

4

15. Jahrgang
August 2011, S. 221–222
ISSN 1432-3427
A 43283

Sonderdruck

Mauerwerk

Zeitschrift für Technik und Architektur



- **Zweischaliges Verblendmauerwerk –
Stand der Technik**

Zweischaliges Ziegelverblendmauerwerk – Stand der Technik

Zweischaliges Ziegelverblendmauerwerk hat sich in den Gebieten mit höchster Schlagregenbeanspruchung über viele Jahrzehnte als besonders widerstandsfähig und wartungsfrei bewährt. In Norddeutschland prägen Ziegelfassaden das Bild vieler Städte und Dörfer und sind integraler Bestandteil der kulturellen Identität.

Die Entscheidung zugunsten von Ziegelfassaden ist keineswegs nur auf traditionelle Werte zurückzuführen, sondern sie unterliegt vielmehr ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten. Ziegelfassaden zeichnen sich insbesondere durch ihre bewährten Eigenschaften wie Dauerhaftigkeit, Wartungsfreiheit, individuelle Gestaltung und Widerstandsfähigkeit gegen extreme Witterungseinflüsse aus (Bild 1).

Die zur Zeit in der Mauerwerksnorm DIN 1053-1 [1] zusammengestellten Anforderungen an die Planung und Ausführung dieser Bauweise entsprechen nicht mehr den heute allgemein anerkannten Regeln der Bautechnik. Der vollständig überarbeitete Abschnitt für die zweischalige Wand wird künftig im nationalen Anhang der Europäischen Mauerwerksnorm DIN EN 1996-1-1/NA (EC 6) [2] zu finden sein. Die Europäische Mauerwerksnorm EC 6 soll im Jahre 2012 bauaufsichtlich eingeführt werden.

Die vorliegende Abhandlung zeigt den aktuellen Stand der Ausführungstechnik für zweischaliges Ziegelverblendmauerwerk und geht auf die wichtigsten Fragen zur fachgerechten Umsetzung dieser Bauweise ein.

Double faced brickwork (cavity brick construction) – State of the art. *Double faced brickwork has proven itself as particularly resistant and maintenance-free over many decades in areas with the highest rain strain. In North Germany brick facades dominate the image of many towns and villages and are an integral part of cultural identity.*

The decision to go with brick facades is not just due to traditional values, but rather it is subject to environmental and economic perspectives. Brick facades are particularly distinguished by its unique properties, such as durability, maintenance, individual design and resistance to extreme weather conditions (Fig. 1).

The currently in Masonry Standard DIN 1053-1 [1] compiled requirements for the planning and execution of this construction are no longer comply with today's generally recognized rules of building constructions. In the future the completely revised section of the cavity wall can be found in the national annex to the European Masonry Standard DIN EN 1996-1-1/NA (EC 6) [2]. The European Masonry Standard EC 6 is supposed to be introduced in 2012. This paper shows the current state of the design technique for bivalve faced brickwork and focuses the key issues for proper implementation of this design.

1 Mauerziegel und Mörtel für die Ziegelverblendschale

1.1 Mauerziegel

Vormauerziegel und Klinker für die Außenschalen von zweischaligen Außenwänden müssen grundsätzlich mit einer CE-Kennzeichnung versehen sein. Damit muss der Hersteller die Konformität mit den Anforderungen der Europäischen Mauerziegelnorm DIN

EN 771-1 [3] nachweisen. Darüber hinaus müssen die Mauerziegel für die Anwendung in Deutschland zusätzlich die Anforderungen der nationalen Mauerziegelnorm DIN 105-100 [4] erfüllen, in der u. a. die Prüfung der Frostbeständigkeit geregelt ist. CE-gemerkte Mauerziegel können in Deutschland auch in Verbindung mit der Norm E DIN 20000-401 [5] eingesetzt werden.

1.2 Mauermörtel

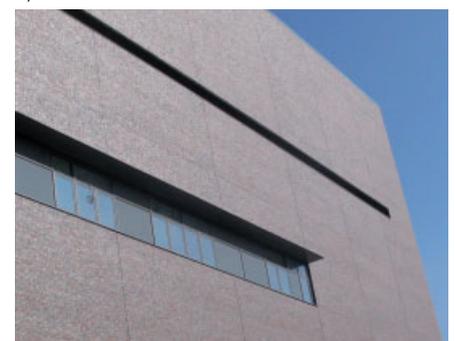
Mauermörtel müssen ebenfalls mit dem „CE-Kennzeichen“ versehen sein. Mauermörtel für Mauerwerk nach DIN 1053 muss der EN 998-2 [6] entsprechen. Zusätzlich müssen noch



a)



b)



c)

Bild 1. Ziegelfassaden – robust, dauerhaft und wartungsfrei für traditionelle Einfamilienhäuser (a), für anspruchsvolle Großstadtwohnquartiere (b), für architektonisch moderne Gewerbebauten (c)

Fig. 1. Brick facades – robust, durable and maintenance-free for traditional single-family homes (a), sophisticated big-city neighborhoods (b), for architecturally modern commercial buildings (c)

Tabelle 1. Bezeichnungen und Festigkeiten der Mauermörtel nach DIN EN 998-2 bzw. nach DIN 1053-1**Table 1. Designations and strength of the mortar according to DIN EN 998-2 and DIN 1053-1**

Mörtelart	Druckfestigkeitsklasse nach DIN EN 998-2	Mörtelgruppe nach DIN 1053-1 bzw. DIN V 20000-412	Druckfestigkeit N/mm ²
Normalmörtel	M 5	II	2,5
	M 10	IIa	5,0
	M 15	III	10,0
	M 30	IIIa	20,0
Leichtmörtel	M10	LM 21, LM 36	5,0
Dünnbettmörtel	M15	DM	10,0

die Bestimmungen der DIN V 18580 „Mauermörtel mit besonderen Eigenschaften“ (erkennbar am zusätzlichen Ü-Zeichen mit dem Eindruck „DIN V 18580“) eingehalten werden.

