

Konstruktive Ausbildung von Fensteranschlüssen im Ziegelmauerwerk

Hinweise zur Planung und Bauausführung

Einleitung

Jedes Bauwerk wird heutzutage selbstverständlich mit modernen Fenstersystemen versehen. In den letzten Jahren sind die Fensterflächenanteile in Wohngebäuden stetig größer geworden. Gleichzeitig sind neben den daraus resultierenden höheren Fenstergewichten die Anforderungen an den Wärmeschutz und die Luftdichtheit gestiegen. Der hier vorgelegte Leitfaden soll die wichtigsten Regeln im Zusammenhang mit der Planung und der Bauausführung rund um den Fenster-Baukörperanschluss aufzeigen. Er kann und soll technische Regelwerke der einzelnen Branchen aber nicht ersetzen bzw. darüber hinaus verbindliche Festlegungen treffen.

Die Anforderungen an die Fenster allein sowie an die nicht-transparenten Teile der Fassade sind in den einschlägigen Regelwerken beschrieben und werden im Folgenden nicht diskutiert. Besonderer Schwerpunkt soll damit auf den Fensteranschlüssen an Ziegelmauerwerk liegen. Rollladenkästen und Fensterbänke sind je nach Ausführung besonders anzuschließen, so dass auf eine weitere Betrachtung an dieser Stelle verzichtet wird. Berechnungshinweise und Anforderungen zu Rollladenkästen sind DIN 4108-2 zu entnehmen. Besonders wärmebrückenarme Fensteranschlüsse mit den dazugehörigen Wärmebrückenverlustkoeffizienten (Ψ - Werte) sind in großer Anzahl im Wärmebrückenkatalog des EnEV-Nachweisprogramms der Ziegelindustrie hinterlegt.

Fensterarten

Fenster mit hohem Wärmeschutz sind seit ca. 15 Jahren in vielen Ausführungsarten verfügbar. Die U_w -Werte von Fenstern aus Sonderprofilen und mit Dreifach-Wärmeschutzverglasungen liegen zwischen 0,8 und 1,2 $W/(m^2 K)$ und weisen Flächengewichte $> 30 \text{ kg}/m^2$ auf. Besonders schlanke Rahmenprofile können aus PVC mit PUR-geschäumten Hohlkammern hergestellt werden. Holzfensterrahmen gleicher Leistungsfähigkeit sind demgegenüber meist sandwichartig mit innenliegender Dämmschicht aufgebaut und weisen Konstruktionsdicken von $> 100 \text{ mm}$ auf. Im Objektbau gelangen häufig Holz/Alu-Pfosten-Riegel-Konstruktionen zum Einsatz, die mit einem zusätzlichen Dämmvorsatz versehen sind und auf Grund ihrer i. d. R. selbsttragenden Funktion beachtliche Profilstärken aufweisen [1, 2] und damit erhebliche Flächengewichte nach sich ziehen.

Bei Verwendung von Standardrahmen sind die Wärmedurchgangskoeffizienten U_w der zuvor genannten Konstruktionen etwa 0,5 $W/(m^2 K)$ höher anzusetzen. Diese Ausführung ist im Wohnungsbau und damit im Mauerwerksbau üblicherweise vorzufinden, so dass hier auch hinsichtlich deren Befestigung, der Abdichtung und der Dauerhaftigkeit die meisten Regelwerke bezug nehmen. Die Rahmenprofilabmessungen werden im wesentlichen durch die Fenstergrößen bestimmt. Standardfenster weisen Profilstärken (Bautiefen) von etwa 60 bis 80 mm auf.

Fensteranschlag

Die Einwirkungen auf Fenster-/ Baukörperanschlüsse sind sowohl von der Außenseite als auch raumseits zu betrachten. Schlagregen [3], Wind und Schall sind als äußere Belastungen vom Baukörperanschluss ebenso aufzunehmen wie Längenänderungen aus den Bauteilen heraus. Von der Raumseite wirken die Innentemperaturen sowie die Raumlufffeuchte ein. Im Mauerwerksbau werden grundsätzlich zwei Basisanschlüsse unterschieden:

Der **Stumpfe Anschlag** (Bild 1 A) ist bei monolithischer Ziegelbauweise weit verbreitet und stellt die Standardlösung dar. Vorteilhaft ist die kostengünstige Ausführbarkeit. Weniger ideal ist die hiermit einhergehende einstufige Fugenausbildung des Baukörperanschlusses. Diese Ausführung muss in der außenseitigen Funktionsfuge die Regen- und Windsperre gleichermaßen übernehmen. Raumseitig muss die Einbaufuge die Luftdichtheit des Anschlusses gewährleisten. Aus wärmetechnischen Erwägungen sollte die Fensterebene immer mittig d. h. im mittleren Drittel der Wand liegen, da sich dann die günstigsten Isothermenverläufe mit den niedrigsten Wärmebrückenverlustkoeffizienten ψ einstellen. Bei 36,5 cm dickem Mauerwerk führt eine Verschiebung der Fensterebene zur Außen-

bzw. Innenkante zu einer Erhöhung des ψ -Werts von je etwa 50 %.

Bei zusatzgedämmter Außenwand, bei zweischaligem Mauerwerk oder bei Einsatz von Anschlagziegeln oder Dämmzargen kann der bauphysikalisch hochwertige **Innenanschlag** ausgeführt werden (Bild 1 B, C, D und F), der eine zweistufige Fugenausbildung mit sich bringt. Die konstruktive Überdeckung des Blendrahmens gewährleistet einen guten Schlagregenschutz. Die Windsperre kann zur Raumseite verlagert werden, ist somit nachhaltig geschützt und kann gleichzeitig die Luftdichtheitschicht darstellen. Die niedrigsten Wärmebrückenverlustkoeffizienten ψ stellen sich ein, wenn die Blendrahmen etwa zur Hälfte in die Dämmebene hineinragen und die Außenseite des Rahmens teilweise überdämmt wird. Der mit zwei Abdichtungsebenen ausgebildete Innenanschlag ermöglicht zudem einen hohen Schallschutz, der bei Fenstern mit R_w -Werten > 40 dB zur Unterdrückung der Fugenschallübertragung zwingend notwendig ist. Komplett in der Dämmebene versetzte Fenster (Bild 1 E) können zu Schallschutzproblemen führen, dies sowohl gegen Außenlärm als auch hinsichtlich einer Schall-Längsübertragung in horizontaler und vertikaler Richtung.

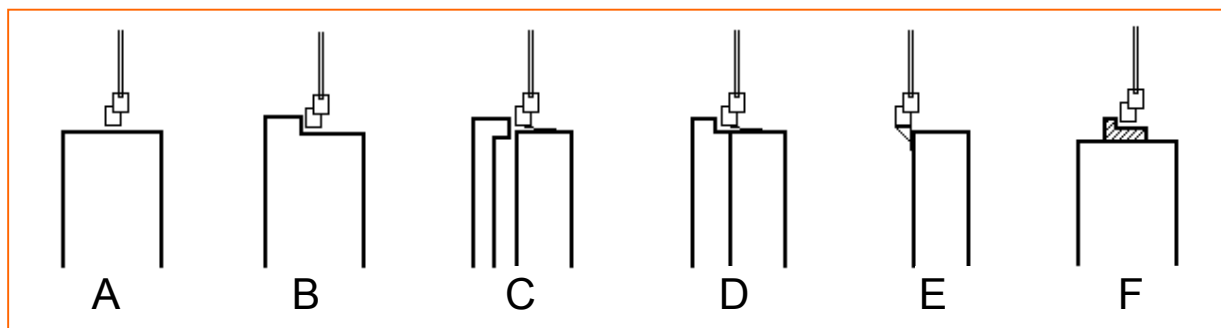


Bild 1: Fensteranschlagvarianten und –befestigungen (Prinzipskizzen) nach [4].

Bei allen Ausführungen ist darauf zu achten, dass Fenster auf Grund temperaturbedingter Längenänderungen ausreichende seitliche Fugenabstände zum massiven Baukörper benötigen. Die Längenänderungen für Kunststoff- und Aluminium-Verbundrahmen betragen zwischen 1,5 bei hellen und 2,5 mm/m Rahmenlänge bei dunklen Profilmaterialien. Die **Mindest**-Fugenzwischenräume für Kunststoff- und Aluminium-Verbundfenster sind je nach Anschlagart und Fenstergröße zwischen 10 mm und 20 mm, bei dunklen und besonders breiten Fensterelementen bis

zu 30 mm je Fuge auszubilden [4]. Holzfenster benötigen durchweg lediglich 10 mm Einbaufuge. Sinnvolle Fugenbreiten sollten sich bei breiten Fensterelementen an den maximalen Längenänderungen orientieren, da die zuvor geforderten Mindest-Fugenzwischenräume deutlich über den aus thermischen Längenänderungen hinausgehenden Verformungen liegen. Werden die erlaubten Maßtoleranzen senkrechter Wandöffnungen gemäß Tabelle 1 eingehalten, können unerwünschte breite Einbaufugen vermieden werden.

