

AGÖF – Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Forschungsinstitute (Hrsg.)

Umwelt, Gebäude & Gesundheit:

Innenraumhygiene, Asbest und Arbeitsschutz



AGÖF - Arbeitsgemeinschaft Ökologischer  
Forschungsinstitute (Hrsg.)

# **Umwelt, Gebäude & Gesundheit**

**Innenraumhygiene,  
Asbest und  
Arbeitsschutz**

Ergebnisse des 13. Fachkongresses der Arbeitsgemeinschaft Ökologischer  
Forschungsinstitute (AGÖF) am 20. und 21. Oktober 2022 in Hallstadt bei  
Bamberg

**2022**

AGÖF – Springe-Eldagsen

In diesem Buch werden die Beiträge des 13. Fachkongresses der Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Forschungsinstitute (AGÖF) e.V. vom 20. und 21. Oktober 2022 in Hallstadt bei Bamberg veröffentlicht.

**Herausgeber:**

Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Forschungsinstitute (AGÖF) e.V.

**Geschäftsstelle:**

Mathildenstraße 48  
D – 90762 Fürth

**Vorstand der AGÖF:**

Elke Bruns-Tober, Dr. Sonja Pfeil, Dr. Stefan Schimpf

**Wissenschaftlicher Beirat:**

Elke Bruns-Tober, Umwelt- und Gesundheitsinstitut, Wittingen  
Nicole Richardson, Sachverständigenbüro Richardson, Witten  
Martin Wesselmann, Gebäuediagnostik Wesselmann, Hamburg  
Jörg Thumulla, anbus analytik GmbH, Fürth

**Redaktion:**

Sabine Weber-Thumulla

**Veranstalter:**

Analyse und Bewertung von Umweltschadstoffen (AnBUS) e.V.  
Mathildenstraße 48  
D - 90762 Fürth

---

**Umwelt, Gebäude & Gesundheit:** „Innenraumhygiene, Asbest und Arbeitsschutz; Tagungsband des 13. AGÖF-Fachkongresses 2022 / AGÖF - Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Forschungsinstitute (AGÖF) e.V. Bearb. Sabine Weber-Thumulla. - Springe: AGÖF, 2022

---

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung auch von Teilen außerhalb des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Autoreninnen, Autoren, Herausgeberin und Verlag, redaktionelle Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sowie Herstellungsbetriebe haben das Werk nach bestem Wissen und mit größtmöglicher Sorgfalt erstellt. Inhaltliche und technische Fehler sind jedoch nicht vollständig auszuschließen. Die Wahl der Rechtschreibregeln lag bei den Autorinnen und Autoren.

© 2022 Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Forschungsinstitute (AGÖF) e.V.,

Springe-Eldagsen

Umschlagsgestaltung: Harald Hans Vogel, Fürth

Titelfoto: anbus analytik GmbH

ISBN 978-3-930576-12-8

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	7
<b>I. Lüftung in Innenräumen und Energieeffizienz.....</b>	<b>9</b>
<b>II. Neues zum AGÖF-Geruchsleitfaden.....</b>	<b>15</b>
<b>Der neue AGÖF-Geruchsleitfaden 2.0 .....</b>	<b>16</b>
<b>Sachstandsbericht aus dem Arbeitskreis „Gerüche“ .....</b>	<b>16</b>
<i>Sonja Pfeil.....</i>	16
<b>BVS-Standpunkt: Geruchssanierung Fertighäuser .....</b>	<b>24</b>
<b>III. Asbest in Gebäuden.....</b>	<b>29</b>
<b>Geogener Asbest eine Handlungsempfehlung zur einheitlichen Analytik und Einstufung.....</b>	<b>30</b>
<i>Stefan Schimpf, Nicole Richardson, Dominik Obeloer,     Sascha Müller, Gunnar Ries, Lars Klapal und Jutta Mertens.....</i>	30
<b>Aktuelle Probleme im Umgang mit Asbest in Wandoberflächen.....</b>	<b>49</b>
<i>Nicole Richardson und Mathis Radzieowski.....</i>	49
<b>IV. Gefahrstoffe und Schimmelpilze in Archiven und Depots.....</b>	<b>61</b>
<b>Sanierung von Schimmelpilzen an Archivgut .....</b>	<b>62</b>
<i>Nicole Richardson und Lars Klapal.....</i>	62
<b>Schadstoffe in Museums-Depots: Problematik aus Sicht des Germanischen Nationalmuseums, Nürnberg (GNM) .....</b>	<b>78</b>
<i>Meike Wolters-Rosbach.....</i>	78
<b>Arsenik – Detailerkennung von Schwermetallbelastungen mit Röntgen-Fluoreszenz-Analyse (RFA).....</b>	<b>93</b>
<i>Markus Raquet .....</i>	93
<b>Tätigkeitsbezogene Gefahrstoffmessungen zur Festlegung von Arbeitsschutzmaßnahmen beim Umzug von Archiven des GNM.....</b>	<b>101</b>
<i>Jörg Thumulla und Carmen Kroczeck.....</i>	101
<b>V. Schimmelpilze in Innenräumen .....</b>	<b>107</b>
<b>Ein mobiles Schimmelpilzdetektionssystem – Erste Ergebnisse des Forschungsvorhabens Fungus Detect* .....</b>	<b>108</b>
<i>Michael Köhler, Angela Schramm, Schamsi Sadat, Norbert Weis;     Antje Siol und Christian Holsten, .....</i>	108

