulich dargestellt und im Hinblick auf den Bereich Wohngebäude umfassend erläutert.

### 3. ENERGIE UND NACHHALTIGKEIT

#### 3.4.1. ENERGIEBILANZ UND HEIZWÄRMEBEDARF

Heizenergie ist im hiesigen Klima bei üblichen Konstruktionen notwendig, um ein gewünschtes Temperaturniveau im Raum sicherzustellen und die daraus resultierenden Wärmeverluste auszugleichen. Hierbei wird eine möglichst hohe Behaglichkeit angestrebt, die durch ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Raumlufttemperatur und Oberflächentemperatur der raumumschließenden Flächen erreicht wird.

Maßnahmen zur Energieeinsparung durch Reduzierung des Behaglichkeitsniveaus, z.B. durch Absenkung der Raumlufttemperatur und drastische Reduktion der Frischlufttrate, haben sich in den letzten Jahren als nicht akzeptierte bzw. falsch verstandene Energieeinsparbemühungen herausgestellt. Derartige Maßnahmen können insbesondere im Altbau zu erheblichen Bauschäden führen.

Der erforderliche Heizwärmebedarf, also die Energie, die ein Heizkörper einem Raum zur Verfügung stellen muss, lässt sich aus der Energiebilanz des Raumes oder übergreifend aus der eines gesamten Gebäudes ermitteln. Die dazu notwendigen Rechenverfahren sind seit langem bekannt, mit europäisch harmonisierten Normen hinterlegt und ausreichend validiert.

Darüber hinaus muss nach GEG auch der Trinkwarmwasserbedarf und der für Anlagenantriebe erforderliche elektrische Strombedarf innerhalb des Gebäudes bilanziert werden, da hier nicht unerhebliche Energieverbräuche entstehen.

Wird in einem Wohngebäude die Raumluft gekühlt, ist auch der hierzu notwendige End- und Primärenergiebedarf zu berücksichtigen. Dieser zusätzliche Energiebedarf wirkt sich verschärfend auf die Anforderungen aus, da die aus dem Referenzgebäude ermittelten zulässigen Werte eine Raumkühlung nicht vorsehen und der zusätzliche Kühlenergieaufwand des realen Gebäudes daher kompensiert werden muss.

Bei einer beheizten Wohnfläche von 120 m<sup>2</sup> ergibt sich für ein nach dem GEG geplantes Einfamilienhaus ein jährlicher Heizwärmebedarf von ca. 6.000 kWh, welcher ungefähr 7.500 kWh Primärenergie bei Verwendung eines fossilen Energieträgers wie Erdgas oder Heizöl entspricht.

Der Trinkwarmwasserbedarf eines durchschnittlichen 3- bis 4-Personenhaushalts liegt im Jahr bei etwa 1.500 kWh, entsprechend 3.500 – 4.500 kWh Primärenergieaufwand. Wird wie vom GEG gemäß §35 vorgesehen eine thermische Solaranlage eingesetzt, lässt sich der Primärenergiebedarf in der Regel halbieren. Der dritte Energieanteil, der Haushaltsstrom, liegt für ein Einfamilienwohnhaus bei etwa 5.000 kWh elektrischem Strom bzw. 13.000 kWh Primärenergie unter Berücksichtigung der Umwandlungsverluste. Etwa 500 kWh Endenergie entfallen allein auf elektrisch betriebene Antriebe und Steuerungen der Anlagentechnik.

### 3. ENERGIE UND NACHHALTIGKEIT

#### 3.5.1. VORTEILE

Die vorhergehenden Ausführungen zeigen, wie wichtig es ist, das Energiekonzept eines Gebäudes sorgfältig zu planen. Im hiesigen Klima muss (noch!) einer verlustminimierten Bauweise der Vorzug vor einer solargewinnmaximierten gegeben werden, d. h. die Dämmeigenschaften der Gebäudehülle stehen in ihrer Wichtigkeit an erster Stelle („Efficiency-First-Prinzip“).

Der Einsatz von erneuerbaren Energien ist wichtig und wird im Zuge aktueller Entwicklungen immer wichtiger, aber auch erneuerbare Energien stehen nicht unbegrenzt zur Verfügung. Daher ist eine Energieeffizienzmaßnahme immer auch ein wichtiger Teil der ganzheitlichen Optimierung von Gebäuden. Erneuerbare Energien sind beispielsweise: Solarenergienutzung (Solarthermie oder Photovoltaik), Wärmepumpennutzung (= Umweltwärme aus Luft, Wasser oder Boden), Brauchwasseraufbereitung.

Auch der Einsatz von fester Biomasse (§71g) im Sinne der Biomasseverordnung ist möglich, beispielsweise Brennstoffe wie Holzpellets, Holzhackschnittel und Scheitholz zählen.

Die Nutzung von Energie aus einem Nah- oder Fernwärmenetz im Sinne von §71b des GEG ist unter bestimmten Voraussetzungen möglich.

Die Ausführung eines Gebäudes in der zweischaligen Bauweise erfüllt problemlos die aktuellen Anforderungen GEG. Die geforderten U-Werte können je nach verwendetem Dämmstoff mit einer 12-16 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 Vordergrund, so z.B. die Bewertung der verursachten CO<sub>2</sub>-Emissionen über den Gebäudelebenszyklus.

Hochwärmedämmende Fenster und eine wärmebrückenfreie Konstruktion sowie eine luftdichte Gebäudehülle sind bei der Ausführung unabdingbar. Die Ziegelindustrie unterstützt Planungsaufgaben mit detaillierten Veröffentlichungen, Wärmebrückenkatalogen und Berechnungsprogrammen. Weitere Planungshinweise zur Ausführung von zweischaligen Außenwänden zeigen die nachfolgenden Kapitel des Planungstools.

### 3. ENERGIE UND NACHHALTIGKEIT

#### 3.5.2. FÖRDERPOLITIK – BEG UND KFN

Das erklärte Ziel der Bundesregierung ist, die Treibhausgasemissionen im Gebäudebereich bis 2030 auf 67 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente zu senken bzw. bis zum Jahr 2045 einen klimaneutralen Gebäudebestand in Deutschland zu haben. Die Bundesregierung hat erkannt, dass diese ehrgeizigen Ziele nur durch eine ansprechende und attraktive Förderung herbeigeführt werden können und brachte daher zum 1. Januar 2021 die neue Richtlinie zur Bundesförderung für effiziente Gebäude (kurz: BEG) sowohl im Wohn- als auch im Nichtwohngebäudebereich auf den Weg. Inzwischen bezieht sich die BEG-Förderung auf alle Maßnahmen im Gebäudebestand und für die Neubauförderung wurde eine separate Förderlinie für Klimafreundlichen Neubau (kurz: KFN) zum 01.03.2023 auf den Weg gebracht. Im Folgenden wird vor allem auf die Förderung im Wohngebäudebereich Bezug genommen.

##### **Bundesförderung im Bestand (BEG)**

Die BEG unterscheidet zwischen Einzelmaßnahmen und systemischen Maßnahmen und fördert diese jeweils mit unterschiedlichen Fördersätzen. Unter Einzelmaßnahmen (kurz BEG EM) werden – wie der Name schon sagt – einzelne Maßnahmen zum Beispiel die Ertüchtigung einer Fassade oder der Einbau neuer Fenster verstanden. Fördervoraussetzung ist dabei, die technischen Mindestanforderungen für die jeweilige Maßnahme einzuhalten (bei der Ertüchtigung der Fassade muss nachher ein Mindest-U-Wert von 0,20 W/(m<sup>2</sup>K) eingehalten werden).

Eine Einzelmaßnahme ist aber auch der Austausch eines alten Ölkessels gegen einen Wärmeerzeuger mit erneuerbarer Energie (zum Beispiel der Einbau einer Sole-Wasser-Wärmepumpe). Einzelmaßnahmen werden bis zu einem maximalen Betrag von 60.000,- € pro Wohneinheit mit den in **Tabelle 4** angegebenen Zuschüssen gefördert.

### 3. ENERGIE UND NACHHALTIGKEIT

#### 3.5.2. FÖRDERPOLITIK – BEG UND KFN

##### Bundesförderung für effiziente Gebäude (Einzelmaßnahmen) – BEG EM

BEG EM – Einzelmaßnahmen (Gebäudehülle & Heizung)							
Heizungsanlage	Zuschuss	Boni					
		iSFP	Heizungs-tausch <sup>1</sup>	WP	natürliche Kältemittel <sup>2</sup>	max. Fördersatz pro WE	max. Zuschuss pro WE
Solarthermie	25 %	x	10 %	x	x	35 %	21.000 €
Biomasse	10 %	x	10 %	x	x	20 %	12.000 €
Wärmepumpen	25 %	x	10 %	5 %	5 %	40 %	24.000 €
innovative Heizung auf EE-Basis	25 %	x	10 %	x	x	35 %	21.000 €
Wärmenetzanschluss	25 %	x	10 %	x	x	35 %	21.000 €
Gebäudenetzanschluss	25 %	x	10 %	x	x	35 %	21.000 €
Gebäudenetz / Errichtung, Umbau o. Erweiterung (ohne Biomasse)	30 %	x	x	x	x	30 %	18.000 €
Gebäudenetz / Errichtung, Umbau o. Erweiterung (max. 25% Biomasse)	25 %	x	x	x	x	25 %	15.000 €
Gebäudenetz / Errichtung, Umbau o. Erweiterung (max. 75% Biomasse)	20 %	x	x	x	x	20 %	12.000 €
Heizungsoptimierung	15 %	5 %	x	x	x	20 %	12.000 €
sonstige TGA <sup>4</sup> (außer Heizung)	15 %	5 %	x	x	x	20 %	12.000 €
Gebäudehülle	15 %	5 %	x	x	x	20 %	12.000 €

Tabelle 4: Übersicht BEG-Förderung von Einzelmaßnahmen (Stand Januar 2023)

<sup>1</sup> Für Austausch von funktionstüchtigen Öl-, Kohle- und Nachtspeicherheizungen. Für den Austausch von Gasheizungen, wenn deren Inbetriebnahme zum Zeitpunkt der Antragsstellung mindestens 20 Jahre zurückliegt.

<sup>2</sup> Nicht mit WP-Bonus kombinierbar, ab 2028 werden nur noch WP mit natürlichem Kältemittel gefördert.

<sup>3</sup> Feinstaubausstoß von nicht mehr als 2,5 mg/m<sup>3</sup>.

<sup>4</sup> Maßnahmen: Einbau/Austausch/Optimierung von Lüftungsanlagen, Einbau „Efficiency Smart Home“ (WG), Einbau Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Raumkühlung und Beleuchtungssysteme (NWG).

##### Hinweis

Die Tabelle stellt den Stand Januar 2023 dar. Für aktuelle Förderkonditionen gehen Sie bitte auf die Internetseite des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (kurz: BAFA).

### 3. ENERGIE UND NACHHALTIGKEIT

#### 3.5.2. FÖRDERPOLITIK – BEG UND KFN

Durch die neuen Regelungen sollen unter anderem jährlich 150.000 energieeffiziente Einzelmaßnahmen im WG- und NWG-Bereich gefördert und damit die Sanierungsrate deutlich erhöht werden.

Eine systemische Maßnahme im Wohngebäudebereich stellt im Grunde eine Maßnahmenkombination zur Erreichung eines sogenannten Effizienzhaus-Standards nach Tabelle 5 dar (BEG WG). Hier wird eine reine Kreditförderung gewährt und die förderfähigen Kosten sind dafür auf 120.000,- € pro Wohneinheit bzw. bei Erreichen des EE-Bonus auf 150.000,- € pro Wohneinheit gedeckelt.

#### Bundesförderung für effiziente Gebäude (Effizienzhaus WG) – BEG WG

EH	BEG WG – Sanierung zum Effizienzhausstandard							
	H <sub>T</sub> in %H <sub>T,Ref</sub>	Q <sub>p</sub> in %Q <sub>p,Ref</sub>	Tilgungszuschuss <sup>1</sup>	EE-Klasse o. NH-Klasse <sup>2</sup>	Bonus für WPB <sup>3</sup>	Bonus für serielle Sanierung	max. Fördersatz je WE	max. Zuschuss je WE
40	55	40	20,0 %	5,0 %	10,0 %	15,0 %	45,0 %	67.500 €
55	70	55	15,0 %	5,0 %	10,0 %	15,0 %	40,0 %	60.000 €
70	85	70	10,0 %	5,0 %	10,0 % <sup>4</sup>	x	25,0 %	37.500 €
85	100	85	5,0 %	5,0 %	x	x	10,0 %	15.000 €
Denkmal	x	160	5,0 %	5,0 %	x	x	10,0 %	15.000 €

Tabelle 5: Übersicht BEG-Förderung von systemischen Maßnahmen zur Erreichung eines Effizienzhausstandards (Stand Januar 2023)

<sup>1</sup> In der Grundförderung werden max. 120.000 € förderfähige Kosten angesetzt.

<sup>2</sup> EE-Klasse ab einem EE-Anteil von 65%; für EE-Klasse oder NH-Klasse erhöhen sich die max. förderfähigen Kosten auf 150.000 €

<sup>3</sup> Worst Performing Buildings

<sup>4</sup> Nur mit EE-Klasse

Eine aktuelle Übersicht für die Fördermöglichkeiten im Wohngebäudebereich lassen sich auf den Seiten des BAFA unter folgendem [Link](#) finden.

Weiterhin gibt es Zuschüsse für die Baubegleitung durch einen bei der dena gelisteten Energie-Effizienz-Experten (EEE) sowohl für die Förderung nach BEG EM als auch für Förderung nach BEG WG.

#### Bundesförderung im Neubau (KFN)

Die Förderung für neu zu errichtende Wohn- und Nicht-Wohngebäude ist seit dem 01.03.2023 unter dem Namen „Klimafreundlicher Neubau“ bekannt und beinhaltet eine reine Kreditförderung für nachhaltige Effizienzbauten, welche durch die KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau) genehmigt wird. Die Neubauförderung ist zweistufig und unterliegt im Einzelnen den folgenden Anforderungen für den Wohngebäudebereich:

### 3. ENERGIE UND NACHHALTIGKEIT

#### 3.5.2. FÖRDERPOLITIK – BEG UND KFN

Stufe 1 = Einstiegsförderung (Kurzbezeichnung KFWG):

1. Der energetische Standard des geplanten Neubaus muss mindestens EH40 aufweisen.
2. Für das geplante Gebäude ist eine vollständige Ökobilanzierung nach den Regeln des Qualitätssiegels Nachhaltiges Gebäude (QNG)<sup>1</sup> für den vollständigen Gebäudelebenszyklus durchzuführen und der errechnete Wert über einen festen Betrachtungszeitraum von 50 Jahren muss mindestens die QNG-PLUS-Anforderung für Treibhausgasemissionen einhalten.

Stufe 2 = erhöhte Förderung (Kurzbezeichnung KFWG-Q):

1. Der energetische Standard des geplanten Neubaus muss mindestens EH40 aufweisen.
2. Das geplante Gebäude muss nach einem der in Deutschland anerkannten Zertifizierungssysteme für Nachhaltiges Bauen zertifiziert werden (im Wohngebäudebereich entweder nach dem [BNK-System](#) (alle WG-Größen) oder nach dem [NaWoh-System](#) (> 5WE); auch das [DGNB-System](#) ist möglich). Es gilt dabei das Vollständigkeitsprinzip und die Prämisse, dass jedes Einzelkriterium den Mindestwert erreichen muss, während gleichzeitig die Gesamt-Bewertung einen Erfüllungsgrad von mindestens 50% aufweisen muss.
3. Die Einhaltung der Punkte 1 und 2 vorausgesetzt, müssen zusätzlich alle Anforderungen des Qualitätssiegels Nachhaltiges Gebäude (QNG) je nach Gebäudetyp verpflichtend eingehalten werden.

Die aktuellen Förderkonditionen beinhalten für die reine Kreditvariante der Förderstufe 1 einen vom aktuellen Zinsmarkt abhängigen Förderzinssatz, welcher bis zu einem maximalen Kreditvolumen von 100.000,- € pro Wohneinheit gewährt wird. Bei Erreichen der Benchmarks für Förderstufe 2 erhöht sich das förderfähige Kreditvolumen auf 150.000,- €. Eine zusätzliche Zuschussförderung für die Baubegleitung sowie eine weitere für die Begleitung durch einen Nachhaltigkeits-Auditor wird seit dem 01. März 2023 nicht mehr gewährt. Diese Kosten müssen in die Gesamt-Fördersumme integriert werden und auf diesem Wege mitgefördert werden.

---

<sup>1</sup> QNG ist ein staatliches Gütesiegel, welches die Einhaltung und Berücksichtigung ausgewählter Nachhaltigkeitsprinzipien bei Klimafreundlichem Neubau gewährleistet. Alle aktuellen Informationen rund um das QNG finden sich auf dem Informationsportal: [www.qng.info](http://www.qng.info)

### 3. ENERGIE UND NACHHALTIGKEIT

#### 3.5.3. NACHHALTIGES BAUEN

Wie schon in Kapitel 3.5.2. deutlich wurde, spielt Nachhaltigkeit beim Bauen mehr und mehr eine Rolle, vor allem bei neu zu errichtenden Gebäuden. Das Nachhaltige Bauen ist kein neues Themenfeld, sondern existiert schon seit Jahrzehnten, es galt jedoch bislang eher als Alleinstellungsmerkmal. Durch das Anknüpfen von monetären Vorteilen (KfN Neubau-Förderung) an Nachhaltigkeitsanforderungen erfährt die Nachhaltigkeitsbewegung einen regelrechten Aufschwung und ist mehr denn je in aller Munde.

Planerinnen und Planer sind jedoch schlecht beraten, wenn sie bei ihrer Gebäudeplanung und -optimierung einzig auf CO<sub>2</sub>-Emissionen achten. Nachhaltiges Bauen ist viel mehr und deutlich komplexer als die alleinige Erfassung der Umweltwirkungen von Bauprodukten und Gebäuden in einer Ökobilanz.

Man spricht beim Thema Nachhaltiges Bauen vom sogenannten Nachhaltigkeitsdreiklang, denn hier stehen die Ökologie, die Ökonomie und das Sozio-Kulturelle gleichwertig nebeneinander. Der Mensch als Gebäudenutzer und seine Gesundheit und Leistungsfähigkeit stehen hier gleichrangig neben den Lebenszykluskosten und den im Lebenszyklus verursachten Treibhausgasemissionen eines Gebäudes. Es gibt beim Thema Bauen aber noch eine weitere, vierte Dimension: die ästhetische Nachhaltigkeit. Ein Haus ist nur dann ein gutes Haus, wenn es auch den nächsten Generationen noch gefällt. Backstein steht für langlebige ästhetische Vorstellungen, die durch den natürlichen Charakter des Materials sowie spezielle Mauerweisen immer auch Regionaltypisches und damit Verbindendes über die Zeit transportieren.

In Deutschland gibt es derzeit verschiedene Systeme, die je nach geplanter Nutzung eines Gebäudes zur Anwendung kommen. Für Nicht-Wohngebäude können folgende Zertifizierungssysteme angewendet werden:

- Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB) für Büro- und Verwaltungsgebäude des Bundes
- DGNB-System der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen

Für Wohngebäude hingegen gibt es folgende Zertifizierungssysteme:

- NaWoh (Qualitätssiegel Nachhaltiger Wohnungsbau)
- BNK (Bewertungssystem Nachhaltiger Kleinwohnhausbau)
- DGNB-System der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen

Um zu verdeutlichen, wie vielfältig und vielschichtig das Thema Nachhaltiges Bauen in Bezug auf Wohngebäude ist, soll das Beispiel des Kriterienkatalogs vom BNK-System gezeigt werden.

**Tabelle 6** zeigt, welche Kriterien (insgesamt 19) bei einer Nachhaltigkeitszertifizierung nach BNK zu erfassen und zu bewerten sind.

### 3. ENERGIE UND NACHHALTIGKEIT

#### 3.5.3. NACHHALTIGES BAUEN

	Nr.	Kriterium / Indikator	Gewicht
Sozio-Kulturelles	1.1.1	Wohngesundheit: Innenraumlufthygiene	5,769 %
	1.1.2	Wohngesundheit: Trinkwasserhygiene	1,923 %
	1.2.1	Sommerlicher Wärmeschutz	1,923 %
	1.3.1	Tageslichtverfügbarkeit	1,923 %
	1.4.1	Schallschutz	3,846 %
	1.5.1	Haustechnik: Bedienfreundlichkeit und Informationsgehalt der Steuerung	1,923 %
	1.6.1	Sicherheit: Präventive Schutzmaßnahmen gegen Einbruch	1,923 %
	1.6.2	Sicherheit: Brandmeldung und Brandbekämpfung	1,923 %
	1.7.1	Barrierefreiheit	3,846 %
LCC	2.1.1	Ausgewählte Kosten im Lebenszyklus	25,000 %
Ökologie	3.1.1	Ökobilanz: Treibhauspotenzial und andere Umweltwirkungen	7,353 %
	3.1.2	Ökobilanz: Primärenergie	7,353 %
	3.2.1	Dezentrale Erzeugung regenerativer Energie	2,941 %
	3.3.1	Einsatz von Holz aus nachhaltiger Waldbewirtschaftung	2,941 %
	3.4.1	Einsatz von Wassersparamaturen	1,471 %
	3.5.1	Flächenausnutzung	2,941 %
Prozess	4.1.1	Beratungsgespräch und Zielvereinbarung	6,250 %
	4.2.1	Gebäudeakte inkl. Nutzerhandbuch	9,375 %
	4.3.1	Qualitätssicherung	9,375 %

Tabelle 6: Übersicht BNK-Kriterienkatalog für Wohngebäude aller Größen (Stand Januar 2023)

Hierbei ist zu beachten, dass manche Kriterien in zwei oder mehrere Teilkriterien untergliedert sein können. Für eine Zertifizierung gilt das Vollständigkeitsprinzip, das heißt, alle Kriterien müssen bearbeitet und mit der Mindestpunktzahl bewertet werden. Einige Kriterien, zum Beispiel Wärmeschutz oder Schallschutz, beinhalten Nachweise und Berechnungen, die ohnehin im Rahmen des Genehmigungsverfahrens für Neubauten durchgeführt werden müssen. Hier gibt es viele Punkte für eine deutliche Übererfüllung der gesetzlichen Anforderungen.

### 3. ENERGIE UND NACHHALTIGKEIT

#### 3.6. NACHHALTIGER MÖRTEL

Nachhaltigkeit bedeutet, Gebäude ganzheitlich und lebenszyklusorientiert zu betrachten. Unter Ganzheitlichkeit wird die Bezugnahme der drei gleichwertig nebeneinander stehenden Säulen der Nachhaltigkeit – Ökologie, Ökonomie und Sozio-Kulturelles – verstanden. Gleichzeitig ist der vollständige Gebäudelebenszyklus zu berücksichtigen, d.h. Baumaterialien sind von der Herstellung über die Nutzung bis hin zur Entsorgung zu erfassen. Beim zweischaligen Mauerwerk gehört dazu auch der Fugenmörtel. Wer sich die Frage stellt, worauf er achten muss, um möglichst nachhaltig zu verfugen, hat zwei Ansatzpunkte:

1. Ökologische Nachhaltigkeit: CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial bei der Produktherstellung nutzen
2. Ästhetische Nachhaltigkeit: Langlebige Funktionsfähigkeit des Produktes optimieren

Das klassische Bindemittel für Beton, Putz und Mörtel ist Zement. Das Problem: Zement muss aufwendig und energieintensiv hergestellt werden. Die Mischung wird gemahlen, gebrannt und wieder gemahlen. Während herkömmliche Mörtel normalerweise eine überwiegend zementäre Basis (CEM I Portlandzement) haben, gibt es mittlerweile Mörtel mit einem geringeren CEM I Zementanteil (< 5%), die auf alternative Bindemittelkonzepte mit geringerem Primärenergiebedarf setzen<sup>1</sup>. Diese basieren auf latent-hydraulischen Bindemitteln wie z. B. Hüttensand. Aus statischer und bauphysikalischer Sicht gibt es keine Unterschiede zwischen den Produkten mit den verschiedenen Bindemittelansätzen.

GWP <sub>100</sub> (herkömmlicher zementärer Fugenmörtel)	GWP <sub>100</sub> (Fugenmörtel mit latent-hydraulischem Bindemittel)
265,4 kg CO <sub>2</sub> -Äquivalente	80,6 kg CO <sub>2</sub> -Äquivalente

Beitrag zum Treibhauseffekt gemittelt über einen Zeitraum von 100 Jahren: GWP100 in kg CO<sub>2</sub>-Äquivalente, jeweils bezogen auf 1.000 kg Trockenmörtel

Wird im Bindemittelkonzept größtenteils auf CEM I Zement verzichtet, hat das nicht nur ökologische Vorteile: Das Bindemittel mit einem hohen Anteil latent-hydraulischer Zusatzstoffe in Kombination mit speziellen Anregern führt zu einer frühzeitigen Erhärtung der Fuge und verhindert die Bildung von Kalkausscheidungen auf der Stein- und Mörteloberfläche. Die Optik leidet nicht und zusätzliche Aufwände zur Reinigung werden vermieden. Im Sinne der ästhetischen und dauerhaft funktionsfähigen Nachhaltigkeit gilt es also, Ausblühungen und Auslaugungen zu vermeiden, was im Wesentlichen durch eine fachgerechte Verarbeitung des Fugenmörtels und die Wahl geeigneter Fugenmörtel geschehen kann. (s. auch Kap. 6.3.)

<sup>1</sup> Martin Kanig. 2019. Innovative Bindemitteltechnik für den Mauerwerksbau. In: Mauerwerk – European Journal of Masonry. Volume 23.

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>4.</b>	<b>Detailzeichnungen Zweischalige Wand .....</b>	<b>1-38</b>
4.1.1.	Hinweise zu den Detailpunkten .....	1-3
4.1.2.	Hinweise zur Elektroinstallation .....	4-5
4.2.1.	<b>Sockel .....</b>	<b>6</b>
4.2.2.	Decke unbeheizter Keller – innenseitig gedämmt mit Kimmstein ...	7
4.2.3.	Decke unbeheizter Keller – außenseitig gedämmt .....	8
4.2.4.	Decke unbeheizter Keller – innenseitig gedämmt ohne Kimmstein ..	9
4.2.5.	Mit Streifenfundament – außenseitig gedämmt mit Kimmstein ...	10
4.2.6.	Mit Streifenfundament – außenseitig gedämmt ohne Kimmstein ..	11
4.2.7.	Elektroinstallation .....	12
4.3.1.	<b>Balkon/Dachterrasse .....</b>	<b>13</b>
4.3.2.	Balkonanschluss, Balkonplatte – Wandebene .....	14
4.3.3.	Loggien, Erker, Terrassen, Durchfahrten – an Wand .....	15
4.3.4.	A: Loggien, Erker, Terrassen, Durchfahrten – unten Geschossdecke – Wandebene ohne Fenster/Tür .....	16
	B: Loggien, Erker, Terrassen, Durchfahrten – unten Geschossdecke – Wandebene ohne Fenster/Tür .....	17
4.3.5.	Loggien, Erker, Terrassen, Durchfahrten – Anschluss unten Geschossdecke – Fenster/Tür in Dämmebene .....	18
4.3.6.	Balkonanschluss, Balkonplatte – Elektroinstallation .....	19
4.4.1.	<b>Fenster/Rolladenkästen .....</b>	<b>20-21</b>
4.4.2.	Fertigsturz, breites Fenster .....	22
4.4.3.	Fertigsturz, schmales Fenster .....	23
4.4.4.	Gemauerter Sturz .....	24
4.4.5.	Sohlbank Fertigteil .....	25
4.4.6.	Gemauerte Sohlbank .....	26
4.4.7.	Fenster in Dämmebene .....	27
4.5.1.	<b>System/Systemübergänge</b> Einbindende Innenwand an Außenwand – Gebäudetrennwand .....	<b>28</b>
4.6.1.	<b>Steildach/Flachdach .....</b>	<b>29</b>
4.6.2.	Traufanschluss beheizter Dachraum – Zwischensparrendämmung	30
4.6.3.	Traufanschluss unbeheizter Dachraum .....	31
4.6.4.	Ortganganschluss – Zwischensparrendämmung .....	32
4.6.5.	Ortganganschluss – Aufsparrendämmung .....	33
4.6.6.	Ortganganschluss – Zwischensparrendämmung aufgehende Wand .....	34
4.6.7.	Attikaanschluss – Dach nicht begehbar .....	35
4.6.8.	Attikaanschluss – Dach begehbar .....	36
4.6.9.	A: Elektroinstallation (Dach begehbar) .....	37
	B: Elektroinstallation (Dach nicht begehbar) .....	38

## 4. DETAILZEICHNUNGEN ZWEISCHALIGE WAND

### 4.1.1. HINWEISE ZU DEN DETAILPUNKTEN

#### Anschlusspunkte

Die nachfolgend dargestellten Anschlussdetails wurden als Planungshilfe unter den Gesichtspunkten des Witterungsschutzes und der Praxistauglichkeit entwickelt.

Architekt und Bauunternehmer tragen eine große Verantwortung, die Konstruktion an die jeweilige Situation anzupassen. Die Zeichnungen sollen die Konstruktionsprinzipien verdeutlichen, um eine objektspezifische und den Anforderungen entsprechende Lösung zu finden. Neben einer normgerechten Lösung ist vor allem eine funktionstaugliche, ästhetisch überzeugende und baupraktisch umsetzbare Lösung gefragt.

Das zweischalige Mauerwerk ist eine äußerst robuste Konstruktion, die hohe Anforderungen erfüllt. Die Konstruktion ist in der europäischen Mauerwerksnorm DIN EN 1996 (EC 6) geregelt (ehemals DIN 1053).

Die DIN EN 1996 gibt Architekten und Unternehmen größere Freiheiten, die Konstruktion an die Belange des einzelnen Bauvorhabens und insbesondere an die spezifischen, standortbezogenen Anforderungen der Fassade anzupassen. Die allgemein anerkannten Regeln der Technik sind zudem zu beachten. Die Belastungen, insbesondere durch Schlagregen, hängen von der Lage und Höhe des Gebäudes, aber auch von der Abmessung der Dachüberstände, der Größe von Fensterflächen und anderer objektspezifischer Faktoren ab.

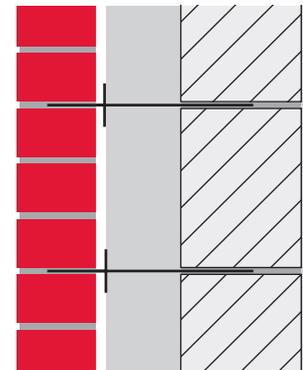
Deshalb sind zu wichtigen Anschlusspunkten mehrere Varianten dargestellt. Teilweise wurden auch Elemente dargestellt, die nur unter bestimmten Umständen ausgeführt werden müssen oder in der Anzahl und Abmessung variiert werden können.

Allen Detailzeichnungen liegt das Funktionsprinzip der zweischaligen Wand mit der Funktionstrennung der Schalen und des Schalenzwischenraums zugrunde. Aus der Praxis ist bekannt, dass die Außenschale komplett durchfeuchten kann und das Wasser, ohne Schäden am Gebäude zu verursachen, an der Rückseite der Außenschale nach unten abgeführt wird. Daher gilt generell: Die Außenschale ist wasserdurchlässig. Deshalb kommt dem Feuchteschutz im Schalenzwischenraum und der Wasserführung nach außen eine besondere Bedeutung zu.

Ziele sind die Dauerhaftigkeit und Robustheit gleichermaßen wie Minimierung von Wartungsaufwand und geringe Schadensanfälligkeit durch eine qualitativ hochwertig ausgeführte Konstruktion.

Die Belange des Wärmeschutzes, der Gebäudeabdichtung und der Wärmebrückenminimierung werden berücksichtigt, sodass die Wärmeverluste so gering wie möglich gehalten werden.

ZWEISCHALIGE WAND



▲ Prinzip

## 4. DETAILZEICHNUNGEN ZWEISCHALIGE WAND

### 4.1.1. HINWEISE ZU DEN DETAILPUNKTEN

Der Hohlraum zwischen den Mauerwerksschalen darf ohne verbleibende Luftschicht verfüllt werden, wenn Wärmedämmstoffe verwendet werden, die für diesen Anwendungsbereich genormt sind oder deren Anwendbarkeit nach den bauaufsichtlichen Vorschriften nachgewiesen ist, z. B. durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung oder einer Bauartgenehmigung.

Es treten konstruktiv bedingte Wärmebrücken im Auflager der Außenschale (Fußpunkt) und im Bereich der Fenster- und Dachanschlüsse auf. Entsprechende Maßnahmen zur Minimierung der Wärmebrückenwirkung müssen ausgeführt werden.

Bei der Anordnung von Drahtankern sind in der Planung unterschiedliche Einflüsse zu berücksichtigen, wie Windlastzonen und Gebäudehöhen. Gegebenenfalls müssten dadurch Abschlüsse berücksichtigt werden. Hierzu sollte Rücksprache mit dem Hersteller der Drahtanker gehalten werden.

Alle Anschlusspunkte einschließlich deren Regelkonstruktionen sind auch im Hinblick auf diffusionstechnische Belange für den speziellen Einzelfall zu überprüfen. Im Rahmen dieser Veröffentlichung wurde wegen der Vielzahl möglicher Fälle auf diese Überprüfung verzichtet.

Bei der konstruktiven Durcharbeitung eines Anschlusspunktes müssen auch die vorhandene Druckspannung, der Schlagregenschutz, der Schallschutz und die verformungstechnischen Belange (Gebrauchstauglichkeit) usw. berücksichtigt werden.

Jeder Anschlusspunkt muss auch hinsichtlich der hygienischen Gesichtspunkte (= Bildung von Tauwasser auf Bauteilinnenoberflächen), z. B. im Hinblick auf die Vermeidung von Schimmelpilzbildung, geprüft werden.

Schon im Stadium der Genehmigungsplanung sollten sich Planende und Ausführende darüber verständigen, wie baupraktische, auf den jeweiligen Einzelfall angepasste Lösungen entwickelt und später in der Ausführungsplanung umgesetzt werden können. Dies gilt insbesondere in Bezug auf den Abgleich mit der DIN 4108 Beiblatt 2. Im Rahmen der Ausschreibung sollte auf die Anforderungen hinsichtlich der Wärmedämm- und Dichtheitskonzepte hingewiesen werden.

Die Regelflächen der Außenbauteile ebenso wie die Anschlusspunkte müssen so ausgeführt werden, dass die im Gebäudeenergiegesetz (GEG) geforderte Gebäudedichtheit sichergestellt wird.

Für die Innenschale ist ein Nassputz bzw. Fugenverstrich erforderlich. In Bereichen von Bohrungen für Installationen (z. B. Steckdosen) sind ggf. flankierende Maßnahmen erforderlich. Eine Winddichtheit wird durch Außenschale und Wärmedämmstoffplatten sichergestellt. Die Wärmedämmung ist hohlraumfrei und dicht aneinandergestoßen einzubauen.

## 4. DETAILZEICHNUNGEN ZWEISCHALIGE WAND

### 4.1.1. HINWEISE ZU DEN DETAILPUNKTEN

Bei der Ermittlung der speziellen U-Werte unter Berücksichtigung aller Bauteilschichten sind gemäß DIN EN ISO 6946 ggf. Korrekturfaktoren für den Wärmebrückeneinfluss durch mechanische Befestigungsteile (z. B. Drahtanker) zu beachten. In der Norm DIN EN ISO 6946 werden u. a. auch Rechenverfahren für die Ermittlung der Wärmeübergangswiderstände, Wärmedurchlasswiderstände für Luftschichten, Wärmedurchlasswiderstände unbeheizter Räume sowie Wärmedurchgangswiderstände von homogenen und inhomogenen Schichten zur Verfügung gestellt.

