Kann die neue Vermauerungstechnik zu mikrobiellem Bewuchs der Fassade führen?

M. Krus, W. Hofbauer, K Lengsfeld

1 Hintergrund und Problemstellung

Die umfangreichen Anstrengungen der vergangenen Jahrzehnte zur Verbesserung des Wärmeschutzes und zur Energieeinsparung haben zu einer Erhöhung der Wärmedämmung von Außenbauteilen geführt. Der Wärmeabfluss von Innen durch die Bauteile wird dadurch verringert. Aus bauphysikalischer Sicht steigt die Wahrscheinlichkeit, dass sich auf der Außenoberfläche einer Fassade höhere Oberflächenfeuchten einstellen können bzw. Tauwasser bilden kann. Die Folge davon ist, dass die zentrale Grundlage für mikrobielle Aktivität, nämlich die Verfügbarkeit von Wasser in zunehmendem Maß gegeben ist. Da die meisten ausgeführten Wärmedämmverbundsysteme trotzdem schadensfrei bleiben, ist bei den reklamierten Schadensfällen neben der durch den höheren Dämmstandard begründeten Zunahme der Betauungszeiten häufig eine zusätzliche Ursache gegeben. Dies zeigt sich auch bei den untersuchten Objekten, da hier trotz gleichem Standort und gleichem Wandaufbau mit entsprechender Wärmedämmung Gebäude mit und ohne mikrobiellem Befall anzutreffen sind.

An mehreren Häusern einer Neubausiedlung im Stuttgarter Raum, die ca. 5 Jahre vor Untersuchungsbeginn fertig gestellt wurden, ist deutlich sichtbarer biologischer Bewuchs an den Außenfassaden erkennbar. Der biologische Befall ist bereits ein Jahr nach Bauwerksfertigstellung von den Hauseigentümern bemängelt worden. Daraufhin wurden alle betroffenen Fassaden mit einem neuen Anstrich instand gesetzt. Drei Jahre nach der Instandsetzung der betroffenen Fassaden war der biologische Befall wieder auf der Oberfläche zu sehen. Dabei sind hauptsächlich Wandflächen der Hauptwetterseite befallen. Wie Bild 1 zeigt, sind Bereiche unterhalb der Fensterbänke und in den oberen Eckbereichen von Fenster- und Türnischen sowie in der Nähe sonstiger Durchdringungen der Putzoberfläche zu erkennen (deutliche Verfärbung). In den „ungestörten" Wandflächen treten zudem vorwiegend kreisförmige Befallsmuster auf (Bild 2).

Bild 1: Typisches Befallsmuster im Eckbereich einer Fensterbank.

Bild 2: Gesamtansicht einer betroffenen Außenfassade mit kreisförmigem Bewuchs in der Fläche und in den oberen Eckbereichen der Fenster- und Türnischen.

2 Durchführung der Untersuchungen

Um die Ursachen für den Befall in der ungestörten Fassade zu ermitteln, wird an einer Stelle mit sichtbarem kreisrunden Befall das Putzsystem herausgenommen. Bei der Entnahme der Putzproben an der befallenen Fassade zeigte sich, dass die Dämmstoffplatten aus Polystyrol nicht knirsch (auf Stoß) verlegt wurden, sondern zwischen ihnen ein Spalt von etwa drei Millimetern vorhanden ist. Dieser Spalt ist durchgängig bis auf das Mauerwerk. In Bild 3 ist eine fotografische Aufnahmen von einer Stelle in der Fassade, auf der sich unter dem Befallskreis ein „Stoßkreuz" der vier Dämmplatten befindet.

Bild 3: Ansicht der Verlegung des WDV-Systems direkt unterhalb der abgelösten Putzprobe, an der kreisrunder Befall sichtbar war.

An den entnommenen Putzproben werden einerseits die biologischen Untersuchungen in Hinblick auf die auftretenden Spezies durchgeführt und andererseits werden die hygrothermischen Kennwerte untersucht.

Die biologischen Untersuchungen werden ausschließlich an befallenen Proben durchgeführt. Aufgrund verschiedener Auffälligkeiten an den entnommenen Putzproben mit WDVS wird potentieller mikrobieller Aufwuchs an verschiedenen Stellen untersucht. Hierfür werden Proben an verfärbten Bereichen der Außenoberfläche der Prüfkörper (Bild 4) und an verfärbten Bereichen (Spalten) der Dämmschicht der Prüfkörper (Bild 5) entnommen. An den somit gewonnenen Proben werden mikroskopisch - mikrobiologische Untersuchungen durchgeführt und des Weiteren zur Identifizierung der maßgeblichen Pilzarten Kulturen zur Differenzierung angelegt.

