

Leistungsfähigkeit von Verblendmauerwerk

Konstruktion und Ausführung

2013

Ziegel-Zentrum NordWest e.V.

Dr. Dieter Figge

1	Allgemeines
2	Baustoffe
2.1	Vormauerziegel
2.2	Mauermörtel der Außenschale (Vormauerschale)
2.3	Innenschale (tragendes Mauerwerk)
2.3.1	Statische Nachweise für die tragende Wandkonstruktion
2.4	Wärmedämmung
3	Konstruktion von zweischaligen Außenwänden
3.1	Konstruktionsarten
3.2	Anforderungen an zweischalige Außenwandkonstruktionen.
3.2.1	Anforderung an die Außenschale
3.3	Verankerungen
3.3.1	Luftschichtanker
3.3.2	Abfangekonstruktionen
3.4	Abdichtungen
3.4.1	Abdichtung
3.4.1.1	Bitumen-Dachbahnen mit Rohfilzeinlage nach DIN 52128
3.4.1.2	Bitumen-Dachdichtungsbahnen nach DIN 52130
3.4.1.3	Kunststoffdichtungsbahnen nach DIN 18195-2 - (Tabelle 5)
3.5	Dehnungsfugen
3.5.1	Anforderungen
3.5	Dehnungsfugen
3.5.1	Anforderungen
3.5.2	Anordnung von Dehnungsfugen
4	Detaillösungen
4.1	Detail Bodenplatte
4.2	Detail Brüstung
4.3	Detail Laibung
4.4	Detail Fenstersturz
4.5	Detail Drempel
5	Wirtschaftlichkeit von Verblendmauerwerk
6	Reinigung älterer Verblendfassaden
6	Reinigung älterer Verblendfassaden.
6.1	Allgemeines
6.2	mechanische Reinigungsverfahren
6.2.1	Hochdruckreinigung
6.2.2	Rotations-Niederdruck-Strahlen (Jos-Strahlen)
6.2.3	Trockeneisstrahlen
6.2.4	Sandstrahlen bzw. Partikelstrahlverfahren
6.3	Chemische Reinigungsverfahren
6.3.1	Reinigung mit Säuren
6.3.2	Reinigung mit Laugen (Alkalien)
6.3.3	Reinigung mit organischen Lösungsmitteln
6.4	Mögliche Schäden an Steinfassaden durch unsachgemäße Reinigung
7	Literatur und Quellen

Außenwände müssen neben statischen Anforderungen vor allem Witterungsbeanspruchungen aus Wind, Schlagregen und Temperatur sowie auch Anforderungen aus Schall-, Wärme- und Brandschutz erfüllen.

Zweischalige Wände sind wegen ihrer Funktionstrennung daher als Außenwände besonders leistungsfähig und lassen sich je nach Erfordernis bis zur gewünschten Qualität und Anforderung optimieren

Die tragende Konstruktion aus Hintermauerwerk übernimmt die Aufgaben der Statik, des Brandschutz, des Schallschutz und der Wärmespeicherung, die Wärmedämmung gewährleistet einen flexibel planbaren winterlichen und sommerlichen Wärmeschutz.

Die Vormauerschale stellt den Witterungsschutz selbst bei hohen Anforderungen sicher und trägt vor allem der Ästhetik eines Gebäudes Rechnung.

1 Allgemeines

Zweischaliges Außenmauerwerk besteht aus einer Innen- und einer Außenschale (Vormauerschale) die in einem bestimmten Abstand zueinander mit einem Schalenzwischenraum angeordnet werden.

Dieser Schalenzwischenraum kann ohne, teilweise oder ganz mit Dämmstoff ausgefüllt werden.

2 Baustoffe

2.1 Vormauerziegel

Die Anforderungen an Mauerziegel für die Außenschale sind in der DIN 105-100 geregelt.

Die Deklaration der Vormauerziegel erfolgt nach DIN 771-1.

Die in Tabelle 1 zusammengestellten Anforderungen und Merkmale müssen im Rahmen der Überwachung nachgewiesen werden.

Für die dauerhafte Funktionsfähigkeit der Vormauerschale sind insbesondere die Frostbeständigkeit, die Wasseraufnahme, die Druckfestigkeit, die Rohdichte, die Dicke der Außenschalen der Vormauerziegel, sowie treibende Einschlüsse und schädliche sowie ausblühfähige Salze zu berücksichtigen.

Mauerstein Kurzzeichen		DIN- Norm ¹⁾	Frost- Wider- stand	W_a	f_{st}	ρ_{sch}	d_A	Treibende Ein- schlüsse	Maximal zuläss- iger Salz- gehalt
-		-	-	M.- %	N/ mm ²	kg/ dm ³	mm	-	-
Vormauer- Vollziegel	VMz	105-100	Nach- weis erfor- derlich	-	-	-	≥ 20	Begrenzter Anteil und Größe von Abspren- gungen zulässig	Klasse S3
Vormauer- Hochlochziegel	VHLz			-	-	-			
Vollklinker	KMz			ca. 6	≥ 28	≥ 1,9			
Hochlochklinker	KHLz								
Hochfeste Ziegel Vollklinker Hochlochklinker	VMz VKHLz			ca. 6	≥ 36	≥ 1,9			
Keramik- vollklinker	KK			≤ 6	≥ 60	≥ 2,0			
Vormauer- Planziegel	PVMz	V105-6		2)					
Planklinker	PKMz								
W_a		Wasseraufnahme							
f_{st}		Druckfestigkeitsklasse							
ρ_{sch}		Scherbenröhdichte							
d_A		Dicke Außenschale Sichtseite							
1)		In Verbindung mit DIN EN 771 -1.							
2)		Bislang nicht bauaufsichtlich eingeführt, nur allg. bauaufs. Zulassungen (abZ).							

Tabelle 1 Anforderungen an Mauerziegel für Vormauerschalen

2.2 Mauermörtel der Außenschale (Vormauerschale)

Der Mauer- und der Verfugmörtel der Außenschale muss ausreichend Frostwiderstandsfähig sein, eine geringe Wasseraufnahme, eine hohe und dauerhafte Verbundfestigkeit zum Mauerstein sowie ausreichende Druckfestigkeit in der Fuge vorweisen.

Gleichzeitig soll der Anteil von ausblühfähigen Salzen und auslaugbaren Anteilen möglichst gering sein.

Mörtelgruppe nach DIN V 20000-412 oder DIN V 18580		Druckfestigkeit f_m N/mm ²	Anwendung für Vormauerschalen
Normalmauermörtel	II	2,5	nur als Fugmörtel zum nachträglichen Verfugen.
	IIa	5,0	
	III	10,0	
Leichtmauermörtel	IIIa	20,0	Nicht für Vormauer- schalen geeignet
	LM21	5,0	
	LM36	5,0	
Dünnbettmörtel	DM	10,0	Nur mit bauaufsichtlicher Zulassung anwendbar

Tabelle 2 Anforderungen an Mauermörtel für die Vormauerschale nach DIN EN 1996-2/NA

2.3 Innenschale (tragendes Mauerwerk)

Die Innenschale von zweischaligem Mauerwerks bildet das tragende Element der Konstruktion.

Als Mauersteine eignen sich hierfür alle genormten und dafür bauaufsichtlich zugelassenen Mauersteine.

Als Mörtel dürfen alle Mauermörtel nach DIN EN 1996 mit Ausnahme von Normalmörtel der Mörtelgruppe I verwendet werden.

Bei tragendem Mauerwerk unter Verwendung von Leichtmörtel LM 21 und bei Dünnbettmörtel sind Drahtanker nach allgemein bauaufsichtlicher Zulassung zu verwenden.

2.3.1 Statische Nachweise für die tragende Wandkonstruktion

Für eine Mauerwerksstatik gilt die statisch-konstruktive Regel, dass auf einen statischen Nachweis verzichtet werden kann, wenn die gewählte Wanddicke offensichtlich ausreicht (DIN EN 1996-1-1/NA, NCI zu 8.1.2).

Für einen erforderlichen Nachweis gibt es nach EC 6 die Möglichkeit, das „Genauere Verfahren“ (DIN EN 1996-1-1) oder unter bestimmten Bedingungen das „Vereinfachte Verfahren“ (DIN EN 1996-3) anzuwenden.

