

# 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

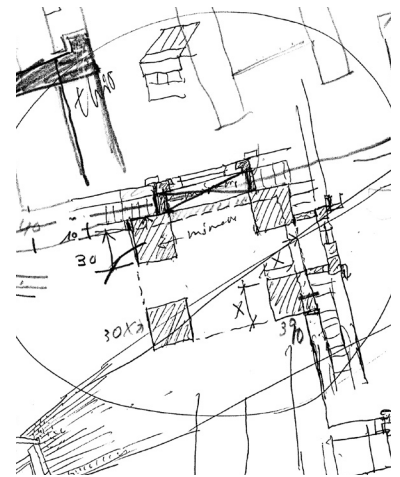
Die konstruktiven Gesetzmäßigkeiten des Mauerwerksbaus bestimmen Form, Fassaden- und Grundrissgestaltung von Gebäuden. Die Architektur des Mauerwerksbaus ist das Resultat aus dem Zusammenwirken von Material, Bauweise und Bauprozess. Steinqualitäten und Techniken, insbesondere deren Weiterentwicklung, 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.

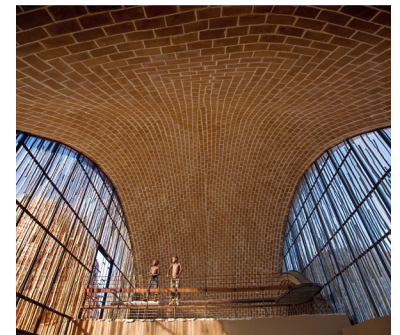
Mit der zweischaligen Wand eröffnen sich für den Mauerwerksbau neue Dimensionen. Entwickelt zum Schlagregenschutz in den Küstengebieten, erfüllt die zweischalige Bauweise heute insbesondere die hohen Ansprüche an den Wärme- und Schallschutz. Die Regeln der Bauphysik fordern multifunktionale Gebäudehüllen, 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

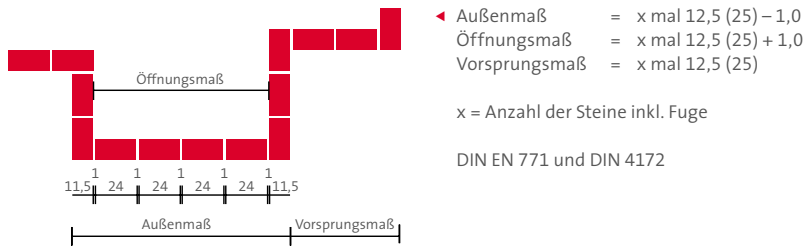
### 2.1.2. MASSORDNUNG

#### 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 Multimodule 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.

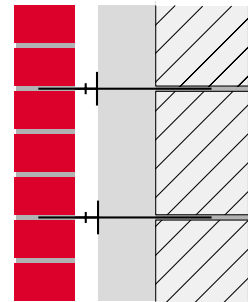
##### b) ganz mit Wärmedämmung ausgefüllt

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

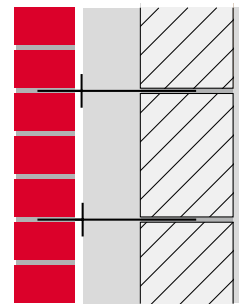
#### 2. Zweischalige Außenwand mit Luftschicht

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

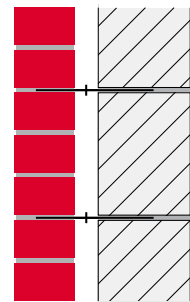
#### ZWEISCHALIGE AUßENWAND



▲ 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.

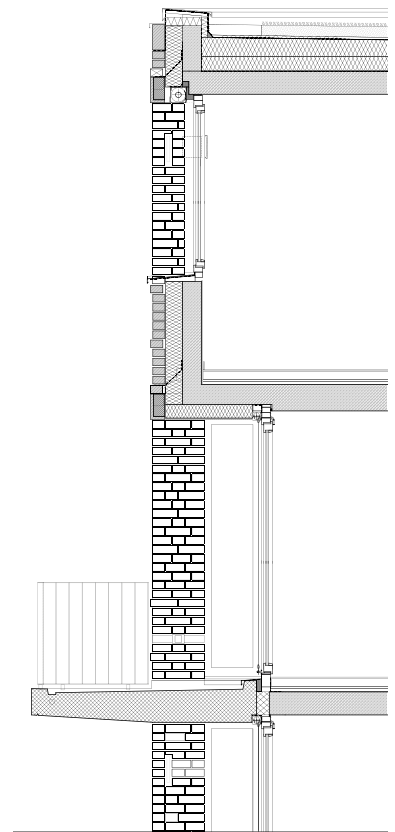
Auf die vollfugige Vermauerung der Verblendschale und die sachgemäße Verfü gung der Sichtflächen ist besonders zu achten. Entwässerungsöffnungen können nach DIN EN 1996 angeordnet werden.

