

Fußboden aufbauten nach Feuchteschäden

Eine mikrobiologische Betrachtung der Bewertungsgrundlage

In der Welt der Wasserschäden treffen häufig verschiedene Sichtweisen und Berufsgruppen aufeinander, die eine möglichst für alle Seiten zufriedenstellende Lösung suchen sollen. Bei diesen Schäden gibt es immer wieder Konflikte zwischen Versicherungen, Sachverständigen und Mikrobiologen. Insbesondere bei Feuchtigkeitsschäden in Fußböden treffen regelmäßig unterschiedliche Meinungen aufeinander. Zum einen geht es um den vorbeugenden Gesundheitsschutz der Bewohner, aber auch um die Wiederherstellung des Vorschadenzustands oder um die Wirtschaftlichkeit eines Rückbaus und des markantilen Minderwerts einer Immobilie. Am Beginn dieser ganzen Diskussionen stehen aber häufig die Feststellung und die Bewertung der Biomasse in der Estrichdämmschicht. Aufgrund des pH-Werts und der Nährstoffverfügbarkeit hat der Estrich an sich in der Regel keine hohe Relevanz bei der mikrobiologischen Fragestellung.

Die Feststellung der Biomasse beginnt mit dem Zeitpunkt und Ort der Probenentnahme und der anschließenden Wahl der Analytik. Wird die Probenentnahme bei laufender oder nach der Trocknung durchgeführt und eine Analytik gewählt, bei der die Anzüchtung der Mikroorganismen durchgeführt wird, kommt es zwangsläufig durch den Störfaktor Trocknung zu einer reduzierten Zellzahl und somit ggf. zu einer falschen Einschätzung des Ergebnisses. Ein anderes Beispiel ist eine Probeentnahme aus stehendem Wasser. Schimmelpilze vermehren sich im freien Wasser nur sehr gering. Wird also ein Bohrkern aus stehendem Wasser entnommen und die Seite des Bohrkerns untersucht, die im Wasser war, werden vermutlich keine hohen Konzentrationen an Schimmelpilzen nachgewiesen. Die andere Seite oder tiefere Schichten des Bohrkerns würde aber ein ganz anderes Bild der Situation zeigen. Liegen Störfaktoren wie Trocknung oder Biozideinsatz vor, ist eine mikroskopische Untersuchung zielführender als eine Anzüchtung, da diese Störfaktoren die Anzuchtrate drastisch reduziert. Dies sind nur einige wenige Beispiele, um die Wichtigkeit der Wahl der Probenentnahme und der Analytik aufzuzeigen.

Die Relevanz der mikrobiologischen Kenntnisse und die Ergebnisbeeinflussung der Proben durch die Wahl der Probenentnahme und der Analytik wird weitreichend unterschätzt. Bei der

Bewertung der Biomasse in der Estrichdämmschicht gibt es im Schimmelpilzleitfaden des Umweltbundesamts (2017) im Anhang 6 Tabellen für die Bewertung der Proben aus der Estrichdämmschicht. Beschrieben und empfohlen werden Folienkontaktproben und die Anzüchtung der Mikroorganismen aus dem Material mittels Kolonie bildenden Einheiten (KBE).

Um die KBE aus Materialien zu gewinnen, wird die Suspensionsmethode verwendet, bei der das Material zerkleinert wird, sodass im nächsten Schritt die Mikroorganismen (Sporen, Hyphen und Bakterien) abgewaschen bzw. in eine Suspension überführt werden können. Diese werden dann auf unterschiedlichen Nährmedien aufgebracht, inkubiert und nach sieben Tagen ausgewertet. Folienkontaktproben oder auch Klebefilmproben genannt, werden von der Oberfläche der Materialproben entnommen und mikroskopisch untersucht. Im Gegensatz zum Suspensionsverfahren werden mit der Mikroskopie mittels Klebefilm nur die Mikroorganismen an den Materialoberflächen erfasst, aber nicht in tieferen Schichten, sodass die Ergebnisse beider Methoden nicht unmittelbar miteinander ins Verhältnis gesetzt werden können.