Im Folgenden werden die Voraussetzungen für das „Vereinfachte Verfahren“ (DIN EN 1996-3) dargestellt.

Bei diesem Verfahren brauchen bestimmte Beanspruchungen, z. B. Biegemomente aus Deckeneinspannungen oder Deckenauflagerungen, ungewollte Ausmitten beim Knicknachweis und Wind auf tragende Wände nicht nachgewiesen werden, da sie im Sicherheitsabstand, der dem Nachweisverfahren zugrunde liegt, oder durch konstruktive Regeln und Grenzen berücksichtigt sind.

Es ist vorausgesetzt, dass in halber Geschosshöhe der Wand nur Biegemomente aus der Deckeneinspannung oder –auflagerung und aus Windlasten auftreten.

Das Verfahren darf angewendet werden, wenn die Gebäudehöhe über Gelände nicht mehr als 20 m beträgt (bei geneigten Dächern - im Mittel von First und Traufhöhe) und die Voraussetzungen nach Tabelle 3 eingehalten sind.

	Bauteil	Voraussetzung			
		Wanddicke	Lichte Wandhöhe	Aufliegende Decke	
				Stützweite	Nutzlast ¹⁾
t (mm)	h (m)	l_f (m)	q_k kN/m ²		
1	tragende Außenwände	≥ 115 < 150	$\leq 2,75$	$\leq 6,00$	$\leq 3,00$
2		≥ 150 < 175			
3		≥ 175 < 240			$\leq 5,00$
4		≥ 240			

¹⁾ Einschl. Trennwandzuschlag

Tabelle 3 Voraussetzungen für die Anwendung des vereinfachten Nachweisverfahrens nach DIN EN 1996-3/NA für tragende Außenwände.

2.4 Wärmedämmung

Wenn der Schalenzwischenraum aus energetischen Gründen teilweise oder ganz mit Dämmstoff ausgefüllt werden soll, so sind nach DIN EN 1996-2/NA grundsätzlich Dämmstoffe des Typ WZ nach DIN 4108-10 „Dämmung von zweischaligen Wänden, Kerndämmung“ zu verwenden.

Anwendungsgebiet	Kurzzeichen	Anwendungsbeispiele
Wand	WAB	Außendämmung der Wand hinter Bekleidungen
	WAP	Außendämmung der Wand unter Putz
	WZ	Dämmung von zweischaligen Wänden, Kerndämmung
	WI	Innendämmung der Wand
	WTR	Dämmung von Rauntrennwänden

Tabelle 4 Dämmstoffe - Auszug aus DIN 4108-10

Der Schalenabstand ist normativ auf 150 mm begrenzt, doch lassen bauaufsichtlich zugelassene Luftschichtanker, Schalenabstände bis zu 220 mm zu

Wenn auch die energetische Einstufung der Außenwandkonstruktion von weiteren Planungsdetails, insbesondere der Anlagentechnik abhängig ist, so kann zweischaliges Mauerwerk mit unterschiedlichen Dämmstoffschichten bestimmten EnEV bzw. KfW Standards zugeordnet werden (Tabelle 6).

Wandaufbau:	λ_R (W/(mK))
Verblender: 9 und 11,5 cm, Ziegelrohddichte 1,6 kg/dm ³	0,680
Wärmedämmung: 8, 14 und 20 cm	0,035
Plan- oder Blockziegel: 17,5 und 24 cm	0,160
Kalk-Gips Innenputz: 1,5 cm	0,700

Tabelle 5 Rechenwert der Wärmeleitfähigkeit (λ_R) für typische 2 schalige Wandkonstruktionen

Dicke der Innenschale $\lambda_R = 0,16$ W/(mK)	Dämmstoff Dicke $\lambda_R = 0,035$ W/(mK)	U-Wert Wand W/(m ² K)	Qualität
17,5	8	0,28	EnEV 2014 Standard
	14	0,18	KfW Effizienzhaus 70
	20	0,14	KfW Effizienzhaus 55

Tabelle 6 Wärmedurchgangskoeffizienten (U - Werte) für typische 2 schalige Wandkonstruktionen

3 Konstruktion von zweischaligen Außenwänden

3.1 Konstruktionsarten

Die Konstruktionsarten sind in DIN EN 1996-2/NA geregelt.

Die üblichen zweischaligen Aufbauten sind:

- mit Luftschicht,
- mit Luftschicht und Wärmedämmung
- mit Kerndämmung.

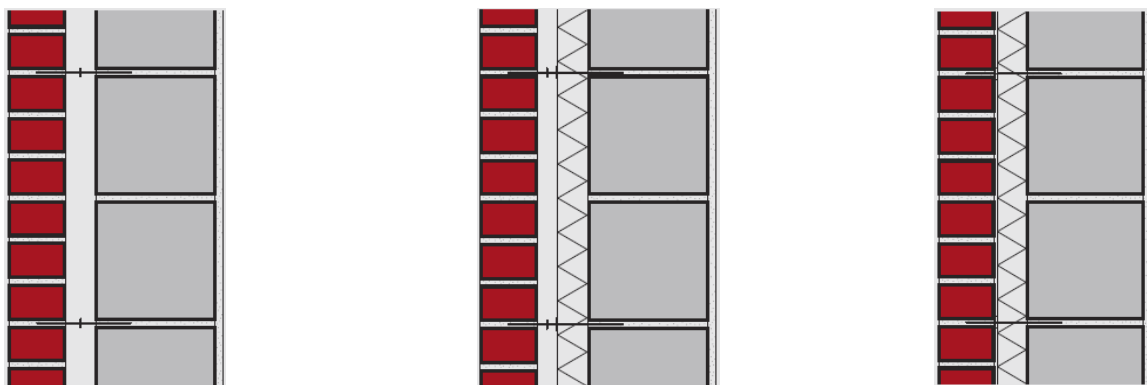


Bild 1 Zweischalige Außenwände – Konstruktionsarten nach DIN 1053-1

a) mit Luftschicht

b) mit Luftschicht und
Wärmedämmung

c) mit Kerndämmung

Die Konstruktionsarten nach DIN EN 1996-2/NA sind in Tabelle 5 zusammengefasst.

	Konstruktionsart	Vormauerschale (mm)	Luftschicht (mm)	Dämmung (mm)	Hintermauerwerk (mm)	Lüftungs- oder Entwässerungsöffnungen (mm ²)
a	Zweischaliges Mauerwerk mit Luftschicht	≥ 90	≥ 40 (60) ≤ 150		≥ 115 (175)	ca. 7.500 mm ² Lüftungsöffnungen auf 20 m ² Wandfläche (einschl. Fenster und Türen). Luftschicht min. 100 mm über Erdgleiche (Zuluftöffnungen) durchgehend bis UK Dach bzw. UK Abfangkonstruktion
b	Zweischaliges Mauerwerk mit Luftschicht und Wärmedämmung	≥ 90	≥ 40 (60) ≤ 150	≤ 150	≥ 115 (175)	
c	Zweischaliges Mauerwerk mit Kerndämmung	≥ 90		≤ 150	≥ 115 (175)	ca. 5.000 mm ² im Fußpunktbereich auf 20 m ² Wandfläche. (einschl. Fenster u. Türen)

Tabelle 7 Zweischalige Außenwände – Konstruktionsarten nach DIN EN 1996-2/NA

3.2 Anforderungen an zweischalige Außenwandkonstruktionen.

Die DIN EN 1996-2/NA unterscheidet bei zweischaligen Außenwandkonstruktionen nach 3 unterschiedlichen Dicken der Vormauerschale (Tabelle 6).

- a) ≥ 115 mm: Vormauerschalen ≥ 115 mm sind in der Höhe unbegrenzt und alle 12 m abzufangen.
- b) ≥ 105 mm und < 115mm Sind bis zu einer Höhe von 25 m zulässig und alle 6 m abzufangen.
- b) ≥ 90mm und < 105mm Sind bis zu einer Höhe von 20 m zulässig und alle 6 m abzufangen.

