

6

Technik & Architektur

das Mauerwerk



A 43283
7. Jahrgang
Dezember 2003
Heft 6
ISSN 1432-3427

Ernst & Sohn
A Wiley Company

Zweischalige Außenwände

- Konstruktion, Aufgaben, Anforderungen, Baustoffe
- Ausführung, Dehnungsfugen
- Überdeckung von Öffnungen in der Außenschale
- Wärmetechnische Fassadensanierung mit Sichtmauerwerk
- Minimierung von Wärmebrücken

Zweischalige Außenwände nach DIN 1053-1 Konstruktion, Baustoffe

PETER SCHUBERT

Es werden der grundsätzliche Aufbau zweischaliger Außenwände, die Verankerungsmöglichkeiten (einschl. von Schalensabständen bis zu 200 mm), die Regeln für die Auflagerung der Verblendschale, die grundsätzlichen Aufgaben und Anforderungen an die Außenwand sowie die Baustoffe (Mauersteine, Mauermörtel) für die Außen- und Innenschale, die Wärmedämmstoffe für den Schalenzwischenraum, die notwendigen Abdichtungen sowie sogenannte Mauerfuß-Dämmelemente für den unteren Fußpunkt der Innenschale behandelt. Die wesentlichen Merkmale werden unter Bezug auf die gültigen technischen Regelwerke dargestellt, erläutert und übersichtlich in Tabellen aufgeführt.

1 Konstruktion

1.1 Anforderungen, Wand- aufbau

Die Außenwand eines Wohngebäudes muß vielfachen Anforderungen genügen: Sie muß ausreichend standsicher sein und den Brandschutz-, Wärmeschutz-, Schallschutz- und Feuchteschutzanforderungen genügen. Diese Funktionen werden bei

der zweischaligen Außenwand konsequent getrennt.

Die zweischalige Außenwand besteht grundsätzlich aus zwei Mauerwerkschalen – der Innen- und der Außenschale (auch Verblendschale genannt) –, die in einem bestimmten Abstand zueinander mit einem Zwischenraum (Schalenzwischenraum) angeordnet sind. Der Schalenzwischenraum kann ohne Wärmedämmstoff, teilweise mit Wärmedämmstoff oder ganz mit Wärmedämmstoff (Kerndämmung) ausgefüllt werden.

Diese verschiedenen Wandkonstruktionen sind, zusammen mit einer weiteren, in DIN 1053-1 11.96 /1/ genormt. Nach der DIN wird somit unterschieden nach zweischaligen Außenwänden (s. Bild 1):

- (1) mit Luftschicht
- (2) mit Luftschicht und Wärmedämmung
- (3) mit Kerndämmung
- (4) mit Putzschicht

- (3) mit Kerndämmung und
- (4) mit Putzschicht

Die Konstruktion mit Putzschicht wurde anstelle der früher genormten zweischaligen Wand mit Schalenfuge in die Ausgabe 11.96 von DIN 1053-1 aufgenommen. Sie ist, nach Auffassung des Autors, wie auch die frühere Konstruktion mit Schalenfuge, nicht empfehlenswert, da sie praktisch keinen besseren Feuchteschutz gewährleistet als die anderen Konstruktionsarten und bei der üblichen Flächenverankerung schwierig auszuführen ist.

Die Außenschale muß die Anforderungen an den ausreichenden Witterungsschutz – vor allem Feuchteschutz – und an die Ästhetik erfüllen. Sie trägt auch zum Schallschutz der gesamten Konstruktion bei. Außerdem muß sie die Windkräfte (Druck, Sog) aufnehmen und an die Innenschale bzw. andere

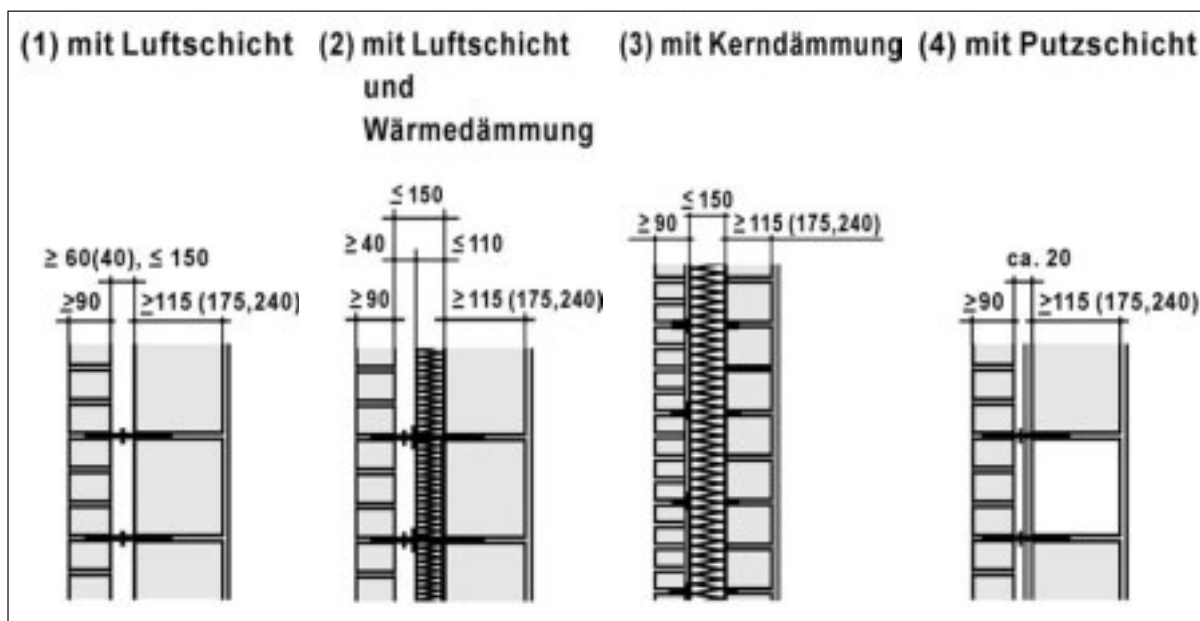


Bild 1 Zweischalige Außenwände; Konstruktionsarten nach DIN 1053-1 (Maße in mm)

Bauteile weiterleiten. Und schließlich muß sie frei von schädlichen Rissen und dauerhaft sein, damit sie die Funktionen über die geplante Nutzungszeit erfüllen kann.

Der Zwischenraum zwischen den beiden Mauerwerkschalen wird in der Regel überwiegend oder ganz mit Wärmedämmstoffschichten ausgefüllt. Er übernimmt damit zum großen Teil oder nahezu ausschließlich (bei der Kerndämmung) die Aufgabe des Wärmeschutzes.

Die Innenschale erfüllt in erster Linie die Anforderungen an die ausreichende Standsicherheit, trägt zum Schallschutz bei und kann auch einen gewissen Beitrag zum Wärmeschutz leisten (s. Abschn. 2.1.2 und Beitrag *Pohl*)

Die Ausführung der Innenschale mit der nach DIN 1053-1 möglichen Mindestdicke von 115 mm (eingeschränkt anwendbar für das vereinfachte Berechnungsverfahren) ist nicht empfehlenswert. Die Wände dürfen ohne rechnerischen Nachweis nur vertikal und höchstens 10 mm tief geschlitzt werden, Ausführungsmängel wie z. B. nicht vermörtelte Randbereiche sind stärker wirksam. Deshalb werden Wanddicken von 150, 175 und 240 mm empfohlen.

Durch die besondere Konstruktionsart und die Aufteilung der Funktionen auf die verschiedenen Schichten der zweischaligen Außenwand können sämtliche Anforderungen in optimaler Weise erfüllt werden. So werden für den Wärmedurchgangskoeffizient U von kerngedämmtem Mauerwerk Werte von rd. $0,2 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ und bewertete Schalldämmmaße von mehr als 60 dB problemlos erreicht.

Zweischalige Außenwände erfüllen hohe Brandschutzanforderungen bis zur Feuerwiderstandsklasse F180-A.

Hinsichtlich des Feuchte-schutzes erfüllt die Konstruktion die Anforderungen der höchsten Beanspruchungsgruppe III nach DIN 4108-3 /3/.

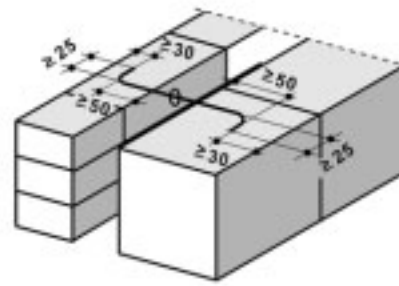
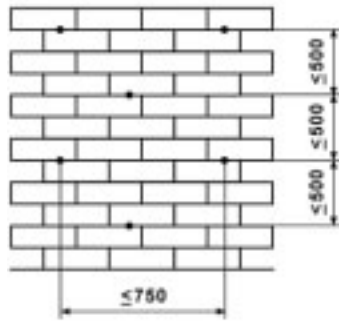


Bild 2 Verankerung, Lage und Abstand der Drahtanker nach DIN 1053-1 – Regelverankerung (Maße in mm)

Zweischalige Außenwände, die nach DIN 1053-1 in guter Qualität ausgeführt werden, erfordern nur sehr geringe bzw. gar keine Wartungs- und Instandhaltungsaufwendungen. Sie sind ästhetisch ansprechend und bieten viele gestalterische Möglichkeiten.

1.2 Verankerung, Auflagerung der Außenschale

Zur Aufnahme der Windlasten muß die Außenschale mit der Innenschale bzw. der Geschoßdecke durch entsprechend tragfähige Anker verbunden werden. Die Regelverankerung nach DIN 1053-1 besteht aus nichtrostenden Drahtankern mit abgebogenen, mindestens 25 mm langen Ankerschenkeln. Um ausreichende Verbundwirkung mit dem Lagerfugenmörtel zur Aufnahme der Winddruck- und Windsogkräfte sicherzustellen, muß der Abstand der Ankerschenkel zur Außenoberfläche mindestens 30, zu den Innenoberflächen der Schalen mindestens 50 mm betragen (s. Bild 2).

Um einen Feuchteübergang von der Außen- zur Innenschale zu vermeiden, muß der Anker eine Kunststoffscheibe („Tropfscheibe“) enthalten. Der Abstand der Drahtanker soll in vertikaler Richtung höchstens 500, in horizontaler Richtung höchstens 750 mm betragen. Anzahl und Durchmesser der Anker sind mit zunehmendem Abstand der Mauerwerkschalen zu vergrößern (s. Tabelle 1). Da die Windlast (Windsog) an Gebäudeecken und allen freien Rändern – auch an den Rändern einer Dehnungsfuge! – erhöhte Werte annehmen kann, sind an allen freien Rändern

- von Öffnungen
- an Gebäudeecken
- beidseits von Dehnungsfugen und
- an den oberen Enden der Außenschalen

zusätzlich drei Drahtanker je Meter Wandlänge anzuordnen. Drahtanker in Leichtmörtel LM 21 erfordern eine andere Verankerungsart. Regeln für andere Verankerungsarten der Draht-

Tabelle 1 Verankerung der Mauerwerkschalen nach DIN 1053-1 – Regelverankerung

| Zeile | Sachverhalt/Anwendungsfall | Drahtanker | |
|-------|---|--|-------------|
| | | Mindestanzahl je m^2 Wandfläche | Durchmesser |
| – | – | – | mm |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | mindestens, sofern nicht Zeilen 2 und 3 maßgebend | 5 | 3 |
| 2 | Wandbereich höher als 12 m über Gelände oder Abstand der Mauerwerksschalen über 70 bis 120 mm | 5 | 4 |
| 3 | Abstand der Mauerwerksschalen über 120 bis 150 mm | 7 | 4 |
| | | 5 | 5 |

Tabelle 2 Andere Verankerungen nach DIN 1053-1 als die Regelverankerung

| Zeile | Verankerung | Anforderungen | Anwendbarkeitsnachweis |
|-------|--|---|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Drahtanker, andere Verankerungsart | je Drahtanker ≥ 1 kN Druck- und Zugkraft bei 1,0 mm Schlupf; bei < 1 kN entsprechend größere Ankeranzahl | Prüfzeugnis |
| 2 | Andere Ankerformen z. B. Flachstahlanker, Dübelverankerung | besondere Nachweise im Rahmen des Zulassungsverfahrens | in der Regel allgemeine bauaufsichtliche Zulassung |
| 3 | linienförmig | Standsicherheitsnachweis der Außenschale | |

Tabelle 3 Außenschale; Abfangung, Auflagerung nach DIN 1053-1

| Dicke d_A | Abfangungsabstand | Schalenhöhe | Überstand Auflager \ddot{u}_A | Sonstige Bedingungen, Hinweise |
|-----------------|---|---------------------------|---------------------------------|---|
| mm | m | | mm | – |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 115 | ≈ 12 | – | ≤ 25 | \ddot{u}_A ist bei Nachweis Auflager- pressung zu berücksichtigen |
| | ≤ 2 Geschosse | – | $\leq d_A/3$ | |
| $< 115 \geq 90$ | ≈ 6 | ≤ 20 über Gelände | ≤ 15 | – |
| | – | | | <ul style="list-style-type: none"> Gebäude bis 2 Vollgeschosse einschließlich Giebel dreieck Höhe ≤ 4 m Fugen Sichtflächen in Fugenglattstrich (Sollbestimmung) |
| ≥ 90 | Auflagerung vollflächig <i>über ganze Länge</i> , andernfalls (z. B. Konsollagerung) jeden Stein beidseitig auflagern | | | |

anker, Ankerformen, Verankerungsanordnung siehe Tabelle 2.

Die Anforderungen an Dicke, Höhe, Auflagerbreite der Verblendschale und Abfangungsabstand sind in Tabelle 3 zusammengestellt.

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen des Deutschen Instituts für Bautechnik sind für Drahtanker, Flachstahlanker und Gelenkanke bis zu einem Schalabstand von 200 mm er-

teilt worden (s. dazu Tabelle 4 und in /2/).

2 Baustoffe – Anwendbarkeit, Anforderungen

2.1 Mauersteine

2.1.1 Außenschale

Mauersteine für die Außenschale von zweischaligen Außenwänden sind in den DIN Normen für Mauerziegel, Kalksandsteine und Betonsteine genormt. Sie werden als Vormauersteine und

Verblender bezeichnet und müssen neben einem ausreichend hohen Frostwiderstand und Anforderungen an die äußere Beschaffenheit zusätzliche weitere Merkmale erfüllen. In Tabelle 5 sind die für die Außenschale anwendbaren Mauersteine mit den jeweiligen Anforderungen und Merkmalen zusammengestellt. Diese müssen im Rahmen der Qualitätssicherung nachgewiesen werden.

Tabelle 4 Anker zur Verbindung der Mauerwerksschalen mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung (siehe auch /2/)¹)

| Bezeichnung | Zulassungsnummer | Zulassungsinhaber | Maximaler Schalabstand | Anwendbar für | | |
|---------------------------------|------------------|--|------------------------|---------------|----|----|
| | | | | L | LD | KD |
| – | – | – | mm | – | – | – |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Multi-Luftschichtanker | Z-17.1-633 | BEVER GmbH 57399 Kirchhunden-Würdinghausen | 170 | X | X | X |
| KE-Gelenkanke | Z-17.1-466 | Erzinger Ziegelwerke GmbH 79771 Klettgau-Erzingen | 200 | X | X | X |
| PRIK-Luftschichtanker | Z-17.1-463 | Gebr. Bodegraven B. V. Metallwarenfabrik NL-2420 AA Nieuwkoop | 175 | X | X | – |
| EURO-Flachstahlanke | Z-17.1-710 | H & R GmbH 58636 Iserlohn | 175 | X | X | X |
| Drahtanker mit Durchmesser 4 mm | Z-17.1-825 | BEVER GmbH 57399 Kirchhunden-Würdinghausen | 200 | X | X | X |

1) weitere Angaben zu Eigenschaften, Mauerwerk der Außen-, Innenschale, Ausführung (Anordnung, Lage der Anker u. a.) s. in /2/ L; LD; KD Mauerwerk mit Luftschicht; Luftschicht und Wärmedämmung; Kerndämmung

| Mauerstein | DIN-Norm | Frost-Widerstand | W_a | $\beta_{N,st}$ | ρ_{sch} | d_A | Treibende Einschlüsse | schädliche Salze | ausblühfähige Salze |
|---|---------------|-----------------------|-------|-------------------|--------------------|-------|--|------------------------------------|--|
| – | – | – | M.-% | N/mm ² | kg/dm ³ | mm | – | – | – |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Vormauerziegel | V 105-1 06.02 | Nachweis erforderlich | – | – | – | ≥ 20 | begrenzter Anteil und Größe von Absprengungen zulässig | MgSO ₄ : ≤ 0,12 M.-% | MgSO ₄ : ≤ 0,08 M.-% Na ₂ SO ₄ +K ₂ SO ₄ : ≤ 0,08 M.-% |
| Vollklinker, Hochlochklinker Planklinker | | | ≤ 7 | ≥ 28 | ≥ 1,90 | | | | |
| Vormauer-Hochlochziegel | V 105-2 06.02 | | – | – | – | | | | |
| Vormauer-Planziegel | V 105-6 06.02 | | – | – | – | | | | |
| Hochfeste Ziegel Hochfeste Vollklinker, Hochlochklinker | 105-3 05.84 | | ≤ 7 | ≥ 36 | ≥ 1,90 | | | MgSO ₄ : ≤ 0,06 M.-% | Na ₂ SO ₄ +K ₂ SO ₄ : ≤ 0,04 M.-% |
| Keramikklinker | 105-4 05.84 | | ≤ 6 | ≥ 60 | ≥ 2,00 | | | | |

W_a Wasseraufnahme; $\beta_{N,st}$ Druckfestigkeitsklasse; ρ_{sch} Scherbenrohddichte; d_A Dicke Außenschale

| Mauerstein | DIN-Norm | Frost-Widerstand | W_a | $\beta_{N,st}$ | $\rho_{N,st}$ | d_A | Treibende Einschlüsse | schädliche, ausblühfähige Salze |
|--------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|-------|-------------------|--------------------|---------------|-----------------------|---|
| – | – | – | M.-% | N/mm ² | kg/dm ³ | mm | – | – |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Vormauerstein | V 106-2 02.03 (Kalksandsteine) | Nachweis erforderlich 25 FTW | – | ≥ 10 | – | ≥ 10 | – | keine dauerhafte Beeinträchtigung des Aussehens |
| Verblender | | | | ≥ 16 | | | | |
| Vormauerstein Vormauerblock | V 18 153 10.03 (Betonsteine) | Nachweis erforderlich | – | 6 bis 48 | 1,6 bis 2,4 | ≥ 30 bis ≥ 50 | – | – |

W_a Wasseraufnahme; $\beta_{N,st}$ Druckfestigkeitsklasse; $\rho_{N,st}$ Rohdichteklasse; d_A Dicke Außenschale

Tabelle 5.1 ▲
Mauersteine für die Außenschale; Mauerziegel

Tabelle 5.2 ▲
Mauersteine für die Außenschale; Kalksandsteine, Betonsteine

Für die dauerhafte Funktionsfähigkeit der Außenschale ist bei der Ausführung (s. Beitrag *Selk*) insbesondere das Wasseraufsaugvermögen der Vormauersteine bzw. Verblender zu berücksichtigen.

2.1.2 Innenschale

Für die Innenschale von zweischaligem Mauerwerk können alle genormten und dafür bauaufsichtlich zugelassenen Mauersteine verwendet werden.

Um eine im Fußpunktbereich der Innenschale mögliche Wärmebrückenwirkung zu minimieren, werden sogenannte Mauerfuß-Dämmelemente (s. auch in /2/ und Beitrag *Pohl*) angeordnet. Eine Zusammenstellung allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassungen für derartige Elemente enthält Tabelle 6.

2.2 Mauermörtel

2.2.1 Außenschale

Tabelle 7 gibt eine Übersicht über die Anwendung von Mauermörteln nach DIN 1053-1.

Sowohl der Mauermörtel (für die Ausführung mit Fugenglattstrich, s. Beitrag *Selk*) als auch der Verfugmörtel (für die Ausführung mit nachträglichem Verfugen, s. Beitrag *Selk*) sollen bestimmte Eigenschaftsanforderungen erfüllen:

- (1) ausreichenden Frostwiderstand → ein besonderer Nachweis ist nicht erforderlich, da nach den langjährigen Erfahrungen gewährleistet
- (2) geringe Wasseraufnahme
- (3) ausreichend hohe, dauerhafte Verbundfestigkeit zum Mauerstein und ausreichende Druckfestigkeit in der Fu-

ge → Nachweise erfolgen nach DIN 1053-1, Anhang A, im Rahmen der Qualitätssicherung

- (4) möglichst geringer Anteil an ausblühfähigen Salzen und auslaugbaren Anteilen.