#### 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.

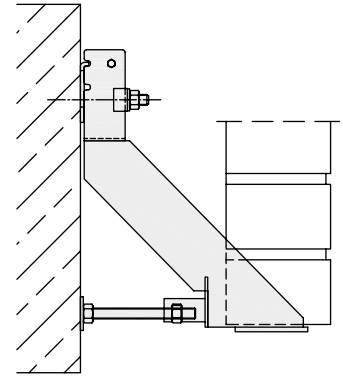
Für die Abfangung stehen Einzelkonsolanker, Winkelkonsolanker mit Aufhängeschlaufen für Stürze, Fertigteilsturz-Abfangungen, Attikaverblendanker und Einmörtelkonsolen aus Edelstahl zur Verfügung.

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®

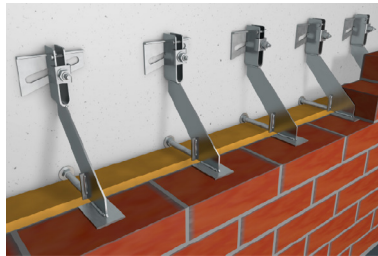


▲ Ausführungsbeispiel: Abfangung Sturz

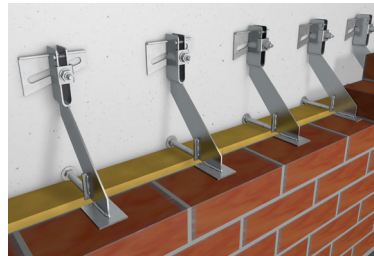
## 2. KONSTRUKTION

### 2.3.2. STATIK – ABFANGUNGEN

#### ABFANGUNGEN AUSFÜHRUNGSBEISPIELE



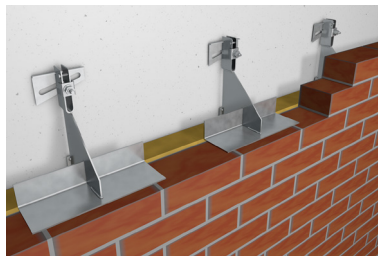
- ▲ EK-D-Justierbare Druckschraube  
Laststufen: 3,5 kN–25 kN,  
Wandabstände: 20 mm–370 mm,  
Höhenjustierung: ± 25 mm



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



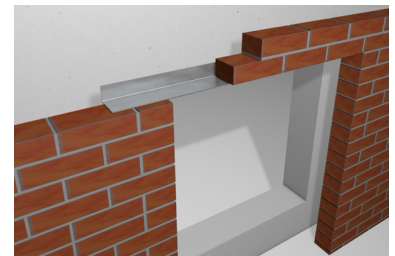
- ▲ EK-W Die flexible Lösung bei kleinen Lasten  
Laststufen: 1,8 kN–3,5 kN,  
Wandabstände: 20 mm–370 mm,  
Höhenjustierung: ± 25 mm



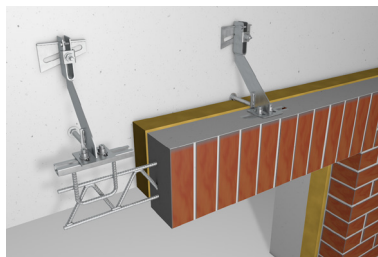
- ▲ EK-L Mit längerem Auflager  
Laststufen: 3,5 kN–25 kN,  
Wandabstände: 20 mm–370 mm,  
Höhenjustierung: ± 25 mm



- ▲ 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

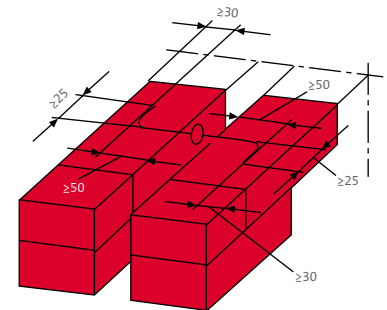
#### Allgemeine Bestimmungen Luftschichtanker DIN EN 1996

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)

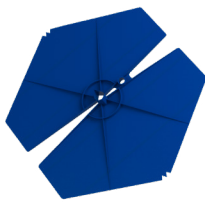
Andere für den Einsatz in der Dünnbettfuge zugelassene Anker sind erst ab 100 mm Schalenabstand zugelassen. Die Entwicklung hochwärmedämmenden Hintermauerwerks mit innen liegender Dämmung erlaubt Schalenabstände kleiner als 100 mm bis zum Minimalabstand von 40 mm.