<b>Forschung und Praxis – Mykotoxine in Innenräumen- aktuelle Ergebnisse aus der Vorstudie im Rahmen von GerES VI Forschungsprojekt Schimmel und biologische Schadstoffe in Innenräumen.....</b>	<b>125</b>
<i>Kerttu Valtanen und Carmen Kroczek.....</i>	<i>125</i>
<b>Forschung und Praxis – Mykotoxine in Innenräumen: Spin-Off aus der GerES VI Vorstudie in die Praxis .....</b>	<b>129</b>
<i>Carmen Kroczek.....</i>	<i>129</i>
<b>Schimmelstrukturen in porösen Baustoffen .....</b>	<b>138</b>
<i>Christoph Trautmann.....</i>	<i>138</i>
<b>VI. Innenraumhygiene und pandemische Geschehen .....</b>	<b>153</b>
<b>Prüfung von Luftreinigern mit Ersatzpartikeln für Viren und ausgeatmeten Tröpfchen unter Labor- und Realbedingungen .....</b>	<b>154</b>
<i>Stefan Schumacher, Anna Caspari, Arantxa Banda Sanchez, Katharina Staack und Christof Asbach .....</i>	<i>154</i>
<b>Stellungnahmen des Umweltbundesamtes zur Prävention von SARS-CoV-2-Übertragungen in Innenräumen und Hinweise zur Vermeidung von Schimmel in Innenräumen im Zusammenhang mit geplanten winterlichen Raumtemperaturabsenkungen .....</b>	<b>166</b>
<i>Anja Daniels und Wolfram Birmili.....</i>	<i>166</i>
<b>Nutzung von Begegnungsräumen in Pandemiezeiten: Risikobewertungen anhand des relativen Infektionsrisikos .....</b>	<b>169</b>
<i>Sabine Weber-Thumulla und Jörg Thumulla.....</i>	<i>169</i>
<b>VII. Fallbeispiele aus der Praxis.....</b>	<b>189</b>
<b>Fallbeispiel: Raumluftbelastung durch Aldehyde, Ketone und 1,2-Dichlorethan - Vergleichsmessungen von organischen Säuren auf Tenax- und Silicagel-Sammelröhrchen.....</b>	<b>190</b>
<i>Florian Weese .....</i>	<i>190</i>
<b>Radonmessungen an Arbeitsplätzen; eine erste Bewertung.....</b>	<b>205</b>
<i>Jan Gottwald .....</i>	<i>205</i>
<b>VIII. Verzeichnis der Autoren .....</b>	<b>218</b>

# Vorwort

Der 13. AGÖF-Fachkongress „*Umwelt, Gebäude & Gesundheit*“ fand wieder in Hallstadt bei Bamberg statt. In gewohnter Tradition wurden viele interessante Neuigkeiten und Aspekte aus Forschung und Entwicklung in den Bereichen Innenraumschadstoffe, Raumluftqualität, schadstoffarmes Bauen, Gerüche und Schimmelpilze vorgestellt und diskutiert. Die Schwerpunkte dieses Kongresses lagen in den Bereichen „*Innenraumhygiene*“ sowie „*Asbest und Arbeitsschutz*“.

Der erste Beitrag des Tagungsband „*Lüftung in Innenräumen und Energieeffizienz*“ beleuchtet wie in Gebäuden, mit Blick auf Energieeinsparungen, ein hygienisches Raumklima durch einen erforderlichen Mindestluftwechsel sichergestellt werden kann.

Der AGÖF-Arbeitskreis „*Gerüche*“ *berichtete von dem in Überarbeitung befindlichen AGÖF-Leitfaden "Gerüche in Innenräumen - sensorische Bestimmung und Bewertung" (AGÖF-Geruchsleitfaden)*. In der Praxis haben sich die im Geruchsleitfaden vorgeschlagenen Methoden der Geruchsprüfungen als wertvolles Instrument der Innenraumdiagnostik von Geruchsauffälligkeiten erwiesen. Erstmals wird der Entwurf eines innenraumbezogenen Geruchsrades oder -schlüssels vorgestellt, der neben einer einheitlichen Begriffsdefinition zur Geruchscharakterisierung auch Hinweise zu potentiellen Geruchsquellen und Ursachen bieten soll. Ferner wird neben der Einführung eines erweiterten Beurteilungskonzeptes durch das „Konsens-Verfahren“ auch ein praxisgerechtes Schulungs- und Fortbildungskonzept Thema „*Gerüche*“ vorgestellt.

