

Vorkommen und gesundheitliche/allergologische Relevanz von Schimmelpilzen aus Sicht der Umweltmedizin*

T. Gabrio und U. Weidner

Landesgesundheitsamt Baden-Württemberg im Regierungspräsidium Stuttgart (LGA)

Schlüsselwörter

Schimmelpilze – Innenraum – Allergie und Atemwegserkrankungen – Sensibilisierung – Risikoabschätzung

Key words

mould – indoor – allergy and respiratory diseases – sensitization – risk assessment

Vorkommen und gesundheitliche/allergologische Relevanz von Schimmelpilzen aus Sicht der Umweltmedizin

Allergische Haut- und Atemwegserkrankungen treten in den hochentwickelten Industriestaaten mit verstärkter Häufigkeit auf. In diesem Zusammenhang wird immer wieder diskutiert, welche Bedeutung diesbezüglich dem Schimmelpilzbefall in Innenräumen aufgrund eines Feuchtschadens zukommt. Innerhalb des vom LGA bearbeiteten Projekts "Beobachtungsgesundheitsämter Baden-Württemberg" wurden Kinder der 4. Klasse auf ihre Sensibilisierung gegenüber der Schimmelpilzmischung mx1 (*Penicillium chrysogenum* m1, *Cladosporium herbarum* m2, *Aspergillus fumigatus* m3 und *Alternaria alternata* m6) untersucht. Ca. 5% der Kinder waren gegenüber diesen vor allem außenluftassoziierten Schimmelpilzen sensibilisiert, insbesondere gegenüber *Alternaria alternata*. Auch bezüglich der Konzentration der spezifischen IgE (kU/l) lag *Alternaria alternata* am höchsten. In der Regel waren die gegenüber den Schimmelpilzen sensibilisierten Kinder polysensibilisiert. Es ist unklar, ob bei der Testung gegenüber der Schimmelpilzmischung mx1 durch Kreuzreaktion auch die Schimmelpilze mit einer Indikation für Feuchtigkeit in Innenräumen miterfasst werden (*Acremonium* spp., *Aspergillus penicillioides*, *Aspergillus restrictus*, *Aspergillus versicolor*, *Chaetomium* spp., *Phialophora* spp., *Stachybotrys chartarum*, *Tritirachium (Engyodontium) album* und *Trichoderma* spp.). Deshalb erlauben solche Untersuchungen keine Aussage über die durch einen Schimmelpilzbefall im Innenraum ausgelösten gesundheitlichen Beschwerden. Beim jetzigen Stand des Wissens ist es nicht möglich, die Exposition gegenüber Schimmelpilzen im Innenraumbereich zu messen, günstigstenfalls sind halbquantitative Abschätzungen möglich. Obwohl allgemein unumstritten ist, dass feuchte, verschimmelte Wohnungen eine gesundheitliche Gefährdung darstellen, ist das Wissen über den Zusammenhang zwischen einem vorliegenden Schimmelpilzbefall und den dadurch bedingten gesundheitlichen Beschwerden gering.

Occurrence and hygienic/allergological relevance of mould from point of view of the environmental medicine

Allergic skin and respiratory diseases range among the most frequent afflictions in industrialized countries. Due to this fact the importance of indoor mould pollution based on dampness is discussed. In a sentinel health study of the State Health Agency (LGA) children attending Class 4 of a primary school were tested by an in-vitro allergy screening (UniCap 100/Phadia) for the mould allergens mx1 (*Penicillium chrysogenum* m1, *Cladosporium herbarum* m2, *Aspergillus fumigatus* m3 und *Alternaria alternata* m6). Primarily about 5% of the children were sensitized against mould which are associated with the ambient air. The investigations showed that most of the children were sensitized against *Alternaria alternata* and concerning the IgE-concentration (kU/l) *Alternaria alternata* had the highest concentration among the tested allergens. Commonly children with sensitization against mould were polysensitized. It is unclear if the allergy screening against mould mx1 includes mould with indication for indoor mould pollution such as *Acremonium* spp., *Aspergillus penicillioides*, *Aspergillus restrictus*, *Aspergillus versicolor*, *Chaetomium* spp., *Phialophora* spp., *Stachybotrys chartarum*, *Tritirachium (Engyodontium) album* und *Trichoderma* spp. by means of crossreaction. Therefore such investigations do not admit any conclusion about health problems as a result of indoor mould pollution. At the present state of knowledge the exposure measurements of indoor mould pollutions are not possible, at most a semi-quantitative assessment. Although it is generally accepted that dwellings with moisture and mould represent a health risk, knowledge about indoor mould pollution and the related health problems is lacking.

* Nach einem Vortrag anlässlich des 4. Gemeinsamen Deutschen Allergie-Kongresses, Berlin, 3.-6. September 2009.