In der Tabelle 1 sind die Mauermörtel und deren Festigkeiten nach DIN EN 998-2 zusammengestellt.

2 Grundsätze des zweischaligen Ziegelverblendmauerwerks

2.1 Wandaufbau

Die nichttragende Außenschale aus Ziegelsichtmauerwerk wird häufig erst nach der Erstellung der tragenden Innenschale errichtet. Während der Herstellung der Außenschale (Verblendschale) werden die bereits in der tragenden Innenschale eingesetzten Mauerwerksanker in die Lagerfugen geführt. Die Drahtanker werden zur Ableitung der Windlasten an die tragende Innenschale verwendet (Bild 2).



Bild 2. Standardwandaufbau bei zweischaligem Verblendmauerwerk, bestehend aus tragender Innenschale, Wärmedämmung, Verbindungsankern und Ziegelverblendschale

Fig. 2. Standard wall construction with two shells brickwork consisting of bearing inner shell, insulation, link anchors and faced brickwork

Da die tragende Innenschale heute fast ausschließlich aus großformatigen Mauersteinen im Dünnbettverfahren hergestellt wird bzw. im Geschosswohnungsbau häufig aus Stahlbeton besteht, werden spezielle Verankerungssysteme mit entsprechenden bauaufsichtlichen Zulassungen verwendet. Für die Verankerung der zweischaligen Wand sind daher die in der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung (abZ) der Anker festgelegten Bestimmungen, wie z. B. maximal zulässiger Schalenabstand und Mindestanzahl der Drahtanker, maßgebend.

2.2 Hohlschicht

Die Hohlschicht zwischen den beiden Wandschalen hat ihren Ursprung darin, den kapillaren Wassertransport im Mauerwerk als Folge von Schlagregen zu unterbinden. Sie übernimmt heute zusätzlich die Funktion des Wärmeschutzes. Je nach Anforderungen an den Wärmeschutz kann die Hohlschicht ohne, teilweise oder auch vollständig mit Wärmedämmung ausgestattet werden.

2.3 Schalenabstand (Hohlschichtdicke)

Der Mindestschalenabstand bei zweischaligem Verblendmauerwerk ohne Wärmedämmung in der Hohlschicht beträgt 4 cm. Der Mindestschalenabstand von 4 cm dient der Einhaltung des Funktionsprinzips der zweischaligen Außenwand und garantiert, dass verarbeitungsbedingte Mörtelwulste auf der Rückseite der Verblendschale keine Feuchtigkeitsbrücken zur tragenden Innenschale bilden. Sofern sich jedoch Wärmedämmung, welche grundsätzlich stets hydrophob eingestellt ist, in der Hohlschicht befindet,

garantiert diese, dass ein kapillarer Feuchtigkeitsübertrag durch Mörtelwulste auf der Rückseite der Verblendschale oder über die Verbindungsanker an die Innenschale nicht stattfinden kann.

Der maximale Schalenabstand bei zweischaligen Außenwänden richtet sich nach dem Verankerungssystem. Die Verbindungsanker für die zweischalige Außenwand sind für definierte Schalenabstände bemessen und zugelassen. Die heute marktgängigen Verbindungsanker sind für Schalenabstände bis zu 200 mm zugelassen [7].

2.4 Wärmedämmung

Bei zweischaligem Ziegelverblendmauerwerk dürfen grundsätzlich nur werkseitig hydrophob eingestellte Wärmedämmstoffe verwendet werden. Es können die konventionellen, flexiblen mineralischen Dämmstoffe, wie z. B. Stein- oder Glaswolle mit WLZ von $\lambda = 0,030$ bis $0,040$ W/(mK) (Bild 3) oder auch Hochleistungsdämmstoffe aus Polyurethan mit WLZ von $\lambda = 0,024$ W/(mK) (Bild 4) verwendet werden. Bei Schalenabständen bis zu 200 mm und in Verbindung mit den genannten Dämmstoffen können die höchsten Anforderungen an den Wärmeschutz erfüllt werden. Insofern können energieeffiziente Nied-



Bild 3. Durch die vollständige Verfüllung der gesamten Hohlschicht mit Wärmedämmung (200 mm) können die Anforderungen des Wärmeschutzes problemlos erfüllt werden

Fig. 3. By completely filling the entire hollow layer with thermal insulation (200 mm) the highest levels of thermal protection requirements are easily met



Bild 4. Mit den Hochleistungsdämmstoffen aus Polyurethan ($\lambda = 0,024 \text{ W/(mK)}$) kann zweischaliges Verblendmauerwerk bei sehr guten Dämmeigenschaften relativ schlank aufgebaut werden

Fig. 4. With the high-performance insulating materials made of polyurethane ($\lambda = 0.024 \text{ W/(mK)}$) double faced brickwork with very good insulation properties can be built relatively slim

rigenergiehäuser, wie z. B. Passivhäuser, mit zweischaligem Ziegelverblendmauerwerk unter Einhaltung der bisher bewährten Eigenschaften problemlos realisiert werden.

2.5 Offene Stoßfugen im Ziegelverblendmauerwerk

Offene Stoßfugen als Entwässerungs- oder auch Lüftungsöffnungen in Ziegelverblendschalen stellen keine Voraussetzung für die Funktionstauglichkeit einer zweischaligen Außenwand dar [7], [2], [8]. Es besteht jedoch weiterhin die Möglichkeit, Ziegelverblendschalen mit offenen Stoßfugen zu planen und auszuführen. Die Anzahl und Lage der offenen Stoßfugen muss jedoch im Vorfeld im Rahmen der Ausschreibungen vereinbart werden.

