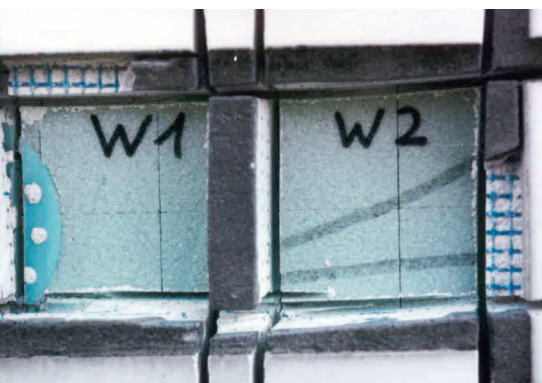


# Schlagregen und Frost berücksichtigen bei Keramikbelägen

Text **Daniel Zirkelbach** und **Hartwig M. Künzel**

Bilder **Fraunhofer IBP**

**Wärmedämmverbundsysteme sind eine kostengünstige und bewährte Möglichkeit, Bestandsgebäude thermisch zu sanieren. Meist werden sie mit verputzter Oberfläche ausgeführt, aber auch keramische Beläge kommen zum Einsatz. Letztere bilden eine stabile und wenig verschmutzungsanfällige Oberfläche. Sie bergen aber gewisse Risiken, wie Versuche des Fraunhofer-Instituts zeigen.**



Adhäsionsbruch – zwischen Mörtel und Dämmung – auf der Westseite des Versuchshauses.

Das Alterungsverhalten und die Lebensdauer von Fassadensystemen werden von der hygrothermischen Beanspruchung beeinflusst. Neben den Witterungsbedingungen Temperatur, Strahlung und Luftfeuchte wirken häufig auch noch äussere oder innere Feuchtequellen, so etwa Schlagregen, Baufeuchte oder Oberflächenbetaung auf Aussenwände ein.

Wegen ihrer geringen Masse sind Wärmedämmverbundsysteme (WDVS) mit Dünnputzsystemen von der Oberflächenbetaung und dem damit häufig einhergehenden mikrobiellen Bewuchs besonders betroffen. Dennoch zeigt eine Langzeitstudie an Objekten mit WDVS, dass damit keine erhöhte Schadensanfälligkeit verbunden ist. Abgesehen von einigen optischen Mängeln ist das Langzeitverhalten von WDVS als sehr positiv zu bewerten [1].

## Vorteile einer Keramikbekleidung

Bei regelmässiger Wartung entspricht die Lebensdauer von WDVS der von herkömmlich verputzten Aussenwänden. Im Gegensatz zu verputzten WDVS haben Aussendämmsysteme mit Keramikbekleidung eine deutlich höhere Wärmespeicherfähigkeit, meist eine besonders unempfindliche Oberfläche und oft auch eine dunklere Farbe. Dadurch werden die Oberflächenbetaung sowie das mikrobielle Bewuchsrisiko im Vergleich zu

herkömmlichen WDVS deutlich verringert. Allerdings ist die Keramikbekleidung trotz Mörtelfugen relativ diffusionshemmend und damit das Trocknungspotential der darunter liegenden Schichten kleiner als bei verputzten Systemen. Für die Dampfdiffusion der Feuchte aus dem Raum hat das in der Regel keine nachteiligen Auswirkungen, da diese Feuchteströme ebenfalls sehr klein sind. Etwas anders sieht es aber aus, wenn Regenfeuchte, etwa durch Abrisse im Bereich der Fugen, hinter die Keramikbekleidung gelangt. Ein solches Wassereindringen kann zusammen mit der sehr langsamen Austrocknung das Mörtelbett so auffeuchten, dass es zu Frostschäden kommt.

Im Folgenden soll auf der Basis von älteren Labor- und Freilandversuchen und neueren Beobachtungen das Risiko solcher Frostschäden bei WDVS

Verlegung der Klinkerriemchen.



