

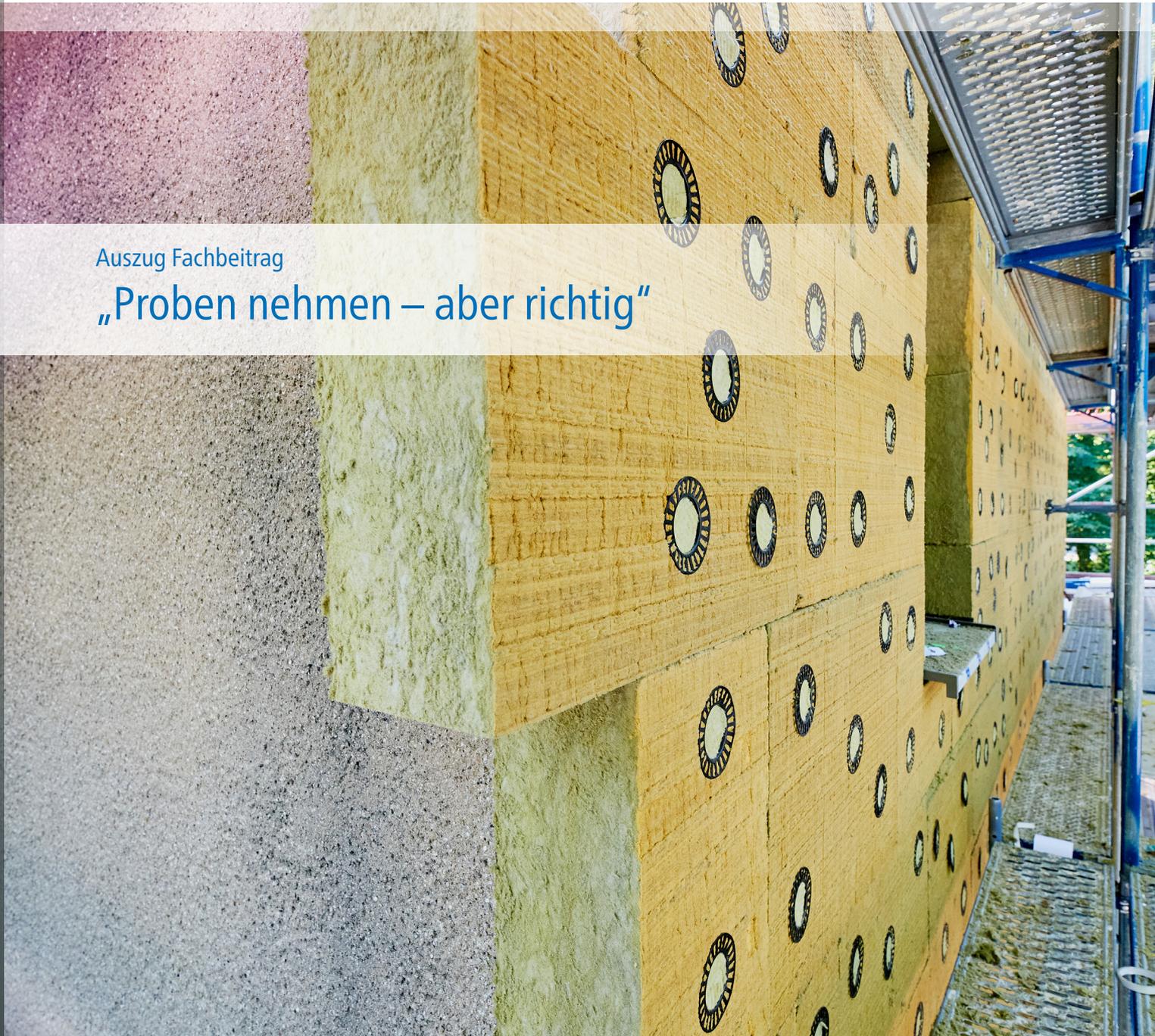
# B+B Bauen im Bestand

Sonderdruck  
aus Heft 02.2023

Professionell modernisieren, umbauen und instand setzen

Auszug Fachbeitrag

„Proben nehmen – aber richtig“



domatec

Einfach sicher sein.

**RM** Rudolf Müller

# Proben nehmen – aber richtig!

**Mykotoxinbefunde bei einem Schimmelschaden:** In der vorliegenden Fallstudie wurde ein Objekt mit einem Schimmel-Altschaden und zwei auffälligen Räumen (Technikraum und Treppenhaus) gezielt auf eine Belastung mit Mykotoxinen untersucht. Dazu wurden insgesamt 13 Luft-, Wisch- und Materialproben für die Mykotoxinbestimmung gezogen.