Das Schwerpunkthema „*Asbest in Gebäuden*“ betrifft vor allem die Veröffentlichung der neuen VDI 6202 Blatt 3. Neben aktuellen Problemen der Bewertung von Asbest in Spachtelmassen und Putzen wird die Asbestanalytik kritisch hinterfragt. Zudem wird ein Positionspapier vorgestellt, welches sich dem Thema des geogenen Asbests und einer damit verbundenen Handlungsempfehlung zur einheitlichen Einstufung und Bewertung auseinandersetzt. In der aktuellen Asbestdiskussion entstand die Erkenntnis, dass eine tätigkeits- bzw. materialbezogene AGÖF-Asbestdatenbank aus dem Pool von anlassbezogenen Asbestraumluftergebnissen für zukünftige Bewertungen hilfreich wäre. Die AGÖF stellte auf dem Kongress ihr neues Datenbankprojekt vor. Weitere und immer aktuelle Informationen hierzu finden Sie auf unserer Homepage [www.agoef.de](http://www.agoef.de).

Das Thema „*Schimmelpilze in Innenräumen*“ stellt einen eigenen Schwerpunkt dar. Die Beiträge des Germanischen Nationalmuseums Nürnberg beleuchten den Umgang mit Schimmelpilzen als Gefahrstoffe in Archiven und Depots. Es werden hierzu die Erkenntnisse aus dem GERES-Projekt des Umweltbundesamtes präsentiert. Abgerundet wird der Themenblock durch Beiträge zu den Möglichkeiten mobiler Schimmelpilzdetektionssystem zur Erkundung vor Ort und zur Morphologie von Schimmelbefall in porösen Baustoffen.

Nicht fehlen darf die „*Innenraumhygiene und pandemisches Geschehen*“. Die Beiträge stellen ein Verfahren zur Prüfung von Luftreinigern unter Labor- und Realbedingungen sowie ein Verfahren zur Berechnung relativer Infektionsrisiken für die Nutzung von Groß- und Begegnungsräumen vor.

Wie gewohnt finden sich interessante Fallbeispielen aus der Praxis zu Schadstoffen in Innenräumen.

Wir freuen uns außerordentlich, Ihnen wieder ein spannendes und breit gefächertes Spektrum an Fachbeiträgen bieten zu können. Erstmals findet der Fachkongress in hybrider Form, mit der Möglichkeit der Online- und Präsenzteilnahme, statt. Wir bedanken uns bei allen Akteuren\_innen, die an der Gestaltung des Kongresses mitgewirkt haben.

Besonderer Dank gilt dem AGÖF-Kongressbüro in Fürth und den ehrenamtlich tätigen Mitgliedern des wissenschaftlichen Beirats. Das inhaltliche Programm kann in dieser Bandbreite nur durch den Input und den interdisziplinären Austausch der Mitgliedsinstitute der AGÖF und der beteiligten Gastreferenten\_innen angeboten werden.

Wir nutzen die Gelegenheit, uns in diesem Vorwort ganz herzlich für die langjährige Zusammenarbeit mit Frau Marlies Ante zu bedanken, die seit dem Jahr 1997 die Belange der AGÖF sowie die Öffentlichkeitsarbeit durch die Führung der Geschäftsstelle außerordentlich mitgeprägt hat. Begrüßen möchten wir an dieser Stelle ebenfalls ganz herzlich Frau Sabine Weber-Thumulla, die seit Oktober 2022 die Leitung am neuen Sitz der Geschäftsstelle in Fürth übernommen hat.

*Elke Bruns-Tober, Dr. Sonja Pfeil, Dr. Stefan Schimpf*  
*Vorstand der AGÖF*

## **V. Schimmelpilze in Innenräumen**

# Hinweis - Einlegeblatt für Tagungsband des 13. Fachkongresses der Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Forschungsinstitute (AGÖF) am 20. und 21. Oktober 2022 in Hallstadt bei Bamberg

## Korrigendum zum Kongressbeitrag

Forschung und Praxis – Mykotoxine in Innenräumen- aktuelle Ergebnisse aus der Vorstudie im Rahmen von GerES VI Forschungsprojekt Schimmel und biologische Schadstoffe in Innenräumen

von Kerttu Valtanen und Carmen Kroczek  
S.125 -128 des Tagungsbandes, 13. AGÖF-Fachkongress 10/2022

Der o.g. Beitrag ist eine Zusammenfassung wesentlicher Ergebnisse zu der vom Umweltbundesamt in Auftrag gegebenen Vorstudie im Rahmen des GerES VI Forschungsprojektes Schimmel und biologische Schadstoffe in Innenräumen.