2.6 Entwässerung der Ziegelverblendschale

Ziegelverblendschalen von zweischaligen Außenwänden sind grundsätzlich nicht wasserundurchlässig. Sowohl die Mauersteine aus Klinker oder Vormauerziegel als auch die Mörtelfugen besitzen ein kapillarporöses Gefüge, wodurch Feuchtigkeit transportiert werden kann. Für die Durchfeuchtung von Verblendschalen in exponierter Lage und bei starkem und anhaltendem Schlagregen sind jedoch meist Flankenrisse zwischen Mauersteinen und Mörtelfugen sowie Hohlräume im Fugennetz ausschlaggebend. Einen wichtigen Beitrag zur Wasserdurchlässigkeit von Ziegelverblendschalen

leisten allerdings die offenen Stoßfugen, welche planmäßig z. B. oberhalb von Fensteröffnungen als „Entwässerungsöffnungen“ angeordnet werden. Die offenen Stoßfugen ermöglichen an Wetterseiten eines Gebäudes das ungehinderte Eindringen des Regenwassers in die Hohlschicht.

Die Anordnung der offenen Stoßfugen am Fußpunkt von zweischaligen Außenwänden zur Entwässerung der Verblendschale beruht auf falschen Annahmen. Nach DIN 4108-3 [9] werden Verblendschalen bei zweischaligen Außenwänden als konstruktive Maßnahme zum Schutz gegen Schlagregen genannt. Somit muss eine Verblendschale unabhängig von ihrer Kapillarität und Wasserdurchlässigkeit ihre Funktion zum Schlagregenschutz erfüllen. In der Abdichtungsnorm DIN 18195-4 [10] wird über eine Entwässerung von zweischaligen Außenwänden am Fußpunkt gesprochen, obwohl dieser Vorgang in der langjährigen Geschichte dieser Bauweise noch nicht beobachtet wurde.

Unabhängig von den widersprüchlichen Aussagen in den Normen ist bei der Planung von zweischaligem Ziegelverblendmauerwerk darauf zu achten, dass die Bezeichnung „Entwässerung“ in Verbindung mit Ziegelverblendschalen nicht korrekt ist. Bei Ziegelverblendschalen gehört eine planmäßige Entwässerung nicht zum ursprünglichen Prinzip dieser Wandkonstruktion. Eine Entwässerung von zweischaligem Ziegelverblendmauerwerk hat in der etwa hundertjährigen Geschichte dieser Bauweise noch nicht stattgefunden und wird auch in Zukunft keine Rolle spielen.

Offene Stoßfugen als „Entwässerungsöffnungen“ am Fußpunkt der Verblendschale, z. B. jede dritte Stoßfuge, können zwar vereinbart und angeordnet werden, sie stellen jedoch keine

Voraussetzung für die dauerhafte Funktionstauglichkeit der zweischaligen Wand dar. Für den Fall, dass sie dennoch am Fußpunkt der Verblendschale angeordnet werden, muss durch geeignete Maßnahmen dafür gesorgt werden, dass weder Regenwasser noch Mäuse oder Ungeziefer durch die offenen Stoßfugen in die Hohlschicht gelangen können.

2.7 Vertikale Dehnfugen in Ziegelverblendschalen

Ziegelverblendschalen werden bei kleineren Ein- und Zweifamilienhäusern mit Grundrissabmessungen von etwa 10 bis 12 m seit vielen Jahrzehnten weitestgehend ohne vertikale Dehnfugen ausgeführt. Es handelt sich daher um eine bewährte Ausführungstechnik, welche auch den Anforderungen der Mauerwerksnorm DIN 1053-1 entspricht. In einer Kommentierung zur DIN 1053-1 [11] wird auf Folgendes hingewiesen:

„Erfahrungsgemäß ist es z. B. bei kleineren Gebäudegrundrissen von Einfamilienhäusern mit Ziegelverblendschalen und Giebelbreiten bzw. Längen von 10 bis 12 m nicht erforderlich, besondere Dehnungsfugen vorzusehen.“

Darüber hinaus sind die Abstände für die vertikalen Dehnfugen in Verblendschalen in Abhängigkeit von der Mauersteinart in der aktuellen Ausgabe der europäischen Mauerwerksnorm EC 6 zusammengestellt (s. Tabelle 2).

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

- Farbe des Ziegelsteins
- Himmelsrichtung
- Ausführung der Außenwand mit Luftschicht oder mit Volldämmung.

Tabelle 2. Maximale horizontale Abstände l_m zwischen senkrechten Dehnungsfugen in unbewehrten nichttragenden Wänden; der Abstand der ersten senkrechten Fuge zu einer verformungsbehinderten Wanddecke sollte nicht größer $l_m/2$ sein
Table 2. Maximum horizontal spacing l_m between vertical expansion joints in unreinforced bearing walls, the distance between the first vertical joint to a deformation disabled wall corner should not be greater than $l_m/2$

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



Bild 5. Vertikale Dehnfugen werden an Gebäudeecken zur Vermeidung von vertikalen Rissen angeordnet. Sie können unterschiedliche Gestaltungsformen annehmen (a). Eine Versiegelung der dauerelastischen Dichtstoffe ist sowohl aus optischen Gründen als auch zur Verlängerung der Lebensdauer empfehlenswert (b)
 Fig. 5. Vertical expansion joints are located at building corners to avoid cracking. They can have different forms of design (a). A sanding of the permanently elastic sealant is recommended for both aesthetic reasons and to prolong the life (b)

Zur Vermeidung von Rissen in Verblendschalen muss insbesondere bei mehrgeschossigen Gebäuden und in Verbindung mit Fertigteilen in der Außenschale bereits in der Planungsphase ein Dehnfugenkonzept erarbeitet werden. Dabei muss das Hauptaugenmerk auf die korrekte Anordnung der Dehnfugen an Gebäudeecken sowie auch auf die Übergänge zwischen den Fertigteilen und den örtlich gemauerten Wandbereichen gerichtet werden (Bild 5).