Dr.-Ing. Beate Mattuschka, Dipl.-Chem. Jes Johannsen, Dipl.-Ing. Robert Priller,  
Univ.-Prof. Dr. Dr. habil. Manfred Gareis



Abb. 1: Situation vor Ort im Technikraum

Eingesetzt wurde eine Multimykotoxin-Methode mit einem LC-MS/MS-System (liquid chromatography-tandem mass spectrometry), mit der in einem Analysenlauf 25 der wichtigsten Toxine von Arten der Gattungen *Aspergillus*, *Chaetomium*, *Fusarium*, *Penicillium* und *Stachybotrys* erfasst werden können.

Insgesamt wurden im Objekt sieben verschiedene Mykotoxine in zum Teil sehr hohen Konzentrationen nachgewiesen:

Sterigmatocystin (unter anderem von *Aspergillus versicolor*), Roquefortin C (von *Penicillium* spp.) und die *Stachybotrys*-Toxine Stachybotrylactam, Roridin E, Roridin L2, Satratoxin G und Satratoxin H. Besonders betroffen war dabei der Technikraum, in dem die Toxine auch in der Luftsammlprobe detektiert wurden.

Da die erfassten Mykotoxine von toxinogenen Arten der Gattungen *Aspergillus*, *Penicillium* und *Stachybotrys* produziert werden, kann – unabhängig von einem mykologischen Nachweis – auf die Präsenz dieser Schimmelpilze im Verlauf der Schadensentwicklung rückgeschlossen werden.

Eine besondere gesundheitliche Bedeutung kommt aufgrund ihrer toxischen Eigenschaften den makrozyklischen Trichothecenen (Roridine und Satratoxine) zu, die von *Stachybotrys chartarum* Chemotyp S gebildet werden und in sehr hohen Konzentrationen im Technikraum des Objekts nachgewiesen wurden.

Die LC-MS/MS-Methode hat sich mittlerweile als sehr gut für den Routineeinsatz geeignet, wobei mit der Erfassung der relevanten Mykotoxine von toxinproduzierenden Schimmelpilzisolaten eine wissenschaftlich fundierte Grundlage für die Einschätzung von potenziellen gesundheitlichen Risiken durch die Schimmelpilztoxine gewährleistet ist. Der Nachweis der Mykotoxine in den Luftproben bestätigt, dass in Objekten mit Schimmelschäden das Risiko einer Aufnahme von Mykotoxinen über die Atemwege gegeben sein kann.

In dieser Fallstudie konnte auch gezeigt werden, dass Wischproben für analytische Zwecke aufgrund der einfachen Handhabung und zerstörungsfreien Probengewinnung vorteilhaft für die Routinepraxis sind.

## Schimmelschäden und Mykotoxine

Die Belastung von Wohnräumen und Arbeitsplätzen (Innen- und Außenräume) mit Schimmelpilzen kann zu einer Exposition des Menschen mit Mykotoxinen führen, die über Stäube oder Luft aufgenommen beziehungsweise inhaliert werden können. Zudem besteht bei Schimmelschäden ein gesundheitliches Risiko über den direkten Hautkontakt mit kontaminierten Materialien [1].

Aufgrund einer Vielzahl an relevanten Pilzen, insbesondere der Gattungen *Aspergillus*, *Penicillium*, *Alternaria*, *Fusarium*, *Chaetomium* und *Stachybotrys* ist das Spektrum der möglicherweise vorkommenden toxinogenen Stoffwechselprodukte sehr breit. Grund dafür ist, dass viele Arten der genannten Schimmelpilzgattung zur Bildung von Mykotoxinen befähigt sind [2].

Bislang sind mehr als 450 dieser Metabolite von Schimmelpilzen als Mykotoxine charakterisiert worden, wobei jedoch nicht alle von praktischer Relevanz bei Schimmelschäden sind. Von besonderer Bedeutung sind die Mykotoxine von Arten der Gattungen *Aspergillus*, *Penicillium*, *Chaetomium* und *Stachybotrys*, die wiederholt in unterschiedlichen Probenmaterialien von Schimmelschäden nachgewiesen werden konnten [3, 4, 5, 6, 7].

Die Vielzahl der möglicherweise vorkommenden Mykotoxine stellt spezielle Anforderungen an die Probenahme, Probenvorbereitung/-reinigung und die instrumentelle Analytik. Mithilfe einer Multi-Mykotoxin-Methode, die an der LMU München entwickelt und seit Jahren praktisch genutzt wird, ist es möglich, in einem Analysenlauf mehr als 25 Mykotoxine in einer Probe nachzuweisen [8].



Abb. 2: Technikraum, Feuchteschäden an der Massivwand und Schimmelbefall an der Leichtbauwand



Abb. 3: Technikraum, geöffnete Leichtbauwand mit sichtbaren Schimmelschäden



Abb. 4: Treppenhaus mit Feuchteschäden

Damit eignet sich dieses Analysenverfahren in besonderer Weise für die Mykotoxinbestimmung und Abschätzung potenzieller Gesundheitsgefährdungen bei Schimmelschäden. In diesem Zusammenhang ist das Vorkommen von Mykotoxinen in der Luft und eine damit verbundene mögliche inhalative Aufnahme der Toxine von besonderem Interesse.