Nr.	Dicke der Vormauer-schale	max. Höhe	Abfangungen	max. Überstand der Steine	Fugenausbildung
2.1	≥ 115 mm	unbe-grenzt	ca. alle 12 m	25 mm	in der Regel Fugenglattstrich. Bei nachträglicher Verfugung 15 mm tief auskratzen
2.2			max. 2 Geschosse oder Abfangung ≤ 2 Geschosse.	38 mm	
2.3	t ≥ 105mm und t < 115mm	25 m	ca. alle 6 m	15 mm	Muss in Fugenglattstrich ausgeführt werden.
2.4			Nicht bei Gebäuden mit bis zu zwei Vollgeschossen. Hier darf zudem ein Giebel-dreieck bis 4 m Höhe ohne zusätzliche Abfangung ausgeführt werden.		
2.5	t ≥ 90mm und t < 105mm	20 m	ca. alle 6 m	15 mm	Soll in Fugenglattstrich ausgeführt werden, damit auch nachträgliche Verfugung möglich. (15 mm tief auskratzen)
2.6			Nicht bei Gebäuden mit bis zu zwei Vollgeschossen. Hier darf zudem ein Giebel-dreieck bis 4 m Höhe ohne zusätzliche Abfangung ausgeführt werden.		

Tabelle 8 Anforderungen an zweischalige Außenwandkonstruktionen nach DIN 1996-2/NA

3.2.1 Anforderung an die Außenschale

Die Außenschale muss über ihre ganze Länge vollflächig aufgelagert werden oder bei unterbrochener Auflagerung (z. B. auf Konsolen) müssen in der Auflagerebene alle Mauersteine beidseitig aufgelagert werden.

Bei Errichtung der Außenschale sind die erforderlichen Abdichtungen - s. Abschn. 4.4.5 - und die Öffnungen für Lüftung und Entwässerung nach DIN EN 1996-2/NA (s. aber Abschn. 4.3.2) sowie die Anker bestimmungsgerecht einzulegen bzw. anzuordnen.

Bei Dünnbett-Mauerwerk wird eine Fugendicke von 2 bis 3 mm empfohlen, um die Anker sicher in den Mörtel einbetten zu können.

Bei der Außenschale sind wegen des Feuchteschutzes auch die Stoßfugen - mit Ausnahme derjenigen für die Entwässerung/Lüftung - zu vermörteln.

Bei der Ausführung der Mörtelfugen in Verblendschalen ist zwischen Fugenglattstrich und nachträglichem Verfugen zu unterscheiden.

Beim Fugenglattstrich wird der Fugenmörtel in kellengerechter Konsistenz reichlich aufgetragen, sodass er etwas aus den Fugen nach außen herausquillt.

Der überstehende Mörtel wird mit der Kelle abgestreift. Ist der Mörtel ausreichend an-gesteift, werden die Fugen z. B. mit einem Kunststoffrohr oder einem Schlauchstück so abgezogen, dass sich eine günstige Fugenoberfläche ergibt.

Beim nachträglichen Verfugen werden nach Auftrag und geringem Ansteifen des Fugenmörtels die Fugen bis mind. 15 mm Tiefe ausgeräumt, gesäubert, vorge-nässt (von unten nach oben) und der Verfugmörtel in schwach plastischer Konsistenz in 2 Arbeitsgängen - zuerst Stoßfugen, dann Lagerfugen und umgekehrt - hohlraumfrei und verdichtend mit einem geeigneten Werkzeug, z. B. Verfugeisen, eingebracht. Die Fugenoberfläche wird günstig geformt.

Wegen der größeren Ausführungssicherheit wird der Fugenglattstrich empfohlen. Er soll nach DIN EN 1996-2/NA bei Außenschalen mit einer Dicke unter 115 mm bis 105 mm ausgeführt werden.

Außenschalen mit einer Dicke unter 105 mm müssen mit Fugenglattstrich ausgeführt werden.

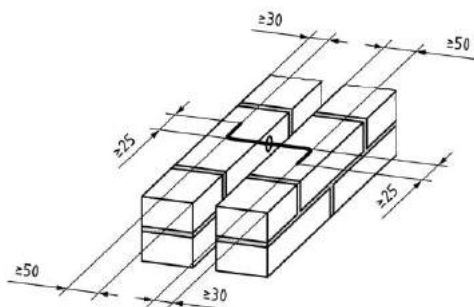
Die Verblendschale und ggf. die gesamte Außenwand ist bei Arbeitsunterbrechungen und während der ersten Tage nach dem Errichten vor ungünstigen Witterungseinflüssen (Beregnung, Austrocknung) wirksam zu schützen, z. B. durch Abhängen mit Folien.

3.3 Verankerungen

3.3.1 Luftschichtanker

Die Windkräfte können von der vertikal nicht belasteten Außenschale nicht allein aufgenommen werden.

Diese sind durch Anker nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung aus nichtrostendem Stahl oder durch Anker nach DIN EN 845-1 aus nichtrostendem Stahl, deren Verwendung in einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung geregelt ist, mit der tragenden Konstruktion zu verbinden.



1 Anker nach ≥ 50 mm Auflagerbreite ab- oder in der Stoßfuge hochbiegen,

2 Tropfscheibe.

3 Vormauerschale,

4 Luftschicht,

5 Innenschale

Bild 2 Drahtanker für zweischaliges Mauerwerk

Die Mindestanzahl der Anker ist in Abhängigkeit von der Gebäudehöhe und den jeweiligen Windzonen, in Tabelle 9 festgelegt, sofern in einer Zulassung für die Drahtanker nichts anderes geregelt ist.

Gebäudehöhe <i>h</i> m	Windzonen 1 bis 3 Windzone 4 Binnenland	Windzone 4 Küste der Nord- und Ostsee und Inseln der Ostsee	Windzone 4 Inseln der Nordsee
≤10	7 ¹⁾	7	8
> 10; ≤ 18	7 ²⁾	8	9
> 18; ≤ 25	7	8 ³⁾	-
¹⁾ In Windzone 1 und Windzone 2 Binnenland: 5 Anker/m ² . ²⁾ In Windzone 1 : 5 Anker/m ² . ³⁾ Ist eine Gebäudegrundrisslänge kleiner als <i>h</i> /4: 9 Anker/m ² .			
An allen freien Rändern von Öffnungen, an Gebäudeecken, beidseitig von Dehnungsfugen und an den oberen Enden von Außenschalen sind 3 <i>zusätzliche</i> Anker je lfdm Wandhöhe anzuordnen.			

Tabelle 9 Mindestanzahl und Durchmesser der Drahtanker je m² Wandfläche sowie deren max. vertikaler und der max. horizontaler Abstand

Die Mindestanzahl und der Durchmesser der Drahtanker je m² Wandfläche sowie der max. vertikale und der max. horizontale Abstand der Anker sind gemäß Tabelle 10 vorzusehen

Zusätzliche Bedingungen für Drahtanker nach Bild 2 und Tabelle 8	
vertikaler Abstand der Drahtanker	höchstens 500 mm;
horizontaler Abstand der Drahtanker	höchstens 750 mm
lichter Abstand der Mauerwerksschalen	höchstens 150 mm
Durchmesser der Drahtanker	4 mm
Mörtel	Normalmauermörtel mindestens der Gruppe IIa

Tabelle 10 Bedingungen für Luftschichtanker nach DIN EN 1996-2/NA

Alle Verankerungen sind unter Beachtung ihrer statischen Wirksamkeit so auszuführen, dass sie keine Feuchte von der Außen- zur Innenschale leiten können (z. B. durch Aufschieben einer Kunststoffscheibe).

Werden Drahtanker in Leichtmörtel des tragenden Mauerwerks eingebettet, so ist dafür LM 36 erforderlich.

Drahtanker in Leichtmörtel LM 21 bedürfen einer anderen Verankerungsart.

Der Schalenabstand ist nach DIN EN 1996-2/NA auf 150 mm begrenzt, doch lassen bauaufsichtlich zugelassene Luftschichtanker Schalenabstände bis zu 220 mm zu

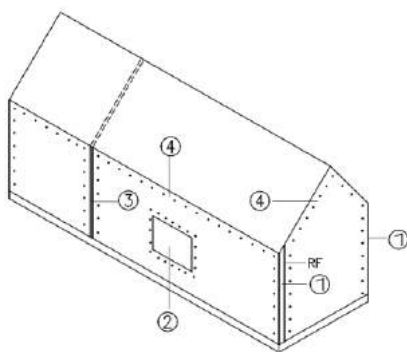
Zugelassene Luftschichtanker für Schalenabstände > 150 mm sind in Tabelle 11 aufgeführt.