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

Gestaltung der vertikalen Dehnfugen als „Mäanderfuge“

Vertikale Dehnfugen im Ziegelverblendmauerwerk können zur Anpassung an den Verlauf der Mörtelfugen bei den regelmäßigen Mauerverbänden (z. B. Block- und Kreuzverband), aber auch beim Wilden Verband als „Mäanderfuge“ ausgebildet werden (Bild 6). Diese Dehnfugengestaltung hat sich aufgrund von vielen schadensfreien Ausführungsbeispielen in den vergangenen zehn Jahren als funktionstauglich und völlig unbedenklich erwiesen. Die Ausführung und Versiegelung der Mäanderfugen sind je-



Bild 6. Selbst die Dehnfuge zur Trennung des Brüstungsfertigteils und dem angrenzenden Mauerwerk kann mäandrierend ausgebildet werden
 Fig. 6. Even the expansion joint to separate the parapet finished part and the adjacent walls can be designed meandering

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

Zur Versiegelung der Mäanderfugen sind Dichtstoffe aus Polyurethan oder Polysulfid gut geeignet. Sie können zur Anpassung an die optische Beschaffenheit der Mörtelfugen im nassen Zustand besandet werden (Bild 7).

Die Ausbildung der vertikalen Dehnfugen als Mäanderfuge dient ausschließlich dazu, dass die Dehnfuge

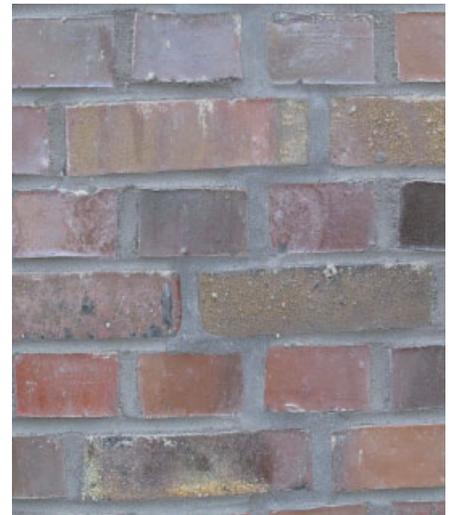


Bild 7. Fachgerecht und sorgfältig versiegelte Dehnfugen dürfen mit bloßem Auge kaum zu erkennen sein
 Fig. 7. Professionally and carefully sealed meander dilatation joint should be hardly seen with the naked eye

in der Fassade optisch möglichst unsichtbar bleibt. Bei unsachgemäßer Versiegelung der Mäanderfuge wird häufig genau das Gegenteil erreicht, indem die Fassade im Bereich der Mäanderfuge besonders auffällig erscheint (Bild 8).

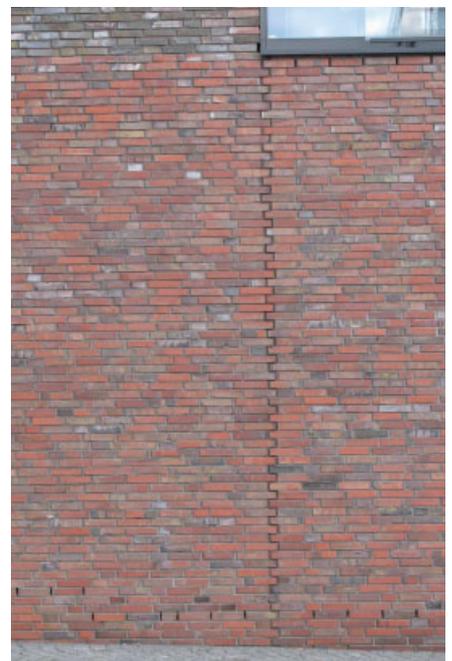


Bild 8. Durch eine unsachgemäße Versiegelung der Mäanderfuge wird das gestalterische Ziel verfehlt, indem die Fassade im Bereich der Dehnfuge betont wird
 Fig. 8. The design goal is missed by emphasizing the facade in the expansion joint due to improper sealing of the meander dilatation joint



*Bild 9. Kompribänder sind wegen der umständlichen Handhabung zur Versiegelung der Mäanderfugen nicht geeignet
Fig. 9. Compressed bands are not suitable for sealing the meander dilatation joint because of complicated handling.*

Kompribänder stellen jedoch zur Versiegelung der als Mäanderfuge ausgebildeten Dehnfugen keine optimale Lösung dar. Sie können handwerklich nicht so verarbeitet werden, dass eine lückenlose Abdichtung der Mäanderfuge erreicht wird (Bild 9).

2.8 Abfangung

Die Mauerwerksnorm DIN 1053-1 stellt keine Anforderungen an die maximale Höhe von Verblendschalen, sofern deren Dicke 11,5 cm beträgt. Allerdings sollen diese Verblendschalen in Höhenabständen von etwa 12 m abgefangen werden. Sie dürfen 2,5 cm über ihr Auflager vorstehen. Dies bedeutet, dass eine Auflagertiefe von mindestens 9 cm stets gewährleistet sein muss.

Auch verhalten sich 10,5 cm (HF und OF) oder auch 10,8 cm (Dänisches Format) dicke Verblendschalen in statischer Hinsicht genauso wie die 11,5 cm dicken Verblendschalen, sofern sie vollflächig aufgelagert sind oder auch 1,5 cm bzw. 1,7 cm über ihr Auflager vorstehen. In solchen Fällen beträgt die Auflagertiefe genauso wie bei einer 11,5 cm dicken Verblendschale, welche 2,5 cm über ihr Auflager vorsteht, mindestens 9 cm.