Eine hohe Wasseraufnahme bzw. Wasserdurchlässigkeit kann zu Schäden im Mörtelfugenbereich, aber möglicherweise auch im Bereich von gelochten Vormauersteinen (Wasseranreicherung) führen. Um dies zu vermeiden, muß der Mörtel eine geeignete Zusammensetzung – vor allem eine möglichst stetige Sieblinie des Sandes und einen ausreichend hohen Feinststoffanteil – aufweisen. Nach den Empfehlungen der Ziegelindustrie /4/ soll der Mörtelsand gut abgestuft sein und der Korndurchmesser 0 bis 4 mm für Mauermörtel und

| Bezeichnung | Zulassungsnummer/DIN | Zulassungsinhaber | Vertrieb | Maße | | | Anwendung für Mauerwerk aus |
|---|----------------------|---|--|-------------|--------------------------|-----------|--|
| | | | | Länge | Breite | Höhe | |
| – | – | – | – | – | mm | – | – |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| MEA-REMOLIT | Z-17.1-582 | Beletto AG Bautechnische Handelsver- tretungen CH-8576 Mauren | – | 800 | 115 175 240 | 113 | nicht in Wänden aus Kalksandlochsteinen und Kalksandhohlblocksteinen mit einem Lochanteil größer 35 % sowie aus Leichtbeton oder Betonhohlblöcken |
| Schöck Novomur | Z-17.1-709 | Schöck Bauteile GmbH | Schöck Bauteile GmbH | 750 | 115 150 | | nur für Einsteinaußerwerk aus Kalksandvollsteinen, -blocksteinen, -Plansteinen mit einem Lochanteil von höchstens 15 %, der Festigkeitsklasse mind. 12 |
| Schöck Novomur light | Z-17.1-749 | 76534 Baden-Baden | 76534 Baden-Baden | | 175 240 | | |
| ISOMUR- Element | Z-17.1-483 | Schöck Bauteile GmbH 76534 Baden-Baden | H-Bau Technik GmbH, 79771 Klettgau | 1200 | 115 175 240 | | – |
| ISOMUR light- Element | Z-17.1-690 | Stahlton AG CH-8034 Zürich | | 600 | 115 150 175 240 | | |
| ISOMUR plus Element | Z-17.1-811 | Stahlton Bauteile GmbH 68159 Mannheim | H-Bau Technik GmbH, 79771 Klettgau | | 115 150 175 240 | | nur für Einsteinaußerwerk aus Kalksandvollsteinen, -blocksteinen, -Plansteinen mit einem Lochanteil von höchstens 15 %, der Festigkeitsklasse mind. 12 |
| KS-ISO-Kimm- steine (Voll- steine), Festig- keitsklassen 12, 20 $\lambda = 0,27$ bis $0,33 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ | DIN 106-1 | – | – | verschieden | | | keine Anwendungsbe- schränkung |
| FOAMGLAS® Perinsul SL Wärmedämm- elemente | Z-17.1-829 | Deutsche Foamglas® GmbH 42781 Haan | Deutsche Foamglas® GmbH 42781 Haan | 450 | 115 175 | 50 115 | Kalksandvollsteine, Kalksandblocksteine, Kalksand-Plansteine, Porenbeton-Plansteine |

1) weitere Angaben zu Eigenschaften, Ausführung, Berechnung, Wärme- und Brandschutz und Anwendungsbedingungen siehe /2/

Tabelle 6 ▲
**Mauerfuß-Dämm-
elemente mit
allgemeiner bau-
aufsichtlicher Zu-
lassung (siehe
auch /2/)¹) (ohne
Anspruch auf
Vollständigkeit)**

| Mauermörtel | | Anwendung |
|---------------------|--------------|--|
| Art | Gruppe | |
| 1 | 2 | 3 |
| Normalmörtel (NM) | I | nicht zulässig |
| | II, IIa | zulässig |
| | III | nur als Verfugmörtel zum nachträglichen Verfugen und für Mauerwerkbereiche die als bewehrtes Mauerwerk nach DIN 1053-3 ausgeführt werden |
| | IIIa | nicht zulässig |
| Leichtmörtel (LM) | LM 21, LM 36 | |
| Dünnbettmörtel (DM) | III | zulässig, jedoch mit bauaufsichtlich zugelassener Verankerung; ggf. Nachweis ausreichender Frostwiderstand erforderlich |

Tabelle 7 **Mauer-
mörtel für die
Außenschale nach
DIN 1053-1**

0 bis 2 mm für Verfugmörtel be-
tragen. Besonders gut geeignet
sind Sande mit einem Anteil von
10 bis 20 M.-% im Bereich der
Korndurchmesser 0 bis 0,2 mm.
Gegebenenfalls ist dieser Feinst-
kornanteil durch Zusatz von Ge-
steinsmehlen, wie z. B. Traß,
Quarzmehl oder Kalksteinmehl,
sicherzustellen.

Um die Anforderungen an
eine geringe Wasseraufnahme
und einen dauerhaften Verbund
mit den Mauersteinen zu ge-
währleisten, werden Mauermör-
tel für die Außenschalen in ihrer

Zusammensetzung auf das Saugverhalten der Mauersteine abgestimmt. Werkmörtel, die auf die besonderen Anforderungen des Mauerwerks in der Außenschale eingestellt worden sind, werden als „Vormauermörtel“ (in bezug auf den Begriff „Vormauerstein“) bezeichnet. Stark saugfähige Vormauersteine, Verblender sollten jedoch vor dem Vermauern vorgeätzt werden, damit sie dem Mauermörtel nicht zuviel Wasser entziehen.

Auch der Verfugmörtel muß bestimmte Eigenschaften aufweisen. Von der Werkmörtelindustrie wurden dafür spezielle Verfugmörtel entwickelt. Darauf ist beim Leistungsverzeichnis bzw. bei der Bestellung besonders zu achten.

Auch bei Fugenglattstrich (s. auch Beitrag *Selk*) sollte „Vormauermörtel“ verwendet werden, da dieser im Gegensatz zu „normalem“ Mauermörtel besonders „ausblüharm“ eingestellt ist.

2.2.2 Innenschale

Für die Innenschale dürfen alle Mauermörtel nach DIN 1053-1 – Normalmörtel der Mörtelgruppe I ist nur unter bestimmten Randbedingungen zulässig und auch nicht zu empfehlen – verwendet werden. Bei Leichtmörtel LM 21 und bei Dünnbettmörtel ist die Regelverankerung mit Drahtankern nach DIN 1053-1 nicht zulässig. Für eine wirksame Verankerung ist ein besonderer Nachweis erforderlich, z. B. durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung.

2.3 Wärmedämmstoffe

Grundsätzlich müssen nach DIN 1053-1 die Dämmstoffe für die Kerndämmung dauerhaft wasserabweisend sein. Für bestimmte Dämmstoffe, die für die Kerndämmung verwendet werden sollen, sind vom Deutschen Institut für Bautechnik zusätzliche technische Regeln in Ergänzung zu den entsprechenden DIN-Normen erarbeitet worden (s. Tabelle 8). Bei Einhaltung dieser Regeln sind keine allge-

| Wärmedämmstoff | DIN | Zusätzliche Anforderungen |
|---|------------|--|
| 1 | 2 | 3 |
| Künstliche Mineralfaserdämmstoffe | V 18 165-1 | $\rho \geq 20 \text{ kg/m}^3$: wasserabweisend (hydrophobiert) über gesamte Dicke, es gelten die Anforderungen nach DIN 18 165-1 07.97, im Ü-Zeichen zusätzlich: Rohdichte $\geq 20 \text{ kg/m}^3$, hydrophobiert |
| Polystyrol- und Polyurethan-Hartschaumplatten | V 18 164-1 | Umlaufende Kantenprofilierung (Nut und Feder oder Stufenfalz) oder Verlegung in versetzten Lagen |

Tabelle 8 Besondere Anforderungen an Wärmedämmstoffe für Kerndämmung /5/

meinen bauaufsichtlichen Zulassungen mehr erforderlich, für alle anderen Dämmstoffe jedoch nach wie vor (s. dazu auch in /5/). In /5/ sind auch allgemein bauaufsichtlich zugelassene Kerndämmplatten tabelliert.

2.4 Abdichtungen

Nach DIN 1053-1, Abschnitt 8.4.3.1 f), muß für die Fußpunktabdichtung der zweischaligen Wand eine Dichtungsbahn nach DIN 18195-4 verwendet werden. Nach DIN 18195-4 08.00 /6/ sind für waagerechte Abdichtungen in oder unter Wänden (Querschnittsabdichtung) zu verwenden:

- (1) Bitumen-Dachbahnen mit Rohfilzeinlage nach DIN 52128
- (2) Bitumen-Dachdichtungsbahnen nach DIN 52130 oder
- (3) Kunststoff-Dichtungsbahnen nach Tabelle 5 von DIN 18195-2 08.00.

(1) Bitumendachbahnen mit Rohfilzeinlage nach DIN 52128

Die DIN 52128 gibt keine Dickenwerte an, stattdessen Flächengewichte:

- R 500 mit einem Nennflächengewicht der Rohfilzplatte von $0,500 \text{ kg/m}^2$
- R 333 mit einem Nennflächengewicht der Rohfilzplatte von $0,333 \text{ kg/m}^2$.

Der Bruchwiderstand muß bei der R 500 in Bahnlängsrichtung 300 N und 200 N in Bahnquerrichtung betragen, bei der R 333 in Längsrichtung 250 N und in Querrichtung 150 N. Die Prüfung dieser Anforderungen ist nach DIN 52123-1 durchzuführen. Die Einhaltung der Produkteigenschaften ist durch werkseigene Produktionskontrolle nach DIN 52144 nachzuweisen.

(2) Bitumen-Dachdichtungsbahnen nach DIN 52130

Auch in der DIN 52 130 werden keine Dickenwerte angegeben, statt dessen die in Tabelle 9 aufgeführten Anforderungen.

(3) Kunststoffdichtungsbahnen nach DIN 18195-2; 2000-08 (Tabelle 5)

Die DIN enthält folgende Angaben zur Materialdicke:
– für ECB-Bahnen (Ethylen-copolymerisat-Bitumen)

Tabelle 9 Anforderungen an Bitumen-Dachdichtungsbahnen nach DIN 52130

| Bahn mit Trägereinlage | Art der Bestreuung | Gehalt an löslichen Bestandteilen | |
|--------------------------|--------------------|-----------------------------------|----------------------|
| | | Mittelwert | kleinster Einzelwert |
| | | g/m^2 | |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| J 300 G 200 | besandet | ≥ 1600 | ≥ 1520 |
| PV 200 | | ≥ 2000 | ≥ 1900 |
| J 300 G 200 PV 200 | beschiefert | | |

Detaillierte Angaben für Höchstzugkraft und Dehnhöchstzugkraft enthält die Tabelle 2 der DIN 52130

- Mindestnenndicke 1,5 mm
- kleinster Einzelwert 1,3 mm
- für EVA-Bahnen (Thylen-Vinyl-Acetat-Terpolymer)
- Dicke 1,2 mm
- für Elastomer-Dichtungsbahnen mit Selbstklebeschicht
- Dicke 1,2 mm

Die Einhaltung der vorgenannten Anforderungen ist dringend zu empfehlen, weil Unterschreitungen der Mindestdicke im Baustellenbetrieb sehr oft zu Schäden geführt haben.

Nicht bitumenverträgliche Kunststoff-Dichtungsbahnen dürfen nur verwendet werden, wenn sie nicht mit Bitumenwerkstoffen in Berührung kommen.

Für die baugerechte Abdichtung in oder unter Wänden (Querschnittsabdichtung) können auch Kunststoffbahnen mit einem allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnis angewendet werden.



Bild 3 Winkelkonsole (Beispiel)



Bild 4 Winkelkonsole (Beispiel)

2.5 Verankerungen, Abfangungen

Alle Ankermaterialien müssen aus nichtrostendem Stahl, Werkstoff-Nrn. 1.4401 oder 1.4571 nach DIN 17440 03.2001 bestehen.

Die Abfangekonstruktionen (Konsolen) sollen dauerhaft gegen Korrosion geschützt sein, wenn sie nach dem Einbau nicht mehr kontrollierbar sind. Dies ist für die Abfangungen in zweischaligem Außenmauerwerk in der Regel der Fall. Da eine Verzinkung als Korrosionsschutz bei Transport und Einbau beschädigt werden kann, sollten nur Abfangekonstruktionen aus nichtrostendem Stahl verwendet werden.

Für die Abfangekonstruktion stehen verschiedenartige Konsolen zur Verfügung: Einzelkonsolen, Winkelkonsolen, Einmörtelkonsolen und Konsolwinkel (s. dazu Bilder 3 und 4 und in /7/). Eine detaillierte Beschreibung der verschiedenen Konsolenkonstruktionsarten mit Herstellerhinweisen findet sich in /7/.

Literatur

- /1/ DIN 1053-1 11.96. Mauerwerk. Teil 1: Berechnung und Ausführung.
- /2/ Hirsch, R., Böttcher, A.: Neu- und Weiterentwicklungen im Mauerwerksbau mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung; Teil 2: Ergänzung und Fortsetzung. Berlin : Ernst & Sohn – In: Mauerwerk-Kalender 28 (2003), S. 25 – 126.

/3/ DIN 4108-3 07.01. Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden. Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz, Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung.

/4/ Planung und Ausführung von Ziegelsicht- und Verblendmauerwerk. In: Ziegel; Ziegel-Baubereitung; Ziegelwand und -bauteile. Bundesverband der Deutschen Ziegelindustrie mit Fachverbänden der Ziegelindustrie, Bonn, 1992.

/5/ Bender, U.: Wärmedämmstoffe und Wärmedämmsysteme mit Zulassung – aktuelle Übersicht. Berlin: Ernst & Sohn – In: Mauerwerk-Kalender 28 (2003), S. 157 – 226.

/6/ DIN 18195-4 08.00. Bauwerksabdichtungen. Teil 4: Abdichtungen gegen Bodenfeuchte (Kapillarswasser, Haftwasser) und nicht-stauendes Sickerwasser an Bodenplatten und Wänden, Bemessung und Ausführung.

/7/ Laternser, K.: Befestigungsmittel für den Mauerwerksbau; Teil 2: Anker, Konsolen und Schienen. Berlin: Ernst & Sohn – In: Mauerwerk-Kalender 27 (2002), S. 155 – 168.

Autor dieses Beitrages:
Dr.-Ing. Peter Schubert,
Institut für Bauforschung
der RWTH Aachen
Schinkelstraße 3, 52062 Aachen

Zweischalige Außenwände – Ausführung der Außenschale (Verblendschale)

DIETER SELK

Im Beitrag geht es besonders um die sachgerechte Verarbeitung der Mauersteine und des Mauermörtels für die Verblendschale, die Ausführung der Verfugung (Fugenglattstrich, nachträgliches Verfugen), den Schutz des jungen Mauerwerks vor ungünstigen Witterungseinflüssen, die Anordnung der Abdichtungen, Lüftungs- und Entwässerungsöffnungen sowie die Reinigung und die Probleme einer Hydrophobierung.

1 Ausführung des Mauerwerks

Besondere Bedeutung für die zu erreichende Schutzwirkung gegen Schlagregen kommt der handwerklichen Ausführung der Maurerarbeiten zu. Dazu werden nachfolgende Empfehlungen gegeben.

- Die Mauersteine sind, soweit sie saugfähig sind, vor dem Vermauern ausreichend vorzunässen.
- Gute Erfahrungen wurden mit solchen Werk-Trockenmörteln gemacht, die ausgewählte Sieblinien und ein gezielt eingestelltes Wasserrückhaltevermögen besitzen, um die Wasseraufsaugeigenschaften der verschiedenen Mauersteine – stark saugend bis nicht saugend – ausreichend zu berücksichtigen.
- Die Lager-, vor allem aber auch die Stoßfugen, sind sorgfältig und vollständig zu vermörteln.

Die Verfugung kann durch nachträgliches Verfugen oder Fugenglattstrich erfolgen. Für die Ausführung sollte wie folgt verfahren werden:

Nachträgliches Verfugen

- flankensauberer Auskratzen der Fugen bis zu mind. 15 mm Tiefe, nach Ansteifen des Fugemörtels

- sorgfältiges Reinigen der ausgekratzten Fugen und des Sichtmauerwerks von Mörtelteilen, losen Bestandteilen und Staub
 - gründliches Vornässen des Fugenbereiches, auch des restlichen Sichtmauerwerks, von unten nach oben
 - sorgfältiges, hohlraumfreies, verdichtendes Einbringen („Einbügeln“) des Verfugmörtels (schwach plastische Konsistenz) in zwei Arbeitsgängen → 1. Arbeitsgang: zuerst Stoß- dann Lagerfugen → 2. Arbeitsgang: umgekehrte Reihenfolge
- Wichtig: gute Flankenhaftung des Verfugmörtels an den Steinen
- günstige Ausbildung der Fugenoberfläche (s. Bild 1)

Fugenglattstrich

- reichlicher Mörtelauftrag in Lager-, Stoßfugen
- durch „Andrücken“ der Mauersteine beim Verlegen geringes seitliches Ausquellen des Mörtels
- abstreifen des ausgequollenen Mörtels
- nach Ansteifen des Fugemörtels Fugenoberfläche (günstig) ausbilden und glattstreichen

(z. B. mit Gummischlauchstück, Fugholz)
Vor- und Nachteile beider Verfahren sind:

Nachträgliches Verfugen

- Vorteile: farbliche, strukturelle Gestaltung der Fugenoberfläche; weitestgehende Farb-, Strukturgleichheit
- Nachteile: großer Ausführungseinfluß auf Qualität und damit Funktionsfähigkeit des Sichtmauerwerks

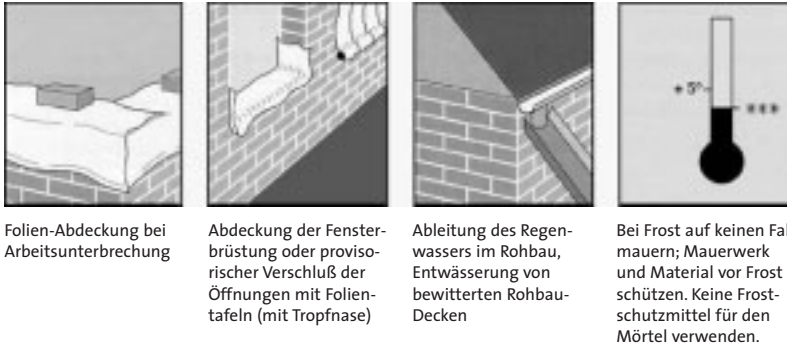
Fugenglattstrich

- Vorteile: im allgemeinen gut verdichtete, homogene Mörtelfuge; Zwang zum vollflächigen Vermörteln; durch erforderliches Andrücken der Steine zusätzliche Verdichtung des Fugemörtels
 - Nachteile: mögliche größere Farbunterschiede der Fugenoberfläche; keine besondere Farb-, Strukturgebung möglich
- Wegen der größeren Ausführungssicherheit sollte vorzugsweise der Fugenglattstrich angewendet werden. Durch die günstige Ausbildung des Fugenabschlusses lassen sich nachteilige klimatische Einwirkungen minimieren (s. Bild 1).



Bild 1 Zweischaliges Mauerwerk; Außenschale (Verblendschale) Fugenabschluß

Bild 2 Maßnahmen zum Witterungsschutz
(Fotos: Wienerberger Ziegelindustrie)



Folien-Abdeckung bei Arbeitsunterbrechung

Abdeckung der Fensterbrüstung oder provisorischer Verschluss der Öffnungen mit Folientafeln (mit Tropfnase)

Ableitung des Regenwassers im Rohbau, Entwässerung von bewitterten Rohbaudecken

Bei Frost auf keinen Fall mauern; Mauerwerk und Material vor Frost schützen. Keine Frostschutzmittel für den Mörtel verwenden.

1.1 Schutz des jungen Mauerwerks

Das Eindringen von Niederschlagswasser ist durch geeignetes Abdecken des Mauerwerks während notwendiger Arbeitspausen zu verhindern (s. Bild 2).

Grundsätzlich sollte mehr als bisher darauf geachtet werden, daß die gesamte Gebäudesubstanz vor Niederschlagswasser wirksam geschützt wird (s. Bild 2). Schutzhallen wären sicher etwas aufwendig, aber mobile, mit dem Kran zu bewegende Dachtraversen sind dagegen wirtschaftlich vertretbar. Dazu gehört auch der wirksame Schutz gegen zu schnelles Austrocknen – vor allem bei hohen Lufttemperaturen und Wind – z. B. durch Abdecken mit Folien. Damit könnte die Qualität des Bauwerkes und einzelner Bauteile erheblich gesteigert werden. Unnötige Auseinandersetzungen über Mängel oder gar Schönheitsfehler könnten vermieden werden. Kosten für Gewähr- und Sicherheitsleistungen wären einzusparen. Zufriedene Auftraggeber würden neues Vertrauen in Auftragnehmer setzen.