Tabelle 1: Zulässige Maßtoleranzen (Abmaße) von Fensterleibungen nach DIN 18202 [5].

Oberflächen der Bauteile	Zulässige Abmaße bei Nennmaßbereich b = lichte Fensteröffnung	
	b < 3,0 m	3,0 ≤ b ≤ 6,0m
Öffnungen für Fenster, Türen und Einbauelemente	± 12 mm	± 16 mm
Wie vor, jedoch mit oberflächenfertigen Leibungen	± 10 mm	± 12 mm

Befestigungen

Die Fenster werden grundsätzlich zur Ableitung ihres Eigengewichts in den Baukörper auf Tragklötzen aufgesetzt. In der vertikalen Einbaufuge dürfen Distanzklötze eingesetzt werden. Dabei ist unbedingt darauf zu achten, dass Einspannungen des Blendrahmens auch bei temperaturbedingten Längenänderungen vermieden werden. Dennoch müssen die Tragklötze dauerhaft und unverschiebbar sein und dürfen die Abdichtung und den Wärmeschutz nicht beeinträchtigen. Holzkeile zur Fenstermontage sind keine Tragklötze!

Im Mauerwerksbau bestimmt hauptsächlich die Einbaulage eines Fensters die Art der Befestigung. Die universelle Methode bei überwiegend mittiger Fenstereinbauebene ist die Befestigung mit Metall-Rahmendübeln. Diese nehmen fast ausschließlich Querkräfte aus

Wind- und Stoßlasten sowie bei geöffnetem Fensterflügel deren Gewicht auf. Dabei werden durch die Blendrahmen hindurch entsprechend lange Dübel eingesetzt und im Untergrund durch Spreizwirkung fixiert. An Leibungen und Sturzes ist dies mit handelsüblichen Produkten auch bei filigranen Lochsteinen problemlos möglich. Im Brüstungsbereich sollten im Bereich der Stoßfuge zweier Ziegel Rahmendübel verwendet werden, oder aber in vertikalen Lochungen Injektionsanker eingesetzt werden, so auf eine Verankerung nicht verzichtet werden kann. Ist beides nicht möglich, können Blechlaschen zur Rückverankerung eingesetzt werden. Bei Einbaulagen nahe der Mauerkante müssen grundsätzlich rückverankernde Laschen, Krallen oder Schlaudern eingesetzt werden (Bild 1 C, D), um die senkrecht auf das Fenster einwirkenden Kräfte aufnehmen zu können.

Sollen die Fenster z. B. bei WDVS in die Dämmebene hineinragen, so sind lastabtragende Laschen, Winkel oder bei großen Fenstergewichten auch Konsolen zu verwenden (Bild 1 E). Derartige Konstruktionen können z. B. bei erhöhten Schallschutzanforderungen umlaufend wie ein Kragen ausgebildet sein, tragen aber u. U. zu erheblichen zusätzlichen Wärmebrückeneffekten bei.

Eine besonders wärmebrückenarme Lösung stellt die Verwendung einer wärmedämmenden Einbauzarge dar (Bild 1 F). Diese wird in die Rohbauöffnung eingeklebt oder vermörtelt und weist in der Regel einen Innenanschlag auf. Die Fensterbefestigung kann dann universell erfolgen.

Fugenabdichtung

Fenstereinbaufugen müssen immer mit Dämmstoffen ausgefüllt werden. Die Verwendung von Montageschäumen ist ausdrücklich zulässig [4, 6], gewährleistet allerdings allein nicht die notwendige dauerhafte Luftdichtheit sowie den erforderlichen Schlagregenschutz [7].