Bild 4: Für die Untersuchung herangezogene Teile des WDVS mit deutlich sichtbarem Aufwuchs.

Bild 5: Dunkle Verfärbungen in den Zwischenräumen der Dämmschicht.

Um eine Erklärung für den mikrobiellen Bewuchs in den Fenstereckbereichen und an den Putzdurchbrüchen zu finden, wird zusätzlich zur Bestimmung des Wassaraufnahmekoeffizienten des Putzsytems ein Saugversuch lateral zur Putzoberfläche durchgeführt (Bild 6).

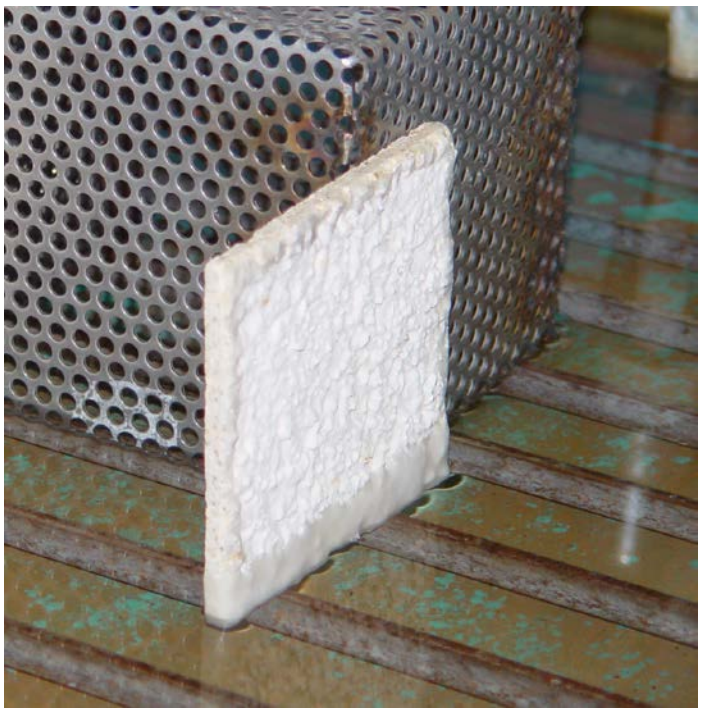

Bild 6: Laborversuch zur Ermittlung der lateralen Wasseraufnahmegeschwindigkeit.

3 Ergebnisse

Die Proben von der Oberfläche der Prüfkörper und aus dem Bereich der Dämmschicht zeigen in Kultur bereits makroskopisch stark unterschiedliche Bewuchsbilder (Bild 7).

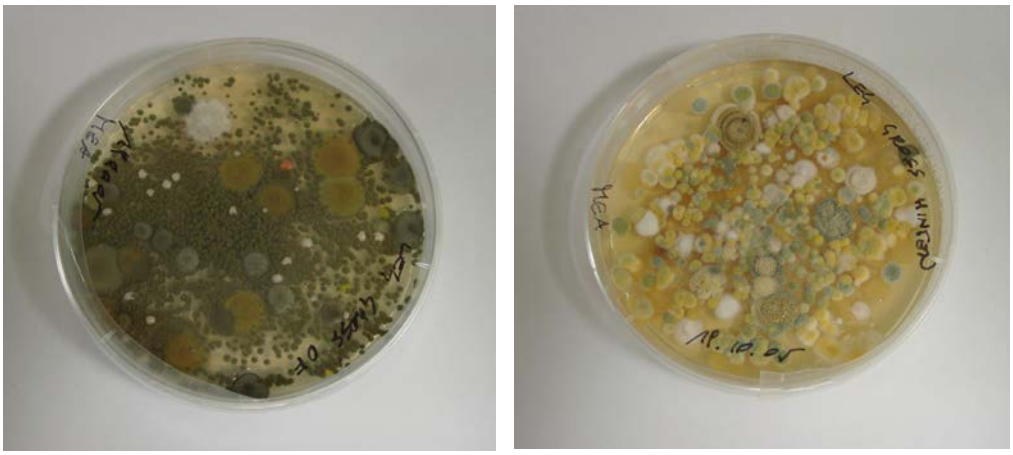

Bild 7: Wuchsbild von Probenmaterial von der Außenoberfläche der Prüfkörper (links) und aus dem Bereich der Dämmschicht (rechts) eine Woche nach der Beimpfung.