1.2 Reinigung

Die Reinigung der Sichtfläche der Verblendschale während oder unmittelbar nach der Fertigstellung – Entfernen von Mörtelresten im Steinbereich – sollte niemals unter Benutzung von Säuren (verdünnte Salzsäure etc.) erfolgen, weil nicht sicher gewährleistet werden kann, daß Säure nicht in den Mauerstein- bzw. Fugenbereich eindringt und möglicherweise schädigende chemische Reaktionen sowie er-

neut ausblühfähige Salze entstehen. Dies ist auch durch ein mehr oder weniger intensives Vornässen mit Wasser nicht zu verhindern. Mörtelreste sollten deshalb unmittelbar nach dem Verlegen der Mauersteine, z. B. durch „scharfes“ Abfegen oder mittels eines angefeuchteten Schwamms, entfernt werden (s. auch /3/).

Spätere Ausblühungen auf der fertiggestellten Verblend-

schale sollen durch trockenes Abbürsten – dies kann mehrfach erforderlich sein – entfernt werden.

1.3 Hydrophobierung

Bei zweischaligem Außenmauerwerk ist die Wandkonstruktion so ausgelegt, daß durch die Verblendschale eindringendes Regenwasser unschädlich wieder nach außen abgeführt wird. Eine Hydrophobierung der Außenschale bis zur Gewährleistung der Funktionsfähigkeit ist deshalb nicht erforderlich. Sie kann häufig sogar nachteilig wirken, wenn durch nicht völlig vermeidbare Risse, zwischen Mauerwerk und Mauerstein (Blattkapillaren) oder auch im Fugenmörtel selbst, Wasser kapillar in die Verblendschale eindringen kann, sich in der Schale kapillar verteilt und wegen der Hydrophobierung nun nur noch sehr

Wandaufbau

(Gesamtdicke: 425 mm)

| | |
|--------------|--------|
| Außenschale | 115 mm |
| Wärmedämmung | 150 mm |
| Innenschale | 150 mm |
| Innenputz | 10 mm |

U-Wert: 0,21 W/(m²·K)

(die Innenschale wird auch in 175, 240 mm Dicke ausgeführt)

bei mehrgeschossigen Gebäuden:

Der Überstand der Schale am Auflager darf ohne Abfangung bei Höhen bis zu 4 Geschossen max. 25 mm betragen.

☒ Entwässerung

--- Abdichtung gegen Feuchtigkeit nach DIN 18195, Dicke: 1,2 mm

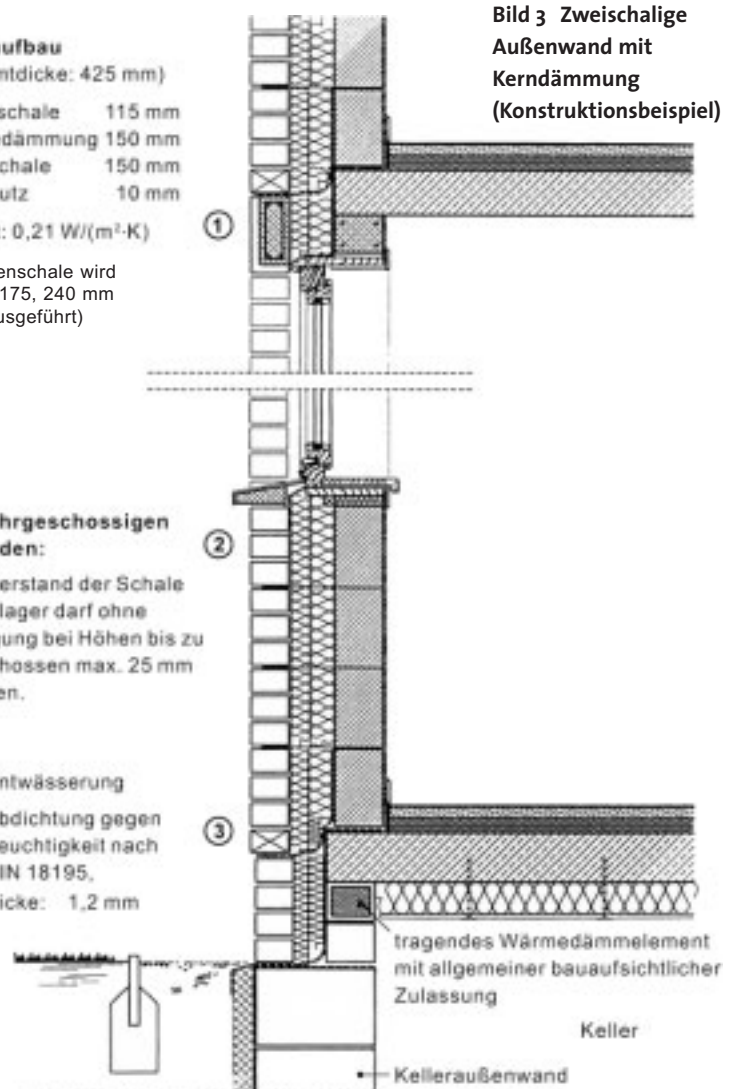


Bild 3 Zweischalige Außenwand mit Kerndämmung
(Konstruktionsbeispiel)

langsam über Wasserdampfdiffusion nach außen abgegeben werden kann. Diese Nachteile sind besonders gravierend, wenn die Hydrophobierung zur „Sanierung“ von Verblendschalen mit umfangreicheren Reißbildungen oder Schädigungen im Mauerstein- und Fugenbereich angewendet werden soll.

Die Verwendung werkseitig hydrophobierter Mauersteine für die Verblendschale kann dagegen Vorteile bringen: Das Auftreten von Ausblühungen auf der Steinoberfläche und deren Verschmutzung werden weitgehend verhindert.

2 Abdichtung, Lüftungs- und Entwässerungsöffnungen

2.1 Abdichtung

Die Lage der Feuchtesperrschichten richtet sich nach DIN 1053-1 und DIN 18195-4. Ihre Anordnung hängt direkt mit den

Entwässerungsöffnungen in der Verblendschale zusammen (s. Bilder 3 und 4).

Die in den Bildern dargestellten Abdichtungen gegen Feuchtigkeit werden wie folgt erläutert:

① Oberhalb des Sturzes in der Außenschale muß die durch das Mauerwerk der Außenschale gelangende Feuchtigkeit sicher abgeführt werden. Das kann durch die Anordnung der Feuchtesperrschichten, wie in den Bildern 3 und 4 dargestellt, geschehen. Die sogenannte Z-Sperre ist mind. 15 cm an der Außenseite der Innenschale hochzuführen. Dabei haben sich sowohl die hier gezeigte Einbindung ins Mauerwerk als auch die mit einer Montageleiste befestigte Variante als norm- und praxisgerecht erwiesen. Die zusätzliche Sicherung im Bereich des

Sturzes ist insbesondere bei Verwendung von abgehängten Sturzkonstruktionen umstritten. Bei wasserundurchlässigen Fertigteil-Verblendstürzen kann diese entfallen.

② Die Feuchtesperrschicht am unteren Fenster- bzw. Türrahmen – zur Ableitung von an der Anschlußfuge Sohlbank/Blendrahmen evtl. durchtretenden Wassers –, sollte nicht, wie sehr verbreitet, unter der Sohlbank herausgeführt werden, sondern wie dargestellt vor der (wasserabweisenden!) Wärmedämmung ca. 15 cm heruntergeführt werden. Durchtretendes Wasser läuft nach unten ab und wird von der Entwässerungsöffnung abgeführt. So werden Fugenabrisse und Verfärbungen des Verblendmauerwerks unter der Sohlbank reduziert bzw. ganz vermieden.

③ Die in den Bildern 3 und 4 dargestellte Lage der Feuchtesperrschicht gewährleistet eine eindeutige Abführung evtl. durch die Außenschale dringender Feuchtigkeit oberhalb des Spritzwassersockels. Der Spritzwassersockel besteht aus z. B. homogenem Klinkermauerwerk mit zusätzlichem Schutz der Perimeterdämmung. In DIN 1053-1, Abschn. 8.4.31 f) heißt es zur Abdichtung von zweischaligen Außenwänden:

„Die Innenschalen und die Geschosdecken sind an den Fußpunkten der Zwischenräume der Wandschalen gegen Feuchtigkeit zu schützen (s. Bild 10, hier Bild 5).

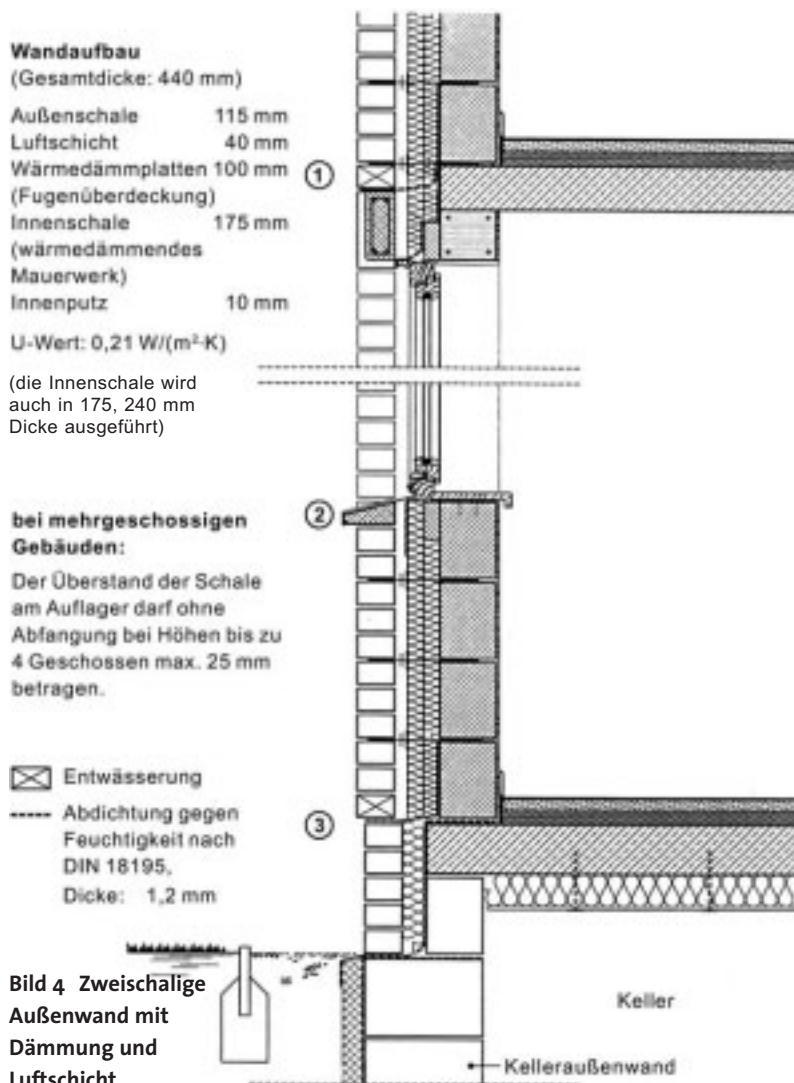


Bild 5 Fußpunkt-ausführung bei zweischaligem Verblendmauerwerk (Prinzipskizze) - Bild 10 aus DIN 1053-1

Die Abdichtung ist im Bereich des Zwischenraumes im 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 erste Ankerlage ist so tief wie möglich anzuordnen. Die Dichtungsbahn für die untere Sperrschicht muß DIN 18195-4 entsprechen. Sie ist bis zur Vorderkante der Außenschale zu verlegen, an der Innenschale hochzuführen und zu befestigen.“

Die Forderung, die Sperrschicht bis an die Vorderkante der Außenschale zu verlegen, bereitet in der Praxis immer wieder Probleme. Einerseits ist das glatte Abschneiden dieser Schicht (Dicke $\geq 1,2$ mm) bau-seits schwierig, andererseits ist nicht zu vermeiden, daß die Sperrschicht auch nach der Ver-fugung sichtbar bleibt bzw. zu Abrissen im Fugenbereich führt.

„Schönheitsfehler“ ggf. durch Mangelrügen sind die Folge, lange rechtliche Ausein-anderetzungen beginnen. Zahlun-gen werden zurückgehalten.

Da die sogenannte Z-Sperre bei richtigem Konstruieren mit

Spritzwassersockel i. d. R. oh-nehin nicht die einzige Horizontalsperre (s. Bild 3) darstellt, wird grundsätzlich ein Versatz bis zu 25 mm empfohlen – wie ihn die DIN 1053-1 auch für Außenschalen mit einer Dicke von mindestens 115 mm erlaubt – und zwar in der Fuge, in der die Z-Sperre liegt. Selbstver-ständiglich muß die Abdichtung auf einer Mörtelschicht verlegt und oberseitig wiederum mit einer Mörtelschicht versehen werden. Grundsätzlich, aber insbe-sondere bei Konstruktionen ohne Versatz, ist es praxisgerechter, die Z-Sperre 15 mm hinter der Außenkante der Außenschale enden zu lassen, damit die Fuge ungestört bleibt und dem Schlag-regen Widerstand leisten kann. Entsprechende Empfehlungen wurden dem Normausschuß DIN 1053-1 für die Überarbei-tung zugeleitet.

Das geforderte Gefälle der Sperrschicht reicht mit 10 bis 20 mm bezogen auf den Scha-lenabstand aus. Dies erlaubt noch eine einwandfreie Verle-gung der Dämmplatten.

Im Sockelbereich kann die notwendige Flächenabdichtung z. B. aus einer Dichtungsbahn z-förmig am Hintermauerwerk befestigt und durch die Außen-schale geschützt werden.

Liegt die Fußpunktabdich-tung unterhalb der Spritzwasser-grenze (weniger als ca. 30 bis 50 cm über angrenzendem

Gelände), dann ist es erforder-lich, oberhalb der Spritzwasser-zone eine zusätzliche Quer-schnittsabdichtung anzuordnen, die das kapillare Ausbreiten der Spritzwasserdurchfeuchtung und deren Folgeerscheinungen (z. B. Ausblühungen) begrenzt (s. auch Beitrag Pohl, Bild 5).

2.2 Lüftungs- und Entwässerungsöffnungen

Die DIN 1053-1 /1/ enthält für die unterschiedlichen Aus-führungsarten des zweischaligen Mauerwerks verschiedene Anga-ben zu Lüftungs- und Entwässe-rungsöffnungen.

Während für das zweischali-ge Mauerwerk mit Luftschicht sowohl ohne als auch mit zu-sätzlicher Wärmedämmung auf 20 m² Außenwandfläche etwa 7500 mm² Be- und Entlüftungs-fläche gefordert werden, sollen beim zweischaligen Mauerwerk mit Kerndämmung 5000 mm² Entwässerungsöffnung im Fuß-punktbereich vorhanden sein.

Die Forderungen der DIN 1053-1 sind in Tabelle 1 zusam-mengestellt.

Die auf die besonders güte-gesicherte Herstellung der Vor-mauersteine und Verblender ab-gestimmten Mörtel und der meist ausgeführte Fugenglatt-strich haben dazu beigetragen, daß die Anforderung an die Be- und Entlüftung im zweischaligen Mauerwerk mit Luftschicht auch in DIN 1053-1 von ursprünglich

| Konstruktionsart / Abschnitt in DIN 1053-1 | | Anforderung |
|--|--|---|
| 1 | zweischalige Außenwand mit Luftschicht – ohne und mit Wärmedämmung / 8.4.3.2b) | Die Außenschalen sollen unten und oben mit Lüftungsöffnungen (z. B. offene Stoßfugen) versehen werden, wobei die unteren Öffnungen auch zur Entwässerung dienen. Das gilt auch für die Brüstungsbereiche der Außenschale. Die Lüftungsöffnungen sollen auf 20 m ² Wandfläche (Fenster und Türen eingerechnet) eine Fläche von jeweils etwa 7500 mm ² haben. |
| 2 | zweischalige Außenwand mit Kerndämmung / 8.4.3.4 | Entwässerungsöffnungen in der Außenschale sollen auf 20 m ² Wandfläche (Fenster und Türen eingerechnet) eine Fläche von mindestens 5 000 mm ² im Fußpunktbereich haben. |
| 3 | zweischalige Außenwand mit Putzschicht / 8.4.3.5 | Entwässerungsöffnungen analog 1. Keine oberen Belüftungsöffnungen erforderlich |

Tabelle 1 Lüftungs- und Entwässerungsöffnungen nach DIN 1053-1

15000 mm² auf 7500 mm² reduziert wurde. In der Praxis haben sich die Belüftungsöffnungen z. T. als unnötig erwiesen. Auch die Entwässerungsöffnungen haben bei den zuvor beschriebenen Gegebenheiten eine untergeordnete Bedeutung. Selten wurde ein Auslaufen von Wasser, das über die Außenschale eingedrungen war, festgestellt.

Deshalb sollten diese Angaben in DIN 1053-1 bezüglich der Be-, Entlüftungs- und Entwässerungsöffnungen sinnvoll interpretiert werden /2/. Nach Auffassung des Autors sollte auf Be- und Entlüftung ganz verzichtet werden, da ein Austrocknungsef-

fekt nicht nachzuweisen ist /2/. Die Entwässerungsöffnungen sollten über Stürzen und im Sockelbereich gemäß DIN 1053-1 bei allen zweischaligen Mauerwerkskonstruktionen ausgeführt werden. Unter den Sohlbänken sollte wie in Bild 3 dargestellt verfahren werden. Eventuell am Fenster eintretende Feuchtigkeit kann an der Innenseite der Außenschale nach unten über die Fußpunktentwässerung abgeführt werden (s. Abschn. 2.1, Bilder 3 und 4).

Literatur

- /1/ **DIN 1053-1 11.96: Mauerwerk. Teil 1: Berechnung und Ausführung.**
- /2/ **Künzel, H.: Zweischaliges Mauerwerk mit Kerndämmung. das Mauerwerk 6 (2002) H.2, S. 42-48.**
- /3/ **Altaha, N.: Säure und Wasser? Vorsicht! Ursachen und Vermeidungen von Ausblühungen. B & B 21 (1998), H. 6, S. 14-18.**

Autor dieses Beitrages:

**Dipl.-Ing. Dieter Selk,
Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes
Bauen e.V.,
Walkerdamm 17, 24103 Kiel**

Zweischalige Außenwände – Dehnungsfugen in der Außenschale (Verblendschale)

PETER SCHUBERT

Um schädliche Risse zu vermeiden, ist bei längeren und höheren Verblendschalen die Anordnung von Dehnungsfugen erforderlich. Die wichtigsten Regeln dazu werden mit entsprechenden Erläuterungen und bildlichen Darstellungen vermittelt.

1 Fugenbreite

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 10 mm betragen.

Anhaltswerte für die Breite der Dehnungsfuge b_{DF} bei Verblendschalen sind (/1/):

- horizontale Dehnungsfuge:

$$b_{HDF} \geq 2 \times \frac{h_w}{1000}$$

- vertikale Dehnungsfuge:

$$b_{VDF} \geq 1,5 \times \frac{l_w}{1000}$$

mit

h_w Wandhöhe, l_w Wandlänge

Angaben zur konstruktiven Ausbildung und zu anwendbaren Fugendichtstoffen enthält die DIN 18540 /2/. Für die konstruktive Ausbildung ist folgendes zu beachten (s. auch Bild 1):

- Die Fugenflanken müssen bis zu einer Tiefe der zweifachen Fugenbreite, mind. aber 30 mm parallel verlaufen, damit das Hinterfüllmaterial ausreichenden Halt findet.
- Die Fugenflanken müssen vollfugig, sauber und frei von Stoffen sein, die das Haften und Erhärten der Fugendichtmasse beeinträchtigen.

- Die Mörtelfugen müssen im Bereich der Fugenflanken bündig abgestrichen sein.

Als Abdichtungstoffe kommen in Frage:

- Fugendichtstoffe
- Dichtungsbänder
- Abdeckprofile.

