

Schimmelpilze zwischen Hysterie und aktuellen klinischen Problemen

Hans Peter Seidl

Korrespondenzautor: Dr. Hans Peter Seidl, Lehrstuhl für Mikrobiologie sowie Dermatologische Klinik der Technischen Universität München, Biedersteinerstr. 29, 80802 München; E-Mail: seidlfamilie@t-online.de

Zusammenfassung

Beim Thema "Gesundheitsgefahren durch Schimmelpilze" wird der Verbraucher oder Patient häufig verunsichert durch Presseberichte sowie Informationen im Internet. Für Gutachter, Testanbieter, Umweltpapotheker, Labore, Sanierer, Autoren, Verlage und sonstige Anbieter sind "Schimmelpilze" ein wichtiger Markt, teilweise werden deshalb Ängste gezielt geschürt, auch mit wissenschaftlich nicht belegten Behauptungen. Das große Angebot im Internet an Schimmeltesten ist für den Kunden meist von geringem Wert, die Methoden sind aus wissenschaftlicher Sicht oft zweifelhaft. Den aus kommerziellen Gründen häufig überbetonten "Gesundheitsgefahren durch Schimmelpilze im Innenraum" stehen im klinischen Bereich bei Schimmelpilzinfektionen zahlreiche tatsächliche Probleme gegenüber: die oft komplexe kulturelle, serologische sowie molekularbiologische Diagnostik von Schimmelpilzinfektionen, methodische Probleme bei der Resistenztestung und eingeschränkte Therapiemöglichkeiten.

Schlagwörter: Schimmelpilze, Innenraum, Mykosen, Schimmelpilzdiagnostik, Antimykotika

Das Thema "Schimmel" und mögliche Gesundheitsgefahren durch Schimmelpilze nimmt in der öffentlichen Wahrnehmung einen breiten Raum ein. Deshalb ist auch nicht verwunderlich, dass ein Klick im Internet bei "google" ca.

- 151.000 Adressen unter "Schimmelpilze Gefahr"
- 205.000 Adressen unter "Schimmelpilze Wohnung"
- 88.300 Adressen unter "krank durch Schimmelpilze"
- 18.200 Adressen unter "Schimmelpilze Notruf" sowie
- 26.800 Adressen unter "Schimmelpilze Hotline" ergibt.

1 DIE ANGST VOR SCHIMMELPILZEN UND DIE PRESSE

Die Presse hält mit Aufmerksamkeit erzeugenden Schlagzeilen die Angst vor Schimmelpilzen aufrecht:

- Hörzu (1995): "Pilzinfekte: Warum jeder Zweite betroffen ist" – "Wo sie überall lauern" – "Wann es lebensgefährlich wird" – "Kann man sich überhaupt dagegen wehren?"

Abstract

Health risks by moulds – exaggeration or clinical problems in fact?

The press and internet presences make an issue out of presumable health risks by moulds. The topic mould is a booming market for consultants, laboratories, sellers of mould tests, authors and publishers. Most of the rapid test systems pushed on the internet are of doubtful value, the possible health risks indoor are often exaggerated. On the other hand, infections by moulds give in many cases raise to severe problems in cultural, serological and molecular laboratory diagnoses, in sensitivity testing and in therapy. These troubles are discussed in detail.

Keywords: Moulds, indoor, mycoses, mould diagnostic, antimycotics

- Münchner Merkur (1996): "Gefährliche Pilze erobern Wohnungen und Biotonne" – "Ursache vieler Erkrankungen" – "Studie führt jährlich 10.000 Todesopfer an"
- Süddeutsche Zeitung (1998): "Die heimliche Prise Pilzgift im Brot"
- Der Tagesspiegel (2008): "Sporen aus der Biotonne – Tickt eine gefährliche Zeitbombe in dem unscheinbaren braunen Plastikbehälter, der unsere Lebensmittelabfälle aufnimmt?"

Die original dargestellte Abbildung eines Beitrages aus der "Ärztlichen Praxis" (► **Abb. 1**) zeigt auf, wie gezielt Ängste geschürt werden: "Blumenerde ist ein beliebter Tummelplatz für Aspergillen. Von dort starten sie ihre Attacke auf die Lunge der ahnungslosen Pflanzenfreundin (kleines Foto: pulmonales Aspergillom)". Natürlich wird die Pflanzenfreundin beim Betrachten ihrer Blumen höchstwahrscheinlich kein Aspergillom erwerben, ebenso wenig wie "gefährliche Pilze in Wohnungen und Biotonnen jährlich 10.000 Todesopfer fordern", wie man aus den oben zitierten Schlagzeilen des Münchner Merkurs entnehmen könnte, welche direkt untereinander gestellt wurden. Folge dieses gezielten Schürens von Ängsten sind dann z.B. Leserinnenanfragen nach Therapien bei "Lungenpilzen", wie sie in der Zeitschrift "Bild der Frau" gefunden wurden.