#### Hinweis zu allen dargestellten Detaillösungen

Trotz der dargestellten Varianten und der Darstellungsform als Detailzeichnung sind die Zeichnungen als Konstruktionsprinzipien anzusehen, die an die jeweilige Situation angepasst werden müssen bzw. zu überprüfen sind. Neben konstruktiven Gesichtspunkten sind selbstverständlich Belange des Wärmeschutzes, des Schallschutzes, der Tragwerksplanung und der Gebäudeabdichtung objektspezifisch zu planen, auszuführen und zu prüfen. Hierzu gehört auch die Übereinstimmung mit geltenden Normungswerken und Richtlinien oder sonstigen Bestimmungen bzw. Erfordernissen, die den allgemeinen Regeln der Technik entsprechen.

#### ▲ ZU BEACHTEN

#### Wärmebrückennachweise

Durch den unterschiedlichen Detaillierungsgrad und die Verwendung von unterschiedlicher Software kann es bei den Psi-Werten zu Abweichungen kommen.

Für die **Ausführungsplanung** empfehlen wir:

[www.ziegelindustrie.de/zweischaliges-mauerwerk/waermebrueckenberechnung](http://www.ziegelindustrie.de/zweischaliges-mauerwerk/waermebrueckenberechnung)

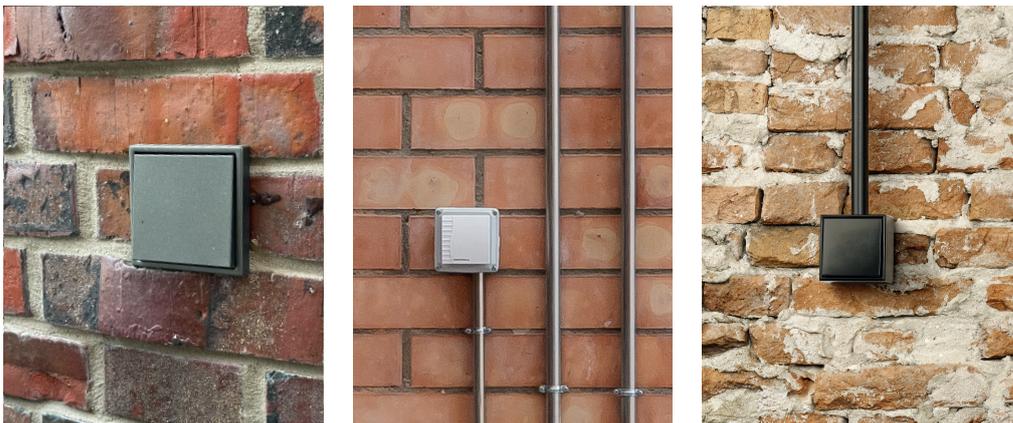
Für die **energetische Fachplanung** und die **Berechnung von projektbezogenen Wärmebrückenzuschlägen** empfehlen wir: [wb.ax3000-group.de/tb/lrz/filter](http://wb.ax3000-group.de/tb/lrz/filter)

## 4. DETAILZEICHNUNGEN ZWEISCHALIGE WAND

### 4.1.2. HINWEISE ZUR ELEKTROINSTALLATION

Bei der Elektroinstallation hat man grundsätzlich die Wahl zwischen Aufputz- und Unterputzinstallation. In den meisten Fällen handelt es sich dabei um eine optische Entscheidung. Lange Zeit galt der Grundsatz: Aufputzinstallationen nur dort, wo es nicht anders geht, oder wo die Optik egal ist – etwa in Werkstätten, Kellern, Dachböden oder Garagen – und in Innenräumen nur Unterputzinstallationen, da sichtbare Leitungen die Ästhetik stören. Inzwischen ist das überholt: Sind sichtbare Leitungen und Rohre in einer entsprechenden Qualität und Optik gewählt, können sie als bewusstes Stilmittel mit Retro-Touch eingesetzt werden. Neben den ästhetischen Argumenten sollte man sich vor der Entscheidung über Aufwand, Eignung der Wände und Sicherheitsanforderungen des Raumes im Klaren sein.

**ELEKTROINSTALLATION** in der zweischaligen Wand



#### Flexibilität

Da die Kabelführung der Unterputzinstallation im Hohlraum zwischen der Dämmung und dem Verblendmauerwerk verläuft, müssen die Kabel vor dem Hochziehen des Mauerwerks gelegt werden. Die elektronischen Komponenten müssen also beim Wandaufbau eingeplant, ein Elektroplan muss im Vorfeld aufgestellt werden. Bei der Aufputzinstallation hingegen ist auch eine nachträgliche Änderungen und Erweiterung möglich. Eine Einhaltung der elektrischen Installationszonen ist bei Aufputzverlegung nicht erforderlich.

#### Aufwand

Grundsätzlich ist eine Unterputzinstallation aufwendiger: Sichtbar sind nur die Schalter, Steckdosen und Bediengeräte, während alle Leitungen in den in Wänden, Decken und Böden verlaufen. Dafür müssen Mauerschlitze gefräst werden, die den Vorgaben der DIN 18015-3 zu Lage und Installationszonen für den Innen- und Außenraum entsprechen.

## 4. DETAILZEICHNUNGEN ZWEISCHALIGE WAND

### 4.1.2. HINWEISE ZUR ELEKTROINSTALLATION

#### **Eignung der Wand**

Eine Voraussetzung für die Unterputzinstallation ist, dass die Statik der Wände durch die Leitungen nicht zu stark beeinträchtigt werden darf.

#### **Sicherheit**

Beide Installationsarten haben aus sicherheitstechnischer Sicht Vor- und Nachteile: Da die Aufputzinstallation auf einen Blick erkennbar ist, kann sie nicht versehentlich angebohrt werden und muss daher auch die Installationszonen nicht einhalten. Dennoch sollten Aufputzinstallationen – im Gegensatz zu Unterputzinstallationen – nicht aus Sicherheits-, jedoch aus optischen Gründen stets senkrecht und waagrecht ausgeführt werden. Unterputzinstallationen sind in gewissem Maße durch die Wand gegen Stöße geschützt.

## 4. DETAILZEICHNUNGEN ZWEISCHALIGE WAND

### 4.2.1. ANSCHLUSSPUNKTE SOCKELBEREICH

#### Sockel

Die Verblendschale kann im Sockelbereich entweder direkt auf dem Fundament bzw. dem Kellermauerwerk stehen oder die Lasten der Verblendschale werden über Konsolen in das Kellermauerwerk eingeleitet. Zudem gibt es die Möglichkeit, an dieser Stelle mit entsprechenden Abfangkonsolen zu arbeiten.

Der zulässige Überstand des Mauerwerks im Sockelbereich ist in Abhängigkeit der zu errichtenden Höhe und Stärke der Verblendschale zu sehen. Die zulässigen Überstände sind in der DIN EN 1996 (EC 6) geregelt, in der auch die Anzahl der Luftschichtanker zur Verbindung der beiden Schalen angegeben ist.

Der gesamte Schlagregen, dem die Fassade ausgesetzt ist, wird in Richtung Sockel abgeleitet. Somit ist dieser Bereich hinsichtlich der zu erwartenden Wasserbelastung, die die Fassade erfährt, am stärksten betroffen. Zur Abführung der eingedrungenen Feuchtigkeit sind entsprechende Abdichtungen vorzusehen. Die DIN 18533 regelt sowohl die zulässigen Abdichtungsmaterialien, die im Sockelbereich eingesetzt werden dürfen, als auch die einzuhaltenen Konstruktionshöhen sowie Art und Weise der Einsatzmöglichkeiten und deren Verarbeitung.

Gemäß EC 6 ist es zulässig und empfehlenswert, im Sockelbereich Entwässerungs- und Belüftungsöffnungen vorzusehen. In welchem Umfang Entwässerungsöffnungen notwendig sind, ist von der Belastung der jeweiligen Fassade mit Schlagregen abhängig. Wenn jede zweite bis dritte Stoßfuge im Fußpunktbereich offengelassen wird, ist in der Regel eine ausreichende Entwässerung gewährleistet. Durch eine solche Maßnahme kann Stauwasser im Sockelbereich vermieden werden. Durch das angrenzende Erdreich kann es ebenfalls zu Feuchtigkeitsbelastungen kommen, bzw. kann auf dem kapillaren Weg aufsteigende Feuchte aus dem angrenzenden Erdreich ins Mauerwerk gelangen. Hierzu ist es empfehlenswert, grundsätzlich eine kapillarbrechende Schicht anzuordnen, um dies zu verhindern.

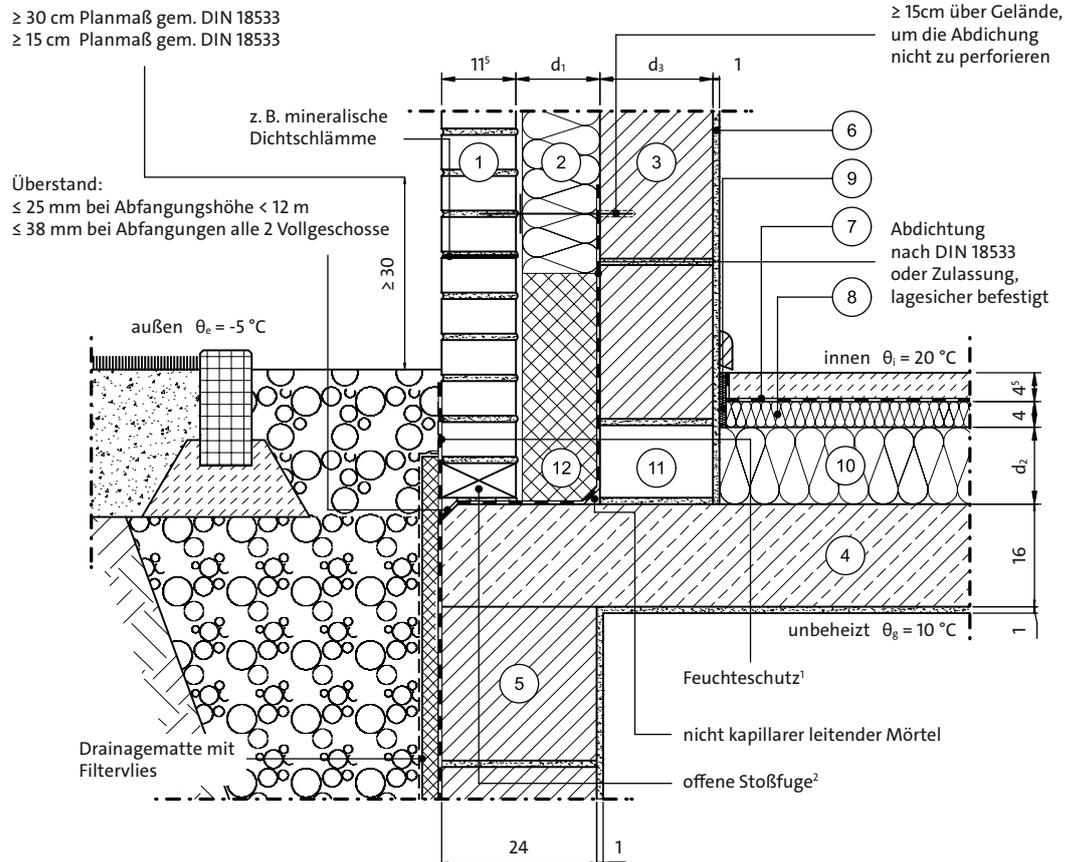
Abhängig von der kapillaren Saugfähigkeit der Ziegel ist ein Feuchteschutz der Verblendschale im erdberührten Bereich sowie ein Feuchteschutz im Querschnitt der Verblendschale oberhalb der Spritzwasserzone zu empfehlen, um die Gefahr von Ausblühungen in diesem Bereich zu reduzieren.

Der Abstand zwischen Kelleraußenwand und gewachsenem Erdreich soll genügend breit ausgeführt werden, damit die Herstellung der Sperrschicht, der Einbau der Perimeterdämmschicht, der Dränschicht und der Ringdränleitung mängelfrei erfolgt. Erdberührte Wände aus Mauerwerk sind u. a. gem. DIN 18533 abzudichten. Die Dichtung wird auf der Außenseite der innenliegenden tragenden Wand hoch geführt. Die Wärmedämmschicht (im Bereich der Decke) ist anzupassen, je nachdem, ob ein Keller vorhanden und beheizt ist.

## 4. DETAILZEICHNUNGEN ZWEISCHALIGE WAND

### 4.2.2. SOCKEL – DECKE ZU UNBEHEIZTEM KELLER INNENSEITIG GEDÄMMT

**VERTIKALSCHNITT** Im Sockelbereich, Decke zu unbeheiztem Keller, innenseitig gedämmt – mit Kimmstein



<sup>1</sup> Besonders bei stark saugenden Ziegeln, z. B. eine Noppenbahn mit Noppen zum Sockel oder mineralische Dichtungsschlämme verwenden. Besser: Klinker im Sockelbereich verwenden.

<sup>2</sup> Offene Stoßfugen sind abhängig von der Schlagregenbelastung der Fassade. Wenn mineralische Dichtungsschlämme als Feuchteschutz aufgetragen werden, sollten immer offene Stoßfugen vorgesehen werden, um ein Abfließen von Wasser aus dem Schalenzwischenraum zu ermöglichen.

**BEZEICHNUNGEN** Die angegebenen Werte können je nach eingesetztem Baustoff unterschiedlich sein.

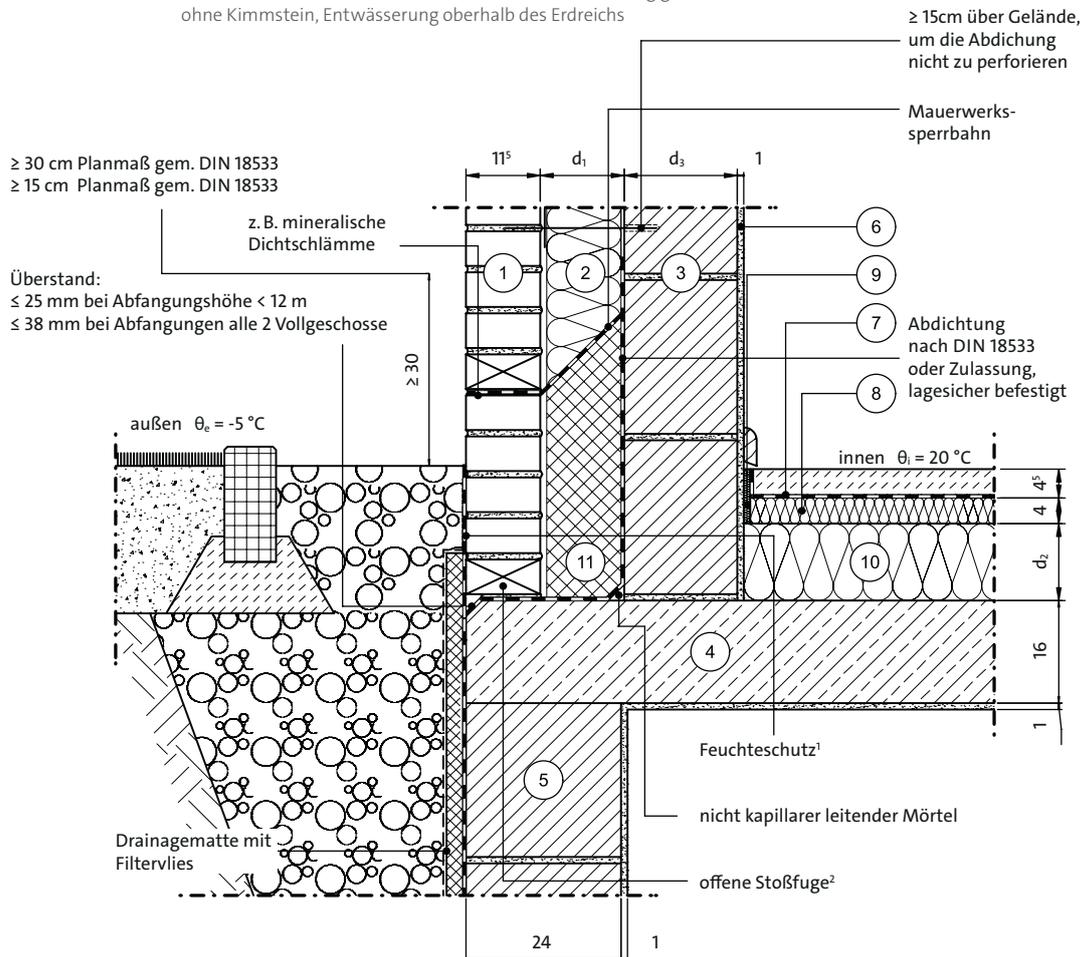
Nr.	Bauteil	s [m]	p [kg/m <sup>3</sup> ]	$\lambda$ [W/mK]	Nr.	Bauteil	s [m]	p [kg/m <sup>3</sup> ]	$\lambda$ [W/mK]
1	Verblendmauerwerk	0,115	1800	0,99	7	Estrich auf Trennlage	0,045	2000	1,4
2	Wärmedämmplatte als Volldämmung	$d_1$	–	$\lambda_1$	8	Trittschalldämmung	0,04	–	0,04
3	Mauerwerk	$d_3$	–	$\lambda_3$	9	Randdämmstreifen	0,01	–	0,04
4	Stahlbeton	0,16	2300	2,3	10	Wärmedämmung	$d_2$	–	$\lambda_1$
5	Kelleraußenwand	0,24	1800	0,99	11	KS-Kimmstein	$d_3$	–	0,33
6	Innenputz	0,01	1400	0,7	12	Perimeterdämmung	$d_1$	–	$\lambda_1$



## 4. DETAILZEICHNUNGEN ZWEISCHALIGE WAND

### 4.2.4. SOCKEL – DECKE ZU UNBEHEIZTEM KELLER INNENSEITIG GEDÄMMT

**VERTIKALSCHNITT** Im Sockelbereich, Decke zu unbeheiztem Keller, innenseitig gedämmt – ohne Kimmstein, Entwässerung oberhalb des Erdreichs



<sup>1</sup> Besonders bei stark saugenden Ziegeln, z. B. eine Noppenbahn mit Noppen zum Sockel oder mineralische Dichtungsschlämme verwenden. Besser: Klinker im Sockelbereich verwenden.

<sup>2</sup> Offene Stoßfugen sind abhängig von der Schlagregenbelastung der Fassade. Wenn mineralische Dichtungsschlämme als Feuchteschutz aufgetragen werden, sollten immer offene Stoßfugen vorgesehen werden, um ein Abfließen von Wasser aus dem Schalenzwischenraum zu ermöglichen.

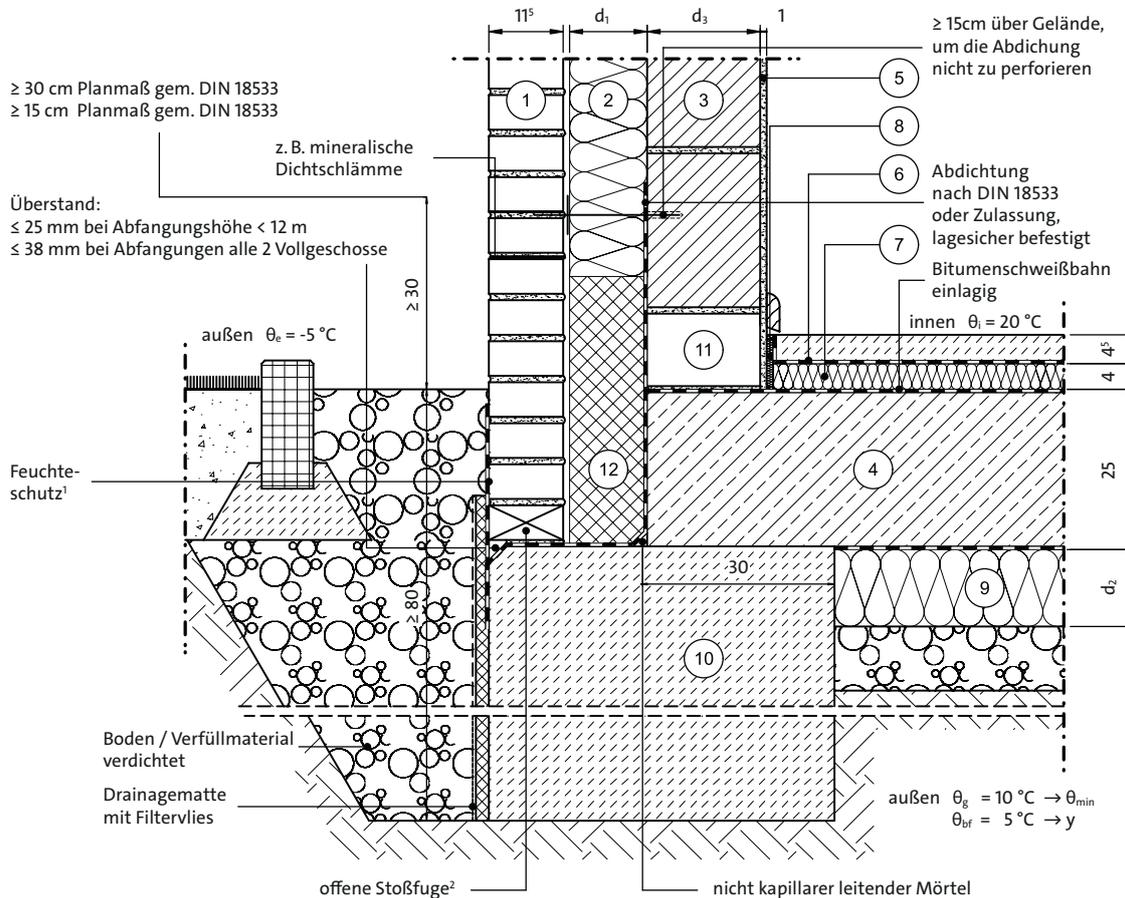
**BEZEICHNUNGEN** Die angegebenen Werte können je nach eingesetztem Baustoff unterschiedlich sein.

Nr.	Bauteil	s [m]	p [kg/m <sup>3</sup> ]	λ [W/mK]	Nr.	Bauteil	s [m]	p [kg/m <sup>3</sup> ]	λ [W/mK]
1	Verblendmauerwerk	0,115	1800	0,99	7	Estrich auf Trennlage	0,045	2000	1,4
2	Wärmedämmplatte als Volldämmung	d <sub>1</sub>	–	λ <sub>1</sub>	8	Trittschalldämmung	0,04	–	0,04
3	Mauerwerk	d <sub>3</sub>	–	λ <sub>3</sub>	9	Randdämmstreifen	0,01	–	0,04
4	Stahlbeton	0,16	2300	2,3	10	Wärmedämmung	d <sub>2</sub>	–	λ <sub>1</sub>
5	Kelleraußenwand	0,24	1800	0,99	11	Perimeterdämmung	d <sub>1</sub>	–	λ <sub>1</sub>
6	Innenputz	0,01	1400	0,7					

## 4. DETAILZEICHNUNGEN ZWEISCHALIGE WAND

### 4.2.5. SOCKEL – MIT STREIFENFUNDAMENT AUSSENSEITIG GEDÄMMT

**VERTIKALSCHNITT** Im Sockelbereich, mit Streifenfundament, außenseitig gedämmt, Streifenfundament seitlich nichtgedämmt – mit Kimmstein



<sup>1</sup> Besonders bei stark saugenden Ziegeln, z. B. eine Noppenbahn mit Noppen zum Sockel oder mineralische Dichtungsschlämme verwenden. Besser: Klinker im Sockelbereich verwenden.

<sup>2</sup> Offene Stoßfugen sind abhängig von der Schlagregenbelastung der Fassade. Wenn mineralische Dichtungsschlämme als Feuchteschutz aufgetragen werden, sollten immer offene Stoßfugen vorgesehen werden, um ein Abfließen von Wasser aus dem Schalenzwischenraum zu ermöglichen.

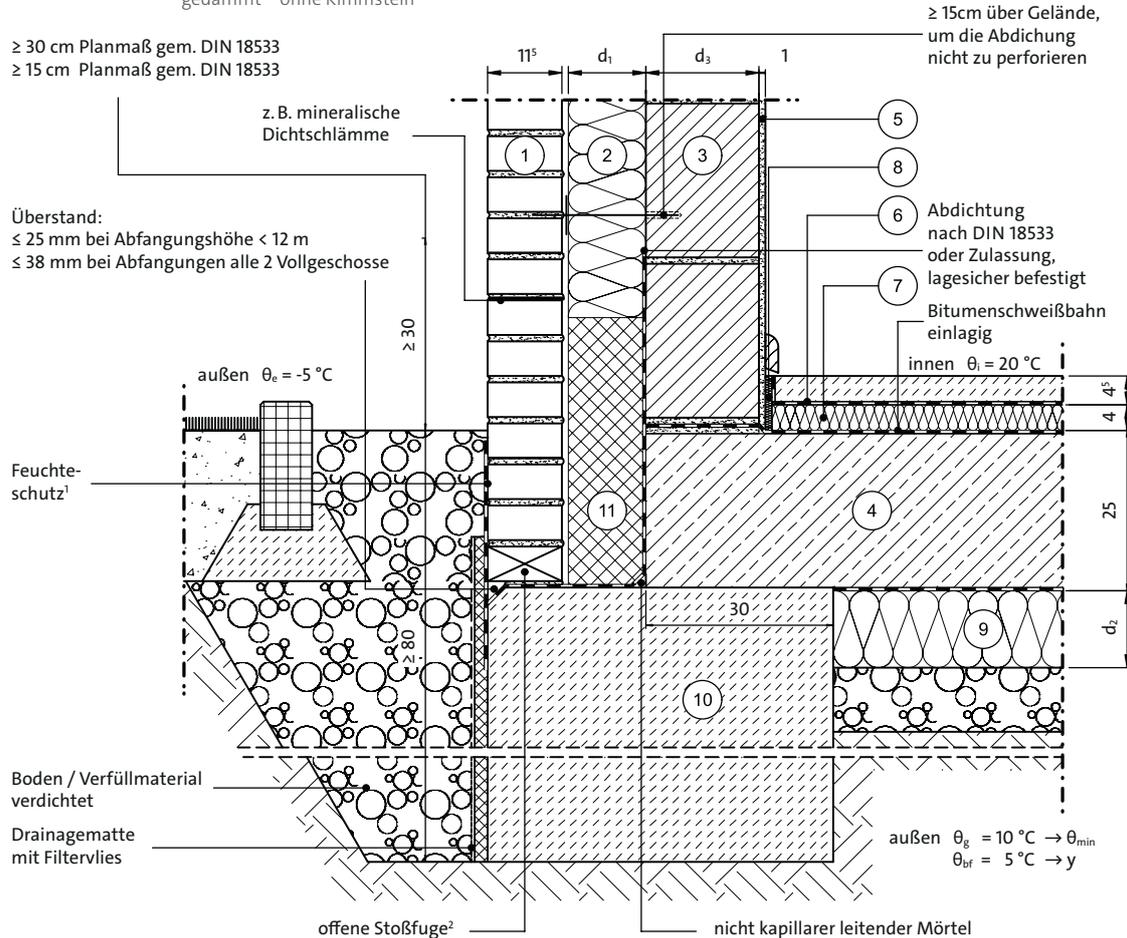
**BEZEICHNUNGEN** Die angegebenen Werte können je nach eingesetztem Baustoff unterschiedlich sein.

Nr.	Bauteil	s [m]	p [kg/m³]	λ [W/mK]	Nr.	Bauteil	s [m]	p [kg/m³]	λ [W/mK]
1	Verblendmauerwerk	0,115	1800	0,99	7	Trittschalldämmung	0,04	–	0,04
2	Wärmedämmplatte als Volldämmung	$d_1$	–	$\lambda_1$	8	Randdämmstreifen	0,01	–	0,04
3	Mauerwerk	$d_3$	–	$\lambda_3$	9	Perimeterdämmung unter Trennlage	$d_2$	–	$\lambda_2$
4	Stahlbeton	0,25	2300	2,3	10	Frostschürze mit Vormauerwerk-Sockel	s. o.	> 1800	2,0
5	Innenputz	0,01	1400	0,7	11	KS-Kimmstein	0,113	–	0,33
6	Estrich auf Trennlage	0,045	2000	1,4	12	Perimeterdämmung	$d_1$	–	$\lambda_1$

## 4. DETAILZEICHNUNGEN ZWEISCHALIGE WAND

### 4.2.6. SOCKEL – MIT STREIFENFUNDAMENT AUSSENSEITIG GEDÄMMT

**VERTIKALSCHNITT** Im Sockelbereich, mit Streifenfundament, außenseitig gedämmt, Streifenfundament seitlich nicht gedämmt – ohne Kimmstein



<sup>1</sup> Besonders bei stark saugenden Ziegeln, z. B. eine Noppenbahn mit Noppen zum Sockel oder mineralische Dichtungsschlämme verwenden. Besser: Klinker im Sockelbereich verwenden.

<sup>2</sup> Offene Stoßfugen sind abhängig von der Schlagregenbelastung der Fassade. Wenn mineralische Dichtungsschlämme als Feuchteschutz aufgetragen werden, sollten immer offene Stoßfugen vorgesehen werden, um ein Abfließen von Wasser aus dem Schalenzwischenraum zu ermöglichen.

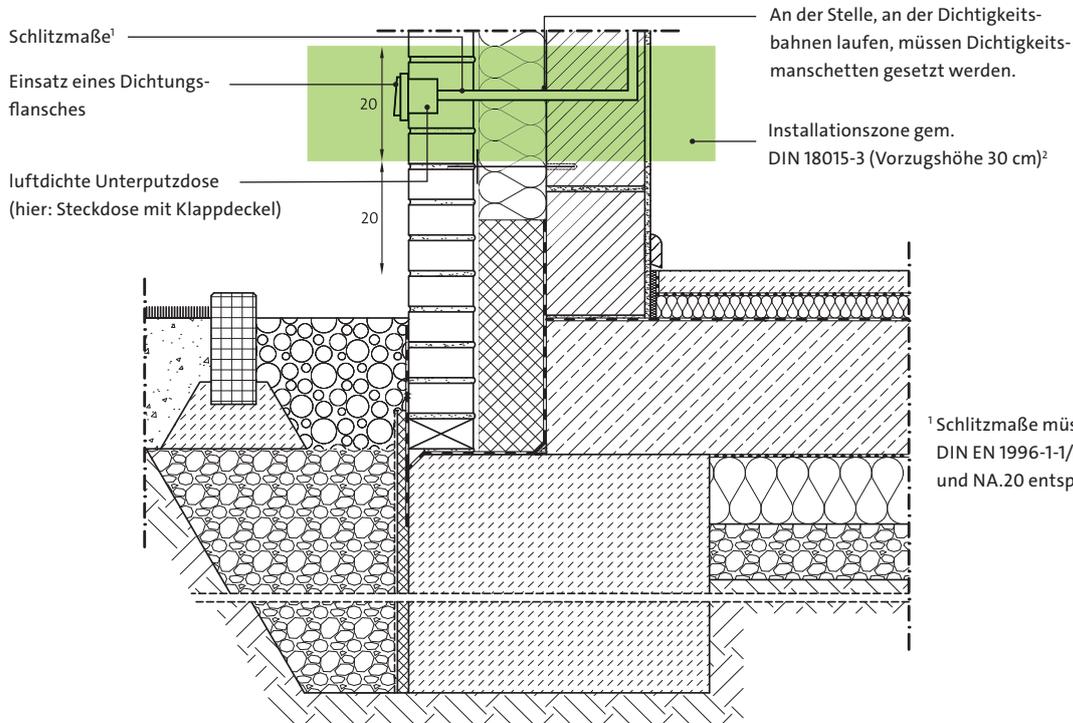
**BEZEICHNUNGEN** Die angegebenen Werte können je nach eingesetztem Baustoff unterschiedlich sein.

Nr.	Bauteil	s [m]	p [kg/m³]	λ [W/mK]	Nr.	Bauteil	s [m]	p [kg/m³]	λ [W/mK]
1	Verblendmauerwerk	0,115	1800	0,99	7	Trittschalldämmung	0,04	–	0,04
2	Wärmedämmplatte als Vollaämmung	d <sub>1</sub>	–	λ <sub>1</sub>	8	Randdämmstreifen	0,01	–	0,04
3	Mauerwerk	d <sub>3</sub>	–	λ <sub>3</sub>	9	Perimeterdämmung unter Trennlage	d <sub>2</sub>	–	λ <sub>2</sub>
4	Stahlbeton	0,16	2300	2,3	10	Frostschürze mit Vormauerwerk-Sockel	0,113	> 1800	2,0
5	Innenputz	0,01	1400	0,7	11	Perimeterdämmung	d <sub>1</sub>	–	λ <sub>1</sub>
6	Estrich auf Trennlage	0,045	2000	1,4					

## 4. DETAILZEICHNUNGEN ZWEISCHALIGE WAND

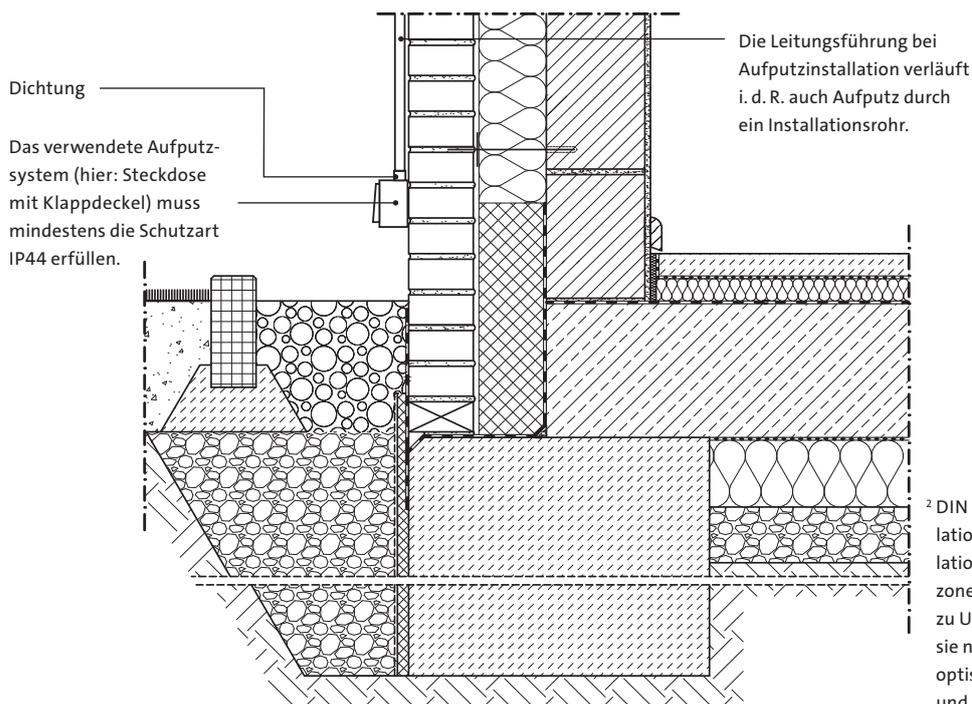
### 4.2.7. SOCKEL – ELEKTROINSTALLATION

**VERTIKALSCHNITT** Im Sockelbereich, mit Streifenfundament, außenseitig gedämmt, Streifenfundament seitlich nicht gedämmt – ohne Kimmstein, mit Unterputz-Elektroinstallation



<sup>1</sup> Schlitzmaße müssen der DIN 1053-1 DIN EN 1996-1-1/NA, Tabellen NA.19 und NA.20 entsprechen.