### Schimmelschaden – Fallbeschreibung

Der exemplarisch ausgewählte Schimmelschaden eignete sich aus mehreren Gründen für eine Mykotoxin-Analytik mit der Multi-Mykotoxin-Methode:

Die Trocknung des Wasserschadens sowie die Schimmelbeseitigung hatte im betroffenen Objekt noch nicht stattgefunden, sodass die Beprobungen in einem seit Monaten „ungestörten“ Schaden stattfinden konnten und unterschiedliche Probenarten inklusive einer ausreichenden Menge an Materialien genommen werden konnten. Bei dem Objekt handelte es sich um einen Wasserschaden im Fußbodenaufbau eines nicht unterkellerten Erdgeschosses.

In den Wänden war der Schaden durch aufsteigende Feuchtigkeit deutlich sichtbar geworden. Zum Zeitpunkt der Untersuchungen waren die betroffenen Bauteile noch durchfeuchtet.

Da der Feuchteschaden bereits circa ein Jahr vorlag, konnten sich Schimmelpilze und andere Mikroorganismen über mehrere Monate ausbreiten. Es war deshalb davon auszugehen, dass sich die unterschiedlichsten Arten an Schimmelpilzen entwickelt hatten, möglicherweise bereits in Konkurrenz zueinander getreten waren und mit dem Vorkommen von unterschiedlichen Mykotoxinen gerechnet werden konnte [9].

In dem ausgewählten Objekt gab es Schimmelschäden an verschiedenen Bauteilen beziehungsweise Baustoffen, die typischerweise bei Innenraumschäden betroffen sind:

- a) Leichtbauwand aus Gipskarton, gedämmt mit Mineralfaser
- b) Massivwand aus Kalksandstein mit Putz und Farbe sowie Putz und Tapete

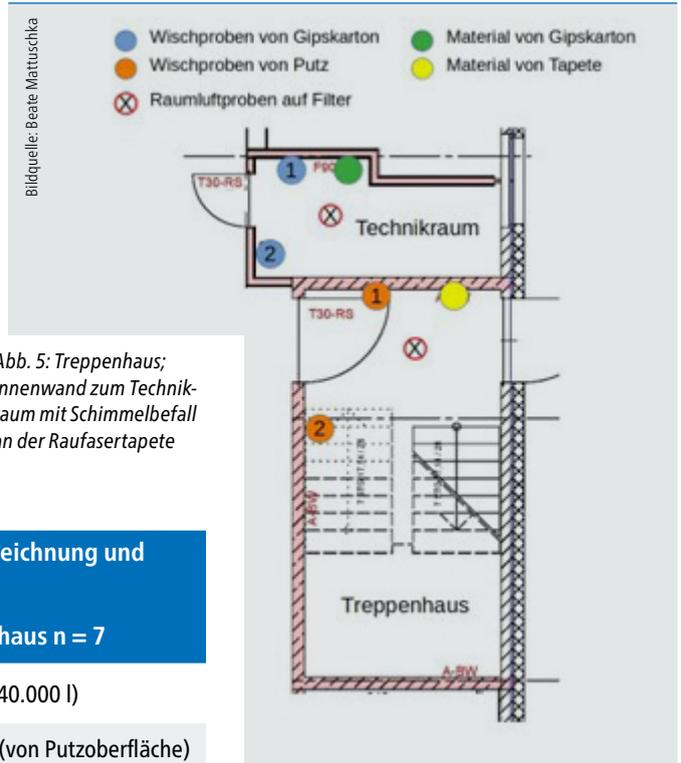
Der unter a) genannte Schaden lag in einem Raum mit 6,7 Quadratmeter Grundfläche (Raumhöhe circa 4 Meter). Die Abbildungen 1–3 zeigen den schmalen hohen Raum, der hier als Technikraum bezeichnet wird. Die Gipskartonwände waren zum Teil geöffnet und die Dämmung war an einer Stelle herausgenommen worden (Abb. 3). Im Eckbereich zur Tür waren die F90-Leichtbauwände noch intakt und zeigten starken Schimmelbefall bis in circa 1,0 Meter Höhe. An der Massivwand zum Treppenhaus waren die Feuchteschäden durch Ausblühungen sichtbar.

Im angrenzenden Treppenhaus waren nur Massivwände vom Wasserschaden betroffen. Die umlaufenden Wände zeigten im Sockelbereich bis circa 0,80 Meter Schäden durch aufsteigende Feuchtigkeit. Auf den geputzten Oberflächen war neben starken Salzausblühungen und Verfärbungen nur stellenweise Schimmelbefall zu erkennen (Abb. 4).

Die an den Technikraum angrenzende Innenwand war mit Raufasertapete bekleidet, die im Sockelbereich teilweise schon entfernt worden war. Auf der noch vorhandenen Tapete zeigte sich in einem Bereich von circa 0,5 Quadratmeter deutlicher Schimmelbefall (Abb. 5).