Die dargestellten Ergebnisse wurden zuvor auf der 25. Pilztagung vom Berufsverband Deutscher Baubiologen VDB e.V. und dem Bundesverband Schimmelpilzsanierung BSS e.V. publiziert und werden als Literaturquelle [4] im o.g. Beitrag zitiert. Versehentlich fehlen die Hinweise auf diese primäre Literaturquelle in den einzelnen Kapiteln II - IV.

Die im Bericht unter Kapitel III dargestellten Ergebnisse zu den Mykotoxinanalysen sind durch die Arbeitsgruppe Prof. Manfred Gareis erarbeitet worden. Im Literaturverzeichnis ist die Ergänzung „[6] Gareis, Manfred (2022) persönliche Mitteilung“ hinzuzufügen.

In der Druckvariante des genannten Kongressbeitrages wurde versehentlich die Liste der Projektpartner, die in der Vortragspräsentation von Dr. Kerttu Valtanen als Vertreterin des Umweltbundesamtes enthalten war, nicht eingefügt.

Die Autorinnen bitten dies zu entschuldigen.

Die Autorinnen möchten darauf hinweisen, dass Sie als Berichterstatterinnen des Umweltbundesamtes handeln, in dessen Auftrag der BSS e.V. das Projekt geleitet hat und die Forschungsergebnisse durch folgende Projektpartner erarbeitet wurden:

Projektpartner	Beteiligte	Arbeitspakete
IPA Bochum	Prof. Dr. Monika Raulf Margrietje Böing Verena Liebers	Analyse von Immunmodulatoren, Endotoxinanalytik
LMU München	Prof. Dr. Dr. habil Manfred Gareis PD Dr. Christoph Gottschalk	Mykotoxinanalytik, Zytotoxizitätstest, Endotoxinanalytik
domatec GmbH	Prof. Dr. Dr. habil Manfred Gareis Jes Johannsen Robert Priller	Mykotoxinanalytik, Endotoxinanalytik
Umweltmykologie GmbH	Dr. Christoph Trautmann	Staubsiebung, Bestimmung Gesamtsporen, KBE, Gesamtzellen, Biochemische Aktivität
Schimmelspürhundeteams	Birgit Kolek Heike Mehlhorn	Objektbegehungen
Sachverständige	Stefan Betz Dirk Günther Dr. Carmen Kroczek Dr. Wolfgang Lorenz Uwe Münzenberg	Objektbegehungen
infid	Dr. Wolfgang Lorenz Ulrike Stärker Barbara Roßkothen	Projektverwaltung, Probenerfassung und Versand
BSS e.V.	Dr. Wolfgang Lorenz Dr. Carmen Kroczek	Projektleitung Auftragnehmer
UBA	Dr. Regine Szewzyk Dr. Kerttu Valtanen	Projektleitung Auftraggeber

Um zu verdeutlichen, dass alle Projektpartner an der Vorstudie beteiligt waren, wird die Liste der Autorinnen und Autoren wie folgt um die Projektpartner erweitert und der Beitrag ist wie folgt zu zitieren:

Kerttu Valtanen, Carmen Kroczek, Manfred Gareis, Christoph Gottschalk, Jes Johannsen, Robert Priller, Christoph Trautmann, Birgit Kolek, Heike Mehlhorn, Uwe Münzenberg, Wolfgang Lorenz, Stefan Betz, Forschung und Praxis – Mykotoxine in Innenräumen - aktuelle Ergebnisse aus der Vorstudie im Rahmen von GerES VI - Forschungsprojekt Schimmel und biologische Schadstoffe in Innenräumen, S.125 -128 des Tagungsbandes, 13. AGÖF-Fachkongress 20./21.10.2022

# Forschung und Praxis – Mykotoxine in Innenräumen- aktuelle Ergebnisse aus der Vorstudie im Rahmen von GerES VI Forschungsprojekt Schimmel und biologische Schadstoffe in Innenräumen

~~Kerttu Valtanen und Carmen Kroczek~~

zu zitierende Autoren  
siehe Einleger:  
Kerttu Valtanen,  
Carmen Kroczek,  
Manfred Gareis,  
Christoph Gottschalk,  
Jes Johannsen,  
Robert Priller,  
Christoph Trautmann,  
Birgit Kolek,  
Heike Mehlhorn,  
Uwe Münzenberg,  
Wolfgang Lorenz,  
Stefan Betz

## I. Einleitung

Der Schutz der Bevölkerung vor biogenen Belastungen in Innenraum setzt voraus, dass Beeinträchtigungen der Gesundheit sowie gesundheitlich problematische Umweltfaktoren rechtzeitig erkannt und dokumentiert werden und erforderliche Verminderungsstrategien zur Verhinderung von Erkrankungen eingeleitet werden.