**VERTIKALSCHNITT** Im Sockelbereich, mit Streifenfundament, außenseitig gedämmt, Streifenfundament seitlich nicht gedämmt – ohne Kimmstein, mit Aufputz-Elektroinstallation



<sup>2</sup> DIN 18015-3 wird auf Unterputzinstallationen angewendet. Aufputzinstallationen müssen die Installationszonen nicht einhalten. Im Gegensatz zu Unterputzinstallationen müssen sie nicht aus Sicherheits-, jedoch aus optischen Gründen stets senkrecht und waagrecht ausgeführt werden.

## 4. DETAILZEICHNUNGEN ZWEISCHALIGE WAND

### 4.3.1. ANSCHLUSSPUNKTE BALKON/DACHTERRASSE

#### **Balkon / Dachterrasse**

Grundsätzlich liegen an diesen Anschlusspunkten ebenso wie am Fußpunkt erhöhte Schlagregenbelastungen vor. Durch die Unterbrechung der Luftschicht ist es notwendig, das Wasser, das rückseitig am Verblender abläuft, nach außen, also auf die Fassade, zu führen.

Es muss sichergestellt sein, dass die Aufstandsflächen die zu erwartenden Lasten aus der Verblendschale aufnehmen können. Dies gilt sowohl bei Balkonplatten als auch bei abgehängten Fertigteilstürzen mit entsprechenden Konsolankern.

Es wird empfohlen, in einigen Bereichen die Abdichtungen nicht direkt auf die Fertigteile zu setzen, sondern ein bis zwei Schichten darüber anzuordnen, um die Gefahr einer Beschädigung der Abdichtung im Bereich der Verankerungen durch herausstehende Bolzen etc. zu vermeiden.

Für die Abdichtung von Dachterrassen und Dächern sind die Vorgaben der Norm DIN 18 531 (Abdichtung von Dächern sowie Balkonen, Loggien und Laubengängen, genutzte sowie nicht genutzte Dachflächen) einzuhalten.

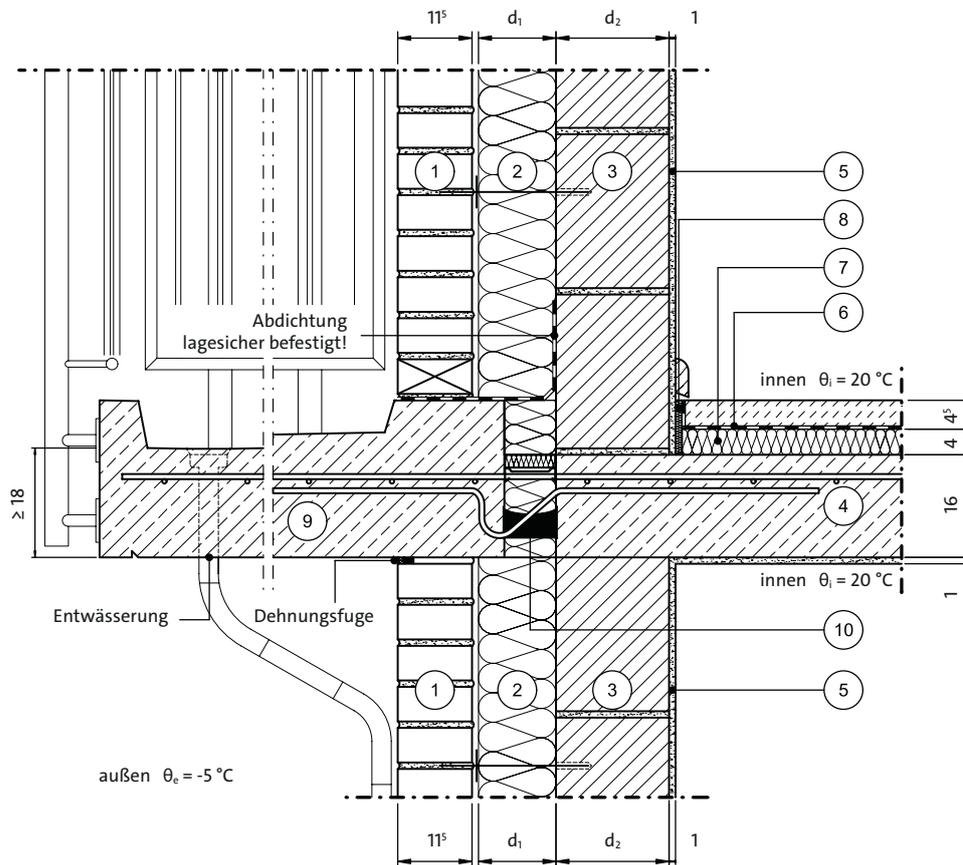
Hier ist darauf zu achten, dass die Abdichtung der Dachterrasse bis an die Folie geführt wird, die das Wasser aus der Luftschicht auf die Fassade führt, um eine Hinterläufigkeit der Abdichtung zu verhindern. Die Folie und die Abdichtung der Dachterrasse stellen eine funktionelle Einheit dar. Deshalb müssen die Stöße der Folie sauber verklebt werden.

Entwässerungsöffnungen sind entsprechend der bereits im Sockelbereich aufgeführten Empfehlungen zu behandeln.

## 4. DETAILZEICHNUNGEN ZWEISCHALIGE WAND

### 4.3.2. BALKON/DACHTERRASSE – BALKONANSCHLUSS, BALKONPLATTE

VERTIKALSCHNITT Balkonplatte – Wandebene



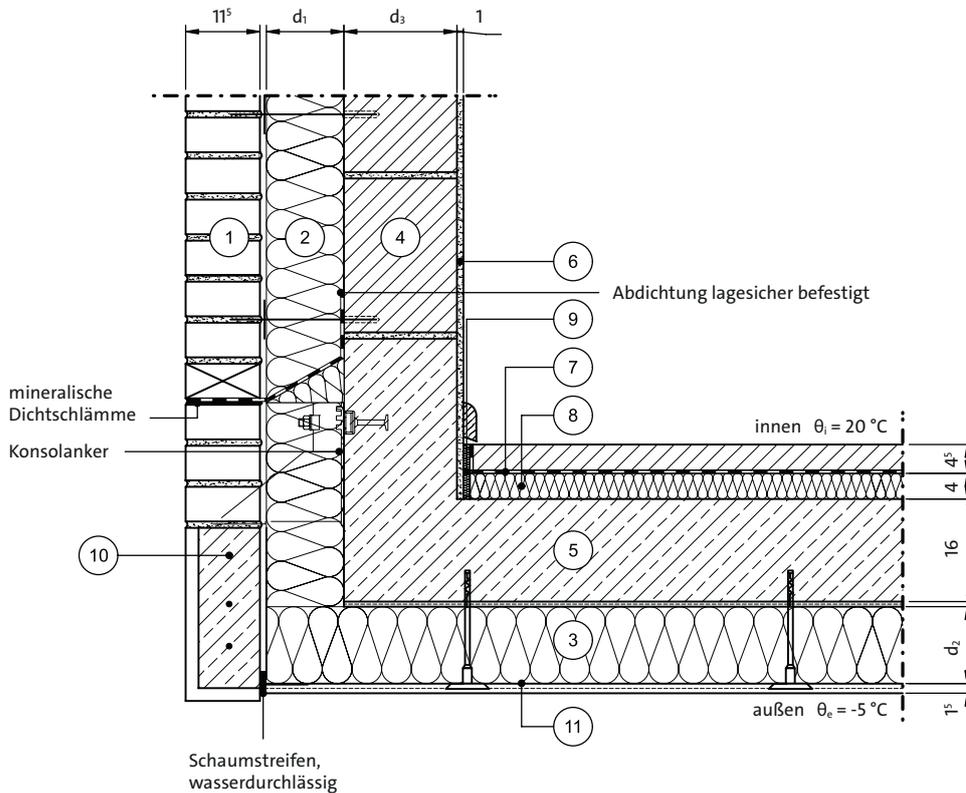
BEZEICHNUNGEN Die angegebenen Werte können je nach eingesetztem Baustoff unterschiedlich sein.

Nr.	Bauteil	s [m]	p [kg/m³]	λ [W/mK]	Nr.	Bauteil	s [m]	p [kg/m³]	λ [W/mK]
1	Verblendmauerwerk	0,115	1800	0,99	7	Trittschalldämmung	0,04	–	0,04
2	Wärmedämmplatte als Vollämmung	d <sub>1</sub>	–	λ <sub>1</sub>	8	Randdämmstreifen	0,01	–	0,04
3	Mauerwerk	d <sub>2</sub>	–	λ <sub>2</sub>	9	Stahlbetonfertigplatte	0,18	2300	2,3
4	Stahlbeton	0,16	2300	2,3	10	Dämmelement	0,08	–	0,17
5	Innenputz	0,01	1400	0,7					
6	Estrich auf Trennlage	0,045	2000	1,4					

## 4. DETAILZEICHNUNGEN ZWEISCHALIGE WAND

### 4.3.3. BALKON/DACHTERRASSE – LOGGIEN, ERKER, TERRASSEN, DURCHFahrTEN

**VERTIKALSCHNITT** Loggien, Erker, Terrassen, Durchfahrten, Anschluss an aufgehende Wand – Wandebene



Es muss sichergestellt sein, dass Wasser, das rückseitig an der Verblendung abläuft, abgeführt wird.

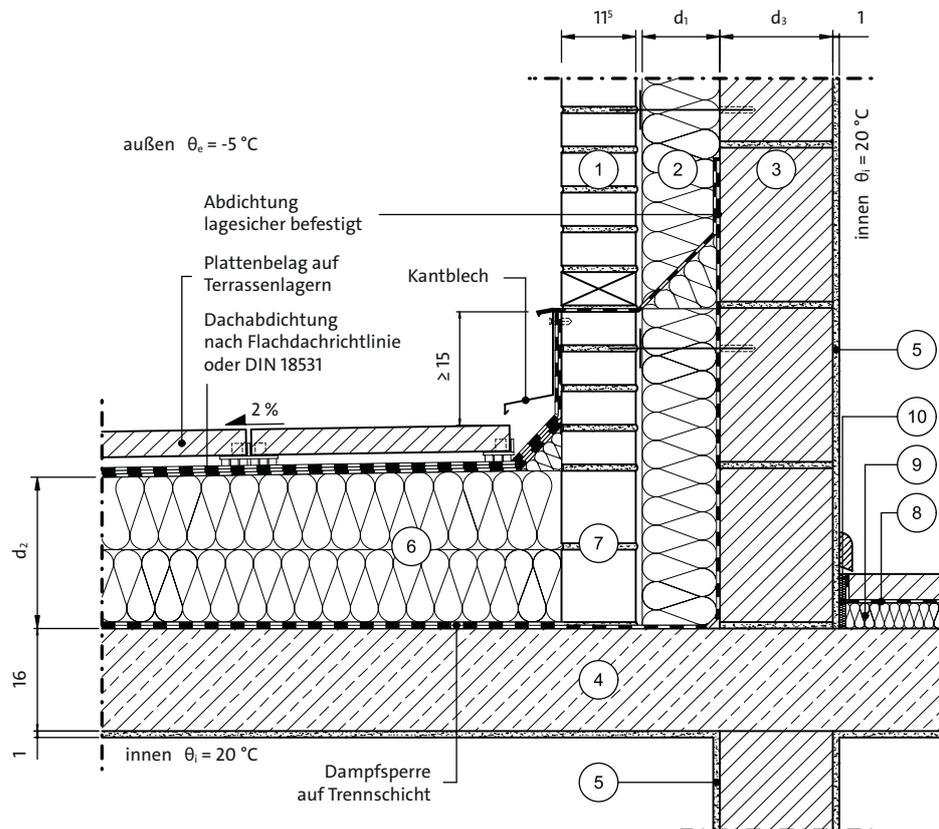
**BEZEICHNUNGEN** Die angegebenen Werte können je nach eingesetztem Baustoff unterschiedlich sein.

Nr.	Bauteil	s [m]	p [kg/m³]	λ [W/mK]	Nr.	Bauteil	s [m]	p [kg/m³]	λ [W/mK]
1	Verblendmauerwerk	0,115	1800	0,99	7	Estrich auf Trennlage	0,045	2000	1,4
2	Wärmedämmplatte als Vollämmung	d <sub>1</sub>	–	λ <sub>1</sub>	8	Trittschalldämmung	0,04	–	0,04
3	Wärmedämmung (nicht brennbar)	d <sub>2</sub>	–	λ <sub>2</sub>	9	Randdämmstreifen	0,01	–	0,04
4	Mauerwerk	d <sub>3</sub>	–	λ <sub>3</sub>	10	Verblendsturz	0,115	2300	2,3
5	Stahlbeton	0,16	2300	2,3	11	Außenputzsystem	0,015	1800	0,87
6	Innenputz	0,01	1400	0,7					

## 4. DETAILZEICHNUNGEN ZWEISCHALIGE WAND

### 4.3.4.A BALKON/DACHTERRASSE – LOGGIEN, ERKER, TERRASSEN, DURCHFahrTEN

**VERTIKALSCHNITT** Loggien, Erker, Terrassen, Durchfahrten, Anschluss unten an Geschossdecke – Wandebene ohne Fenster/Tür



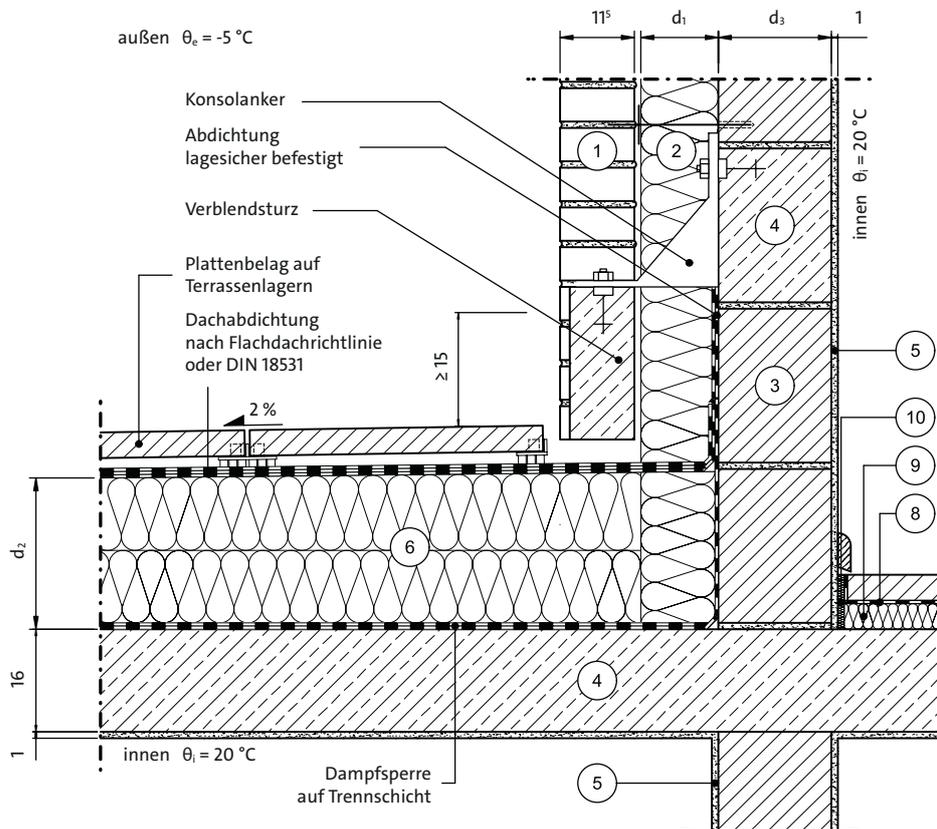
**BEZEICHNUNGEN** Die angegebenen Werte können je nach eingesetztem Baustoff unterschiedlich sein.

Nr.	Bauteil	s [m]	p [kg/m³]	λ [W/mK]	Nr.	Bauteil	s [m]	p [kg/m³]	λ [W/mK]
1	Verblendmauerwerk	0,115	1800	0,99	7	Wärmetechnisch verbesserte Steinlage	0,115	2000	0,33
2	Wärmedämmplatte als Volldämmung	d <sub>1</sub>	–	λ <sub>1</sub>	8	Estrich auf Trennlage	0,045	2000	1,4
3	Mauerwerk	d <sub>3</sub>	–	λ <sub>3</sub>	9	Trittschalldämmung	0,04	–	0,04
4	Stahlbeton	0,16	2300	2,3	10	Randdämmstreifen	0,01	–	0,04
5	Innenputz	0,01	1400	0,7					
6	Wärmedämmung (als Gefälledämmung)	d <sub>2</sub>	–	λ <sub>2</sub>					

## 4. DETAILZEICHNUNGEN ZWEISCHALIGE WAND

### 4.3.4.B BALKON/DACHTERRASSE – LOGGIEN, ERKER, TERRASSEN, DURCHFahrTEN

**VERTIKALSCHNITT** Loggien, Erker, Terrassen, Durchfahrten, Anschluss unten an Geschossdecke – Wandebene ohne Fenster/Tür



Optisch schönere Ausführungsvariante ohne sichtbare Abkantung.

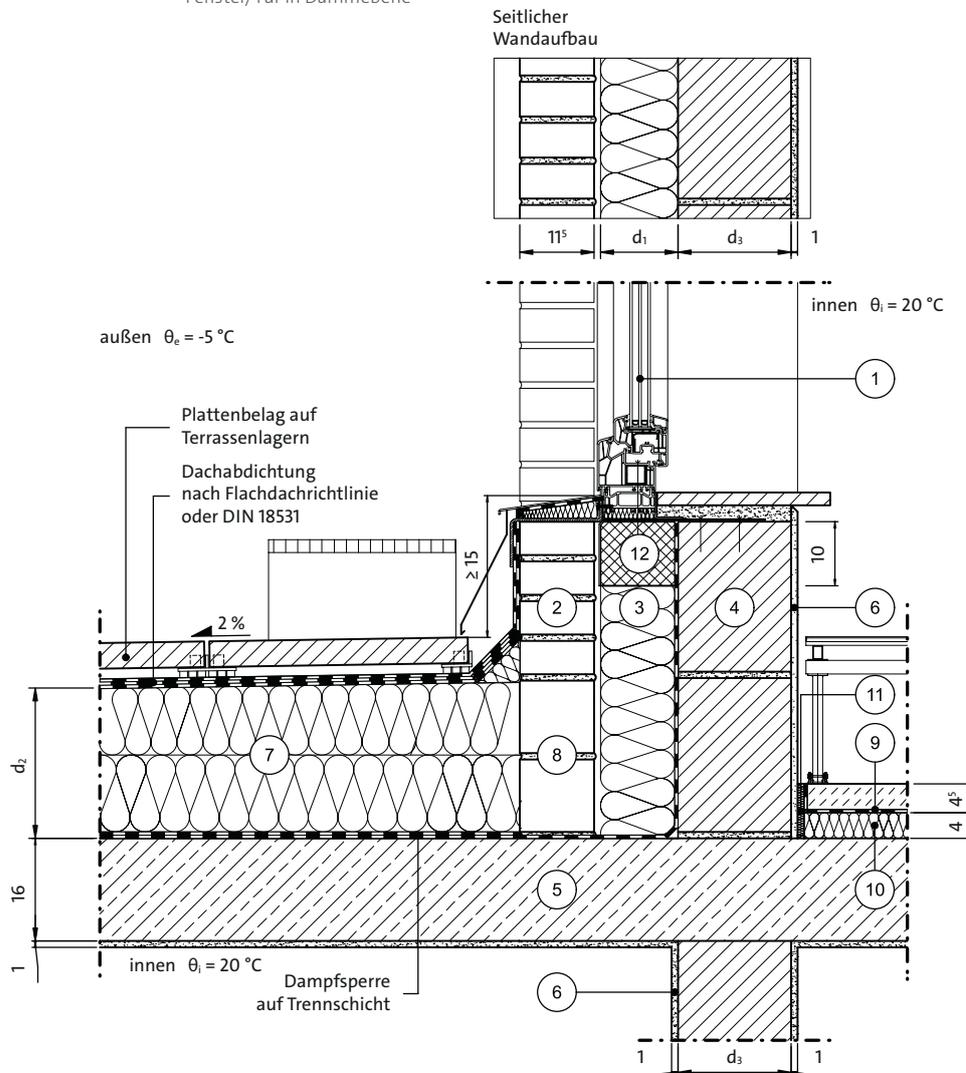
**BEZEICHNUNGEN** Die angegebenen Werte können je nach eingesetztem Baustoff unterschiedlich sein.

Nr.	Bauteil	s [m]	p [kg/m³]	λ [W/mK]	Nr.	Bauteil	s [m]	p [kg/m³]	λ [W/mK]
1	Verblendmauerwerk	0,115	1800	0,99	7	Wärmetechnisch verbesserte Steinlage	0,115	–	0,33
2	Wärmedämmplatte als Vollämmung	d <sub>1</sub>	–	λ <sub>1</sub>	8	Estrich auf Trennlage	0,045	2000	1,4
3	Mauerwerk	d <sub>3</sub>	–	λ <sub>3</sub>	9	Trittschalldämmung	0,04	–	0,04
4	Stahlbeton	0,16	2300	2,3	10	Randdämmstreifen	0,01	–	0,04
5	Innenputz	0,01	1400	0,7					
6	Wärmedämmung (als Gefälledämmung)	d <sub>2</sub>	–	λ <sub>2</sub>					

## 4. DETAILZEICHNUNGEN ZWEISCHALIGE WAND

### 4.3.5. BALKON/DACHTERRASSE – LOGGIEN, ERKER, TERRASSEN, DURCHFahrTEN

**VERTIKALSCHNITT** Loggien, Erker, Terrassen, Durchfahrten, Anschluss unten an Geschossdecke – Fenster/Tür in Dämmebene



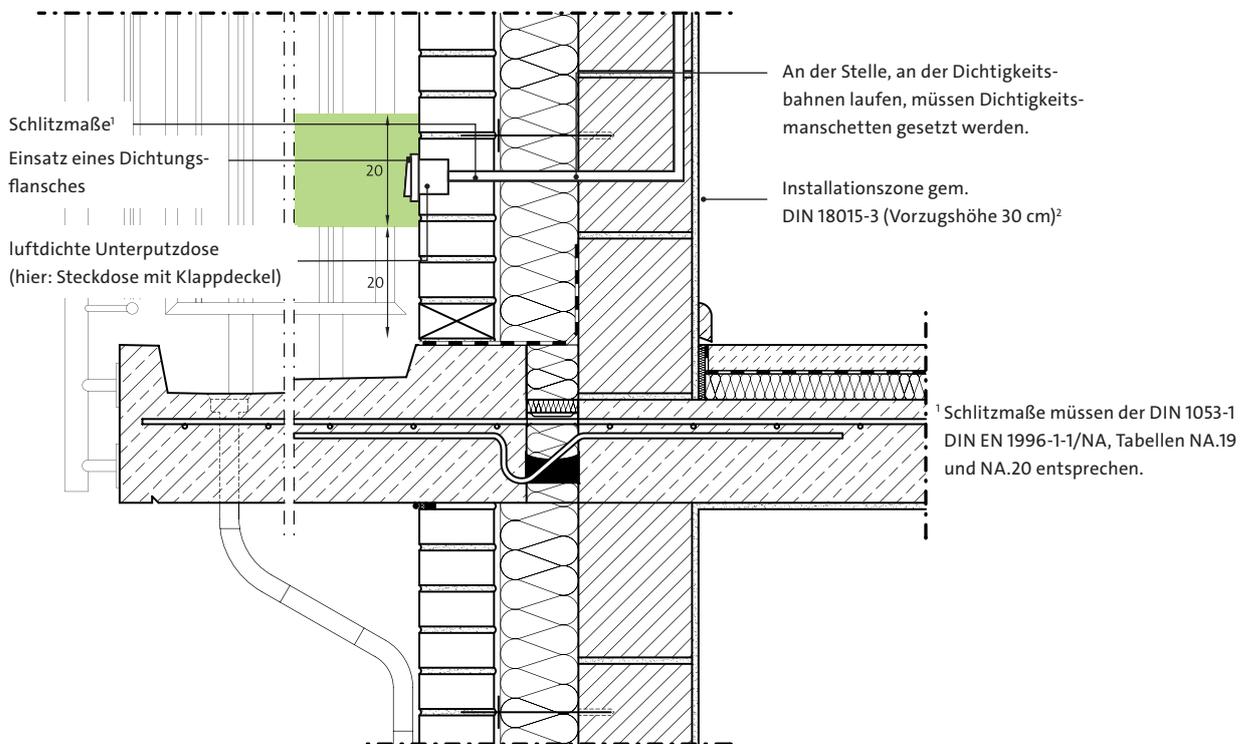
**BEZEICHNUNGEN** Die angegebenen Werte können je nach eingesetztem Baustoff unterschiedlich sein.

Nr.	Bauteil	s [m]	p [kg/m³]	λ [W/mK]	Nr.	Bauteil	s [m]	p [kg/m³]	λ [W/mK]
1	Tür/Fensterelement	0,07	–	λ <sub>fen</sub>	7	Dämmung (Gefälledämmung)	d <sub>2</sub>	–	λ <sub>2</sub>
2	Verblendmauerwerk	0,115	1800	0,99	8	Wärmetechnisch verbesserte Steinlage	0,115	–	0,33
3	Wärmedämmplatte als Volldämmung	d <sub>1</sub>	–	λ <sub>1</sub>	9	Estrich auf Trennlage	0,045	2000	1,4
4	Mauerwerk	d <sub>3</sub>	–	λ <sub>3</sub>	10	Trittschalldämmung	0,04	–	0,04
5	Stahlbeton	0,16	2300	2,3	11	Randdämmstreifen	0,01	–	0,04
6	Innenputz	0,01	1400	0,7	12	Mauerrandstreifen aus XPS	s. o.	–	0,036

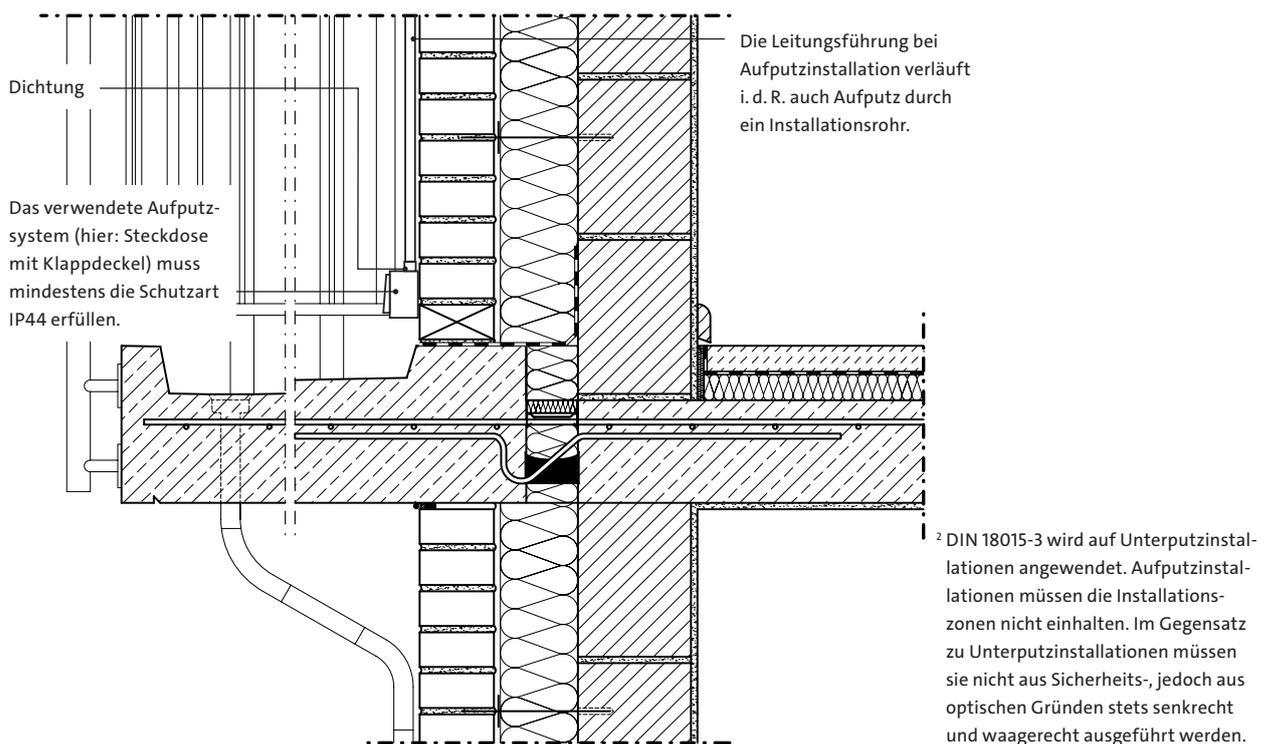
## 4. DETAILZEICHNUNGEN ZWEISCHALIGE WAND

### 4.3.6. BALKON/DACHTERRASSE – BALKONANSCHLUSS, BALKONPLATTE – ELEKTROINSTALLATION

**VERTIKALSCHNITT** Balkonplatte – Wandebene, mit Unterputz-Elektroinstallation



**VERTIKALSCHNITT** Balkonplatte – Wandebene, mit Aufputz-Elektroinstallation



## 4. DETAILZEICHNUNGEN ZWEISCHALIGE WAND

### 4.4.1. ANSCHLUSSPUNKTE FENSTER/ROLLADENKÄSTEN

#### **Fenster/Rolladenkästen**

Dem Bereich unter, über und neben den Fenstern ist ebenfalls erhöhte Aufmerksamkeit zu widmen. Im Sturzbereich muss sichergestellt werden, dass die Lasten über dem Fenster sicher über zugelassene Mauerwerkskonstruktionen oder Fertigteile abgetragen werden können. Beim Einsatz von Fertigteilstürzen ist es empfehlenswert, die Abdichtung nicht direkt auf dem Fertigteilsturz anzuordnen, sondern ein bis zwei Schichten darüber, um eine Beschädigung der Abdichtung durch die einzusetzenden Anker zu vermeiden.

In der ersten Schicht zwischen konventionellem Mauerwerk und Fertigteilsturz sollten zusätzliche Luftschichtanker zur Stabilisierung eingesetzt werden. Im Fall einer abgehängten Konstruktion durch Konsolanker, die bei breiten Fenstern grundsätzlich empfohlen wird, übernehmen die Konsolanker diese Funktion.

Beim Einsatz von konventionell gemauerten Stürzen in Verbindung mit einer zugelassenen Mauerwerksbewehrung ist zu beachten, dass die Ausführung gemäß allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung mit entsprechend dimensionierter Bewehrung vorgenommen wird. Bei Grenadierschichten ist eine Vernadelung der Vormauerziegel mit Luftschichtankern auszuführen. Bei senkrecht stehenden Lochsteinen sind diese durch Luftschichtanker, die beim Vermauern in den Löchern der Klinker eingesetzt werden, untereinander zu verbinden. Beim Einsatz von Vollsteinen ohne Löcher sind die notwendigen Löcher durch bauseitiges Einbohren herzustellen.

Entwässerungsöffnungen sind wie bereits in Kapitel Sockel beschrieben auszuführen. Bei schmalen Fenstern besteht auch die Möglichkeit, das Wasser seitlich vom Fenster an der Rückseite der Verblendschale abzuführen.

Der Fensteranschluss unten und der äußere Brüstungsbereich werden direkt vom Niederschlag erreicht. Dieser Bereich muss daher mit einer Fensterbank abgedeckt werden. Eine Ausführung aus Edelstahl oder aus Fertigteilen (Ziegel und Stahlbeton) sind gemauerten Fenstersohlbänken vorzuziehen. Fenstersohlbänke müssen mit deutlichem Gefälle ausgebildet werden, um das zügige Abfließen des Wassers zu gewährleisten. Eine Sperrschicht unterhalb der Fenstersohlbank kann erforderlich sein. Seitlich sollte die Sperrschicht jeweils etwa 25 cm über die Fensteröffnung hinausgeführt werden.

Das Eindringen von Regenwasser über die Rollschicht kann durch eine Hydrophobierung der Rollschicht und eine mineralische Dichtungsschlämme unterhalb der Rollschicht verhindert werden.

## 4. DETAILZEICHNUNGEN ZWEISCHALIGE WAND

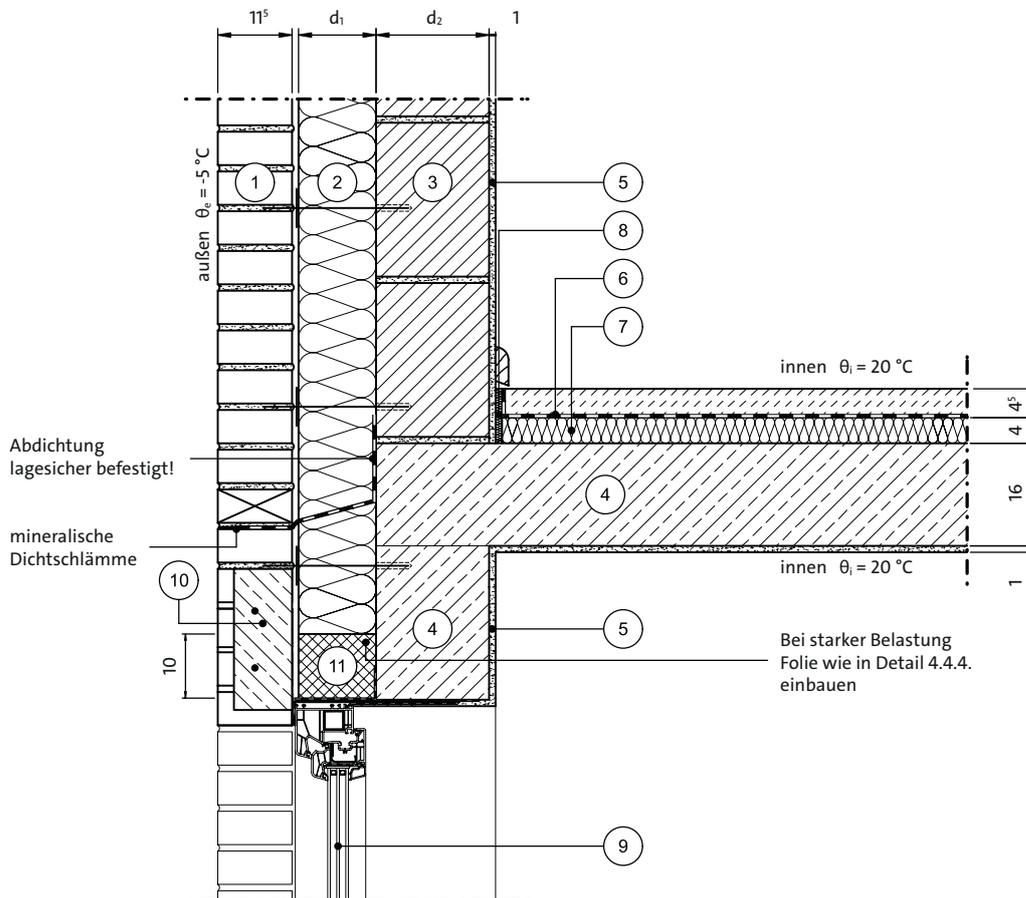
### 4.4.1. ANSCHLUSSPUNKTE FENSTER/ROLLADENKÄSTEN

Sicherer und daher empfehlenswert ist es, Fertigbauteile mit einem schlagregendichten Betonkern vorzusehen. Der Überstand sollte besonders bei hohen Schlagregenbelastungen so groß sein, dass das auftretende Wasser frei abtropfen kann. Um Wärmebrücken zu vermeiden, muss die Wärmedämmschicht an den Fensterblendrahmen bzw. an den Rollladenkästen angeschlossen werden. Die Fuge zwischen Fensterblendrahmen und Innenschale bzw. Innenputz ist abzudichten. Bei einer abweichenden Lage des Fensters von der dargestellten Einbausituation ist diese bei der Wärmebrückenberechnung zu berücksichtigen.