#### BEISPIEL AUSFÜHRUNG

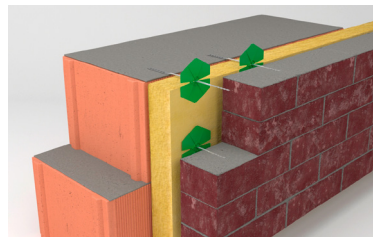


▲ Ausführungsbeispiel: Eingelegte Luftschichtanker

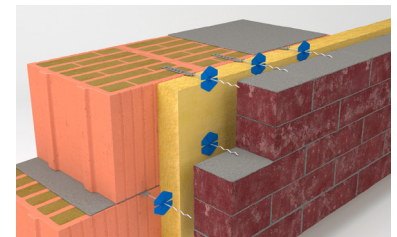
#### LUFTSCHICHTANKERTYPEN



▲ ISO-Clip Dämmstoff-Klemmscheibe



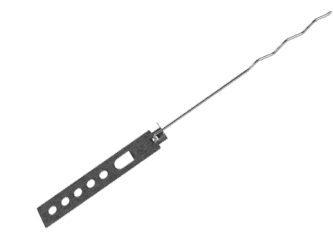
▲ Typ Multi



▲ 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 Luftschtanker PB 10 bis 250mm (Einbohren)

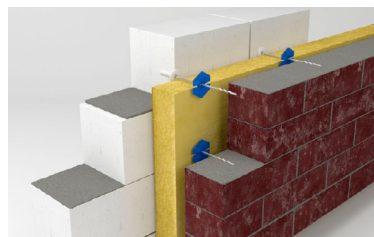
Das System findet Anwendung bei der nachträglichen Verblendung und Isolierung wo die Hintermauerschale aus Porenbeton besteht.

---

#### LUFTSCHICHTANKERTYPEN



▲ Typ Dübelanker ZV-Welle



▲ Typ Porenbeton Luftschtanker 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.

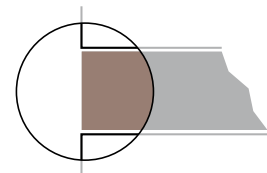
#### ◀ AKTUELLE INFORMATIONEN!

#### BEISPIEL VERBAND

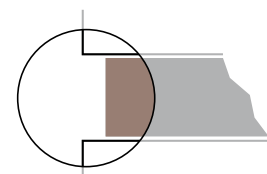


▲ Fritz-Höger-Preis 2014, Prolin, Läuferverband, WEBERWÜRSCHINGER, © Stefan Meyer

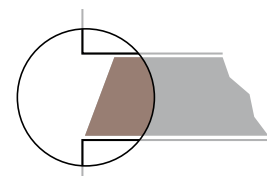
#### MÖRTELFUGEN AUSBILDUNG



▲ 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

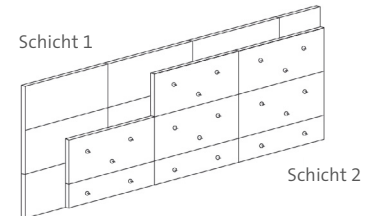
Wärmedämmplatten, ob aus Mineralfaser oder Hartschaum, sollten immer im Verband verlegt werden. Die Überdeckung von Fugen erhöht Winddichtigkeit und Luftdichtheit der Gebäudehülle. Außerdem dient dies der Vermeidung von Wärmebrücken und Tauwasserproblemen.

#### 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



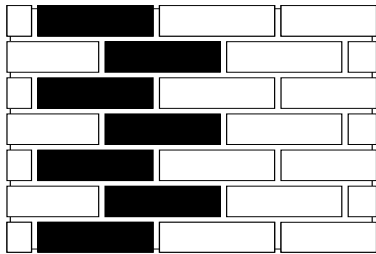
▲ Nicht fachgerechte Ausführung führt zu Kalkauslaugungen © Dipl.-Ing Steffen Haupt



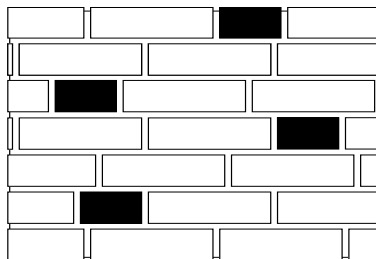
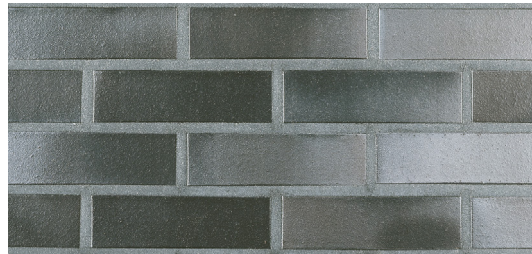
## 2. KONSTRUKTION