Epidemiologische Studien haben hinreichend gezeigt, dass Menschen, die Feuchte/Schimmel in Innenräumen ausgesetzt sind, einem erhöhten Risiko vielfältiger Atemwegserkrankungen unterliegen, unter anderem der Entwicklung und Verschlimmerung von Asthma, allergischer Rhinitis, Atemwegsinfektionen, Symptomen wie Husten, keuchende Atemgeräusche und Atemnot (WHO, 2009; Kanchongkittiphon et al., 2015)<sup>5</sup>.

Das Problem ist, dass in den bisherigen Studien bislang nur Hinweise auf mögliche Dosis-Wirkungsbeziehung zwischen bei Schimmelbefall gemessenen Parametern und gesundheitlichen Auswirkungen festgestellt wurden. Ein Grund dafür ist die Komplexität der bei Schimmelbefall auftretenden Bioaerosole mit vielen unterschiedlichen biogenen Partikeln und Substanzen (z. B. Schimmelpilze, Bakterien, Endotoxine, Mykotoxine), die auch synergistische Wirkungen haben können (AWMF-Leitlinie, 2016 derzeit in Überarbeitung).

Weitere Probleme der bisherigen Studien sind die Inkonsistenz der Messmethoden und die Erfassung einer Exposition. Häufig wird die Exposition durch Befragung der Raumnutzer zu sichtbarem Schimmel, sichtbare Anzeichen von Wasserschäden, Feuchte oder Schimmelgeruch definiert. Weil schätzungsweise die Hälfte der Schimmelschäden nicht sichtbar in den Gebäudekonstruktionen liegen (Szewzyk, 2010), wird die tatsächliche Schimmelexposition häufig unterschätzt. Darüber hinaus erschwert die Variabilität der angewendeten Untersuchungsmethoden der bei Schimmelbefall auftretenden Bioaerosole den Vergleich der Studien. Auch fehlen bisher Referenzwerte der verschiedenen Messparameter der bei Schimmelbefall auftretenden Bioaerosole.

## II. Zielsetzung und Gegenstand der Vorstudie zur GerES VI

Mit der 6. Deutschen Umweltstudie zur Gesundheit (GerES VI) werden die Umweltbelastungen der erwachsenen Bevölkerung in Deutschland untersucht.

---

<sup>5</sup> nach WHO-Guidelines for Indoor Air Quality: Dampness and Mould, 2009, ergänzt durch Kanchongkittiphon et al., 2015: Indoor Environmental Exposures and Exacerbation of Asthma: An Update to the 2000 Review by the Institute of Medicine, *Env. Health Perspectives* 123: 6–20

Neben der Erfassung von Schimmelbefall in den deutschen Wohnungen sollen auch wirkungsbezogene Untersuchungen zum gesundheitlichen, insbesondere toxischen Potential von durch Schimmelbefall hervorgerufenen Bioaerosolen durchgeführt werden. Vor der eigentlichen Hauptstudie mit Start in 2023 erfolgte ein Vortest (Pilotphase) 2018, um die Durchführbarkeit der Studie zu prüfen. Durch den verzögerten Beginn der GerES VI Hauptstudie wurde zusätzlich eine erweiterte Vorstudie durchgeführt.

Die Vorstudie zum GerES VI Projekt hatte das Ziel Haushalte (Wohnungen und Büros) mit und ohne Schimmelbefall intensiv zu untersuchen.

Um Informationen über die Hintergrundbelastung in unbelasteten Wohnungen erhalten zu können und diese von Belastungssituationen in schimmelbefallenen Wohnungen abgrenzen zu können, muss Schimmelbefall (sichtbar oder verdeckt) sicher erkannt und dokumentiert werden. Hierzu wurden über die bisher in anderen Studien verwendeten Kategorisierungen hinaus, die Wohnungen und Büros sachverständig untersucht. Dafür wurde ein Untersuchungskatalog erarbeitet, der die Lokalisierung von verdeckten Schimmelschäden mithilfe von qualitätsgeprüften Schimmelspürhunden beinhaltet.

Die Haushalte mit Schimmelbefall wurden anhand des Umfangs der Schäden in definierte Schadensklassen eingeteilt (siehe Tabelle 1).