Für zweischalige Außenwände werden i. d. R. Fugendichtstoffe, aber auch Fugendichtungsbänder verwendet. Die Bandprofile werden zusammengedrückt 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 Anordnung von Dehnungsfugen

2.1 Allgemeines

In der Außenschale (Verblendschale) von zweischaligen Außenwänden nach DIN 1053-1 /3/ sind Dehnungsfugen anzuordnen. Dazu heißt es im Abschnitt 8.4.3.1 h der DIN:

„In der Außenschale sollen vertikale Dehnungsfugen angeordnet werden. Ihre Abstände richten sich nach der klimatischen Beanspruchung (Temperatur, Feuchte usw.), der Art der Baustoffe und der Farbe

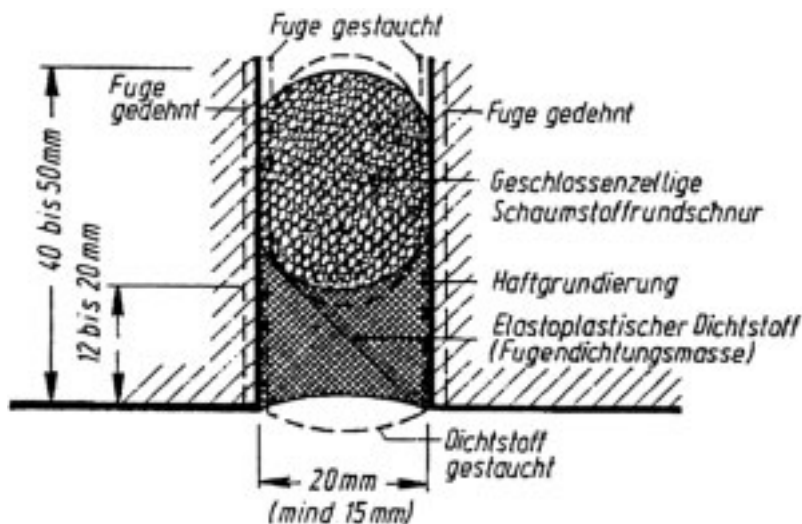


Bild 1 Ausbildung einer Bewegungsfuge

der äußeren Wandfläche. Darüber hinaus muß die freie Beweglichkeit der Außenschale auch in vertikaler Richtung sichergestellt sein.

Die unterschiedlichen Verformungen der Außen- und Innenschale sind insbesondere bei Gebäuden mit über mehrere Geschosse durchgehender Außenschale auch bei der Ausführung der Türen und Fenster zu beachten. Die Mauerwerkschalen sind an ihren Berührungspunkten (z. B. Fenster und Türanschlüssen) durch eine wasserundurchlässige Sperrschicht zu trennen.

Die Dehnungsfugen sind mit einem geeigneten Material dauerhaft und dicht zu schließen.“

2.2 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 dem Schema in Bild 2 angeordnet werden. Da die witterungsbedingten Verformungen der Westwand am größten, die der Nordwand am kleinsten sind, gewährleistet die im Bild schematisch dargestellte Dehnungsfugenanordnung für die Westwand die größte und für die Nordwand die kleinste Verformungsmöglichkeit.

| Mauerwerk aus | Dehnungsfugenabstand (m) |
|--|--------------------------|
| Kalksandsteinen, Porenbetonsteinen, Betonsteinen | 6...8 |
| Leichtbetonsteinen | 4...6 |
| Mauerziegeln | 10...20 |

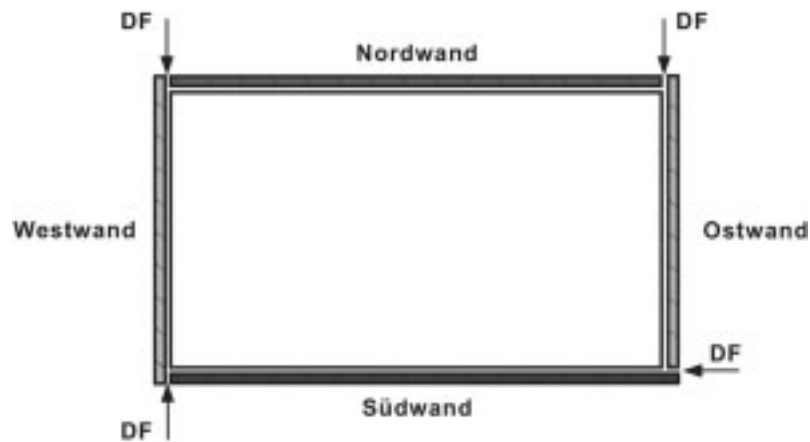


Tabelle 1 Außenschalen (Verblendschalen), empfohlene Abstände vertikaler Dehnungsfugen

Bild 2 Außenschalen (Verblendschalen); Vorzugswise Anordnung von Dehnungsfugen (schematisierte Darstellung)

Anhaltswerte für den Abstand von vertikalen Dehnungsfugen in unbewehrten Verblendschalen enthält Tabelle 1. Die Werte sind durch Erfahrungen sowie durch theoretische und experimentelle Untersuchungen abgesichert (s. auch /4/, /5/). Sie beziehen sich auf die Formänderungswerte in der Tabelle 2 der DIN 1053-1 /3/.

Bei Außenschalen von zweischaligem Mauerwerk treten nur temperaturbedingte Formänderungen und Feuchtedehnung (Schwinden, Quellen und ggf. chemisches Quellen) auf. Außenschalen aus Mauerziegeln schwinden nur sehr wenig, da das Schwinden der Mauerziegel selbst i. d. R. vernachlässigbar klein ist.

Mauerziegel können allerdings chemisch quellen, so daß sich das Mauerwerk zusätzlich zu einer möglichen Erwärmung verlängern kann. Es wird deshalb empfohlen, bei größeren Formänderungen – über etwa + 0,2 mm/m – und längeren Wänden (etwa über 10 m) in den Gebäudeecken Dehnungsfugen anzuordnen, damit die Verformungen schadenfrei aufgenommen werden können.

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 (s. Bild 3).

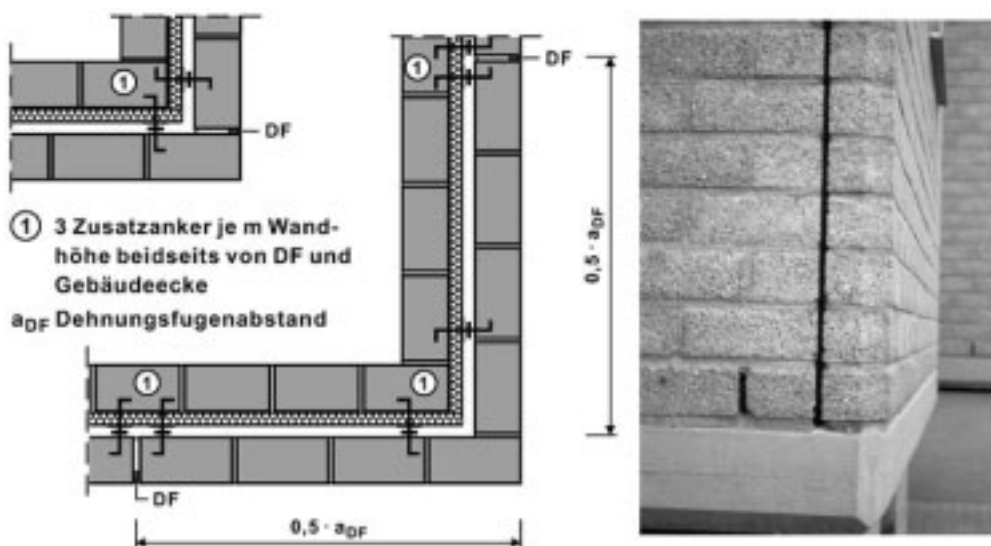
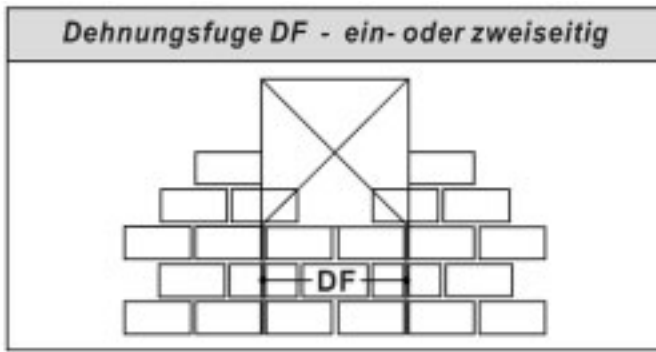


Bild 3 Außenschalen (Verblendschalen) mögliche Anordnung von vertikalen Dehnungsfugen DF im Eckbereich

Bild 4 Außenschalen (Verblendschalen) Anordnung von Dehnungsfugen DF im Brüstungsbereich



Da Dehnungsfugen freie Wandränder darstellen, sind an diesen beidseitig drei zusätzliche Anker je laufenden Meter Randlänge anzuordnen (s. Bild 3).

Erhöhte Reißgefahr besteht i. d. R. im Brüstungsbereich der Außenschalen, bedingt durch höhere Zugspannungen infolge Abkühlung und Schwinden im Bereich der Brüstung sowie Kerbspannungen in den Brüstungsecken. Brüstungsrisse lassen sich durch einseitige oder zweiseitige Anordnung von Dehnungsfugen (s. Bild 4) vermeiden. Anstelle der Dehnungsfugen kann auch eine konstruktive

Bewehrung im oberen Brüstungsbereich angeordnet werden, um breitere schädliche Risse zu vermeiden (s. Bild 5).

2.3 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 (s. Bild 6).

Literatur

- /1/ Schubert, P.: Dehnungsfugen in Bauteilen und Bauwerken aus Mauerwerk – Funktion, Ausbildung und Anordnung. Berlin: Bauwerk. – In: Mauerwerksbau aktuell – Praxishandbuch 2003 für Architekten und Ingenieure, (Jäger, W.; Schneider, K.-J.; Weickenmeier, N. (Ed.)), 7 (2003), S. A.69-A.77
- /2/ DIN 18540 02.95: Abdichten von Außenwandfugen im Hochbau mit Fugendichtstoffen
- /3/ DIN 1053-1 11.96. Mauerwerk – Teil 1: Bemessung und Ausführung
- /4/ Schubert, P.: Vermeiden von schädlichen Rissen in Mauerwerksbauten. Berlin: Ernst & Sohn. – In: Mauerwerk-Kalender 21 (1996), S. 621-651
- /5/ Schubert, P.: Schadenfreies Konstruieren mit Mauerwerk: Teil 2: Zweischalige Außenwände. Berlin: Ernst & Sohn. – In: Mauerwerk-Kalender 28 (2003), S. 259-274



Bild 5 Außenschalen (Verblendschalen) Anordnung einer konstruktiven Bewehrung im Brüstungsbereich

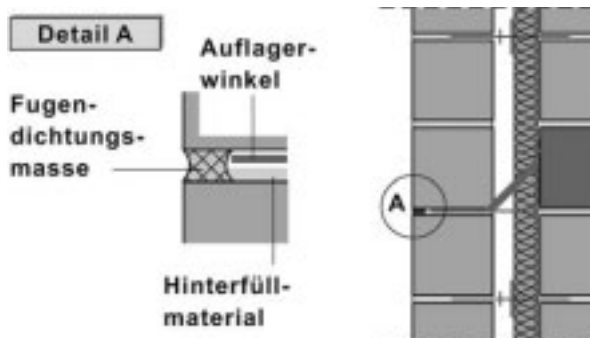


Bild 6 Außenschalen (Verblendschalen) Anordnung der horizontalen Dehnungsfuge

Autor dieses Beitrages:
Dr.-Ing. Peter Schubert
Institut für Bauforschung der RWTH Aachen,
Schinkelstraße 3,
52062 Aachen

Zweischalige Außenwände – Überdeckung von Öffnungen in der Außenschale (Verblendschale)

NASSER ALTAHA

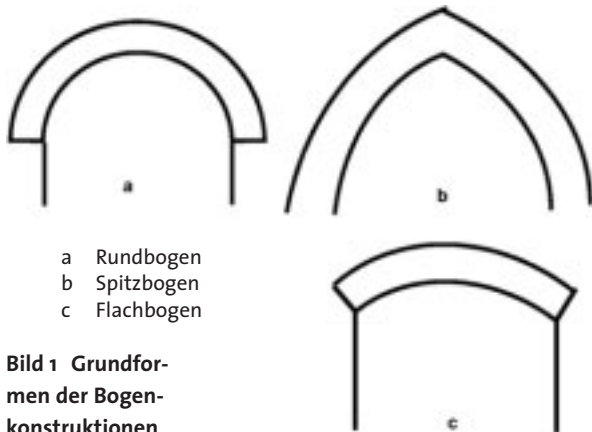


Bild 1 Grundformen der Bogenkonstruktionen

Dargestellt, erläutert und bewertet werden die verschiedenen Möglichkeiten wie gemauerter Rundbogen, scheinrechter Bogen, Grenadierstürze mit den derzeit verfügbaren Bewehrungssystemen, die Überdeckung mit Stahlprofilen und Fertigteilstürze einschl. Konstruktion, Herstellung und Befestigung.

Bild 2 Gemauerter Rundbogen symbolisiert handwerkliches Geschick und vermittelt ein Gefühl von Tradition, Wärme und Langlebigkeit ▼



1 Allgemeines

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 wi-

derstehen 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 (Bilder 1 und 2).

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 „Scheinrechte Bogen“ wird selten ausgeführt. Dessen korrekte Ausbildung ist nicht nur zeitaufwendig, sondern bedarf auch fachkundigen Mauerpersonals und handwerklichen Geschicks.

2 Konstruktionsarten

2.1 Scheinrechter Bogen

Scheinrechte (waagerechte) Bogen 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 scheinrechte Bogen wird mit einer Stichhöhe von 1 % der Spannweite ausgeführt, damit er nach dem Schwinden des Fugenmörtels nicht durchhängend wirkt. Im Verblendmauerwerk werden die passend behauenen



Bild 3 1 1/2 steindicker scheinrechter Bogen

Bild 4 Aufnahme der horizontalen Lasten über die Widerlagerschräge des Bogens ▼



Widerlagersteine so angesetzt, daß der Bogenrücken in einer Lagerfuge des angrenzenden Mauerwerks ausläuft. Die Schräge des Widerlagers wird nach dem Bogenmittelpunkt ausgerichtet (Bilder 4 und 5).

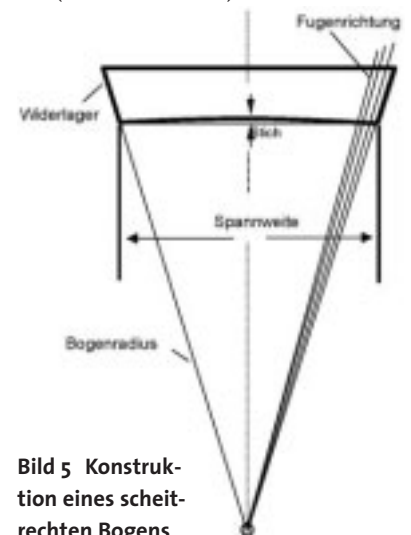


Bild 5 Konstruktion eines scheinrechten Bogens

Die charakteristischen Merkmale eines scheinrechten Bogens sind:

- Stichhöhe $\approx 1/100$ der Öffnungsspannweite. Die Stichhöhe ist zugleich das Maß für die Tragfähigkeit des Bogens. Je kleiner sie ist, um so geringer ist die Tragfähigkeit des Bogens.
- Die Widerlager werden abgechrägt, damit der scheinrechte 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 5 mm, am Bogenrücken höchstens 20 mm dick sein.

2.2 Grenadierstürze

Im heutigen Verblendmauerwerk werden die Stürze als stehende Rollschichten mit gleichmäßig parallel verlaufenden Fugen, ohne Stich und Widerlager bevorzugt (Bilder 6 und 7). Die sogenannten „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 1053-1 /1/ ausgeführt. Insofern dürfen sie keine tragenden Funktionen übernehmen. Grenadierstürze dürfen nur in Verbindung mit Hilfskonstruktionen ausgeführt werden.

2.3 Überdeckung mit Stahlprofilen

Die einfachste Maßnahme zur Sicherung der Grenadierstürze ist die Verwendung eines Stahlwinkels, welcher zur Überdeckung von kleinen Öffnungen von bis zu ca. 2 m verwendet werden kann. Bei Stahlwinkeln werden die Auflasten über die Biegetragwirkung in die seitlichen Auflager übertragen. Die Auflagertiefe beträgt jeweils mindestens 100 mm /2/. Die häufig verwendeten verzinkten Stahlprofile sind nach DIN 1053-1 nicht zulässig. Sie sollten in jedem Falle mit einem geeigneten Farbanstrich zum dauerhaften Schutz gegen Korrosion versehen sein, wenn Edelstahlprofile als Kostengründen nicht zum Einsatz kommen (Bild 8).

2.4 Grenadierstürze mit Fugenbewehrung

Eine gute Alternative zum Stahlwinkel stellt die Ausbildung von Grenadierstürzen mit Fugenbewehrung dar. Die Lösung ermöglicht das Überdecken größerer Maueröffnungen, weil die Bewehrung die Zugspannungen im unteren Bereich des gemauerten Sturzes aufnimmt.

Nach Kenntnis des Autors sind derzeit folgende zwei derartige Systeme allgemein bauaufsichtlich zugelassen:

- (1) ELMCO-Ripp-Bewehrungssystem für Stürze aus bewehrtem Mauerwerk – Zulassungsnr. Z-17.1-602
- (2) MOSO-Lochband als Bewehrung für Stürze aus Mauerwerk – Zulassungsnr. Z-17.2-603

Die Lagerfugenbewehrung kann auch mit Murfor-Bewehrungselementen aus nichtrostendem Stahl für bewehrtes Mauerwerk – Zulassungsnr. Z-17.2-541 – erfolgen.

Das beispielhaft in Bild 9 dargestellte Bewehrungssystem (1) ist zur Überdeckung von Öffnungen bis zu einer lichten Weite von 3,01 bauaufsichtlich zugelassen. Dabei bleibt die Sturzbe- wehrung von außen unsichtbar.

Der Sturz kann als Grenadierschicht oder als Läufersturz ausgebildet werden. Ein Vorteil dieses Systems liegt darin, daß eine Verankerung mit dem tragenden Hintermauerwerk nicht erforderlich ist. Dadurch kann in vielen Fällen auf vertikale Deh-

Bild 6 Schwachstelle des Verblendmauerwerks: Stürze aus gemauerten Grenadierschichten



Bild 7 Kann keine tragende Funktionen übernehmen – das senkrecht angeordnete Widerlager

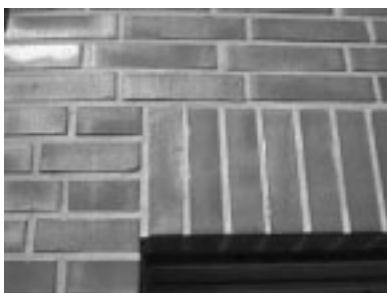


Bild 8 Verzinkte Stahlprofile stellen eine kostengünstige Überdeckung von Wandöffnungen dar, haben allerdings den Nachteil, daß sie von außen sichtbar bleiben



Bild 9 Bauaufsichtlich zugelassenes Sturzabwehrungssystem zur Überdeckung von Öffnungen bis zu 3,01 mm Breite (Elmenhorst)

nungsfugen seitlich des Sturzes zur Abtrennung vom angrenzenden Mauerwerk verzichtet werden.

Als fortschrittlich und empfehlenswert muß bei diesem System die Detaillösung zur Entwässerung der Verblendschale oberhalb des Sturzes bezeichnet werden (Bild 10).

Nach DIN 1053-1 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 Verblendschale eingebettet werden. Für die Funktionstauglichkeit dieser Abdichtung müssen allerdings folgende Voraussetzungen erfüllt sein:

- offene Stoßfugen in der Verblendschale zur Ableitung des durch die Verblendschale eingedrungenen Regenwassers
- Gefälle der Dichtungsbahn in der Hohlschicht
- Entfernung der Mörtelschwelle in der offenen Stoßfuge der Verblendschale.

Die bisherigen Erfahrungen der Ziegelindustrie in Norddeutschland belegen jedoch, daß die Anforderungen an die Abdichtungsmaßnahmen gemäß DIN 1053-1 eher auf theoretischen Annahmen ohne ausreichenden Praxisbezug basieren. Insbesondere gelten die offenen Stoßfugen im Sturz bei Gebäuden in exponierter Lage eher als

Schwachstelle einer Verblendschale, da sie das ungehinderte Eindringen des Regenwassers ermöglichen.

In Abhängigkeit von der Intensität und Dauer des Schlagregens sowie von der Wasseraufnahmefähigkeit der Fugen kann stets eine geringe Menge Regenwasser in die Hohlschicht eindringen und an der Rückseite der Verblendschale abfließen (etwa 1 bis 5 % der außen auftreffenden Regenmenge /4/). Die Tatsache, daß bisher ein Austreten des Regenwassers über die offenen Stoßfugen sehr selten beobachtet wurde, ist darin begründet, daß das in die Hohlschicht über das Fugennetz eingedrungene Regenwasser an der Rückseite der Verblendschale von den Lagerfugen heraus gedrückt wird. Im Extremfall wird das eingedrungene Regenwasser über die Dichtungsbahn seitlich in die Hohlschicht geleitet.