Die Autoren: Prof. Dr. Künzel ist Abteilungsleiter Hygrothermik und Dr. Zirkelbach ist stellvertretender Abteilungsleiter Hygrothermik am Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP



Der Kohäsionsbruch im Mörtel auf der Westseite erfolgte bereits beim Trennschnitt und bei der Vorbereitung zur Messung.

mit keramischen Belägen abgeschätzt werden. In der Freilandversuchsstelle Holzkirchen des deutschen Fraunhofer-Instituts für Bauphysik wurden in den Jahren 1985 bis 1996 Untersuchungen an Wänden mit WDVS und Keramikplatten durchgeführt.

#### Tests mit WDVS und Keramikplatten

Als Unterkonstruktion kamen Beton-Sandwichwände und Bimsbetonmauerwerk zum Einsatz. Das WDVS bestand jeweils aus 5 cm dickem EPS, 6 bis 18 mm Armierungsmörtel (variiert wegen des teilweise unebenen Untergrunds) sowie 8 mm dicken Keramikplatten in unterschiedlichen Formaten (Kantenlänge 5 bis 24 cm). Die Fliesen hatten jeweils eine helle Oberflächenfarbe – ein Teil der Oberflächen wurde aber später mit einer ziegelroten Silikonharzfarbe gestrichen, um die Strahlungsabsorption und damit die thermische Beanspruchung zu erhöhen.

Zur Überprüfung der Dauerhaftigkeit erfolgten visuelle Kontrollen und Messungen der Haftzugfestigkeiten bei den verschiedenen Orientierungen.

#### Deutliche Messergebnisse

Die Oberflächentemperaturen der hellen und ziegelroten Keramikoberflächen auf der Westseite des Versuchshauses wurden exemplarisch über fünf Tage im Juli gemessen. Dabei wurde deutlich, dass die roten Fliesen im Sommer bis zu etwa 15 Kelvin höhere Temperaturen erreichen als die hellen Fliesen. Die

nächtlichen Temperaturen unterscheiden sich aber kaum, sodass die roten Fliesen einer signifikant grösseren Temperaturwechselbeanspruchung ausgesetzt sind. Bezüglich der Haftzugfestigkeit wurde festgestellt, dass der Mörtel selbst die Anforderung der damaligen DIN 18156 Teil 2 (1978) an hydraulisch erhärtende Dünnbettmörtel erfüllt.

Die Messungen am Versuchshaus erfolgten nach acht Monaten an allen Orientierungen und nach elf Jahren an den West- und Ostwänden. Da jedoch im zehnten Jahr an einer Fassade die Fliesen auf der Westseite bereits flächig abgefallen waren, war dort keine Messung mehr möglich. Die Werte der Haftzugfestigkeit lagen bei der früheren Messung (acht Monate nach der Herstellung) mit dem alten Gerät zwischen 0,1 und 0,3 N/mm<sup>2</sup>.

Nach elf Jahren lagen die Mittelwerte der Haftzugfestigkeit bei den ostorientierten Wänden bei geringen Schwankungen der Einzelmesswerte recht einheitlich bei 0,15 N/mm<sup>2</sup>. Bei der nicht gestrichenen Westwand des Versuchshauses waren die Messwerte sehr unterschiedlich (0 bis 0,14 N/mm<sup>2</sup>), mit einem Mittelwert von 0,7 N/mm<sup>2</sup> aber deutlich geringer, bei der Westwand mit Frostschäden waren keine Messungen mehr möglich.

#### Probleme bei hohen Feuchtegehalten

Die Werte der Haftzugfestigkeit korrespondierten recht eindeutig mit den Messwerten der Feuchtegehalte sowie

der Zunahme des w-Werts (Wasseraufnahmekoeffizient) des Verbundmörtels. Bei grosser Haftzugfestigkeit (0,15 N/mm<sup>2</sup>) lagen die Feuchtegehalte zwischen 3 und 5 Masseprozent und die w-Werte noch unter 0,2 kg/m<sup>2</sup>h<sup>0,5</sup>. Bei höheren Feuchtegehalten und w-Werten blieb die Haftzugfestigkeit geringer. Der Bruch trat in den meisten Fällen zwischen Dämmstoff und Verbundmörtel auf (Adhäsionsbruch). Seltener und bei der zweiten Messung nach 11 Jahren ausschliesslich bei geschädigtem Mörtel trat ein Bruch im Mörtel auf (Kohäsionsbruch).