## 4. DETAILZEICHNUNGEN ZWEISCHALIGE WAND

### 4.4.2. FENSTER/ROLLADENKÄSTEN – FERTIGSTURZ BREITES FENSTER

**VERTIKALSCHNITT** Fenster/Tür – Fertigsturz, breites Fenster



► SIEHE KAPITEL 2.5.2.

Aus konstruktiven Gründen ist es oft nicht möglich, die Folie direkt über dem Fertigteilsturz anzuordnen. Dann ist auf eine sehr gute Vermörtelung der Fuge zwischen Fertigteil und Mauerwerk zu achten. Bei breiten Fenstern ist es nicht möglich, das Wasser, das rückseitig an der Vormauerschale abläuft, seitlich im Schalenzwischenraum bis neben das Fenster zu führen.

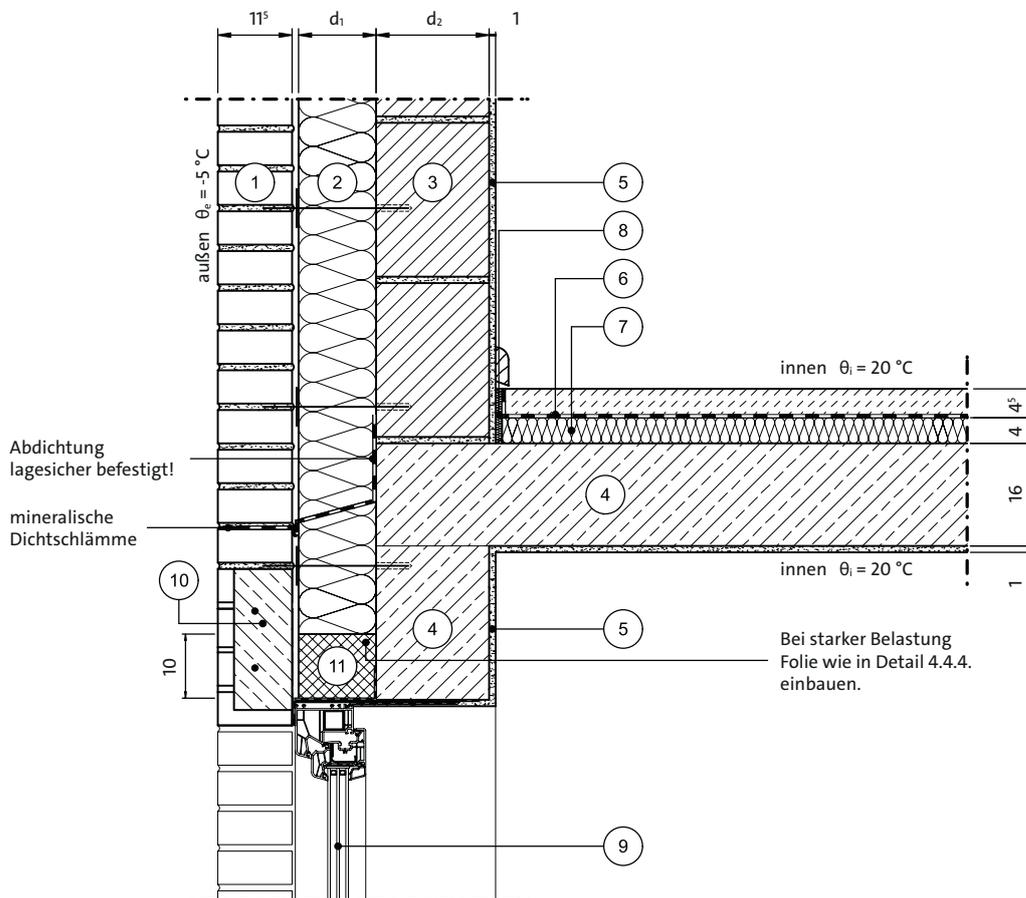
**BEZEICHNUNGEN** Die angegebenen Werte können je nach eingesetztem Baustoff unterschiedlich sein.

Nr.	Bauteil	s [m]	p [kg/m <sup>3</sup> ]	λ [W/mK]	Nr.	Bauteil	s [m]	p [kg/m <sup>3</sup> ]	λ [W/mK]
1	Verblendmauerwerk	0,115	1800	0,99	7	Trittschalldämmung	0,04	–	0,04
2	Wärmedämmplatte als Volldämmung	d <sub>1</sub>	–	λ <sub>1</sub>	8	Randdämmstreifen	0,01	–	0,04
3	Mauerwerk	d <sub>2</sub>	–	λ <sub>2</sub>	9	Tür/Fensterelement	0,07	–	λ <sub>Fen</sub>
4	Stahlbeton	0,16	2300	2,3	10	Verblendsturz	0,115	2300	2,3
5	Innenputz	0,01	1400	0,7	11	Mauerrandstreifen aus XPS	s. o.	–	0,036
6	Estrich auf Trennlage	0,045	2000	1,4					

## 4. DETAILZEICHNUNGEN ZWEISCHALIGE WAND

### 4.4.3. FENSTER/ROLLADENKÄSTEN – FERTIGSTURZ SCHMALES FENSTER

**VERTIKALSCHNITT** Fenster/Tür – Fertigsturz, schmales Fenster



► SIEHE KAPITEL 2.5.2.

Aus konstruktiven Gründen ist es oft nicht möglich, die Folie direkt über dem Fertigteilsturz anzuordnen. Dann ist auf eine sehr gute Vermörtelung der Fuge zwischen Fertigteil und Mauerwerk zu achten. Bei schmalen Fenstern sollte nach Möglichkeit das belastete Wasser, das rückseitig an der Vormauerschale abläuft, seitlich im Schalenzwischenraum bis neben das Fenster geführt werden.

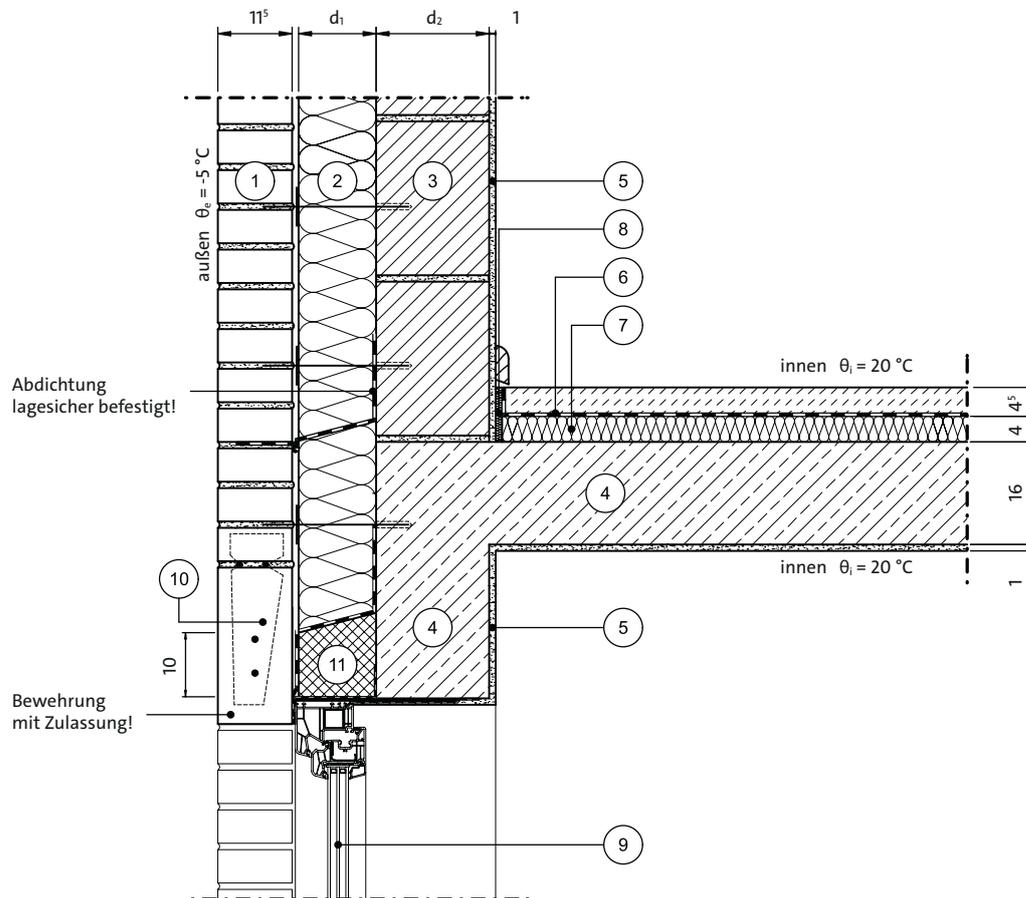
**BEZEICHNUNGEN** Die angegebenen Werte können je nach eingesetztem Baustoff unterschiedlich sein.

Nr.	Bauteil	s [m]	p [kg/m <sup>3</sup> ]	λ [W/mK]	Nr.	Bauteil	s [m]	p [kg/m <sup>3</sup> ]	λ [W/mK]
1	Verblendmauerwerk	0,115	1800	0,99	7	Trittschalldämmung	0,04	–	0,04
2	Wärmedämmplatte als Volldämmung	d <sub>1</sub>	–	λ <sub>1</sub>	8	Randdämmstreifen	0,01	–	0,04
3	Mauerwerk	d <sub>2</sub>	–	λ <sub>2</sub>	9	Tür/Fensterelement	0,07	–	λ <sub>Fen</sub>
4	Stahlbeton	0,16	2300	2,3	10	Verblendsturz	0,115	2300	2,3
5	Innenputz	0,01	1400	0,7	11	Mauerrandstreifen aus XPS	s. o.	–	0,036
6	Estrich auf Trennlage	0,045	2000	1,4					

## 4. DETAILZEICHNUNGEN ZWEISCHALIGE WAND

### 4.4.4. FENSTER/ROLLADENKÄSTEN – GEMAUERTER STURZ

**VERTIKALSCHNITT** Fenster/Tür – Gemauerter Sturz (Bewehrung gemäß Zulassung)



► SIEHE KAPITEL 2.5.2.

Bei schmalen Fenstern sollte nach Möglichkeit das belastete Wasser, das rückseitig an der Vormauerschale abläuft, seitlich im Schalenzwischenraum bis neben das Fenster geführt werden. Wenn ein bewehrter Sturz vermauert wird, darf hier der Verbund nicht gestört werden. Es kann deshalb notwendig sein, den Fenstersturz durch eine zweite Folie zu schützen.

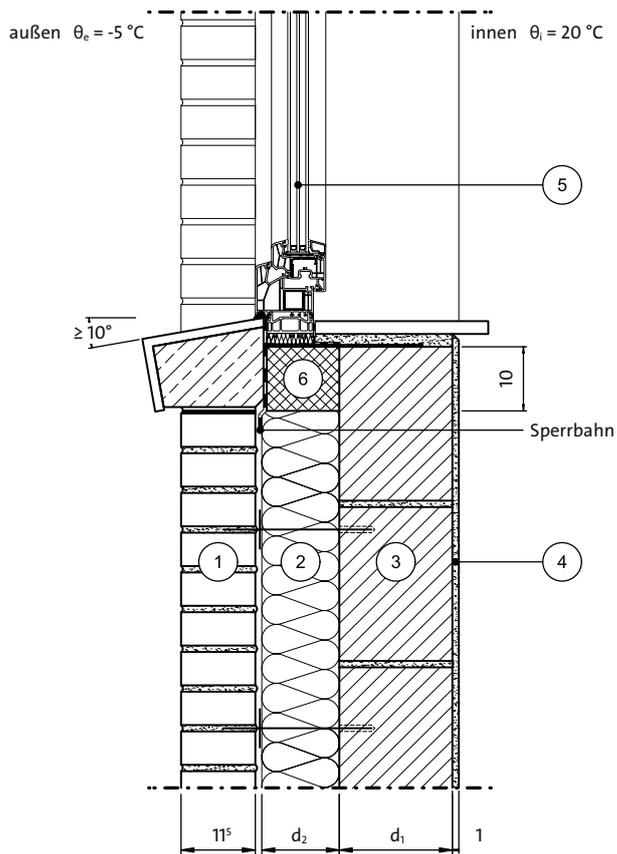
**BEZEICHNUNGEN** Die angegebenen Werte können je nach eingesetztem Baustoff unterschiedlich sein.

Nr.	Bauteil	s [m]	p [kg/m <sup>3</sup> ]	λ [W/mK]	Nr.	Bauteil	s [m]	p [kg/m <sup>3</sup> ]	λ [W/mK]
1	Verblendmauerwerk	0,115	1800	0,99	7	Trittschalldämmung	0,04	–	0,04
2	Wärmedämmplatte als Vollämmung	d <sub>1</sub>	–	λ <sub>1</sub>	8	Randdämmstreifen	0,01	–	0,04
3	Mauerwerk	d <sub>2</sub>	–	λ <sub>2</sub>	9	Tür/Fensterelement	0,07	–	λ <sub>Fen</sub>
4	Stahlbeton	0,16	2300	2,3	10	Gemauerter Sturz	0,115	1800	0,99
5	Innenputz	0,01	1400	0,7	11	Mauerrandstreifen aus XPS	s. o.	–	0,036
6	Estrich auf Trennlage	0,045	2000	1,4					

## 4. DETAILZEICHNUNGEN ZWEISCHALIGE WAND

### 4.4.5. FENSTER/ROLLADENKÄSTEN – SOHLBANK FERTIGTEIL

**VERTIKALSCHNITT** Fenster-/Türbrüstung – Fenster in Dämmebene, Sohlbank Fertigteil



► SIEHE KAPITEL 2.5.3.

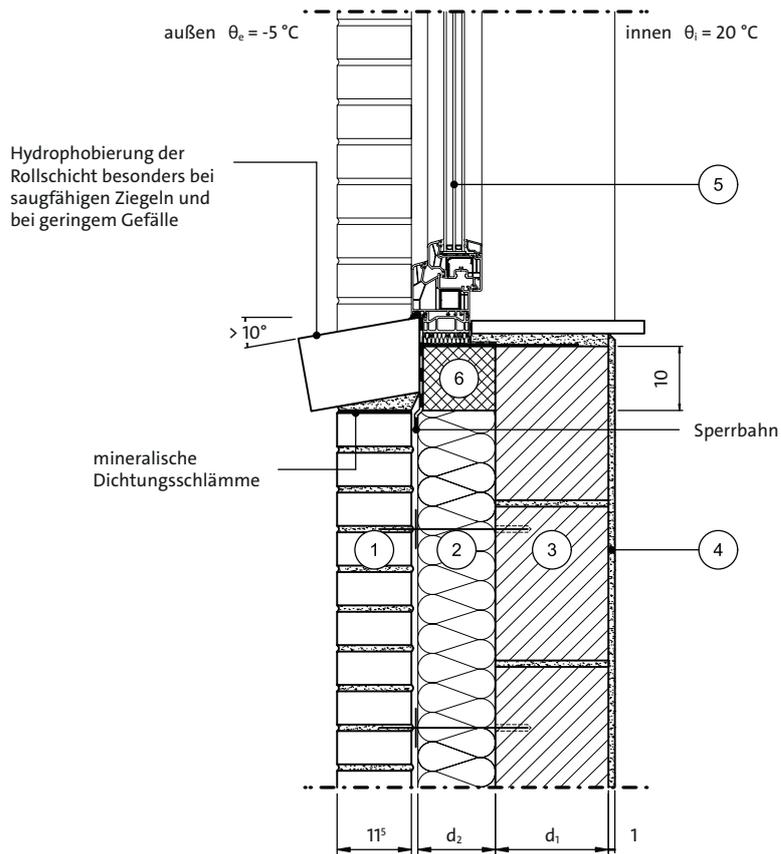
**BEZEICHNUNGEN** Die angegebenen Werte können je nach eingesetztem Baustoff unterschiedlich sein.

Nr.	Bauteil	s [m]	p [kg/m <sup>3</sup> ]	λ [W/mK]
1	Verblendmauerwerk	0,115	1800	0,99
2	Wärmedämmplatte als Volldämmung	d <sub>2</sub>	–	λ <sub>2</sub>
3	Mauerwerk	d <sub>1</sub>	–	λ <sub>1</sub>
4	Innenputz	0,005	1400	0,7
5	Tür/Fensterelement	0,07	–	λ <sub>Fen</sub>
6	Mauerrandstreifen aus XPS	s. o.	–	0,036

## 4. DETAILZEICHNUNGEN ZWEISCHALIGE WAND

### 4.4.6. FENSTER/ROLLADENKÄSTEN – GEMAUERTE SOHLBANK

**VERTIKALSCHNITT** Fenster-/Türbrüstung – Fenster in Dämmebene, gemauerte Sohlbank



► SIEHE KAPITEL 2.5.3.

Die Dichtungsschlämme verhindert einen kapillaren Transport und damit verbundene Ausblühungen unter dem Fenster. Gegenüber einer Folie hat sie den Vorteil, dass der Verbund zwischen Rollschicht und Mauerwerk nicht gestört wird.

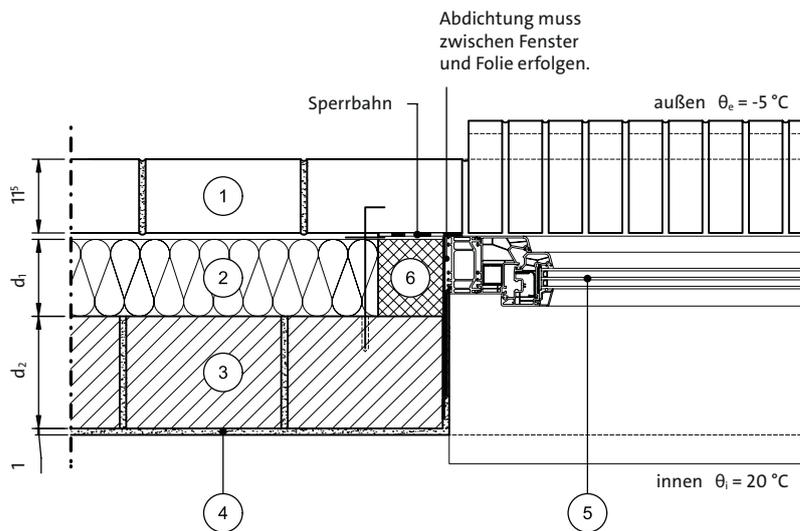
**BEZEICHNUNGEN** Die angegebenen Werte können je nach eingesetztem Baustoff unterschiedlich sein.

Nr.	Bauteil	s [m]	p [kg/m <sup>3</sup> ]	$\lambda$ [W/mK]
1	Verblendmauerwerk	0,115	1800	0,99
2	Wärmedämmplatte als Vollämmung	d <sub>2</sub>	–	$\lambda_2$
3	Mauerwerk	d <sub>1</sub>	–	$\lambda_1$
4	Innenputz	0,005	1400	0,7
5	Tür/Fensterelement	0,07	–	$\lambda_{\text{Fen}}$
6	Mauerrandstreifen aus XPS	s. o.	–	0,036

## 4. DETAILZEICHNUNGEN ZWEISCHALIGE WAND

### 4.4.7. FENSTER/ROLLADENKÄSTEN – FENSTER-/TÜRLAIBUNG

**HORIZONTALSCHNITT** Fenster-/Tür laibung – Fenster in Dämmebene



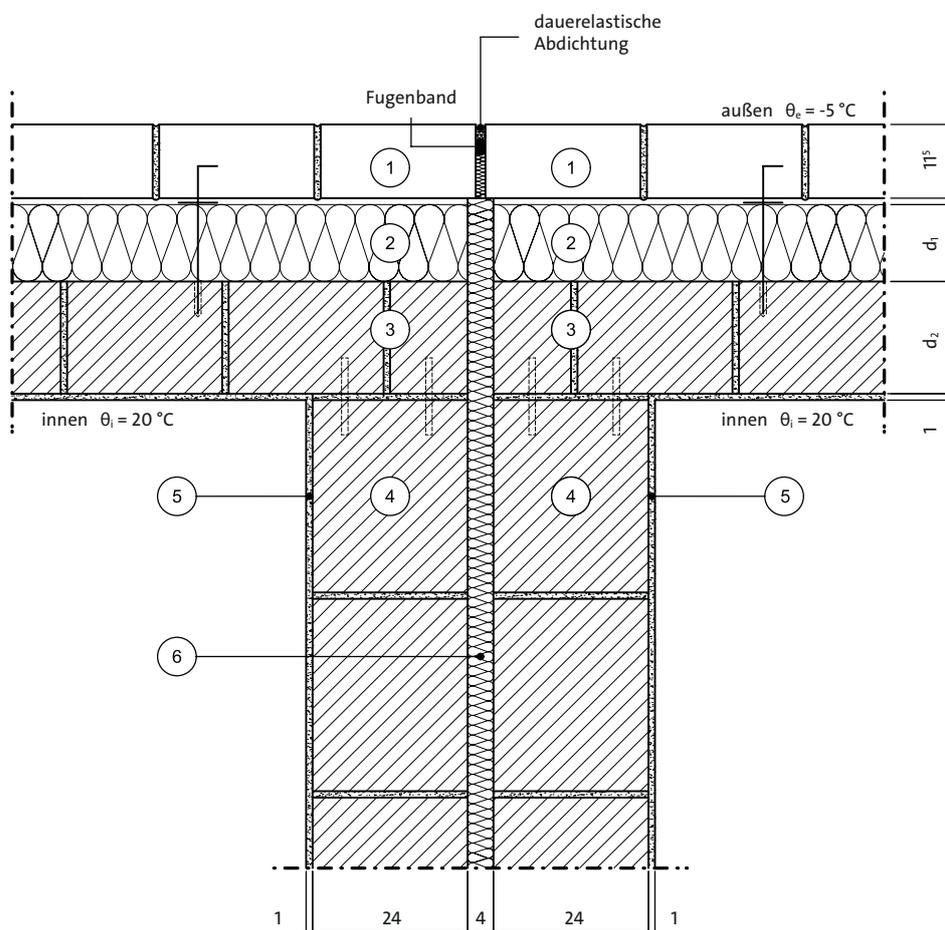
**BEZEICHNUNGEN** Die angegebenen Werte können je nach eingesetztem Baustoff unterschiedlich sein.

Nr.	Bauteil	s [m]	p [kg/m <sup>3</sup> ]	λ [W/mK]
1	Verblendmauerwerk	0,115	1800	0,99
2	Wärmedämmplatte als Vordämmung	d <sub>1</sub>	–	λ <sub>1</sub>
3	Mauerwerk	d <sub>2</sub>	–	λ <sub>2</sub>
4	Innenputz	0,01	1400	0,7
5	Tür/Fensterelement	0,07	–	λ <sub>Fen</sub>
6	Mauerrandstreifen aus XPS	s. o.	–	0,036

## 4. DETAILZEICHNUNGEN ZWEISCHALIGE WAND

### 4.5.1. SYSTEM/ SYSTEMÜBERGÄNGE – GEBÄUDETRENNWAND

**HORIZONTALSCHNITT** Einbindende Innenwand an Außenwand – Gebäudetrennwand



Grundsätzlich sind Bauteilfugen auch in der Fassade aufzunehmen. Dabei ist auf die freie Beweglichkeit über den gesamten Querschnitt der Verblendfassade zu achten. Die Mindestbreite solcher Dehnungsfugen sollte 15 mm nicht unterschreiten.

**BEZEICHNUNGEN** Die angegebenen Werte können je nach eingesetztem Baustoff unterschiedlich sein.

Nr.	Bauteil	s [m]	p [kg/m <sup>3</sup> ]	λ [W/mK]
1	Verblendmauerwerk	0,115	1800	0,99
2	Wärmedämmplatte als Vollämmung	d <sub>1</sub>	–	λ <sub>1</sub>
3	Mauerwerk	d <sub>2</sub>	–	λ <sub>2</sub>
4	Mauerwerk	0,24	–	0,56
5	Innenputz	0,01	1400	0,7
6	Trennwanddämmung	0,04	–	0,04

## 4. DETAILZEICHNUNGEN ZWEISCHALIGE WAND

### 4.6.1. ANSCHLUSSPUNKTE DACH

#### **Dach**

Beim Anschluss an Steildachkonstruktionen sollte das Mauerwerk so ausgebildet werden, dass die erforderlichen Lüftungsquerschnitte für die evtl. Belüftung der Dachkonstruktion nicht eingeschränkt bzw. behindert werden.

Aufstandsflächen über geneigten Dachflächen sind durch entsprechende Abfangungen mittels Einzelkonsolankern zu realisieren. Dabei muss darauf geachtet werden, dass als Verankerungsgrund Stahlbeton zur Verfügung steht. Das im Fußpunkt zu erwartende Wasser wird auf die darunter liegende Dachfläche abgeführt.

Zu erwartende Verformungen der Hintermauerung, gerade im Attikabereich, übertragen sich durch die Verbindung der Luftschichtanker auf die Verblendschale. Somit ist in den Verbindungspunkten eine sogenannte Sollbruchstelle in Form einer eingelegten Mauerwerkssperrbahn mit davor gelagerter Dehnungsfuge vorzusehen, um so z. B. eine Verdrehung zu verhindern.

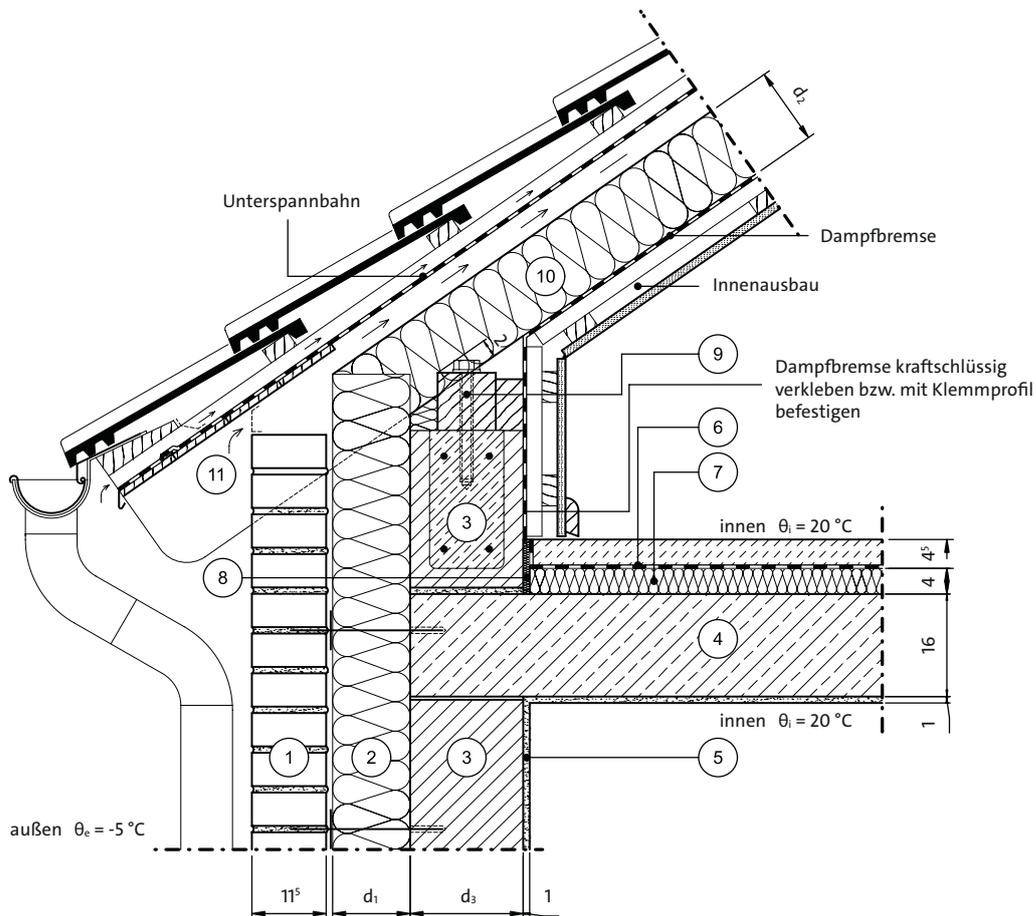
Obere Attikaabschlüsse können sowohl mit Metallkonstruktionen als auch mit vorgefertigten Elementen schlagregensicher abgedeckt werden. Brand- und schallschutztechnische Anforderungen sind hier unbedingt zu beachten.

Die Winddichtheit und Schlagregendichtheit bei Steildächern wird durch eine diffusionsoffene Unterspannbahn gewährleistet. Die Winddichtheit bei den Durchstoßpunkten mit der Außenschale wird durch den Einbau eines vorkomprimierten Dichtungsbandes sichergestellt. Diese Maßnahme ist um die Sparren herum und auch zwischen Außenschale und eingepasster Holzwerkstoffplatte auszuführen.

## 4. DETAILZEICHNUNGEN ZWEISCHALIGE WAND

### 4.6.2. DACH – TRAUFANSCHLUSS BEHEIZTER DACHRAUM

**VERTIKALSCHNITT** Traufanschluss zu beheiztem Dachraum, Steildach mit Zwischensparrendämmung – Wandebene



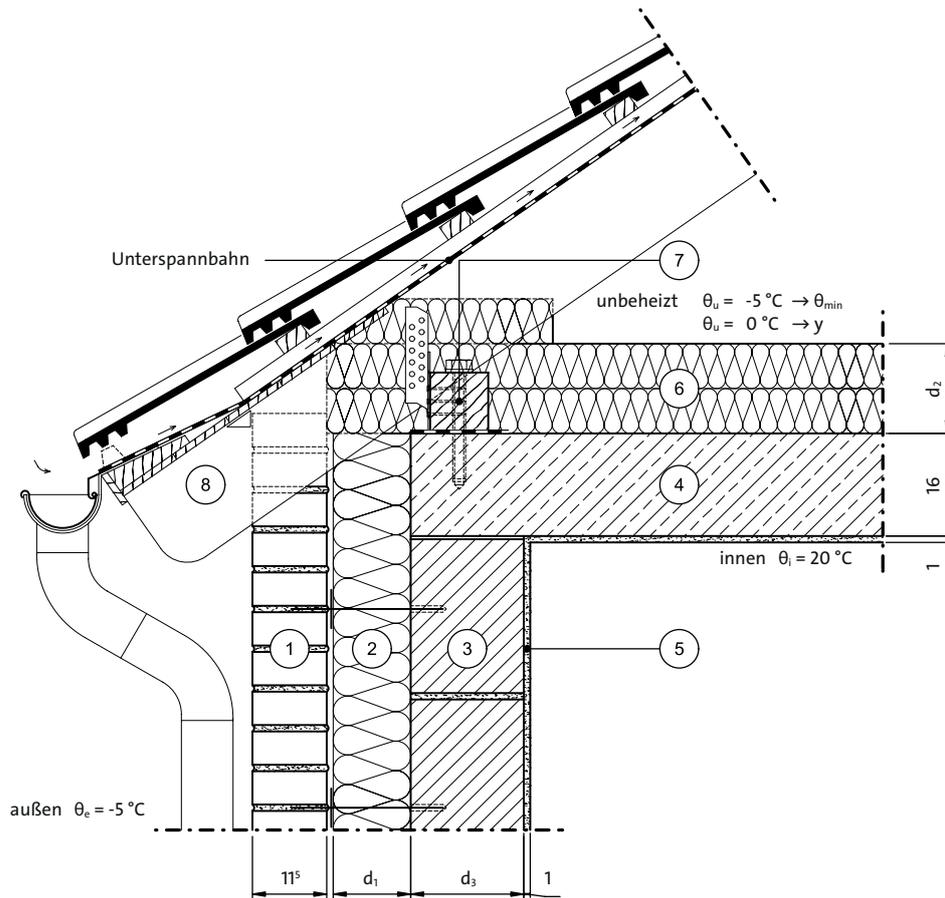
**BEZEICHNUNGEN** Die angegebenen Werte können je nach eingesetztem Baustoff unterschiedlich sein.

Nr.	Bauteil	s [m]	p [kg/m³]	λ [W/mK]	Nr.	Bauteil	s [m]	p [kg/m³]	λ [W/mK]
1	Verblendmauerwerk	0,115	1800	0,99	7	Trittschalldämmung	0,04	–	0,04
2	Wärmedämmplatte als Vollämmung	d <sub>1</sub>	–	λ <sub>1</sub>	8	Randdämmstreifen	0,01	–	0,04
3	Mauerwerk	d <sub>3</sub>	–	λ <sub>3</sub>	9	Fußpfette auf Abdichtung mit Verankerung	0,10	500	0,13
4	Stahlbeton	0,16	2300	2,3	10	Wärmedämmung	d <sub>2</sub>	–	λ <sub>2</sub>
5	Innenputz	0,01	1400	0,7	11	Dachsparren	s. o.	500	0,13
6	Estrich auf Trennlage	0,045	2000	1,4					

## 4. DETAILZEICHNUNGEN ZWEISCHALIGE WAND

### 4.6.3. DACH – TRAUFANSCHLUSS UNBEHEIZTER DACHRAUM

**VERTIKALSCHNITT** Traufanschluss zu unbeheiztem Dachraum, Steildach – Wandebene



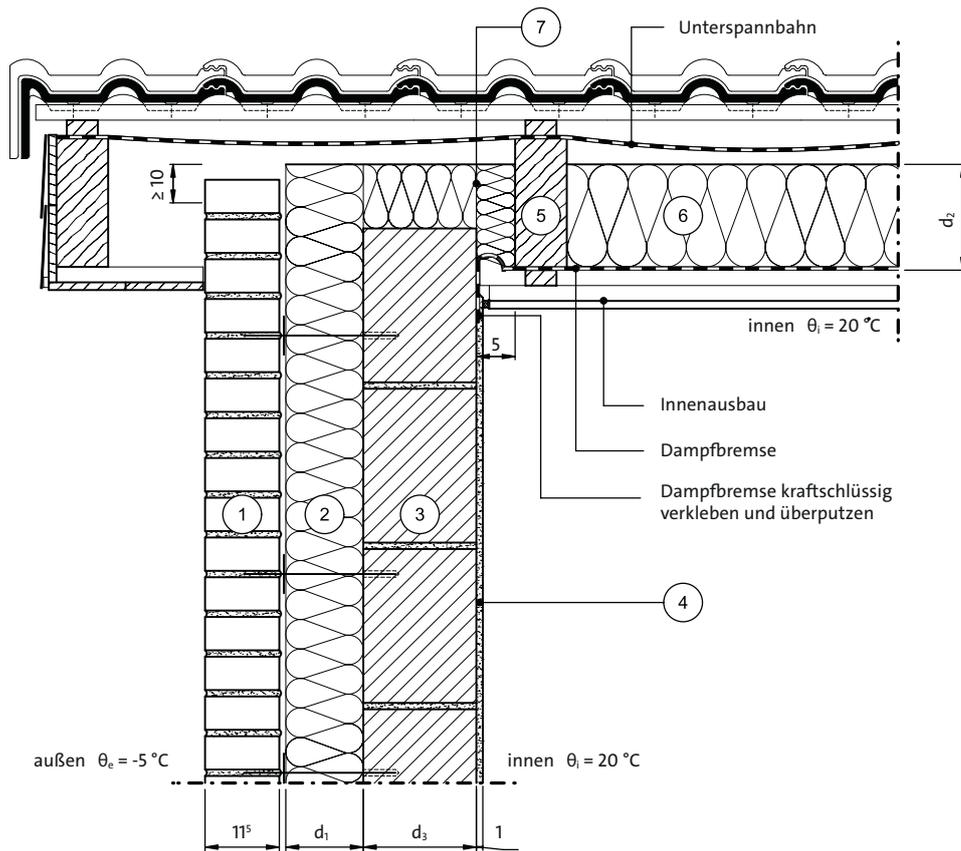
**BEZEICHNUNGEN** Die angegebenen Werte können je nach eingesetztem Baustoff unterschiedlich sein.