Tabelle 3 Definierte Schadensklassen bezüglich Schimmelbefall in der Vorstudie zu GerES VI

Schadens- klasse	Definition	Entspricht nach UBA Leitfaden Kategorie
0	<b>kein Schaden.</b> Es gab keine sichtbaren Schäden, keinen auffälligen Geruch, keine Anzeichen auf Feuchteschäden, keine bekannten Feuchteschäden, keine gesundheitlichen Probleme der Bewohner und keine Spürhundmarkierungen.	1
1	<b>kein Schaden</b> wie Schadensklasse 0, jedoch wurde das Objekt nicht mit einem Spürhund begangen	1
2	<b>Kleiner Schimmelbefall</b> mit < 20 cm <sup>2</sup> Ausdehnung (Summe aller Schäden eines Raumes), kein Tiefenbefall. Es handelt sich eher um lokal begrenzte Ereignisse, die man nicht als baulichen Schaden einstufen kann, wie z. B. Schimmel auf einer Silikondichtung der Dusche oder am Fenster, oder auf der Wand in der Laibung aufgrund von Gießwasser etc.	1
3	<b>mittlerer Schaden</b> mit 20 cm <sup>2</sup> bis < 0,5 m <sup>2</sup> , kein wesentlicher Tiefenbefall (Summe aller Schäden eines Raumes)	2
4	<b>Schäden</b> mit einer Ausdehnung > 0,5 m <sup>2</sup> oder mit deutlichem Tiefenbefall.	3
5	Es sind Schäden vorhanden, aber das Ausmaß konnte nicht festgestellt werden	keine Definition
6	Es gab keine Indikatoren für einen Schaden, jedoch markierte der Spürhund deutlich (Markierungen Kaffeemaschine, Spülkasten WC, etc. werden nicht als Markierungen eingestuft)	keine Definition

Schadensklasse	Definition	Entspricht nach UBA Leitfadens-Kategorie
7	<b>Sanierter Schaden</b> (Noch Kontamination?) Es wurde in den letzten 12 Monaten ein größerer Schimmelschaden saniert	keine Definition
8	keine Angaben	entfällt

Um die verschiedenen Probenahmetechniken auf Anwendbarkeit bei Studien zu untersuchen, wurden aus den Haushalten Proben mit unterschiedlichen Methoden gesammelt. Der Fokus hierbei lag auf der Verwendung von Staubproben.

Im nächsten Schritt wurden die Proben auf potentiell gesundheitlich relevante Bestandteile oder Wirkungen der Bioaerosolgemische insgesamt untersucht.

### III. Ergebnisse Mykotoxinanalysen

Insgesamt wurden 26 unterschiedliche Mykotoxine von verschiedenen mykogenen Toxinproduzenten u.a. der Gattungen *Aspergillus*, *Chaetomium*, *Penicillium* und *Stachybotrys* mittels HPLC/MS/MS in einem Analysenlauf erfasst. Dabei wurden unterschiedliche Probenarten (siehe Tabelle 2) untersucht. Die Nachweisgrenzen lagen für Staub- und Materialproben zwischen 0,004 ng/g und 5 ng/g. Die detaillierten Ergebnisse werden im Abschlussbericht veröffentlicht.

Tabelle 2 Übersicht über die auf 26 Mykotoxine untersuchten Probenarten/Matrices

Art der Probe	Anzahl	Anteil der Proben mit Mykotoxinnachweis	Toxinspektrum
Hausstaubproben aus „Haushalts-Staubsauger“	94	14,5 %	Stachybotrylactam, Roquefortin C, Ochratoxin A, Sterigmatocystin und Roridin L2
Flächensaugproben	63	19 %	Roquefortin C, Sterigmatocystin und Stachybotrylactam
Materialproben	87 **	56 %	Roquefortin C, Sterigmatocystin, Stachybotrylactam und fünf makrozyklische Trichothecene: Roridin E, Roridin L2, Satratoxin, F, Satratoxin G, Satratoxin H, Verrucaridin J
Innenraumluft	23 *	0 % Schadenklasse 0 7 % Schadenklasse 3 - 5 4 % Gesamt	makrozyklische Trichothecenen von <i>Stachybotrys chartarum</i> Chemotyp S und Stachybotrylactam ( <i>Stachybotrys</i> spp.)
Blindproben	20	0 %	

\* davon 9 Referenzproben mit Schadenklasse 0 und 14 Objekte mit Schadenklasse 3-5

\*\* Realproben mit Schimmelbefall

In knapp 90 % der Gipskartonproben mit Mykotoxinnachweis wurden gleichzeitig mehrere Toxine gefunden. In einigen Proben (Material- und Flächensaugproben) wurden einzelne Mykotoxine in Gehalten bis zu 300 mg/kg nachgewiesen (z.B. Roridin L2 90 mg/kg, Stachybotrylactam 306 mg/kg).