### 2.4.3. MAUERVERBÄNDE

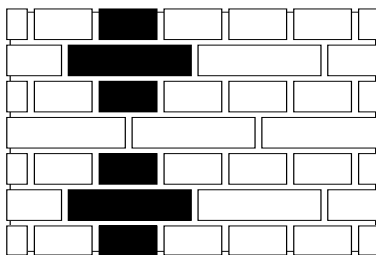
#### ARTEN DER VERBÄNDE



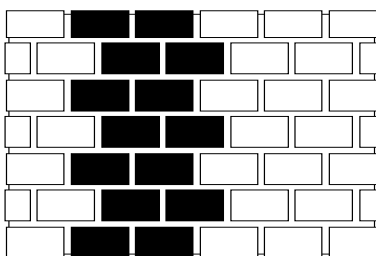
▲ Halbversetzter Läuferverband



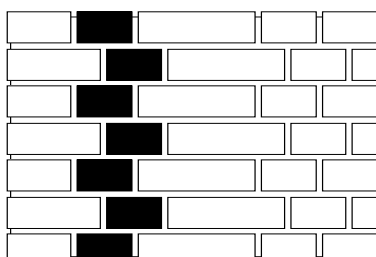
▲ Wilder Verband



▲ Kreuzverband



▲ Kopfverband/Binderverband



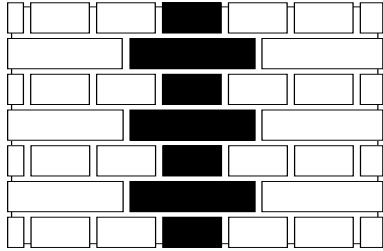
▲ Gotischer Verband



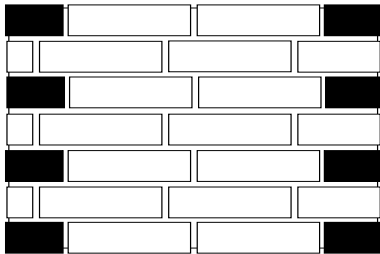
## 2. KONSTRUKTION

### 2.4.3. MAUERVERBÄNDE

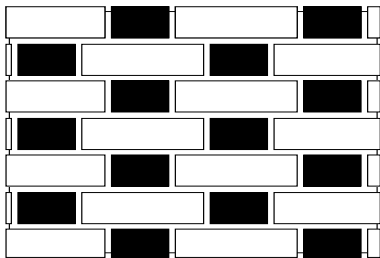
#### ARTEN DER VERBÄNDE



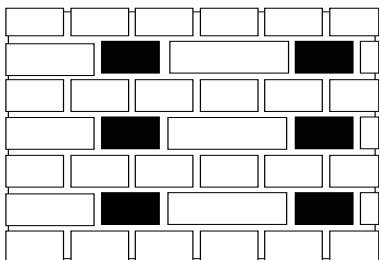
▲ Blockverband



▲ 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.letzel.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.

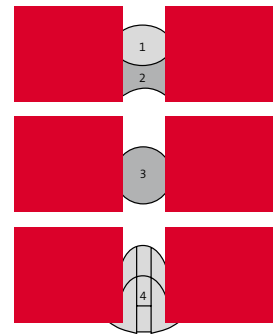
Bei der Bemessung der Fugenbreite ist besonders zu beachten, dass nur etwa 25% der Fugenbreite dauerhaft verformungswirksam, d.h. nahezu spannungsfrei wirksam, sind. Deshalb müssen die Längenänderungen aus den angrenzenden Bauteilen mit dem Faktor 4 multipliziert werden, um die Breite der Dehnungsfuge 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.

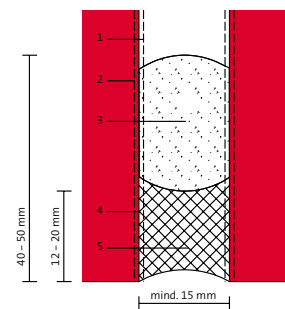
#### ◀ AKTUELLE INFORMATIONEN!

#### FUGENAUSBILDUNG MIT VERSCHIEDENEN MATERIALIEN

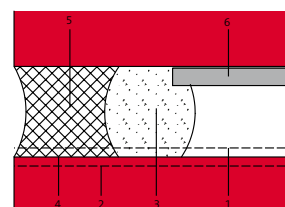


- ▲ 1 Schaumstoff
- 2 Fugenkitt
- 3 Komprimiertes Schwellband
- 4 Klemmprofil

#### DEHNUNGSFUGEN VERTIKAL



#### DEHNUNGSFUGEN HORIZONTAL



- ▲ 1 Fuge gestaut
- 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

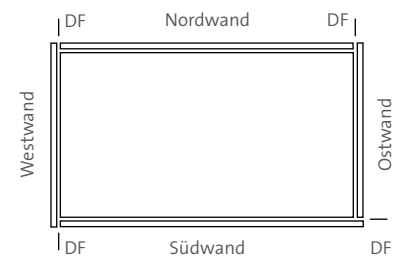
Die Lage der vertikalen Dehnungsfugen richtet sich sowohl nach der Witterungsbeanspruchung (Temperatur, Niederschlag) als auch nach den möglichen Formänderungen des Verblendschalenmauerwerks. Vertikale Dehnungsfugen sollten grundsätzlich nach einem festen Prinzip (siehe rechte Grafik) angeordnet werden. 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
Mauerziegel <sup>1)</sup>	8 ... 12