Die Ausbildung der raumseitig herzustellenden Luftdichtheitsschicht kann über geeignete spritzbare Dichtstoffe aus Kartuschen (Bild 2 A) oder aber

durch Dichtbänder, Dichtprofile (Bild 2 B) oder Dichtungsfolien (Bild 2 C) geschehen [8, 9]. Entscheidend ist, dass die Fugenabdichtung dauerhaft ist. Die Forderung, dass die raumseitige Abdichtung diffusionsdichter sein muss, als der außenseitige Wind- und Regenschutz [4, 6] ist aus bauphysikalischer Sicht falsch formuliert. Da der Wasserdampftransport lateral über das im Leibungsbereich diffusionsoffene Mauerwerk mit $s_d < 0,5$ m in die Konstruktionsfuge erfolgen kann, gilt hier vorrangig, dass die außenseitige Wind- und Schlagregensperre **unbedingt** diffusionsoffen ausgebildet werden muss; nur dann gilt der Grundsatz: innen dichter als außen! Dies bedeutet auch, dass aus feuchteschutztechnischer Sicht raumseitig auf eine dampfsperrende Abdichtung verzichtet werden kann und ebenso vorkomprimierte Bänder mit z. B. einer Halteleiste geeignet sind, s. Bild 2 B [9, 10].

Zur sicheren Verklebung insbesondere von Dichtungsfolien als Wind- oder Luftdichtheitsschicht müssen die umlaufenden Fensterleibungen ausreichend eben und deren Oberfläche sauber und tragfähig sein. Auch hier gilt wie zuvor erwähnt, dass die zulässigen Maßtoleranzen, in diesem Fall die Ebenheitstoleranzen, nach DIN 18202 eingehalten werden.

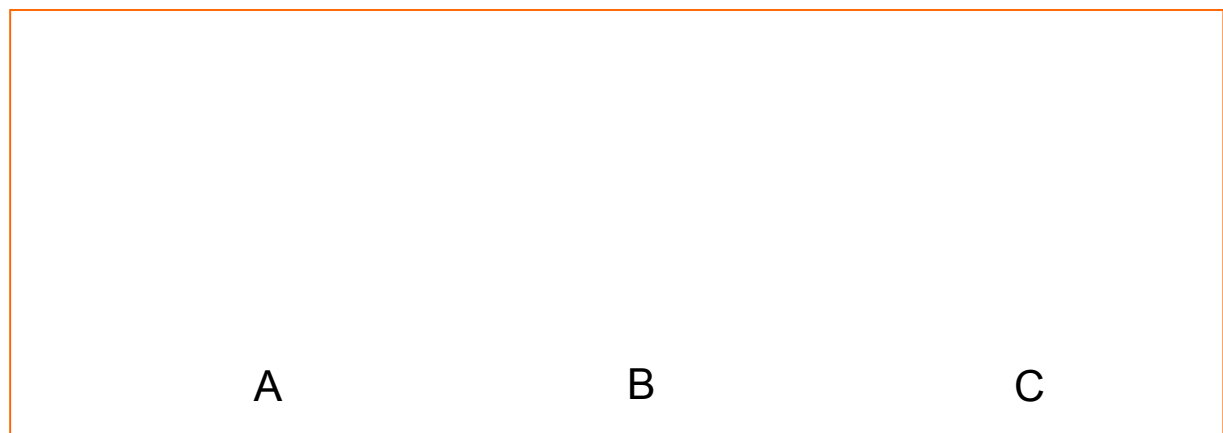


Bild 2: Raumseitige Abdichtungsvarianten von Leibungsanschlüssen gemäß DIN 4108-7 mit A: spritzbarer Dichtstoff, B: Dichtprofil raumseitig und C: Folienanschluss geklebt.

Bei Verwendung von Zahnziegeln als Anfänger-/Endsteine von Fensteröffnungen sollte immer ein Glattstrich oder Vorputz der Leibungen erfolgen [9]. Die Grenzwerte von Stichmaßen nicht flächenfertiger Wandoberflächen betragen 5 mm zwischen zwei 0,1 m auseinanderliegenden Hochpunkten und 10 mm bei 1 m Abstand. Die Verwendung von Anfangsziegeln in der Leibung macht diese Zusatzarbeiten überflüssig (Bild 3).