Klebefilmproben eignen sich dabei besonders gut, wenn eine starke Besiedlung von flächigen und insbesondere nährstoffreichen Materialien vorliegt. Dann kann in der Regel mit wenig Aufwand der Schaden durch eine verstärkte Myzelbildung sicher erkannt werden. Schwieriger wird es jedoch, wenn die Materialoberfläche nicht flächig mit Myzel besiedelt ist. Der Schimmelpilzleitfaden (2017) beschreibt bei der Bewertung von Estrichdämmschichten in Fußböden Myzel bzw. Hyphen als Hinweis auf die Vermehrung von Schimmelpilzen. Im Gegensatz zu Sporen, die als kleine Verbreitungseinheiten gebildet werden und in der Regel längere Trockenzeiten überdauern können, werden dagegen Myzelien vor allem zum Auffinden von nährstoffreichen Bereichen gebildet. Das Myzel vieler Pilze unterliegt insbesondere in nährstoffarmen Materialien wie Polystyrol oft einer stetigen Umwandlung. Dies bedeutet, dass nach dem Abbau von den verfügbaren Nährstoffen ein Myzelzerfall (Autolysis) eingeleitet wird, um besondere wichtige Nährstoffe wie Stickstoff- und Phosphatverbindungen zu recyceln, und diese ggf. in anderen Bereichen erneut zur Myzel- oder zur Sporenbildung zu verwenden (Taschenlehrbuch Biologie: Mikrobiologie, 2018).



Abb. 1: Übersicht über die Methoden, die einen vorhandenen Schaden nachgewiesen haben

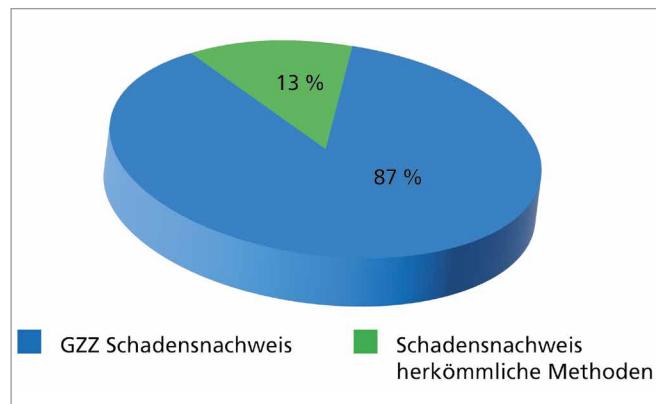


Abb. 2: Schadensnachweis mit der Gesamtzellzahl (GZZ) und mit anderen Nachweismethoden

Die nach einem Myzelzerfall verbleibenden Myzelbruchstücke sind nur bei einer sehr detaillierten Mikroskopie nachzuweisen, die in der Routine häufig nicht durchgeführt wird. Aus diesem Grund können bei Materialien wie z. B. Polystyrol in Estrichdämmsschichten oft nur geringe Myzelmengen beobachtet werden, obwohl mit der Suspensionsmethode hohe und sogar sehr hohe KBE-Konzentrationen festgestellt werden (vgl. Trautmann und Meider, 2018). Insbesondere bei älteren Schäden kann es bei nährstoffarmen Materialien mit der direkten Mikroskopie zu falsch negativen Ergebnissen kommen. Minderbefunde werden mit der direkten Mikroskopie allerdings auch bei relativ frischen und sehr »nassen« Schäden beobachtet, wenn z. B. Dämmstoffe einige Millimeter im Wasser stehen. In diesen Fällen wachsen Schimmelpilze häufig mehrere Millimeter bis Zentimeter tief in das Material hinein, da sie dort ideale Wachstumsbedingungen finden, während sie auf den unter der Wasseroberfläche liegenden Dämmstoffoberflächen nicht oder nur sehr eingeschränkt wachsen können.

Dieses Wissen über die Grenzen der Folienkontaktproben wurde im Schimmelpilzleitfaden leider nicht umgesetzt. In der Tabelle 6.3 auf der Seite 176 des Schimmelpilzleitfadens (2017) wird beschrieben, dass eine reine Mikroskopie der Materialoberfläche ausreicht, um einen Schaden zu bewerten und dass ohne den Nachweis von Hyphen bzw. Myzel und Sporeenträger kein Schaden vorliegt. Eine Anzüchtung der KBE ist nicht zwingend erforderlich.

Um diese Diskrepanz zwischen mikrobiologischen Kenntnissen und dem Leitfaden zu überprüfen, wurde 2022 ein Versuch durchgeführt, indem die Biomasse von 100 Realproben Polystyrol mit 3 Analysemethoden untersucht und verglichen wurden. Neben den Folienkontaktproben und der KBE wurde auch noch die Gesamtzellzahlbestimmung in den Versuch mit aufgenommen. Dieselbe Materialsuspension, die zur KBE-Bestimmung verwendet wurde, kann auch für eine mikroskopische Erfassung von Mikroorganismen verwendet werden.

