

Aus dem Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin
der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

Komm. Direktor: Dr. med. Dipl.-Ing. Klaus Siegmund

**Schimmelpilzexposition in Wohnungen:
Entwicklung eines Bewertungssystems zum
Vergleich unterschiedlicher Messverfahren in
einem Versorgungsmodell der kassenärztlichen
Vereinigung Westfalen-Lippe**

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin

Der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
vorgelegt von

Melanie Bongartz

2011

Als Inauguraldissertation gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen
Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

Gez.: Univ.-Prof. Dr. med. Joachim Windolf

Dekan

Referentin: Prof. Dr. med. Schwarze

Korreferent: Priv.-Doz. Dr. med. Balzer

Inhaltsverzeichnis:

1	Einleitung	6
2	Aktueller Erkenntnisstand zu ambulanten umwelt medizinischen Versorgungsmodellen und zum Thema Schimmelpilze	7
2.1	Umweltmedizinische Versorgungsmodelle	7
2.1.1	Umweltcheck auf Rezept – Versorgungsmodell der IKK Nordrhein	8
2.1.2	Modell zur umweltmedizinischen Versorgung der kassenärztlichen Vereinigung Nordrhein	9
2.1.3	„Umweltmedizinische Fall- und Verlaufsdokumentation“ – das Schleswig-Holsteinische Modellprojekt	10
2.1.4	Das Projekt der KV Westfalen-Lippe	11
2.2	Umweltnoxen im KV-Projekt	13
2.2.1	Schimmelpilze	14
2.2.2	Aufbau und Vermehrungszyklus von Schimmelpilzen	15
2.2.3	Schimmelpilze als Ursache umweltbedingter Erkrankungen	21
2.2.3.1	Allergien	22
2.2.3.2	Infektionen	26
2.2.3.3	Toxische Reaktionen	27
2.2.3.4	Irritationen und unspezifische Symptome	29
2.3	Messverfahren und ihre Bewertungskriterien	32
2.3.1	Schimmelpilze in der Luft	34
2.3.2	Schimmelpilze im Staub	36
2.3.3	Schimmelpilze in der Materialprobe	38
2.3.4	Messung der MVOC in der Innen- und Außenluft	40
2.3.5	Einsatz eines Schimmelpilzspürhundes	41
3	Fragestellung und Ziel der Studie	43

4	Material und Methode	45
4.1	Patienten	45
4.2	Ablauf der Datenerhebung	46
4.3	Der Anamnesebogen	49
4.4	Expositionsermittlung	50
4.5	Entwicklung der Beurteilungskriterien	53
4.6	Sanierungsempfehlungen	58
4.7	Nacherhebung	59
4.8	Statistische Auswertung der Daten	60
5	Ergebnisse	61
5.1	Symptomatik des untersuchten Kollektivs	61
5.1.1	Soziodemografische Beschreibung der Gesamtstichprobe	61
5.1.2	Symptome in der Gesamtstichprobe	62
5.1.3	Vergleich der Symptome von Patienten mit und ohne Anfangs verdacht auf Belastung durch Schimmelpilze	64
5.2	Allgemeine Beurteilungskriterien	66
5.3	Vergleichende Betrachtung von Untersuchungsmethodik und Er gebnissen und Generation neuer Kriterien auf der Basis der semantischen Umschreibungen in den Laborberichten	66
5.3.1	Vergleich der Untersuchungsmethoden und Ergebnisse der beiden Labore	67
5.3.2	Bildung von Skalen aus den semantischen Umschreibungen der beiden Labore	71
5.4	Zusammenhang zwischen Symptomatik der Patienten und den im Rahmen dieser Arbeit neu konstruierten, qualitativen Maßen für Schimmelpilzbelastung	74
5.5	Sanierungsempfehlungen der Labore	76
5.6	Zusammenhang von Symptomatik der Patienten und Umfang der umgesetzten Sanierungsempfehlungen	78
5.6.1	Entwicklung der Symptomatik der Patienten in Abhängigkeit vom Umfang der umgesetzten Sanierungsempfehlungen	78