Das Abdichtungssystem in Bild 10 für den Sturz bietet erstmalig eine praktikable Lösung zur Sturzabdichtung, welche nicht nur den Anforderungen der DIN 1053-1 Rechnung trägt, sondern auch durch den Verzicht auf offene Stoßfugen die Schlagregensicherheit des Mauerwerks erhöht. Die bauaufsichtlich zugelassene Abdichtungsfolie wird an der tragenden Innenschale befestigt und mit ihrer aus einem Armierungsgewebe bestehenden Vorderseite in der 2. oder 3. Lagerfuge über der eingelegten Bewehrung fixiert.

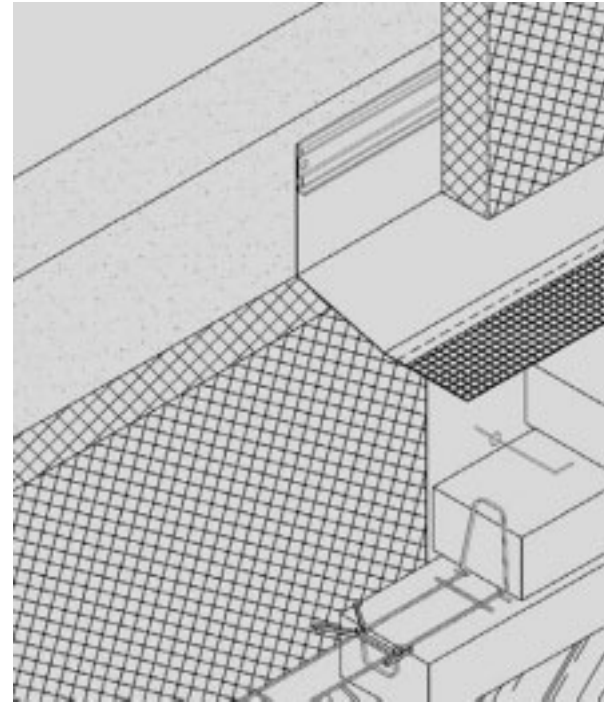


Bild 10 Praxisgerechtes Abdichtungssystem für den Sturz zur seitlichen Ableitung des eingedrungenen Regenwassers ohne Entwässerungsöffnungen (Elmenhorst)

Eine eventuelle Reduzierung der Wärmedämmwirkung der Dämmschicht durch Einleiten des Regenwassers in die Hohlschicht ist nicht zu befürchten. Das auf diese Weise im Extremfall in die Hohlschicht eingeleitete Regenwasser beträgt nicht mal ein Bruchteil der Regenwassermenge, die üblicherweise während der Bauausführung in die Hohlschicht eindringt.

2.5 Fertigteilstürze

2.5.1 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 Ziegelschale, 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 Matrize exakt ausgerichtet, eine Edelstahlbewehrung eingelegt und mit Beton ausgegossen (Bilder 11 und 12).

Bild 11 In der Holzschalung sind bereits Aussparungen für die Fugen des Sturzes mit einer Auskratztiefe von 15 mm berücksichtigt



Bild 12 Die profilierten Winkelriemchen werden unter Einhaltung der Stoßfugen in die Schalung per Hand eingelegt. Die Bewehrung wird auf Stelzen gesetzt, um die 20 mm Mindestüberdeckung mit Beton einzuhalten



Bild 13 Ziegelfertigteilsturz für breite Leibungen mit integrierter Wärmedämmung; die Auflager bestehen aus V4A-Platten, die stirnseitig aus den Elementen hervorstehen (Röben Tonbaustoffe)



Die profilierte Rückseite von Ziegelriemchen bewirkt eine Verzahnung mit dem Beton, so daß eine dauerhafte Verbundwirkung garantiert ist. Um Farbunterschiede im Bereich der Fugen zu vermeiden, erfolgt die Verfügung des Fertigteils in einem Arbeitsgang mit dem übrigen Mauerwerk.

Fertigteilstürze haben den großen Vorteil, daß sie werkseitig mit einer integrierten Wärmedämmung an der Rückseite entsprechend den Anforderungen des Wärmeschutzes für besonders effiziente Energiesparhäuser,

wie z. B. Passivhäuser, ausgestattet werden können (Bild 13). Dadurch können die Wärmebrückenprobleme im Bereich des Fensteranschlusses optimal gelöst werden. Wärmebrückenarme Anschlußdetails gemäß DIN 4108 Beiblatt 2 /5/ lassen sich am besten mit Fertigteilen realisieren (Bilder 14 und 15).

2.5.2 Befestigung der Fertigteilstürze

Grundsätzlich wird zwischen zwei Befestigungsvarianten unterschieden:

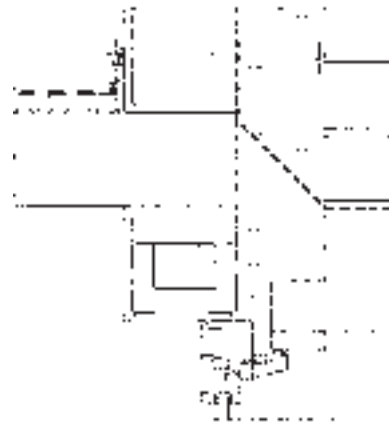


Bild 14 Umsetzung der Anforderungen der DIN 4108 Beiblatt 2 durch Verwendung von Fertigteilen im Sturz /5/

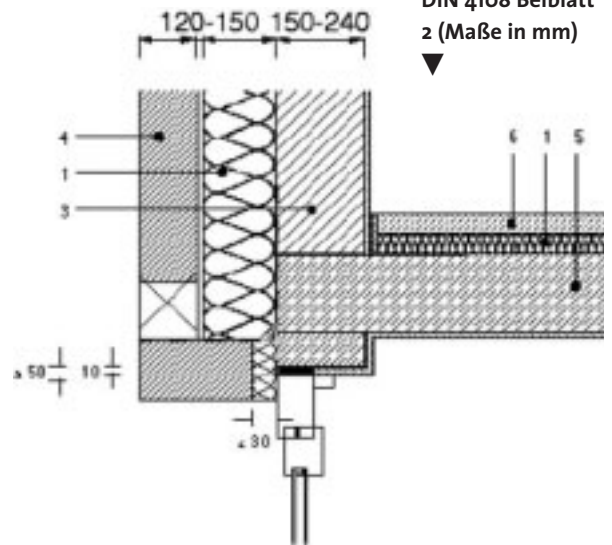


Bild 15 Fenstersturzdetail, nach DIN 4108 Beiblatt 2 (Maße in mm)

- Fertigteilstürze, die in der Ebene der Verblendschale beidseitig aufgelagert werden, eignen sich zur Überdeckung von Öffnungen bis zu einer Länge von maximal 4 m.
- Bei größeren Öffnungen oder höheren Belastungen werden abgehängte Sturzbalken eingesetzt. Sie werden mit Hilfe von Winkelkonsolen oder Hängezugankern aus nicht rostendem Stahl als endlose Überdeckung an die tragende Hintermauerkonstruktion angehängt (Bild 16). Fertigteilstürze können eine Last bis zu zwei Vollgeschossen (8 m) aufnehmen. Insofern können sie auch als Zwischenabfangung im Verblendmauerwerk eingesetzt werden.

Um Risse durch Zwangspannungen in der Verblendschale zu vermeiden, müssen alle mit dem



Bild 16 Befestigung eines Fertigsturzes mit der tragenden Betonwand durch Winkelkonsolen; in diesem Fall dient der Sturz als Auflager für das Verblendmauerwerk



Bild 17 Zur Vermeidung von Rissen werden der Fertigteilsturz und das Brüstungsmauerwerk durch Anordnung vertikaler Dehnungsfugen vom angrenzenden Verblendmauerwerk getrennt

Hintermauerwerk befestigten Fertigteilsturze durch Anordnung von vertikalen Dehnungsfugen vom angrenzenden Mauerwerk getrennt werden (Bild 17), 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 Verblendschale mit thermohygrischen Längenänderungen gerechnet werden /7/.

3 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 Gre-

nadierstürze 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 Hohlachse 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 Fertigteilsturze, 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.

Literatur

- /1/ DIN 1053-1 11.96: Berechnung und Ausführung.
- /2/ DIN EN 845-2 08.2003: Festlegungen für Ergänzungsbauteile für Mauerwerk. Teil 2: Stürze.
- /3/ Bewehrungssysteme – Elmenhorst Bauspezialartikel, Osterbrooksweg 85, 22869 Schenefeld.
- /4/ Künzel, H.: Zweischaliges Mauerwerk – mit oder ohne Belüftung. Sonderdruck aus wksb 43 (1998), H. 42, S. 9-14.
- /5/ DIN 4108, Beiblatt 2 08.98: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden. Wärmebrücken. Planungs- und Ausführungsbeispiele.
- /6/ Pohl, W. H. ; Horschler, S.: Baukonstruktionen, Regeldetails. Im Ordner „von der Idee zur Ausführung“. Herausgeber Fachverband Ziegelindustrie Nord e. V., 2002.
- /7/ Schubert, P.: Schadenfreies Bauen mit Mauerwerk, Thema 2: Zweischalige Außenwände – Risse durch zu große Verformungsunterschiede in horizontaler Richtung. das Mauerwerk 5 (2001), H. 4, S. 141-144.

Autor dieses Beitrages:
Dr.-Ing. Nasser Althaha,
An den Eschen 10,
26129 Oldenburg

Zweischalige Außenwände – Wärmetechnische Fassadensanierung mit Sichtmauerwerk nach der neuen EnEV

NASSER ALTAHA

Nach kurzer Darstellung der heutigen Anforderungen werden Sanierungsvarianten mit Verblendmauerwerk aufgezeigt. Dies betrifft zum einen die Möglichkeit, bestehende Putzfassaden zu verblenden, das Einblasen von Dämmstoff in Hohlschichten von älteren zweischaligen Außenwänden mit ungenügender Wärmedämmung sowie die Neuverblendung einer bestehenden zweischaligen Wand mit vorgesetzter neuer Verblendschale oder Abriß der alten Verblendschale. Die einzelnen Maßnahmen werden erläutert – auch mit Skizzen und wärmeschutztechnischen Beispielrechnungen – und bewertet.

1 Allgemeines

Nachträgliche Wärmedämmmaßnahmen an Fassaden haben entscheidende Auswirkungen auf die Behaglichkeit des Raumklimas. Die Oberflächentemperaturen auf der Raumseite der Außenwände nehmen im Winter zu. Eine Tauwasserbildung und die Folgeschäden wie Schimmelpilzbildung können bei gut gedämmten Außenwänden ausgeschlossen werden.

Die wärmetechnische Sanierung von Gebäuden im Bestand bringt auch wirtschaftliche Vorteile. Denn nach derzeitigen Plänen der Bundesregierung soll die ohnehin gesenkte Eigenheimzulage für Neu- und Altbauen gleichgestellt werden (bisher für den Neubau doppelt so hoch wie für den Altbau). Darüber hinaus werden sich die durch die Wärmeschutzmaßnahmen entstandenen Mehrkosten bei

künftig steigenden Energiekosten in immer kürzeren Zeiträumen amortisieren.

Mit Inkrafttreten der neuen Energieeinsparverordnung (EnEV) zum 1. Februar 2002 wurden die energetischen Anforderungen für den Gebäudebestand bei wesentlichen Änderungen an Bauteilen, die erneuert, ersetzt oder erstmalig eingebaut werden, verschärft. Gemäß Anhang 3 Tabelle 1 der EnEV /1/ sind die in Tabelle 1 aufgeführten Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) einzuhalten.

In der neuen EnEV gibt es allerdings auch Ausnahmeregelungen, welche eine Abweichung von den Anforderungen in der Tabelle 1 für nachfolgend aufgeführte Fälle zulassen:

- Die Änderung betrifft weniger als 20 % der Bauteilfläche (bei Außenwänden, Fenstern, Türen etc.: in gleicher Orientierung bzw. Himmelsrichtung). Jedoch erlaubt das Prinzip der Aufrechterhaltung der energetischen Qualität (§ 10 EnEV) keine energetische Verschlechterung im Rahmen von Sanierungen.
- Der Nachweis wird für das gesamte Gebäude geführt: Nachweis wie bei Neubauten, die Werte dürfen um 40 % überschritten werden.
- Die Erweiterung beträgt zusammenhängend mindestens 30 m³: Für den neuen Gebäu-

deteil ist der Nachweis wie für Neubauten zu führen.

2 Hohe Transmissionsverluste durch die Gebäudehülle

Um die oftmals sehr hohen Wärmeverluste in Altbauten zu verringern, kann die Wärmedämmung der Gebäudehülle durch nachträgliche Wärmedämmung verbessert werden. Aufgrund ihres hohen Flächenanteils gehen bis zu 40 % der Wärmeverluste auf das Konto Außenwände. Daher ist es empfehlenswert, die Wärmedämmung vorrangig an den Außenwänden in Angriff zu nehmen, am besten dann, wenn ohnehin Arbeiten an der Fassade (Putzerneruerung, Anstrich) anstehen.

Ziegelfassaden haben sich seit Jahrhunderten als dauerhaft und unverwüstlich gegen Witterungseinflüsse bewährt. Sichtmauerwerk, egal ob im traditionellen Stil oder in moderner Gestaltung, hebt allein durch seine Optik den Wert eines Gebäudes.

Die Vorteile einer Fassadensanierung mit Verblendmauerwerk können in Abhängigkeit des vorhandenen Untergrundes auf verschiedene Weise zum Tragen kommen. Es bieten sich eine Reihe von Sanierungssystemen an, bei denen z. B. Ziegel die äußere Fassadenschicht zum dauerhaften Witterungsschutz und zur individuellen Fassadengestaltung bilden.

Tabelle 1 Maximal zulässige Wärmedurchgangskoeffizienten nach EnEV

| U _{max} -Werte für Sanierung | allgemein | bei Bekleidung von außen mit Platten, Dämmschichten | bei Außenputzerneruerung von Wänden mit U > 0,9 W/(m ² K) | bei Kerndämmung, wenn der Hohlraum nicht ausgefüllt ist |
|---------------------------------------|---------------------------|---|--|---|
| Gebäude ≥ 19° | 0,45 W/(m ² K) | | 0,35 W/(m ² K) | |

3 Sanierungsvarianten mit Verblendmauerwerk

3.1 Verblendung bestehender Putzfassaden

Die wärmetechnische Sanierung einer bestehenden Putzfassade kann durch Vorsetzen einer Verblendschale realisiert werden. Diese Maßnahme setzt voraus, daß ein Auflager für die Verblendschale hergestellt wird.

Zur Errichtung einer Verblendschale muß zunächst ein Streifenfundament angelegt werden (Bild 1). Die Breite des Streifenfundamentes richtet sich nach der Dicke der Wärmedämmung sowie der Verblendschale, die mindestens 90 mm betragen muß. Nach DIN 1053-1 /2/ dürfen Verblendschalen mit einer Dicke kleiner 115 mm bis zu 15 mm und bei 115 mm Dicke bis zu einem Drittel ihrer Breite über ihr Auflager vorstehen (s. auch Beitrag Schubert, Tabelle 3).

Bei unterkellerten Gebäuden oder bei fehlendem Platz für Gründungen können auch bauaufsichtlich zugelassene Winkelkonsolen zur Auflagerung der Verblendschale zum Einsatz kommen (Bild 2).

Da die Verblendschale keine tragende Funktion hat, muß sie zur Aufnahme der Windlasten an der tragenden Wand befestigt werden. Hierfür werden bauaufsichtlich zugelassene Dübelanker an die bestehende Fassade eingedübelt und beim Aufmauern der Verblendschale in die Lagerfugen eingebettet (Bild 3).



Bild 2 Winkelkonsolen an einer bestehenden Putzfassade zur Errichtung einer neuen Verblendschale



Bild 3 Ausführung der Verblendschale mit Wärmedämmung und Drahtankern nach DIN 1053-1

Um den geforderten Wärmedurchgangskoeffizienten $U_{\max} \leq 0,35 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ nach der neuen EnEV einzuhalten, können in Abhängigkeit der Wärmeleitfähigkeit der bestehenden Außenwand 100 mm oder mehr Dämmung erforderlich sein. So wird bei einem Wärmedurchgangskoeffizienten von $U \approx 1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ für die bestehende Wand eine Mindestdicke von 100 mm Wärmedämmung der Wärmeleitfähigkeitsgruppe 040 erforderlich.

Für einen Schalenabstand bis zu 120 mm sind mind. 5 Anker/m² und für 120 mm bis 150 mm mindestens 7 Anker/m² des Durchmessers 4 mm erforderlich. Größere Schalenabstände sind möglich, wenn die Standsicherheit der Verblendschale durch geeignete Ankersysteme nachgewiesen wird (s. auch Beitrag Schubert).

Als Wärmedämmung dürfen nur dauerhaft wasserabweisende Wärmedämmstoffe gemäß Anforderungen der DIN 1053-1 verwendet werden. Dabei erweisen sich mineralische Dämmstoffe als besser geeignet, da sie aufgrund ihrer flexiblen Beschaffen-

heit hohlraumfrei verarbeitet werden können. Insbesondere bei mit „Dickmörtel“ hergestellten älteren Mauerwerksuntergründen mit meist unebener Oberfläche kommen die Vorteile der mineralischen Dämmstoffe, wie z. B. Glas- und Steinwolle, zum Tragen.

Bei nachträglicher Verblendung einer bestehenden Außenwand ist im Bereich der Anschlüsse auf Wärmebrücken besonderes zu achten (Bild 4). Im Sockelbereich und im Bereich der Sohlbänke, Fensterstürze und -anschlüsse sind die Wärmebrücken durch den Einbau von Wärmedämmstreifen gemäß DIN 4108 Beiblatt 2 /3/ auf ein Minimum zu reduzieren (s. auch Beitrag Pohl).



Bild 4 Vermeidung von Wärmebrücken durch Verwendung von Dämmstreifen im Fensteranschluß

Bild 1 Neues Streifenfundament für die Verblendschale

3.2 Einblasen von Dämmstoff in die Hohlschicht

Bei älteren zweischaligen Außenwänden mit Luftschicht sind die Anforderungen der neuen EnEV als erfüllt anzusehen, wenn der bestehende Hohlraum zwischen den Schalen vollständig mit Dämmstoff ausgefüllt wird.

Die Verblendschale muß zunächst auf ihre Standsicherheit und Fehlstellenfreiheit untersucht werden. Mit einem Endoskop soll der Hohlraum auf fachgerechte Verankerung der beiden Wandschalen und auf eine ausreichende Breite des Hohlraumes kontrolliert werden (Bild 5). Bei zweischaligen Außenwänden, die vor 1975 errichtet wurden, besteht die Gefahr, daß die Anker nicht korrosionssicher sind. Denn in der damaligen Norm der DIN 1053-1 waren nichtrostende Anker zwar vorgeschrieben, die jedoch nicht als Edelstahl, sondern als verzinkt zum Einsatz kamen.

Zum Einbringen des Dämmstoffes werden in der Vorsatzschale die erforderliche Anzahl von Löchern gebohrt oder einzelne Mauersteine entfernt. Dies geschieht in kleineren Abständen im oberen Fassadenbereich und auch im Fensterbrüstungsbereich. Das Dämmmaterial wird nun über einen flexiblen Schlauch in die Luftschicht zwischen den Mauerwerksschalen geblasen (Bild 6). Abschließend werden die Einfüllöffnungen verschlossen.

Obwohl diese Methode im Vergleich zur Neuverblendung zunächst erheblich wirtschaftlicher erscheint, ist deren Erfolg als mäßig anzusehen. Wichtige Voraussetzung für die Wirksamkeit dieser Methode ist, daß die Körnung ohne Hindernisse hohlraumfrei in die Luftschicht rieseln kann. Die bisherigen Erfahrungen mit zweischaligen Außenwänden zeigen jedoch, daß die Hohlschicht an vielen Stellen mit Mörtelbrücken eingengt ist. Dies führt dazu, daß dort Wärmebrücken entstehen,

Bild 5 Untersuchung der Hohlschicht mit einem Endoskop



Bild 6 Einblasen des Dämmstoffes



Bild 7 Einsetzen des Mauersteins nach der Verfüllung der Hohlschicht mit Dämmstoff

welche sich auf das Raumklima negativ auswirken. Darüber hinaus muß im Bereich der Sohlbänke, Stürze sowie des Sockels in jedem Falle mit Wärmebrücken durch Mörtelklumpen oder auch andere Baustoffreste im Hohlraum gerechnet werden.