Bei der Gesamtzellzahl handelt es sich um mikroskopische Bestimmung der Sporen, Hyphen und Bakterien in der Suspension mit Fluoreszenzmikroskopie. (Trautmann, Meider; 2018). Die Gesamtzellzahl wird häufig als neue, noch nicht erprobte Methode dargestellt. Sie wurde bereits 1977 veröffentlicht und gilt in vielen Bereichen als Standarduntersuchung. 2019 wurde die

Gesamtzellzahlbestimmung auf Baumaterialien erneut untersucht und validiert (Meider, 2019). Da bei der Gesamtzellzahl und der KBE die gleiche Suspension verwendet wird, untersuchen beide Methoden auf tiefere Schichten des Materials und können miteinander ins Verhältnis gesetzt werden.

In der Untersuchung wurden die 100 Proben mit den drei Analysemethoden untersucht und verglichen. Die Bewertung der jeweiligen Analysemethode wurde nach den aktuellen Bewertungsgrundlagen durchgeführt. Die Folienkontaktprobe und die KBE nach dem Schimmelpilzleitfaden vom Umweltbundesamt Tabellen 6.2 und 6.3, die Gesamtzellzahl nach der Publikation der Hintergrundwerte von Trautmann/Meider aus dem Jahr 2018. Der Versuchsablauf und die einzelnen Ergebnisse sind in der Originalpublikation nachlesbar.

Zusammenfassend wurde bei diesem Versuch festgestellt, dass eindeutige und aktive Schäden mit allen drei Methoden gut und sicher festgestellt werden können.

Problematischer sind ältere, abgetrocknete bzw. getrocknete oder chemisch behandelte Schäden (uneindeutige Proben). In dem Fall der Untersuchung waren dies 44 % der zufällig ausgewählten 100 Proben. Über die Hälfte dieser Proben wurden ausschließlich mit der Gesamtzellzahl aufgedeckt. KBE und Folienkontaktproben zeigten diese Schäden nicht an. Bei zusätzlichen 20 % der Proben waren Gesamtzellzahl und KBE auffällig. Dies bedeutet, dass 75 % der uneindeutigen Proben mit einer hohen mikrobiologischen Belastung, mit der Folienkontaktproben nicht nachgewiesen worden wären.

Diskussion

Mikrobiologische Schäden richtig zu erkennen und zu bewerten ist eine komplexe Aufgabe, die weitreichende Konsequenzen haben kann. Ein Rückbau belasteter Materialien erfolgt kostenintensiv unter Schutzmaßnahmen, um Arbeiter, Bewohner und die Umgebung gleichermaßen zu schützen. Auf der einen Seite geht es um einen hohen finanziellen Faktor, der nur eingesetzt werden sollte, wenn es notwendig ist. Zum anderen geht es um eine Fürsorgepflicht, um die Gesundheit der Bewohner zu schützen. Untersuchungen haben gezeigt, dass auch von abgetrockneten Schäden eine gesundheitliche Belastung ausgeht und ein Rückbau aus vorbeugendem Gesundheitsschutz eine angemes-

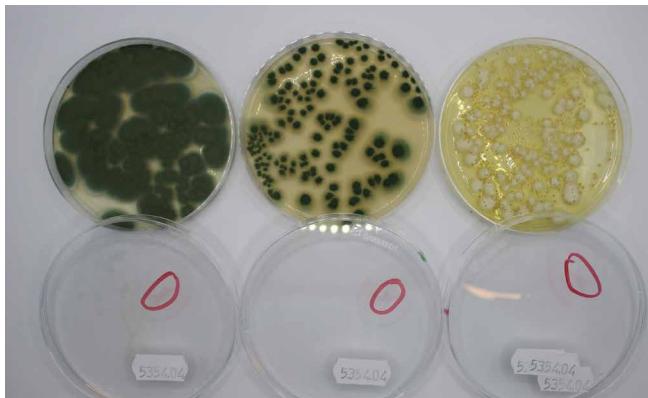


Abb. 3: Verschiedene Nährmedien mit Kolonie bildenden Einheiten (KBE)