Bezeichnung der Anker	Zulassungsinhaber/ Produktbezeichnung	Zulassungsnummer	Schalenabstand mm
Drahtanker 4 mm	BEVER	Z-17.1-825	150 ... 200
	H&R GmbH	Z-17.1-822	150 ... 200
Multi-Luftschichtanker	BEVER	Z-17.1-633	≤ 170
		Z-17.1-888 ¹⁾	120 ... 200
Flachstahlanker	Gebr. Bodegraven bv, PRIK-Luftschichtanker	Z-17.1-463	≤ 200
	H&R Euro-Flachstahlanker	Z-17.1-710	≤ 175
Gelenkanke	MURINOX AG KE-Gelenkanke	Z-17.1-466	≤ 200

¹⁾ Auch für Dünnbett-Mauerwerk der Außenschale.

Tabelle 11 Anker mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung (abZ) zur Verbindung der Mauerwerksschalen Weitere Angaben zu Eigenschaften, Mauerwerk der Außen-, Innenschale, Ausführung (Anzahl, Anordnung, Lage und Einbindung der Anker u. a) s. in der abZ

Nach DIN EN 1996-2/NA sind zusätzlich drei Drahtanker je m Randlänge an allen freien Rändern anzuordnen, (z. B. an Öffnungen, an Gebäudeecken, entlang der Dehnungsfugen und an oberen Enden von Außenschalen).



Zusätzlich:
3 Drahtanker auf 100 cm Randlänge an:
1 = Gebäudeecke
2 = Öffnungen
3 = Dehnungsfugen
4 = Wandoberseite (Außenschale)

Bild 3 Anordnung von Luftschichtankern an freien Rändern und Dehnungsfugen

Anstelle der Flächenverankerung ist auch eine Linienverankerung bei entsprechendem Standsicherheitsnachweis möglich.

Außer Drahtankern können auch andere Ankerarten und -formen (z. B. Dübelanker) verwendet werden, wenn sie für diesen Anwendungsfall zugelassen sind (abZ).

Dübelanker müssen vor allem dann verwendet werden, wenn wegen der unterschiedlichen Steinformate beider Schalen die normgemäße Lagerfugenverankerung nicht möglich ist.

Vorteilhaft bei der Dübelverankerung ist außerdem, dass ein Ausbruch von Wärmedämmstoffen vermieden wird.

Nach DIN EN 1996-2/NA dürfen grundsätzlich nur zugelassene Anker (gilt auch für Drahtanker) verwendet werden.

3.3.2 Abfangekonstruktionen

Abfangekonstruktionen und Ankermaterialien müssen aus nichtrostendem Stahl bestehen und bedürfen grundsätzlich einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung.

In den jeweiligen Zulassungen sind u.a. die zulässigen Stahlsorten geregelt.

Für die Abfangekonstruktion stehen unterschiedliche Konsolen zur Verfügung

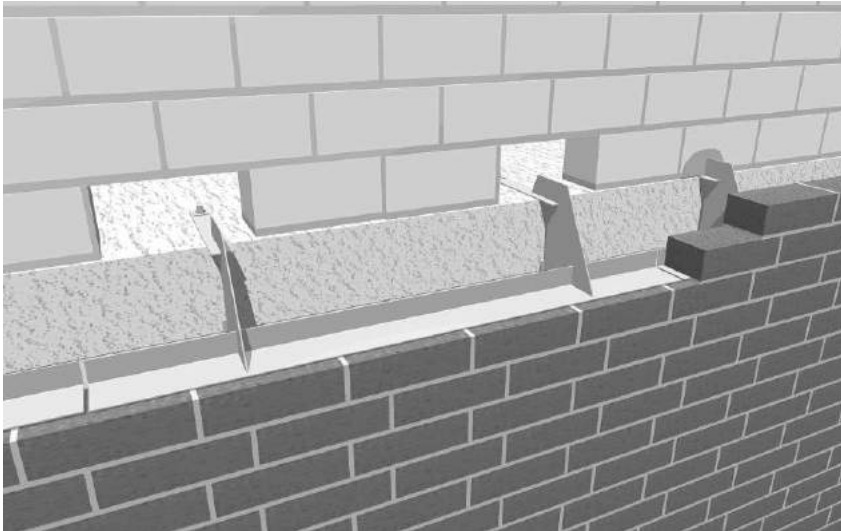


Bild 4 Winkelkonsole – Modersohn Spenge



Bild 5 Einzelkonsole – Modersohn Spenge

3.4 Abdichtungen

3.4.1 Abdichtung

Die Dichtungsbahn für die untere Sperrschicht muss DIN 18195-4 entsprechen.

Für die waagerechte Abdichtung sind zu verwenden:

- Bitumen-Dachbahnen mit Rohfilzeinlage nach DIN 52128
- Bitumen-Dachdichtungsbahnen nach DIN 52130
- Kunststoff-Dichtungsbahnen nach Tabelle 5 der DIN 18195-2 (08.00) mit einer Mindestdicke von 1,2 mm.

Die Anwendung mineralischer Dichtungsschlämmen (MDS) sollte schriftlich mit dem Auftraggeber vereinbart werden.

Die Abdichtung des Schalenzwischenraumes gegen rückstauende Sickerfeuchtigkeit ist in Höhe der Aufstandsflächen anzuordnen und an der Außenseite der Innenschale hochzuführen.

Die Auflagerflächen für die Abdichtungsbahnen sind mit dem verwendeten Mauermörtel so dick abzugleichen, dass eine waagerechte ebene Fläche entsteht. Die Bahnen müssen aus mind. einer Lage bestehen, dürfen nicht aufgeklebt werden und müssen sich mind. 200 mm überdecken.

Die Stöße dürfen bei Entwässerung oberhalb der Geländeoberfläche (GO) verklebt werden und müssen bei Entwässerung unterhalb GO verklebt werden.

Mineralische Dichtungsschlämmen sollten mindestens 2-lagig und in einer Gesamtdicke von mindestens 2 mm aufgetragen werden.

Die Abdichtung muss im Regelfall mindestens 30 cm über Gelände hochgeführt werden (Bild 6), um ausreichende Anpassungsmöglichkeiten der Geländeoberfläche zu gewährleisten.

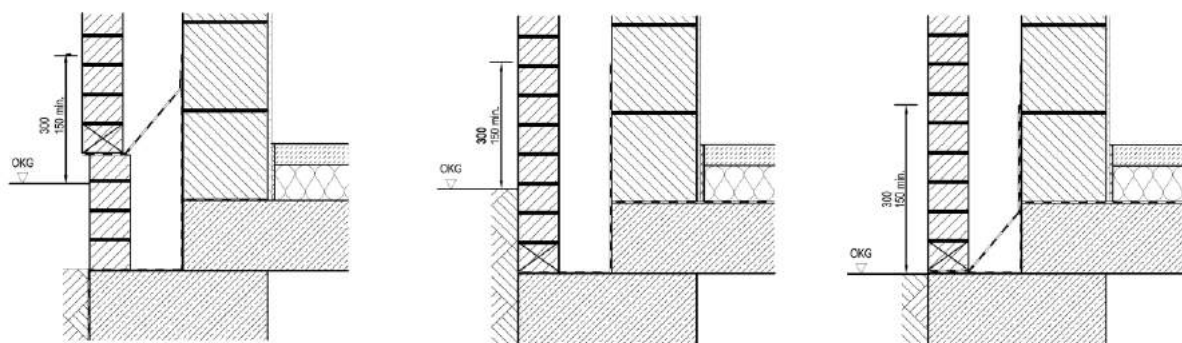


Bild 6 Fußpunktausbildung nach DIN 18195-4 (Prinzipskizze)

Gebäude: Unterkellert
Entwässerun.: oberhalb OKG

nicht unterkellert
unterhalb OKG

nicht unterkellert
oberhalb OKG

Bei den Dichtungsbahnen über Fenster- und Türstürzen muss ein „Durchhängen“ unbedingt vermieden werden, sie sollten mit Gefälle nach außen und beiderseits verlängert verlegt werden.