Einleitung

In den hochentwickelten Industriestaaten kommt allergischen Haut- und Atemwegserkrankungen eine große Bedeutung zu. Aus vielerlei Gründen spielen diesbezüglich Feuchte-/Schimmelpilzschäden in Deutschland eine immer größere Rolle. Dies ist eine Erfahrung, die sowohl im öffentlichen Gesundheitsdienst als auch bei Verbraucherzentralen, Laboren, Wohnungsinspektoren, Handwerkern usw. wahrgenommen wird. Bis Anfang der 90er Jahre wurde in der allgemeinen Öffentlichkeit das von Formaldehyd, von polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen wie zum Beispiel in Parkettklebern, von Pentachlorphenol in Holzschutzmitteln oder das von polychloriertem Biphenylen in Weichmachern ausgehende "chemische Risiko" als besonders hoch eingeschätzt. Heute dagegen wird das biologische Risiko und besonders jenes, das bei einem Schimmelpilzbefall in einer Wohnung, im Kindergarten, in der Schule, am Arbeitsplatz usw. auftritt, als besonders kritisch eingeschätzt. Es gibt einige objektive Gründe dafür anzunehmen, dass es in den letzten Jahren zu einem verstärkten Schimmelpilzbefall in Innenräumen gekommen ist, obwohl diese Annahme aufgrund der dazu fehlenden Daten nicht belegt werden kann. Wobei bisher auch noch nicht schlüssig feststeht, an welchem Parameter das Vorliegen und die Relevanz eines Feuchte-/Schimmelpilzschadens festgemacht werden sollte. Seitens des Umweltbundesamtes [1, 2] und des Landesgesundheitsamtes Baden-Württemberg [3, 4] gibt es zwar Kriterien, die eine Eingruppierung eines sichtbaren Schimmelpilzschadens aufgrund dessen Größe erlauben, aber bei verdeckten Schäden sind diese Kriterien nicht anwendbar. Diese Kriterien lassen weder Rückschlüsse auf die Exposition der Betroffenen in dem Raum noch auf die gesundheitlichen Risiken zu.

Folgende Entwicklungen können unter anderem Ursache für die Zunahme von Feuchte-/Schimmelpilzschäden sein:

- die immer dichter werdende Bausubstanz aufgrund von Energieeinsparung,
- falsch verstandenes Energiesparbewusstsein, zum Beispiel Heizen nur bei Anwesenheit in der Wohnung,
- Einbau neuer Fenster ohne gleichzeitige Wärmedämmung der gesamten Bauhülle,
- Zunahme von Baumängeln aufgrund der immer komplizierter werdenden Bauten, der immer schnelleren Bauausführung sowie des zunehmenden Kostendrucks,
- Zunahme von mangelhafter Bausubstanz insbesondere bei Kindergärten und Schulen, aber auch in der Wohnungswirtschaft aufgrund unzureichender Instandsetzung,
- Zunahme von Extremwetterlagen wie Starkregenfälle aufgrund des Klimawandels,
- stärkere Feuchtebelastung von Innenräumen aufgrund der Änderung des Nutzungsverhaltens der Bewohner,
- keine Weitergabe der generationenübergreifenden Kenntnisse eines sachgerechten Nutzungsverhaltens (Lüftungs- und Heizungsverhalten, der Art der Möblierung usw.),
- schwindende finanzielle Voraussetzungen für ein sachgerechtes Heizungs- und Nutzungsverhalten.

Neben der sehr wahrscheinlichen objektiven Zunahme von Feuchte-/Schimmelpilzschäden in Innenräumen spielt in der öffentlichen Meinungsbildung auch die Tatsache eine große Rolle, dass das Thema "Schimmelpilzbefall in Innenräumen" in den Medien meist mit dem Tenor einer großen Gefährdung verstärkt dargestellt wird und von einigen Laboren und Firmen, aber leider auch von Ärzten, ein Geschäft mit der Angst betrieben wird. Betroffene werden häufig aufgrund des gegenwärtig noch unzureichenden Wissens zu Fragen von Schimmelpilzen und Gesundheit verunsichert. Es ist eine allgemeine Erfahrung, dass ein Risiko, bei dem der wissenschaftliche Kenntnisstand gering ist, als besonders hoch angesehen wird.

Im Landesgesundheitsamt Baden-Württemberg im Regierungspräsidium Stuttgart (LGA) wird seit 1992 innerhalb des Projekts "Beobachtungsgesundheitsämter" der Allergiestatus von Kindern der 4. Klasse mittels eines In-vitro-Allergie-Screenings und Fragebogenangaben erfasst [5, 6]. Über den Elternfragebogen wurden Angaben zum Alter, zum Lebensumfeld, zu Atemwegserkrankungen, zu Allergien usw. der Kinder erhoben. Die Auswertung der Fragebogenangaben der Eltern legte nahe, dass ein Zusammenhang zwischen dem Vorhandensein von Schimmelpilzbefall und Allergien sowie Atemwegser-