<sup>1)</sup> Kleinere Werte bei höherem irreversiblen Quellen

#### VERTIKALE DEHNUNGSFUGEN PRINZIP



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



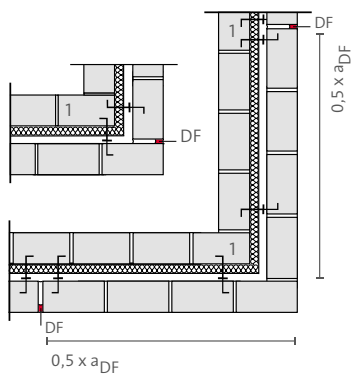
▲ Ausführungsbeispiel

## 2. KONSTRUKTION

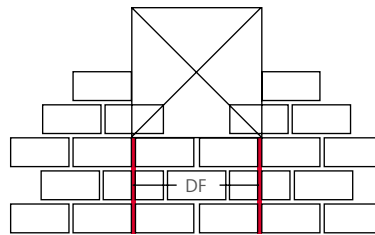
### 2.4.6. VERTIKALE DEHNUNGSFUGEN

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).

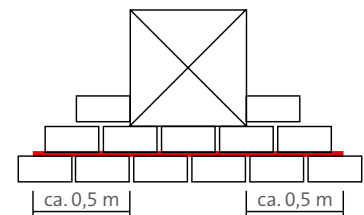
#### KONSTRUKTIONEN VON DEHNUNGSFUGEN



▲ 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

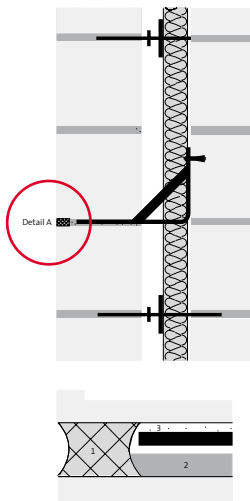
#### Horizontale Dehnungsfugen

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.

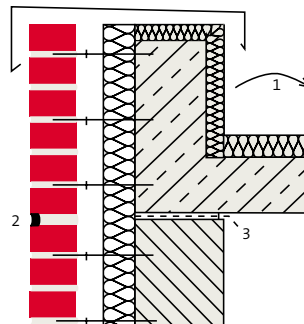
#### Attika-Verblendanker

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.

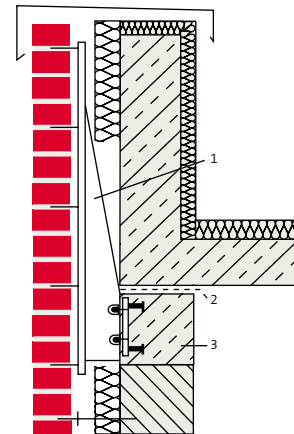
#### ANORDNUNG HORIZONTALER DEHNUNGSFUGEN



- ▲ 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.

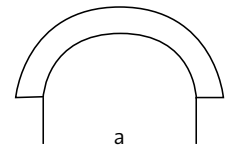
#### ◀ AKTUELLE INFORMATIONEN!

#### BOGENKONSTRUKTIONEN

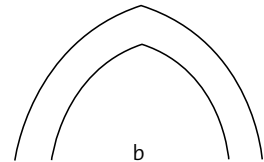


▲ Gemauerter Rundbogen

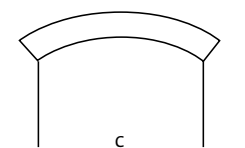
#### GRUNDFORMEN



a



b



c

▲ 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

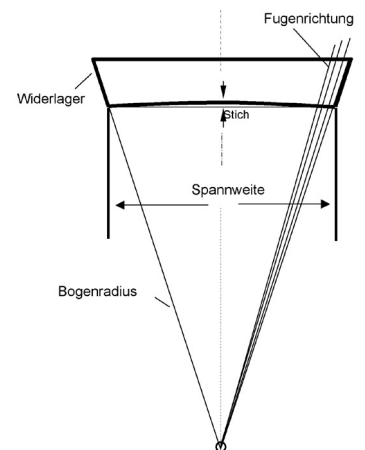
#### Charakteristische Merkmale eines scheitrechten Bogens

- 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.

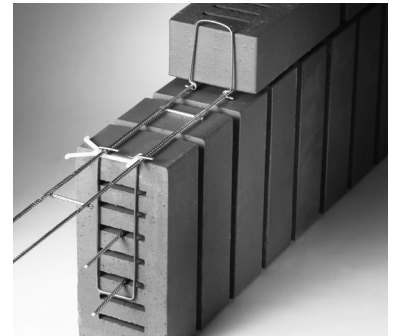
Der Sturz kann als Grenadierschicht oder als Läufersturz ausgebildet werden. Beim Grenadiersturz müssen die Ziegel untereinander mit Luftsichtankern vernadelt werden. Bei Vollsteinen müssen die erforderlichen Löcher in die Steine gebohrt werden. Die Entwässerung der Vormauerschale erfolgt oberhalb des 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

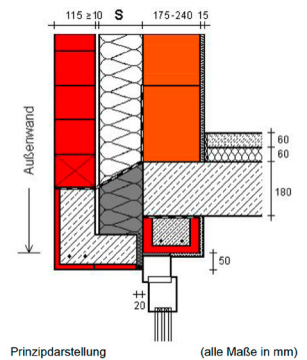
Fertigteilstürze eröffnen neue Dimensionen konstruktiver und gestalterischer Möglichkeiten für das Verblendmauerwerk. Fertigteilstürze, wie z. B. Ziegelfertigstürze, bestehend aus einem tragenden Stahlbetonkern und vorgesetzter Vormauerschale, ermöglichen Abfangungen über große Spannweiten. Sie sind 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.