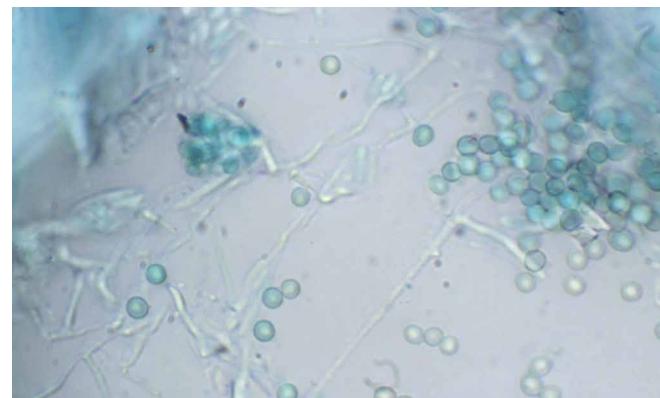


Abb. 4: Mikroskopische Aufnahme Folienkontaktprobe (Klebefilm) Sporen und Hyphen

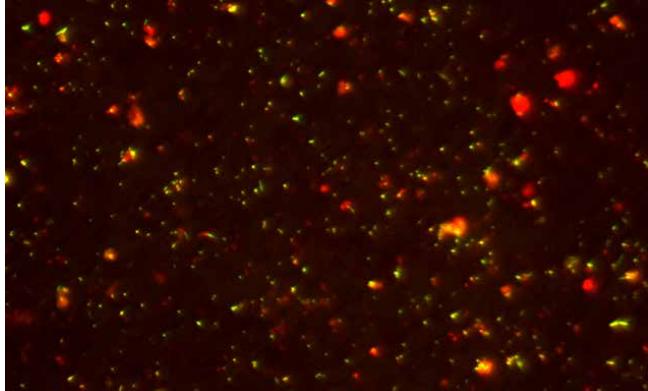


Abb. 5: Mikroskopische Aufnahme Gesamtzellzahl (GZZ)

sene Maßnahme darstellt. (Croston et al., 2018; Korkalainen et al., 2017) Eine weitere Untersuchung hat gezeigt, dass die Belastung der Estrichdämmsschicht die Innenraumluft relevant beeinflusst. (Albrecht, 2012, 2014) wobei weitere Forschung in diesem Bereich notwendig wären.

Die Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen sind eine Hauptentscheidungsgrundlage, ob ein Rückbau stattfindet oder nicht. Die bisherige Praxis, dafür die mikroskopische Analyse eines Klebefilms heranzuziehen, ist nach den vorliegenden Versuchsergebnissen fragwürdig. Auch in der Kombination mit Folienkontakt und KBE wird bei uneindeutigen Proben ein Schaden nur bei 16 % angezeigt. Aus mikrobiologischer Sicht wird dies durch den Zerfall der Hyphen und die reduzierte Anzüchtbarkeit durch Störfaktoren wie z. B. Trockenheit oder Biozideinsetz erklärt. Die Gesamtzellzahl hat den Vorteil, dass diese Methodik sehr viel weniger durch Störfaktoren beeinflusst wird. Die Grundlage dafür ist, dass die Vitalität der Zellen bei dieser Analysemethode nicht relevant ist. Trockenheit, Zeit und auch die meisten Biozide reduzieren die Gesamtzellzahlen nicht wesentlich, da die Zellen am Material verbleiben. Interessant ist auch, dass bei den Proben, die nur durch die Gesamtzellzahl detektiert wurden, keine Hyphenbruchstücke mehr nachweisbar waren. Dies stärkt die Annahme, dass sich die Wachstumsstrukturen nach vollzogener Nährstoffaufnahme auflösen.

Allerdings konnte durch die verbliebenen hohen Sporenkonzentrationen im Material der Schaden aufgefunden werden. Dies ist insbesondere dann wichtig, wenn bei der Schadensauf-
findung kein aktiver Schaden vorliegt, sondern ein Altbefall vor-
liegt bzw. eine Trocknung eingesetzt wurde oder ein Biozid zum

Einsatz kam. Zusätzlich sollte auch das vereinbarte Sanierungsziel beachtet werden. In den meisten Fällen wird die Entfernung der Biomasse vereinbart und dann ist wichtig, dieses Ziel mit einer Methode zu überprüfen, die unabhängig von Störfaktoren arbeitet.