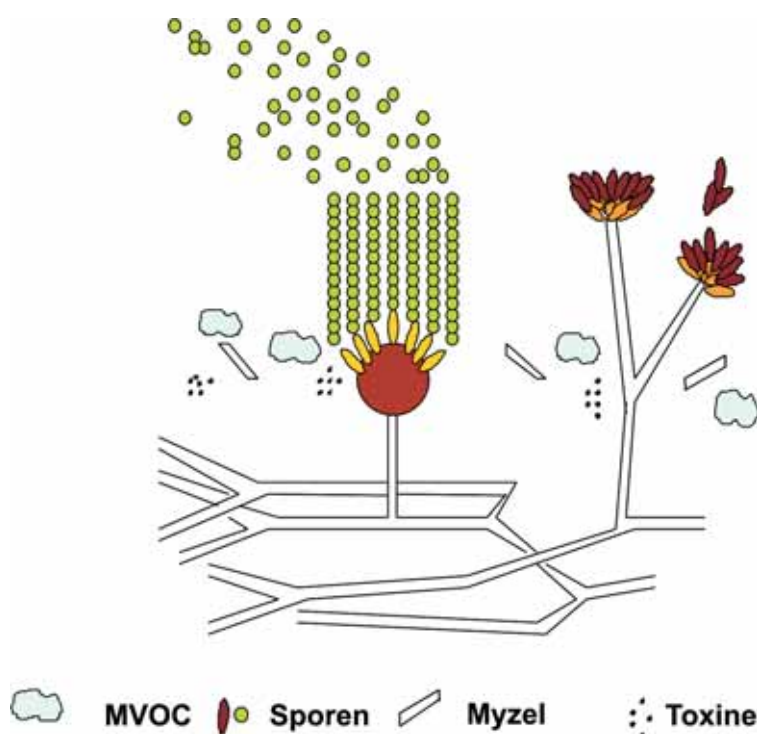


Abb. 1. Schema von 2 Schimmelpilzarten.

krankungen zu bestehen scheint. Aus diesem Grunde wurde seit dem Untersuchungsabschnitt 1997/98 mittels des In-vitro-Allergie-Screenings auch eine Sensibilisierung gegenüber Schimmelpilzen getestet. In dieser Zeit wurde auch das mykologische Labor im LGA etabliert.

Eigenschaften und Vorkommen von Schimmelpilzen

Schimmelpilze gehören zum Reich der Eukaryonten. Sie übernehmen in der Biosphäre die wichtige Funktion der Verrottung von organischem Material. Es gibt wahrscheinlich über 100.000 unterschiedliche Schimmelpilzarten. Bei ca. 5% des biologischen Materials der Erde handelt es sich um Schimmelpilze. Die entscheidende Lebensvoraussetzung für Schimmelpilze stellt Feuchte dar. Bezüglich des Nährstoffangebots sind Schimmelpilze sehr anspruchslos. Je nach Art der Schimmelpilze können diese unter 0 °C, aber auch über 37 °C wachsen. Liegt ein Schimmelpilzbefall vor, ist davon auszugehen, dass sich in der Umgebungsluft

Schimmelpilzsporen, Myzelbruchstücke, Toxine und MVOC (Microbial volatile organic compounds) befinden (Abb. 1). Daneben ist bei Vorliegen eines Feuchte- bzw. Schimmelpilzschadens auch immer mit dem Vorkommen sowohl von Bakterien, insbesondere von Aktinomyzeten, als auch von Stoffwechselprodukten und Zellbestandteilen wie zum Beispiel Endotoxine, β -Glukane und von Bruchstücken der Schimmelpilzsporen oder Bakterien zu rechnen. Mit dem Wachstum von Schimmelpilzen geht auch häufig ein erhöhtes Vorhandensein von Milben und Amöben einher. Liegt ein Feuchte- bzw. Schimmelpilzschaden vor, ist stets davon auszugehen, dass bei den betroffenen Personen eine Exposition gegenüber einer Vielzahl unterschiedlicher biologischer Stoffe vorliegt. Oft ist auch nicht bekannt, dass bestimmte gesundheitliche Wirkungen von Schimmelpilzen, wie zum Beispiel die toxische oder allergene Wirkung, sowohl von lebensfähigen als auch nicht mehr lebensfähigen Schimmelpilzsporen ausgehen können. Aus folgenden Gründen ist beim jetzigen Stand des Wissens eine Bestimmung der Schimmelpilzexposition nicht möglich [7]:

- Bisher ist unklar, von welchem der unterschiedlichen biologischen Stoffe bei einem Feuchte-/Schimmelpilzschaden die gesundheitlichen Wirkungen ausgehen.
- Bisher ist unsicher, welches Medium (Luft, Staub, Baumaterial usw.) zu einer relevanten Exposition des Menschen führt.
- Die in der Regel aus Gründen der Praktikabilität durchführbaren Kurzzeitmessungen sind nicht zu repräsentativ.

Schimmelpilze sind immer natürlicherweise in unserem Lebensumfeld vorhanden. In Mitteleuropa ist damit zu rechnen, dass in der Außenluft und in Innenräumen ca. 200 Schimmelpilzarten vorkommen können. Die verschiedenen Schimmelpilzarten sind meist mit speziellen Quellen assoziiert, wie zum Beispiel

- *Cladosporium herbarum*, *Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea* – Vegetation,
- *Aspergillus fumigatus* – Kompostierung, Verrottung von Pflanzenmaterial,
- viele *Penicillium*-Arten – verderbende Lebensmittel, Abfälle, Bioabfälle,

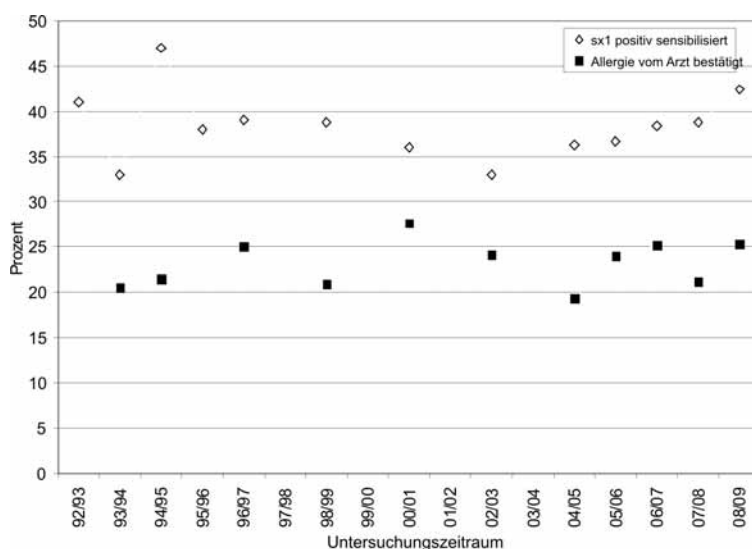


Abb. 2. Prozentualer Anteil des Untersuchungskollektivs Ravensburg in den Untersuchungsabschnitten 1992/93 – 2008/09 mit positivem sx1-Test und ärztlicher Bestätigung einer Allergie.