5.6.2	Laborspezifische Unterschiede bezogen auf die Entwicklung der Symptomatik der Patienten in Abhängigkeit vom Umfang der umgesetzten Sanierungsempfehlungen	79
5.7	Zusammenhang zwischen der Entwicklung der Leitsymptomatik der Patienten und dem neu gebildeten Kriterium zur Bewertung der Belastung durch Schimmelpilze „Gesamturteil“ (Z)	81
6	Diskussion	84
7	Zusammenfassung	91
8	Abbildungsverzeichnis	93
9	Tabellenverzeichnis	94
10	Literatur und Quellen	97
A	Anhang:	
A1	Anamnesebogen	
A2	Nachbefragungsbogen	
A3	Auswertungshilfe für Luftproben	
A4	Bewertungsschema für Materialproben	
A5	Lebenslauf	

Häufig verwendete Abkürzungen

BKK	Betriebskrankenkasse
EAA	Exogen-allergische Alveolitis
KBE	koloniebildende Einheiten
KV	Kassenärztliche Vereinigung
KVWL	Kassenärztliche Vereinigung Westfalen-Lippe
MVOC	Microbial Volatile Organic Compounds
ODTS	Organic Dust Toxic Syndrome
VOC	Volatile Organic Compounds

1 Einleitung

Schimmelpilze kommen ubiquitär in unserer Biosphäre vor und finden sich in unseren Breiten sowohl in ländlichen Regionen wie in Städten, in der Außenluft wie in Gebäuden, wobei die Arten je nach Ort variieren. Zusammen mit den Bakterien bilden sie die Gruppe der Destruenten, d. h. Zersetzer, und haben so die wichtige Aufgabe die im abgestorbenen Material gebundenen organischen Verbindungen wieder dem Nahrungskreislauf zugänglich zu machen (RAVEN et al. 2000).

Die Wechselwirkungen zwischen Schimmelpilz und Mensch gehören in das Aufgabengebiet der Arbeitsmedizin und der Umweltmedizin. Die Arbeitsmedizin ist das medizinische Fachgebiet, welches sich mit der „Begutachtung und Beeinflussung der Wechselbeziehungen zwischen Anforderungen, Bedingungen, Organisation der Arbeit einerseits sowie dem Menschen, seiner Gesundheit, seiner Arbeits- und Beschäftigungsfähigkeit und seinen Krankheiten andererseits befasst“ (DGAUM 2011). Die Umweltmedizin „umfasst die medizinische Betreuung von Einzelpersonen mit gesundheitlichen Beschwerden oder auffälligen Untersuchungsbefunden, die von ihnen selbst oder ärztlicherseits mit Umweltfaktoren in Verbindung gebracht werden“ (LANDESÄRZTEKAMMER NORDRHEIN 2011).

Schimmelpilze sind schon seit dem Altertum bekannt. Die erste Beschreibung von Schimmelpilzen als gesundheitliches und hygienisches Problem in Innenräumen findet sich im Alten Testament der Bibel (3. MOSE 14, 36-38: ... „denn sonst müsste, falls es ein Pilzbefall ist, der ganze Hausrat für unrein erklärt werden. Nun kommt der Priester, um das Haus anzusehen. Entdeckt er im Mauerwerk rötliche oder grünliche Vertiefungen, verlässt er das Haus und verschließt es für sieben Tage.“). Für Furore haben sie dann bei Entdeckung des Grabes von Tut-Ench-Amun gesorgt und sind als mögliche Erklärung für den `Fluch des Pharaos` in die Geschichte eingegangen (SÜDDEUTSCHE ZEITUNG 9/2001).

In Anbetracht der Tatsache, dass Europäer ca. 80-90% ihrer Zeit in Innenräumen verbringen (MUTH 2000), kommt diesem Lebensbereich eine bedeutende Position zu, welche, auch auf Grund der Vielzahl unterschiedlicher Messmethoden, bisher allerdings noch nicht umfassend und systematisch erforscht und beurteilt ist.

2 Aktueller Erkenntnisstand zu ambulanten umweltmedizinischen Versorgungsmodellen und zum Thema Schimmelpilze

In einer für Deutschland repräsentativen Untersuchung der Universität Jena im Jahre 2002 wurden in fast 22 Prozent von 5.530 Wohnungen sichtbare Feuchteschäden und in 9 Prozent Schimmelpilze gefunden (BRASCHE et al. 2003). Energiepreiserhöhungen führen zur Zunahme des Problems, da in den Wohnungen weniger gelüftet wird. Gerade bei Personen mit niedrigem Sozialstatus kann so das Wohnumfeld zu einem schlechteren Gesundheitszustand führen (GESUNDHEITSAMT BREMEN 2007). Im Rahmen der Arbeitsmedizin sind einige Arbeiten zu dem Thema Noxen und Luftqualität am Arbeitsplatz entstanden (BARROT 2000, BARTH 2003, BGIA 2008), die jedoch nicht ohne weiteres auf den Innenraum als Wohnraum zu übertragen sind.