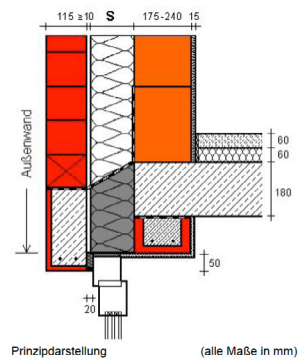
Fertigteilstürze haben den großen Vorteil, dass sie werkseitig mit einer integrierten Wärmedämmung an der Rückseite entsprechend den Anforderungen des Wärmeschutzes für besonderes effiziente Energiesparhäuser, wie z. B. Passivhäuser, ausgestattet werden können. Dadurch können die Wärmebrückenprobleme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

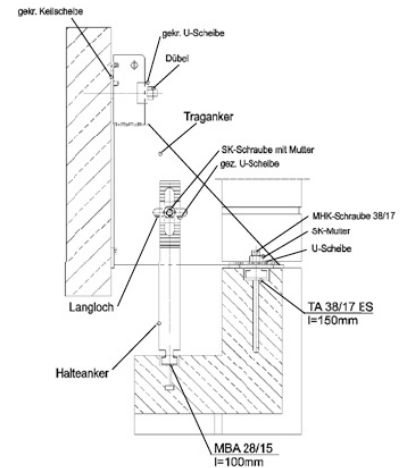
Grundsätzlich wird zwischen zwei Befestigungsvarianten unterschieden:

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.

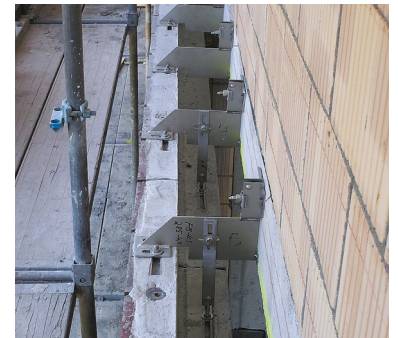
Um Risse durch Zwangsspannungen in der Vormauerschale zu vermeiden, müssen alle mit dem Hintermauerwerk befestigten Fertigteilstürze durch Anordnung von vertikalen Dehnungsfugen vom angrenzenden Mauerwerk getrennt werden, denn die Verformungseigenschaften der beiden Schalen einer zweischaligen Außenwand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

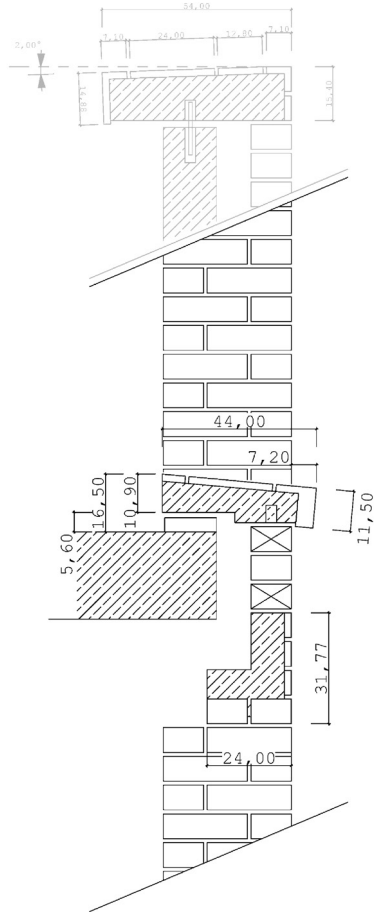
#### Fassadenbilder

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.

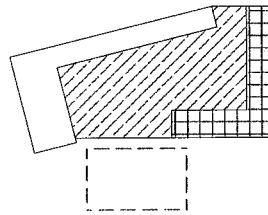
## 2. KONSTRUKTION

### 2.5.3. FENSTERSOHLBANK

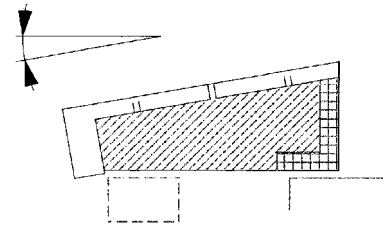
#### FERTIGTEIL-FENSTERBÄNKE



▲ 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!