- *Stachybotrys chartarum*, *Acremonium* spp. – sehr feuchte, zellulosehaltige Baumaterialien,
- *Phialophora* spp., *Engyodontium album* – feuchter Putz,
- *Aspergillus penicillioides*, *Aspergillus restrictus*, *Eurotium* spp., *Wallemia sebi* – zellulosehaltige Materialien mit leicht erhöhter Feuchtigkeit,
- *Aspergillus versicolor*, *Chaetomium* spp., *Trichoderma* spp. – feuchte Bausubstanz,
- *Eurotium* spp. – feuchtes Leder (Schuhe usw.), Tierhaltung,
- *Wallemia sebi*, *Eurotium* spp. – Käfigtierhaltung mit Einstreu.

In der Außenluft sind, abhängig von der Vegetation, immer Schimmelpilze vorhanden. In Mitteleuropa liegt diese Schimmelpilzkonzentration der Außenluft im Winter bei ca. 100 kultivierbaren Schimmelpilzsporen pro m³, im Sommer kann sie bei mehreren Tausend liegen.

Bei Feuchteschäden in Innenräumen ist häufig mit einem Befall mit folgenden "Indikator"-Schimmelpilzarten zu rechnen: *Acremonium* spp., *Aspergillus penicillioides*, *Aspergillus restrictus*, *Aspergillus versicolor*, *Aureobasidium pullulans*, *Chaetomium* spp., *Phialophora* spp., *Stachybotrys chartarum*, *Tritirachium* (*Engyodontium*) *album* und *Trichoderma* spp.

Nachweis von Schimmelpilzen

Liegt ein sichtbarer Schimmelpilzbefall vor, ist es in der Regel nicht notwendig, die vorliegenden Schimmelpilzarten zu bestimmen. Ist noch unklar, ob es sich um einen Schimmelpilzbefall oder nur um eine Materialverfärbung handelt, ist die Untersuchung eines Klebefilmabrisspräparats zu empfehlen. Dazu werden von einem ca. 5 cm langen und transparenten Klebefilm ca. 2 cm leicht an die zu untersuchende Stelle gedrückt und wieder abgerissen. Unter dem Mikroskop können die vorliegenden Schimmelpilzarten aufgrund der morphologischen Strukturen identifiziert werden. Wird ein nicht sichtbarer Befall vermutet oder hält ein Arzt aufgrund gesundheitlicher Beschwerden bei einem Patienten eine Abschätzung der Exposition für notwendig, kann eine Luftkeimsammlung, Partikelauswertung und/oder die Untersuchung einer Materialprobe [7, 8] sinnvoll sein. Um solche Untersuchungen sachgerecht interpretieren zu können, sind die vorliegenden Schimmelpilze in der Regel bis zur Art zu bestimmen, da ihre gesundheitliche Wirkung und Assoziation zu bestimmten Quellen in der Regel spezifisch ist. Um die analytische Qualität umweltmykologischer Labore abzusichern, wurde am LGA der Ringversuch "Differenzierung von innenraum- und lebensmittelrelevanten Schimmelpilzen" etabliert [9, 10]. Die quantitative Bestimmung und der qualitative Nachweis entsprechender mikrobiologischer Parameter sind mit einem hohen Fehler behaftet und setzen eine besondere Qualifikation der untersuchenden Labore voraus. Die hierfür immer noch genutzte Sedimentationsmethode mittels Fangplatten ist dazu ungeeignet [11].

Gesundheitliche Wirkung von Schimmelpilzen

Als mögliche gesundheitliche Wirkungen durch Schimmelpilze werden folgende Symptome diskutiert:

- Sensibilisierungen und Allergien,
- irritative Wirkungen – Mucous Membrane Irritation (MMI),
- chronische Bronchitis,
- Infektionen,