#### Feuchteverteilung im Mörtelbett

In einigen Fällen wurden die w-Werte nach Abtrennen der Fliese separat für die äussere Mörtelschicht und die an die Dämmschicht angrenzende Mörtelschicht gemessen. Dabei war zu beobachten, dass die aussen liegende Mörtelschicht vor allem bei den nach Westen orientierten Fassaden unter Umständen deutlich höhere w-Werte aufwies.

Die Ergebnisse zeigten deutlich, dass die Feuchte und Wasseraufnahme des Verbundmörtels massgebend für die Haftzugfestigkeit ist. Der w-Wert des Mörtels der Fassaden mit guter Haftzugfestigkeit lag deutlich im wasserabweisenden Bereich (0,2 kg/m<sup>2</sup>h<sup>0,5</sup>), während auf den geschädigten Westfassaden die wasserabweisende Eigenschaft nicht mehr vorhanden war – der w-Wert lag zwischen 1 und 4,5 kg/m<sup>2</sup>h<sup>0,5</sup>. Nicht gemindert wurde die Festigkeit dagegen durch die höhere thermische Be-



Teilansicht des Frostschadens: Es ist deutlich zu erkennen, dass die Frostschädigung im Bereich der Mörtelfugen, durch die Regenwasser eindringen kann, am stärksten ist.

anspruchung des rot gestrichenen Fassadenteils. Vielmehr hat sich der durch den Silikonharzanstrich bewirkte bessere Regenschutz günstig auf die Haftzugfestigkeit ausgewirkt. Dieser Fassadenteil war nur zwei Jahre ungestrichen und neun Jahre durch den Anstrich zusätzlich geschützt.

Ebenfalls ohne Einfluss blieb die ungewollt dickere Mörtelschicht bei den Versuchswänden mit unebenem Untergrund auf der Ostseite. Hier konnte kein Unterschied bei den Festigkeitswerten der Systeme mit dicker und dünner Mörtelschicht festgestellt werden. Auf der Westseite dagegen versagte die Fassade mit dünner Mörtelschicht vollständig, während die mit dickerer Mörtelschicht lediglich deutlich reduzierte Haftzugfestigkeit aufwies. Die dünnere Schicht erreichte bei häufiger Beregnung früher kritisch hohe Wassergehalte, was die Frostschäden gegebenenfalls begünstigte.

#### Westfassade mit Rissen und Schäden

Ausser den bereits erwähnten Frostschäden an der Westwand (siehe Bilder auf dieser Seite) waren visuell keine Schäden oder Mängel an den Keramikbekleidungen festzustellen. Die Verfugung blieb bei den Nord-, Ost- und Südflächen über den Versuchszeitraum rissfrei und ohne Ablösungen zwischen Mörtelfuge und Fliesen. Auf den Westseiten wurden jedoch zahlreiche feine Risse von etwa 0,1 mm Breite festgestellt, sowohl teilweise an den Fugen-

kreuzen, als auch längs der Keramikplatten.

Für die nicht schlagregenbelasteten Orientierungen konnten im Rahmen des über zehnjährigen Beobachtungszeitraums keine Risse und keine Schäden oder zu geringe Haftzugfestigkeiten festgestellt werden. Die bei diesen Mörteln gemessenen  $w$ -Werte lagen bei maximal  $0,2 \text{ kg/m}^2\text{h}^{0,5}$ . Dieser Wert stellte für die nicht in Hauptwetterrichtung

Frostabsprengung der Keramikplatten auf der Westfassade nach neun Jahren Beobachtung am Standort des Freilandversuchsgeländes des IBP in Holzkirchen.







Wärmedämmverbundsystem  
mit Putz (links) und  
Klinkerriemchen (rechts).

orientierten Wände einen ausreichenden Schutz dar. Die nach Westen orientierte, aber zusätzlich mit Silikonharzfarbe gestrichene Wand blieb ebenfalls schadensfrei, da der Anstrich einen selbst für diese Orientierung ausreichenden Regenschutz gewährleistete.

#### Risse und vorzeitige Alterung

Bei den nach Westen orientierten Versuchswänden sind die Keramikplatten in einem Fall neun Jahre nach der Erstellung grossflächig abgefallen, in den anderen Fällen war die Haftzugfestigkeit des Mörtels deutlich reduziert. Nach den Untersuchungen im April 1996 war der w-Wert des Verbundmörtels bei der geschädigten Wand erheblich angestiegen.