#### IV. Schlussfolgerungen

- Aus dem Forschungsprojekt sind einheitliche, qualitätsgesicherte Analyseverfahren von verschiedenen Probenarten hervorgegangen, die auf ihre Anwendung in der Praxis geprüft wurden
- Über das Mykotoxinprofil kann auf die verschiedenen Toxinbildner und damit die Präsenz bestimmter Schimmelpilzarten geschlossen werden, auch wenn ein mikroskopischer/kultureller Nachweis nicht mehr möglich ist.
- Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Hintergrundbelastung von Mykotoxinen im Staub aus schadensfreien Räumen unterhalb der Bestimmungsgrenzen der eingesetzten Verfahren liegt.
- Mykotoxine können in der Raumluft von Innenräumen nachgewiesen werden. Der Nachweis von Mykotoxinen in der Raumluft zeigt, dass mit einer inhalativen Exposition bei Schimmelschäden gerechnet werden muss.

#### Literaturverzeichnis

[1] WHO (eds.), 2009, Guidelines for indoor air quality: dampness and mould, World Health Organization Europe.

[2] Kanchongkittiphon et al., 2015: Indoor Environmental Exposures and Exacerbation of Asthma: An Update to the 2000 Review by the Institute of Medicine, *Env. Health Perspectives* 123: 6–20

[3] Wiesmüller G.A., Heinzow, B., Aurbach, U., Bergmann, K.-C., Bufe, A., Buzina, W., Cornely, O.A., Engelhart, S., Fischer, G., Gabrio, T., Heinz, W., Herr, C.E.W., Kleine-Tebbe, J., Klimek, L., Köberle, M., Lichtnecker, H., Lob-Corzilius, T., Merget, R., Mülleneisen, N., Nowak, D., Rabe, U., Raulf, M., Seidl, H.P., Steiß, J.-O., Szewzyk, R., Thomas, P., Valtanen, K. and J. Hurraß, 2017, 'Abridged version of the AWMF guideline for the medical clinical diagnostics of indoor mould exposure', *International Journal of Hygiene and Environmental* 26, pp. 168–193.

[4] W. Lorenz, M. Gareis, M. Raulf, C. Trautmann, K. Valtanen: Projekt im Rahmen der GerES VI - Deutsche Umweltstudie zur Gesundheit – Analyse der Belastung durch Schimmelbefall und biologische Schadstoffe von Innenräumen in Tagungsband zur 25. Pilztagung, gemeinsame Fachtagung für biogene Schadstoffe, veranstaltet vom Berufsverband Deutscher Baubiologen VDB e.V. und dem Bundesverband Schimmelpilzsanierung BSS e.V., Berufsverband Deutscher Baubiologen VDB e. V.2022

[5] Szewzyk, R., Becker, K., Hünken, A., Pick-Fuß, H. and M. Kolossa-Gehring, 2010, Kinder-Umwelt-Survey (KUS) 2003/06: Sensibilisierungen gegenüber Innenraumschimmelpilzen, German Environment Agency, Dessau-Roßlau.



## VIII. Verzeichnis der Autoren

**Asbach, Christof**, Institut für Energie- und Umwelttechnik (IUTA) e. V., Bliersheimer Straße 58 - 60, D-47229 Duisburg

**Banda Sanchez, Arantxa**, Institut für Energie- und Umwelttechnik (IUTA) e. V., Bliersheimer Straße 58 - 60, D-47229 Duisburg

**Birmili, Wolfram, Dr.**, Fachgebiet II 1.3 Innenraumhygiene, gesundheitsbezogene Umweltbelastungen, Corrensplatz 1, D-14195 Berlin

**Caspari, Anna**, Institut für Energie- und Umwelttechnik (IUTA) e. V., Bliersheimer Straße 58 - 60, D-47229 Duisburg

**Clemens-Ströwer, Martina, Dipl.-Ing.**, Sachverständigenbüro für Baubiologie, Berwicker Straße 28, D-59514 Welver

**Daniels, Anja**, Fachgebiet II 1.3 Innenraumhygiene, gesundheitsbezogene Umweltbelastungen, Corrensplatz 1, D-14195 Berlin

**Gottwald, Jan, Dipl.-Phys.**, ERGO Umweltinstitut GmbH, Lauensteiner Straße 42, D-01277 Dresden, [Gottwald@ergo-dresden.de](mailto:Gottwald@ergo-dresden.de)

**Holsten, Christian**, Geoval Informationstechnik GmbH

**Klapal, Lars, Dr.**, Sachverständigengesellschaft Richardson mbH, Husemannstraße 17, D-58452 Witten, [info@sv-richardson.de](mailto:info@sv-richardson.de)

**Köhler, Michael, Dipl.-Biologe**, BREMER UMWELTINSTITUT, Gesellschaft für Schadstoffanalysen und Begutachtung mbH, Fahrenheitstraße 1, D-28359 Bremen, [koehler@bremer-umweltinstitut.de](mailto:koehler@bremer-umweltinstitut.de)