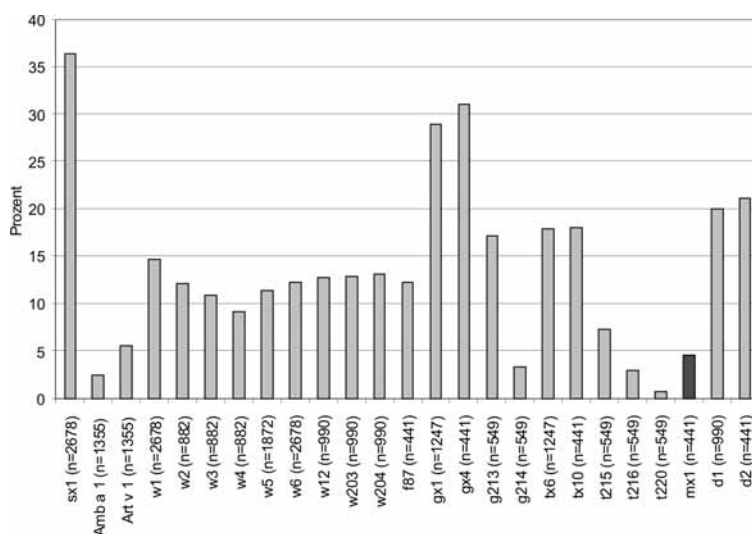


Abb. 3. Vergleich der Serumprävalenz gegenüber den geprüften Allergenen (in Klammer: Anzahl der untersuchten Proben) innerhalb des Projekts "BeobGa BW" im Untersuchungszeitraum 2004 – 2009: sx1 Mischallergen, Amb a 1 – Majorallergen der Ambrosia, Art v 1 – Majorallergen des Beifuß, w1 – Ambrosia artemisiifolia, w2 – Ambrosia psilostachya, w3 – Ambrosia trifida, w4 – *Franseria acanthi-carpa* (falsche Ambrosia), w5 – *Artemisia absinthium* (Wermut), w6 – *Artemisia vulgaris* (gewöhnlicher Beifuß), w12 – Goldrute, w203 – Raps, w204 – Sonnenblume, f87 – Melone, gx1 – Gräser/Frühhäher, gx4 – Gräser/Späthäher, tx6 – Bäume, tx10 – Bäume, g213 – rPhl p 1, rPhl p 5b (Mischung rekombinante Majorallergene von Lieschgras), t215 – rBet v 1 (rekombinantes Majorallergen von Birke), t216 – rBet v 2 (rekombinantes Profilin von Birke), t220 – rBet v 4 (rekombinantes Minorallergen von Birke, Ca-bindend), g214 – rPhl p 7, rPhl p 12 (Mischung rekombinante Panallergene von Lieschgras, CBP, Profilin), mx1 – Schimmelpilz (Mischung), d1 – *Dermatophagoides pteronyssinus* (Hausstaubmilben), d2 – *Dermatophagoides farinae* (Hausstaubmilben).

- allergische bronchopulmonale Aspergillose,
- Intoxikationen,
- Geruchsbelästigungen,
- Befindlichkeitsstörungen [7].

Von den genannten gesundheitlichen Wirkungen kommt der allergenen Wirkung von Schimmelpilzen die größte Bedeutung zu. Seit 1992 führt das LGA innerhalb des in Baden-Württemberg durchgeführten Projekts "Beobachtungsgesundheitsämter" bei Kindern der 4. Klasse mit einem Durchschnittsalter von 10 Jahren und einer relativ gleichverteilten Zusammensetzung zwischen Jungen und Mädchen ein In-vitro-Allergie-Screening durch.

Ursprünglich wurde jährlich, später 2-jährig, ein Belastungs- und Wirkungsmonitoring durchgeführt. Jeweils in den Wintermonaten wurde unter anderem mittels des In-vitro-Allergie-Screenings eine bestehende Sensibilisierung gegenüber häufigen Aeroallergenen mit den Mischallergenen des sx1-Tests untersucht. Das Atopie-Screening setzt sich zusammen aus *Dermatophagoides pteronyssinus* (d1), Katzenschuppen (e1), Hundeschuppen (e5), Lieschgras (g6), Roggen (g12), Birke (t3), Beifuß (w6) sowie *Cladosporium herbarum* (m2) (Phadiatop-Test der Firma Phadia AB, Uppsala, Schweden). In den vergangenen 17 Jahren konnte keine signifikante Zunahme der Sensibilisierung gegenüber diesem Test festgestellt werden. Im Untersuchungsgebiet Ravensburg lag die Sensibilisierung mit unregelmäßigen Schwankungen von Jahr zu Jahr zwischen 33% und 47%. Eine sehr geringfügige Zunahme wurde im Untersuchungszeitraum bezüglich der Fragebogenangabe der Eltern festgestellt, ob ein Arzt bei ihrem Kind eine Allergie bescheinigt hat (Abb. 2). Seit 1997/98 wurde in dem Projekt auch immer wieder eine Testung gegenüber Schimmelpilzallergenen durchgeführt. Die Testung erfolgte gegenüber dem Schimmelpilzmischallergen mx1 der Firma Phadia (*Penicillium chrysogenum* m1, *Cladosporium herbarum* m2, *Aspergillus fumigatus* m3 und *Alternaria alternata* m6) oder mx2 (*Penicillium chrysogenum* m1, *Cladosporium herbarum* m2, *Aspergillus fumigatus* m3, *Candida albicans* m5, *Alternaria alternata* m6 und *Helminthosporium halodes* m8).