Die derzeitige Regelung in der Mauerwerksnorm ist daher fachlich nicht richtig, wenn für alle Verblendschalen von weniger als 11,5 cm eine Abfangung in Höhenabständen von

etwa 6 m gefordert wird. Insofern können 10,5 cm bzw. 10,8 cm dicke Verblendschalen abweichend von der Mauerwerksnorm DIN 1053-1 ebenfalls in Höhenabständen von etwa 12 m abgefangen werden, wenn folgende Voraussetzungen erfüllt sind:

- Die Auflagertiefe der Verblendschale muss mindestens 9 cm betragen.
- Die Verblendschale muss mit einem geeigneten Mörtel im Fugenglattstrich-Verfahren ausgeführt werden.
- Es sollte ein Fertigmörtel (Werk trockenmörtel) verwendet werden, welcher auf die Saugfähigkeit der Mauersteine abgestimmt ist (MG IIa).
- Eine nachträgliche Verfügung der Verblendschale ist nicht zulässig.

Diese Vorgehensweise entspricht den heute allgemein anerkannten Regeln der Bautechnik und stimmt zudem mit langjähriger Erfahrung der Ziegelindustrie mit zahlreichen Ausführungsbeispielen überein. Die Ausführung ist in technischer Hinsicht völlig unbedenklich und garantiert eine dauerhafte Gebrauchstauglichkeit für die zweischalige Außenwandkonstruktion.

3 Ausführung der Ziegelverblendschale

3.1 Verfügung

Die Verfügung des Verblendmauerwerks kann sowohl mit „Fugenglattstrich“ als auch „nachträglich“ erfolgen. Der Fugenglattstrich stellt gemäß DIN 18330 der VOB die Regelausführung dar. Auch ist die nachträgliche Verfügung weiterhin Gegenstand der heutigen Baupraxis bei der Herstellung von Ziegelsichtmauerwerk und stimmt auch mit den Anforderungen der einschlägigen Normen und Regelwerke überein.

Die beiden Verfahren werden seit vielen Jahrzehnten zur Herstellung von Verblendschalen mit Erfolg angewendet und daher in den einschlägigen Normen und Regelwerken als gleichwertig angesehen.

3.2 Fassadenreinigung vor den Fugarbeiten

Die nachträgliche Verfügung ist traditionell damit verbunden, dass vor dem Ausfügen der Fassade eine Reinigung der Mauerwerksflächen stattfindet. Diese Fassadenreinigung wurde früher

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

Insofern wurden die Regelungen für die Verfügung und Reinigung von Ziegelfassaden in DIN 18330 der VOB bei der Neufassung im Jahre 2006 geändert (inzwischen Ausgabe 2010-04 gültig, [12]). Die bisherige Regelung, dass dem Reinigungswasser bis 2 % Volumenanteile Salzsäure zugesetzt werden kann, wurde durch den folgenden Satz ersetzt: „Bei nachträglicher Reinigung dürfen dem Reinigungswasser keine Säuren zugesetzt werden.“

Diese etwas unglücklich gewählte Formulierung bezieht sich auf die nachträgliche Verfügung und bedeutet, dass eine obligatorische Reinigung mit Säuren vor dem Ausfügen nicht mehr gestattet ist. Sollten sich jedoch nach der Beendigung der Bauausführung partielle Mörtelverunreinigungen oder auch andere wasserunlösliche Verschmutzungen an der Mauerwerks-oberfläche abzeichnen, dann muss zur Gewährleistung einer ansehnlichen Fassadenoptik eine Reinigung durchgeführt werden. Die Wahl eines geeigneten Reinigungsmittels bzw. Reinigungsverfahrens richtet sich dann danach, welche Mauersteine (Klinker, Vormauerziegel, engobierte, werkseitig hydrophobierte usw.) verwendet worden sind und um welche Art von Verunreinigungen es sich handelt (Kalkablagerungen, Verfärbungen, Ausblühungen usw.).

3.3 Gestaltung der Mörtelfugen

Grundsätzlich haben die Mörtelfugen im Verblendmauerwerk zwei Hauptaufgaben:

1. Die Mörtelfugen tragen dazu bei, dass aus den einzelnen Mauersteinen eine homogene Wandscheibe gebildet wird, welche insbesondere den Anforderungen des Witterungsschutzes genügen muss.
2. Durch ihre vielfältigen Farben und ihre Oberflächenstruktur sind die Mörtelfugen ein beliebtes Instrument zur individuellen Gestaltung der Mauerwerks-oberfläche.

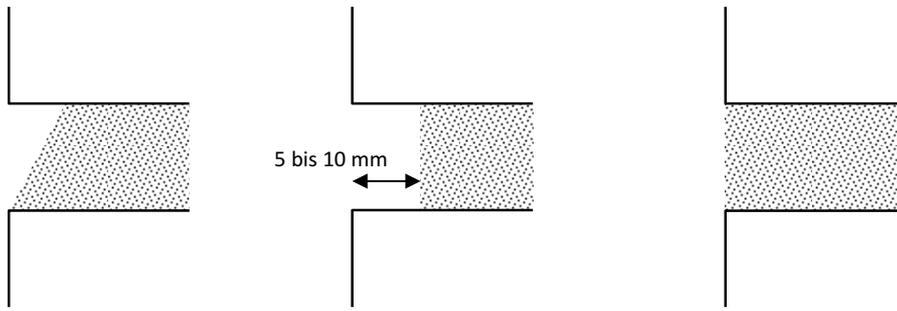


Bild 10. Mörtelfugen bei Ziegelverblendschalen können bündig mit der Mauerwerksoberfläche oder auch zur Betonung der plastischen Wirkung zurückspringend ausgebildet werden

Fig. 10. Mortar joints with faced brickworks can be formed flush with the masonry surface or trained set back to emphasize the sculptural effect

Mörtelfugen bei Ziegelverblendschalen können aus gestalterischen Gründen auch zurückspringend ausgebildet werden (ca. 10 mm). Diese Gestaltungsform bei Ziegelverblendschalen hat eine lange Tradition in Norddeutschland und gilt unter technischen Gesichtspunkten, wie z. B. Schlagregensicherheit und Frostbeständigkeit, als völlig unbedenklich.