Nr.	Bauteil	s [m]	p [kg/m³]	λ [W/mK]	Nr.	Bauteil	s [m]	p [kg/m³]	λ [W/mK]
1	Verblendmauerwerk	0,115	1800	0,99	7	Fußpfette mit Sparrenpfettenanker	s. o.	500	0,13
2	Wärmedämmplatte als Vollämmung	d <sub>1</sub>	–	λ <sub>1</sub>	8	Dachsparren	s. o.	500	0,13
3	Mauerwerk	d <sub>3</sub>	–	λ <sub>3</sub>					
4	Stahlbeton	0,16	2300	2,3					
5	Innenputz	0,01	1400	0,7					
6	Wärmedämmung	d <sub>2</sub>	–	λ <sub>2</sub>					

## 4. DETAILZEICHNUNGEN ZWEISCHALIGE WAND

### 4.6.4. DACH – ORTGANGANSCHLUSS ZWISCHENSPARRENDÄMMUNG

**VERTIKALSCHNITT** Ortganganschluss, Sparren- oder Pfettendach – mit Zwischensparrendämmung



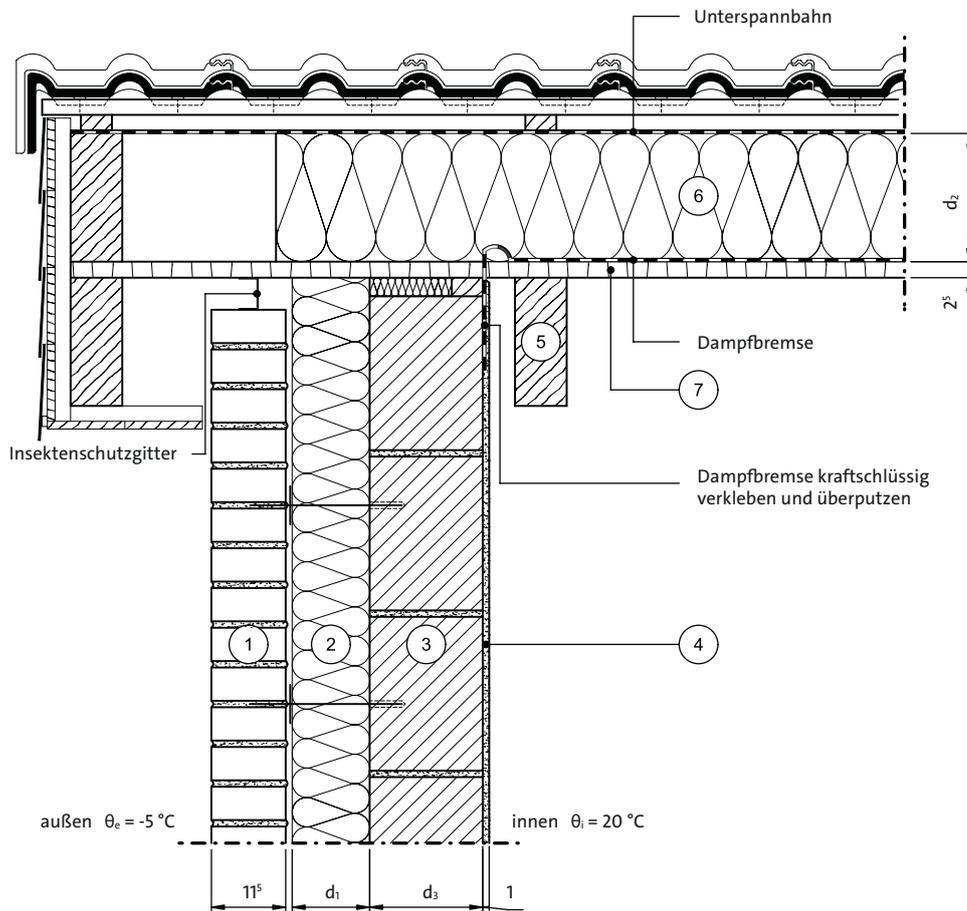
**BEZEICHNUNGEN** Die angegebenen Werte können je nach eingesetztem Baustoff unterschiedlich sein.

Nr.	Bauteil	s [m]	p [kg/m <sup>3</sup> ]	$\lambda$ [W/mK]	Nr.	Bauteil	s [m]	p [kg/m <sup>3</sup> ]	$\lambda$ [W/mK]
1	Verblendmauerwerk	0,115	1800	0,99	7	Wärmedämmung	0,10	–	0,04
2	Wärmedämmplatte als Volldämmung	$d_1$	–	$\lambda_1$					
3	Mauerwerk	$d_3$	–	$\lambda_3$					
4	Innenputz	0,01	1400	0,7					
5	Dachsparren	s. o.	500	0,13					
6	Wärmedämmung	$d_2$	–	$\lambda_2$					

## 4. DETAILZEICHNUNGEN ZWEISCHALIGE WAND

### 4.6.5. DACH – ORTGANGANSCHLUSS AUFSPARRENDÄMMUNG

**VERTIKALSCHNITT** Ortganganschluss, Sparren- oder Pfettendach – mit Aufsparrendämmung



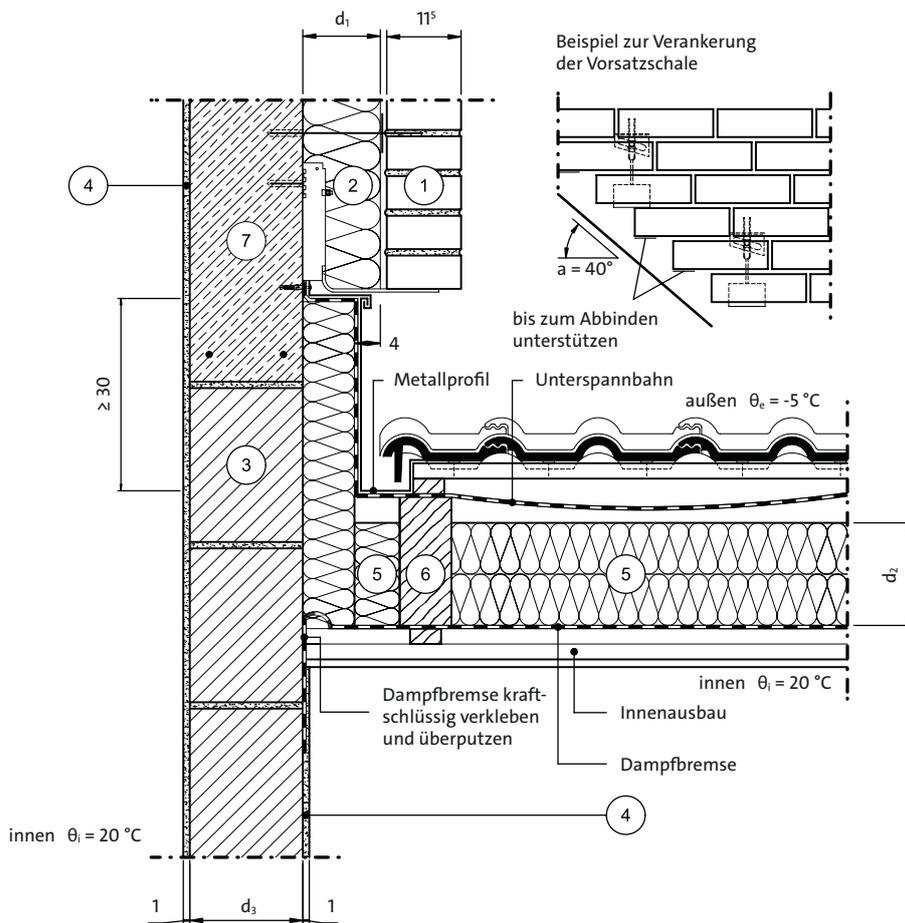
**BEZEICHNUNGEN** Die angegebenen Werte können je nach eingesetztem Baustoff unterschiedlich sein.

Nr.	Bauteil	s [m]	p [kg/m <sup>3</sup> ]	λ [W/mK]	Nr.	Bauteil	s [m]	p [kg/m <sup>3</sup> ]	λ [W/mK]
1	Verblendmauerwerk	0,115	1800	0,99	7	Holzwerkstoffplatte (z. B. OSB-Platte)	0,025	650	0,13
2	Wärmedämmplatte als Vollämmung	$d_1$	–	$\lambda_1$					
3	Mauerwerk	$d_3$	–	$\lambda_3$					
4	Innenputz	0,01	1400	0,7					
5	Dachsparren	s. o.	500	0,13					
6	Wärmedämmung	$d_2$	–	$\lambda_2$					

## 4. DETAILZEICHNUNGEN ZWEISCHALIGE WAND

### 4.6.6. DACH – ORTGANGANSCHLUSS AN AUFGEHENDER WAND

**VERTIKALSCHNITT** Ortganganschluss, Sparren- oder Pfettendach – mit Zwischensparrendämmung an aufgehender Wand



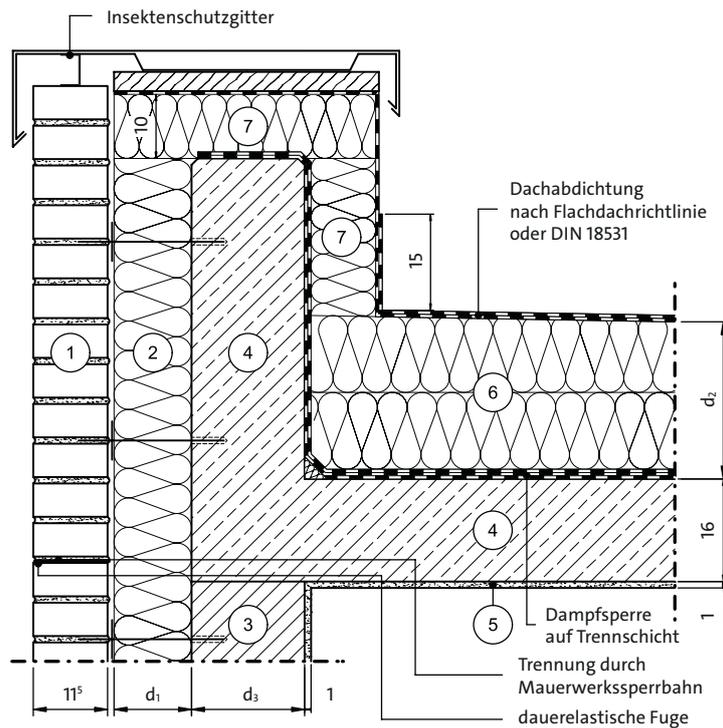
**BEZEICHNUNGEN** Die angegebenen Werte können je nach eingesetztem Baustoff unterschiedlich sein.

Nr.	Bauteil	s [m]	p [kg/m³]	λ [W/mK]	Nr.	Bauteil	s [m]	p [kg/m³]	λ [W/mK]
1	Verblendmauerwerk	0,115	1800	0,99	7	Ringanker	d <sub>3</sub>	2300	2,3
2	Wärmedämmplatte als Volldämmung	d <sub>1</sub>	–	λ <sub>1</sub>					
3	Mauerwerk	d <sub>3</sub>	–	λ <sub>3</sub>					
4	Innenputz	0,01	1400	0,7					
5	Wärmedämmung	s. o.	–	λ <sub>2</sub>					
6	Dachsparren	d <sub>2</sub>	500	0,13					

## 4. DETAILZEICHNUNGEN ZWEISCHALIGE WAND

### 4.6.7. DACH – ATTIKAANSCHLUSS DACH NICHT BEGEHBAR

**VERTIKALSCHNITT** Attikaanschluss – Dach nicht begehbar



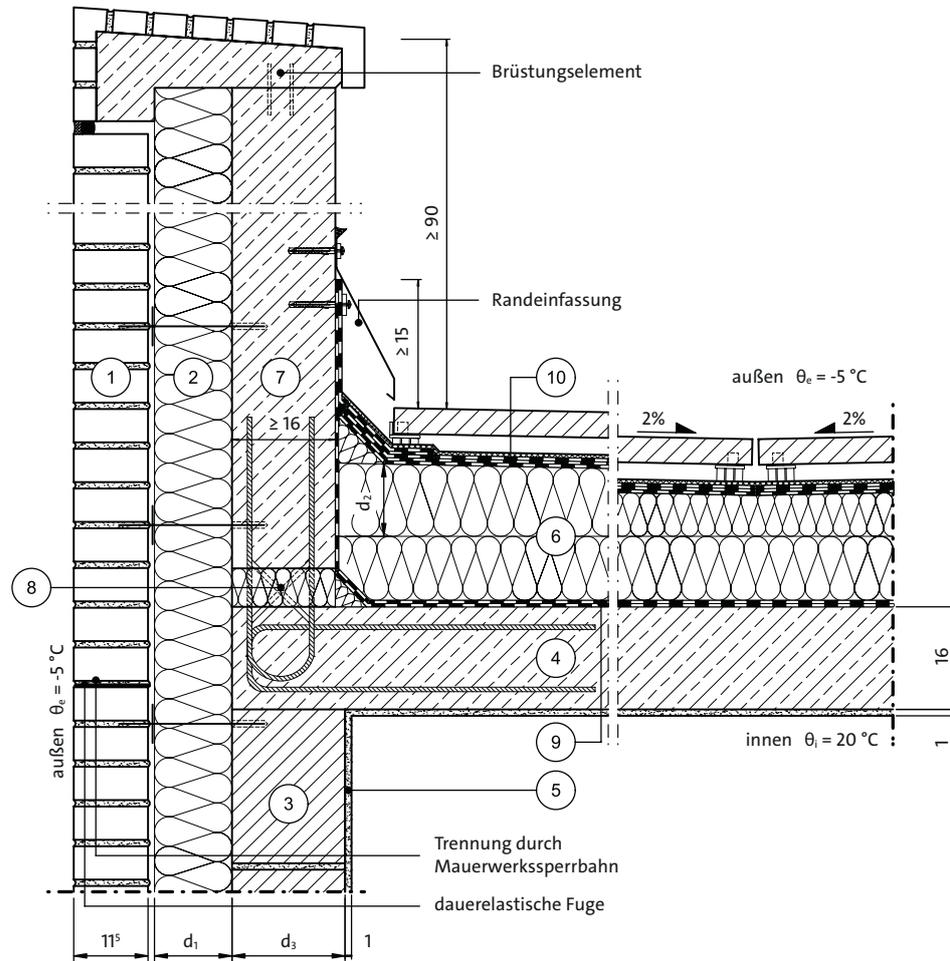
**BEZEICHNUNGEN** Die angegebenen Werte können je nach eingesetztem Baustoff unterschiedlich sein.

Nr.	Bauteil	s [m]	p [kg/m <sup>3</sup> ]	λ [W/mK]	Nr.	Bauteil	s [m]	p [kg/m <sup>3</sup> ]	λ [W/mK]
1	Verblendmauerwerk	0,115	1800	0,99	7	Wärmedämmung	0,1	–	λ <sub>1</sub>
2	Wärmedämmplatte als Vollämmung	d <sub>1</sub>	–	λ <sub>1</sub>					
3	Mauerwerk	d <sub>3</sub>	–	λ <sub>3</sub>					
4	Stahlbeton	0,16	2300	2,3					
5	Innenputz	0,01	1400	0,7					
6	Wärmedämmung (als Gefälledämmung)	d <sub>2</sub>	–	λ <sub>2</sub>					

## 4. DETAILZEICHNUNGEN ZWEISCHALIGE WAND

### 4.6.8. DACH – ATTIKAANSCHLUSS DACH BEGEHBAR

**VERTIKALSCHNITT** Attikaanschluss – Dach begehbar, thermisch getrenntes Betonelement als Brüstung



**BEZEICHNUNGEN** Die angegebenen Werte können je nach eingesetztem Baustoff unterschiedlich sein.

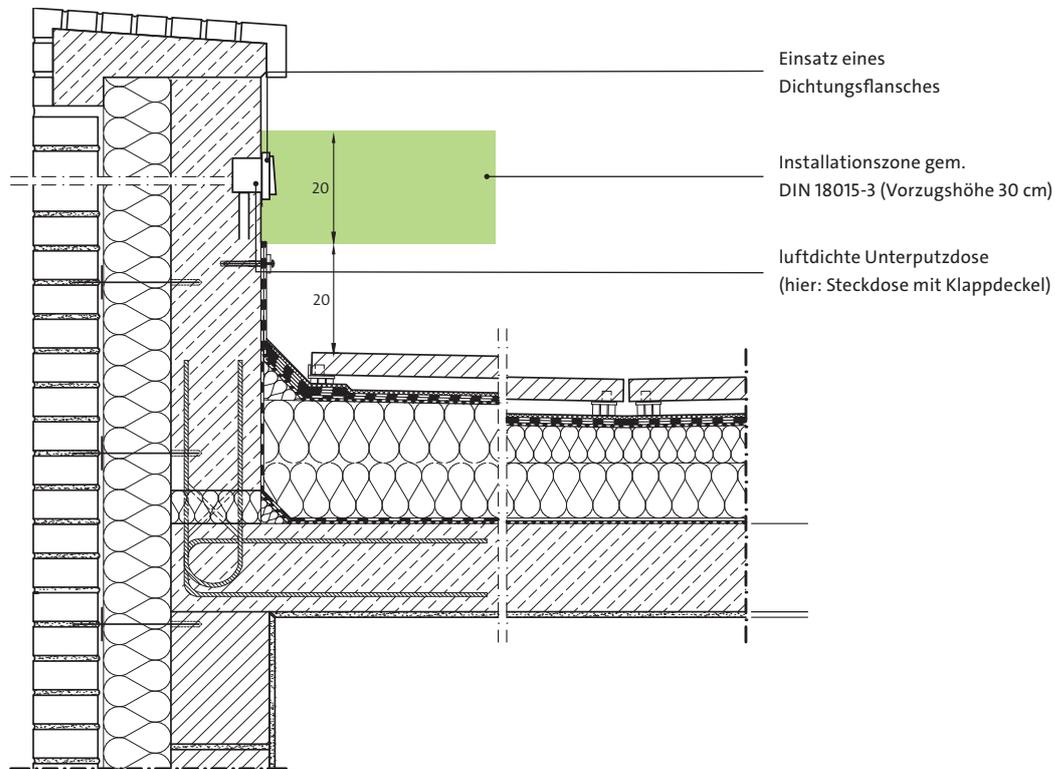
Nr.	Bauteil	s [m]	p [kg/m³]	λ [W/mK]
1	Verblendmauerwerk	0,115	1800	0,99
2	Wärmedämmplatte als Vollämmung	d <sub>1</sub>	–	λ <sub>1</sub>
3	Mauerwerk	d <sub>3</sub>	–	λ <sub>3</sub>
4	Stahlbeton	s. o.	2300	2,3
5	Innenputz	0,01	1400	0,7
6	Wärmedämmung (als Gefälledämmung)	d <sub>2</sub>	–	λ <sub>2</sub>

Nr.	Bauteil	s [m]	p [kg/m³]	λ [W/mK]
7	Thermisch getrenntes Brüstungselement	0,16	2300	2,3
8	Dämmelement mit Edelstahlbewehrung	0,06	–	0,1
9	Dampfsperre auf Trennschicht	–	–	–
10	Dachabdichtung nach Flachdachrichtlinie	–	–	–

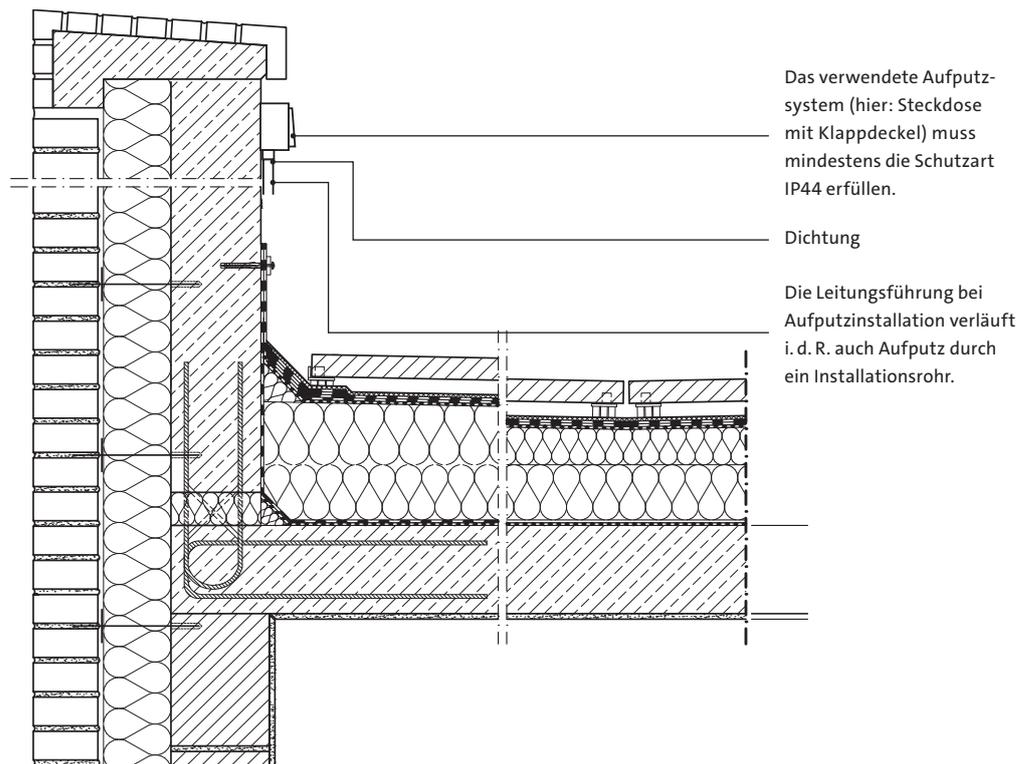
## 4. DETAILZEICHNUNGEN ZWEISCHALIGE WAND

### 4.6.9.A ELEKTROINSTALLATION (DACH BEGEHBAR)

**VERTIKALSCHNITT** Attikaanschluss – Dach begehbar, thermisch getrenntes Betonelement als Brüstung,  
mit Unterputz- Elektroinstallation



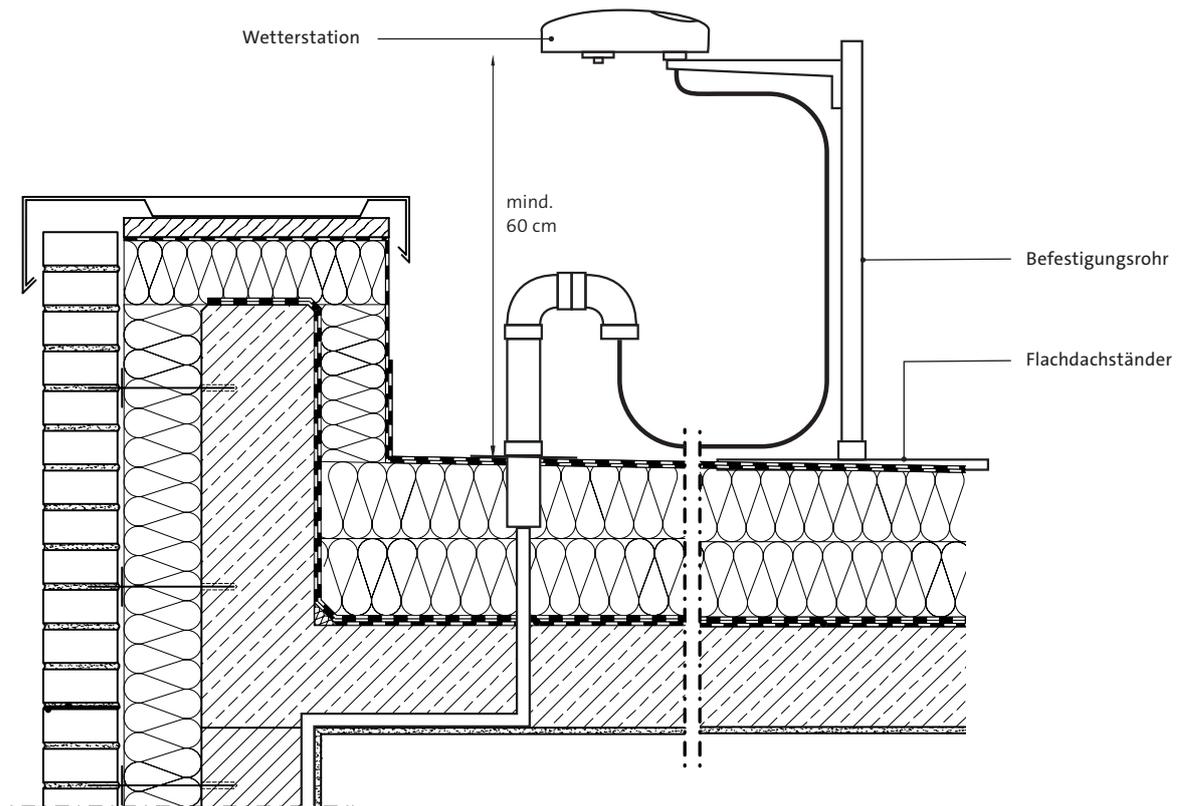
**VERTIKALSCHNITT** Attikaanschluss – Dach begehbar, thermisch getrenntes Betonelement als Brüstung,  
mit Aufputz-Elektroinstallation



## 4. DETAILZEICHNUNGEN ZWEISCHALIGE WAND

### 4.6.9.B ELEKTROINSTALLATION (DACH NICHT BEGEHBAR)

**VERTIKALSCHNITT** Attikaanschluss – Dach nicht begehbar, thermisch getrenntes Betonelement als Brüstung, mit Wetterstation



# INHALTSVERZEICHNIS

5.	<b>Bauphysik</b> .....	<b>1-10</b>
5.1.1.	Rundumschutz .....	1-2
5.2.1.	Schlagregenschutz .....	3-4
5.2.2.	Feuchteschutz im Detail .....	5-6
5.3.1.	Schallschutz .....	7-8
5.4.1.	Brandschutz .....	9-10

## 5. BAUPHYSIK

### 5.1.1. RUNDUMSCHUTZ

#### Rundumschutz

Alle Außenwände haben bestimmte Schutzfunktionen zu erfüllen: Brand- und Schallschutz sowie Wärme- und Feuchteschutz. All diesen Einflüssen trotzt die zweischalige Wand in höchstem Maße und schützt so langfristig Gebäude und Lebensraum.

Wärmeschutz und Feuchteschutz als Tauwasserschutz gehen miteinander einher – ein hoher Wärmedämmstandard und eine luftdichte Gebäudehülle sind der beste Garant gegen Kondensat im Mauerwerk. Winterlicher Wärmeschutz heißt auch sommerlicher Wärmeschutz – wirkungsvoller Schutz vor Kälte und Überhitzung (siehe Kapitel 3 und 4).

Eine besondere Eigenschaft ist der hohe Schlagregenschutz des zweischaligen Prinzips. Die Vormauerschale aus witterungsbeständigem Backsteinmauerwerk schützt die Wärmedämmung und die Hintermauerschale dauerhaft vor Feuchtigkeit.

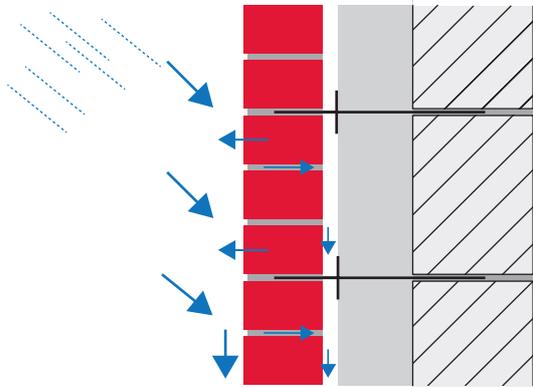
Kapillarität und Diffusionseigenschaften des Verblendmauerwerks in Kombination mit konstruktiven Maßnahmen erfüllen höchste Anforderungen.

Und: Das tragende Mauerwerk bleibt das ganze Jahr über trocken – Voraussetzung für ein gesundes Wohnklima und hohe Wohnqualität.

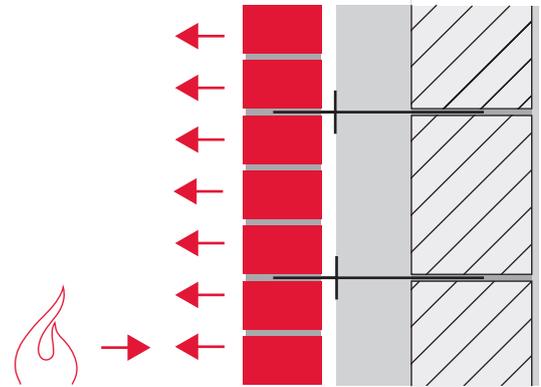
# 5. BAUPHYSIK

## 5.1.1. RUNDUMSCHUTZ

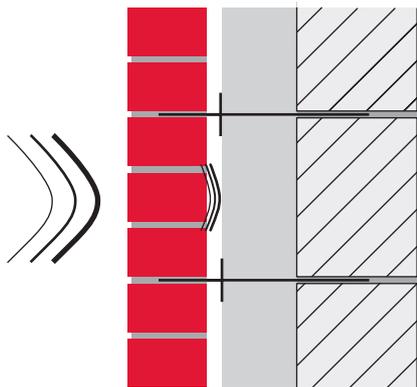
### SCHUTZFUNKTIONEN ÜBERBLICK



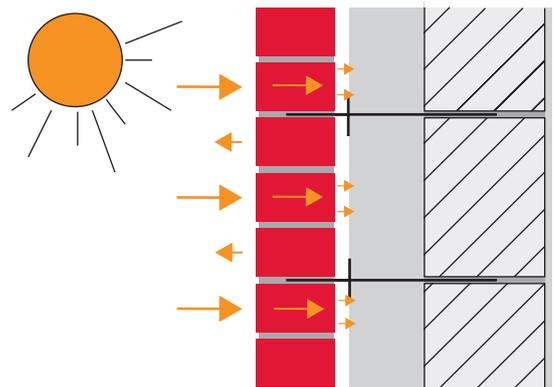
▲ Schlagregenschutz



▲ Brandschutz



▲ Schallschutz



▲ Sommerlicher Wärmeschutz

## 5. BAUPHYSIK

### 5.2.1. SCHLAGREGENSCHUTZ

#### Das Prinzip der Zweischaligkeit wirkt zuverlässig

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.

Aufgrund der bauphysikalischen Vorteile ist die zweischalige Außenwand mit Verblendmauerwerk gemäß DIN 4108-3 in die höchste Beanspruchungsgruppe III bei Niederschlagsmengen von über 800 mm/Jahr eingestuft.

#### BEISPIEL



▲ Fritz-Höger-Preis 2017,  
Wohnbebauung mit Kinderhaus,  
Palais Mai  
© Simon Jüttner/ Sebastian Schels/  
PK Odessa Co.



▲ Fritz-Höger-Preis 2017,  
Wohnbebauung mit Kinderhaus,  
Palais Mai  
© Simon Jüttner/ Sebastian Schels/  
PK Odessa Co.

## 5. BAUPHYSIK

### 5.2.1. SCHLAGREGENSCHUTZ

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

Bei Regen kommt es zunächst zu einer Selbstdichtung: Ziegel und Mörtel 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.

## 5. BAUPHYSIK

### 5.2.2. FEUCHTESCHUTZ IM DETAIL

#### Fußpunkt, Sockel, Bauteilübergänge

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.

Auf die Ausbildung des Fußpunktes ist besondere Sorgfalt zu verwenden, insbesondere im Falle einer erdberührenden Vormauerschale. 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 Außenseite 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 empfohlen. Sie müssen mindestens 15 cm über der Geländeoberfläche liegen. Bei Maßnahmen zur Entwässerung durch Drainschichten oder andere Weisen, z.B. Sickerschichten, sind Entwässerungsöffnungen auch unterhalb der Geländeoberfläche zulässig. Durch eine Schüttung aus Grobkies als Drainageschicht kann das Aufsteigen von Kapillarfeuchtigkeit wirkungsvoll verhindert 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 und die der ersten Schichten über dem Erdreich wasserabweisende Eigenschaften haben (z.B. Klinker oder durch flexible mineralische Dichtschlämme, die auf den Steinen unter Gebäudeoberkante aufgebracht wird). Auch der Mörtel muss darauf abgestimmt sein. Eine Drainschicht aus Kies, die immer bei Sockelabdichtungen angelegt werden sollte, ist insbesondere bei der Verwendung von nicht wasserabweisenden Ziegeln wichtig. 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.

#### BEISPIEL



▲ Sockelanschluss Fensterbereich  
© Alexander Osthues

## 5. BAUPHYSIK

### 5.2.2. FEUCHTESCHUTZ IM DETAIL

#### Sturz, Laibung, Sohlbank

Bei der Überdeckung von Öffnungen sind stets Abdichtungsebenen vorzusehen. Die Abdichtungsbahnen sind seitlich ca. 20 cm über die Fensterlaibungen hinwegzuführen. Die Anordnung von Entwässerungsöffnungen ist sinnvoll. Auch im Bereich der Laibungen soll mittels Dichtungsbahnen eine Überleitung von Feuchtigkeit verhindert werden. Ebenfalls bei Sohlbänken muss in erster Linie die Oberfläche wasserdicht sein, um das Eindringen von Feuchtigkeit zu verhindern. Dies kann beispielsweise durch eine Imprägnierung an diesen stark feuchtebelasteten Fassadenteilen erreicht werden.

#### 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.

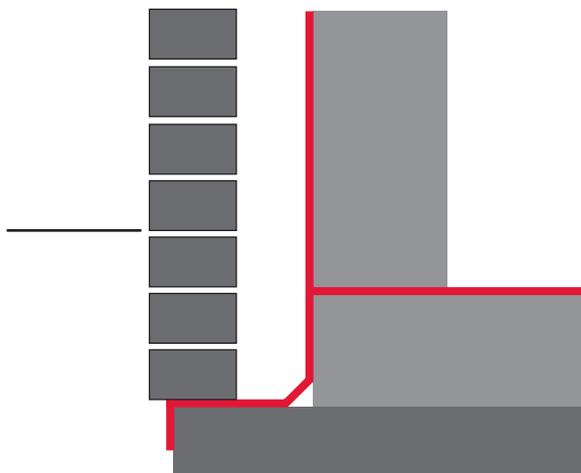
Auflager und Berührungspunkte der beiden Mauerschalen müssen so ausgebildet sein, dass kein Wasser übergeleitet werden kann. Wichtig ist die richtige Ausführung: Vormauerziegel sollten vollfugig vermauert werden und die entsprechenden Bearbeitungsempfehlungen und Schutzvorkehrungen müssen beachtet werden.

#### BEISPIEL



▲ Z-Abdichtung im Fensteranschlussbereich  
© Alexander Osthues

#### SOCKELABDICHTUNG PRINZIPIKIZZE



## 5. BAUPHYSIK

### 5.3.1. SCHALLSCHUTZ

#### Schallschutz erfüllt

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) und 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). Bei zweischaligen Außenwänden werden bewertete Schalldämm-Maße  $R'_{w,R}$  von 57 bis 64 dB und mehr erreicht.

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 Schalldämm-Maß 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.

## 5. BAUPHYSIK

### 5.3.1. SCHALLSCHUTZ

Bewertete Schalldämm-Maße<sup>1)</sup> zweischaligen Ziegelverblendmauerwerks bestehend aus Vormauerziegel (VMz) und Hintermauerziegel (HMz) mit Schalenabstand\* > 4,0 cm nach DIN 4109

Wanddicke (cm)		Rohdichteklasse Innenschale	Normalmauermörtel		Dünnbettmörtel	
VMz <sup>2)</sup>	HMz	(kg/dm <sup>3</sup> )	Masse m <sup>3)</sup> (kg/m <sup>2</sup> )	R' <sub>w,R</sub> <sup>1)</sup> (dB)	Masse m <sup>3)</sup> (kg/m <sup>2</sup> )	R' <sub>w,R</sub> <sup>1)</sup> (dB)
11,5	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	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	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

<sup>1)</sup> Schalldämm-Maß R'<sub>w,R</sub> ermittelt aus der Summe der flächenbezogenen Massen beider Schalen plus Zuschlag von 5 dB

<sup>2)</sup> Ziegelrohddichte der Verblender 1,6 kg/dm<sup>3</sup>, Rechenwert der Wandrohddichte 1540 kg/m<sup>3</sup>

<sup>3)</sup> Zuschlag für Innenputz 25 kg/m<sup>2</sup>

## 5. BAUPHYSIK

### 5.4.1. BRANDSCHUTZ

#### Brandschutz erfüllt

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 sowie Flure und Treppenträume 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 als AB (in wesentlichen Teilen aus nichtbrennbaren Baustoffen) klassifiziert. 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.