Im Verhältnis zu vielen anderen Atemwegsallergenen war die Häufigkeit der Sensibilisierung gegenüber diesen Mischallergenen innerhalb des Forschungsprojekts "Ambrosia 2004 – 2009" [12] mit ca. 5% im Verhältnis zu anderen Allergenen relativ gering (Abb. 3). In anderen Untersuchungsabschnitten (Abb. 4) und in der Literatur [7] wurde eine ähnliche Häufigkeit der Sensibilisierung gegenüber "Schimmelpilzen" festgestellt. Aufgrund der für die Häufigkeit der Sensibilisierung doch geringen Probandenanzahl war die Häufigkeit der Sensibilisierung, bezogen auf die einzelnen Untersuchungsgebiete, nicht stetig. Bei der Interpretation dieser Ergebnisse ist außerdem zu beachten, dass mit der Testung auf *Penicillium chrysogenum*

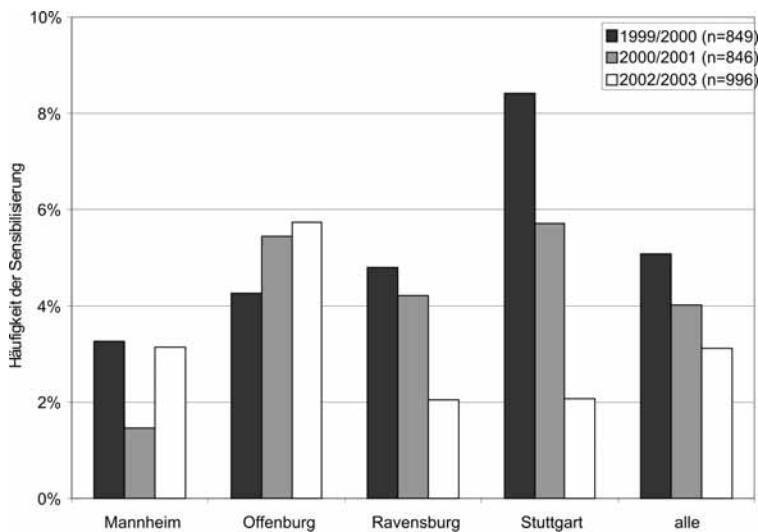


Abb. 4. Häufigkeit der Sensibilisierung gegenüber der Schimmelpilzmischung mx2 in 3 Untersuchungsabschnitten in dem Projekt "Beobachtungs-gesundheitsämter Baden-Württemberg".

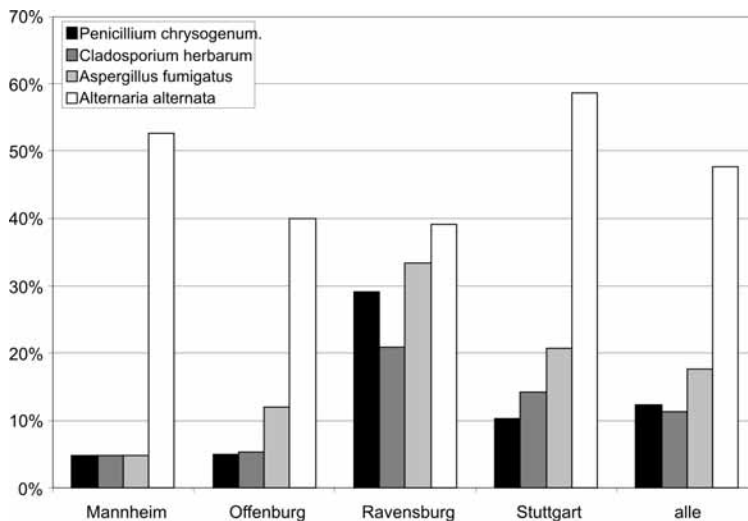


Abb. 5. Prozentualer Anteil der Probanden, die bei vorliegender Schimmelpilzsensibilisierung gegenüber mx2 auf Einzelallergene positiv reagieren (1999/2000).

m1, *Cladosporium herbarum* m2, *Aspergillus fumigatus* m3 und *Alternaria alternata* m6 auf Schimmelpilze getestet wurde, die mehr mit dem Außenbereich oder allgemeinen Hygieneproblemen assoziiert sind und weniger oder gar nichts mit dem Innenraumbereich zu tun haben. Die herkömmliche Allergiediagnostik lässt folglich keine Aussagen bezüglich der Fragestellung "Schimmelpilzbefall in Innenräumen" und auftretenden allergischen

Beschwerden zu. Es ist bisher nicht geklärt, inwieweit aufgrund von Kreuzreaktionen andere und, wenn ja, welche innenraumrelevanten Schimmelpilzarten bei der Testung auf die herkömmlichen Mischallergene miterfasst werden.

In dem Untersuchungsabschnitt 1999/2000 wurden die im In-vitro-Allergie-Screening-mx2-Test positiven Kinder auf ihre Sensibilisierung gegenüber den Einzelallergenen *Penicillium chrysogenum* m1, *Cladosporium herbarum* m2, *Aspergillus fumigatus* m3 und *Alternaria alternata* m6 getestet (Abb. 5). Die Untersuchungen ergaben, dass die Kinder mit Abstand am häufigsten gegenüber *Alternaria alternata* m6 sensibilisiert waren. Abbildung 6 zeigt, dass auch die spezifische IgE-Konzentration (kU/l) bei *Alternaria alternata* m6 am höchsten war. Auffällig ist auch, dass die spezifische IgE-Konzentration bei *Alternaria alternata* m6 höher lag als beim mx2-Test. In der Regel liegt, wie Abbildung 7 zeigt, bei den gegenüber Schimmelpilzen Sensibilisierten eine Polysensibilisierung vor. Abbildung 7 zeigt außerdem, dass bei den 2006/2007 untersuchten Kindern neben der Sensibilisierung gegenüber dem Schimmelpilzmix mx1 in der Regel auch eine Sensibilisierung gegenüber Kräuter-, Gräser- oder Baumpollen bzw. gegenüber Milben vorlag.