Ferner ist bei dieser Sanierungsmaßnahme das Energieeinsparpotential aufgrund der maximal nur 50 mm bis 70 mm breiten Hohlschicht als begrenzt anzusehen.

Das nachfolgende Beispiel zeigt, daß diese Variante keine nennenswerte Reduzierung der Transmissionswärmeverluste für die Außenwand bewirken kann. Durch das Ausfüllen der vorhandenen Hohlschicht mit Dämmmaterial kann der von der EnEV als effizient eingestufte und daher als Höchstwert bei nachträglichen Außendämmungen vorgeschriebene Wärmedurchgangskoeffizient von $U_{\max} = 0,35 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ nicht annähernd erreicht werden. Der Sollwert U_{\max} wird sogar deutlich überschritten.

Beispiel für die Standardausführung einer älteren zweischaligen Außenwand 15 mm Gipsputz

$$\lambda = 0,70 \text{ W/mK}$$

175 mm Innenschale

$$\lambda = 0,99 \text{ W/mK}$$

70 mm Hohlschicht

(Planungsmaß)

60 mm (Ausführungsmaß)

mit Perlite ausgefüllt

$$\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$$

115 mm Verblendschale

aus Klinker

$$\lambda = 0,81 \text{ W/mK}$$

Der Wärmedurchgangskoeffizient für diese Wandkonstruktion liegt vor der Hohlschichtausfüllung mit Wärmedämmung bei $U = 1,61 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$.

Nach dem Ausfüllen der 60 mm dicken Hohlschicht mit Dämmmaterial wird der Wärmedurchgangskoeffizient der Außenwand auf

$U = 0,50 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ gesenkt. Dieser U -Wert muß allerdings um den nach der neuen EnEV vorgeschriebenen Wärmebrückenfaktor $\Delta U_{\text{WB}} = 0,10 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ korrigiert werden. Denn wie bereits erwähnt, wurde bei alten zweischaligen Außenwänden keine thermische Trennung an den Kontaktflächen zwischen Innen- und Außenschale (Stürze, Sohlbänke und Sockel) vorgesehen. Darüber hinaus muß in der Hohlchicht in jedem Falle mit partiellen Einengungen durch Mörtelbrücken gerechnet werden. Der korrigierte U -Wert liegt somit bei $U = 0,60 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$.

Durch die wärmetechnische Sanierungsmaßnahme wurde eine Reduzierung des U -Wertes um ca. 63 % erreicht. Zugleich ist der neue Wärmedurchgangskoeffizient der Außenwand mit $U = 0,60 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ um mehr als 70 % höher als der von der neuen EnEV geforderte maximale Wärmedurchgangskoeffizient bei nachträglichen Außendämmungen von Bauteilen ($U_{\text{max}} = 0,35 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$).

Da auch die Kosten für eine solche Sanierungsmaßnahme nicht unerheblich sind, sollte sie nur in Ausnahmefällen angewendet werden.

3.3 Neuverblendung einer zweischaligen Außenwand

Eine zweischalige Außenwand mit Hohlchicht kann wie in Abschn. 3.1 nach Aufbringung einer Außendämmung anschließend erneut verblendet werden. Allerdings hat diese Methode viele Nachteile, weshalb deren Anwendung grundsätzlich als nicht empfehlenswert einzustufen ist.

Als erstes müssen die alten Drahtanker von der zweischaligen Außenwand auf ihre korrekte Anzahl und Rostfreiheit untersucht werden (siehe Abschn. 3.2).

Es muß ein neues Streifenfundament angelegt werden bzw. müssen bei unterkellerten Gebäuden entsprechende Konsolanker montiert werden. Die Ankerdübel dürfen nicht mit der alten Verblendschale, sondern



Bild 8 Schematische Darstellung der nachträglichen Verblendung einer zweischaligen Außenwand (zur Sockelabdichtung siehe /2/ u. /5/)

sie müssen an der alten tragenden Wand befestigt werden.

Die alte Verblendschale hat bei diesem Aufbau keine Funktion und wird wie eine Luftschicht behandelt. Dies führt dazu, daß der Abstand der tragenden Wand zur neuen Verblendschale bei Aufbringung einer 100 mm dicken Wärmedämmung etwa 280 mm betragen wird. Für diesen Schalenabstand ist eine Flächenverankerung gemäß 1053-1 nicht mehr zulässig. Das heißt, es dürfen nur spezielle für die Ausführung zugelassene Anker verwendet werden, und die Verankerung der Verblendschale muß statisch nachgewiesen werden.

Aufgrund der relativ hohen Zahl von alten und neuen Verbindungsankern sowie der Unkenntnis über den Zustand der bestehenden Hohlchicht mit möglichen Mörtelbrücken muß in jedem Falle mit stofflichen Wärmebrücken gerechnet werden. Dadurch wird die Wirksamkeit einer nachträglichen Wärmedämmung der Gebäudehülle zur Reduzierung der Transmissionswärmeverluste in erheblichem Maße gemindert.

Zu weiteren Nachteilen dieser Methode zählen das Versetzen der Fenster und die Neuanlage eines Streifenfundamentes.

3.4 Neuverblendung einer zweischaligen Außenwand nach Abriß der alten Verblendschale

Die Neuverblendung von zweischaligen Außenwänden stellt eine effektive und dauerhafte Sanierungsmaßnahme dar, wenn

die alte Verblendschale abgerissen wird. Diese Vorgehensweise ist in vielerlei Hinsicht die beste Lösung für eine nachträgliche Wärmedämmung von zweischaligen Außenwänden. Sie eignet sich insbesondere für die zweischaligen Außenwände, die vor 1974 errichtet worden sind.

Denn nicht nur die geringe Wärmedämmung, sondern vor allem die Unsicherheit über die Standicherheit dieser Wände rechtfertigt eine wärmetechnische Sanierungsmaßnahme.

Bisherige Schadenfälle mit zweischaligen Außenwänden mit Erstellungsdatum vor 1974 sind vorwiegend auf Durchrosten der Drahtanker zurückzuführen. Die Verwendung von Drahtankern aus nichtrostendem Stahl nach DIN 17440, Werkstoffnummer 1.4401 oder 1.4571 ist erst seit der Ausgabe November 1974 Bestandteil der Mauerwerksnorm DIN 1053-1.

Die in der Zeit vor 1974 verwendeten Drahtanker sind zwar als „nicht rostend“ bezeichnet worden, haben sich allerdings im Laufe der Jahre nicht als korrosionsbeständig erwiesen. In wieweit die Forderungen der DIN 1053 aus dem Jahre 1974 zur Verwendung von Edelstahlanker sofort in die Praxis umgesetzt wurden, ist nicht bekannt. Die Oberste Bauaufsicht in Schleswig-Holstein hat bereits reagiert. In einem Erlaß aus dem Jahre 2002 werden die Besitzer von zwei- und mehrgeschossigen Häusern aufgefordert, den Zustand der Drahtanker laufend zu prüfen.

Eine nachträgliche Wärmedämmung der zweischaligen

Außenwände stellt daher eine gute Gelegenheit dar, nicht nur die Verankerung und Abdichtungsmaßnahmen einer zweischaligen Außenwand an den heutigen Baustandard anzupassen, sondern auch durch Aufbringung einer Wärmedämmschicht die Transmissionswärmeverluste durch die Außenwand erheblich zu verringern.

In welchem Maße die Wärmedämmung der Außenwand verbessert werden kann, zeigt das folgende Beispiel. Die Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten erfolgt nach DIN EN ISO 6946 /4/. Dabei ist der Wärmebrückeneinfluß der Drahtanker vernachlässigbar klein /5/.

Beispiel:

U-Wert der bestehenden Wand:
 $U \approx 1,6 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
 Wärmedämmschicht, 100 mm:
 $\lambda = 0,04 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$
 Ziegelverblendmauerwerk,
 115 mm: $\lambda = 0,81 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$
 Neuer U-Wert: $U = 0,27 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$.

Dies entspricht einer Reduzierung des U-Wertes um etwa 83 %. Die Verbesserung der Wärmedämmung der Außenwand ist ein Beitrag zur Reduzierung der Wärmeverluste des Gebäudes und wirkt sich gleichzeitig auf das Raumklima günstig aus.

Die Vorteile dieser Sanierungsmaßnahme bestehen vor allem darin, daß die Erstellung der Verblendschale nach Entfernung der alten Verblendschale wie bei Neubau von zweischaligen Außenwänden gemäß DIN 1053-1 erfolgen kann. Somit können die Drahtanker und Abdichtungsmaßnahmen gemäß den dortigen Ausführungshinweisen fachgerecht und dauerhaft umgesetzt werden.

Die Gefahr von Wärmebrücken kann durch Umsetzung von wärmebrückenfreien Details gemäß 4108 Beiblatt 2 auf ein Minimum reduziert werden.

Bild 9 Schematische Darstellung einer wärmetechnischen Sanierungsmaßnahme durch Neuverblendung nach Abriss der alten Verblendschale

(zur Sockelabdichtung siehe /2/ u. /5/)



Das alte Streifenfundament kann auch für die neue Verblendschale herangezogen und bei Bedarf auch erweitert werden.

4 Zusammenfassung und Schlußfolgerung

Die hier vorgestellten Sanierungsmethoden mit Verblendmauerwerk dienen der Optimierung der Wärmedämmung von bestehenden Fassaden, insbesondere für die Regionen mit traditioneller Ziegelfassadenarchitektur.

Es wurde gezeigt, daß eine wärmetechnische Fassadensanierung nach den Vorgaben der neuen EnEV möglich ist, ohne dabei auf die Vorteile einer Ziegelfassade verzichten zu müssen. Bei allen genannten Sanierungsvarianten sollte darauf geachtet werden, daß eine zusätzliche Luftschicht zwischen Wärmedämmung und Verblendschale nicht erforderlich ist und der Wandaufbau somit einer zweischaligen Außenwand mit Kerndämmung entspricht, die sich seit Jahrzehnten in Norddeutschland hervorragend bewährt hat und daher in DIN 1053-1 genormt ist.

Bei wärmetechnischen Fassadensanierungen sollte stets die maximal mögliche Wärmedämmstoffdicke ausgenutzt werden. Bei Abriß der alten und Errichtung einer neuen Verblendschale kann die Dicke der Wärmedämmung zwischen 140 bis 170 mm betragen. Die Bundesländer unterstützen in ihren Landesbauordnungen Maßnahmen zur

energetischen Optimierung von Gebäuden. Die vorgeschriebenen Abstandflächen dürfen unterschritten werden, wenn bestehende Gebäude nachträglich verkleidet oder verblendet werden und die Maßnahme dem Wärmeschutz dient. Es empfiehlt sich jedoch, rechtzeitig die Bauaufsicht und auch die Nachbarn über die geplante Maßnahme zu informieren.

Literatur

- /1/ **Energieeinsparverordnung: Bundesgesetzblatt, Teil 1, Nr. 59, 21.11.2002.**
- /2/ **DIN 1053-1 11.96: Mauerwerk – Teil 1: Berechnung und Ausführung.**
- /3/ **DIN 4108 Beiblatt 2 08.98: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden. Wärmebrücken. Planungs- und Ausführungsbeispiele.**
- /4/ **DIN ISO 6946 11.96: Bauteile – Wärmedurchlaßwiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient; Berechnungsverfahren.**
- /5/ **Altaha, N.: Wärme- und Feuchte-schutz von zweischaligen Außenwänden. In: Mauerwerk 6 (2002), H. 6, S. 106-115.**

Autor dieses Beitrages:
Dr.-Ing. Nasser Altaha
An den Eschen 10,
26129 Oldenburg

Zweischalige Außenwände – Minimierung von Wärmebrücken- wirkungen

WOLF-HAGEN POHL

Im Zusammenschluß von Außenbauteilen, z.B. Außenwand/Fenster bzw. Kelleraußenwand/Kellerdecke/Außenwand im Erdgeschoß, ist der Wärmestrom gestört, es entstehen Wärmebrücken. Sie müssen, um relativ große Wärmeverluste zu vermeiden und um das Risiko einer Schimmelpilzbildung zu verringern, dem Stand der Technik entsprechend minimiert werden. Die Energieeinsparverordnung verlangt, daß der Wärmebrückeneinfluß im Nachweis des Wärmeschutzes berücksichtigt wird.

Im Rahmen einer rechnerischen Abschätzung wird für einen „Ort“ der Wärmebrückeneinfluß rechnerisch mit Hilfe eines PCs und eines speziellen Programms ermittelt. Hiermit soll zum einen deutlich gemacht werden, welche negativen Auswirkungen Wärmebrücken in energetischer und feuchtetechnischer Hinsicht haben, und zum anderen, wie sie durch relativ einfache Maßnahmen minimiert werden können.

Weiterhin werden für den Außenwandtyp „Zweischaliges Mauerwerk“ fünf Orte mit Wärmebrückenwirkungen in Detailzeichnungen, zum Teil mit Varianten, vorgestellt. Dabei werden die Wärmebrückensituationen erläutert und Maßnahmen zur Minimierung der Wärmebrückenwirkungen empfohlen.

1 Einleitung

Wärmebrücken wurden früher selten in Wärmeschutznachweisen berücksichtigt. Sie wurden lediglich, um Schimmelpilzbildung zu vermeiden, entsprechend den anerkannten Regeln der Technik minimiert. Nunmehr ist im Zuge der Energieeinsparverordnung der energetische Einfluß von Wärmebrücken in den entsprechenden Nachweisen

zu berücksichtigen. Dies ist erforderlich, da bei steigendem Wärmeschutzstandard die Verluste über Wärmebrücken im Verhältnis zu den Transmissionswärmeverlusten (errechnet über die Wärmedurchgangskoeffizienten – U-Werte – und die Flächen der Außenbauteile) deutlich ansteigen.

Wärmebrückenwirkungen lassen sich nicht mit der so genannten „naiven Methode“ (Bruchgleichungen) berechnen, wie dies bei der U-Wertermittlung der Außenbauteile mit hinreichender Genauigkeit möglich ist. Sie lassen sich zahlenmäßig nur mittels komplexer Betrachtungen/Berechnungen erfassen.

Es stehen heute Programme und leistungsfähige PC zur Verfügung, mit denen Wärmebrücken in energetischer und feuchtetechnischer Hinsicht relativ einfach berechnet werden können. Weiterhin existieren Wärmebrückenatlanten und auch Veröffentlichungen von Firmen, die entsprechende Angaben zu Wärmebrückensituationen enthalten. Das Beiblatt 2 der DIN 4108 gibt ebenfalls Hilfestellung zur Minimierung von Wärmebrücken. Wärmebrückenminimierendes Konstruieren ist damit, gegenüber früher, relativ einfach geworden.

2 Grundlagen zu Wärmebrücken

Wärmebrücken sind örtlich begrenzte Störungen in Bauteilen. Sie können bezüglich der Form punktförmig, linienförmig oder flächig auftreten. Es kann unterschieden werden in:

- a) Materialbedingte (stoffliche) Wärmebrücken
- b) Geometrisch bedingte Wärmebrücken
- c) Umgebungsbedingte Wärmebrücken
- d) Massestrombedingte Wärmebrücken

Geometrische und stoffliche Wärmebrücken wirken häufig an einem „Ort“ zusammen. Unter der Thematik dieses Beitrages werden nur die Wärmebrücken gemäß a) und b) erläutert.

Materialbedingte Wärmebrücken

Sie entstehen, wenn in einem Bauteil aus Baustoffen mit kleiner Wärmeleitfähigkeit Bauteile mit wesentlich größerer Wärmeleitfähigkeit in Richtung des Wärmestroms **nebeneinander** vorhanden sind. Diese Wärmebrücken kommen häufig bei Stabwerkskonstruktionen (Stahlprofile, Betonstützen, usw.), bei Verbindungsmitteln (z. B. Schrauben, sonstige Metallprofile), die tief in Bauteile eingelassen werden, bzw. sogar einige Schichten durchstoßen, oder auch bei zweischaligem Mauerwerk vor.

Geometrisch bedingte Wärmebrücken

Diese Wärmebrücken sind z. B. bei Außenecken vorhanden. Hierbei steht einem größeren Auskühlbereich (äußere Oberfläche der Ecke) ein kleinerer Erwärmungsbereich (innere Oberfläche der Ecke) gegenüber.

Sehr oft wirken stoffliche und geometrische Gegebenheiten an einem „Ort“ zusammen.

Die geometrische Situation und die verschiedenen Wärmeleitfähigkeiten der Baustoffe/Bauteile, die in Richtung des Wärmestromes nebeneinander angeordnet sind, führen zu einer Verzerrung des Wärmeflusses und der Isothermen (Linien gleicher Temperatur). Stofflich-geometrische Wärmebrücken haben zwei negative Auswirkungen:

- Sie erzeugen in ihrem Einflußbereich **niedrigere Temperaturen** auf der Innenoberfläche im Vergleich mit den ungestörten Konstruktionen der Bauteile. Dies kann dazu führen, daß hier Tauwasser oder eine Kapillarkondensation auftritt (eine Grundlage für das Wachsen von Schimmelpilzen).
- Sie erzeugen in ihrem Einflußbereich einen **erhöhten Wärmestrom**. Dies macht sich besonders bei sehr gut wärmegeprägten Gebäuden negativ bemerkbar. In ungünstigen Fällen können „zusätzliche“ Wärmeverluste in der Größenordnung von 20 bis 40 % entstehen, im Vergleich zu den Verlusten, die über die ungestörten Konstruktionen der Bauteile auftreten!

Daher sind Wärmebrückenwirkungen unbedingt zu minimieren, will man die volle energetische Leistungsfähigkeit gut wärmegeprägter Außenbauteile für das Gebäude erreichen und das Risiko einer Schimmelpilzbildung sehr deutlich verringern. Wärmebrücken können nicht in jedem Fall beseitigt werden, z.B. kann eine Außenecke nicht vermieden werden.

Im Sockelbereich (Keller nicht beheizt oder Gebäude nicht unterkellert) sind die immer anzustrebenden geschlossenen, durchgehenden Wärmedämmschichten um den beheizten Bereich herum nicht möglich. Hier „durchstößt“ das Hintermauerwerk die Wärmedämmschicht. Wärmebrücken können aber im Hinblick auf ihre Auswirkungen durch spezielle Maßnahmen in Planung und Ausführung auf zu tolerierende Werte verringert werden.

Nachfolgend werden einige Beispiele für wärmebrückenminimierte Anschlußbereiche dargestellt. In bezug auf den Außenwandtyp „Zweischaliges Mauerwerk“ treten an folgenden „Orten“ wesentliche Wärmebrücken auf, und zwar im Zusammenschluß der Außenwand mit:

- der Sohlplatte, bei einem nicht unterkellerten Gebäude
- der Kelleraußenwand und Kellerdecke, bei einem nicht beheizten Keller
- der Kelleraußenwand und Kellerdecke, bei einem beheizten Keller
- dem Fenster/Tür, Anschluß oben, seitlich und unten
- dem Balkon bzw. der Loggia
- dem Flachdach (Attika)
- dem geneigten Dach (Traufe)
- dem geneigten Dach (Ortsgang).

3 Minimierung von Wärmebrückenwirkungen

3.1 Allgemeines

Beim 1 zweischaligen Mauerwerk ist bei der U-Wertermittlung gemäß DIN EN ISO 6946 /1/ gegebenenfalls der Einfluß von mechanischen Befestigungsmitteln („Drahtanker“) und der die Dämmschicht durchdringenden Luftspalten zu berücksichtigen. Auf diese Wärmebrücken wird hier nicht weiter eingegangen. Im folgenden werden nur Wärmebrücken behandelt, die sich aus dem Zusammenschluß verschiedener Bauteile ergeben.

Nachfolgend wird für den Anschlußbereich „Zweischaliges Mauerwerk an geneigtes Dach im Bereich des Ortsganges“ der Wärmebrückeneinfluß rechnerisch mit Hilfe eines PCs und eines speziellen Programms ermittelt. Hiermit soll zum einen deutlich gemacht werden, welche negativen Auswirkungen Wärmebrücken haben und zum anderen, wie sie durch relativ einfache Maßnahmen minimiert werden können.

Der ermittelte längenbezogene Wärmedurchgangskoeffizient Ψ (auch Wärmebrückenverlustkoeffizient genannt, er wird hier außenmaßbezogen ermittelt, da-

her die Angabe Ψ_e), gestattet den Einfluß der jeweiligen Maßnahmen im Hinblick auf die Energieeinsparung zu bestimmen. Die Ermittlung der Isothermen und damit auch die minimalen inneren Oberflächentemperaturen erlauben die Einschätzung des Risikos einer Schimmelpilzbildung.