Abb. 1: Beitrag aus der Zeitschrift "Ärztliche Praxis", 1996, Nr. 98

2 DIE ANGST VOR SCHIMMELPILZEN UND DIE ALTERNATIVMEDIZIN

Welche unverantwortlichen Auswüchse gelegentlich vorkommen, zeigt der original zitierte Befund einer Heilpraktikerin samt ihrer Therapieempfehlung, mit der sich eine Patientin in unserer Klinik vorstellte: "Massive enterale/systemisch manifestierte Mykosen/Cryptococcosen/Aspergilloosen/*Fusarium*/*Cladosporium*/Stoffwechselstörungen/Massive Abwehrschwäche/Massiv eingeschränkte Entgiftungs- und Ausscheidungsfunktionen/Chronisch eingeschränkte Nierenfunktion/Mineralstoff-Resorptionsstörungen/Enzymdysfunktionen. Vorrangig ist die Behandlung der sehr therapieresistenten systemisch manifestierten Mykosen. Da viele Antimykotika keine Wirkung mehr zeigen, ist dringend NOXAFIL anzuraten. Bei NOXAFIL muss sofort mit einer Hochdosis begonnen werden ... mindestens für 6 Wochen weiterhin in höherer Dosis, dann nochmals für ca. 6 Wochen bis eventuell Monate in mittlerer bis niedrigerer Dosierung."

Diesen Befund einschließlich der Therapieempfehlung einer Heilpraktikerin (!) kann man nur unverantwortlich nennen, um schärfere Formulierungen zu vermeiden. Welche Blüten die Angst vor Schimmelpilzen im Bereich der Alternativmedizin manchmal treiben kann, zeigt der Beitrag eines Patienten zu seiner "Schimmelpilzintgiftung" aus einem Internetforum (www.med1.de): "Vor Kurzem habe ich eine neue Heilpraktikerin aufgesucht, sie meint, ich habe Schimmelpilze. Sie hat mir Albicansan und Mucedokehl verschrieben. Ich habe diese Mittel 2 Wochen genommen. Diese 2 Wochen ging es mir dreckig, ich hatte heftige Magen-Darm-Beschwerden, viel Schwindel bis hin zur Angst vor Ohnmacht und morgens das Gefühl einen ganz flachen Herzschlag zu haben. Könnte es eine Begleitscheinung der Schimmelpilzintgiftung sein?"

3 SCHIMMELPILZE ZWISCHEN ETHIK UND MONETIK – DIE ANGBOTE IM INTERNET AN SCHIMMELPILZTESTEN

Die Verunsicherung und die Angst vor Schimmelpilzen nutzen auch die zahlreichen Angebote im Internet an "Schimmeltestern" und "Schimmeldetektiven". In diesem lukrativen Geschäftsfeld tummeln sich unzählige Anbieter, von der Stiftung Warentest über "Umweltpotheker" bis zu Laboren und Umweltbüros. Bei den Sedimentationsplatten oder Fangplatten, auch OPD-Verfahren (Open-Petri-Dish) genannt, werden Petrischalen mit Nährböden für eine bestimmte Zeit im Innenraum und als Kontrolle möglichst auch außerhalb der Wohnung aufgestellt. Die Platten werden dann verschlossen und zur Analyse eingesandt. Der Leitfaden des Umweltbundesamtes (Umweltbundesamt 2002) stellt hierzu fest: "Mit dem Sedimentationsverfahren können keine reproduzierbaren quantitativen Ergebnisse erhalten werden. Es kann daher nicht zum Nachweis kultivierbarer Schimmelpilzsporen bei Luftuntersuchungen im Innenraum empfohlen werden."