Nach DIN EN 1996-2/NA sind Entwässerungsöffnungen nicht mehr ausdrücklich gefordert.

Oberhalb von Sperrschichten dürfen jedoch Entwässerungsöffnungen angeordnet werden.

Dieses gilt auch für Brüstungsbereiche der Außenschale.

Da bei einer intensiven Beregnung ein Wasserdurchgang durch die Vormauerschale nicht immer auszuschließen ist, sollte auf Entwässerungsöffnungen (i.d.R. in jeder 2. Stoßfuge) nicht verzichtet werden.

3.4.1.1 Bitumen-Dachbahnen mit Rohfilzeinlage nach DIN 52128

Bitumen – Dachbahn mit Rohfilzeinlage nach DIN 52128	Produktbezeichnung	
	R 500	R 333
Dicke der Bitumen – Dachbahn	keine Angaben	
Nennflächengewicht der Rohfilzpappe	0,500 kg/m ²	0,333 kg/m ²
Bruchwiderstand in Bahnenlängsrichtung	300 N	250 N
Bruchwiderstand in Bahnenquerrichtung	200 N	150 N

Tabelle 12 Anforderungen an Bitumen-Dachbahnen mit Rohfilzeinlage nach DIN 52128

3.4.1.2 Bitumen-Dachdichtungsbahnen nach DIN 52130

Bahn mit Trägereinlage	Art der Bestreuung	Gehalt an löslichen Bestandteilen	
		Mittelwert g/m ²	kleinster Einzelwert g/m ²
J 300 G 200 PV 200	besandet	≥ 1600	≥ 1520
J 300 G 200 PV 200	beschiefert	≥ 2000	≥ 1900

Tabelle 13 Anforderungen an Bitumen-Dachdichtungsbahnen nach DIN 52130

Genauere Angaben für die Höchstzugkraft und die Dehnhöchstzugkraft enthält DIN 52130 Tabelle 2

3.4.1.3 Kunststoffdichtungsbahnen nach DIN 18195-2 - (Tabelle 5)

Die DIN 18195-2 enthält Angaben zur Materialdicke:

Kunststoffdichtungsbahnen nach DIN 18195-2	Mindestnenndicke (mm)
ECB Bahnen - (Ethylencopolymerisat – Bitumen)	1,5
EVA Bahnen - (Thylen –Vinyl – Acetat – Terpolymer)	1,2
Elastomer – Dichtungsbahnen mit Selbstklebeschicht	1,2

Tabelle 14 Kunststoffdichtungsbahnen nach DIN 18195-2

Nicht bitumenverträgliche Kunststoff – Dichtungsbahnen dürfen nur dann verwendet werden, wenn diese nicht mit Bitumenwerkstoffen in Berührung kommen.

Querschnittsabdichtungen können auch aus Kunststoffbahnen mit allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnissen hergestellt werden.

3.5 Dehnungsfugen

3.5.1 Anforderungen

Stets wechselnde Witterungseinflüsse auf die Vormauerschale, die Position der einzelnen Gebäudeseiten zur Sonne und die materialspezifischen Verformungen der Vorsatzschale einerseits und der Tragstruktur andererseits bedingen unterschiedliche Bewegungen der sichtbaren Verblendfassade und der dahinter liegenden massiven Wandbauteile gegeneinander.

Die daraus möglicherweise resultierenden Zwängungsspannungen, die Risse zur Folge haben können, müssen durch konstruktive Maßnahmen vermieden werden. Aus diesem Grund sollen nach DIN EN 1996-2/NA vertikale Dehnungsfugen in der Außenschale angeordnet werden.

Die Dehnungsfugenabstände hängen von den klimatischen Bedingungen (Temperatur, Feuchte), den Baustoffen und der Farbe der äußeren Wandfläche ab. Auch in vertikaler Richtung muss die freie Beweglichkeit der Außenschale sicher gestellt sein. Besonders zu beachten sind auch die unterschiedlichen Verformungen von beiden Schalen bei über mehrere Geschosse durchgehenden Außenschalen, auch bei der Ausführung von Türen und Fenstern.

Vertikale Dehnungsfugen sollten vorzugsweise im Bereich der Gebäudeecken, ggf. auch beidseits der Gebäudeecken, s. Bild 7, angeordnet werden.

3.5 Dehnungsfugen

3.5.1 Anforderungen

Die Abstände der Dehnungsfugen richten sich nach mehreren Parametern, die jeweils auf den Einzelfall abgestimmt werden müssen:

Folgende Dehnungsfugenabstände werden für Vormauerschalen aus Mauerziegeln empfohlen:

Mauerwerk aus	Dehnungsfugen- Abstände nach (DIN EN 1996-2/NA) l_m m	Praktisch mögliche Abstände (Erfahrungswerte) l_m m
Kalksand-, Porenbeton-, Betonsteinen	8	6...8
Leichtbetonsteinen	6	4...6
Mauerziegeln ¹⁾	12	10...20

¹⁾ Kleinere Werte bei höherem irreversiblen Quellen.

Tabelle 15 Dehnungsfugenabstände für Vormauerschalen

Bei stark besonnten Flächen, dunklen Oberflächen und/oder bei Verblendschalen mit geringer Masse sind die geringeren Abstände zu wählen.

3.5.2 Anordnung und Ausführung von Dehnungsfugen

Die Außenwände eines Gebäudes sind, je nach ihrer Ausrichtung in eine bestimmte Himmelsrichtung, unterschiedlich starken Temperaturschwankungen durch Tag-Nacht-Wechsel, Sonneneinstrahlung sowie Regen und Wind ausgesetzt. Daher ist es eine verbreitete Vorgehensweise, die Dehnungsfuge an der Gebäudeecke der jeweils stärker beanspruchten Wand nach folgender Regel einzuplanen:

- Westwand vor Süd- und Nordwand
- Südwand vor Ostwand
- Ostwand vor Nordwand.

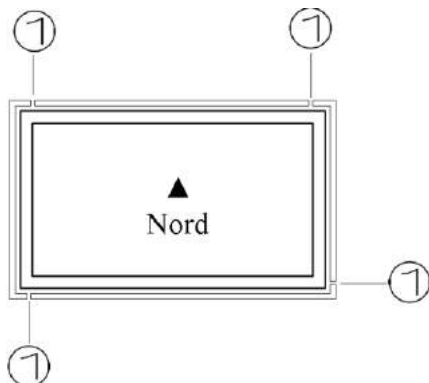


Bild 7 Anordnung von Dehnungsfugen - Systemskizze (1 = Fuge)

Horizontale Dehnungsfugen sind stets unter den Abfangungen und unter Bauteilen, welche die Außenschale oben abschließen, z. B. Dachauskragungen, notwendig, um auch die vertikalen Verformungen schadenfrei aufnehmen zu können.

Dehnungsfugen müssen ausreichend breit sein, mind. 10 mm, und sollten DIN 18540 (12.06) entsprechen.

Geeignet sind Fugendichtmassen, Dichtungsbänder, Abdeckprofile

4 Detaillösungen

Detailplanungen sind nicht allein aus konstruktiven Gründen, sondern immer mehr auch unter energetischen Gesichtspunkten erforderlich.

Je stärker die Wärmedämmung der Bauteile eines Gebäudes ist, desto größer ist der Einfluss der Wärmebrücken für dessen energetische Beurteilung.

Schwachstellen sind insbesondere die Anschlüsse von Wand, Fenster, Decken, Dach und Balkon, sowie Gebäudeecken.

Geometrische und materialbedingte Wärmebrücken sind bei energetisch geplantem zweischaligem Mauerwerk gering, was die folgenden Berechnungen beweisen.

Die Berechnungen des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten Ψ (W/(mK)) erfolgt bei den folgenden Beispielen in Abhängigkeit unterschiedlicher Dämmstoffdicken der Kerndämmung mit $S = 8 \text{ cm}$, 14 cm und 20 cm .