Im umweltmedizinischen Bereich sind in den letzten Jahrzehnten verstärkt Versorgungsmodelle entwickelt und getestet worden, um die umweltmedizinische Betreuung von Privathaushalten flächendeckend zu gewährleisten und zu optimieren.

2.1 Umweltmedizinische Versorgungsmodelle

Verschiedene Kassenärztliche Vereinigungen haben in Zusammenarbeit mit den Krankenkassen umweltmedizinische Versorgungsmodelle entwickelt und über einen zeitlich abgesteckten Rahmen erprobt. Teilweise wurden diese im Rahmen zeitlich befristeter Sondervereinbarungen weitergeführt (MUTH 2000). Um einen Eindruck von der Verschiedenheit und Aussagekraft zu bekommen, werden im Folgenden ein paar Modelle kurz vorgestellt.

2.1.1 Umweltcheck auf Rezept – Versorgungsmodell der IKK Nordrhein

Von Anfang 1995 bis Ende 1997 boten die IKK Nordrhein und die Regionaldirektion Düsseldorf und Neuss als Erprobungsregelung ein Modell für die umweltmedizinische Versorgung unter dem Namen „Umweltcheck auf Rezept“ an. Ratsuchende wurden hier nach telefonischer Anfrage beraten und konnten eine Wohnungsbegehung erfragen. Allein durch die telefonische Beratung konnte einem großen Anteil (92 %) der Anrufer ohne Wohnungsbegehung geholfen werden. Wurde jedoch eine Wohnungsbegehung mit Schadstoffmessung durchgeführt, folgten bei positivem Ergebnis Sanierungsempfehlungen.

Die Studie war retrospektiv angelegt, d. h. den Personen, die eine Wohnungsbegehung durchführen ließen, wurde im Nachhinein ein Fragebogen zur Beantwortung geschickt. Dieser Fragebogen war teilstandardisiert, d. h. teils Multiple Choice-Fragen, teils Prosa-Fragen, und hatte den Zweck, demographische Daten der Patienten (Alter, Geschlecht, Bildung, Familienstand, Krankenkasse, etc.) einzuholen sowie Erkenntnisse über den Beweggrund, den aktuellen Gesundheitsstand sowie den Effekt und Nebeneffekt dieser umweltmedizinischen Versorgung ausfindig zu machen. Weiterhin wurde auf diesem Weg schriftlich festgehalten, inwieweit die Krankenkassen die Kosten übernahmen.

Der Rücklauf der Fragebögen kann mit 61 Prozent als relativ hoch angesehen werden. 60 Prozent der Personen nahmen aufgrund von Beschwerden oder Krankheit das Angebot des Umweltchecks an. Bei 31 Prozent ergab die Wohnungsbegehung einen positiven Befund, von denen dann 77 Prozent die Sanierungsempfehlungen befolgten und 60 Prozent daraufhin eine Besserung spürten.

Prozentual am häufigsten wurde ein Befall durch Schimmelpilze nachgewiesen. Die umweltmedizinische Beratung allgemein wurde mehrheitlich als positiv von den Ratsuchenden bewertet (GESOMED 1998).

2.1.2 Modell zur umweltmedizinischen Versorgung der Kassenärztlichen Vereinigung Nordrhein

Ein weiteres Modell zur umweltmedizinischen Versorgung stammt von der Kassenärztlichen Vereinigung Nordrhein, für die die AOK Rheinland mit dem BKK Landesverband NRW von Juni 1996 bis Juni 1998 umweltmedizinische Diagnostik, Beratung und innenraumanalytische Messungen durchführte. Das Ziel war, „Die Möglichkeiten zur Diagnostik der auf Umwelteinflüsse (hier eingegrenzt auf Innenraumbelastungen) beruhenden Erkrankungen zu verbessern und effektiver zu behandeln“ (WEBER et al. 1998). Dieses auf Vertragsbasis beruhende Modell war das erste wissenschaftliche, mit qualitätssichernden Maßnahmen versehene in Deutschland.