Vor dem Hintergrund dieser klaren Bewertung durch das Umweltbundesamt ist wenig verständlich, mit welcher Vehemenz versucht wird, diese zweifelhaften Angebote dem Kunden dennoch zu verkaufen. Besonders fragwürdig sind hier die Testangebote zur Selbstausswertung wie der "Güte Do it Yourself Raumluft-Test" (www.guete-siegel.de). Die besondere "Güte" dieses Testangebots besteht darin, dass der Anbieter sich "Güte" nennt. Der Anbieter verkauft dem Ratsuchenden 3 Nährbodenschalen, eine Gebrauchsanleitung und "umfangreiches Zubehör" bestehend aus Druckverschlussbeutel, selbstklebenden Probeaufklebern, 1 Paar Einweghandschuhen sowie selbstklebenden Adressaufklebern für 49 Euro. Es bestehen berechtigte Zweifel, inwieweit ein Laie tatsächlich in der Lage ist, nach schriftlicher Anleitung seine angelegten Sedimentationsplatten selbst auszuwerten. Mit Sicherheit wird der Kunde z.B. von einer durch *Rhizopus stolonifer* in kurzer Zeit überwucherten Petrischale verunsichert sein. Für diesen Fall öffnet sich der Anbieter mit dem beiliegenden "Bestellformular Laboranalyse" die Tür für den Folgeauftrag. Deshalb stellt sich die Frage nach dem tatsächlichen Nutzen solcher "Do it Yourself"-Angebote für den Kunden.

Nachfolgend wird die Problematik des Sedimentationsverfahrens nochmals zusammengefasst:

- Die Sedimentation der vorhandenen Schimmelpilze ist abhängig von ihrem aerodynamischen Durchmesser und von mechanisch sowie thermisch bedingter Verwirbelung. Sehr kleine Sporen z.B. von *Aspergillus*-Arten sedimentieren schlecht.
- Nicht alle Schimmelpilze wachsen auf den verwendete-

ten Nährböden, das heißt, sie werden unter Umständen gar nicht erfasst.

- Die Wahrscheinlichkeit von Artefakten bei einer Probe, welche ein Laie nimmt, ist hoch.
- Die Bedingungen während des Transports zum Labor (Zeitspanne, Temperatur) sind nicht standardisiert. Darüber hinaus ist durch Schütteln beim Versand eine wundersame Keimzahlvermehrung durch die massive Streuung von Tochterkolonien vorprogrammiert. Quantitative Aussagen aus solchen Testen sind deshalb wertlos.
- Sehr rasch wachsende Schimmelpilze wie z.B. *Rhizopus spp.* können während des Transports die Platte überwuchern.
- Der Kunde erhält in der Regel nur eine Gattungsanalyse und keine Differenzierung auf Art-Ebene. Vor dem Hintergrund unterschiedlicher medizinischer Bedeutung macht z.B. ein Ergebnis *Aspergillus spp.* wenig Sinn, da es durchaus von Bedeutung sein kann, ob es sich um *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus versicolor* oder *Aspergillus glaucus* handelt.
- Das Verfahren liefert keine quantitativen und reproduzierbaren Ergebnisse.
- Ein solcher Test kann deshalb lediglich ein erster, sehr grober Anhaltspunkt sein, der bei tatsächlicher Erfordernis eine methodisch exakte Messung vor Ort nicht ersetzen kann und deshalb überwiegend entbehrlich ist. Darüber hinaus wird der Verbraucher durch die Ergebnisse meist nur verunsichert.

Die Behauptung (www.enviromed.de) "Auch versteckte Ansammlungen von Schimmelpilz können Sie mit dem ... Schimmelttest entdecken und räumlich zuordnen" ist nicht nachvollziehbar, da unklar ist, wie das Sedimentationsverfahren zum Nachweis verdeckter Schimmelpilzschäden beitragen soll. Auch die Aussage (www.enviromed.de) "erhalten Sie eine umfassende Beurteilung, mit der Sie dann gezielt Maßnahmen zur Bewertung und Sanierung einer Immobilie oder zur Gesundheitsvorsorge ergreifen können" erscheint weit gegriffen, ausgehend von der Tatsache, dass z.B. *Stachybotrys chartarum* mit Hilfe des Sedimentationsverfahrens auf DG-18-Agar nicht nachgewiesen wird und das Verfahren keine quantitativen und reproduzierbaren Ergebnisse liefern kann.

Einige Anbieter werben zusätzlich zum Standard-Angebot, welches nur die Gattungsanalyse erfasst, mit einer Art "Superior-" oder "Exklusiv-Angebot" mit differenzierter Analyse. Da bereits durch die möglichen Artefakte während des Versands der Platten die Aussagen aus solchen Sedimentationstesten praktisch wertlos sind, darf durchaus die Frage nach dem Nutzen für den Kunden solcher "Superior-" oder "Exklusiv-Angebote" gestellt werden.