Ziel der Untersuchung war es darzulegen, ob die Klebefilm-analytik ein geeignetes Verfahren ist, um die mikrobiologische Belastung auf Polystyrol festzustellen. Nach den vorliegenden Ergebnissen kann dies nur verneint werden und somit ist die Bewertungshilfe im Schimmelpilzleitfaden vom UBA (2017) infrage zu stellen. Dies bedeutet nicht, dass Klebefilm-analytik eine schlechte Analyseart darstellt. Aber die Bewertungsgrundlage, das Feststellen hoher Sporenzahlen und der Nachweis von Wachstumsstrukturen auf nährstoffarmen Materialien kann diese Methode nicht gewährleisten.

Literatur

- Albrecht, S.: Abschottung von Schimmelpilzbildung in der Estrich Dämmsschicht. Bachelor Thesis Akademie Bau – Bauen im Bestand Sommersemester 2012
- Albrecht, S.: Hochsicherheitsestrich für Pilze und Sporen; Abschottung von Schimmelpilzen in der Estrich-Dämmsschicht. Bauen im Bestand B + B, Nr. 2, 2014, S. 67-69
- Croston, T.; Green, B., Lemons, A., Barnes, M., Goldsmith, W., Orandle, M., Beezhold, D. (2018). Fungal fragmentation influences pulmonary immune responses following repeated exposure to *Stachybotrys chartarum*. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 141(2), AB185.
- Korkalainen, M.; Taubel, M.; Naarala, J.; Kirjavainen, P.; Koistinen, A.; Hyvarinen, A. et al.: (2017) Synergistic proinflammatory interactions of microbial toxins and structural components characteristic to moisture-damaged buildings, *Indoor Air*, 27, pp. 13-23
- Meider, J.: (2023) Comparison of methods for the examination of biofilms in screed insulation layers made of polystyrene with adhesive tape samples, CFU and total cell count, imprint

- Meider, J.: (2019) Examination of total cell count in building materials by acridine orange direct count (AODC). *Journal of Microbiological Methods*, Volume 167, 105725 DOI: 10.1016/j.mimet.2019.105725
- Munk, K.; Dersch, P.; Eikmanns, B.; Eikmanns, M.; Fischer, R.;: Taschenlehrbuch Biologie: Mikrobiologie (2018), Stuttgart: Georg Thieme Verlag
- Trautmann, C., Meider, J., 2018. Ableitung von Schimmelpilz- und Bakterienhintergrundkonzentrationen auf Baumaterialien aus Routineproben, Schimmelpilz-Handbuch. Hrsg. Irina Kraus-Johnsen, Bundesanzeiger Verlag, Köln (ISBN: 978-3-8462-0784-0).
- Umweltbundesamt (UBA), 2017. Leitfaden zur Vorbeugung, Erfassung und Sanierung von Schimmelbefall in Gebäuden. Umweltbundesamt, Berlin ISSN, pp. 2363–8311.

Die Autorin



M.Sc. Judith Meider

Studium der Informationswirtschaft und Biologie. Seit 2004 im Labor Urbanus GmbH tätig und seit 2012 Geschäftsführerin und Laborleiterin. Schwerpunkte Analytik von Schimmelpilzen und Bakterien auf Baumaterialien. Autorin von »Schimmelpilzanalytik Grundlagen, Methoden, Beispiele (Rudolf Müller Verlag) sowie weiterer Fachartikel. Referentin auf Fachveranstaltungen und Gründerin und Mitveranstalterin des Deutschen Schimmelpilzstags. Aktives Mitglied in WTA- und VDI Arbeitsgruppen, Leiterin der ISO Arbeitsgruppe »microbial contamination« und Mitglied im Sachverständigenkreis des Deutschen Holz- und Bautenschutzverbands (DHBV).

Labor Urbanus GmbH
Alte Kalkumerstraße 47, 40489 Düsseldorf
Tel. 0211/ 37 80 70
E-Mail: labor@labor-urbanus.de
<https://labor-urbanus.de>

ANZEIGE

AUSSPÜLUNGEN IM BAUGRUND?

STABILISIEREN, AUFFÜLLEN, BEWAHREN.

Wir sind **DEUTSCHLANDS NR. 1** für minimal-invasive Baugrundverstärkung und verdichten locker gelagerten Baugrund schnell, zerstörungsfrei und umweltschonend. In fast 30 Jahren hat sich unser Injektionsverfahren mit Expansionsharzen als wirtschaftlich und nachhaltig bewiesen. Anwendungsbeispiele finden Sie unter: uretek.de/referenzen

URETEK[®]
BEWAHREN, WAS UNS TRÄGT