Weiterhin der Wärmeleitfähigkeiten des Hintermauerwerks λ_{MW} mit $0,16 \text{ W/(mK)}$, $0,50 \text{ W/(mK)}$ und $0,96 \text{ W/(mK)}$, jeweils für eine Wanddicke $\geq 175 \text{ mm}$.

Der Einfluss hiervon abweichender Wanddicken der Hintermauerung ist von untergeordneter Bedeutung.

Die Wärmeleitfähigkeit der Dämmung in der Wandebene ist immer mit $0,035 \text{ W/(m K)}$ angenommen.

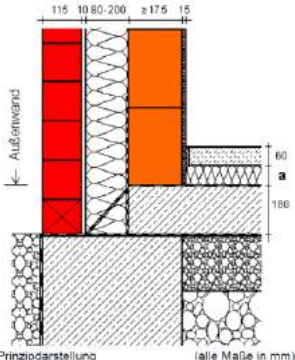
Das Fenster weist stets einen U_W -Wert von $1,3 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$ auf (Weichholz, Kunststoffprofil). Die Fenstereinbauposition liegt mittig in der Dämmebene und der Fensterrahmen ist mit 20 mm Dämmstoff und 30 mm Überdeckung gedämmt.

Der Sturz der Vormauerschale ist als Stahlbetonfertigteile konstruiert.

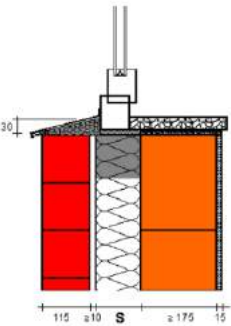
Die Wärmedämmung zwischen den Sparren ist mit $\geq 18 \text{ cm}$ berücksichtigt und weist bei einer Wärmeleitfähigkeit der Dachdämmung von $0,035 \text{ W/(m K)}$ einen U-Wert $0,20 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$ auf.

Der Temperaturfaktor f_{Rsi} an der Stelle mit der niedrigsten Oberflächentemperatur beträgt $\geq 0,7$.

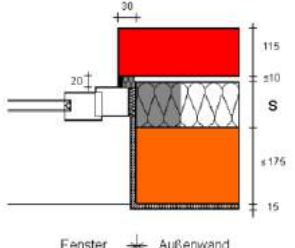
Von diesen Annahmen geringfügig abweichende Randbedingungen können bei der Festlegung der Ψ Werte vernachlässigt werden.

Detail 1 Bodenplatte – Gleichwertigkeit gemäß DIN 4108 Beiblatt 2: 2006-03 Bild 16 ist gegeben (AMz Detail 8050)										
	Wärmeleitfähigkeit des tragenden Mauerwerks λ_R W/(mK)	Dicke a des Dämmstoffes der Bodenplatte ($\lambda_R = 0,035$ W/(mK))								
		8 cm		10 cm		12 cm				
		U-Wert Boden W/(m ² K)	ψ W/(mK)	U-Wert Boden W/(m ² K)	ψ W/(mK)	U-Wert Boden W/(m ² K)	ψ W/(mK)			
	0,16	0,35	-0,042	0,30	-0,043	0,25	-0,050			
	0,50							-0,078	-0,057	-0,057
	0,96							-0,089	-0,060	-0,058
	Wärmeleitfähigkeit des tragenden Mauerwerks λ_R W/(mK)	Dicke S des Wanddämmstoffes ($\lambda_R = 0,035$ W/(mK))								
		8 cm		14 cm		20 cm				
		U-Wert Wand W/(m ² K)	U-Wert Wand W/(m ² K)		U-Wert Wand W/(m ² K)					
	0,16	0,28		0,18		0,14				
0,50	0,34		0,21		0,16					
0,96	0,36		0,22		0,16					

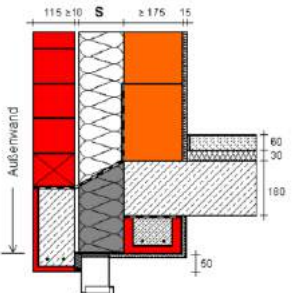
Detail 1 Bodenplatte

Detail 2 Brüstung – Gleichwertigkeit gemäß DIN 4108 Beiblatt 2: 2006-03 Bild 44 ist gegeben (AMz Detail 4510)							
	Wärmeleitfähigkeit des tragenden Mauerwerks λ_R W/(mK)	Dicke S des Wanddämmstoffes ($\lambda_R = 0,035$ W/(mK))					
		8 cm		14 cm		20 cm	
		U-Wert Wand W/(m ² K)	ψ W/(mK)	U-Wert Wand W/(m ² K)	ψ W/(mK)	U-Wert Wand W/(m ² K)	ψ W/(mK)
	0,16	0,28	-0,006	0,18	-0,007	0,14	-0,003
	0,50	0,34	-0,009	0,21	-0,010	0,16	-0,005
	0,96	0,36	-0,009	0,22	-0,011	0,16	-0,006

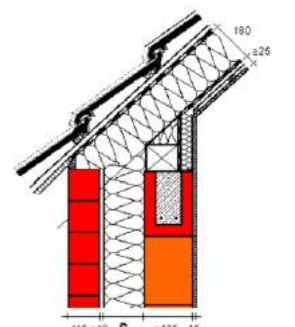
Detail 2 Brüstung

Detail 3 Laibung – Gleichwertigkeit gemäß DIN 4108 Beiblatt 2: 2006-03 Bild 50 ist gegeben (AMz Detail 5510)							
 Prinzipdarstellung (alle Maße in mm)	Wärmeleitfähigkeit des tragenden Mauerwerks λ_R W/(mK)	Dicke S des Wanddämmstoffes ($\lambda_R = 0,035$ W/(mK))					
		8 cm		14 cm		20 cm	
		U-Wert Wand W/(m ² K)	ψ W/(mK)	U-Wert Wand W/(m ² K)	ψ W/(mK)	U-Wert Wand W/(m ² K)	ψ W/(mK)
	0,16	0,28	-0,004	0,18	-0,004	0,14	-0,001
0,50	0,34	-0,005	0,21	-0,007	0,16	-0,003	
0,96	0,36	-0,005	0,22	-0,008	0,16	-0,004	

Detail 3 Laibung

Detail 4 Fenstersturz – Gleichwertigkeit gemäß DIN 4108 Beiblatt 2: 2006-03 Bild 56 ist gegeben (AMz Detail 6091)							
 Prinzipdarstellung (alle Maße in mm)	Wärmeleitfähigkeit des tragenden Mauerwerks λ_R W/(mK)	Dicke S des Wanddämmstoffes ($\lambda_R = 0,035$ W/(mK))					
		8 cm		14 cm		20 cm	
		U-Wert Wand W/(m ² K)	ψ W/(mK)	U-Wert Wand W/(m ² K)	ψ W/(mK)	U-Wert Wand W/(m ² K)	ψ W/(mK)
	0,16	0,28	0,028	0,18	0,003	0,14	0,000
0,50	0,34	0,004	0,21	-0,008	0,16	-0,006	
0,96	0,36	-0,004	0,22	-0,011	0,16	-0,008	

Detail 4 Fenstersturz

Detail 5 Drempel – Gleichwertigkeit gemäß DIN 4108 Beiblatt 2: 2006-03 Bild 84 ist gegeben (AMz Detail 8050)							
 Prinzipdarstellung (alle Maße in mm)	Wärmeleitfähigkeit des tragenden Mauerwerks λ_R W/(mK)	Dicke S des Wanddämmstoffes ($\lambda_R = 0,035$ W/(mK))					
		8 cm		14 cm		20 cm	
		U-Wert Wand W/(m ² K)	ψ W/(mK)	U-Wert Wand W/(m ² K)	ψ W/(mK)	U-Wert Wand W/(m ² K)	ψ W/(mK)
	0,16	0,28	-0,042	0,18	-0,043	0,14	-0,050
0,50	0,34	-0,078	0,21	-0,057	0,16	-0,057	
0,96	0,36	-0,089	0,22	-0,060	0,16	-0,058	

Detail

5

Drempel

5. Wirtschaftlichkeit von Verblendmauerwerk

Eine Studie von Prof. Menkhoff vergleicht über eine Lebensdauer von 80 Jahren die Gesamtkosten einer Verblendfassade mit einem Wärmedämmverbundsystem (WDVS).