3.2 Rechnerische Untersuchung der Wärmebrücken bei zweischaligem Mauerwerk mit Kerndämmung

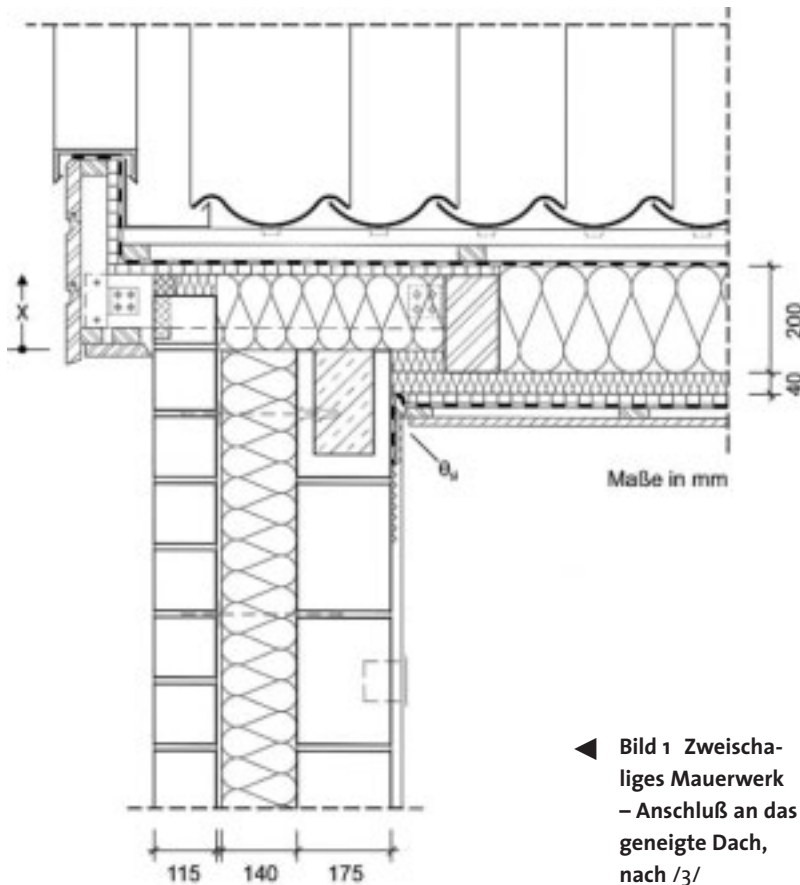
3.2.1 Allgemeines

Die nachfolgenden Berechnungsbeispiele stellen eine Auswahl dar. Für jedes der dargestellten Beispiele gibt es durchaus gleichwertige Varianten mit anderen Maßnahmen zur Minimierung der Wärmebrückenwirkungen (energetische und feuchtechnische Auswirkungen). Die Beispiele besitzen prinzipiellen Charakter, da sie ohne Bezug zu einem realen Fall entwickelt worden sind. Abmessungen, Stoffeigenschaften und Übereinstimmung mit entsprechenden Normen und sonstigen anerkannten Regeln der Technik sind immer im konkreten Einzelfall zu prüfen und ggf. zu modifizieren. Die Beispiele sollen anregen, eigene Lösungen unter den Randbedingungen des speziellen Einzelfalls zu entwickeln.

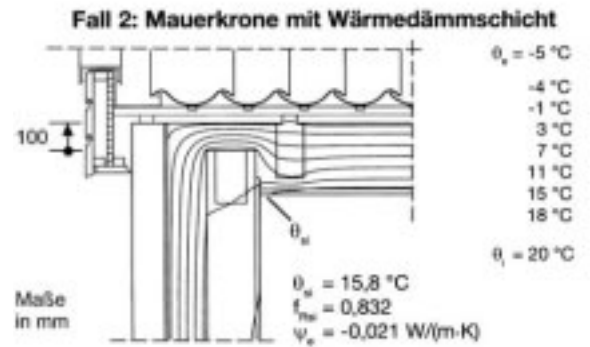
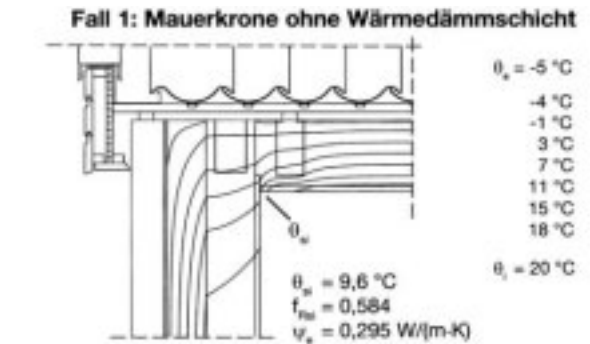
3.2.2 Anschluß der Giebelwand an das geneigte Dach (Ortsgang)

Zugrunde liegende Angaben

- Wärmeleitfähigkeit der Innenschale: $\lambda = 0,990 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$
- Wärmeleitfähigkeit des Wärmedämmstoffes: $\lambda = 0,040 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$
- Wärmeleitfähigkeit der Außenschale: $\lambda = 0,870 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$
- Wärmeübergangswiderstände gemäß DIN 4108-2 : 2001-03 /2/ und DIN EN ISO 6946 /1/
- Heizzeit und mittlere Temperaturdifferenz zwischen innen und außen, gemäß EnEV Vereinfachtes Verfahren für Wohngebäude, Zahlenwert: 66
- freistehendes Einfamilienhaus mit folgenden Abmessungen:



◀ Bild 1 Zweischaliges Mauerwerk – Anschluß an das geneigte Dach, nach /3/



Faktor zur Vermeidung von Schimmelpilzbildung: $f_{si} > 0,70$

▲ Bild 2 Zweischaliges Mauerwerk, Einfluß einer Wärmedämmschicht auf der Mauerkrone der Innenschale – Isothermendarstellung, längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient, minimale innere Oberflächentemperatur, Faktor f_{Rsi} , nach /3/

Dachfläche: $A_D = 170 \text{ m}^2$,
Länge beider Ortgänge:
 $l = 28 \text{ m}$

Für den Anschlußbereich wurde der Einfluß einer Wärmedämmschicht auf der Mauerkrone der Innenschale (Maß „x“) rechnerisch untersucht, Bild 1.

Wärmebrückenverlust

- Variante 1 (Basissituation) **Ohne** Wärmedämmschicht auf der Mauerkrone, Maß $x = 0 \text{ mm}$ längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient $\Psi_{e1} = 0,295 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ minimale innere Oberflächentemperatur $\theta_{si} = 9,6 \text{ }^\circ\text{C}$, Bild 2 – Fall 1
- Variante 2 (optimierte Situation) **Mit** Wärmedämmschicht auf der Mauerkrone, Maß $x = 100 \text{ mm}$ längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient $\Psi_{e2} = -0,021 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ minimale innere Oberflächentemperatur $\theta_{si} = 15,8 \text{ }^\circ\text{C}$, Bild 2 – Fall 2

Differenz der längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten $\Delta\Psi_e$

(Variante 1 – Variante 2)
 $\Delta\Psi_e = \Psi_{e1} - \Psi_{e2} \quad \text{W/(m} \cdot \text{K)}$
 $\Delta\Psi_e = 0,295 - (-0,021) \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$
 $\Delta\Psi_e = \mathbf{0,316 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$

Wärmebrücken-Verlustanteil H_{WB} für den Anschluß Giebelwand an geneigtes Dach

$$H_{WB} = 66 \cdot \Delta\Psi_e \cdot l \quad \text{kWh/a}$$

$$H_{WB} = 66 \cdot 0,316 \cdot 28 \text{ kWh/a}$$

$$\mathbf{H_{WB} = 584 \text{ kWh/a}}$$

Die Gegenüberstellung der beiden Varianten zeigt, wie groß Wärmeverluste durch Wärmebrücken werden können und wie wichtig und wie effizient Maßnahmen zur Minimierung von Wärmebrückenwirkungen sein können. Durch den Einbau einer Dämmschicht auf der Mauerkrone mit $d = 100 \text{ mm}$ ergibt sich für das Einfamilienhaus ein Einsparpotential von 584 kWh/a!

Vergleich mit dem jährlichen Transmissionswärmeverlust durch das Bauteil Dach

Die Dachfläche besitzt einen mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten (die Sparren wurden hierbei berücksichtigt):

$U_D = 0,16 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$. Der Transmissionswärmeverlust für die Dachfläche Q_{TD} unter Zugrundelegung der thermisch-zeitlichen Randbedingungen der EnEV, Vereinfachtes Verfahren für Wohngebäude, Zahlenwert 66, beträgt:

$$H_{TD} = 66 \cdot U_D \cdot A_D \quad \text{kWh/a}$$

$$H_{TD} = 66 \cdot 0,16 \cdot 170 \text{ kWh/a}$$

$$\mathbf{H_{TD} = 1795 \text{ kWh/a}}$$

Bezogen auf den jährlichen Transmissionswärmeverlust für das Bauteil Dach ergibt die fehlende Wärmedämmschicht auf der Mauerkrone, Maß „x“ = 0 mm, eine wärmeschutztechnische Verschlechterung von etwa 32 %!

Kompensation des Wärmebrücken-Verlustanteils H_{WB} durch Verbesserung des Wärmedämmstandards der Dachfläche

Wie effizient Maßnahmen im Bereich von Wärmebrücken sein können, zeigt der folgende Vergleich: Will man den über die

Wärmebrücke entstandenen Heizwärmeverlust durch einen besseren Wärmeschutz im Bereich der Dachfläche „kompensieren“, so müßte eine Wärmedämmschicht mit $d = 380 \text{ mm}$ eingebaut werden! Dies bedeutet einen zusätzlichen Wärmedämmstoffeinsatz von rund 25 m^3 ! Hierfür entstünden allein für den Wärmedämmstoff Kosten in Höhe von etwa 3000 € !

Hinzu kämen noch die Kosten für Zusatzmaßnahmen, z. B. größere Sparren. Vergleicht man dies mit Maßnahmen, die im Bereich der Wärmebrücke auszuführen sind um sie dem Stand der Technik entsprechend zu minimieren (Wärmedämmstoffeinsatz auf den Mauerkronen), so benötigt man dort nur etwa $0,5 \text{ m}^3$ Wärmedämmstoff, um den gleichen Effekt zu erzielen, nämlich 584 kWh pro Jahr einzusparen.

Fazit

Unter Zugrundelegung eines Energiepreises von $0,06 \text{ €/kWh}$, ergibt sich eine Einsparung pro Jahr in Höhe von $584 \cdot 0,06 = 35 \text{ €}$. Bei einer korrekt vorgenommenen Preisermittlung müßte die Maßnahme „Einbau von Wärmedämmstoff auf der Mauerkrone“ kostenneutral sein, da im Bereich des Wärmedämmstoffes das Mauerwerk im Kronenbereich entfällt. Deutlicher kann man die Effizienz einer Maßnahme, Heizenergie einzusparen, nicht darstellen.

Diese rechnerische Untersuchung zeigt, daß die Entscheidung des Verordnungsgebers, Wärmebrücken künftig im Nachweis zu berücksichtigen, bei der weiteren Verschärfung der Anforderungen an den Wärmeschutz im Rahmen der EnEV zwingend erforderlich war.

Anmerkung

Der relativ große Wärmebrückenverlustanteil ist auch durch den großen Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit des Wandbaustoffes der Innenschale, $\lambda = 0,99 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$, entstanden.

Werden Wandbaustoffe mit sehr kleinen Bemessungswerten der Wärmeleitfähigkeit, z. B. $\lambda < 0,21 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$, eingesetzt, so verringert sich der Wärmebrückenverlustanteil auch ohne eine Wärmedämmschicht auf der Mauerkrone sehr deutlich, und die innere Oberflächentemperatur steigt an.

Die Auswirkung der Wärmebrücken im Hinblick auf den Feuchteschutz, d.h. niedrige innere Oberflächentemperaturen mit der Gefahr einer Schimmelpilzbildung, kann an Hand der Isothermendarstellungen in Bild 2 leicht nachvollzogen werden.

3.2.3 Anschlußpunkt Sockel – Keller nicht beheizt

Wärmebrückensituation

Die Steinschicht unterhalb der Kellerdecke läßt die Ausbildung einer geschlossenen Wärmedämmschicht unterhalb der Kellerdecke mit der Kerndämmschicht des zweischaligen Mauerwerks nicht zu. Diese Situation stellt eine stofflich-geometrische Wärmebrücke dar (Bild 3).

Maßnahmen zur Minimierung der Wärmebrückensituation

Die Kerndämmschicht wird 125 mm , bezogen auf Unterkante Kellerdecke, nach unten weitergeführt, Maß „y“. Bei Mauerwerk aus Steinmaterial mit großer Wärmeleitfähigkeit wird der Einbau einer speziellen Steinschicht **unter** der Kellerdecke aus Steinmaterial mit geringer Wärmeleitfähigkeit z. B. $\lambda = 0,21 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$, Maßnahme „q“, empfohlen, Bild 3.

Anmerkungen

Für die Variante „Wärmedämmschicht **auf** der Kellerdecke“ muß die Maßnahme „q“ **auf** der Kellerdecke angeordnet werden. Die Maßnahme „q“ ist im ganzen Kellergeschoß, d.h. auch bei den Innenwänden auszuführen, da dort ebenfalls eine Wärmebrücke vorhanden ist. Das entsprechende Steinmaterial (und damit auch die Wärmeleitfähigkeit) der Maßnahme „q“ ist auch unter tragwerkstechnischen Gesichtspunkten zu bestimmen. Neben dem angeführten Stein-

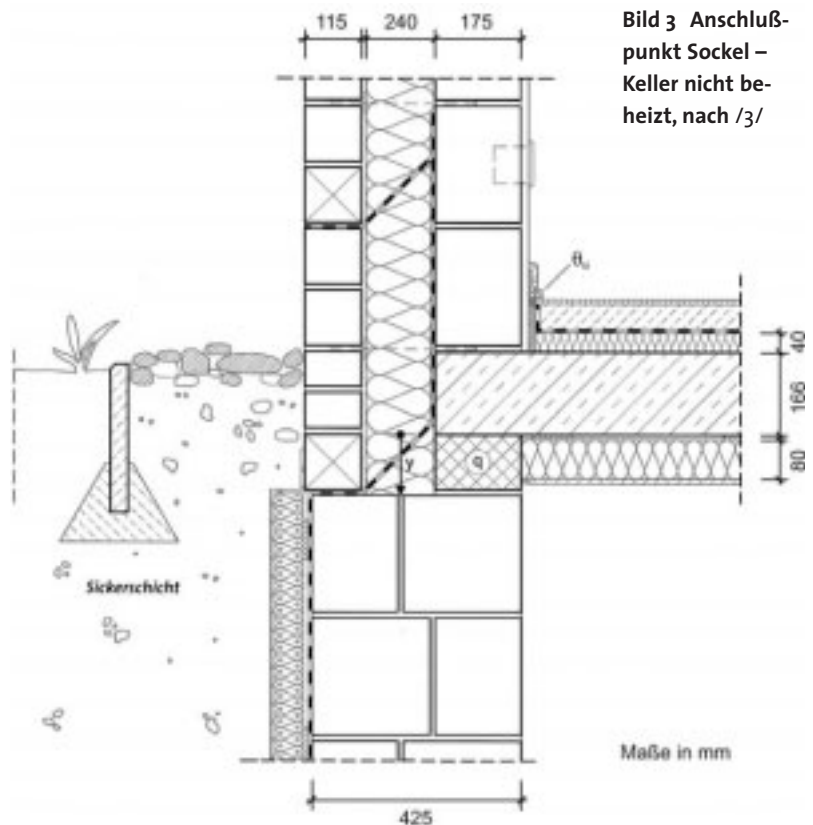
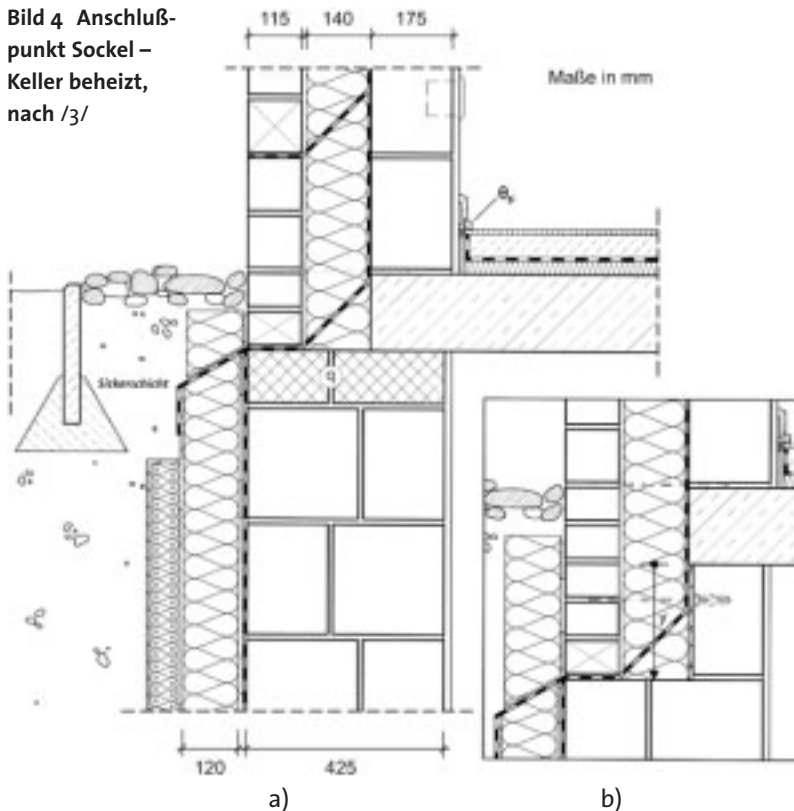


Bild 3 Anschlußpunkt Sockel – Keller nicht beheizt, nach /3/

Bild 4 Anschlußpunkt Sockel – Keller beheizt, nach /3/



material bietet der Markt auch spezielle Dämmelemente an, z. B. Formteile in Höhe und Breite auf Steinformate abgestimmt – sog. Mauerfuß-Dämmelemente (s. auch Beitrag Schubert, Tabelle 6).

3.2.4 Anschlußpunkt Sockel – Keller beheizt

Wärmebrückensituation

Das Sichtmauerwerk lässt die Ausbildung einer geschlossenen Perimeter- und Kerndämmschicht des zweischaligen Mauerwerks nicht zu. Diese Situation stellt eine stofflich-geometrische Wärmebrücke dar.

Maßnahmen zur Minimierung der Wärmebrückensituation

Die Kerndämmschicht wird bis Unterkante Kellerdecke weitergeführt. Bei Mauerwerk aus Steinmaterial mit großer Wärmeleitfähigkeit wird der Einbau einer speziellen Steinschicht **unter** der Kellerdecke und der Sichtmauerwerksschale aus Steinmaterial mit geringer Wärmeleitfähigkeit z. B. $\lambda = 0,21 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$, Maßnahme „q“, empfohlen. Die Perimeterdämmschicht muß die Maßnahme „q“ überdecken

(Bild 4a). Alternativ zur Maßnahme „q“ kann die Kerndämmschicht weiter in das Kellermauerwerk einbinden, Maß „y“, die Perimeterdämmschicht muß dabei die Kerndämmschicht weit überdecken (Bild 4b).

Anmerkungen

Das entsprechende Steinmaterial (und damit auch die Wärmeleitfähigkeit) der Maßnahme „q“ ist auch unter tragwerkstechnischen Gesichtspunkten zu bestimmen.

3.2.5 Anschlußpunkt Sockel – Gebäude nicht unterkellert

Wärmebrückensituation

Das Mauerwerk der Innenschale lässt die Ausbildung einer geschlossenen Wärmedämmschicht auf der Sohlplatte mit der Kerndämmschicht des zweischaligen Mauerwerks nicht zu. Diese Situation stellt eine stofflich-geometrische Wärmebrücke dar.

Maßnahmen zur Minimierung der Wärmebrückensituation

Die Kerndämmschicht wird 125 mm, bezogen auf Oberkante Sohlplatte, nach unten weitergeführt, Maß „y“. Bei Mauerwerk aus Steinmaterial mit großer Wärmeleitfähigkeit wird der Einbau einer speziellen Steinschicht **auf** der Sohlplatte aus Steinmaterial mit geringer Wärmeleitfähigkeit z. B. $\lambda = 0,21 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$, Maßnahme „q“, empfohlen, Bild 5.