Zahlreiche Anbieter empfehlen dem Kunden, Abklatschplatten zur Analyse einzusenden. Hierbei wird ein geeignetes Nährmedium gegen die Fläche gedrückt, von welcher vermutet wird, dass sie mit Schimmelpilz befallen ist (Abklatsch). Die Platte wird dann wieder verschlossen und zur Analyse an das Labor gesandt. Berücksichtigt man die grundsätzlichen Beschränkungen der Methode

- nicht alle Schimmelpilze wachsen auf den verwendeten Nährböden, das heißt, sie werden unter Umständen gar nicht erfasst,
- die Wahrscheinlichkeit von Artefakten bei einer Probe, welche ein Laie nimmt, ist sehr hoch;
- auch Schimmelpilzsporen, welche nicht aus dem Schimmelpilzschaden stammen, sondern zufällig von anderen Quellen dorthin verfrachtet wurden (Anflugsporen) werden mit erfasst;
- häufig überwuchern schnellwachsende Anflugkeime wie z.B. *Rhizopus spp.* die Platten und verfälschen die Ergebnisse;
- die Bedingungen während des Transports zum Labor (Zeitspanne, Temperatur) sind nicht standardisiert. Darüber hinaus ist durch Schütteln beim Versand eine wundersame Keimzahlvermehrung durch die massive Streuung von Tochterkolonien möglich. Aussagen sind deshalb praktisch wertlos;

erhebt sich auch hier die Frage, welchen tatsächlichen Nutzen für den Kunden die Durchführung solcher Abklatschproben durch Laien hat. Zudem erhält der Kunde in der Regel nur eine Gattungsanalyse und keine Differenzierung auf Art-Ebene. Wie oben bereits dargestellt, ist dies häufig vor dem Hintergrund unterschiedlicher medizinischer Bedeutung verschiedener Arten einer Gattung unzureichend.

Den aus kommerziellen Gründen häufig überbetonten "Gesundheitsgefahren durch Schimmelpilze im Innenraum" stehen im klinischen Bereich bei Schimmelpilzinfektionen zahlreiche tatsächliche Probleme gegenüber.

4 DIE KULTURELLE DIAGNOSTIK IST BEI SCHIMMELPILZEN KOMPLEXER ALS IN DER BAKTERIOLOGIE

Schimmelpilze wachsen meist langsamer als Bakterien, d.h., der Befund dauert länger. Biochemische automatisierte Testsysteme, welche in der bakteriologischen Diagnostik ein wesentliches Rückgrat bilden, fehlen bei Schimmelpilzen weitgehend. Die Diagnostik beruht überwiegend immer noch auf der Beurteilung der Kultur und der Mikroskopie, welche spezialisierte Erfahrung erfordert. Zudem ist die klinische Bewertung des nachgewiesenen Keimes häufig schwieriger als in der Bakteriologie, da Schimmelpilze verbreitet in der Umwelt vorkommen.

5 DIE SEROLOGISCHE DIAGNOSTIK VON INFESTIONEN IST BEI SCHIMMELPILZEN KOMPLEXER ALS IN DER BAKTERIOLOGIE

Der in der Routinediagnostik systemischer Mykosen standardmäßig eingesetzte Aspergillus-Nachweis über das Galactomannan-Antigen kann beeinflusst werden durch zahlreiche Kreuzreaktivitäten wie z.B. zu *Penicillium chrysogenum*, *P. digitatum*, *Paecilomyces variotii* oder auch *Rhodothorula rubra* (Swanink et al. 1997). Ein falsch positiver Antigen-Nachweis ist auch möglich durch Luft-Kontaminationen, durch Transfer von Galactomannan-Antigen aus Lebensmitteln (Brot, Teigwaren, Reis, Wurstwaren etc.), über die nicht intakte Darmschleimhaut oder durch eine Therapie mit Piperacillin/Tazobactam (Ansorg et al. 1997).

Der Nachweis von β -1,3-Glucan (GlucateLL®) ermöglicht keine Differenzierung zwischen einzelnen Schimmelpilz-Gattungen oder Arten bzw. zu *Candida* und erlaubt nicht den Nachweis z.B. von Zygomyceten (Pazos et al. 2005), da diesen das β -1,3-Glucan fehlt. Darüber hinaus existieren für den Nachweis von β -1,3-Glucan im Vergleich zum Galactomannan-Nachweis nur wenige klinische Studien, und der Test ist relativ aufwändig und teuer.