#### BEISPIEL



▲ Fritz-Höger-Preis 2017,  
The Wedge, A-lab © Ivan Brodey

## 5. BAUPHYSIK

### 5.4.1. BRANDSCHUTZ

#### 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 m <sup>2</sup>	Gebäude mit einer Höhe bis zu 7 m und nicht mehr als zwei Nutzungseinheiten von insgesamt nicht mehr als 400 m <sup>2</sup>	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 m <sup>2</sup>	Sonstige Gebäude einschließlich unterirdischer Gebäude
b) freistehende land- oder forstwirtschaftlich genutzte 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 <sup>1)</sup>	> 10 <sup>1)</sup> und ≤ 20 <sup>1)</sup>
Mit Volldämmung und Fingerspalt	Keine Anforderung	Keine Anforderung	Brandsperren <sup>2)</sup>
Mit Luftschicht und Dämmung	Brandsperren <sup>2)</sup>	Brandsperren <sup>2)</sup>	Brandsperren <sup>2)</sup>
Mit Luftschicht ohne Dämmung	Brandsperren <sup>2)</sup>	Brandsperren <sup>2)</sup>	Brandsperren <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Schalenabstand in cm, für den Einbau von Brandsperren gelten die Regelungen der DIN 4102-4

<sup>2)</sup> Als geeignete Brandsperren benennt DIN 4102-4

- im Brandfall formstabile nicht brennbare Dämmstoffe, Schmelzpunkt  $\geq 1.000$  °C nach DIN 4102-17, mindestens 200 mm breit oder
- Stahlblechwinkel, Dicke  $d \geq 1$  mm, Überlappung in Stößen mind. 30 mm, Abstand der Befestigung in der Außenwand  $\leq 0,6$  m, die den Schalenzwischenraum abdecken. Diese Brandsperren sind entweder horizontal zwischen jedem zweiten Geschoss oder umlaufend um Öffnungen (Fenster, Türen) erforderlich.

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>6.</b>	<b>Ausführungsempfehlungen</b>	<b>1-10</b>
6.1.1.	Verarbeitungshinweise	1
6.1.2.	Checkliste – Bestellen/Lagern/Vermauern	2
6.1.3.	Checkliste – Verfugen	3
6.1.4.	Checkliste – Schützen und sauberes Arbeiten	5
6.2.1.	Mauerwerksgerechte Planung	6
6.3.1.	Ausblühungen/Auslaugungen	7
6.3.2.	Vermeidung von Ausblühungen	8
6.3.3.	Vermeidung von Auslaugungen	9
6.4.1.	Reinigung	10

## 6. AUSFÜHRUNGSEMPFEHLUNGEN

### 6.1.1. VERARBEITUNGSHINWEISE

#### Grundregeln der Verarbeitung

Bei sorgfältiger und fachgerechter Ausführung ist die zweischalige Wand eine Bauweise hoher Funktionalität mit langer Lebensdauer. Daher sollten nur ausgebildete Fachkräfte zur Ausführung herangezogen werden.

#### Mörtel

Werkmörtel und werkmäßig vorbereiteter Mörtel müssen nach den Anweisungen des Herstellers unter Einhaltung der Mischzeit und Einsatz des dort angegebenen Mischertyps verwendet werden. (DIN EN 1996-2/NA: Werkmörtel, werkmäßig vorbereitete Mörtel, Kalk-Sand-Werk-Vormörtel und Füllbeton als Transportbeton 3.3.2)\*

#### Reinigung

Mörtelreste, -spritzer oder sonstige Flecken sollten so früh wie möglich und vorzugsweise durch Abbürsten entfernt werden, bevor die zementartigen Bestandteile erhärtet sind. Es sollte ein vom Mauersteinhersteller empfohlenes Reinigungsverfahren angewendet werden, wobei die Art der Fleckenbildung oder Ausblühung zu berücksichtigen ist. (DIN EN 1996-2/NA: Reinigung von Verblendmauerwerk 3.5.7)\*

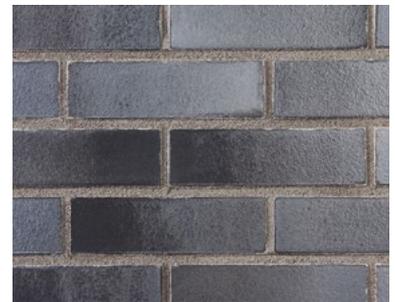
#### Die Mauerwerknorm

Die Mauerwerknorm DIN EN 1996-2:2010-12, EN 1996-2:2006 + AC:2009 Eurocode 6 – Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten – Teil 2: Planung, Auswahl der Baustoffe und Ausführung von Mauerwerk gibt die entsprechenden Hinweise.

#### Checkliste

Eine Übersicht der wichtigsten Regeln zur sicheren und schonenden Verarbeitung von Mauerziegeln finden Sie in der Checkliste zu Verarbeitungshinweisen.

#### BEISPIEL



▲ Sachgerechte Ausführung

◀ AKTUELLE NORM

▶ SIEHE KAPITEL 6.1.2 – 6.1.4

#### ERLÄUTERUNG NATIONALER ANHANG

\*Nationaler Anhang zu DIN EN 1996-2:2010-12, Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten – Teil 2: Planung, Auswahl der Baustoffe und Ausführung von Mauerwerk, Arbeitsausschuss NA 005-06-01 AA „Mauerwerksbau“ des Normenausschusses Bauwesen (NABau)

## 6. AUSFÜHRUNGSEMPFEHLUNGEN

### 6.1.2. CHECKLISTE

#### Bestellen/Lagern

- Gütegesicherte, normgerechte Mauerziegel zusammen bestellen, zumindest für zusammenhängende Bauabschnitte. So werden eventuelle Farbabweichungen vermieden.
- Bei der bestellten Menge ist von einem Verschnitt- und Bruchanteil von in der Regel ca. 5 % auszugehen.
- Auf volle Paletten aufrunden.
- Bei Anlieferung Wareneingangskontrolle durchführen.
- Vormauerziegel / Klinker sorgfältig abladen, bodenfrei lagern, vor Schmutz und Witterungseinflüssen schützen.

#### Vermauern Mörtel

- Vormauermörtel nach Hinweisen des Herstellers verarbeitungsgerecht verwenden.
- Geeignete Vormauermörtel (Zusammensetzung und Konsistenz) entsprechend auf das Saugverhalten des Ziegels abstimmen.
- Werk trockenmörtel gem. DIN EN 998-2 der Druckfestigkeitsklasse M 5 oder M 10.
- Werk trockenmörtel auf der Baustelle unter Zugabe von sauberem Anmachwasser aufbereiten. Wasserzugabe nach Angabe auf dem Gebinde.
- Auf gleichmäßige Wasserzugabe ist zu achten. In verarbeitungsgerechter Konsistenz bei trockener und warmer Witterung eine Nachbehandlung der Fassade mit Wasser vornehmen.
- Mörtel intensiv mischen und innerhalb einer Stunde verarbeiten.
- Chemische Zusätze sind nicht zulässig.
- Werk trockenmörtel ist zu empfehlen.

#### Vermauern Vormauerziegel / Klinker

- Vormauerziegel / Klinker stets aus mehreren Paletten gleichzeitig diagonal durch mehrere Paketlagen entnehmen und quermischen, um ein natürliches Farbspiel zu erzielen.
- Saugfähige Vormauerziegel ggf. vornässen – insbesondere bei trockener Witterung und mit geeignetem Vormauermörtel vermauern.
- Teilstücke (z.B. Für den notwendigen Verbandsausgleich) nicht schlagen, sondern schneiden. Schutzvorrichtung und Arbeitsschutzbekleidung sind zu nutzen.
- Keine Verarbeitung bei Regen und Frost, Temperaturen unter +5 °C (Tag und Nacht) und bei hohen Außentemperaturen. Die Verwendung von Frostschutzmitteln ist nicht zulässig.

## 6. AUSFÜHRUNGSEMPFEHLUNGEN

### 6.1.3. CHECKLISTE

Verfugen (siehe Kapitel 2.4.1 Fugenglattstrich)

- Mauern und Verfugen in einem Arbeitsgang (Regelausführung).

- Vollfugig mauern.

- Der „Fugenglattstrich“ wird sofort nach dem Ansteifen des Mörtels (prüfen mittels Daumenprobe) mit einem Schlauchstück, Holzspan oder einem anderem geeignetem Werkzeug durchgeführt.

Für den Fugenglattstrich in Regelausführung werden ausschließlich Werk-Trockenmörtel empfohlen.

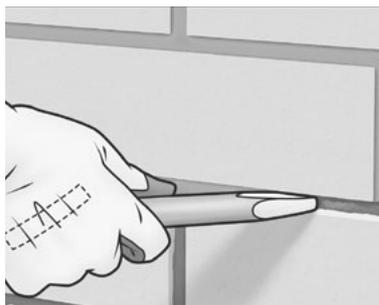
#### REGELAUSFÜHRUNG FUGENGLATTSTRICH



- ▲ 1. Vollfugiges Mauern und Vermörteln der Stoß- und Lagerfugen (Vormauermörtel).



- ▲ 2. Herausquellender Mörtel reißt nicht ab und kann nach Abstreifen wieder verwendet werden.



- ▲ 3. Fugenoberfläche nach Ansteifen des Mörtels (Daumenprobe) verdichtend glattstreichen.



- ▲ 4. Das Mauerwerk diagonal abfegen.

## 6. AUSFÜHRUNGSEMPFEHLUNGEN

### 6.1.3. CHECKLISTE

#### Verfugen (siehe Kapitel 2.4.1 Nachträgliches Verfugen)

- Reinigung vor der Verfugung: Grobe Verschmutzungen mit Spachtel oder Holzbrettchen entfernen.

---

- Fugen flankenfrei 15 – 20 mm auskratzen.

---

- Verblendflächen trocken vorreinigen, insbesondere die Fugen von Mörtelresten säubern.

---

- Ggf. Nassreinigung: Kräftig bis zur Sättigung vornässen von unten nach oben; Reinigung mittels Wurzelbürste von oben nach unten.

---

- Reinigungsmittel nur bei hartnäckiger Verschmutzung einsetzen. Handelsübliche Reinigungsmittel gem. Herstellerangabe verwenden (pH-Wert > 3,5).

---

- Keine (Salz-) säure verwenden!

---

- Mit klarem Wasser reichlich nachwaschen.

---

- Nachträgliche Verfugung nicht bei zu trockener Witterung, starker Sonneneinstrahlung und Wind ausführen.

---

- Für die nachträgliche Verfugung Werk trockenmörtel verwenden.

---

- Trockenmörtel erdfeucht bis schwach plastisch anmachen, gründlich durchmischen und innerhalb einer Stunde verarbeiten.

---

- Nachbehandlung: Feuchthalten durch Besprühen bis zum Abbinden des Mörtels, mindestens drei Tage.

Bei Verblenderdicken < 105 mm unzulässig. Die Verwendung von Werk-Trockenmörtel wird ausschließlich empfohlen.

#### NACHTRÄGLICHES VERFUGEN



▲ Nachträgliches Verfugen

## 6. AUSFÜHRUNGSEMPFEHLUNGEN

### 6.1.4. CHECKLISTE

#### Schützen und sauberes Arbeiten

- Frisches Mauerwerk, Ziegel, Mörtel und Dämmung vor Verschmutzung und Durchnässen schützen.
- Frisches Mauerwerk während der Bauausführung und bei Arbeitsunterbrechungen vor Regen und Sonne und zu schneller Austrocknung schützen (2 bis 4 Tage) bis der Mörtel ausreichend Festigkeit gebildet hat.
- Wasser von Dachkonstruktionen oder höheren Einbauten durch Regenrinnen ableiten.
- Bei hohen Temperaturen, starker Sonneneinstrahlung und trockenem Wind ist die Fassade mit einem Netz zu verschatten und ggf. mit Kopfplanen zu versehen, um Zugluft zu vermeiden.
- Sauberes Arbeiten erspart unnötige Reinigungsarbeiten.
- Verunreinigungen durch Mörtelreste durch Vorsorgemaßnahmen verringern, so wird das frische Mauerwerk von Beeinträchtigungen durch größere Wassermengen und Reinigungsmittel verschont.
- Die beste und billigste Reinigung ist die sofortige Beseitigung der frischen Mörtelreste und somit die Vermeidung von Verschmutzungen.
- Mörtelkübel sollen entweder mit genügendem Abstand von der Fassade aufgestellt, oder das Mauerwerk durch Folien vor Mörtelspritzern geschützt werden.
- Bei Arbeitsunterbrechungen sollten Gerüste gereinigt werden.
- Die Verwendung von Vormauemörtel reduziert durch seine optimierten Verarbeitungseigenschaften die Verschmutzungen beim Mauern.

#### BEISPIEL AUSFÜHRUNG



▲ Vermauern

## 6. AUSFÜHRUNGSEMPFEHLUNGEN

### 6.2.1. MAUERWERKSGERECHTE PLANUNG

#### Handwerkliche Verarbeitung und Schadensvermeidung

Mauerwerksgerechte Planung und Ausführung sind die Grundlage für die Funktionalität von Sichtmauerwerk. Gemeinsam mit der sorgfältigen Detailausbildung geben sie die Gewähr für Schadenfreiheit und lange Lebensdauer.

Verarbeitungsfehler aber auch unsachgemäße Gestaltung sind Ursachen für Beeinträchtigungen, etwa Risse, Durchfeuchtungen oder Auslaugungen.

Vorrangiges Ziel von Planung und Ausführung ist es, Wasser am Eindringen in das Mauerwerk bzw. ein längeres Verweilen zu verhindern. Es gilt, über konstruktive Maßnahmen für eine schnelle und sichere Ableitung von Regenwasser zu sorgen.

#### Statik und Feuchteschutz

Die wichtigsten Parameter für die sichere Konstruktion zweischaliger Wände sind Auflagerung und Befestigung der Vorsatzschale (siehe 2.3.1–2.3.3), Anordnung und ausreichende Dimensionierung von Dehnungsfugen (siehe 2.4.5–2.4.7) sowie Feuchtigkeitssperren und Abdichtungen gegen aufsteigende Feuchtigkeit (siehe 2.2.1 – 2.2.4).

Besondere Aufmerksamkeit verlangen Fußpunkte/Sockel, Fensterstürze und Sohlbänke. Um Schäden zu vermeiden, können Fertigteile helfen; besonders bei horizontalem Mauerwerk bspw. Rollschichten, Stürzen und Dachanschlüssen ist der Einsatz von Fertigteilen zu empfehlen (siehe 2.5.1–2.5.5).

Besondere Sorgfalt ist bei der Planung und Ausführung ebenerdiger Anschlüsse an Terrassentüren notwendig. Je nach architektonischem Wunsch gibt es verschiedene Lösungen für schadensfreie Konstruktionen.

► SIEHE KAPITEL 2

## 6. AUSFÜHRUNGSEMPFEHLUNGEN

### 6.3.1. AUSBLÜHUNGEN/AUSLAUGUNGEN

#### Mauerwerk – Wasser – Ausblühungen

Verblendschalen sind grundsätzlich nicht wasserdicht. Dies ist kein Widerspruch. Ist doch der Schutz der inneren tragenden Wand vor Regenwasser eine der wichtigsten Aufgaben der Verblendschale. Feuchtigkeit im Verblendmauerwerk kann keinen Schaden anrichten, solange die bauphysikalische Abfolge Aufsaugen-Trocknen über Kapillarität und Diffusion des Mauerwerks gewährleistet ist (siehe 2.4.1).

Der Schutz von frischem Mauerwerk vor zu schneller Trocknung und Schlagregen dient der vollständigen Bindung bzw. Umwandlung aller wasserlöslichen Bestandteile (Festigkeit und Haftschlüssigkeit) und damit auch der Vermeidung von Ausblühungen.

Unachtsamkeit und fehlerhafte Ausführungen erhöhen die Wasserbelastung, beeinträchtigen die Funktionalität und das Erscheinungsbild der zweischaligen Wand. Dauerhafte Durchfeuchtungen führen zu Frostschäden.

Fachgerecht vollfugig ausgeführtes Mauerwerk in Stoß- und Lagerfuge bietet eine hohe Sicherheit vor zu starker Feuchteanlagerung in der Vormauerschale. Das Wasserrückhaltevermögen des frischen Mörtels ist auf das Saugverhalten der Ziegel abzustimmen, um Fugenabriss zu vermeiden. (Vormauermörtel).

## 6. AUSFÜHRUNGSEMPFEHLUNGEN

### 6.3.2. VERMEIDUNG VON AUSBLÜHUNGEN

#### Ausblühungen eine natürliche Reaktion

Da Mauerziegel aus mineralischen Rohstoffen bestehen, kann es vorkommen, dass Ausblühungen an neu errichteten Ziegelfassaden auftreten können.

„Da Sichtmauerwerk im Bereich der äußeren Mauerschale bzw. die Verblendmauerwerksschale nicht wasserundurchlässig ist, können die im Mauerwerk unvermeidbaren vorhandenen Stoffe gelöst werden und ausblühen. Im gewissen Rahmen sind daher Ausblühungen als unvermeidbar hinzunehmen.“<sup>1</sup>

Ausblühungen an neu errichteten Backsteinfassaden verschwinden in der Regel unter Einwirkung natürlicher Witterungseinflüsse von selbst wieder durch den sogenannten Selbstreinigungseffekt.

Bei beispielsweise überdachten Flächen, die regengeschützt liegen, können die Ausblühungen trocken oder mit hochgespanntem Dampfdruck entfernt werden, da der Selbstreinigungseffekt nur eingeschränkt wirken kann.

---

<sup>1</sup>Hinzunehmende Unregelmäßigkeiten bei Gebäuden, Rainer Oswald, Ruth Abel, S.63, s. Klaas a.a.O. sowie Merkblatt „Verblendmauerwerk mit Werkmörtel“

## 6. AUSFÜHRUNGSEMPFEHLUNGEN

### 6.3.3. VERMEIDUNG VON AUSLAUGUNGEN

#### Auslaugungen

Auslaugungen sind meist weißliche Ablagerungen (schwerlösliche Salze bspw. Kalk) an der Mauerwerksoberfläche, deren Ursache ausschließlich in mangelhafter Bauausführung oder Konstruktion liegt. Auslaugungen sind Bestandteile der Mörtelfugen, die auf die Fassade ausgeschwemmt werden.

#### Keine Auslaugungen bei richtiger Ausführung

- Vollfugiges Vermauern.
- Auf das Saugverhalten der Ziegel abgestimmten Mörtel verwenden.
- Fugenmörtel nicht zu trocken einbringen.
- Bei trockener und warmer Witterung eine Nachbehandlung der Fassade mit Wasser vornehmen.
- Das frische Mauerwerk während der Bauausführung konsequent vor Regenwasser schützen.
- Nicht „Pudern“, also keinen unabgebundenen oder trockenen Mörtel zusätzlich auf die Lagerfuge aufbringen.
- Horizontale und leicht geneigte ungeschützte Mauerwerksflächen vermeiden.

#### BEISPIEL



- ▲ Auslaugungen als Folge mangelhafter Schutzmaßnahmen während der Bauausführung oder unmittelbar danach.

## 6. AUSFÜHRUNGSEMPFEHLUNGEN

### 6.4.1. REINIGUNG

#### **Trockene Reinigung**

Die Reinigung muss in jedem Fall mit der trockenen Entfernung loser und gröberer Mörtelverschmutzungen beginnen, um die folgende nasse Reinigung zu erleichtern.

Zum Entfernen grober Verschmutzungen werden auf glatten Ziegelflächen Spatel, bei rauen Flächen Holzbrettchen und in beiden Fällen Wurzelbürsten verwendet. Zu beachten ist, dass besandete Vormauerziegel nicht mit Abbürsten gereinigt werden können.

Für strukturierte und besandete Oberflächen eignet sich das Abstrahlen mit Wasser (Dampfstrahlen) und Feingranulat (Jos- Verfahren). Die Trockenreinigung hat sich als gute Methode zur Beseitigung lose aufgetrockneter Salze erwiesen.

Grundsätzlich zu empfehlen bei jeder Reinigung ist das Anlegen einer Probefläche. Ziegel mit besonderen Oberflächenstrukturen sind nicht zum Abbürsten geeignet (Bspw. Besandung).

#### **Reinigung bei Ausblühungen**

Zur Beseitigung von Ausblühungen an Mauerwerksoberflächen dürfen grundsätzlich keine chemischen Reinigungsmittel oder Salzsäure eingesetzt werden. Chemische Reinigungsmittel reagieren weniger mit den meist sulfathaltigen Ausblühungen, sie können zusätzliche Verunreinigungen oder irreversible Verfärbungen an der Mauerwerksoberfläche verursachen.

Eine zusätzliche Reinigung ist nur dann erforderlich, wenn der natürliche Abwascheffekt des Regens nicht einwirken kann. Zur Reinigung solcher Ausblühungen reicht es völlig aus, wenn die betreffenden Flächen trocken abgebürstet werden.

Die Empfehlung ist immer das trockene Abbürsten. Für alle weiteren Maßnahmen vor allem bei starken Verunreinigungen durch organische Verschmutzungen wie bspw. Graffiti sollten ausschließlich Fachfirmen hinzugezogen werden und die Verarbeitungshinweise beachtet werden.

#### **Entfernung von Kalkauslaugungen und -Aussinterungen**

Zur Beseitigung alter Kalkauslaugungen und -Aussinterungen können spezielle chemische Reinigungsmittel oder Hartstoffstrahlverfahren verwendet werden. Hier gilt wiederum der Hinweis, dass ausschließlich Fachfirmen hinzugezogen werden und die Verarbeitungshinweise beachtet werden.

# BILDNACHWEISE

Kapitel	Seitenzahl
<b>6. Ausführungsempfehlungen</b> .....	<b>1-10</b>
6.1.1. Verarbeitungshinweise .....	1
<b>1 Bild</b> Sachgerechte Ausführung © Initiative Bauen mit Backstein	
6.1.3. Checkliste – Verfugen .....	3
<b>4 Bilder</b> Regelausführung Fugenglattstrich © Initiative Bauen mit Backstein	
6.1.3. Checkliste – Verfugen .....	4
<b>1 Bild</b> Nachträgliches Verfugen © Initiative Bauen mit Backstein	
6.1.4. Checkliste – Vermauern .....	5
<b>1 Bild</b> Vermauern © Initiative Bauen mit Backstein	
6.3.3. Vermeidung von Auslaugungen .....	9
<b>1 Bild</b> Auslaugungen © Initiative Bauen mit Backstein	

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>7. Sanierung</b> .....	<b>1-20</b>
7.1.1. Sanierung und nachträgliche Wärmedämmung .....	1-2
7.2.1. Energetische Sanierung .....	3-4
7.2.2. Bautechnische Prüfung .....	5
7.3.1. Welche Formen der Sanierung gibt es? .....	6-7
7.3.2. Fassadenverkleidung mit keramischen Riemchen und WDVS ...	8-10
7.3.3. Fassadenklebung mit keramischen Riemchen .....	11-12
7.3.4. Aus einschalig wird zweischalig .....	13
7.3.5. Neuverblendung mit Abriss alter Verblandschale .....	14
7.3.6. Neuverblendung bestehender Putzfassaden .....	15
7.3.7. Einblasen von Wärmedämmung .....	16
7.3.8. Innendämmung .....	17
7.3.9. Fugensanierung .....	18
7.4.1. Rekonstruktion und Weiterbauen .....	19
7.5.1. Kosten und Fördermittel .....	20

## 7. SANIERUNG

### 7.1.1. SANIERUNG UND NACHTRÄGLICHE WÄRMEDÄMMUNG

#### Was für eine Fassadensanierung spricht

Alle Anforderungen an den Wärme-, Schall- und Brandschutz und die dauerhafte Standsicherheit eines Gebäudes lassen sich durch eine Sanierung erfüllen. Eine Erneuerung der Fassade bzw. energetische Sanierung mit Ziegeln sichert nachhaltigen Gebäudeerhalt.

#### Nachhaltige Qualität

Sanierungen mit Verblendmauerwerk sowie die Sanierung alter Ziegelfassaden sind nachhaltig. Für die Instandsetzung alter Gebäude und die Erfüllung gestiegener energetischer Anforderungen, bietet sich eine Sanierung an.

#### Aspekte der Nachhaltigkeit in Bezug auf die Sanierung von zweischaligem Mauerwerk

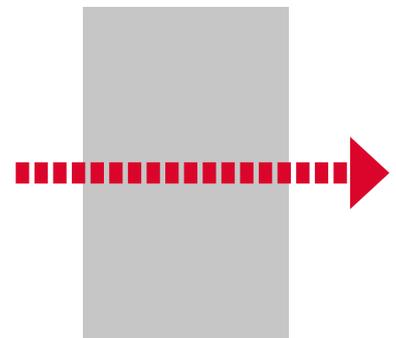
- Kostenersparnis durch Energieeinsparung
- Werterhalt und Wertsteigerung
- Erhöhter Wohnkomfort
- Langlebiges und robustes Material
- Geringe Kosten für Wartung und Pflege
- Erhalt des ästhetischen und baulichen Kontextes
- Bewahrung der lokalen Baukultur

Mauerwerkbauten haben eine lange Lebensdauer und überdauern oft Jahrhunderte. Mängel/Schäden von alten Verblendfassaden lassen sich mit der richtigen Vorgehensweise dauerhaft beheben. Um Feuchtigkeitsbeeinträchtigungen zu reduzieren, Wärmebrücken zu minimieren und das Risiko für die Bildung von Schimmelpilzen zu vermeiden, ist eine energetische Sanierung unabdingbar.

#### Sanieren – eine günstige Alternative

Eine Sanierung ist oft kostengünstiger als ein Abriss und Neubau. Mit Ziegeln zu sanieren, ist im Hinblick auf den Gesamtlebenszyklus energiesparend und wirtschaftlich. Alle Anforderungen an geltende Verordnungen zu Wärmeschutz und Energieeinsparung lassen sich erfüllen. Der Mehrwert einer Sanierung: Der Bestand ist gesichert, das Gebäude ist nachhaltig und zukunftsfähig aufgestellt und unter Kreislauf-Betrachtung höchst wertstiftend.

#### ENERGIEVERLUSTE ÜBER DIE AUSSENWAND



- ▲ 20-30 Prozent der Wärmeverluste erfolgen über die Außenwand (Quelle: [heizung.de/heizung/wissen/waermeverlust-im-haus-top-5-faktoren/](http://heizung.de/heizung/wissen/waermeverlust-im-haus-top-5-faktoren/))

## 7. SANIERUNG

### 7.1.1. SANIERUNG UND NACHTRÄGLICHE WÄRMEDÄMMUNG

#### Vorteile einer Sanierung:

- Ziegelfassaden haben sich seit Jahrhunderten als unverwüstlich gegen höchste Witterungseinflüsse bewährt
- Sanierung bringt funktionalen, wirtschaftlichen und ästhetischen Mehrwert
- Verbesserung der bauphysikalischen Eigenschaften, beziehungsweise der Schutzfunktionen gegenüber Wetter-, Wärme-, Schall- und Brandschutz
- Werterhalt, Wertsteigerung und Klimaschutz
- Beständig gegen atmosphärische Schadgase und gegen sauren Regen
- Verhinderung von Algenbefall
- Dauerhaft beständig gegen UV-Strahlen und farbecht, Optik bleibt erhalten
- Steigerung der Lebensqualität und des Wohnkomforts

#### Vorteile einer zweischaligen Wand mit Verblendmauerschale:

- Individuelle Gestaltung durch vielfältige Formate, Oberflächen, Farben und Strukturen
- Sehr niedrige Gleichgewichtsfeuchte, hohe Lichtabsorption und hervorragende Wärmespeicherung der Ziegelfassaden
- Guter sommerlicher Wärmeschutz aufgrund hoher Speichermasse der Ziegelverblendschale
- Ökologisch empfehlenswert wegen Dauerhaftigkeit und Recyclingfähigkeit
- Kostenersparnis durch Energieeinsparung
- Erhöhung des Gebäudewertes

#### Planungsgrundlagen

Es gibt unterschiedliche Möglichkeiten, Bestandsgebäude im Sinne der „Modernen Energiebauweisen“ nachzurüsten.

Für nachträglich errichtete Verblendmauerschalen gelten die gleichen konstruktiven Regeln (siehe Kapitel 1-6). Besondere Maßnahmen können dennoch gerade im Bereich der Sanierung erforderlich sein, dies ist individuell nach Bauvorhaben zu prüfen.

## 7. SANIERUNG

### 7.2.1. ENERGETISCHE SANIERUNG

#### Energetische Sanierung und das neue Gebäudeenergiegesetz

Der meist größte Anteil der Wärmeverluste erfolgt über die Außenwand. Hier liegen immense Einsparpotenziale. Selbstverständlich ist das Sanierungsergebnis immer auch abhängig von der Qualität der Dämmschicht und von der korrekten Ausführung.

„Der Gebäudebestand in Deutschland umfasst rund 18 Millionen Wohn- und 1,7 Millionen Nichtwohngebäude (kommunal, sozial und gewerblich) [...]. Das Problem: 75 Prozent aller Gebäude wurden vor der ersten Wärmeschutzverordnung 1978 errichtet.“<sup>1</sup> (Bundesministerium des Inneren, für Bau und Heimat – Energetische Stadtsanierung). Für Heizung, Warmwasser und Beleuchtung werden 40 Prozent des Gesamt-Energieverbrauches in Deutschland benötigt. Dadurch werden ca. 30 Prozent der CO<sub>2</sub>-Emissionen verursacht.

Insbesondere vor dem Hintergrund des neuen GEG, gilt es, Wärmedämmung und Fassadenerneuerung zukunftsfähig miteinander zu verbinden. Das neue GEG führt EnEG, EnEV und EEWärmeG in einem modernen Gesetz zusammen.

„Das neue Gebäudeenergiegesetz enthält Anforderungen an die energetische Qualität von Gebäuden, die Erstellung und die Verwendung von Energieausweisen sowie an den Einsatz erneuerbarer Energien in Gebäuden.“<sup>2</sup> (Bundesministeriums des Inneren, für Bau und Heimat – Das neue Gebäudeenergiegesetz).

Außenwände werden durch das nachträglich errichtete Verblendmauerwerk bzw. die neue keramische Riemchenbekleidung und die zusätzliche Wärmedämmung vor Witterungseinflüssen geschützt und erfüllen problemlos die Anforderungen des neuen Gebäudeenergiegesetzes.

Die hohe Wertbeständigkeit und Qualität von Ziegelverblendmauerwerk, die Witterungsresistenz, das gesunde Wohnklima und die gestalterische Vielfalt sind einschlägige Gründe für eine Sanierung mit dem langlebigen Baustoff.

Weitere Informationen zum Gebäudeenergiegesetz 2020 und die GEG-Broschüre „GEG 2020 – Leitfaden für Wohngebäude“ des Bundesverbandes der Deutschen Ziegelindustrie e.V.:

[▶ ZIEGEL.DE/HINTERMAUERZIEGEL](https://www.ziegel.de/hintermauerziegel)

<sup>1</sup> [www.bmi.bund.de/DE/themen/bauen-wohnen/bauen/energieeffizientes-bauen-sanieren/stadtsanierung/stadtsanierung-node](https://www.bmi.bund.de/DE/themen/bauen-wohnen/bauen/energieeffizientes-bauen-sanieren/stadtsanierung/stadtsanierung-node)

<sup>2</sup> [www.bmi.bund.de/DE/themen/bauen-wohnen/bauen/energieeffizientes-bauen-sanieren/energieausweise/gebäudeenergiegesetz-node](https://www.bmi.bund.de/DE/themen/bauen-wohnen/bauen/energieeffizientes-bauen-sanieren/energieausweise/gebäudeenergiegesetz-node)

## 7. SANIERUNG

### 7.2.1. ENERGETISCHE SANIERUNG

Für die Einhaltung der Anforderungen des GEG bei bestehenden Gebäuden (§ 50) gibt es grundsätzlich zwei Möglichkeiten:

1. Durchführung einer vollständigen energetischen Bilanzierung für das modernisierte Bestandsgebäude bei Einhaltung des 1,4-fachen Wertes für das Referenzgebäude („140%-Regel“) bezüglich des Jahresprimärenergiebedarfes. Im Hinblick auf die Gebäudehülle gelten für die zulässige Überschreitung max. 40%. Für die Höchstwerte des spezifischen Transmissionswärmeverlustes gelten 0,40 W/(m<sup>2</sup>K) für WG ≤ 350m<sup>2</sup>(AN), 0,50 W/(m<sup>2</sup>K) für WG > 350m<sup>2</sup>(AN), 0,45 W/(m<sup>2</sup>K) für einseitig angebaute WG bzw. 0,65 W/(m<sup>2</sup>K) für alle anderen WG. Diese Möglichkeit zur Einhaltung der Anforderungen kommt meist zur Anwendung, wenn mehrere energetische Maßnahmen am Gebäude durchgeführt werden.
2. Einhaltung der bauteilbezogenen Höchstwerte für den U-Wert gemäß Anlage 7. Diese Möglichkeit wird zumeist dann in Anspruch genommen, wenn nur eine Maßnahme zur energetischen Verbesserung, z.B. nachträgliche Dämmung der Außenwand (siehe Tabellenauszug), durchgeführt wird.

#### Höchstwerte von Außenbauteilen bei Änderung an bestehenden Gebäuden

Nummer	Erneuerung, Ersatz oder erstmaliger Einbau von Außenbauteilen	Wohngebäude und Zonen von Nichtwohngebäuden mit Raum-Solltemperatur ≥ 19°	Wohngebäude und Zonen von Nichtwohngebäuden mit Raum-Solltemperatur < 19°
Bauteilgruppe: Außenwände			
1a <sup>1)</sup>	Außenwände: - Ersatz oder - Erstmaliger Einbau	U = 0,24 W/(m <sup>2</sup> K)*	U = 0,35 W/(m <sup>2</sup> K)*
1b <sup>1), 2)</sup>	Außenwände: - Anbringen von Bekleidungen (Platten o. plattenartige Bauteile), Verschalungen, Mauer- vorsatzschalen oder Dämm- schichten auf der Außenseite einer bestehenden Wand - Erneuerung des Außenputzes einer bestehenden Wand	U = 0,24 W/(m <sup>2</sup> K)*	U = 0,35 W/(m <sup>2</sup> K)*

\* U-Werte sind Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten  $U_{max}$   
1) + 2) Siehe ©

© Anlage 7 (zu § 48) Bundesgesetzblatt Teil I 2020 Nr. 37 vom 13.08.2020

## 7. SANIERUNG

### 7.2.2. BAUTECHNISCHE PRÜFUNG

#### Bautechnische Prüfung

Die Prüfung der Statik, die Materialanalyse – Analyse der Wandbeschaffenheit, rechtliche Vorschriften, das Alter der Bausubstanz, eventuelle Anforderungen an den Denkmalschutz, die weitere Nutzung – all dies sind Einflussfaktoren, die zu berücksichtigen sind und je nach Einzelfall zu prüfen sind.

Vor jeder Sanierungsmaßnahme sollte daher die Bestandsaufnahme erfolgen, um den Zustand der Gebäudesubstanz zu ermitteln.