Bei Verwendung von Lochsteinen muss stets darauf geachtet werden, dass die Mörteldicke bis zur ersten Lochungsreihe etwa 2 cm möglichst nicht unterschreitet. Insofern müssen Lochsteine bei zurückspringenden Mörtelfugen eine größere Stegdicke als das übliche Maß von 2 cm aufweisen.

Zurückspringende Mörtelfugen sind aufgrund der bisherigen Beobachtungen bei vielen Ausführungsbeispielen in Norddeutschland eher als vorteilhaft für das Sichtmauerwerk anzusehen, da sie wegen der vorstehenden Steinflanken besser vor unmittelbarer Einwirkung des Regenwassers geschützt sind. Im Vergleich zu bündig mit der Mauerwerksoberfläche ausgebildeten Mörtelfugen schreitet bei zurückspringenden Mörtelfugen der witterungsbedingte Zerfallsprozess durch den Bindemittelverlust deutlich langsamer voran, und die Gefahr von Kalkauswaschungen und Ausblühungen wird auf ein Minimum reduziert [13].

3.4 Erforderliche Abdichtungsmaßnahmen

Die Funktion der Schlagregensicherheit einer zweischaligen Außenwand ist erfüllt, wenn die Bauteile in der Ebene der tragenden Innenschale durch geeignete Abdichtungsmaßnahmen in und hinter der Verblendschale dauerhaft vor Einwirkung des Regen-

wassers geschützt sind. Die notwendigen Abdichtungsmaßnahmen bei zweischaligem Verblendmauerwerk sind überall bei den Öffnungen, wie z. B. Fenster und Türen, sowie auch im Bereich der Aufstellflächen, wie beim Mauersockel, erforderlich.

3.4.1 Sockel

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

In der Systemskizze Bild 11 ist das Prinzip der Sockelabdichtung bei zweischaligem Verblendmauerwerk

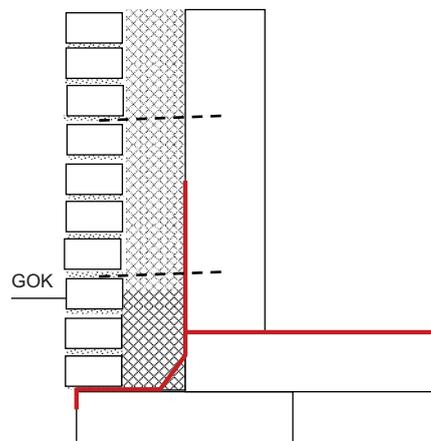


Bild 11. Systemskizze zum Prinzip der Sockelabdichtung bei zweischaligem Ziegelverblendmauerwerk

Fig. 11. System sketch regarding the principle of the socket sealing with double faced brickwork

dargestellt. Die Sockelabdichtung bei zweischaligem Verblendmauerwerk ist abhängig von vielen örtlichen Einflussfaktoren und kann daher von der Prinzipskizze abweichen. Das Grundprinzip der Sockelabdichtung zur Gewährleistung der dauerhaften Funktionstauglichkeit ist jedoch immer gleich und besteht aus folgenden Parametern:

- Die Sockelabdichtung wird vor der Erstellung der Verblendschale aufgebracht.
- Die verwendeten Abdichtungsmaterialien müssen für diesen Zweck dauerhaft geeignet sein. Hierzu können geregelte Abdichtungsmaterialien gemäß DIN 18195 oder für nicht geregelte Abdichtungsprodukte mit allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnissen (abP) verwendet werden, welche von bauaufsichtlich anerkannten Prüfstellen erstellt werden. Diese sind in ihrer baurechtlichen Bedeutung für die Verwendung der Produkte den vom DIBt zu erteilenden abZ gleichzusetzen.
- Wenn Ziegelverblendschalen aus optischen Gründen aus dem Erdreich herausgeführt werden (in Norddeutschland die Regelausführung), müssen die Verblendsteine im Erdreich und in ersten drei bis vier Mauerschichten oberhalb der Geländeoberfläche wasserabweisende Eigenschaften haben (z. B. Klinker in Verbindung mit einem Mörtel der Mörtelgruppe MG IIa oder MG III) [8], [14].
- Bei Verwendung von stark saugfähigen Vormauerziegeln muss die Eignung durch den Hersteller ausdrücklich deklariert werden. Grundsätzlich und insbesondere in diesem Fall ist die Anlegung eines kapillarbrechenden Kiestreifens empfehlenswert. Dadurch kann verhindert werden, dass die Bodenfeuchtigkeit im Verblendmauerwerk aufsteigt und Ausblühungen und Verschmutzungen verursacht.
- Es muss grundsätzlich darauf geachtet werden, dass die Hohlschicht im Erdreich vollständig mit druckfestem Dämmstoff ausgestattet wird (Perimeterdämmung).
- Die erste Ankerlage ist so tief wie möglich in etwa 25 bis 30 cm Höhe anzuordnen.
- Die Stöße der Sockelabdichtung müssen dauerhaft verklebt oder verschweißt werden.