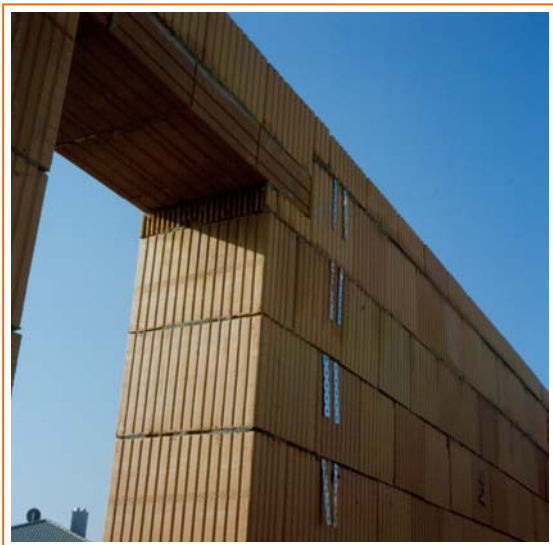


Bild 3: Fensterleibung mit Anfangsziegeln bieten einen ebenen, sauberen Untergrund.

Auf weitere Einzelheiten zur Abdichtung und zu unterschiedlichen Dichtstoffen kann auf Grund der Vielfalt der Systeme und Materialien an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden. Es wird allerdings darauf hingewiesen, dass bei Verwendung von spritzbaren Kartuschendichtstoffen eine Hinterfüllung der Einbaufugen und eine möglichst geringe Fugenbreite mit kleinen Toleranzen erforderlich ist [8].

Beispielhafte Detaillösungen

Die Fensterleibungen aus Mauerwerk sind gemäß den technischen Richtlinien und der DIN 4108-7 lotrecht und zur Aufnahme von Dicht- und Klebebändern eben auszuführen. Die Brüstungen von Ziegelmauerwerk sollen aus den verschiedenen Gründen mit Mörtel gedeckelt werden. So können während der

Rohbauphase Tagwasser und Schmutz nicht eindringen, die Luftdichtheit des Mauerwerks wird gewährleistet, eine sichere Befestigung und Auflage der Fenster und Fensterbänke ermöglicht. Darüber hinaus sind bei verschiedenen Wandaufbauten Besonderheiten zu beachten.

Monolithisches Ziegelmauerwerk

Bei Verwendung von hochwärmedämmenden Mauerwerk sollten Anfängersteine mit glatter Oberfläche an den Leibungen genutzt werden. Unebene Oberflächen oder aber Stoßfugenverzahnungen müssen grundsätzlich mit Leichtmörtel schon beim Errichten geebnet werden [11]. Da übliche Leichtmörtel eine dem Ziegelscherben ähnliche Wärmeleitfähigkeit aufweisen sind zusätzliche Wärmebrückeneffekte nicht zu erwarten. Im Sturzbereich sollte die Wärmedämmung der Deckenstirn gemäß Beiblatt 2 DIN 4108 [12] bis auf den oberen Blendrahmen gezogen werden (Bild 4). Bei Verwendung der Wärmeleitfähigkeit 0,04 W/(m K) soll die Dämmstoffdicke 60 mm betragen. Wird ein Dämmstoff mit 0,03 W/(m K) verwendet, reichen 50 mm aus.

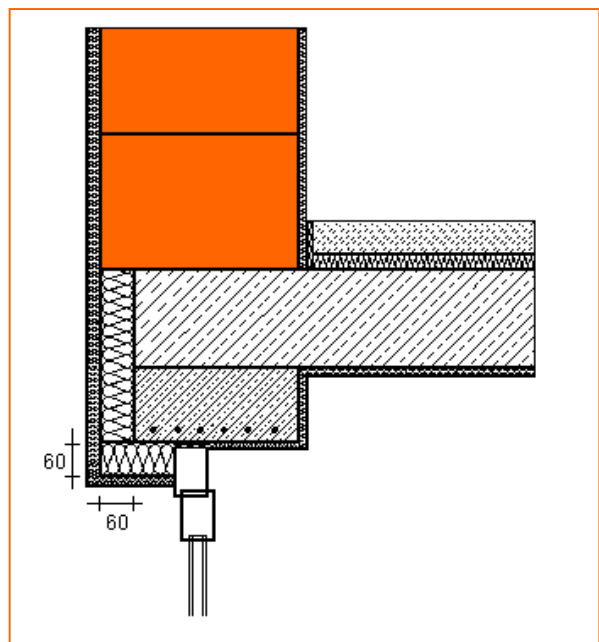


Bild 4: Beispielhafte Ausbildung eines Fenstersturzes bei monolithischem Mauerwerk gemäß Beiblatt 2 DIN 4108 [12].