Zudem gehört die frühzeitige Klärung der rechtlichen Rahmenbedingungen zur Vorplanung einer Sanierungsmaßnahme. So entsteht Planungssicherheit, und es gibt keine nachträglichen baurechtlichen Überraschungen. Hierzu gehören auch baurechtlich einzuhaltende Vorschriften und Gesetze. Generell ist zu prüfen, ob für die geplante Sanierungsmaßnahme eine Genehmigung benötigt wird. Der einfachste Weg ist, sich direkt an die Baurechtsbehörde zu wenden und diese in den Planungsprozess einzubinden. So sind ungewollte Einschränkungen oder Auflagen unter Kontrolle.

Denn die öffentlich rechtlichen Verordnungen gelten auch im Sanierungsfall. Diese sind im Bauordnungsrecht verankert und in den entsprechenden Landesbauordnungen erlassen. Auch die Verordnungen über bautechnische Prüfungen gilt es zu beachten.

◀ ZU BEACHTEN

Wichtig sind beispielsweise die Regelungen zu Abstandsflächen, die im Bauordnungsrecht verankert und in den entsprechenden Landesbauordnungen erlassen sind. Nachweise zur Standsicherheit und zum Schallschutz müssen erbracht werden (siehe § 8 (Fn 4) Verordnung über bautechnische Prüfungen (BauPrüfVO) 1).

Das Brandschutzkonzept muss den aktuellen baurechtlichen Anforderungen entsprechen und den a.R.d.T (siehe auch § 9 (Fn 5) Brandschutzkonzept).

#### Verankerung

Generell ist bei einer Fugensanierung auch immer die Kontrolle der Verankerung durchzuführen. Die Standsicherheit und damit Statik der Wand sind zu prüfen. Alte Verblendschalen, die nicht mit korrosionsbeständigen Ankern verbaut wurden, sind zu ersetzen. Ein nachträgliches Setzen korrosionsfreier Anker (Verblendsanieranker), die in der Lagerfuge oder im Verblender montiert werden können, sorgen für ein hohes Maß an Sicherheit. Hierfür werden die Anker durch das Verblendmauerwerk bzw. die Fuge in die Tragschale gesetzt und mit dieser verbunden.

## 7. SANIERUNG

### 7.3.1. WELCHE FORMEN DER SANIERUNG GIBT ES?

#### **Fassadenbekleidung mit WDVS und keramischen Riemchen**

Im ersten Schritt wird die Wärmedämmung auf die gesäuberte Fassade aufgebracht. Nach vollständigem Aushärten der Armierungsschicht werden die keramischen Riemchen verklebt.

#### **Fassadenbekleidung mit keramischen Riemchen**

Es werden Riemchen direkt auf die Putzschicht oder das alte Verblendmauerwerk geklebt. Wenn keine größeren Veränderungen an der bestehenden Fassade oder Gründungsarbeiten geplant sind, eignet sich diese Sanierungsmaßnahme. Keramische Riemchen haben eine geringe Materialstärke und ein niedriges Gewicht und trotzdem alle Eigenschaften eines Vormauerziegels.

#### **Aus einschalig mach zweischalig – mehr als nur Substanzschutz**

Mit nachträglich errichteten Vormauerschalen lassen sich alle Anforderungen geltender und künftiger Verordnungen zu Wärmeschutz und Energieeinsparung erfüllen. Vorsatzschale, Wärmedämmung und die trockene Hintermauerschale führen zu einer erheblichen energetischen Aufwertung und bieten eine nachhaltige neue Fassade.

#### **Neuverblendung mit Abriss der alten Verblendschale**

Die Neuverblendung von zweischaligen Außenwänden stellt eine dauerhafte Sanierungsmaßnahme dar, wenn die alte Verblendschale abgerissen wird. Insbesondere bei zweischaligen Außenwänden, die vor 1974 erbaut worden sind. Denn nicht nur die geringe Wärmedämmung, sondern vor allem die Unsicherheit bezüglich der Standsicherheit (Drahtanker nicht rostfrei) dieser Wände rechtfertigt eine wärmetechnische Sanierungsmaßnahme.

#### **Neuverblendung bestehender Putzfassaden**

Die wärmetechnische Sanierung einer bestehenden Putzfassade mit Ziegelsichtmauerwerk kann durch Vorsetzen einer Verblendschale realisiert werden. Diese Maßnahme setzt eine tragfähige Aufstandsfläche für die Verblendschale voraus.

#### **Nachträgliche Wärmedämmung zweischaliger Außenwände – Einblasen der Wärmedämmung**

Wärmedämmung wird in den Hohlraum/die Luftschicht zwischen den beiden massiven Schalen eingeblasen. Durch die nachträgliche Wärmedämmung können die oftmals hohen Wärmeverluste von Altbauten erheblich reduziert werden. Die zukünftige Dämmstärke ist allerdings auf die Dicke der vorhandenen Luftschicht begrenzt.

#### **Hinweis:**

Es ist sehr wichtig, dass die vorhandene Luftschicht hinsichtlich ihrer Sauberkeit auf Fremdkörper überprüft wird. Vor allem im unteren Bereich der Wände findet man häufig Mörtelreste oder ähnliches. Die Prüfung erfolgt mit einem Endoskop. Außerdem muss die Qualität der Verblendschale bezüglich der Wasseraufnahme geprüft werden.

## 7. SANIERUNG

### 7.3.1. WELCHE FORMEN DER SANIERUNG GIBT ES?

#### **Instandhaltungsmaßnahme – Innendämmung**

Eine weitere Möglichkeit, um das Erscheinungsbild des Verblendmauerwerks zu erhalten ist die Innendämmung. Dies ist häufig bei unter denkmalgeschützten Gebäuden der Fall oder auch bei limitierenden Aspekten bezüglich der Grenzbebauung.

#### **Instandhaltungsmaßnahme – Fugensanierung**

Gibt es am Objekt Schäden an der Verfugung, kann dies die ganze Wand belasten und die Funktionsweise der zweischaligen Wand stark beeinträchtigen. In diesem Fall bietet sich eine Neuverfugung an, wobei die alten Fugen entfernt werden und dann eine nachträgliche Verfugung ausgeführt wird.

#### **Zu beachten**

Allgemein gilt, dass die energetischen Anforderungen im GEG geprüft werden müssen.

◀ ZU BEACHTEN

## 7. SANIERUNG

### 7.3.2. FASSADENBEKLEIDUNG MIT KERAMISCHEN RIEMCHEN

#### Keramische Riemchen

Keramische Riemchen sind Bekleidungs-elemente, die aus Ton bzw. tonhaltigen Materialien hergestellt werden. Keramische Riemchen werden hinsichtlich ihrer Eigenschaften in Ziegel-, Klinker- und Keramikriemchen unterschieden. Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal ergibt sich aus der Herstellung und betrifft die Art der Formgebung. Hier wird zwischen stranggepresst, gepaltem oder gesägt unterschieden. Keramische Riemchen sind dünne Verblendziegel bzw. Klinker mit Dicken zwischen 9 mm bis max. 40 mm.

Sie bieten in Farbe, Oberflächenstruktur und Format dieselbe Vielseitigkeit und Gestaltungsfreiheit wie Verblendziegel bzw. -klinker und ermöglichen somit das beliebte und bekannte Erscheinungsbild einer gemauerten Wand. Architekten und Planern werden mit diesem Bekleidungsbaustoff zusätzlich vielfältige Möglichkeiten zur Fassadengestaltung ermöglicht, ohne auf die Vorzüge eines Ziegelsichtmauerwerks verzichten zu müssen.

Das Anlegen einer Probefläche vor der Verfugung wird grundsätzlich empfohlen, um einerseits die technische Umsetzbarkeit zu prüfen und andererseits den optischen Gesamteindruck zwischen keramischen Riemchen und Fugenmörtel besser beurteilen zu können. Im Gegensatz zum Verblendmauerwerk bei zweischaligen Außenwänden muss der Fugenmörtel wasserabweisend sein. Ob eine Fuge geschlämmt werden kann, muss an einer Probefläche festgemacht werden.

Die Widerstandsfähigkeit von keramischen Riemchen hinsichtlich chemischer und mechanischer Belastung sowie deren gute Reinigungs- und Instandhaltungsfähigkeit sind weitere Argumente für den Einsatz bei Sanierungsmaßnahmen von Fassaden.

Keramische Riemchen mit Wasseraufnahmefähigkeit > 4,0 M.-% sollten im herkömmlichen Verfahren für Ziegelfassaden mit Fugeisen und dem geeigneten Fugenmörtel verfugt werden. Keramische Riemchen mit einer sehr geringen Wasseraufnahmefähigkeit < 4,0 M.-% können auch mit einem Schlämmörtel verfugt werden, in der gleichen Weise wie Fliesen mit Schwambrett.

Hinweis:

Die Ausführungen dieser Seite sind allgemeingültig – sowohl für Fassadenverkleidung mit keramischen Riemchen und WDVS als auch für die nachträgliche Fassadenbekleidung mit keramischen Riemchen.

#### DIE OBERFLÄCHEN KERAMISCHER RIEMCHEN



▲ Strangpress, glatt



▲ Strangpress, strukturiert



▲ Wasserstrich



▲ Handform

Oberflächenbezeichnungen gemäß Standardleistungsverzeichnis, nicht abgebildet Oberflächenbezeichnung „Ohne Angabe“

#### STRANGPRESS STRUKTURIERT VARIANTEN



▲ Strangpress, strukturiert (grob)



▲ Strangpress, strukturiert (gewalzt)



▲ Strangpress, strukturiert Handstrich



▲ Strangpress, strukturiert (geschält)



▲ Strangpress, strukturiert (Handform besandet)

## 7. SANIERUNG

### 7.3.2. FASSADENVERKLEIDUNG MIT KERAMISCHEN RIEMCHEN UND WDVS

#### Wärmedämmverbundsystem mit keramischer Bekleidung – Keramische Riemchen

Wenn eine Sichtmauerwerks-Fassade energetisch saniert werden soll und eine Innendämmung nicht möglich oder gewünscht ist, stellt die Sanierung mit einem Wärmedämmverbundsystem (WDVS) mit keramischer Bekleidung eine gute Alternative dar. Dieses System ist ähnlich wie ein WDVS mit Putzbeschichtung aufgebaut. Abhängig von der verwendeten Dämmplatte hat das System außerdem eine gewisse entkoppelnde Wirkung, sodass Bewegungen aus dem Untergrund nicht komplett an die Bekleidung übertragen werden.

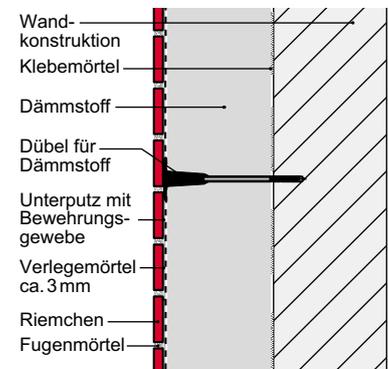
Durch das Gewicht der keramischen Riemchen kann dieses WDVS abhängig von der gewählten Dämmplatte und der Anzahl der Dübel auch zum Schallschutz beitragen. Das System ist außerdem deutlich wartungärmer und neigt weniger zu Veralgung als Putz-WDVS. Das WDVS mit keramischen Riemchen ist deutlich leichter als eine vorgemauerte Verblendschale, sodass aufwendige Abfangungen in der Regel nicht notwendig sind.

Das WDVS mit keramischen Riemchen ist nicht in der DIN 55699 (WDVS) geregelt. Der Aufbau und die zugelassenen Materialien sind in der Bauartgenehmigung (allgemeine bauaufsichtliche Zulassung) geregelt. Hier werden alle Bestandteile des Systemaufbaus verbindlich festgelegt. Ein Mischen unterschiedlicher Systeme führt nicht nur zu dem Verlust von Gewährleistungsansprüchen gegenüber dem Materiallieferanten, sondern stellt auch einen Verstoß gegen das öffentliche Baurecht und damit eine Ordnungswidrigkeit dar. Im Extremfall kann behördlich der Rückbau verlangt werden.

Bevor die Entscheidung für ein bestimmtes System getroffen wird, sollten auch gestalterische Aspekte – wie die Wahl der keramischen Riemchen und des Fugenmörtels berücksichtigt werden, da die Entscheidung für ein bestimmtes System sonst zu erheblichen Einschränkungen führen kann.

Nach Prüfung der Tragfähigkeit des Untergrundes, an den das WDVS angebracht wird, werden die Dämmplatten im Punkt-Wulstverfahren mit einem Klebeflächenanteil von mindestens 60 Prozent oder bei ebenem Untergrund in ein aufgekämmtes Kleberbett verklebt.

#### PRINZIP



▲ Detail Wärmeverbundsystem mit Riemchenbekleidung

## 7. SANIERUNG

### 7.3.2. FASSADENVERKLEIDUNG MIT KERAMISCHEN RIEMCHEN UND WDVS

#### Wichtige Verarbeitungshinweise

Auf die Dämmplatten wird eine Spachtelschicht mit Glasfasergewebe aufgebracht. Durch das frische Kleberbett werden abhängig von der Windlast an dem Gebäude die Platten zusätzlich mit WDVS-Dübeln gesichert. Dübelabzeichnungen wie sie von WDVS mit Putz bekannt sind, treten bei WDVS mit keramischen Riemchen nicht auf.

Nach Aushärtung und Trocknung der Armierungslage werden die keramischen Riemchen hohlraumfrei im „Kombinierten Verfahren“ verlegt. Die hohlraumfreie Verlegung ist wichtig, um Auslaugungen zu vermeiden und einen dauerhaften Haftverbund sicherzustellen. Die Anforderungen an die keramischen Riemchen sind in der Bauartgenehmigung festgelegt. Neben Porenradien und der Stärke der keramischen Riemchen spielt die Wasseraufnahme eine entscheidende Rolle. Heutzutage sind Wasseraufnahmewerte von bis zu 18 Prozent abhängig vom Dämmstoff und der jeweiligen Bauartgenehmigung möglich. Damit können praktisch alle Arten von keramischen Riemchen verwendet werden.

Da die keramische Bekleidung erhebliche hygrothermische Spannungen aufbauen kann, sind Feldbegrenzungsfugen ähnlich wie bei einer zweischaligen Wand zu planen und auszuführen. Hier kann die DIN 18515 als Orientierung dienen, wobei die Anordnung und Notwendigkeit der Feldbegrenzungsfugen auch abhängig vom verwendeten Dämmstoff ist und davon, wie stark die Fassade gegliedert ist.

Zum Verfugen stehen Schlämmörtel und Mörtel für die Kellenverfugung zur Auswahl. Die Mörtel sind in ihren technischen Eigenschaften auf das jeweilige System abgestimmt. Die Schlämmverfugung kann nur bei glatten keramischen Riemchen mit geringer Wasseraufnahme angewendet werden und ist anwendungssicherer als eine Kellenverfugung. Hier muss aber im Vorfeld eine Probefläche angelegt werden, um die Umsetzbarkeit zu prüfen.

Die Mörtel der Kellenverfugung sind alle vergütet, sodass der Haftverbund zum Kleberbett und zum keramischen Riemchen verbessert ist und die Mörtel besser Spannungen aufnehmen können. So wird die Gefahr von Flankenabrissen reduziert. Einige Hersteller bieten Fugenmörtel an, die durch ein spezielles Bindemittelkonzept die Gefahr von Kalkauslaugungen erheblich reduzieren können. Dabei ist jedoch darauf zu achten, dass die Bauartgenehmigungen eingehalten werden und diese Mörtel nur in den entsprechenden Systemen verwendet werden dürfen.

Für Übergänge zu anderen Konstruktionen, für die Sockelausbildung, die Fensterbank und für die Anschlüsse an andere Bauteile wie Fenster und Türen bieten Systemhersteller differenzierte Details an. Hierbei kommt eine breite Palette an Anschlussprofilen und Ergänzungsprodukten zum Einsatz. Dabei ist besonders an Übergängen zu beachten, dass das Funktionsprinzip eines Wärmedämmverbundsystems grundsätzlich anders ist als das einer zweischaligen Wand.

## 7. SANIERUNG

### 7.3.3. NACHTRÄGLICHE FASSADENBEKLEIDUNG MIT KERAMISCHEN RIEMCHEN

#### Nachträgliche Riemchenverkleidung

Eine nachträgliche Bekleidung mit keramischen Riemchen erweist sich als vorteilhaft, da aufgrund der Einhaltung baurechtlicher Abstandsflächen kein zusätzliches Fundament errichtet oder Vorsprünge verändert werden dürfen. Fenster und Türen im Bestand können in ihrem Zustand erhalten bleiben (z.B. Anschlag).

#### Folgende Untergründe sind für eine nachträgliche Riemchenbekleidung geeignet:

- Zweischaliges Mauerwerk
- Monolithisches Mauerwerk mit und ohne Putz
- Beton- und Stahlbeton
- Holz- und Holzverbundbaustoffe (die Vorbereitung eines tragfähigen Untergrundes erfordert hier besondere Maßnahmen, z.B. den Einbau von Netzen bzw. Gittergeweben, sowie spezielle Kleber und besondere Auftragsverfahren)

#### ALTERNATIVES SYSTEM



▲ Beispiel eines Fugenleitsystems als Alternative

## 7. SANIERUNG

### 7.3.3. NACHTRÄGLICHE FASSADENBEKLEIDUNG MIT KERAMISCHEN RIEMCHEN

**Wichtige Hinweise zum Verkleben von keramischen Riemchen auf mineralischen Untergründen:**

- Der Untergrund muss tragfähig und sauber, trocken und ebenflächig sein.
- Der Unterputz muss ausreichend erhärtet sein, um die Tragfähigkeit zu gewährleisten.
- Vor Beginn der Arbeiten sind die Schichthöhen festzulegen.
- Es sollte von Oberkante Gebäude nach unten gearbeitet werden.
- Mauerwerksverband beachten.
  
- Das Aufziehen des Klebemörtels muss unter Berücksichtigung der Verarbeitungszeit erfolgen.
- Winkelriemchen sind vor dem Ansetzen mit Kleber zu bestreichen, und mit den Arbeiten ist zuerst in den Ecken zu beginnen.
- Die keramischen Riemchen sind im kombinierten-Verfahren (Bsp. Buttering-Floating-Verfahren, hohlraumfrei, gem. DIN EN 12004) zu verarbeiten, d. h. die keramischen Riemchen müssen vor dem Ansetzen in die Klebefläche auf der Rückseite zusätzlich mit Klebemörtel bestrichen werden.
- Hilfsschnüre, welche zwischen den Ecken angeordnet werden, bringen Orientierung ins Verlegeraster.
- Die Dicke des Mörtelbettes muss > 3 mm betragen.
- Um die Dampfdiffusion zu gewährleisten, muss auf einen gleichmäßigen, ausreichend breiten Fugenabstand geachtet werden.
- Um spätere Verunreinigungen zu vermeiden, sollte hervorquellender Kleber aus den Fugen nach dem Anziehen ausgekratzt werden.
- Fehlerhafte keramische Riemchen, z.B. mit auffälligen Rissbildungen oder Abplatzungen, sind vor der Verarbeitung auszusortieren.
- Die Verfugung ist von oben nach unten durchzuführen, auf eine ausreichende Verfüllung und Verdichtung der Fugenräume mit Fugenmörtel ist zu achten.

#### RIEMCHENVERLEGUNG DIN 12004



▲ Klebeauftrag im kombinierten Verfahren „Buttering-Floating“



▲ Setzen der Flächenriemchen mit Hilfe einer Schnur



▲ Keramische Riemchen vollständig in Kleber eingebettet



▲ Sauberes Verfugen mit Fugeisen und Fugblech



▲ Im Schlämm-Verfahren werden die Fugen diagonal mit einem Putzbrett verfüllt



▲ Ein mit Winkelriemchen und geschnittenen Flächenriemchen nachgebildeter Sturz

## 7. SANIERUNG

### 7.3.4. AUS EINSCHALIG WIRD ZWEISCHALIG – MEHR ALS SUBSTANZSCHUTZ

#### Aus einschalig wird zweischalig

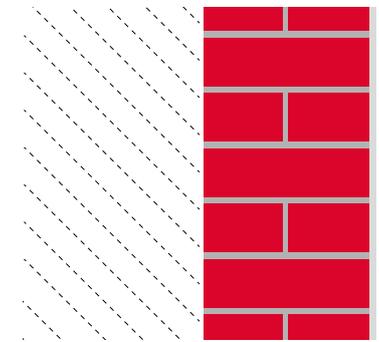
Viele ältere einschalige Außenwände erfüllen nicht die heutigen energetischen Standards.

Einen neue Vorsatzschale aus Verblendmauerwerk und eine Wärmedämmung auf der alten Hintermauerschale führen zu einer trockenen Hintermauerschale und zu einer erheblichen energetischen Aufwertung. Ehemals einschalige Außenwände werden durch das Verblendmauerwerk so zu einer funktionalen und energetischen zweischaligen Wand.

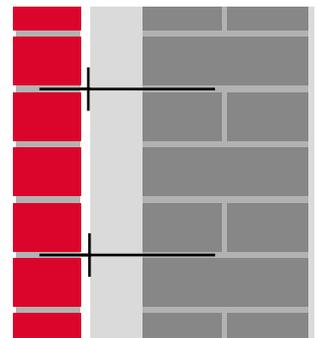
Berechnungen des Temperaturverlaufes in erneuerten Wänden belegen es: Mit Verblendmauerwerk und Wärmedämmung sanierte Außenwände sind tauwasserfrei. Außerdem zeigt der Temperaturverlauf eine deutliche Erhöhung der Oberflächentemperaturen auf der Wandinnenseite. Folge ist die Erhöhung der thermischen Behaglichkeit und damit der Wohnqualität.

Mit Vorsatzschalen aus Backstein/Klinker und entsprechender Dämmung lassen sich alle Anforderungen an den Wärmeschutz und die Energieeinsparung problemlos erfüllen. Bei der Ausführung gelten die gleichen Regeln der Technik wie beim Neubau (siehe Kapitel 4).

#### PRINZIP



▲ Bei einschaligen Wänden wird das tragende Mauerwerk durch Schlagregen belastet



▲ Nachträgliche Vorsatzschalen schützen dagegen das tragende Mauerwerk vor Feuchtigkeit.

## 7. SANIERUNG

### 7.3.5. NEUVERBLENDUNG MIT ABRISS DER ALTEN VERBLENDSCHALE

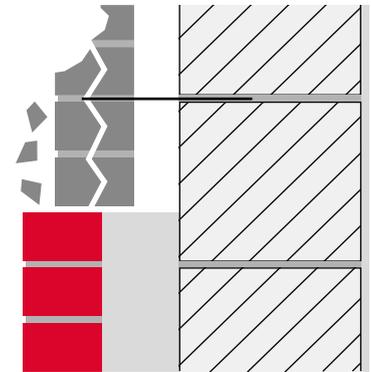
#### Neuverblendung von zweischaligen Außenwänden

Die Neuverblendung von zweischaligen Außenwänden stellt eine effektive und dauerhafte Sanierungsmaßnahme dar, wenn die alte Verblendschale abgerissen wird.

Sie eignet sich insbesondere für alte Verblendschalen, die nicht mit korrosionsbeständigen Ankern verbaut wurden. Denn nicht nur die geringe Wärmedämmung, sondern vor allem die Unsicherheit über die Standsicherheit dieser Wände rechtfertigt eine wärmetechnische Sanierungsmaßnahme.

Nach Abriss der alten Verblendschale kann die zweischalige Außenwand nach Eurocode 6 entsprechend den Ausführungshinweisen für neue Verblendmauerschalen errichtet werden. Zudem besteht die Möglichkeit, die Dämmstärke zu erhöhen, wenn dies die Abstandsregelungen zulassen (siehe Kapitel 1-6). Die Anforderungen des GEG sind zu berücksichtigen.

#### PRINZIP



▲ Neuverblendung mit Abriss der alten Verblendmauerschale

## 7. SANIERUNG

### 7.3.6. NEUVERBLENDUNG BESTEHENDER PUTZFASSADEN

#### Neue Verblendung auf bestehende Putzfassade aufbringen

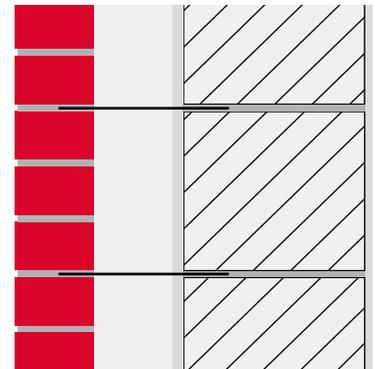
Eine alte Putzfassade kann ebenfalls durch das Aufbringen einer neuen Dämmschicht und das Vorsetzen einer neuen Verblendmauerschale wärmetechnisch saniert werden. Diese Maßnahme setzt allerdings eine tragfähige Aufstandsfläche für die Verblendschale voraus.

Die Auflagerung der Vorsatzschale kann auf bestehenden Fundamentvorsprüngen oder zusätzlichen Fundamenten/Untermauerungen erfolgen. Hierbei wird ein Streifenfundament angelegt. Die Breite des Streifenfundamentes richtet sich nach der Dicke der Wärmedämmung und der neuen Verblendschale, die 9 cm, 10,5 cm oder auch 11,5 cm dick sein kann. Ein Übertritt von Feuchtigkeit auf das Hintermauerwerk muss entsprechend des Standes der Technik verhindert werden (siehe Kap. 2).

Bei unterkellerten Gebäuden oder bei fehlendem Platz für Gründungen können auch bauaufsichtlich zugelassene Konsolanker zur Auflagerung/Abfangung der Verblendschale zum Einsatz kommen. Eine Abklärung im Einzelnen mit dem Verankerungshersteller ist vorzunehmen.

Bei der Ausführung gelten die gleichen Regelungen und Empfehlungen wie beim Neubau (siehe Kapitel 2).

#### PRINZIP



▲ Neuverblendung bestehender Putz-Fassaden

## 7. SANIERUNG

### 7.3.7. LUFTSCHICHT MIT NACHTRÄGLICHER KERNDÄMMUNG

#### Eine gute Alternative

Zweischalige Wandaufbauten, nebeneinander gemauert mit äußerer Verblendschale und innerer Tragschale, mit oder ohne Luftschicht sind insbesondere im 20. Jhd. eine übliche Bauweise gewesen. Baunetzwissen schätzt den Bestand dieser Bauform auf etwa eine Million Gebäude.<sup>3</sup> Diese Tatsache birgt enormes Sanierungspotenzial.

Um herauszufinden, ob eine Luftschicht vorhanden ist und wie tief diese ist, bringen Kernbohrungen Aufschluss. Mit Hilfe eines Videoendoskops lässt sich der Schichtenaufbau ermitteln. Die Tiefe lässt sich durch die Bohröffnung einfach durch Abmessen ermitteln. So erhält man die Aussage über die zukünftige Stärke der neuen Kerndämmschicht.

Bevor die Einblasdämmung eingebracht wird, sollte das Fugennetz geprüft und ggf. saniert werden, da bei einer maroden Verfugung sonst Druchfeuchtungen entstehen können.

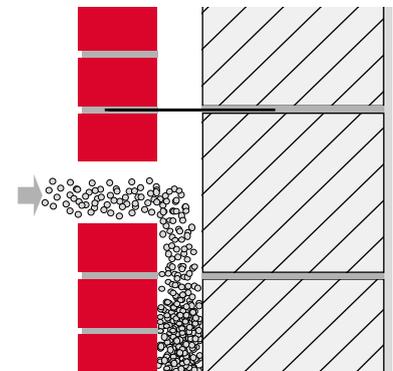
Wichtig ist die Verwendung einer wasserabweisenden Dämmung. Zudem sind die alten Verbindungen der beiden Wände zu prüfen. Der Zustand der Wand ist generell auf Tragfähigkeit und möglichen zu hohen Wassereintritt zu prüfen.

Die Dämmschicht kann durch eine Einblas- oder Schüttdämmung ausgeführt werden. Das Einblasen der Wärmedämmung erfolgt durch Bohrlöcher oder durch die Öffnungen einzelner entfernter Steine. Über einen flexiblen Schlauch wird ein wasserabweisender Dämmstoff in den Hohlraum eingeblasen. Um ein möglichst gutes Energiesparergebnis zu erzielen, soll das Dämmmaterial möglichst gleichmäßig verteilt eingeblasen werden, beispielsweise durch den oberen und unteren Fassadenbereich. Der Druck beim Einblasen des Materials sorgt für eine geschlossene volumenbeständige Dämmschicht und entsprechende Verdichtung.

Vorteile dieser Methode sind, dass kein Eingriff in die Bausubstanz notwendig ist und die alte Fassade erhalten bleibt. Die Sanierungsmethode stellt meist eine kostengünstige Alternative dar. Die nachträgliche Kerndämmung wird zudem energetisch anerkannt, auch wenn die Zielwerte des Gebäudeenergiegesetzes nicht komplett erreicht werden können.

Ein nicht zu vernachlässigender Nachteil ist, dass aufgrund der meist geringeren Tiefe der Luftschicht nur dieser Raum mit Dämmung gefüllt werden kann und so die eigentlichen Ansprüche ans Energieeinsparpotenzial begrenzt sind. Generell treten Wärmebrücken an Anschlusspunkten auf. Um die Dämmwirkung noch zusätzlich zu verbessern, ist es möglich durch zusätzliches Vorsetzen von WDVS und Riemchen in Kombination mit Einblasen der Dämmung eine bessere Dämmwirkung zu erzielen (siehe 7.3.2.).

#### PRINZIP



▲ Nachträgliches Einblasen der Kerndämmung.

<sup>3</sup> [www.baunetzwissen.de/altbau/fachwissen/energieeinsparung/energetische-sanierung-von-zweischaligen-waenden-1510933](http://www.baunetzwissen.de/altbau/fachwissen/energieeinsparung/energetische-sanierung-von-zweischaligen-waenden-1510933)

## 7. SANIERUNG

### 7.3.8. ERHALTUNG MIT INNENDÄMMUNG

#### Innendämmung

Eine weitere Möglichkeit, um das Erscheinungsbild des Verblendmauerwerks zu erhalten, ist die Innendämmung.

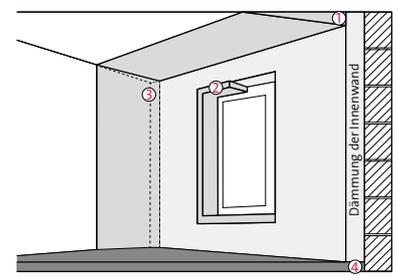
Dies ist häufig bei denkmalgeschützten Gebäuden der Fall, wenn das äußere Erscheinungsbild der Fassade erhalten bleiben soll, oder auch im Bereich der Grenzbebauung, wo Abstandsflächen nicht verändert werden dürfen. Wobei dort zuerst die Ausführung mit keramischen Riemchen geprüft werden sollte.

Es gibt unterschiedliche Ausführungsvarianten für die Innendämmung: z.B. Dämmputze oder Dämmplatten mit oder ohne Dampfsperre. Eine bautechnische Beratung ist in jedem Fall hinzuzuziehen.

Bei der Verwendung von Innendämmsystemen ist auch immer ein wichtiges Augenmerk auf den Feuchteschutz zu richten, der sich hier nicht mehr mit dem vereinfachten Periodenbilanzverfahren (ehemals Glaserverfahren) nach DIN 4108-3 nachweisen lässt. In solchen Fällen sollte immer eine instationäre Feuchteberechnung durchgeführt werden, da diese materialspezifische Eigenschaften wie z.B. Feuchtespeichervermögen und Schlagregenschutz, aber auch standortbezogene Faktoren mit berücksichtigt.

Eine Prüfung des Baubestandes der Fassadenseite ist natürlich parallel vorzunehmen. Eine Fugensanierung inklusive dem Setzen neuer Anker ist dann empfehlenswert, wenn sich Risse oder andere Schäden auftun.

#### INNENDÄMMUNG RICHTIG AUSFÜHREN



- ▲ Möglichkeiten einer wärmebrückenreduzierten Innendämmung:
- 1 Dämmkeile an Deckenanschluss
  - 2 Überdämmung von Laibungen an Anschlussfugen an Fenstern
  - 3 Dämmkeile an Wandanschluss
  - 4 Trittschalldämmung des Bodens muss bis zur Wand reichen

(Quelle: [sanier.de/daemmung/anwendungsgebiete/fassadendaemmung/innendaemmung](http://sanier.de/daemmung/anwendungsgebiete/fassadendaemmung/innendaemmung))

## 7. SANIERUNG

### 7.3.9. ERHALTUNG DURCH FUGENSANIERUNG

#### 1. Fugen ausräumen

Marode Fugen werden in einer gleichmäßigen Tiefe von mindestens 20 mm und mindestens dem Doppelten der Fugenbreite flankenfrei sauber ausgeräumt. Dafür stehen verschiedene Werkzeuge wie pneumatische Meißel, Stiftfräsen und spezielle Mauerwerkssägen zur Verfügung. Die Fugen können zum Abbau von Spannungen vorab mit einem Trennschleifer ggf. mit einem Doppelblatt freigeschnitten werden. Das Schneiden an den Steinflanken mit einem Trennschleifer sollte vermieden werden, da dabei in der Regel die Ziegel beschädigt werden. Das führt zu einer erhöhten Wasseraufnahme der Ziegel und zu einem unschönen Erscheinungsbild.

#### 2. Neuverfugung

Nach einer gründlichen Reinigung erfolgt die Neuverfugung. Der neue Fugenmörtel wird bezüglich Festigkeit und Zusammensetzung an den verbleibenden Mauermörtel angepasst. Der Fugenmörtel sollte deutlich weicher sein als der Ziegel und die Festigkeit des Mauermörtels nicht zu stark überschreiten. Wenn der Mauermörtel Gips enthält, ist das bei dem Bindemittelkonzept des Fugenmörtels zwingend zu beachten, um Etringitbildungen und damit einhergehende Zerstörungen zu vermeiden. Spezielle Fugenmörtel, die diese Anforderungen erfüllen, werden von der Industrie angeboten.

Die Verfugung erfolgt nach dem Vornässen der Fugen in mindestens zwei Arbeitsgängen frisch in frisch gut verdichtend. Auf eine ausreichende Nachbehandlung, die abhängig vom Bindemittelkonzept länger sein kann als im Neubau, ist zu achten, um eine vollständige Erhärtung und die gewünschte wasserabweisende Wirkung des Mörtels zu erzielen (siehe Kapitel 2.4.1–2.4.2).

## 7. SANIERUNG

### 7.4.1. REKONSTRUKTION – WEITERBAUEN

#### Rekonstruktion und Weiterbauen

Baukultur beschreibt die vom Menschen bewirkte Wandlung der natürlichen und gebauten Umwelt – das Leben in der gebauten Umwelt und dessen Bedeutung, Erhaltung und Weiterentwicklung.

Für die Sanierung bzw. Ergänzung historischer und/oder denkmalgeschützter Fassaden bieten sich verschiedene wärmetechnisch optimierte Lösungen an.

Will man Altes erhalten, und die Substanz ist in Teilbereichen verfallen oder zu beschädigt, lässt sich historisches Verblendmauerwerk durch Nachbrand der Ziegel und Nachstellen der Mörtel, dem Original ähnelnd, wiederherstellen, ob in Teilbereichen oder auch für das gesamte Gebäude.

Das Freilegen alter Strukturen und die Neuaufbereitung dieser lassen Historisches wieder aufleben.

Bei Fragen zum Denkmalschutz eines Gebäudes ist es ratsam, eng mit der kommunalen Unteren Denkmalschutzbehörde zusammen zu arbeiten. Für Denkmäler gilt das Denkmalschutzgesetz. Eine Denkmalförderung zum Erhalt und zur Instandsetzung kann bis zu 50 Prozent betragen.