Prof. Menkhoff kommt zu dem Ergebnis, dass die abgezinste Kosten für Außenwände mit WDVS i. M. ca. 9 bis 10% höher sind als die für Außenwände mit Verblendmauerwerk.

Bei seiner Vergleichsrechnung geht er bei der WDVS Wand von einer Erneuerung des Oberputzes nach 15 Jahren und der des kompletten WDVS nach 30 Jahren aus.

Für die zweischalige Wand berücksichtigt er das Ausbessern der Fugen nach 20 Jahren.

Zu ähnlichen Aussagen gelangt auch der II. Bauschadensbericht der Bundesregierung.

Er gibt die Bauunterhaltskosten für eine Verblendfassade mit einem Jahresmittelwert von 0,4 % der Herstellkosten und für eine Putzfassade mit 1,5 % der Herstellkosten an.

6 Reinigung älterer Verblendfassaden

6.1 Allgemeines

Fassaden können ihr ursprünglich gutes Aussehen und Ihre Funktionalität durch schädigende Einflüsse aus der Atmosphäre verlieren.

Gasförmige Luftschadstoffe wie Schwefeldioxid und nitrose Gase (Nox) gelangen in Regenwasser gelöst (saurer Regen) auf die Oberfläche von Bauwerken.

Darüber hinaus sind es feste Partikel wie Staub und Ruß, die als Schwebstoffe in der Luft vorhanden sind und sich auf den Oberflächen von Baustoffen absetzen.

Die Schmutzarten werden in zwei Hauptgruppen einteilen:

1. mineralische Verschmutzungen wie z.B. Ausblühungen, Auslaugungen und Auswaschungen (Ablaufspuren). Salze. Korrosion wie z.B. Flugrost, rünspan, Braunstein oder Patina oder auch hartnäckige Schmutzkrusten wie Versinterungen und Gipskrusten
2. organische Verschmutzungen wie z.B. Öl, Fett, Ruß, Bitumen, Farbbeschichtungen, Graffiti, Algen, Moos, Schimmelpilze, Vogelkot, Hundeurin

Beide Verschmutzungsarten lassen sich in der Regel durch den Einsatz unterschiedlicher Reinigungsverfahren entfernen, doch sollten damit ausschließlich Fachfirmen beauftragt werden.

Vor der Ausführung sind Untersuchungen durchzuführen um das jeweilige Reinigungsverfahren festzulegen.

Im Zuge solcher Untersuchungen ist auch das Fugennetz zu kontrollieren und gegebenenfalls auszubessern oder zu erneuern.

6.2 mechanische Reinigungsverfahren

Die wesentlichen Verfahren zur Reinigung von Vormauer- und Klinkerfassaden sind:
Mechanische Reinigungsverfahren

6.2.1 Hochdruckreinigung

Durch die Verwendung von Hochdruckreinigungsgeräten lässt sich eine verstärkte Reinigungswirkung gegenüber einer drucklosen Berieselung erzielen.

Sie kann mit kaltem oder heißem Wasser sowie ggf. mit Zusatz von Netzmitteln (insbesondere bei fettigen und öligen Verschmutzungen) durchgeführt werden.

In der Regel werden Geräte mit 70-100 l/min Förderleistung, einem Druck von 60-200 bar und Temperaturen bis zu 140° eingesetzt.

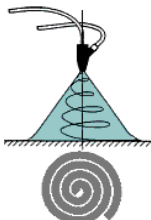
Durch den Wasserdruck werden Schmutz und ölige Bestandteile schneller gelöst. Je höher die Wassertemperatur ist, desto leichter lockern sich Schmutzpartikel und umso schneller reagieren und lösen sich ölige Bestandteile.

Das Kurzzeitverfahren verringert zwar die Gefahr der Mauerwerksdurchfeuchtung, birgt aber die Gefahr, dass durch die stärkere mechanische Beanspruchung lose Fassadenteile abgelöst werden können und dadurch ein Verlust an originaler Bausubstanz entsteht.

6.2.2 Rotations-Niederdruck-Strahlen (Jos-Strahlen)

Beim Rotations-Niederdruck-Strahlen, auch Jos-Strahlen genannt, wird mit extrem niederem Luftdruck von 0.1 - 2 bar gearbeitet.

Durch die am Spezialkopf koxial verstellbaren Düsen wird der Luftstrom in Rotation gebracht und es entsteht beim Aufprall des Strahlmittels (Glaspudermehl) eine schleifende radierende Wirkung.



Diese schleifende Wirkung minimiert die beim konventionellen Sandstrahlen auftretende und für den Untergrund schädliche Aufprall-Kraterbildung.

Das heißt, dass durch Jos-Strahlen Verschmutzungen und Altbeschichtungen entfernt werden, ohne dass dadurch ein Verlust an originaler Bausubstanz entsteht.

Jos-Strahlen ist staubfrei (es wird an der Düse Wasserdampf zugesetzt), ist von der Denkmalpflege zugelassen und eignet sich für das Entfernen von Verschmutzungen auf Sichtbeton, Mauerwerk, Kunst- und Naturstein, das Entfernen von Anstrichen auf Beton, Metall, Holz, Kunst- und Naturstein und das Entfernen von Graffiti.

6.2.3 Trockeneisstrahlen (Wikipedia)

Das Trockeneisstrahlen ist ein Druckluftstrahlverfahren, bei dem als Strahlmittel festes Kohlenstoffdioxid, sogenanntes Trockeneis, mit einer Temperatur von $-78,9\text{ °C}$ eingesetzt wird.

Das Verfahren wird in der Oberflächentechnik zum Reinigen eingesetzt.

Trockeneis ist elektrisch nicht leitend, chemisch inert, ungiftig, umweltneutral und nicht brennbar.

Im Gegensatz zu anderen Strahlmitteln geht Trockeneis bei Umgebungsdruck ohne Verflüssigung direkt vom festen in den gasförmigen Zustand über – es sublimiert.

Mit einer Luftmenge von beispielsweise 5000 Litern pro Minute werden die Trockeneispartikel beschleunigt und treffen mit Schallgeschwindigkeit auf das zu reinigende Bauteil.

Beim Reinigen wird die zu entfernende Schicht lokal unterkühlt und versprödet dabei.

Nachfolgende Trockeneispartikel dringen in die Sprödrisse ein und sublimieren beim Auftreffen schlagartig.

Das Trockeneis wird gasförmig und vergrößert dabei sein Volumen um etwa das 700 bis 1000fache.

Dabei sprengt es den Schmutz von der Oberfläche ab.

Die Vorteile dieses minimal - abrasiven und nicht korrosiven Verfahrens liegen in der geringen Schädigung des Strahlguts, sowie der Tatsache, dass nach der Bearbeitung kein Reinigungsmedium zur Entsorgung zurückbleibt.

Der größte Vorteil des Trockeneisstrahlens liegt in der Tatsache, dass beim Strahlen kein Strahlmittelrückstand entsteht, da das CO_2 gasförmig wird und sich auflöst.

Da Trockeneis relativ weich ist, werden die Oberflächen nicht beschädigt und auch extrem empfindliche Bauteile wie Fensterrahmen, können so gereinigt werden.

So kann der Farbanstrich von alten Fachwerkbalken mit Trockeneis entfernt werden, ohne große Beschädigungen an den u.U. jahrhundertealten Balken zu verursachen.

Auch innerhalb eines Gebäudes können mit Trockeneis z.B. Fachwerkbalken gereinigt werden. So kann eine Aufhellung der Balken sowie eine Beseitigung von Lehm- und Farbresten sehr schonend durchgeführt werden.

Unter anderem wird diese Technik auch zur Entfernung von Anstrichen, Graffiti und zur Beseitigung der Haftwurzeln von Efeu und wildem Wein eingesetzt.

Strahlmittel	spez. Gewicht (g/cm^3)	Härte	Körnung (mm)	erzielbare Rauhtiefe ¹⁾
Trockeneispellets	1,56	2 (nach Mohs)	L: 5 - 10 mm d: 3 - 04 mm	Keine Oberflächen- aufrauung

¹⁾ Auf unbeschichteten Eisenwerkstoffen und Legierungen.