Bildquelle: Beate Mattuschka



Bildquelle: Beate Mattuschka

Abb. 5: Treppenhaus; Innenwand zum Technikraum mit Schimmelbefall an der Raufasertapete

Abb. 6: Übersicht zur Lokalisation der Probenahmestellen

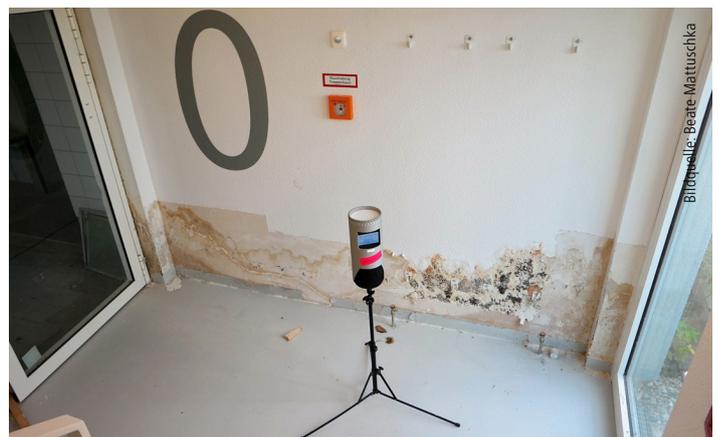
## Tabelle 1

| Probenart              | Probenahmestelle, Probenanzahl (n), Kennzeichnung und Eigenschaft                                       |  |
|------------------------|---|--|
|                        | Technikraum n = 6   | Treppenhaus n = 7  |
| Luft (Glasfaserfilter) | – L1-TE (40.000 l)  | – L1-TR (40.000 l)   |
| Wischtücher            | – W1-TE (von Gipskartonoberfläche)<br>– W2-TE (von Gipskartonoberfläche)                                | – W1-TR (von Putzoberfläche)<br>– W2-TR (von Putzoberfläche)   |
| Material               | – M1-TE (Gipskarton, auffällig)<br>– M2-TE (Gipskarton, auffällig)<br>– M3-TE (Gipskarton, unauffällig) | – M1-TR (Tapete, auffällig)<br>– M2-TR (Tapete, auffällig)<br>– M3-TR (Tapete, auffällig)<br>– M4-TR (Tapete, unauffällig) |



Bildquelle: Beate Mattuschka

Abb. 7: Technikraum; Luftprobenahme mit Multicollect-Luftprobensammler



Bildquelle: Beate Mattuschka

Abb. 8: Treppenhaus; Luftprobenahme mit Multicollect-Luftprobensammler

## Beprobungen

Im Objekt wurden folgende Proben in der angegebenen Reihenfolge für die Mykotoxinuntersuchungen genommen:

1. Luftproben
2. Wischproben
3. Materialproben

Insgesamt wurden 13 Proben für die Falluntersuchung gezogen, jeweils sicher verpackt und für die Analysen an ein Mykotoxinlabor versandt. Eine Probenübersicht und die genaue Lokalisation der Probenahmen gehen aus der Tabelle 1 und dem Lageplan der Abbildung 6 hervor.

Die beiden Materialproben M3-TE und M4-TR von unauffälligen Stellen dienen als Referenzproben.

**Raumlufthproben:** In beiden Räumen des Objekts wurden zunächst Luftproben genommen. Eingesetzt wurde dazu ein Multicollect-Luftprobensammler mit einem Filteraufsatz für Glasfaser-Rundfilter (142 Millimeter) (Abb. 7+8).



Abb. 9: Technikraum, Wischprobe W1-TE



Abb. 10: Technikraum, Wischprobe W2-TE

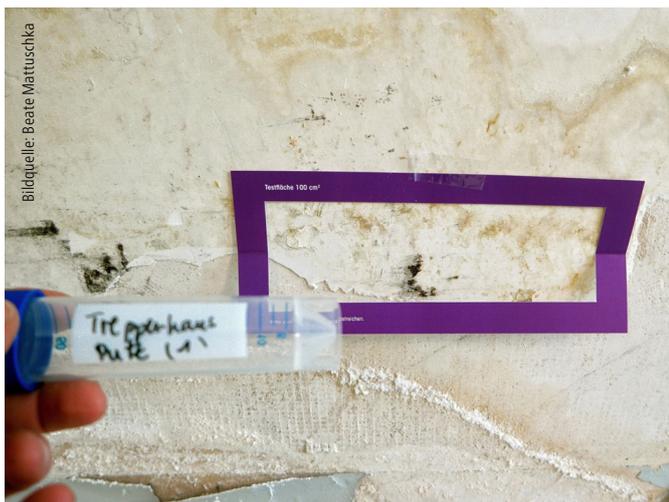


Abb. 11: Treppenraum, Wischprobe W1-TR



Abb. 12: Treppenraum, Wischprobe W2-TR

Die Sammler sind mit einem HEPA-Filter ausgestattet, sodass die Abluft aus dem Gerät von Mikroorganismen sowie Schimmelpilzsporen gereinigt zurück in den Raum gelangen kann.