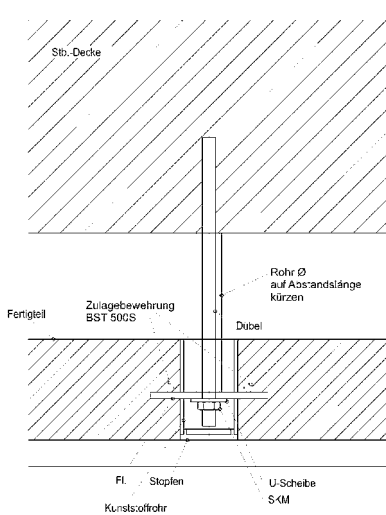
#### Decken-Untersichtsplatten

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.

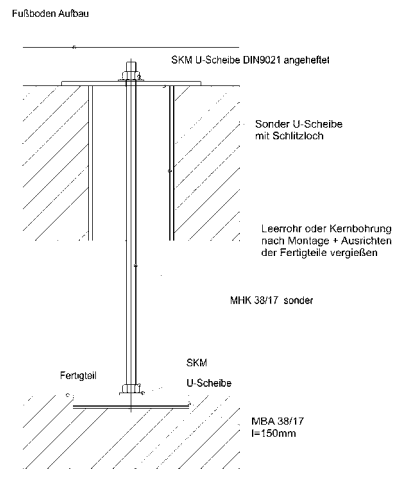
## 2. KONSTRUKTION

### 2.5.4. SONDERBAUTEILE

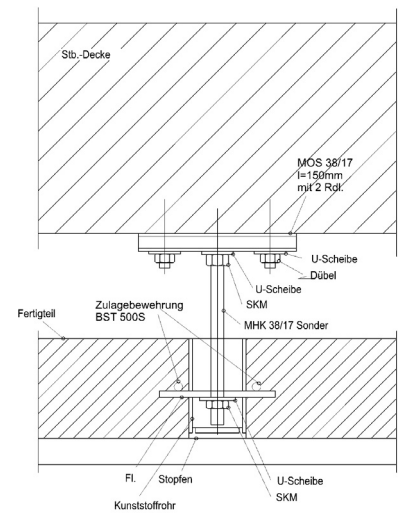
#### DECKENUNTERSICHTPLATTEN BEFESTIGUNGSTECHNIKEN UND AUSFÜHRUNGSBEISPIELE



▲ 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.

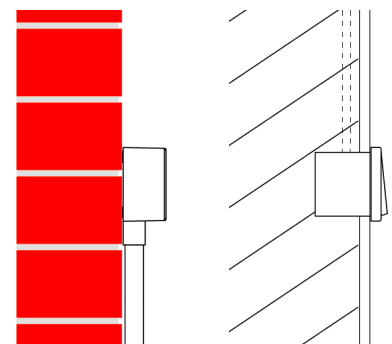
Darüber hinaus ist ein Überspannungsschutzschalter seit 2018 Pflicht in jeder Hausinstallation, die neu verlegt, verändert oder erweitert wird. Er dient vor allem dem Schutz vor Überspannung durch einen Blitzeinschlag im Gebäude oder in der zentralen Energieversorgung, der an die Hausinstallation angeschlossene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

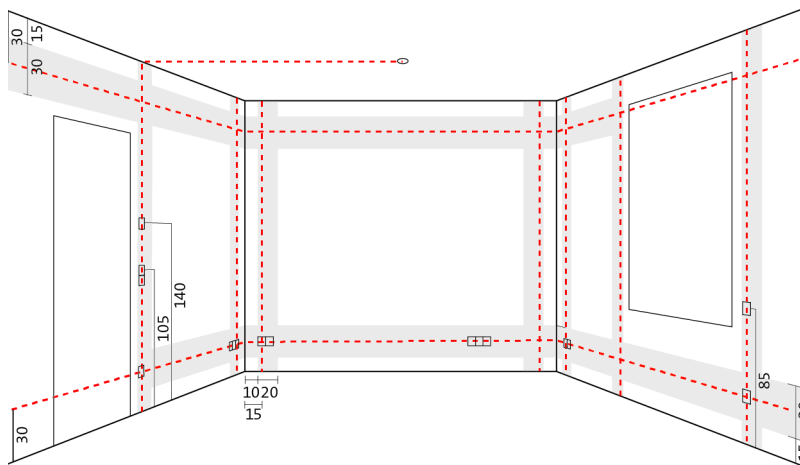
#### Funktion und Aufbau

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.

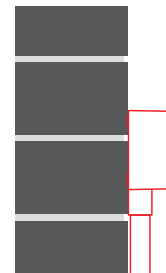
#### Besonderheit Innenraum

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

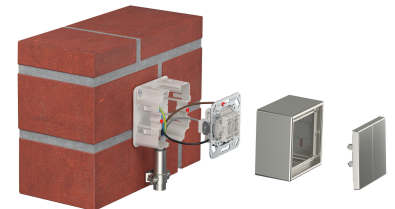
Die Elektroinstallation auf Backsteinmauerwerk im Außenraum muss zusätzlich zu den Standardanforderungen, die für den Innenraum gelten, widerstandsfähig gegen Witterungseinflüsse (Wind, Wasser, UV-Einstrahlung) sein. Aufputz- wie auch Unterputzinstallationen müssen der Schutzart IP 44 oder höher entsprechen.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