6.2.4 Sandstrahlen bzw. Partikelstrahlverfahren

Bei Strahlverfahren mit Sand/Luft- Sand/Wasser- oder Sand/Wasser/Luft-Gemischen muss die Energie, die zum Entfernen einer am Baustoff befindlichen Ablagerung erforderlich ist, immer größer sein, als der Haftverbund der Verschmutzung mit dem Untergrund.

Da somit die Strahlpartikelgröße und der Arbeitsdruck den Reinigungseffekt beeinflussen, ist immer mit einem mehr oder weniger großem Verlust an originaler Bausubstanz zu rechnen.

6.3 Chemische Reinigungsverfahren

Wenn eine mechanische Reinigung aufgrund des Verschmutzungsgrades nicht zum Erfolg führt, ist es möglich, durch Verwendung geeigneter Reinigungskemkalien die Schmutzkrusten aufzuschließen und dadurch löslich zu machen.

Bei der chemischen Steinreinigung werden je nach Steinart und Verschmutzung Säuren oder Laugen verwendet, die meist auch Netzmittel enthalten.

Darüber hinaus gibt es pastös eingestellte Komplexbildnerpasten, die in der Lage sind, Calcium bzw. Eisenionen zu binden.

Die meisten Reinigungskemkalien sind bereits als Kombinationspräparate rezeptiert.

Vor einer Reinigung mit Chemikalien ist in jedem Fall eine Musterfläche anzulegen, an der die in Frage kommenden Reinigungspräparate getestet werden müssen.

Wichtige Parameter sind hier die Vornässung, die Wirkstoffkonzentration, die Verweilzeit und das Nachwaschen bis zur vollkommenen Entfernung des angewendeten Reinigers (pH-Test mit Universalindikationspapier).

Die Reinigung von Vormauerziegelfassaden mit Reinigungskemkalien sollte ausschließlich durch Fachfirmen erfolgen.

Außerdem ist zu empfehlen, bewährte Fertigpräparate renommierter Hersteller einzusetzen, da hochkonzentrierte Säuren oder Laugen schwere irreversible Schäden auslösen können (Auflösen der Bindemittel im Stein, Bildung neuer bauschädlicher Salze und Bildung anderer steinfremder chemischer Verbindungen).

6.3.1 Reinigung mit Säuren

Dieses Verfahren wird sehr häufig zur Fassadenreinigung angewandt.

Mit säurehaltigen Reinigungsmitteln werden vorwiegend Rost(Flugrost), Zementschleier, Ausblühungen, Versinterungen (hartnäckige Schmutzkruste), Korrosions- bzw. Oxidationsprodukt, leichte Öl- und Fettverschmutzungen sowie Algen und Moos entfernt.

In den meisten handelsüblichen sauren Produkten zur Fassadenreinigung sind Flußsäure und/oder Salzsäure enthalten.

Fluß- und Salzsäure können bei längerer Kontaktzeit sowohl silicatische als auch carbonatische Bindemittel zerstören und nebenbei erhebliche Mengen bauschädlicher Salze bilden.

Nach Möglichkeit sollte sowohl aus verarbeitungstechnischer, als auch aus der Sicht der möglichen Steinschädigung und aus Umweltschutzgründen die Verwendung solcher Produkte nur auf die unbedingt notwendigen Sonderfälle beschränkt werden.

6.3.2 Reinigung mit Laugen (Alkalien)

Dieses Verfahren wird mit alkalischen Reinigungsmitteln bei säureempfindlichen Gesteinen, z.B. Kalksteinen, Travertin und Muschelkalk durchgeführt.

Mit diesem Verfahren können Öl, Fett, Ruß, Algen, Moos, Farben und Lacke (insbesondere Dispersionsfarben) entfernt werden.

In der Praxis haben sich Pasten bewährt, die Natrium oder Kaliumhydroxid, Tenside, Verdicker sowie Komplexbildner enthalten.

Die Komplexbildner sind in der Lage, je nach Zusammensetzung z.B. Calcium zu binden und so gipshaltige Schmutzkrusten aufzulösen.

Vor einer Reinigung mit Alkalien ist in jedem Fall eine Musterfläche anzulegen, an der die in Frage kommenden Reinigungspräparate getestet werden müssen. Wichtige Parameter sind hier die Verweilzeit und das Nachwaschen bis zur vollkommenen Entfernung der angewendeten Alkalien (pH-Test mit Universal-Indikatorpapier).

6.3.3 Reinigung mit organischen Lösungsmitteln

Manche Verschmutzungen (z.B. Teer, Bitumen) lassen sich mit geeigneten organischen Lösemitteln entfernen.

Die Reinigung sollte auf jeden Fall schnell erfolgen, da die Gefahr besteht, dass gelöste Partikel tief in den Untergrund gesogen werden.

Die Reinigung erfolgt in zwei Schritten: die Verschmutzungen werden mit dem Lösemittel eingeweicht und dann unter hohem Druck mit Wasser abgespült. Darunterliegende Fassadenteile müssen dabei permanent nass gehalten werden.

Das Schmutzwasser muss aufgefangen und gemäß den örtlichen Abwasserbestimmungen entsorgt werden.

6.4 Mögliche Schäden an Steinfassaden durch unsachgemäße Reinigung

Jedes Verfahren hat seine Vorteile, birgt aber auch Gefahren für die Bausubstanz. Der Einsatz richtet sich nach der vorhandenen Steinart, nach dem Erhaltungszustand und nach dem Verschmutzungsgrad.

Jedes Verfahren birgt ein gewisses Risiko der Durchfeuchtung, der Salzbildung, der Oberflächenbeschädigung oder des negativen Einflusses auf eventuell nachfolgende Hydrophobierung.

Substanzverluste von 1-2 mm können sowohl bei Sandstrahlverfahren mit Sand/Luft- und Sand/Wassergemischen als auch bei der Hochdruckreinigung auftreten.

Auch mit Hochdruckreinigern besteht Gefahr für Skulpturen, Ornamente und Denkmäler.

Kalkablagerungen können sich in Gebieten mit hartem Wasser bilden, wenn Fassaden durch eine Langzeitbewässerung gereinigt werden.

Fugenschäden entstehen nicht selten bei der Hochdruck- oder Höchstdruckreinigung, aber bei einer ungenügenden Vorwässerung vor dem Auftrag von sauren Steinreinigern.

Schäden durch Säuren können sehr vielseitig sein.

Flußsäure zerstört die Glasur bei Klinkererzeugnissen sowie die Oberfläche von poliertem Granit.

Polierte Kalksteine werden von allen Säuren angegriffen.

Bei Ton- und Klinkererzeugnissen können bei bestimmten Mineralverbindungen durch Säuren Farbtonveränderung auftreten.

7. Literatur

DIN V 105 T. 1 bis 4: Ausgabe Juni 2002,
DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Beuth Verlag GmbH

DIN V 105 T 100: Ausgabe 2012,
DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Beuth Verlag GmbH

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

Eurocode 6 DIN: Ausgabe 10 + 12 - EN 1996-1-1, DIN EN 1996-2, DIN EN 1996-3
DIN EN 1996-1-1/NA, DIN EN 1996-2/NA, DIN EN 1996-3/NA

DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Beuth Verlag GmbH

DIN V 4108-4, 02.2002:Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden.
Teil 4: Wärme- und feuchteschutztechnische Kennwerte.
DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Beuth Verlag GmbH

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

Informationsordner: „Von der Idee zur Ausführung. Zweischalige Wand mit Backstein.

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

Figge, D. : Konstruktion und Ausführung von unbewehrtem Mauerwerk nach DIN
1053-12
Zeitschrift „das Mauerwerk“, H. 5/2009. S. 307 – 315

Uniter Chemie: Fassadenreinigung
www.uniter.com.

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

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

Schubert, P.: Zweischalige Außenwände nach DIN 1053-1 – Konstruktion, Baustoffe.
Zeitschrift „das Mauerwerk“, H. 6/2003. S. 190 – 196

Schubert, P.: Zweischalige Außenwände aus Mauerwerk nach EC6.
Mauerwerksbau aktuell 2013 S. A65 – A82