Gesammelt wurden je 40.000 Liter pro Gerät bei einem Volumenstrom von 100 l/min. Die beaufschlagten Glasfaser-Filter wurden für den Versand mittels desinfizierter Pinzette entnommen, in fabrikneue Alufolie eingeschlagen und beschriftet.

**Wischproben:** Für die Abnahme von Wischproben wurden definierte, mit Isopropanol getränkte Vlies-Tücher und Abnahmerahmen verwendet.

Mit den 10 × 12 Zentimeter großen Tüchern wurde dreimal über eine Fläche von 100 Quadratzentimeter gewischt. Nach jedem Durchgang wurde das Tuch einmal gefaltet und mit einer sauberen Seite die Fläche nochmals abgewischt. Zur Orientierung wurde vorab an der Probenahmestelle ein Rahmen mit einer Innenfläche von 100 Quadratzentimetern aufgeklebt.

Bei der Beprobung mittels Vliestuch wurden aus Sicherheitsgründen Nitrilhandschuhe getragen. Das belegte Vlies wurde für den Versand in ein fabrikneues Transportröhrchen aus Kunststoff überführt, sicher verschlossen und verwechslungsfrei kodiert.

Im Technikraum wurden von zwei stark verfärbten Oberflächen von Gipskarton Wischproben hergestellt (Abb. 9–12). Im Treppenhaus wurden ebenfalls an zwei Stellen (verfärbte und eher unauffällige Stelle) Proben mittels Wischtechnik entnommen (Abb. 11+12).

**Materialproben:** Aus den stark durch Schimmel befallenen Bereichen des Technikraumes und des Treppenhauses wurden nach Abschluss der Raumluft- und Wischprobenentnahme mehrere Materialproben entnommen. Dazu wurde desinfiziertes Werkzeug und fabrikneues Verpackungsmaterial verwendet.



Abb. 13: Technikraum, Gipskartonprobe M1-TE



Abb. 14: Technikraum, Gipskartonprobe M2-TE



Abb. 15: Treppenhaus, Tapetenproben M1-TR und M2-TR

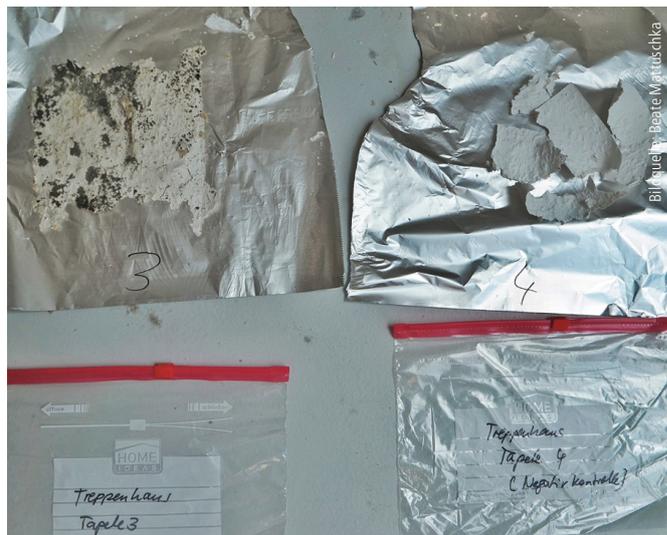


Abb. 16: Treppenhaus, Tapetenproben M3-TR und M4-TR

Im Technikraum wurden zwei deutlich befallene Gipskartonproben sowie eine Gipskartonprobe aus einem höher gelegenen unauffälligen Bereich der geschädigten Wand als Referenz entnommen (Abb. 13+14). Im Treppenhaus wurden von der stark befallenen Tapete drei Proben entnommen sowie eine weitere unauffällige Tapetenprobe oberhalb des Schadensbereichs als Referenz (Abb. 15+16).

## Mykotoxinanalytik

Die Analytik erfolgte im Labor der domatec GmbH basierend auf einer an der LMU München entwickelten LC-MS/MS-Methode, die

seit vielen Jahren zur Charakterisierung toxiogener Mikromyceten und zur Mykotoxinanalyse im Lebens-, Futtermittel- und Umweltbereich eingesetzt wird [10, 8, 6, 5]. Die Mykotoxinbestimmung erfolgt dabei unabhängig von der Probenmatrix durch Extraktion des zerkleinerten und homogenisierten Probenmaterials mit einem Acetonitril/Wasser-Gemisch. Die Extrakte werden nach einem Clean-up-Schritt durch Flüssig-Flüssig-Extraktion und einem Lösungsmittelwechsel mittels Flüssigkeitschromatographie (LC-System Nexera X2, Shimadzu) getrennt und unter Verwendung kommerziell verfügbarer Referenzsubstanzen mittels Massenspektrometrie (LC-MS-8050, Shimadzu) detektiert und quantifiziert.