Der Nachweis spezifischer IgG-Antikörper, in der bakteriologischen Diagnostik Standard, ist bei Schimmelpilzen eingeschränkt durch nur wenige kommerziell verfügbare Tests, das Problem der Qualität der Antigene und durch das Problem von Kreuzreaktivitäten (Vojdani 2004). Ferner kann der Nachweis spezifischer IgG-Antikörper aufgrund bestehender Hintergrundwerte gegebenenfalls nicht aussagekräftig sein.

6 DER NACHWEIS VON PILZINFESTIONEN DURCH DIE PCR IST LIMITIERT

Die PCR stellt grundsätzlich ein sehr sensitives Verfahren mit hoher negativer Aussagekraft dar, jedoch sind die publizierten Methoden in der Regel "in house"-Protokolle ohne Standardisierung, eine breite klinische Evaluierung fehlt bisher. Bei Verlaufsprüben kann die Interpretation vereinzelt positiver Ergebnisse problematisch sein, die Methode liefert keinen Nachweis, ob der Pilz lebt (Infektiosität!) und ermöglicht keine Resistenztestung.

7 DIE RESISTENZTESTUNG IST BEI SCHIMMELPILZEN KOMPLEXER ALS IN DER BAKTERIOLOGIE

➤ Tabelle 1 fasst die standardisierten Methoden zur Resistenztestung von Schimmelpilzen zusammen (Espinel-Ingroff et al. 2005, EUCAST 2008). Methodisch ist die Resistenztestung bei Schimmelpilzen wesentlich komplexer als in der Bakteriologie: das Inokulat muss exakt standardisiert werden und definierte Medien wie z.B. RPMI 1640 sind zu verwenden. Häufig variieren die Ergebnisse zwischen verschiedenen Institutionen, können aber sogar innerhalb desselben Labors erheblich streuen. Die teilweise sehr flachen Dosis-Wirkungs-Kurven, kein oder nur sehr langsames Wachstum der Schimmelpilze unter den Testbedingungen, "Trailing"-Effekte beim E-Test und die offene Frage, zu welchem Zeitpunkt die Testung abzulesen ist, bedingen die Schwierigkeiten in der Praxis. Ferner stehen keine standardisierten Breakpoints zur Verfügung, standardisierte Testverfahren sind nur für wenige Gattungen beschrieben und zusammenfassend ist die Standard-Mikrodilution wenig routinetauglich. Die Unsicherheiten bei der Resistenztestung von Schimmelpilzen charakterisiert tref-

Tabelle 1: Standardisierte Methoden zur Resistenztestung von Schimmelpilzen

	Methode CLSI M38 A	Methode EUCAST <i>Aspergillus</i>
Einsatz	Aspergillus, Fusarium, Rhizopus, Sporothrix, Pseudoallescheria	Aspergillus spp.
Inokulum, Einstellung	0,4-5 × 10 ⁵ KBE/ml Spektrometer	2-5 × 10 ⁵ KBE/ml Hämocytometer
Medium/Temperatur	RPMI 1640 35°C	RPMI 1640 + 2% Glucose 35°C
Format	Mikrodilution	Mikrodilution
Inkubation	21 h – 48 h – 70 h	48 h
Endpunkt	Kein Wachstum	Kein Wachstum

Tabelle 2: Einschränkung der Therapiemöglichkeiten bei Schimmelpilzinfektionen auf Grund von Resistenzen

Substanz	Nicht wirksam z.B. gegen
Amphotericin B	<i>Aspergillus terreus</i> , <i>Fusarium spp.</i> , <i>Pseudoallescheria boydii</i>
Itraconazol	Eingeschränkte Wirksamkeit: <i>Fusarium spp.</i> , <i>Zygomycetes</i>
Voriconazol	<i>Paecilomyces variotii</i> , <i>Scedosporium prolificans</i> , <i>Sporothrix schenckii</i> , <i>Zygomycetes</i>
Caspofungin	Eingeschränkte Wirksamkeit: <i>Fusarium spp.</i> , <i>Zygomycetes</i>

fend ein Zitat von J.H. Rex (www.p-e-g.org): "Die Aussage der Resistenztestung ist so gut wie der Wetterbericht: Gut, um Trends vorher zu sagen, aber nicht sehr hilfreich, um zu entscheiden, ob nächstes Jahr am 10. Juli eine Hochzeitsfeier im Freien veranstaltet werden kann."