Zur Differenzierung werden die Organismen auf Selektivnährmedien übertragen. In der anschließenden taxonomischen Bestimmung konnten folgende dominierende Arten festgestellt werden.

Dominierende Pilzarten an der Fassadenoberfläche nach der Häufigkeit des Auftretens:

- *Cladosporium herbarum*
- *Cladosporium cladosporioides*
- Alternaria tenuissima

Dominierende Pilzarten im den Fugenbereichen der Dämmschicht nach der Häufigkeit des Auftretens:

- *Aspergillus versicolor (sehr dominant)*
- *Penicillium chrysogenum*
- *Penicillium fellutanum*
- *Acremonium kiliense*
- *Penicillium variabile*

Die Bestimmung des Wasseraufnahmekoeffizienten ergab senkrecht zur Putzoberfläche einen relativ niedrigen Wert von ca. 0,15 kg/m²√h. Lateral zur Putzoberfläche wurden mit 2,9 kg/m²√h ein um annähernd den Faktor 20 höherer Wasseraufnahmekoeffizient gemessen.

4 Interpretation der Ergebnisse

An der Fassadenoberfläche konnten für diesen Bereich typische Schwärzepilze festgestellt werden. An der Dämmschicht des WDVS wurde ein völlig anderes Spektrum an Pilzarten festgestellt als an der Fassadenoberfläche. Dies belegt, dass die beiden beprobten Bereiche nicht im direkten Kontakt zu einander stehen. Die an der Außenseite festgestellten Arten zählen zur Gruppe der Schwärzepilze und sind im Zusammenhang mit Fassadenaufwuchs als typische Arten zu bezeichnen. Es handelt sich um häufige Luftkeime, die unter brauchbaren Rahmenbedingungen Fassaden besiedeln können. Die aus dem Dämmsystem (Fugen und Spalten) stammenden Pilzarten weisen auf einen potentiellen Konnex zum Innenraum hin. Alle hier bestimmten Schimmelpilzarten sind typisch für den Innenbereich. Zusätzlich konnten hier auch Reste von Baumwollfasern (Bild 8) und Flügelschuppen von Nachtfaltern/Motten gefunden werden, was ebenfalls auf einen Eintrag aus dem Innenbereich hinweist. Diese These wird durch das Fehlen von Pflanzenpollen in diesen Proben bestätigt. *Acremonium kiliense* tritt im Innenraum häufig in Verbindung mit Feuchteschäden auf und kann als Indikator für das Vorliegen einer zumindest zeitweise erhöhten Wandfeuchte betrachtet werden.