Die Identifizierung der Analyten erfolgt über die typischen Retentionszeiten nach der chromatographischen Trennung sowie den charakteristischen Massenübergängen für die einzelnen Toxine (Abb. 17). Abgesichert werden die Ergebnisse durch arbeitstäglige Kalibrationen des LC-MS/MS-Systems und bei jeder Probe durch eine Standardaddition mit Referenztoxinen [11].

Als Ausgangsmengen werden für Materialproben 0,1–20,0 Gramm benötigt. Wischtücher werden im Ganzen analysiert und repräsentieren jeweils die abgewischte Fläche von 0,01 Quadratmeter.

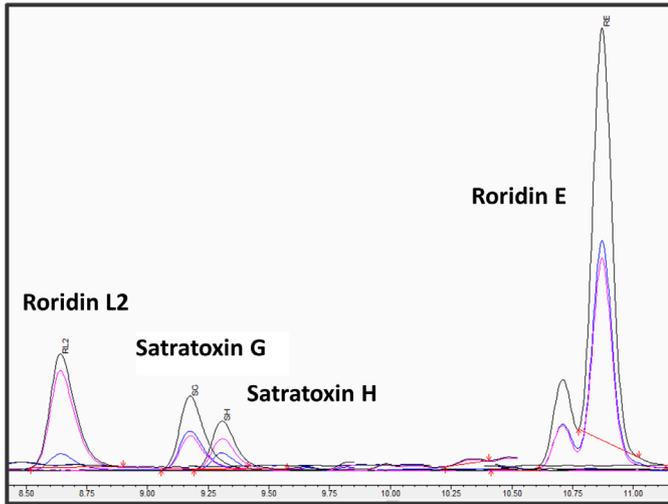


Abb. 17: Ausschnitt aus einem LC-MS/MS-Chromatogramm mit Nachweis von vier Stachybotrys-Mykotoxinen im Retentionszeitbereich von 8,5 bis 11,00 Minuten

Der Nachweisgrenzbereich variiert dabei für einzelne Mykotoxine und in Abhängigkeit der Probenart.

### Ergebnisse

Im Objekt wurden insgesamt sieben verschiedene Mykotoxine nachgewiesen:

- Sterigmatocystin
- Roquefortin C
- Stachybotrylactam
- Roridin E
- Roridin L2
- Satratoxin G
- Satratoxin H

Besonders betroffen war dabei der Technikraum, in dem Mykotoxine in allen Probenarten zu finden waren. Die genannten Toxine wurden dabei in zum Teil extrem hohen Konzentrationen in den Wisch- und Materialproben detektiert (Tab. 2).

Bei Luftsammelproben wird ebenfalls der gesamte Filter verwendet. Die Bezugsgröße hierbei ist das insgesamt gesammelte Luftvolumen mit Angabe der Ergebnisse auf Kubikmeter Luft.

Mit dieser Multimykotoxin-Methode werden in einem Analysenlauf 25 der wichtigsten Toxine von Arten der Gattungen *Aspergillus*, *Chaetomium*, *Fusarium*, *Penicillium* und *Stachybotrys* erfasst.

Anzeige

# MULTI COLLECTOR®

Ganzheitliche Raumluftanalytik *Holistic Indoor Air Analysis*

- Messung von Endotoxinen nach DIN EN 14031:2021, Exposition am Arbeitsplatz
- Messung von Mykotoxinen nach DIN EN 13098:2020, Exposition am Arbeitsplatz
- Messung von Schimmelpilzen nach DIN ISO 16000-16:2009, Probenahme durch Filtration
- Messung von Schimmelpilzen nach DIN ISO 16000-18:2012, Probenahme durch Impaktion
- Messung der Gesamtporenzahl nach DIN ISO 16000-20
- Messung von Bakterien und Schimmelpilzen aus stationären Anlagen, Raumlufttechnische Anlagen und Geräte nach VDI 6022

**Herausragende Gerätemerkmale:**

- Einfache Gerätebedienung durch ....Benutzeroberfläche oder Fernbedienung
- Bis 8h Akkubetrieb bei einem Sammelvolumen von 100l/min
- Reinraumtauglich durch integrierten HEPA-Filter

[www.domatec.info](http://www.domatec.info)

**domatec**

Technology & Services for Facility and Hygiene

Tabelle 2: Mykotoxinbefunde im Technikraum

| Probe                 | Proben-Nr. | Mykotoxine        |               |                   |           |            |              |              |
|-----------------------|------------|-------------------|---------------|-------------------|-----------|------------|--------------|--------------|
|                       |            | Sterigmatocystin  | Roquefortin C | Stachybotrylactam | Roridin E | Roridin L2 | Satratoxin G | Satratoxin H |
|                       |            | ng/m <sup>3</sup> |               |                   |           |            |              |              |
| Luftfilter            | L1-TE      | 0,009             | –             | 1,5               | 0,14      | 2,1        | 0,41         | 0,29         |
|                       |            | ng/m <sup>2</sup> |               |                   |           |            |              |              |
| Wischtuch             | W1-TE      | 35.000            | 3.600         | 430.000           | 36.000    | 600.000    | 54.000       | 170.000      |
|                       | W2-TE      | 560               | –             | 27.000            | 490       | 7.000      | –            | 1.200        |
|                       |            | ng/g              |               |                   |           |            |              |              |
| Material (Gipskarton) | M1-TE      | 73                | 13            | 160               | 14        | 820        | 36           | 34           |
|                       | M2-TE      | 14                | –             | 560               | 1.500     | 40.000     | 12.000       | 20.000       |
|                       | M3-TE      | 300               | 29            | –                 | –         | –          | –            | –            |