Diskussion und Ausblick

Beim gegenwärtigen Stand des Wissens ist die allergene Gefährdung durch Schimmelpilze kaum exakt einzuschätzen, weil

- der Disposition des Betroffenen bezüglich der Ausprägung einer Allergie eine entscheidende Bedeutung zukommt,
- die Möglichkeiten der Diagnostik einer Schimmelpilzallergie insbesondere bei den innenraumrelevanten Schimmelpilzen bisher unzureichend sind,
- bisher unklar ist, welche innenraumrelevanten Schimmelpilze aufgrund von Kreuzreaktionen bei der Testung gegenüber den Allergenen des mx1 bzw. mx2 miterfasst werden,
- die Exposition gegenüber Schimmelpilzen im umweltmedizinischen Bereich günstigstenfalls nur abzuschätzen ist und bisher noch unklar ist, welchen "Schim-

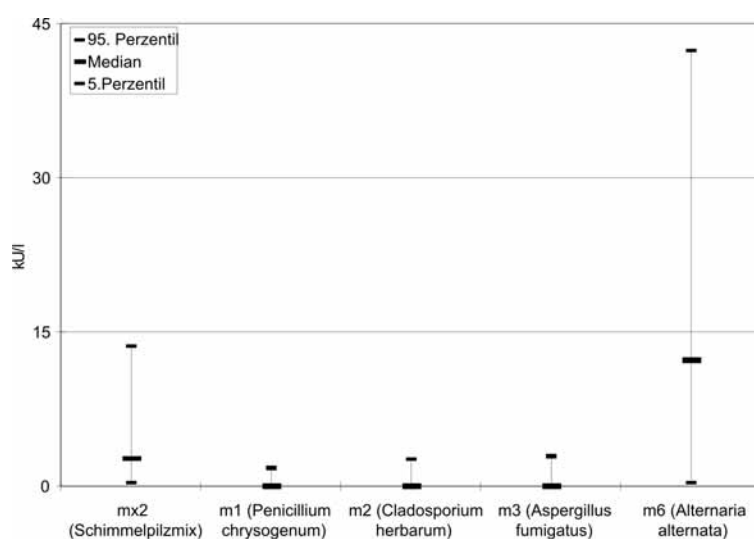


Abb. 6. Spezifische IgE-Konzentration in kU/l der gegenüber dem Schimmelpilzmix mx2 positiv sensibilisierten Kinder (1999/2000).

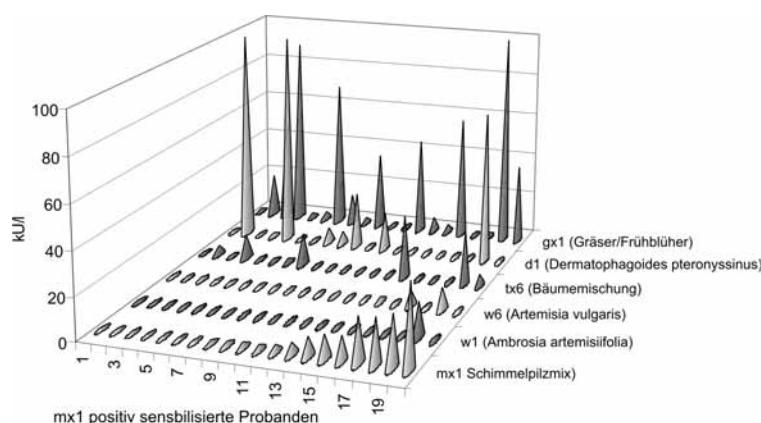


Abb. 7. Höhe der Sensibilisierung (kU/l) bei den gegenüber dem mx2-Test positiv sensibilisierten 20 Kindern (2006/2007).

Prädisposition	keine Allergie		Allergie ¹ ohne Schimmelpilzallergie	Allergie ¹ gegen Schimmelpilze	Allergie ¹ gegen spezifische Schimmelpilze
Schimmelpilze					
Schimmelpilze <u>ohne bekannte</u> sensibilisierende/allergisierende Wirkung					
Schimmelpilze <u>mit</u> sensibilisierender/allergisierender Wirkung z. B.: A. alternata, A. fumigatus, P. chrysogenum, Cladosporium spp.					

¹ Allergie: Die klinische Relevanz einer im Allergietest festgestellten Sensibilisierung muss nachgewiesen sein.

Abb. 8. Risikomatrix: Sensibilisierungs-/Allergisierungsgefährdung durch Schimmelpilze (je dunkler ein Kästchen ist, desto größer ist das mögliche gesundheitliche Risiko) [7, 13, 14].

melpilzkomponenten" in welchem Medium die entscheidende Relevanz zukommt:

- der Konzentration von kultivierbaren und nicht kultivierbaren Schimmelpilzsporen und Bakterien in der Luft, im Staub, in oder auf Baumaterialien,
- der Fläche befallenen Materials mit Schimmelpilzsporen und Bakterien,
- der Konzentration von Stoffwechselprodukten, Zellbestandteilen und Zellbruchstücken von Schimmelpilzsporen und Bakterien in der Luft bzw. im Staub,
- der relativen Feuchte der Luft bzw. von Bauteiloberflächen.

Von Wiesmüller und Mitarbeitern [7, 13, 14] wurde eine Risikomatrix (Abb. 8) erstellt, mit deren Hilfe die Sensibilisierungs-/Allergisierungsgefährdung durch Schimmelpilze abgeschätzt werden kann, wobei aber zu berücksichtigen ist, dass die diagnostischen Möglichkeiten bezüglich des Nachweises einer Schimmelpilzallergie gegenwärtig noch unzureichend sind.