**Kroczek, Carmen, Dr.**, anbus analytik GmbH, Mathildenstraße 48, D-90762 Fürth, [ck@anbus-analytik.de](mailto:ck@anbus-analytik.de)

**Kuebart, Frank, Dr.**, eco-INSTITUT GmbH, Schanzenstraße 6-20, D-51063 Köln

**Maraun, Wigbert, Dr.**, Labor für Innenraum-Diagnostik und Umweltanalytik, Krebsmühle 1, D-61440 Oberursel, [info@arguk.de](mailto:info@arguk.de)

**Mertens, Jutta**, BREMER UMWELTINSTITUT, Gesellschaft für Schadstoffanalysen und Begutachtung mbH, Fahrenheitstraße 1, D-28359 Bremen, [info@bremer-umweltinstitut.de](mailto:info@bremer-umweltinstitut.de)

**Müller, Sascha, Dr.**, GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH, Schelsenweg 24a, D-41238 Mönchengladbach, [Sascha.mueller@gba-group.de](mailto:Sascha.mueller@gba-group.de)

**Obeloer, Dominik, Dr.**, GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH, Schelsenweg 24a, D-41238 Mönchengladbach, [dominik.obeloer@gba-group.de](mailto:dominik.obeloer@gba-group.de)

**Pfeil, Sonja, Dr.**, Labor für Innenraum-Diagnostik und Umweltanalytik, Krebsmühle 1, D-61440 Oberursel, [info@arguk.de](mailto:info@arguk.de)

**Radzieowski, Mathis, Dr.**, Sachverständigengesellschaft Richardson mbH, Husemannstraße 17, D-58452 Witten, [info@sv-richardson.de](mailto:info@sv-richardson.de)

**Raquet, Markus, Dipl.-Rest. (FH)**, Germanisches Nationalmuseum Institut für Kunsttechnik und Konservierung (IKK), Restaurierung Musikinstrumente, Kartäusergasse 1, D-90402 Nürnberg

**Richardson, Nicole, Dipl.-Biol.**, Sachverständigengesellschaft Richardson mbH, Husemannstraße 17, D-58452 Witten, info@sv-richardson.de

**Ries, Gunnar, Dr.**, CRB Analyse Service GmbH, Bahnhofstraße 14, D-37181 Hardegsen, ries@crb-gmbh.de

**Sadat, Schamsi**, BREMER UMWELTINSTITUT, Gesellschaft für Schadstoffanalysen und Begutachtung mbH, Fahrenheitstraße 1, D-28359 Bremen

**Schimpf, Stefan, Dr.**, Beratungsbüro Dr. Stefan Schimpf, Böttcherkamp 16, D-22549 Hamburg, schimpf@liquala.de

**Schramm, Angela**, BREMER UMWELTINSTITUT, Gesellschaft für Schadstoffanalysen und Begutachtung mbH, Fahrenheitstraße 1, D-28359 Bremen

**Schumacher, Stefan, Dr.**, Institut für Energie- und Umwelttechnik (IUTA) e. V., Bliersheimer Straße 58 - 60, D-47229 Duisburg

**Siol, Antje**, Zentrum für Umweltforschung und nachhaltige Technologien (UFT) der Universität Bremen

**Staack, Katharina**, Institut für Energie- und Umwelttechnik (IUTA) e. V., Bliersheimer Straße 58 - 60, D-47229 Duisburg

**Thumulla, Jörg, Dipl.-Chem.**, anbus analytik GmbH, Mathildenstraße 48, D-90762 Fürth, jt@anbus-analytik.de

**Trautmann, Christoph, Dr.**, Umweltmykologie GmbH, Kelchstraße 21, D-22169 Berlin, mail@umweltmykologie.de

**Valtanen, Kerttu, Dr.**, Fachgebiet II 1.4, Mikrobiologische Risiken, Corrensplatz 1, D-14195 Berlin

**Weber-Thumulla, Sabine**, anbus analytik GmbH, Mathildenstraße 48, D-90762 Fürth, sw@anbus-analytik.de

**Weese, Florian**, ALAB GmbH, Wilsnacker Straße 15, D-10559 Berlin, info@alab-berlin.de

**Weis, Norbert, Dr.**, BREMER UMWELTINSTITUT, Gesellschaft für Schadstoffanalysen und Begutachtung mbH, Fahrenheitstraße 1, D-28359 Bremen

**Wolters-Rosbach, Meike, Dipl.-Rest. (FH)**, Germanisches Nationalmuseum Institut für Kunsttechnik und Konservierung (IKK), Restaurierung Musikinstrumente, Kartäusergasse 1, D-90402 Nürnberg