#### BEISPIELE



▲ Fritz-Höger-Preis 2017, Haus am Markt Beckum, hehnpohl architektur © hehnpohl architektur



▲ Fritz-Höger-Preis 2020, Wohnhaus Schiffahrter Damm Münster, Reinhard Martin Architekt BDA © Jens Kirchner



▲ Fritz-Höger-Preis 2017, Anneliese Brost Musikforum Ruhr, Bochum, bez+kock architekten © Brigida González

## 7. SANIERUNG

### 7.5.1. KOSTEN/FÖRDERMITTEL

#### **Fördermittel für effiziente Neubau- und Sanierungsvorhaben, die neue einheitliche Bundesförderung**

Es gibt viele Möglichkeiten zur Förderung der energetischen Sanierung. Anstelle der früheren unterschiedlichen Fördermöglichkeiten der KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau) und BAFA (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle) gibt es nun zur Vereinfachung die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG-Förderung), die alles zusammenfasst. Daher ist nur ein Antrag für die wichtigsten Zuschüsse und Darlehen zu stellen. Ab Juli 2020 laufen die staatlichen Fördermittel über die neue BEG-Förderung. Für die Fassadendämmung gibt es Zuschüsse bis zu 20 Prozent. Die bundesweiten Fördermittel aus dem CO<sub>2</sub>-Sanierungsprogramm der KfW-Förderbank fallen durch das neue BEG nicht weg, sondern sind im neuen BEG integriert worden (Angaben vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle Stand 2020).

Mehr Informationen zu den aktuellen Förderprogrammen des Bundes:

[▶ ZIEGEL.DE/DOWNLOADS](https://www.ziegel.de/downloads)

#### **Steuerbonus bei Sanierung**

Für Einzelmaßnahmen und ganzheitliche Sanierungsmaßnahmen gibt es einen Steuerbonus in Höhe von 20 Prozent Tilgungszuschuss (max. 50.000 Euro), verteilt über 3 Jahre (Angaben vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle Stand 2020).

#### **Kommunale Förderprogramme**

Je nach Bundesland und Kommune gibt es zudem kommunale Förderangebote, die sich teilweise mit anderen Mitteln kombinieren lassen.

Für die Planung solcher Sanierungen und die damit einhergehende Beantragung von Fördermitteln sollte ein zugelassener Energieberater/Energie-Effizienz-Experte hinzugezogen werden, der den Ist-Zustand analysiert und einen individuellen Sanierungsfahrplan (iSFP) mit den entsprechenden Fördermöglichkeiten erstellt. Bei manchen Anträgen ist die Einbindung eines solchen Beraters vorausgesetzt.

#### **Sanierung lohnt sich**

Eine energetische Sanierung senkt die Verbrauchswerte und reduziert die jährlichen Heizkosten sowie die damit verbundenen CO<sub>2</sub>-Emissionen und schafft ein Klima zum Wohlfühlen.

# BILDNACHWEISE

Kapitel	Seitenzahl
<b>7. Sanierung</b> .....	<b>1-20</b>
7.1.1. Sanierung und nachträgliche Wärmedämmung .....	1
<b>Grafik</b>	
Energieverluste über die Außenwand	
Quelle: <a href="http://heizung.de/heizung/wissen/waermeverlust-im-haus-top-5-faktoren/">heizung.de/heizung/wissen/waermeverlust-im-haus-top-5-faktoren/</a>	
7.2.1. Energetische Sanierung.....	4
<b>Tabelle</b>	
Höchstwerte von Außenbauteilen bei Änderung an bestehenden Gebäuden	
© Anlage 7 (zu § 48) Bundesgesetzblatt Teil I 2020 Nr. 37 vom 13.08.2020 <a href="http://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBl&amp;bk=BundesanzeigerBGBl&amp;start">www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBl&amp;bk=BundesanzeigerBGBl&amp;start</a>	
7.3.2. Fassadenbekleidung mit keramischen Riemchen.....	8
<b>Bilder</b>	
Die Oberflächen	
© Initiative Bauen mit Backstein	
7.3.2. Fassadenbekleidung mit keramischen Riemchen und WDVS.....	9
<b>Grafik</b>	
Detail Prinzip	
© Initiative Bauen mit Backstein	
7.3.3. Nachträgliche Fassadenbekleidung mit keramischen Riemchen .....	11
<b>1 Bild</b>	
Fugenleitsystem	
© Initiative Bauen mit Backstein	
7.3.3. Nachträgliche Fassadenbekleidung mit keramischen Riemchen .....	12
<b>6 Bilder</b>	
Riemchenverlegung DIN 12004	
© Initiative Bauen mit Backstein	
7.3.4. Aus einschalig wird zweischalig – Mehr als Substanzschutz .....	13
<b>2 Grafiken</b>	
Prinzip	
© Initiative Bauen mit Backstein	
7.3.5. Neuverblendung mit Abriss der alten Verblendschale.....	14
<b>Grafik</b>	
Prinzip	
© Initiative Bauen mit Backstein	

# BILDNACHWEISE

Kapitel	Seitenzahl
7.3.6. Neuverblendung bestehender Putzfassaden ..... 15	
<b>Grafik</b>	
Prinzip	
© Initiative Bauen mit Backstein	
7.3.7. Luftschicht mit nachträglicher Kerndämmung .....16	
<b>Grafik</b>	
Prinzip	
© Initiative Bauen mit Backstein	
7.3.8. Erhaltung mit Innendämmung .....17	
<b>Grafik</b>	
Innendämmung richtig Ausführen	
Quelle: sanier.de/daemmung/anwendungsgebiete/fassaden- daemmung/innendaemmung	
7.4.1. Rekonstruktion – Weiterbauen ..... 19	
<b>Bild oben</b>	
Fritz-Höger-Preis 2017, Haus am Markt Beckum, hehnpohl architektur	
© hehnpohl architektur	
<b>Bild Mitte</b>	
Fritz-Höger-Preis 2020, Wohnhaus Schiffahrter Damm Münster, Reinhard Martin Architekt BDA © Jens Kirchner	
<b>Bild unten</b>	
Fritz-Höger-Preis 2017, Anneliese Brost Musikforum Ruhr, Bochum, bez+kock architekten © Brigida González	

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>8.</b>	<b>Baukosten / Ausschreibung</b> .....	<b>1-7</b>
8.1.1.	Baukosten im Überblick .....	1-3
8.2.1.	Baurecht .....	4
8.2.2.	Baurecht – Kalkulation .....	5
8.3.1.	Ausschreibungsgrundlagen .....	6-7

## 8. BAUKOSTEN

### 8.1.1. BAUKOSTEN IM ÜBERBLICK

#### Zweischalig – langfristig wirtschaftlich

Die Parameter jeder Bauaufgabe sind individuell – von der Bauwerksgeometrie, den individuellen Bedingungen vor Ort über die Lage bis zu Stein- und Verarbeitungsart und vielen weiteren Faktoren. Daher lassen sich die zu erwartenden Kosten nur durch eine konkrete Baukostenplanung genau schätzen.

Hinzu kommen regionale Arbeits- und Lohnstrukturen sowie wirtschaftliche Faktoren, die Preise beeinflussen können.

Die Gesamtbetrachtung aller Gebäudekosten ist die sogenannten Lebenszykluskostenanalyse (engl.: life cycle costs = LCC). Die Lebenszykluskosten lassen sich in vier Bereiche einteilen: Projektentwicklungskosten, Errichtungskosten, Nutzungskosten sowie Verwertungs- und Entsorgungskosten.

Die Betrachtung der Wirtschaftlichkeit von Bauweisen zeigt, dass die zweischalige Wand aus Verblendmauerwerk erhebliche Kostenvorteile gegenüber anderen Bauweisen hat. Das zeigt sich vor allem in der mittel- und langfristigen Bilanzierung des Bauunterhalts bzw. der Nutzung.

## 8. BAUKOSTEN

### 8.1.1. BAUKOSTEN IM ÜBERBLICK

#### Kostenfaktoren

Arbeitsaufwand, Baustoffbedarf und die damit verbundenen Kosten für Mauerwerksarbeiten sind abhängig von der Lage, Geometrie und Detailausprägung des Bauwerks (z. B. Ziermauerwerk; individuelle Steine; großflächiges Mauerwerk; Einsatz von Fertigelementen). Auch die Anzahl und Art der Öffnungen, die verwendeten Steinformate, die Fugenausbildung und Verfüguungsart beeinflussen die Kosten.

Zu beachten sind weiterhin Baunebenkosten wie Mauerhilfen, erforderliche Arbeits- und Schutzmaßnahmen.

Kosten, die sich nicht direkt einzelnen Teilleistungen zurechnen lassen, werden als Gemeinkosten erfasst, wie z. B. die Kosten der Baustelleneinrichtung, der Bauleitung, der Hilfslohne und Nebenstoffe sowie die Allgemeinen Geschäftskosten.

Zweischalige Wände werden bei der Kalkulation in Vor- und Hintermauerschale unterschieden.

#### Arbeitszeitrichtwerte

Die Arbeitszeitrichtwerte geben den Aufwand eines Mitarbeiters an, die er für die Ausführung einer Einheit eines Gewerkes benötigt. Grundlage dessen sind unabhängige Messungen, die vom Bundesausschuss Leistungslohn erfasst werden.

Arbeitszeitrichtwerte

► [ZTV-SHOP.DE](https://www.ztv-shop.de)

#### Auswahl der wichtigsten Kostenfaktoren zur Umsetzung einer Baumaßnahme innerhalb des Lebenszyklus von Gebäuden:

- Lage (je Bundesland und Stadt unterschiedlich, Baukostenindex und Bodenrichtwert)
- Finanzierungskosten
- Grundstück, Grundbuch, Grunderwerbssteuer, Maklercourtage, Notarkosten, Erbbaurecht
- Erschließung
- Errichtung, Bauwerkskosten
- Gebäudetyp, Größe, Geometrie des Gebäudes
- Materialität Baustoffwahl, Ausstattung
- Unterhaltungskosten
- Instandhaltungskosten: Lebenszyklus und technische Lebensdauer von Baukonstruktionen und TGA (Austauschzyklen)
- Rückbau, Baustofftrennung und -verwertung

## 8. BAUKOSTEN

### 8.1.1. BAUKOSTEN IM ÜBERBLICK

Instandsetzungsintervalle und Kosten nach BKI – Positionen Altbau 2021

Instandsetzungsintervalle und Instandsetzungskosten ausgewählter Bauteile im Wohnungsbau (Auszug)				
Bauteil, Art der Leistung	Instandsetzungsintervall <sup>1</sup> (Jahre)	Kostenpositionen <sup>2</sup> (EUR/m <sup>2</sup> )	Kosten nach 80 Jahren <sup>3</sup> (EUR/m <sup>2</sup> )	Jährliche Kosten im Betrachtungszeitraum (EUR/m <sup>2</sup> )
<b>Außenwand mit Verblendmauerwerk</b>			<b>28,37</b>	<b>0,35</b>
Verfugung ausbessern	20 <sup>4</sup>	30,00	19,79	0,25
Gerüstvorhaltung	20	8,90	5,87	0,07
Mauerwerk säubern	40 <sup>4</sup>	12,50	2,70	0,03
<b>Außenwand mit Putzfassade</b>			<b>67,33</b>	<b>0,84</b>
Neuer Anstrich	15	15,80	15,02	0,19
Putzausbesserung	15 <sup>4</sup>	40,00	38,04	0,48
Gerüstvorhaltung (für Ausbesserungsarbeiten und Anstrich)	15	8,90	8,46	0,11
Neuer Außenputz (auf monolithischer Tragschicht)	40	18,00	3,89	0,05
Gerüstvorhaltung (für Außenputzerneuerung)	40	8,90	1,92	0,02
<b>Außenwand aus Holzständerwerk mit Holzschalung</b>			<b>78,16</b>	<b>0,98</b>
Streichen (Anstrich, Lack, Lasur)	8	21,60	38,54	0,48
Gerüstvorhaltung (für Streichen)	8	8,90	15,88	0,20
Neue Holzfassadenbekleidung mit Tragkonstruktion	40	101,00	21,82	0,27
Gerüstvorhaltung (für Erneuerung der Holzfassadenbekl.)	40	8,90	1,92	0,02
<b>Außenwand mit Wärmedämmverbundsystem</b>			<b>132,76</b>	<b>1,66</b>
Reinigung und Pflege	5 <sup>4</sup>	6,00	14,33	0,18
Gerüstvorhaltung	5	8,90	21,26	0,27
Putzausbesserung	10 <sup>4</sup>	40,00	42,16	0,53
Neues WDVS, Dämmung 120 mm + mineral. Außenputz	30	101,33	50,56	0,63
Gerüstvorhaltung (für neues WDVS)	30	8,90	4,44	0,06

<sup>1</sup> technische Nutzungsdauern nach BNB-Nutzungsdauertabelle. Bei sich überschneidenden Instandsetzungsintervallen wurden diese bei der dynamischen Barwertberechnung entsprechend berücksichtigt

<sup>2</sup> Kosten nach BKI – Baukosten für Positionen Altbau 2021

<sup>3</sup> Kosten nach dyn. Barwertberechnung mit jährlicher Preissteigerung 2% (Baupreise) und jährl. Zinssatz 2,5%

<sup>4</sup> Erfahrungswerte / Allgemeine Erkenntnisse aus Zweischaligem Mauerwerksbau

## 8. BAUKOSTEN

### 8.2.1. BAURECHT

#### Baurecht

Im Baurecht sind öffentliches und privates Baurecht zu unterscheiden. Das öffentliche Baurecht regelt die Zulässigkeit von Bauvorhaben zwischen dem Bauherren und dem Land. Das private Baurecht regelt das Vertragliche zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer (Planer). Daneben gibt es weitere Gesetze und Verordnungen.

Die Baukosten sind die Kosten, die für die Erstellung des Gebäudes anfallen. Diese lassen sich in Grundstückskosten, Errichtungs- oder Herstellungskosten und Baunebenkosten aufschlüsseln.

Um ein Gebäude zu erstellen, ist die Zulässigkeit von Bauvorhaben im Baugesetzbuch und der jeweiligen Landesbauordnung verankert. Es ist zu prüfen, wo das Gebäude liegt, das heißt ob es im Geltungsbereich eines Bebauungsplanes, im nicht beplanten Innenbereich oder im Außenbereich liegt. Generell muss kein Bebauungsplan vorliegen, um ein Gebäude errichten zu können.

Zudem ist zu prüfen, ob das Grundstück frei von Lasten Dritter ist (zum Beispiel sogenanntes Erbbaurecht).

Das zuständige Bauamt gibt Auskunft über die örtlichen und rechtlichen Gegebenheiten und darüber, welche Formalien eingehalten werden müssen. Das Stellen einer Bauvoranfrage kann im ersten Schritt sinnvoll sein.

#### Baurechtliche Vorgaben

##### 1. Öffentliches Baurecht:

Bauplanungsrecht auf Bundesebene (BauGB und BauNVO)

Bauordnungsrecht auf Landesebene (Landes BauO)

- Flächennutzungsplan (vorbereitender Bauleitplan)

- Bebauungsplan (verbindlicher Bauleitplan)

##### 2. Privates Baurecht

BGB Bürgerliches Gesetzbuch

VOB Vergabe und Vertragsordnung für Bauleistungen

HOAI Honorarordnung für Architekten und Ingenieure

## 8. BAUKOSTEN

### 8.2.2. BAURECHT – KALKULATION

#### Errichtungskosten und Nutzungskosten

Die *DIN 276:2018-12 – Kosten im Bauwesen* stellt die rechtliche Grundlage, um die Baukosten zu ermitteln. Die *DIN 277: 2021-08* bietet die Berechnungsgrundlage zur Flächen- und Mengenermittlung und legt Bezugseinheiten für die Kostenermittlung im Bauwesen fest. Die Nutzungskosten für den Hochbau sind in der *DIN 18960:2020-11 – Nutzungskosten im Hochbau* aufgeführt. Die *DIN 32736: 2000-08* erfasst die Gesamtheit aller Leistungen zum Betreiben und Bewirtschaften von Gebäuden.

Die Datenbank des *Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammer, BKI* erfasst in regelmäßigen Abständen Kosten und Kostenkennwerte sowie Flächen und Rauminhalte fertiggestellter Bauten in Deutschland und liefert die Datengrundlage zur Schätzung von Kosten. Der aktuelle Baupreisindex ist somit in den BKI-Baukosten bereits berücksichtigt.

#### Kostenermittlung nach DIN 276

Die folgenden Kostengruppen dienen dazu, die entsprechenden Berechnungen für die Baukosten vornehmen zu können.

- KG 100: Grundstück
- KG 200: Vorbereitende Maßnahmen
- KG 300: Bauwerk – Baukonstruktion
- KG 400: Bauwerk – Technische Anlagen
- KG 500: Außenanlagen und Freiflächen
- KG 600: Ausstattung und Kunstwerk
- KG 700: Baunebenkosten
- KG 800: Finanzierung

Weitere Informationen  
zur Kostenschätzung:

▶ [BAUPROFESSOR.DE/KOSTEN-SCHAETZUNG-NACH-DIN-276/](https://www.bauprofessor.de/kosten-schaetzung-nach-din-276/)

Zuerst wird der Kostenrahmen in der Bedarfsplanung festgelegt, dieser dient als Ausgangspunkt eines Bauvorhabens. Die Kostenschätzung (Kostengruppe Ebene 1) erfolgt in der Vorplanung und trifft bereits erste Aussagen über die Gesamtkosten. Meist erfolgt diese über Kostenrichtwerte. Die Kostenberechnung (Kostengruppe Ebene 2) wird anhand der Grundlagenermittlung in der Entwurfsplanung bauteilbezogen aufgestellt. Beide Verfahren basieren auf Erfahrungswerten und Schätzungen. In der dritten Phase, der Ausschreibung und Vergabe, erfolgt der Kostenanschlag (Kostengruppe Ebene 3) nach genauer Ermittlung unter Markteinfluss. Die Kostenfeststellung, nach Abschluss der Baumaßnahmen, beinhaltet die tatsächlich entstandenen Kosten.

## 8. BAUKOSTEN

### 8.2.2. BAURECHT – KALKULATION

Kostengruppen inkl. Kostengliederung in Ebenen nach DIN 276

#### Beispiel – KG 300: Bauwerk - Baukonstruktion

1.Ebene	2.Ebene	3.Ebene	Beschreibung
300			Bauwerk – Baukonstruktion
	310		Baugrube/Erdbau
		311	Herstellung
		312	Umschließung
		...	...
	320		Gründung
		321	Baugrundverbesserung
		...	...

## 8. BAUKOSTEN

### 8.3.1. AUSSCHREIBUNGSGRUNDLAGEN

#### Die Leistungsbeschreibung

Eine Leistungsbeschreibung besteht aus einer Baubeschreibung und einem Leistungsverzeichnis (LV), welches die verschiedenen Leistungen/Gewerke und Teilleistungen (Positionen) beschreibt, die zu erbringen sind. Diese basieren auf den ermittelten Mengenangaben nach *DIN 277*. Normalerweise wird zu Einheitspreisen ausgeschrieben. Mustertexte finden sich beispielsweise im Standardleistungsbuch für das Bauwesen (StLB), herausgegeben vom *DIN Deutsches Institut für Normung*.

#### Ausschreibung Mauerarbeiten nach ATV Mauerarbeiten – DIN 18330

Die *DIN 18330:2019-09 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Mauerarbeiten*: Diese Norm legt die allgemeinen technischen Vertragsbedingungen fest, die für Mauerarbeiten bezüglich der Baustoffe, der Ausführung, der Haupt- und der Nebenleistungen sowie der Abrechnung gelten.<sup>1</sup>

Weitere Informationen  
zur ATV Mauerarbeiten

► [DIN 18330](#)

#### VOB

Die Basis für die Vergabe von Bauleistungen ist die Vertragsordnung für Bauleistungen, diese besteht aus den Teilen A,B und C. Es gibt verschiedene Vertragsmodelle, der Regelvertrag ist der Leistungsvertrag, hier werden die Bauleistungen so vergeben, dass die Vergütung nach Leistung ermittelt wird. Dabei ist zwischen dem (üblichen) Einheitspreisvertrag und dem Pauschalpreisvertrag zu unterscheiden.

In der VOB/A sind die allgemeinen Bestimmungen für die Vergabe von Bauleistungen für öffentliche Auftraggeber geregelt.

In der VOB/B sind die allgemeinen Vertragsbedingungen für die Ausführung von Bauleistungen (AVB) geregelt. Sie ergänzen die für die Bauvergabe geltenden Vorschriften des Werkvertrages des Bürgergesetzbuches (BGB), in dem die Verpflichtungen zwischen Unternehmer und Besteller vertraglich geregelt sind. Die VOB/B wird nur dadurch Vertragsbestandteil, dass eine Vertragspartei die Geltung der VOB/B im Angebot oder in der Ausschreibung zugrunde legt und die andere Vertragspartei zustimmt. Somit gilt auch automatisch die VOB/C, da sie nähere Regelungen zur Ausführung und Abrechnung der Bauvergabe beinhaltet.

In Teil VOB/C sind die allgemeinen technischen Vertragsbedingungen für Bauleistungen aufgeführt, auch ATV genannt. In der ATV DIN 18299 werden die allgemeinen Regelungen für alle Bauarbeiten aufgeführt. Außerdem umfasst die VOB/C zahlreiche spezifische Regelungen für einzelne Gewerke.

Weitere Informationen zum  
Inhaltsverzeichnis der VOB :

► [VOB-ONLINE.DE](#)

Zudem können besondere und zusätzliche Vertragsbedingungen (ZVB) je nach Einzelfall vereinbart werden. Wichtig ist, dass gewisse Nebenleistungen, wie beispielsweise die Baustelleneinrichtung, teilweise separat vereinbart werden müssen. Dies gilt auch für Projekte oder gewerkspezifische Sonderleistungen. Die Definition von Neben- und Sonderleistungen ist in der VOB/C aufgeführt.

<sup>1</sup> <https://www.baunormenlexikon.de/norm/din-18330/4549c8f4-fed0-48ef-892a-41f71a00a3c2#be236a5d-b5cf-438f-9398-1636da8fd7de>

## 8. BAUKOSTEN

### 8.3.1. AUSSCHREIBUNG

#### Vorbemerkungen

Zur Ausschreibung gehören eine Objektbeschreibung (allgemeine Baubeschreibung), Leistungsbeschreibung, Baupläne, Gutachten, Berechnungen und Nachweise. Termine mit Angaben zur Abgabe des Angebotes sowie Zuschlag- und Ausführungsfristen. Bei der Ausschreibung werden die unterschiedlichen Leistungen/Gewerke in Leistungsverzeichnissen (s. o.) beschrieben.

Außerdem müssen die allgemeinen Vertragsbedingungen und Vorbemerkungen (AVB, ATV) aufgeführt werden. Die allgemeinen Vertragsbedingungen können durch die zusätzlichen Vertragsbedingungen (ZVB) ergänzt werden. Zu diesen gehören auch die technischen Vertragsbedingungen (ZTV) und besonderen Vertragsbedingungen (BVB).

Für die Ausführung und Ausschreibung der zweischaligen Wand gelten alle Empfehlungen und Ausführungen der vorherigen Kapitel.

Die Besonderheiten für die Ausschreibung von Mauerarbeiten ist in der *ATV Mauerarbeiten – DIN 18330* aufgeführt.

Grundlage für alle Ausschreibungen ist die *DIN EN 1996 (EC 6) – Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten*.

Weitere Informationen zur Ausschreibung und Ausschreibungsmuster:

▶ [BACKSTEIN.COM](https://www.backstein.com)

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>9.</b>	<b>Technische Regeln (Normen)</b> .....	<b>1-10</b>
9.1.1.	1. Baustoffkunde .....	1
9.2.1.	2. Konstruktion .....	2-3
9.3.1.	3. Energiesparendes Bauen / Gebäudeenergiegesetz.....	4
9.4.1.	5. Bauphysik.....	5-6
9.5.1.	6. Ausführungsempfehlungen.....	7
9.6.1.	7. Sanierung.....	8
9.7.1.	8. Baukosten.....	9
9.8.1.	Weitere .....	10

## **9. TECHNISCHE REGELN**

### **9.1.1. 1. BAUSTOFFKUNDE**

Die wichtigsten Normen im Zusammenhang mit Verblendmauerwerk  
(ohne Anspruch auf Vollständigkeit)

#### **Definition von Ziegeln für Verblendmauerwerk (Backstein)**

Europäische Mauerziegelnorm

DIN EN 771-1:2015-11

Festlegungen für Mauersteine – Teil 1: Mauerziegel; Deutsche Fassung

EN 771-1:2011+A1:2015

Die detaillierte Mauerziegelnorm ist in der gesamten EU gültig und beschreibt sämtliche Regelungen zu Ausgangsstoffen, Herstellung und Anforderungen. Außerdem beschreibt sie ein europaweit vereinheitlichtes Verfahren für die Kennzeichnung und Materialprüfung von Mauerziegeln.

DIN 20000-401:2017-01

Festlegungen für Mauersteine – Teil 1:

Mauerziegel; Deutsche Fassung EN 771-1:2011+A1:2015

Die normgerechte Definition von Backstein als Vormauerstein, die als nationale Norm für die Verwendung von Mauerziegeln nach DIN EN 771-1 steht.

DIN 105-4: 2019-01

Mauerziegel – Teil 4: Keramikklinker

## 9. TECHNISCHE REGELN

### 9.2.1. 2. KONSTRUKTION

#### Formate und Maßordnung

DIN 4172:2015-09

Maßordnung im Hochbau

Die deutschen Formate basieren auf dem oktametrischen Maßsystem.

Hinweis: Außerhalb des oktametrischen Maßsystemes gibt es eine Reihe von traditionellen Lokalformaten und überlieferten historischen Formaten und Form- und Spezialsteine.

#### Statik

DIN EN 1996 Teile 1-3

Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten -

Teil 1-1: Allgemeine Regeln für bewehrtes und unbewehrtes Mauerwerk;  
Deutsche Fassung EN 1996-1-1:2005+A1:2012

Teil 1-2: Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall:  
2011-04; Deutsche Fassung EN 1996-1-2:2005 + AC:2010

Teil 2: Planung, Auswahl der Baustoffe und Ausführung von Mauerwerk:  
2010-12; Deutsche Fassung EN 1996-2:2006 + AC:2009

Teil 3: Vereinfachte Berechnungsmethoden für unbewehrte Mauerwerks-  
bauten: 2010-12; Deutsche Fassung EN 1996-3:2006 + AC:2009

Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten. Im EC 6 werden  
zwei Ausführungsvarianten für zweischalige Wandkonstruktionen auf-  
geführt.

DIN EN 1991-1-4:2010-12

Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-4: Allgemeine Einwir-  
kungen – Windlasten; Deutsche Fassung EN 1991-1-4:2005 + A1:2010 +  
AC:2010

DIN EN 845-1:2016-12

Festlegungen für Ergänzungsbauteile für Mauerwerk – Teil 1:  
Maueranker, Zugbänder, Auflager und Konsolen; Deutsche Fassung  
EN 845-1:2013+A1:2016

#### Dämmung

DIN 4108-10:2021-11

Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 10:  
Anwendungsbezogene Anforderungen an Wärmedämmstoffe

DIN EN 13162:2015-04

Wärmedämmstoffe für Gebäude – Werkmäßig hergestellte Produkte aus Mi-  
neralwolle (MW) – Spezifikation; Deutsche Fassung EN 13162:2012+A1:2015

DIN 18164 T1EErII MV:1993-02

Einführung technischer Baubestimmungen; DIN 18164 Teil 1; Schaumkunst-  
stoffe als Dämmstoffe für das Bauwesen; Dämmstoffe für die Wärme-  
dämmung; Ausgabe 08.92

Aktualisierungen / Überarbeitung  
bis 2027

← EUROCODE 6

## 9. TECHNISCHE REGELN

### 9.2.1. 2. KONSTRUKTION

#### Mörtel

DIN EN 998-1:2017-02

Festlegungen für Mörtel im Mauerwerksbau – Teil 1: Putzmörtel;  
Deutsche Fassung EN 998-1:2016

DIN EN 998-2:2017-02

Festlegungen für Mörtel im Mauerwerksbau – Teil 2: Mauermörtel; Deutsche  
Fassung EN 998-2:2016

DIN 18580:2019-06

Baustellenmauermörtel

DIN 18550-1:2018-01

Planung, Zubereitung und Ausführung von Außen- und Innenputzen – Teil 1:  
Ergänzende Festlegungen zu DIN EN 13914-1:2016-09 für Außenputze

DIN EN 197-1:2011-11

Zement – Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitäts-  
kriterien von Normalzement; Deutsche Fassung EN 197-1:2011

DIN EN 459-1:2015-07

Baukalk – Teil 1: Begriffe, Anforderungen und Konformitätskriterien;  
Deutsche Fassung EN 459-1:2015

#### Elektroinstallation

DIN 18015-1:2020-05

Elektrische Anlagen in Wohngebäuden – Teil 1: Planungsgrundlagen  
Hinsichtlich der Errichtungsbestimmungen elektrische Anlagen

DIN 18015-3:2016-09

Elektrische Anlagen in Wohngebäuden – Teil 3: Leitungsführung und  
Anordnung der Betriebsmittel

DIN VDE 0100-410:2018-10

Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 4-41: Schutzmaßnahmen –  
Schutz gegen elektrischen Schlag (IEC 60364-4-41:2005, modifiziert  
+ A1:2017, modifiziert); Deutsche Übernahme HD 60364-4-41:2017 +  
A11:2017

DIN VDE 0100-460:2018-06

Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 4-46: Schutzmaßnahmen –  
Trennen und Schalten; Deutsche Übernahme HD 60364-4-46:2016 +  
A11:2017

DIN VDE 0100-510:2014-10

Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 5-51: Auswahl und  
Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Allgemeine Bestimmungen  
(IEC 60364-5-51:2005, modifiziert); Deutsche Übernahme HD  
60364-5-51:2009 + A11:2013

## 9. TECHNISCHE REGELN

### 9.3.1. 3. ENERGIESPARENDES BAUEN / GEBÄUDEENERGIEGESETZ

#### Gebäudeenergiegesetz GEG 2020

Das GEG ersetzt Energieeinsparungsgesetz (EnEG), Energieeinsparverordnung (EnEV) und Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) und stellt Anforderungen an Neubauten sowie bestehende Gebäude, welche gesetzlich verpflichtend einzuhalten sind.

Gesetz zur Vereinheitlichung des Energieeinsparrechts für Gebäude zur Änderung weiterer Gesetze

◀ GEG BUNDESANZEIGER

#### DIN EN ISO 6946:2018-03

Bauteile – Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient – Berechnungsverfahren (ISO 6946:2017); Deutsche Fassung  
EN ISO 6946:2017

#### DIN 4108-4:2020-11

Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 4: Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte

#### DIN V 18599-Teile 1 bis 10:2018-09

Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung

## 9. TECHNISCHE REGELN

### 9.4.1. 5. BAUPHYSIK

#### **Wärmeschutz**

DIN 4108-2:2013-02

Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz

DIN 4108 Beiblatt 2:2019-06

Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden; Beiblatt 2: Wärmebrücken – Planungs- und Ausführungsbeispiele, mit CD-ROM

#### **Feuchteschutz**

DIN 4108-3:2018-10

Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz – Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung

DIN 18195:2017-07

Abdichtung von Bauwerken – Begriffe

DIN 18533-2:2017-07

Abdichtung von erdberührten Bauteilen – Teil 2: Abdichtung mit bahnenförmigen Abdichtungsstoffen, geändert durch DIN 18533-2/A1:2020-11 – Abdichtung von erdberührten Bauteilen – Teil 2: Abdichtung mit bahnenförmigen Abdichtungsstoffen; Änderung A1

DIN 18531-3:2017-07

Abdichtung von Dächern sowie von Balkonen, Loggien und Laubengängen – Teil 3: Nicht genutzte und genutzte Dächer – Auswahl, Ausführung, Details

#### **Schallschutz**

DIN 4109-1:2018-01

Schallschutz im Hochbau – Teil 1: Mindestanforderungen  
Schallschutz im Hochbau; Anforderungen und Nachweise

DIN 4109-2:2018-01

Schallschutz im Hochbau – Teil 2: Rechnerische Nachweise der Erfüllung der Anforderungen

DIN 4109-31:2016-07

Schallschutz im Hochbau – Teil 31: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Rahmendokument

DIN 4109-32:2016-07

Schallschutz im Hochbau – Teil 32: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Massivbau

DIN 4109-5:2020-08

Schallschutz im Hochbau – Teil 5: Erhöhte Anforderungen

## **9. TECHNISCHE REGELN**

### **9.4.1. 5. BAUPHYSIK**

#### **Brandschutz**

DIN 4102-4:2016-05

Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile

DIN EN 13501-1:2019-05

Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten – Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten

## **9. TECHNISCHE REGELN**

### **9.5.1. 6. AUSFÜHRUNGSEMPFEHLUNGEN**

DIN EN 1996-2:2010-12

Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten – Teil 2: Planung, Auswahl der Baustoffe und Ausführung von Mauerwerk; Deutsche Fassung EN 1996-2:2006 + AC:2009

DIN EN 12004-1:2017-05

Mörtel und Klebstoffe für keramische Fliesen und Platten – Teil 1: Anforderungen, Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit, Einstufung und Kennzeichnung; Deutsche Fassung EN 12004-1:2017

## 9. TECHNISCHE REGELN

### 9.6.1. 7. SANIERUNG

#### Gebäudeenergiegesetz GEG 2020

Das GEG ersetzt Energieeinsparungsgesetz (EnEG), Energieeinsparverordnung (EnEV) und Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) und stellt Anforderungen an die zu sanierende Bausubstanz.

Gesetz zur Vereinheitlichung des Energieeinsparrechts für Gebäude zur Änderung weiterer Gesetze

◀ [GEG BUNDESANZEIGER](#)

DIN 18515-1:2017-08

Außenwandbekleidungen – Grundsätze für Planung und Ausführung – Teil 1: Angemörtelte Fliesen oder Platten  
(Diese Norm wird derzeit überarbeitet.)

DIN 55699:2017-08

Anwendung und Verarbeitung von außenseitigen Wärmedämm-Verbundsystemen (WDVS) mit Dämmstoffen aus expandiertem Polystyrol-Hartschaum (EPS) oder Mineralwolle (MW)

## 9. TECHNISCHE REGELN

### 9.7.1. 8. BAUKOSTEN

#### Errichtungskosten und Nutzungskosten

DIN 276:2018-12

Kosten im Bauwesen

DIN 277:2021-08

Grundflächen und Rauminhalte im Hochbau

DIN 18960:2020-11

Nutzungskosten im Hochbau

DIN 32736:2000-08

Gebäudemanagement – Begriffe und Leistungen

Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammer, BKI

DIN 18330:2019-09

VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Mauerarbeiten

DIN 18299:2019-09

VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Allgemeine Regelungen für Bauarbeiten jeder Art

VOB/A: Allgemeine Bestimmungen für die Vergabe von Bauleistungen

VOB/B: Ausführung von Bauleistungen (AVB)

VOB/C: Definition von Neben- und Sonderleistungen

ZVB: Zusätzliche Vertragsbedingungen

ZTV: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen

BVB: Besondere Vertragsbedingungen

## **9. TECHNISCHE REGELN**

### **9.8.1. WEITERE**

DIN 55699:2017-08

Anwendung und Verarbeitung von außenseitigen Wärmedämm-Verbundsystemen (WDVS) mit Dämmstoffen aus expandiertem Polystyrol-Hartschaum (EPS) oder Mineralwolle (MW)

#### **Bauaufsichtliche Zulassungen**

Das Deutsche Institut für Bautechnik erteilt auf Antrag durch einen Systemherstellers eine sog. allgemeine Bauartgenehmigung, auch bauaufsichtliche Zulassung genannt.