#### SYSTEMSCHNITT

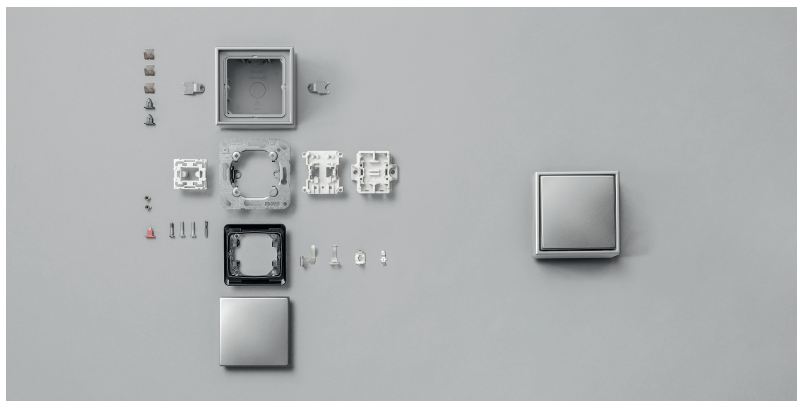


▲ Aufputzschalter

#### AUFPUTZAUSFÜHRUNG



▲ Aufbau Lichtschalter bei Aufputz-Installation  
© JUNG



▲ Komponenten Lichtschalter bei Aufputz-Installation © JUNG

## 2. KONSTRUKTION

### 2.6.3. UNTERPUTZINSTALLATION

#### Unterputzinstallation

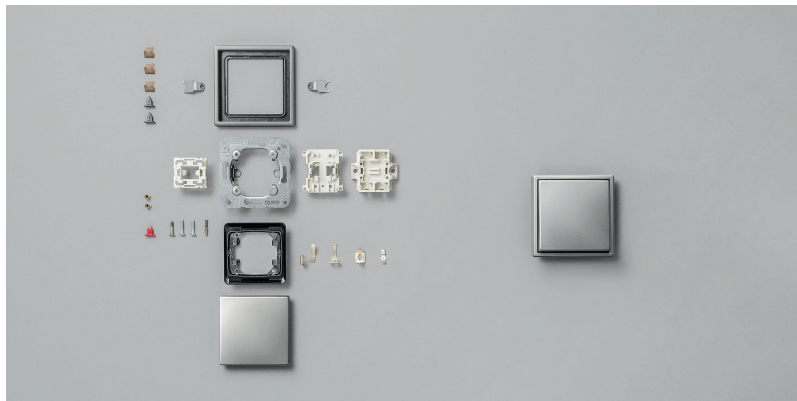
Bei der Unterputzinstallation sind Schalter, Steckdosen oder Bediengeräte sichtbar. Alle Leitungen verlaufen in Stangenrohren aus Kunststoff oder Metall in den Wandaufbau integriert. Die Leitungen können direkt auf dem Massivrohboden/-decke oder in Zwischenboden- oder Zwischendeckenkonstruktionen verlegt werden. Von dort werden die Leitungen über die Wände zu den Abzweigboxen, Schaltern sowie Steckdosen geführt. Vorgaben über die Lage der Leitungen in Wänden, Decken und Böden gibt die DIN 18015-3 im Rahmen von Installationszonen für den Innenraum und seit der letzten Novellierung auch für den Außenraum.

Um das Sichtmauerwerk nicht durch Installationsschlitze zu zerstören, gibt die Unterputz-Optik folgende Installationsmöglichkeiten:

1. Die Leitungen verlaufen in einem mehrschaligen Wandaufbau zwischen tragender Wand, Dämmebene und Vorsatzmauerschale aus Backstein.
2. Eine moderne Variante sind funkbasierte Systeme ohne sichtbare Leitungen auf Backsteinwänden.

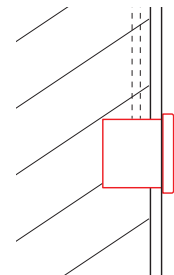
#### Besonderheit Außenraum

Bei der unsichtbaren Verlegung von Leitungen im Außenbereich, die beispielsweise bei einer mehrschaligen Außenwand zwischen tragender Wand, Dämmebene und Vorsatzmauerschale aus Backstein möglich ist, gelten die gleichen Anforderungen wie für die Aufputzverlegung: Schutzklasse IP 44.



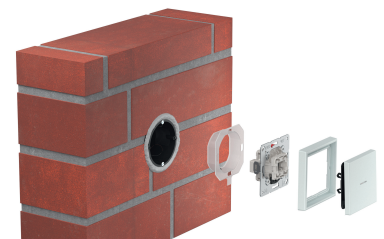
▲ Komponenten Lichtschalter bei Unterputz-Installation © JUNG

#### SYSTEMSCHNITT



▲ Unterputzschalter

#### UNTERPUTZAUSFÜHRUNG



▲ Aufbau Lichtschalter bei Unterputz-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 batteriefreie 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	