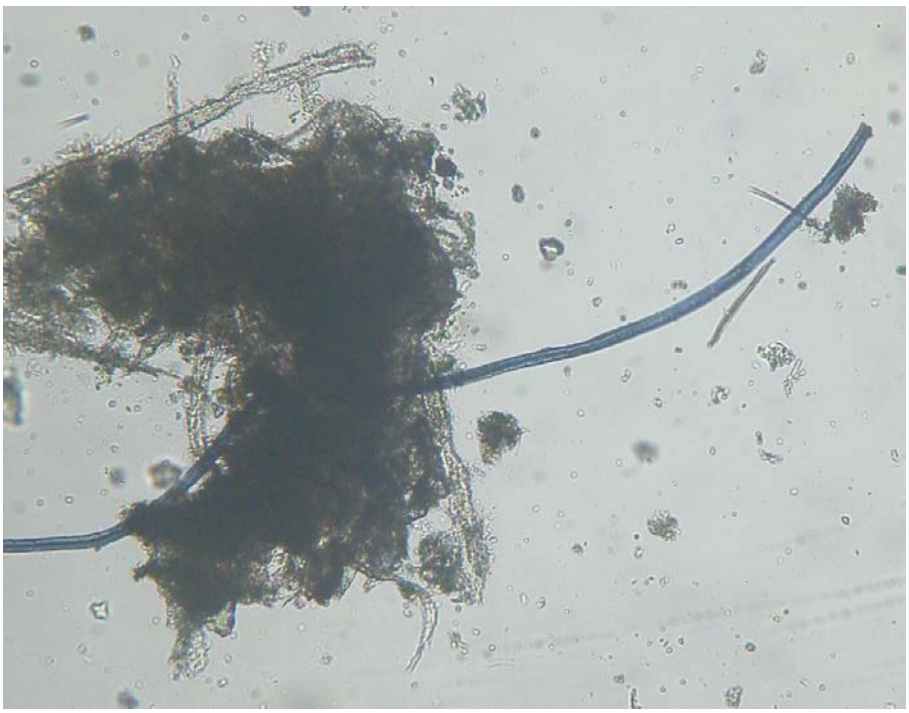

Bild 8: Mikroskopische Aufnahme von Probenmaterial aus dem Bereich der Dämmschicht mit blauer Baumwollfaser (Vergrößerung ca. 100x).

Die Ergebnisse der feuchtetechnischen Untersuchungen zeigen, dass die Wasseraufnahmegeschwindigkeit des Putzsystems lateral zur Putzfläche um etwa den Faktor 20 höher liegt als senkrecht dazu. Dies ist vor allem in der Hydrophobie des Anstrichs begründet. Dieser relativ hohe Wasseraufnahmekoeffizient kann dafür sorgen, dass bei Fehlstellen, wie z.B. häufig in Bereichen der Fensterecken oder in der Nähe von Putzdurchbrüchen beispielsweise durch Außentemperaturfühler, an der Putzoberfläche ablaufendes Wasser in größerem Umfang lateral in den Putz hinter die hydrophoben anstrich gelangen kann.

5 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Tritt an der Fassade ein linienförmiger Befall auf, wobei die Befallslinien meist in sich geschlossen sind (häufig auch kreisförmig), so muss dies bedeuten, dass hier örtlich deutlich unterschiedliche Wachstumsbedingungen gegeben sind. Sofern, wie im beschriebenen Fall gegeben, es sich um eine ansonsten homogene Putzfläche mit dementsprechend überall gleichen Substratbedingungen handelt, muss der Unterschied in der Bewuchssituation vor allem durch ein örtlich erhöhtes Feuchteangebot begründet sein.

Bei dem untersuchten Objekt zeigt sich an der Außenfassade deutlich mikrobieller Bewuchs vor allem dort, wo die Fassade durch Fenster und –bänke, die

Eingangstüre oder dem Außentemperaturfühler durchbrochen wird. Aber auch in der ungestörten Fassadenfläche ist ein Befall in Form eines Ringes festzustellen. Für die Klärung der Schadensursachen wurden für biologische Untersuchungen und für die Ermittlung der hygrothermischen Kennwerte Putzproben aus der Fassade entnommen, unter anderem auch eine Fläche, auf der ein kreisrunder Bewuchs festgestellt werden konnte. Bei der Demontage des Putzsystems zeigte sich, dass direkt darunter ein Stoßkreuz der Dämmstoffplatten liegt. Hierbei wurde sichtbar, dass die Platten nicht Stoß an Stoß verlegt worden sind und somit Fugen mit bis zu 3 mm Breite zwischen den einzelnen Polystyrol-Platten auftreten, die bis auf das Mauerwerk durchgängig sind.

Die biologischen Untersuchungen ergeben an der Fassadenoberfläche für diesen Bereich typische Schwärzepilze. Die Verfärbungen im Bereich der Dämmschicht des Wärmedämmverbundsystems weisen dagegen eine gänzlich andere Artengarnitur auf. Alle hier bestimmten Schimmelpilzarten sind typisch für den Innenbereich und deuten auf eine mögliche Verbindung zum Innenraum hin. Zusätzlich konnten hier auch Reste von Baumwollfasern und Flügelschuppen von Nachtfaltern/Motten gefunden werden, was ebenfalls auf einen Eintrag aus dem Innenbereich hinweist.