Die Abdichtung der Einbaufugen erfolgt planmäßig im Rohbau, also bevor Innen- oder Außenputz aufgetragen werden. Innen- und Außenputz sollten den Blendrahmen Idealerweise geringfügig überdecken, um die Dichtungen/Dämmungen in den Einbaufugen zusätzlich zu schützen.

Besonders hochwärmedämmende Sturzausbildungen lassen sich aus Flachstürzen mit integrierter Wärmedämmung oder bei größeren Sturzhöhen mit wärmegeprägten U-Schalen konstruieren. Eine besonders wärmebrückenarme und wirtschaftliche Lösung zeigt Bild 5. Hierbei wird der Stahlbetonzug/Sturz unterhalb der Decke über die gesamte Leibungstiefe raumseitig gedämmt. Die Isothermenverläufe zeigen einen idealen Temperaturverlauf.

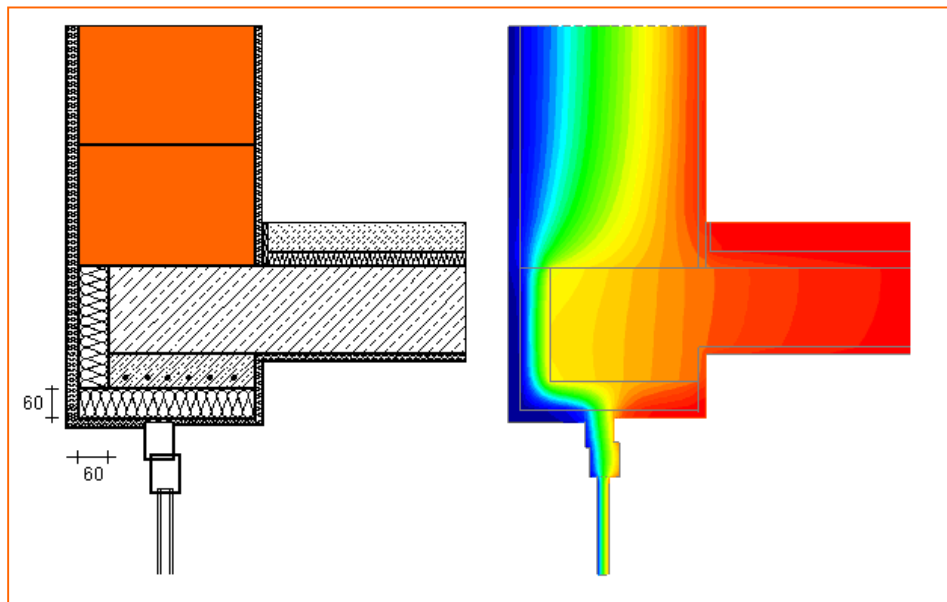


Bild 5: Prinzipskizze einer Sturzausbildung mit Isothermenverlauf.

Zusatzgedämmtes Mauerwerk

Mauerwerk mit Wärmedämmverbundsystem erfordert zur sachgerechten wärmetechnischen Ausführung der Wärmedämmung eine zumindest teilweise Überdämmung der Blendrahmen. Diese soll gemäß Bbl. 2 zu DIN 4108 allseits 30 mm betragen (Bild 6). Der außenseitige Anschluss erfolgt mittels Anputzschienen mit elastischer Einlage. Damit wird der Regenschutz der Konstruktionsfuge gewährleistet. Bei Verwendung kunststoffvergüteter Oberputze können bei raumseitig schweren Fenstern Metallkonsolen zusätzliche Wärmebrückeneffekte hervorrufen.

Zweischaliges Mauerwerk

Zweischaliges Mauerwerk mit Kerndämmung oder mit Hinterlüftung wird im Bereich der Außenleibung mit geteilten Vormauerziegeln über Eck ausgebildet. Die Blendrahmen werden mindestens 30 mm überdeckt. Zwischen Vormauerziegel und Blendrahmen ist ein vor-komprimiertes Fugendichtband zum Schlagregenschutz einzusetzen. Wird das Fenster komplett in die Dämmebene eingebaut, müssen Wärmebrückenwirkungen von Konsolen berücksichtigt werden, oder aber Fenstereinbauzargen Verwendung finden. Im Sturzbereich bietet sich der Einsatz von Ziegelfertigstürzen an, um damit eine bauphysikalisch besonders hochwertige Ausführung zu gewährleisten (Bild 7).