Trotz der Vielzahl der noch offenen Fragen geht man gegenwärtig allgemein davon aus, dass feuchte, verschimmelte Räume ein gesundheitliches Risiko darstellen. Dem allergenen Potenzial der Schimmelpilze kommt diesbezüglich vermutlich die größte Bedeutung für die Allgemeinbevölkerung zu.

Literatur

- [1] Innenraumlufthygiene-Kommission des Umweltbundesamtes. Leitfaden zur Vorbeugung, Untersuchung, Bewertung und Sanierung von Schimmelpilzwachstum in Innenräumen. "Schimmelpilz-Leitfaden"; 2002.
- [2] Innenraumlufthygiene-Kommission des Umweltbundesamtes. Leitfaden zur Ursachensuche und Sanierung bei Schimmelpilzwachstum in Innenräumen. "Schimmelpilzsanierungs-Leitfaden"; 2005, <http://www.umweltbundesamt.org/fpdf-1/2951.pdf>.
- [3] Landesgesundheitsamt Baden-Württemberg Arbeitskreis "Qualitätssicherung – Schimmelpilze in Innenräumen". Schimmelpilze in Innenräumen – Nachweis, Bewertung, Qualitätsmanagement. Abgestimmtes Arbeitsergebnis des Arbeitskreises "Qualitätssicherung – Schimmelpilze in Innenräumen" am Landesgesundheitsamt Baden-Württemberg; 14.12.2001 (überarbeitet Dezember 2004).
- [4] Landesgesundheitsamt Baden-Württemberg. Handlungsempfehlung für die Sanierung von mit Schim-

- melpilzen befallenen Innenräumen. Neuauflage; Februar 2006.
- [5] *Piechotowski I, Krämer D, Kouros B, Wuthe J.* Beobachtungsgesundheitsämter – Ein neuer Ansatz zur Erhebung gesundheitsrelevanter Daten im Bereich des ÖGD. *Gesundh-Wes.* 1995; 57: 722-724.
 - [6] *Zöllner IK, Weiland SK, Piechotowski I, Gabrio T, von Mutius E, Link B, Pfaff G, Kouros B, Wuthe J.* No increase in the prevalence of asthma, allergies, and atopic sensitization among children in Germany: 1992 – 2001. *Thorax.* 2005; 60: 545-548.
 - [7] *Empfehlungen des Robert-Koch-Instituts.* Schimmelpilzbelastung in Innenräumen – Befunderhebung, gesundheitliche Bewertung und Maßnahmen. Mitteilung der Kommission “Methoden und Qualitätssicherung in der Umweltmedizin”. *Bundesgesundheitsbl – Gesundheitsforsch – Gesundheitsschutz.* 2007; 50: 1308-1323.
 - [8] *VDI 4300 Richtlinie Blatt 10.* Messen von Innenraumluftverunreinigungen – Messstrategie bei der Untersuchung von Schimmelpilzen im Innenraum 2008.
 - [9] *Seidl H-P, Gabrio T, Weidner U, Dill I, Fischer G, Grün L, Hoekstra E, Rabe R, Samson RA, Trautmann C.* Ringversuch “Innenraumrelevante Schimmelpilze”. *Bundesgesundheitsbl.* 2005; 48: 36-42.
 - [10] *Gabrio T, Dill I, Fischer G, Grün L, Rabe R, Samson R, Seidl H-P, Szewzyk R, Trautmann C, Warscheid T, Weidner U.* Ringversuch – Differenzierung von innenraumrelevanten Schimmelpilzen. *Allergologie.* 2003; 26: 95-102.
 - [11] *Gabrio T, Szewzyk R, Weidner U.* Grenzen der Anwendung von Sedimentationsplatten zum Nachweis von Schimmelpilzbelastungen in Innenräumen. *Gefahrstoffe/Reinhaltung der Luft.* 2006; 66: 378-382.
 - [12] *Alberternst B, Behrendt H, Gabrio T, Kaminski U.* Abschlussbericht – Forschungsprogramm, Herausforderung Klimawandel – Verbundprojekt Ambrosia-Pollen: Einfluss klimatischer Faktoren und ihrer bisherigen sowie erwarteten Änderung bezüglich der Zunahme von Sensibilisierungen am Beispiel von Ambrosia-Pollen. Stuttgart; 2009.
 - [13] *Wiesmüller GA, Dott W, Fischer G.* Mögliche gesundheitliche Wirkungen von Schimmelpilzen: Versuch einer umweltmedizinischen Risikoanalyse und -bewertung. *Umweltmed Forsch Prax.* 2005; 10: 426-427.
 - [14] *Wiesmüller GA, Dott W, Fischer G.* Health risk assessment of mould exposure. In: de Oliveira Fernandes E, Gameiro da Silva M, Rosado Pinto J (Hrsg). *Proceedings of healthy buildings 2006.* Vol. 1. Lissabon (Portugal): 325-328.

Dr. rer. nat. T. Gabrio

Landesgesundheitsamt Baden-Württemberg im

Regierungspräsidium Stuttgart

Nordbahnhofstraße 135

D-70191 Stuttgart

e-mail: thomas.gabrio@rps.bwl.de,

ursula.weidner@rps.bwl.de