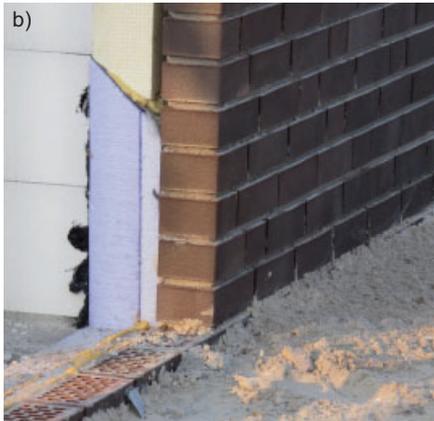


Bild 12. Der Einbau von zusätzlichen Sperrbahnen mit Gefällebildung in der Dämmebene ist sinnlos und führt zu einem enormen Mehraufwand bei der Sockelabdichtung (a) und (b). Hier reicht eine einfache Abdichtung, die vor der Errichtung der Verblendschale auf die tragende Innenschale aufgebracht wird. Die hochgeklappte Bahn auf Bild (c) ist nicht erforderlich

Fig. 12. The installation of additional control layers with gradient formation in the insulation layer is pointless and leads to a huge overhead at the base seal (a) and (b). A simple seal which is applied to the supporting inner shell before the establishment of the veneer would be enough here. The folded-path in Fig. (c) is not required

– Oberhalb der Geländeoberfläche ist in der Verblendschale eine horizontale Querschnittsabdichtung gegen aufsteigende Feuchtigkeit erforderlich. (z. B. 500er Dachpappe, besandet).

3.4.2 Stürze

Die häufigsten Feuchtigkeitsschäden an zweischaligen Außenwänden treten im Bereich der Fenster- und Türöffnungen auf. Dazu zählen Durchfeuchtungen an den Innenleibungen und -stürzen. Obwohl das Abdichtungsprinzip relativ einfach ist, ist die Fehlerquote bei der Ausführung ziemlich hoch.

Eine sinnvolle Maßnahme zur Vermeidung von Durchfeuchtungen im Bereich der Fenster und Türen ist, wenn die Dämmstreifen zur Schließung der Hohlchicht komplett abgeklebt werden (Bild 13). Zusätzlich müssen oberhalb der Fensteröffnungen im Sturz Sperrbahnen eingebaut

werden (Bild 14). Die Dichtungsbahn wird an der tragenden Innenschale mechanisch befestigt oder auch angeklebt. Offene Stoßfugen im Sturz können



Bild 13. Bei Gebäuden in exponierter Lage kann durch die Abklebung der Dämmstreifen rund um die Fensteröffnung die Gefahr von Durchfeuchtungen als Folge von Schlagregen weitgehend ausgeschlossen werden

Fig. 13. For buildings in a prominent location the danger of penetration of moisture as a result through rain can be excluded to a great extent by taping the insulation strips around the window opening



Bild 14. Oberhalb von Fenster- und Türöffnungen sind stets Dichtungsbahnen einzubauen. Diese sind im Bereich der Zwischenpfeiler fortzusetzen und seitlich der Fensterleibungen um etwa 50 cm zu verlängern

Fig. 14. It is always necessary to build geomembranes above window and door openings. They should be continued in the intermediate columns and extended to the side of the window frames to about 50 cm

nen das ungehinderte Eindringen des Regenwassers in die Hohlchicht begünstigen und sind daher nicht zu empfehlen.

3.4.3 Sohlbänke aus gemauerter Rollschicht

Die Ausbildung der Sohlbank aus gemauerter Rollschicht, die in Norddeutschland eine lange Tradition besitzt, ist nach wie vor ein bevorzugtes Gestaltungselement bei den Ziegelfassaden. Fensterbänke aus gemauerter Rollschicht haben den Vorteil, dass sie aus dem gleichen Mauerstein wie die übrige Fassade sind und handwerk-





Bild 15. Fachgerecht und sorgfältig ausgeführte Sohlbänke aus gemauerter Rollschicht zeigen auch nach einer Standzeit von mehreren Jahrzehnten ein ansehnliches Erscheinungsbild

Fig. 15. Professionally and carefully executed masonry sills from roll film show even after a lifetime of several decades a considerable appearance



Bild 16. Fensterbänke aus gemauerter Rollschicht stellen die Standardbauweise bei fast allen Ein- und Zweifamilienhäusern mit Ziegelverblendmauerwerk dar. Je nach Lage des Gebäudes kann die Gefällebildung der Sohlbank eine schnelle Oberflächenverschmutzung verhindern (a). Bindet die Sohlbank in die Verblendschale ein, so wird verhindert, dass Regenwasser über die Rollladenschienenführung in die Hohlenschicht gelangen kann (b).

Fig. 16. Brick window sills made of roll brick layer are the standard construction of almost all single and two-family houses with faced brickwork. Depending on the location of the building the gradient formation of the sill can prevent rapid surface contamination (a). If the sill binds into the veneer it will be prevented that rain water can get through the shutter rail guide into the hollow layer (b)



lich relativ einfach und kostengünstig hergestellt werden können. Der Nachteil besteht darin, dass sie im Bereich der Mörtelfugen je nach handwerklicher Qualität mehr oder weniger wasserdurchlässig sind. Insofern sollten die Sohlbänke aus gemauerter Rollschicht stets mit einem ausreichenden Gefälle ausgestattet werden, wenn keine konstruktiven Wasserschutzmaßnahmen, wie z. B. große Dachüberstände, vorhanden sind. Zur fachgerechten Ausbildung der Sohlbänke aus einer Rollschicht ist zu beachten:

- Das Mindestgefälle für alle Außenfensterbänke beträgt grundsätzlich 5°.
- Für die Sohlbänke aus einer Rollschicht wird jedoch ein Mindestgefälle von 15° mit 4 cm Überstand empfohlen. Die Mörtelfugen müssen vollfugig hergestellt werden. Bei stark saugfähigen Ziegeln kann die Sohlbankoberfläche zur Reduzierung der Wasseraufnahme hydrophobiert werden. Sohlbänke aus Rollschicht, die nach Jahrzehnten immer noch ansehnlich wirken, sind meist dadurch gekennzeichnet, dass sie ein starkes Gefälle aufweisen (Bild 15).
- Unterhalb der Sohlbank ist dann keine Sperrfolie notwendig. Die Sperrfolie bildet eine Trennlage im Bauteil, die die Verbundwirkung beeinträchtigt und häufig mit Rissbildungen der Mörtelfuge unmittelbar unter der Sohlbank verbunden ist.