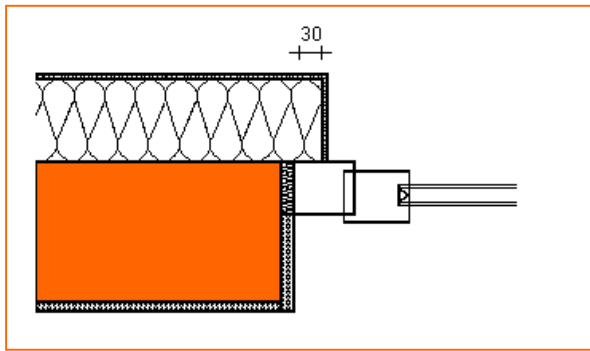


Bild 6: Überdämmung des Blendrahmens bei Außenwandaufbau mit WDVS.

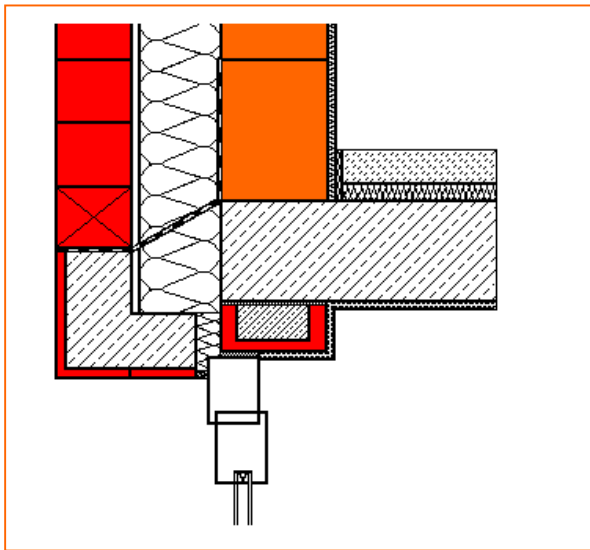


Bild 7: Ausbildung eines Fenstersturzes aus einem Vormauerziegel-Fertigteil.

Literatur

[1] BINE Informationsdienst: Fenster optimal einbauen, Projektinfo 10/03, Fachinformationszentrum Karlsruhe, 2003.

[2] Sack N., Pfluger R., Häusler T.: Hochwärmedämmende Fenstersysteme: Untersuchungen und Optimierungen im eingebauten Zustand - HIWIN, Teilprojekt A, Forschungsbericht, Förderkennzeichen BMFT 0327250A, Bonn, 2003.

[3] DIN 4108-3: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz, Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung, 7/2001. Beuth Verlag, Berlin.

[4] Einbau und Anschluss von Fenstern und Fenstertüren mit Anwendungsbeispielen, Technische Richtlinie Nr. 20 der Bundesverbände der Fensterbranche, Verlagsanstalt Handwerk GmbH, 3. Auflage 2002, Düsseldorf.

[5] DIN 18202: Toleranzen im Hochbau, Bauwerke, 4/1997. Beuth Verlag, Berlin.

[6] VFF-Merkblatt ES.03: Wärmetechnische Anforderungen an Baukörperanschlüsse für Fenster, 2. Auflage, Verband der Fenster- und Fassadenhersteller, 7/2002, Frankfurt.

[7] DIN 4108-2: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Mindestanforderungen an den Wärmeschutz, März 2001, Beuth Verlag, Berlin.

[8] IVD-Merkblatt Nr. 9: Dichtstoffe in der Anschlussfuge für Fenster und Außentüren - Grundlagen für Planung und Ausführung, Ausgabe Februar 1997, Industrieverband Dichtstoffe e.V. (Herausgeber), Düsseldorf.

[9] DIN 4108-7: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Luftdichtheit von Gebäuden, Anforderungen, Planungs- und Ausführungsempfehlungen sowie -beispiele, 8/2001, Beuth-Verlag, Berlin.

[10] Oswald R.: Theorie und Praxis der Fensteranschlüsse - ein kommentiertes Fallbeispiel, Aachener Bausachverständigentage 2003.

[11] Außenputz auf Ziegelmauerwerk, Ausgabe 5/2002, Technisches Merkblatt der Bundesverbände IWM, AMz, ZDB, Stuckgewerbe.

[12] DIN 4108 Beiblatt 2: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Beiblatt 2, Wärmebrücken - Planungs- und Ausführungsbeispiele, 1/2004, Beuth-Verlag, Berlin.

Michael Gierga,
Arge Mauerziegel e. V., Bonn, April 2004.