–: negativ (&lt; Nachweisgrenze)

Tabelle 3: Mykotoxinbefunde im Treppenhaus

| Probe                 | Proben-Nr. | Mykotoxine       |               |                   |           |            |              |              |
|-----------------------|------------|------------------|---------------|-------------------|-----------|------------|--------------|--------------|
|                       |            | Sterigmatocystin | Roquefortin C | Stachybotrylactam | Roridin E | Roridin L2 | Satratoxin G | Satratoxin H |
|                       |            | ng/g             |               |                   |           |            |              |              |
| Material (Gipskarton) | M-Tr 1     | 73               | –             | –                 | –         | –          | –            | –            |
|                       | M-Tr 2     | 74               | –             | –                 | –         | –          | –            | –            |
|                       | M-Tr 3     | 420              | –             | 43.000            | –         | –          | –            | –            |
|                       | M-Tr 4     | –                | –             | –                 | –         | –          | –            | –            |

–: negativ (&lt; Nachweisgrenze)

Besonders auffällig war dabei die Wischprobe W1-TE, mit einem positiven Befund für alle sieben Mykotoxine und einer sehr hohen Belastung sowohl mit Sterigmatocystin als auch den *Stachybotrys*-Toxinen Stachybotrylactam und den makrozyklischen Trichothecenen Roridin E, Roridin L2, Satratoxin G und H.

In den beiden auffälligen Gipskartonproben M1-TE und M2-TE wurden deutlich niedrigere Konzentrationen gefunden, in der Referenzprobe M3-TE war nur Sterigmatocystin und Roquefortin C nachweisbar. Ein positiver Mykotoxinnachweis mit Sterigmatocystin und fünf *Stachybotrys*-Toxinen wurde zudem für die Luftsammelprobe ermittelt.

Die Belastung mit Mykotoxinen war im Treppenraum deutlich niedriger als im benachbarten Technikraum. Quantifizierbare Konzentrationen für Sterigmatocystin und Stachybotrylactam wurden dort in drei beziehungsweise einer Materialprobe detektiert (Tab. 3). In der unauffälligen Referenzprobe M-TR 4 wurden Mykotoxine nicht nachgewiesen.

Insgesamt dokumentieren die Ergebnisse der LC-MS-Analysen für das Schadensobjekt eine äußerst hohe Belastung des Technikraumes mit Mykotoxinen, die von verschiedenen toxinogenen Schimmelpilzen, darunter *Aspergillus versicolor* (Sterigmatocystin), *Penicillium* spp. (Roquefortin C) und *Stachybotrys chartartum* Chemotyp S, gebildet wurden.

Diese Toxine wurden zudem in den Luftproben aus dem Technikraum nachgewiesen, wenn auch in deutlich niedrigeren Konzentrationen (Tab. 2). Damit ist eine mögliche aerogene Belastung und inhalative Aufnahme erneut dokumentiert [4].

### Schlussfolgerungen

Das Vorkommen einer Reihe von Mykotoxinen in wassergeschädigten Innenräumen und die damit verbundenen Risiken für eine Gesundheitsgefährdung wurde in den letzten Jahren wiederholt dokumentiert. Die Ergebnisse der vorliegenden Fallstudie bestätigen nicht nur das mögliche Vorkommen von Sterigmatocystin, Roquefortin C und *Stachybotrys*-Toxinen (Stachybotrylactam und makrozyklische Trichothecene), sondern zeigen auch, dass in einem Altschaden mit zum Teil extrem hohen Konzentrationen dieser Toxine zu rechnen ist. Damit steigt das Risiko einer Gesundheitsgefährdung durch diese toxischen Schimmelpilzmetabolite in einem derart betroffenen Objekt, wobei auch die Luft belastet sein kann.