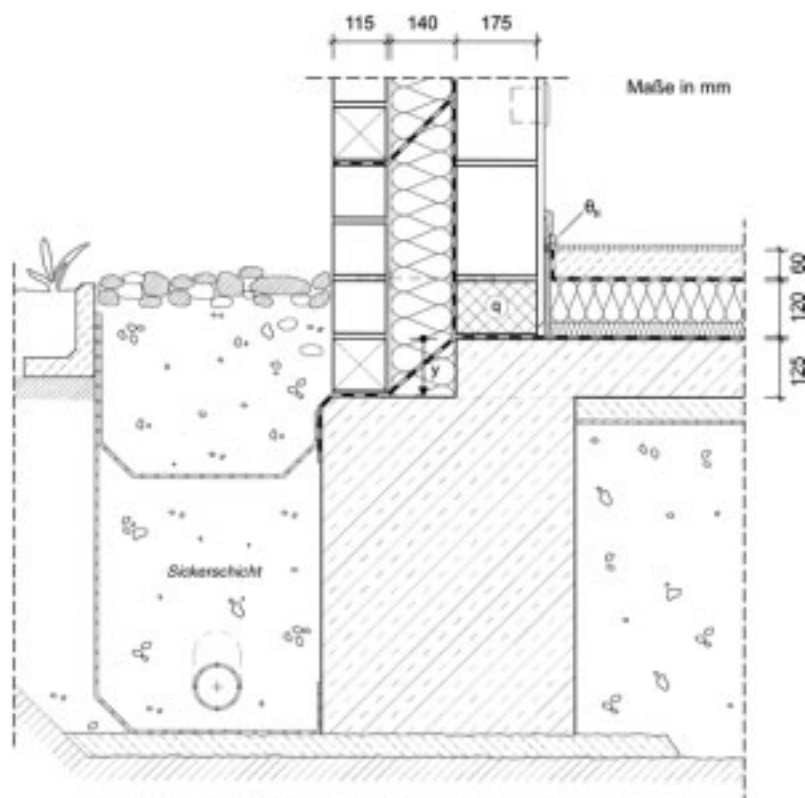


Bild 5 Anschlußpunkt Sockel – Gebäude nicht unterkellert, nach /3/

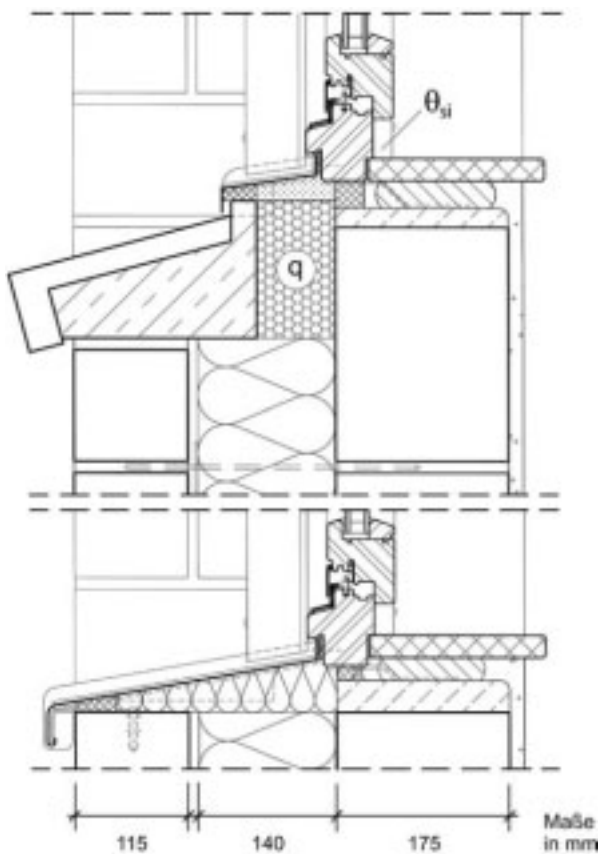


Bild 6 Anschlußpunkt Fenster unten – breite Leibung außen, nach /3/

Anmerkungen

Die Maßnahme „q“ ist im ganzen Erdgeschoß, d.h. auch bei den Innenwänden, auszuführen. Das entsprechende Steinmaterial (und damit auch die Wärmeleitfähigkeit) der Maßnahme „q“ ist auch unter tragwerkstechnischen Gesichtspunkten zu bestimmen. Neben dem angeführten Steinmaterial bietet der Markt auch spezielle Dämmelemente an, z.B. Formteile in Höhe und Breite auf Steinformate abgestimmt, s. Abschn. 3.2.3.

3.2.6 Anschlußpunkt Fenster – breite Leibung außen

Wärmebrückensituation

An diesem Ort ist ein Wechsel von zwei thermisch/geometrisch sehr unterschiedlichen Bauteilen (Außenwand und Fenster) vorhanden. Die Wärmedämmschicht muß an das Fenster angeschlossen werden. Hierbei gibt es drei unterschiedliche Anschlußpunkte: unten, oben und seitlich. Diese Situationen stellen stofflich-geometrische Wärmebrücken dar.

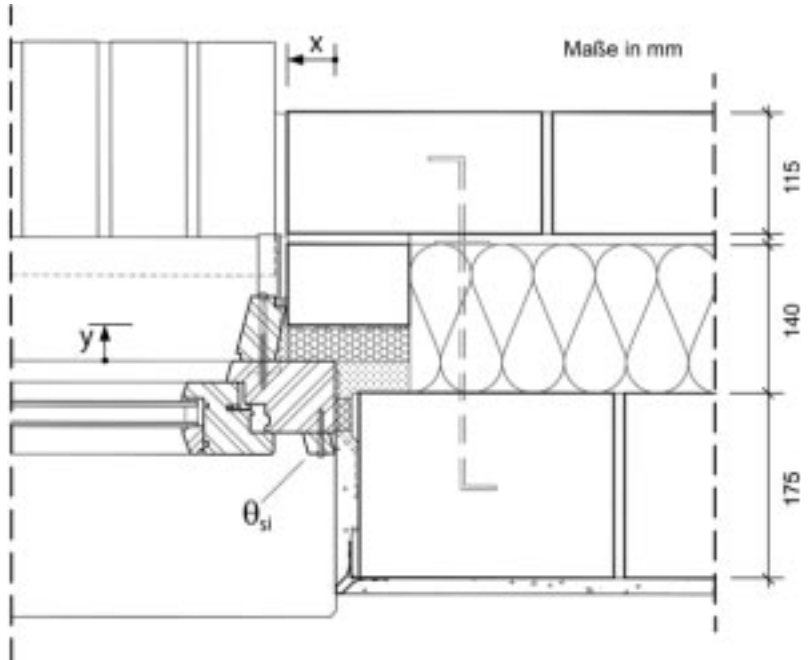


Bild 7 Anschlußpunkt Fenster seitlich – breite Leibung außen, nach /3/

Maßnahmen zur Minimierung der Wärmebrückensituation

- (1) Anschlußpunkt unten, Bild 6
Bei Einbau eines Fertigteils (Bestandteil der äußeren Fensterbank) ist zwischen Innenschale und Fertigteil eine Wärmedämmschicht einzubauen, Maßnahme „q“. Bei den Metallfensterbänken ist bei beiden Varianten unbedingt darauf zu achten, daß der Hohlraum unterhalb der Fensterbank voll mit Wärmedämmstoff ausgefüllt wird, d. h. daß die Wärmedämmschicht an das Fenster anschließt.
- (2) Anschlußpunkt seitlich, Bild 7
Zwischen dem Fensterblendrahmen und der Außenschale wird eine thermische Trennung mit Hilfe einer Wärmedämmschicht (z. B. aus extrudiertem PS-Hartschaum) vorgesehen (Maß „y“). Die Dicke des Hartschaumstreifens sollte mindestens 20 mm betragen. Die Wär-

medämmschicht ist möglichst weit auf den Fensterblendrahmen zu führen, im dargestellten Beispiel beträgt das Maß „x“ 50 mm.

- (3) Anschlußpunkt oben, Bild 8
Für den Fall, daß ein Fertigteil (wie dargestellt) eingebaut werden soll, ist wie beim seitlichen Anschluß eine thermische Trennung zwischen Außenschale und Fensterblendrahmen mit Hilfe einer Wärmedämmschicht (z.B. aus extrudiertem PS-Hartschaum) vorgesehen (Maß „y“). Die Dicke des Hartschaumstreifens sollte mindestens 20 mm betragen. Die Wärmedämmschicht ist möglichst weit auf den Fensterblendrahmen zu führen, im dargestellten Beispiel beträgt das Maß „x“ 50 mm.

3.2.7 Anschlußpunkt Fenster – breite Leibung innen

Wärmebrückensituation

An diesem Ort ist ein Wechsel von zwei thermisch/geometrisch sehr unterschiedlichen Bauteilen

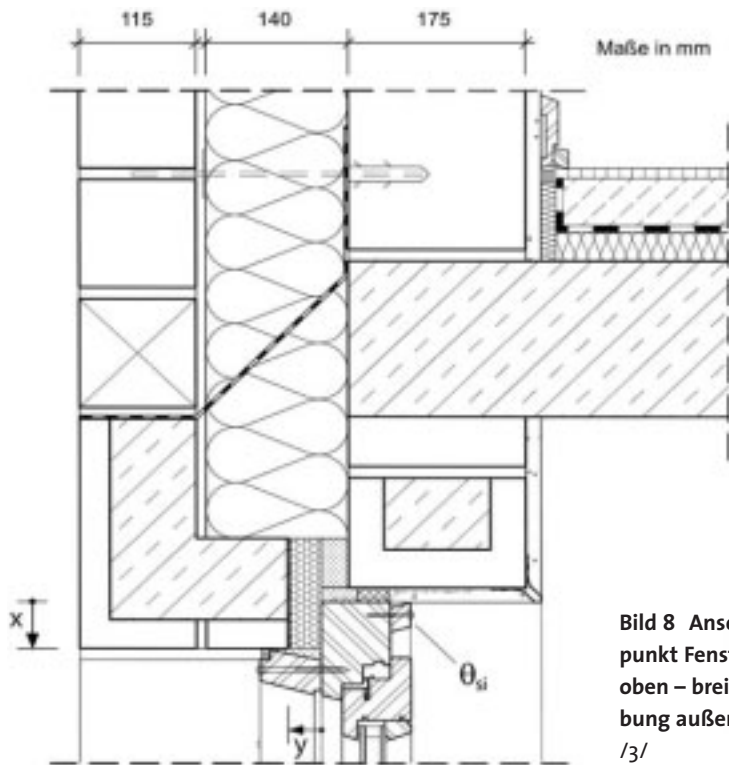


Bild 8 Anschlußpunkt Fenster oben – breite Leibung außen, nach /3/

(Außenwand und Fenster) vorhanden. Die Wärmedämmschicht muß an das Fenster angeschlossen werden. Hierbei gibt es drei

unterschiedliche Anschlußpunkte: unten, oben und seitlich. Diese Situationen stellen stofflich-geometrische Wärmebrücken dar.

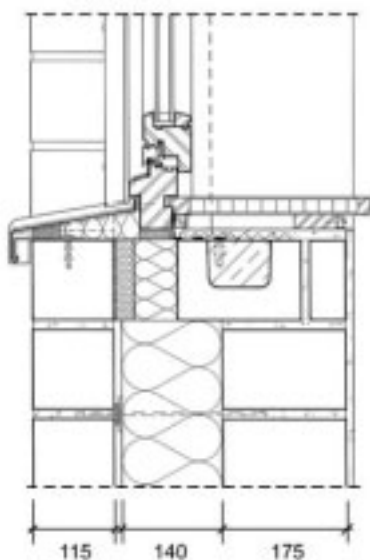
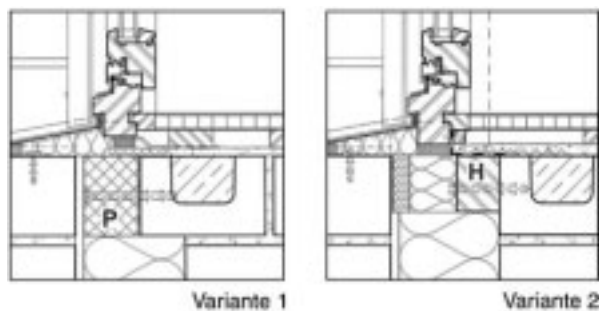


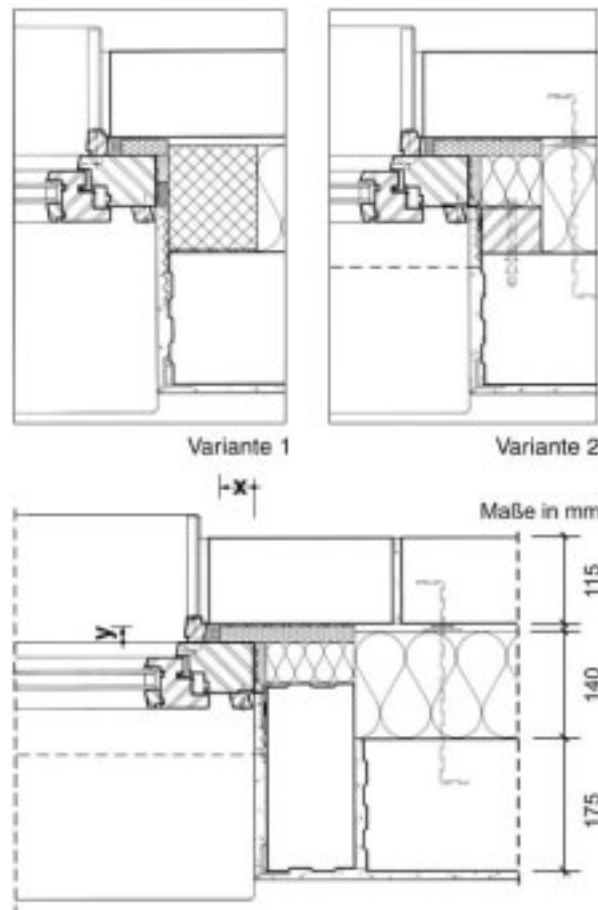
Bild 9 Anschlußpunkt Fenster unten – breite Leibung innen, nach /4/

Maßnahmen zur Minimierung der Wärmebrückensituation

- (1) Anschlußpunkt unten, Bild 9
Wird aus gestalterischen Überlegungen und zur Optimierung der solaren Wärmegewinne das Fenster in der Fassade weit nach außen gelegt (breite Leibung innen), so sind hier konstruktiv bedingt „Zusatzmaßnahmen“ und auch für die Anschlußpunkte „seitlich“ und „oben“ erforderlich. Sie können aus der Basiszeichnung und der Variante 1 (Porenbeton-P) und Variante 2 (Holzprofil-H) direkt abgelesen werden. Beim Einbau der Metallfensterbank ist unbedingt darauf zu achten, daß der Hohlraum unterhalb der Fensterbank voll mit Wärmedämmstoff ausgefüllt wird, d. h. daß die Wärmedämmschicht an das Fenster anschließt.

- (2) Anschlußpunkt seitlich, Bild 10
Zwischen dem Fensterblindrahmen und der Außenschale wird eine thermische Tren-

Bild 10 Anschlußpunkt Fenster seitlich – breite Leibung innen, nach /4/



nung mit Hilfe einer Wärmedämmschicht (z.B. aus extrudiertem PS-Hartschaum) vorgesehen (Maß „y“). Die Dicke des Hartschaumstreifens sollte mindestens 20 mm betragen. Die Wärmedämmschicht ist möglichst weit auf den Fensterblendrahmen zu führen, im dargestellten Beispiel beträgt das Maß „x“ 50 mm.

(3) Anschlußpunkt oben, Bild 11
Wie beim seitlichen Anschluß ist eine thermische Trennung zwischen Außenschale und Fensterblendrahmen mit Hilfe einer Wärmedämmschicht (z. B. aus extrudiertem PS-Hartschaum) vorgesehen (Maß „y“). Die Dicke des Hartschaumstreifens sollte mindestens 20 mm betragen. Die Wärmedämmschicht ist auch hier möglichst weit auf den Fensterblendrahmen zu führen, im dargestellten Beispiel beträgt das Maß „x“ 50 mm.

Literatur

- /1/ DIN ISO 6946 11.96: Bauteile – Wärmedurchlaßwiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient; Berechnungsverfahren.
- /2/ DIN 4108-2 03.01: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden; Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz
- /3/ Horschler, S., Pohl, W.-H.: Kapitel 3 Energiesparendes Bauen, Energieeinsparverordnung, Kapitel 4 Baukonstruktion Regeldetails Aus: Von der Idee zur Ausführung. Grundlagenwissen und Praxisbeispiele rund um das Bauen mit Backstein. Herausgeber: Initiative Zweischalige Wand – Bauen mit Backstein, Münster. Fachverband Ziegelindustrie Nord e.V. Oldenburg. 2001.
- /4/ Pohl, W.-H., Horschler, S., Pohl, R.: Wärmeschutz – Optimierte Details. Herausgeber: Kalksandstein-Information GmbH + Co KG, Hannover, 1996.

Weitere Literatur

- Hauser, G., Stiegel, H.: Wärmebrückenatlas für den Mauerwerksbau. Bauverlag GmbH. Wiesbaden und Berlin, 1990.
- Mainka, G. W., Paschen, H. : Wärmebrückenatlas. Teubner Verlag, Stuttgart 1986.
- Pohl, W.-H., Horschler, S., Pohl, R.: Teil 1 Konstruktionsempfehlungen und optimierte Anschlußsituationen (Details). Aus: Niedrigenergiehäuser unter Verwendung des Dämmstoffes Styropor. AIF-Forschungsvorhaben Nr.: 9289, Bauforschung für die Praxis, Band 31, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart 1997.
- Pohl, W.-H.: Der Wärmeschutz von Fensteranschlüssen in hochwärmedämmten Mauerwerksbauten. In: Aachener Bausachverständigentage 1995, Seite 55 – 73, Bauverlag GmbH, Wiesbaden und Berlin.
- Pohl, W.-H., Horschler, S.: Energieeffiziente Wohngebäude – planen bauen nutzen. Herausgeber: BEB Erdgas und Erdöl GmbH Hannover. Buchveröffentlichung, 2002.

Verordnung über einen energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung – EnEV), Herausgeber: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie sowie Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen.

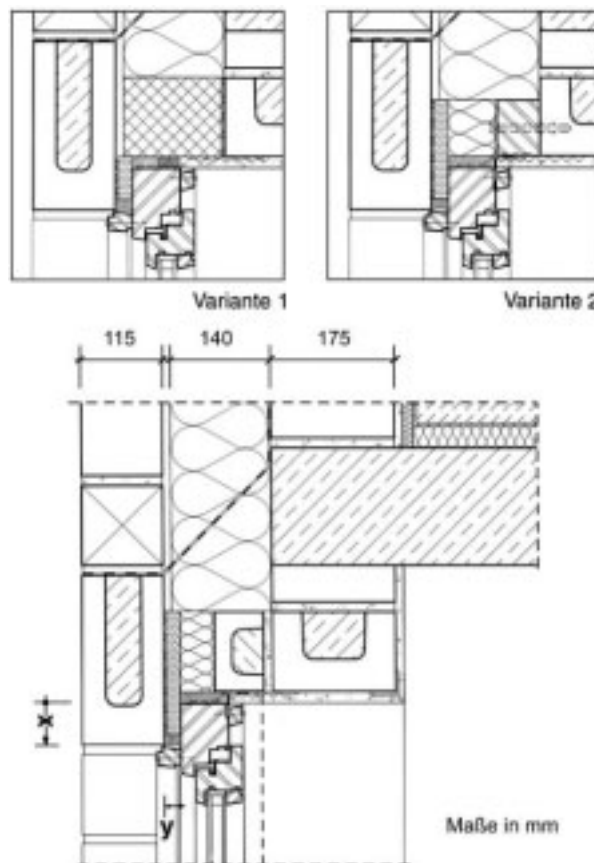


Bild 11 Anschlußpunkt Fenster oben – breite Leibung innen, nach /4/

Anmerkung des Autors

Der Autor hat diese Veröffentlichung nach bestem Wissen und mit größtmöglicher Sorgfalt erstellt. Gleichwohl können inhaltliche und auch technische Fehler nicht vollständig ausgeschlossen werden. Alle Angaben sowohl im Text als auch in den Bildern erfolgen daher ohne Gewähr; sie sind eigenverantwortlich zu überprüfen. Die Haftung des Autors für Personen-, Sach- und Vermögensschäden ist ausgeschlossen.

Ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung des Autors ist es nicht gestattet, diese Veröffentlichung oder Teile daraus auf fotomechanischem Wege (Fotografie, Fotokopie, Mikrokopie usw.) zu verviel-

fältigen sowie die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen vorzunehmen.

Autor dieses Beitrages:
Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Architekt
Wolf-Hagen Pohl
Leiter der Abteilung Baustoffkunde
und Bauphysik
Institut für Bautechnik und Entwerfen
Universität Hannover