Da an den Probeentnahmestücken in keinem Fall eine äußere Verletzung des Putzsystems erkennbar war, die ein örtlich unterschiedliches Feuchteaufnahme von Außen als wahrscheinlich erscheinen lassen, muss die zusätzliche Feuchtezufuhr von der Rückseite her erfolgen. Damit ist gemäß den Untersuchungsergebnissen zu vermuten, dass durch Druckunterschiede zwischen innen und außen durch die Fassade eine Konvektion stattfindet. Die Fugen bzw. Undichtigkeiten in der Konstruktion führen dazu, dass die warme und feuchte Innenraumluft bis an die Innenoberfläche des Außenputzes strömen kann und an dieser Stelle durch die außen herrschenden Klimarandbedingungen abgekühlt wird, was dazu führt, dass die relative Feuchte am Außenputz deutlich ansteigt. Die Ursache für die Durchströmbarkeit der Außenwand kann in der neuen Bautechnik liegen, bei der die Mauersteine nicht mehr vermörtelt sondern nur noch auf der Ober- und Unterseite verklebt werden. Dies bedeutet aber, dass an den Mauersteinflanken ein Spalt vorhanden ist. Sofern das Mauerwerk innenseitig verputzt ist, ist eine Konvektion unterbunden. Allerdings ist es übliche Baupraxis, das Innenseitige Verputzen erst nach Einbau der Leichtbauinnenwände durchzuführen. Diese stellen aber, da meist mit Mineralwolle gefüllt, nach Einbau der Elektroinstallation (Steckdosen, Lichtschalter etc.) nur einen geringen Strömungswiderstand dar. Da üblicherweise die Dämmstoffplatten nicht vollflächig sondern meist Punktverklebt werden, liegt hinter der Dämmung über der gesamten Fassadenfläche ein kommunizierender Hohlraum vor, über den ein Druckausgleich erfolgen kann. Bild 9 zeigt schematisch den möglichen Weg der Luftströmung.

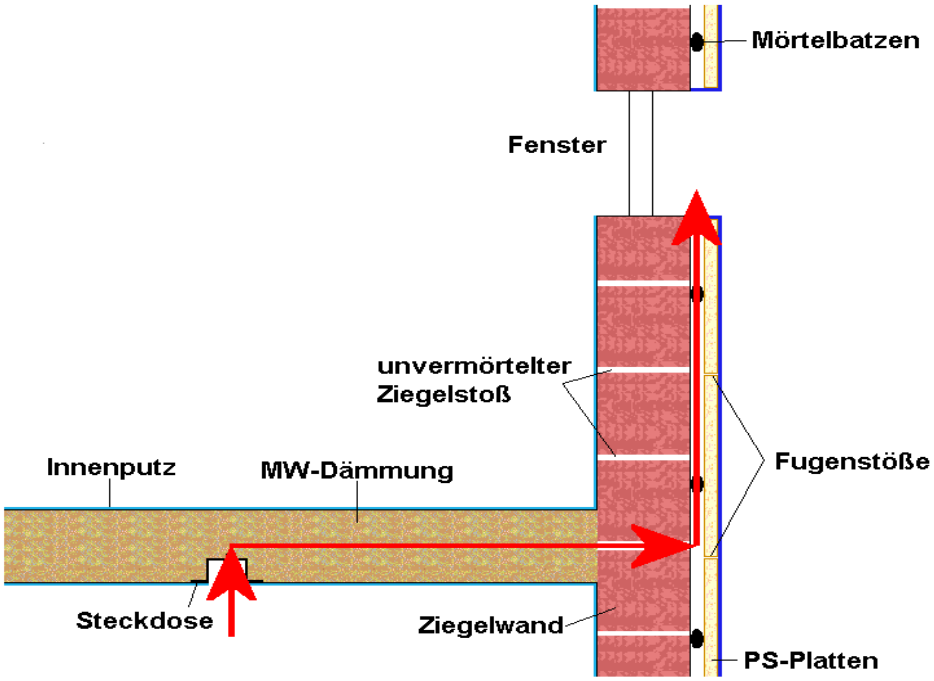

Bild 9: Schematische Darstellung der Durchströmung der Außenfassade aufgrund der verklebten Wandbausteine und des Fehlens des Innenputzes Im Bereich der Innenwandanschlüsse.

Weil die Styroporplatten selbst nicht durchströmbar und relativ diffusionsdicht sind, konzentriert sich der Volumenstrom auf die Undichtheiten nach außen hin. Dies sind alle diejenigen Stellen, an denen der Außenputz durchbrochen ist. Weiterhin kommt es durch die beschriebenen Fugen zwischen den Dämmstoffplatten über Diffusionsvorgänge zu einer örtlichen Auffeuchtung mit der Folge der beobachteten ringförmigen Bewuchsbilder. Im Bereich der Durchdringungen kommt hinzu, dass der laterale hohe Wasseraufnahmekoeffizient hier zu einer erhöhten Aufnahme von Regenwasser bzw. ablaufendem Wasser führt.