Diese Veränderung der Mörtel-eigenschaften wurde vermutlich durch die Frosteinwirkung und die wohl langzeitig hohe Mörtelfeuchte verursacht. Dafür spricht auch, dass die w-Wert-Erhöhung im Aussenbereich deutlich stärker aufgetreten ist als im Innenbereich der Mörtelschicht.

#### Kritische hygrische Belastung

Dass trotz der an sich einwandfreien Fugenausbildung auf den Wetterseiten die beschriebenen Mängel und Schäden aufgetreten sind, hängt vermutlich mit der Schwindrissbildung bei diesen Wandflächen zusammen. Die thermische Belastung ist nach den Messergebnissen als weniger kritisch zu bewerten als die hygrische Belastung, die in Holzkirchen

als einem Standort in der Schlagregenbeanspruchungsgruppe III (DIN 4108) besonders hoch ausfällt.

#### Konsequenzen für die Praxis

WDVS mit keramischen Belägen werden an schlagregenreichen und frostgefährdeten Standorten tendenziell stärker beansprucht als solche mit Putzsystemen. Generell sollten die eingesetzten Verbundmörtel wasserabweisende Eigenschaften mit einem möglichst niedrigen w-Wert aufweisen (nach Möglichkeit  $< 0,1 \text{ kg/m}^2\text{h}^{0,5}$ ), was von den Herstellern in den letzten Jahren zunehmend berücksichtigt wurde. Trotzdem kann die gekoppelte Einwirkung von Schlagregen und Frost über längere Zeiträume zu Schäden führen – insbesondere bei Rissbildungen im Mörtel oder wenn dessen wasserabweisende Wirkung nachlässt. Das Risiko einer solchen vorzeitigen Alterung des Mörtels ist allerdings nur bei Fassaden mit starker Schlagregenbeanspruchung gegeben.

#### Schlagregenbeanspruchung

Die DIN 4108 zieht als einfache Kenngrösse für die Schlagregenbeanspruchung von Fassaden die Jahresniederschlagsmenge des jeweiligen Standorts heran. Bei Standorten mit mehr als 800 mm Niederschlag pro Jahr ist dabei von einer starken Beanspruchung auszugehen. Für Hochhäuser oder exponierte Gebäude beziehungsweise Standorte mit viel Wind (Alpenvorland sowie Berglagen) ist bereits ab 600 mm Jah-

resniederschlag von einer starken Beanspruchung auszugehen. Bei Gebäuden an solchen Standorten sind die Fugen auf der Wetterseite regelmässig auf Abrisse zu überprüfen und bei deren Auftreten ist entsprechend zu handeln. Auch eine sorgfältige Hydrophobierung der Fugen kann zumindest bei nur kleineren Fugenabrissen eine ausreichend wirksame Massnahme gegen das Eindringen von Schlagregen sein, wie Untersuchungen belegen [2]. Allerdings ist dabei zusätzlich eine luftdichte Ausführung des Bauteils erforderlich.

#### Weniger Verschmutzungsanfällig

Kann ein guter Regenschutz der Fugen gewährleistet werden, ist auch bei starker Schlagregenbeanspruchung dauerhaft von einer Funktionsfähigkeit der Systeme auszugehen. Vorteile gegenüber einer normalen Vormauerschale ergeben sich aus dem geringeren Wärmebrückeneffekt sowie der geringeren Wandstärke. Im Vergleich zu einer Putzfassade sind die keramischen Beläge weniger anfällig für mikrobiellen Bewuchs und Verschmutzung. ■

[1] Lengsfeld, K.; Krus, M.; Künzel, H.-M., Künzel, H.: Beurteilung des Langzeitverhaltens ausgeführter Wärmedämmverbundsysteme. IBP-Mitteilung 42 (2015), Nr. 539. [2] Künzel, H.M. und Kiessl, K.: Feuchte- und Wärmeschutz von Sichtmauerwerk mit und ohne Fassadenhydrophobierung. Mauerwerksbau aktuell 98, S. D.50-D.56. Werner-Verlag, Düsseldorf 1998.