Im Gegensatz zur Bakteriologie sind die Therapiemöglichkeiten bei systemischen Mykosen stark eingeschränkt.

Bei den systemischen Antimykotika existieren nur wenige Substanzklassen und Wirkungsorte. Im Wesentlichen beschränken sich die für die Therapie von Schimmelpilzinfektionen zur Verfügung stehenden Antimykotika auf Azole wie Itraconazol, Voriconazol oder Posaconazol, auf das Polyen Amphotericin B und auf Echinocandine wie Caspofungin. Sowohl die Azole (Hemmung der Ergosterolbiosynthese) als auch Amphotericin B (Wechselwirkung mit Ergosterol-Molekülen in der Zytoplasmamembran des Pilzes) wirken auf der Ebene des Ergosterols, die Echinocandine hemmen die β -1,3-D-Glucan-Synthese. Die Therapiemöglichkeiten sind weiter eingeschränkt durch eine Reihe an Resistenzen (► Tab. 2) und Probleme wie Toxizität des Antimykotikums, sonstige Nebenwirkungen, Wechselwirkungen mit anderen Arzneimitteln, Problemen der Pharmakokinetik (Serumspiegel) sowie gegebenenfalls zahlreiche Kontraindikationen.

8 SELTENERE ERREGERALS "EMERGING PATHOGENS"

Neben *Aspergillus fumigatus* spielen bei Infektionen durch Schimmelpilze zunehmend seltene Erreger als opportunistische Keime wie Nicht-*fumigatus*-Arten, *Zygomycetes*, *Fusarium spp.*, *Acremonium spp.* oder *Scedosporium spp.* als "emerging pathogens" eine Rolle (www.fungiscope.net). Dies ist insbesondere von Bedeutung aufgrund der oben dar-

gestellten teilweisen Resistenz dieser Keime. Zusammenfassend sind Schimmelpilzinfektionen immer noch eine Herausforderung aufgrund der Zunahme der Inzidenz, wegen labor diagnostischer und therapeutischer Probleme sowie der hohen Mortalität.

9 LITERATUR

- Ansorg R, Van den Boom R, Rath PM (1997): Detection of *Aspergillus* antigen in foods and antibiotics. *Mycoses* 40: 353-357
- Espinel-Ingroff A, Fothergill A, Ghannoum M et al. (2005): Quality Control and Reference Guidelines for CLSI Broth Microdilution Susceptibility Method (M38-A Document) for Amphotericin B, Itraconazole, Posaconazole, and Voriconazole. *J Clin Microbiol* 43: 5243-5246
- European Committee for Antimicrobial Susceptibility Testing (EUCAST) (2008): EUCAST Technical Note on the method for the determination of broth dilution minimum inhibitory concentrations of antifungal agents for conidia-forming moulds. *Clin Microbiol Infect* 14: 982-984
- Pazos C, Ponton J, Del Palazio A (2005): Contribution of (1→3)- β -D-Glucan Chromogenic Assay to Diagnosis and Therapeutic Monitoring of Invasive Aspergillosis in Neutropenic Adult Patients: a Comparison with Serial Screening for Circulating Galactomannan. *J Clin Microbiol* 43: 299-305
- Swanink CMA, Meis JFGM, Rijs AJMM, Donnelly JP, Verweij PE (1997): Specificity of a sandwich enzyme-linked immunosorbent assay for detecting *Aspergillus* galactomannan. *J Clin Microbiol* 35: 257-260
- Umweltbundesamt (2002): Leitfaden zur Vorbeugung, Untersuchung, Bewertung und Sanierung von Schimmelpilzwachstum in Innenräumen
- Vojdani A (2004): Cross-reactivity of *Aspergillus*, *Penicillium*, and *Stachybotrys* antigens using affinity-purified antibodies and immunoassay. *Arch environmental health* 59: 256-265
- www.enviomed.de: Umweltanalysen auf Schimmelpilze (06.02.2010)
- www.fungiscope.net (06.02.2010)
- www.guete-siegel.de/schimmelpilztest (06.02.2010)
- www.med1.de (06.10.2009)
- www.p-e-g.org/sac/fruehjahrstagung06/Willinger.pdf (06.02.2010)