Die angewandte LC-MS/MS-Multimykotoxinmethode für die Erfassung der relevanten Mykotoxine unterschiedlicher Schimmelpilzarten hat sich bewährt und ist für Fragestellungen der Praxis sehr gut geeignet. Dies ist insbesondere auch der Fall für die Probenahme mit Wischtüchern, die einfach anzuwenden und im Vergleich zu Materialproben von Vorteil sind, da die Probenahme zerstörungsfrei ist. Die Analysen der Tücher liefern belastbare Ergebnisse zur Kontamination der beprobten Flächen mit Mykotoxinen und damit eine gute Grundlage für die Einschätzung von gesundheitlichen Risiken. ■

---

### Über die Autoren

#### Dr.-Ing. Beate Mattuschka

seit 5 Jahren als Sachverständige für Feuchte- und Schimmelschäden selbständig tätig, ordentliches Mitglied im Verband Deutscher Baubiologen und dort in der Fachgruppe Mikrobiologie aktiv

#### Dipl.-Chem. Jes Johannsen

Laborleiter der Analytischen Chemie bei der domatec GmbH und langjährig, u.a. mit Erfahrungen in der pharmazeutischen und chemischen Industrie, in der instrumentellen Analytik tätig

#### Dipl.-Ing. Robert Priller

Fachausschuss-Vorsitzender Luft des DFLW, Deutscher Fachverband für Luft- und Wasserhygiene e.V., Mitwirkung in Forschungsprojekten zur Innenraumlufthygiene und Bioaerosole, Geschäftsführer der domatec GmbH

#### Univ.-Prof. Dr. Dr. habil. Manfred Gareis

Fachtierarzt für Mikrobiologie und Fachtierarzt für Lebensmittel mit den Arbeitsschwerpunkte u.a. toxinogene Schimmelpilze, Nachweis, Vorkommen und Risikobewertung von Mykotoxinen, Gründungsmitglied und langjähriger Vorsitzender der Gesellschaft für Mykotoxinforschung e.V.

---

---

### Literatur

- [1] Gareis, M; Gottschalk, C (2019): Mykotoxine und Risikobewertung. In: Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Forschungsinstitute (AGÖF) e.V. (Hrsg.) Umwelt, Gebäude & Gesundheit: „Neu-“ und Altlasten, Innenraumhygiene, Gerüche. Tagungsband 12. Fachkongress der Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Forschungsinstitute (AGÖF), 17.–18. 10. 2019, Hallstadt. Springer-Eltdagen, 204–212, ISBN 978-3-930576-11-1
  - [2] Samson, RA; Hoekstra, ES; Frisvad, JC; Filtenborg, O (2000): Introduction to Food- and Airborne Fungi. Centraalbureau voor Schimmelcultures, 6th edition, Utrecht
  - [3] Fromme H, Völkel W, Gareis M, Gottschalk C, (2016): Overall internal exposure to mycotoxins and their occurrence in occupational and residential settings – An overview. Int J Hyg Environ Health, 219, 143–165
  - [4] Gareis, M (2022): UBA-Projekte: Neue Erkenntnisse zu mikrobiellen Belastungen in Innenräumen – Mykotoxine in Material, Staub und Luft. Tagung: 25 Jahre Pilztagung – 25 Jahre Forschung und Lehre. Gemeinsame Fachtagung für biogene Schadstoffe. Veranstalter Berufsverband Deutscher Baubiologen VDB e.V. und Bundesverband Schimmelpilzsanierung BSS e.V., 21.–22.06.2022, Wiesbaden
  - [5] Gottschalk, C; Bauer, J; Meyer, K (2008): Detection of Satratoxin G and H in Indoor Air from a Water-Damaged Building. Mycopathologia, 166, 102–107
  - [6] Gottschalk, C; Bauer, J; Meyer, K (2006): Determination of macrocyclic trichothecenes in mouldy indoor materials by LC-MS/MS. Mycotoxin Research 22, 189–192
  - [7] Johannig, E; Gareis, M.; Nielsen, KF; Dietrich, R; Märtlbauer, E (2002): Airborne mycotoxin sampling and screening analysis. In: Levin H, Bendy G, Cordell J [eds] Indoor Air 2002, The 9. International Conference on Indoor Air Quality and Climate, Monterey, CA, USA 30.6.–5.7.2002, Int Acad Indoor Air Science, vol. 5, 1–6
  - [8] Gareis, M; Lorenz, W (2020): GERES VI-Studie – Evaluierungsphase – Erste Ergebnisse zum Vorkommen von Mykotoxinen. Tagung: 24. Pilztagung – Gemeinsame Fachtagung für biogene Schadstoffe. Veranstalter Berufsverband Deutscher Baubiologen VDB e.V. und Bundesverband Schimmelpilzsanierung BSS e.V., 24.06.2020, Wiesbaden
  - [9] Lorenz, W; Betz, S (2006) Praxis-Handbuch Schimmelpilzschäden, 2. Auflage, Verlagsgesellschaft Rudolf Müller GmbH & Co. KG, Köln
  - [10] Gareis, M. (2023) Mykotoxinanalytik. In: Lorenz W. et al. (Hrsg.), Deutsche Umweltstudie zur Gesundheit VI (GerES VI). Analyse der Belastung durch Schimmelbefall und biologische Schadstoffe von Innenräumen. Abschlussbericht (in Fertigstellung)
  - [11] Johannsen, Jes (2022) Mündliche Mitteilung
-