- Die Kontaktflächen zwischen Sohlbank und Innenschale sind durch Sperrbahnen zu trennen.
- Die Ausbildung der Sohlbänke im Verblendmauerwerk sollte grundsätzlich unter Berücksichtigung der zu erwartenden Regenbeanspruchung erfolgen. So stehen bei den Gebäuden, bei denen kaum Schlagregenbeanspruchung zu erwarten ist, wie z. B. Ein- oder Zweifamilienhäuser mit ausreichendem Dachüberstand, nicht das Gefälle, sondern eher die gestalterischen Aspekte im Vordergrund.
- Die Anschlussfugen zwischen Fenster und Verblendschale (insbesondere die Leibungen) müssen schlagregendicht sein. Die Anschlussfuge zwischen Sohlbank und Fensterahmen sollte unabhängig von ihrer Stärke, welche sich nach der Gefällebildung der Sohlbank richtet und variabel ist, nachträglich versiegelt werden.
- Bei Fenstern und Fenstertüren mit Rollladenkasten ist es durchaus empfehlenswert, wenn die Sohlbank mehrere Zentimeter in die Verblendschale einbindet, um zu verhindern, dass Regenwasser in der Führungsschiene direkt in die Hohlenschicht geleitet wird.
- Bei bodentiefen Fenstern und Türen ist eine wannenförmige Abdichtung unter der Sohlbank aus gemauerter Rollschicht anzulegen.

Literatur

- [1] DIN 1053-1:1996-11: Mauerwerk – Teil 1: Berechnung und Ausführung. NABau im DIN, Berlin 1996.
- [2] E DIN EN 1996-1-1/NA:2011-04: Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten – Teil 1-1: Allgemeine Regeln für bewehrtes und unbewehrtes Mauerwerk. Norm-Entwurf. NABau im DIN, Berlin 2011.
- [3] DIN EN 771-1:2011-07: Festlegungen für Mauersteine – Teil 1: Mauerziegel; Deutsche Fassung EN 771-1:2011. NABau im DIN, Berlin 2011.
- [4] DIN V 105-100:2005-10: Mauerziegel mit besonderen Eigenschaften. Vornorm. NABau im DIN, Berlin 2005.
- [5] DIN V 20000-401:2005-06: Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken – Teil 401: Regeln für die Verwendung von Mauerziegeln nach DIN EN 771-1:2005-05. NABau im DIN, Berlin 2005.
- [6] DIN EN 998-2:2010-12: Festlegungen für Mörtel im Mauerwerksbau – Teil 2: Mauermörtel; Deutsche Fassung EN 998-2:2010. NABau im DIN, Berlin 2010.
- [7] Altaha, N.: Konstruktion und Ausführung von zweischaligem Mauerwerk. Mauerwerk-Kalender 34 (2009), S. 291–317. Hrsg. W. Jäger. Ernst & Sohn, Berlin.
- [8] Altaha, N.: Aktueller Stand der Abdichtungstechnik bei zweischaligem Verblendmauerwerk. Mauerwerk 13 (2009), H. 6, S. 326–331.

- [9] DIN 4108-3:2001-07: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden. Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz; Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung. NABau im DIN, Berlin 2001.
- [10] DIN 18195-4:2000-08: Bauwerksabdichtungen – Teil 4: Abdichtungen gegen Bodenfeuchte (Kapillarwasser, Haftwasser) und nichtstauendes Sickerwasser an Bodenplatten und Wänden, Bemessung und Ausführung. NABau im DIN, Berlin 2000.
- [11] *Gränzer, M., Irmschler, H.-J., Kirtschig, K., Mann, W., Oppermann, B., Schellbach, G., Schießl, P.*: Beuth-Kommentare. Mauerwerk. Kommentar zu DIN 1053 Teil 1 – Rezeptmauerwerk. DIN 1053 Teil 3 – Bewehrtes Mauerwerk. Ausgaben Februar 1990. Hrsg. P. Funk. Beuth, Berlin/Köln, Ernst & Sohn, Berlin 1990.
- [12] DIN 18330:2010-04: VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Mauerarbeiten. NABau im DIN, Berlin 2010.
- [13] *Altaha, N.*: Broschüre Ziegelverblendmauerwerk, Planung und Ausführung. Herausgeber zweischalige Wand GmbH, Ausgabe 2008.
- [14] *Oswald, R.*: Abdichtung von erdbe-rührtem Mauerwerk. Merkblatt, erar-beitet i. A. der Deutschen Gesellschaft für Mauerwerksbau e. V. DGfM von: AIBAU, Aachener Institut für Bau-schadensforschung und angewandte Bauphysik gGmbH. Hrsg. DGfM. Ber- lin, 2006.

Autor dieses Beitrages:

Dr.-Ing. Nasser Altaha, Fachverband Ziegel-industrie Nord, Oldenburg, ZIEGEL Anwendungs-technik, Bahnhofsplatz 2a, 26122 Oldenburg



ZIEGEL

Fachverband Ziegelindustrie Nord e. V.

Bahnhofsplatz 2a · 26122 Oldenburg

Tel. 0441 / 210 26 12

Fax 0441 / 210 26 20

fachverband@ziegelindustrie.de