Als erstes wurde von einem der 122 teilnehmenden Ärzte eine standardisierte umweltmedizinische Anamnese durchgeführt. Nach Ausschluss anderer Erkrankungen wurde gegebenenfalls ein Labor mit einer Wohnungsbegehung beauftragt. Dann führte der Arzt ein Beratungsgespräch und empfahl weitere Maßnahmen.

Die Daten der 1.405 untersuchten Fälle wurden im Zeitraum von Mai 1996 bis Dezember 1997 erhoben. Der Umweltanamnesebogen umfasste 31 Fragen, die überwiegend standardisiert waren. Er sollte das soziale Umfeld sowie die bestehende Symptomatik erfassen.

Zusätzlich dokumentierte der Bogen „ärztliches Abschlussgespräch“ in 8 überwiegend standardisierten Fragen die Beschwerdeentwicklung und die Compliance des Patienten. Um eine höhere Aussagekraft zu erzielen, wurde dieses ärztliche Abschlussgespräch erst drei Monate nach Abschluss der Diagnostik durchgeführt. Weiterhin wurden die Patienten noch einer Nachbefragung unterzogen. Von 274 Patienten liegen die Daten aller Bögen und Untersuchungen vor.

Als Beschwerden wurden anamnestisch am häufigsten Atemwegs- und Hauterkrankungen, Antriebsstörung/Müdigkeit sowie Augenreizungen erfasst. 66 Prozent der Patienten waren bekannte Allergiker, 19 Prozent waren Patienten mit Stoffwechselerkrankungen.

Zusammenfassend wurden 537 Wohnungsbegehungen in insgesamt 512 Wohnungen bei 558 Patienten durchgeführt. Der Nachweis von Schimmelpilzen wurde mit 67,6 Prozent neben Aldehyden, Holzschutzmittel und leichtflüchtigen organischen Komponenten mit Abstand am häufigsten dokumentiert. In zwei Drittel der Wohnungen wurden hier Schimmelpilzbelastungen über einem nicht näher definierten Grenzwert dokumentiert (WEBER et al. 1998). Andererseits konnte bei jeder vierten nachgewiesenen Schimmelpilzexposition ein Einfluss auf den Patienten durch den Schimmelpilz nicht bestätigt werden.

Die Entwicklung der Beschwerden wird von 39 Prozent der Patienten als „deutlich bis vollständig gebessert“, aber in der Mehrzahl der Fälle als „geringe bis keine Besserung“ beschrieben, wenn die empfohlenen Maßnahmen nicht, nur teilweise erbracht oder noch nicht abgeschlossen waren. Beschränkt man sich jedoch nur auf die Patienten, die alle empfohlenen Maßnahmen befolgt haben, so geben 58 Prozent dieser Befragten eine Besserung der Symptome an (WEBER et al. 1998).

Die 1998 ins Leben gerufene „Große Runde Umweltmedizin“ zur flächendeckenden umweltmedizinischen Versorgung und zum Informationsaustausch in Nordrhein wurde 2001 zum „Netzwerk Umweltmedizin“ ausgebaut. (ROHDE 2003, ROHDE und HEFER 2009). Im Rahmen der Honorarreform zwischen Krankenkassen und KV Nordrhein wurde 2009 allerdings der Sondervertrag Umweltmedizin aufgehoben (NAUNDORF 2009).

2.1.3 „Umweltmedizinische Fall- und Verlaufsdokumentation“ - Das Schleswig-Holsteinische Modellprojekt

Ärzte, die in Schleswig-Holstein an umweltmedizinischen Fortbildungsveranstaltungen der Ärztekammer und der Kassenärztlichen Vereinigung (KVSH) teilgenommen haben, hatten die Möglichkeit, standardisierte umweltmedizinische Fall- und Verlaufsbögen einzureichen. In den Jahren 1995 bis 1999 wurden 916 Dokumentations- und 508 Verlaufsbögen der 85 Ärzte, die eine umweltmedizinische Fortbildung absolvierten, eingereicht und ausgewertet.

Als Noxen wurden Formaldehyd, Lösungsmittel/VOC, Biozide, Amalgam und Schimmelpilze untersucht. Neben der heterogenen (nicht näher differenzierten) Gruppe der Biozide (32 %) wurden als zweithäufigste umweltmedizinisch relevante Exposition die Schimmelpilze mit 27 Prozent dokumentiert während in 42 Prozent der Fälle eine Mischexposition vorlag.

Bei 19 Prozent der untersuchten Patienten wurden die angegebenen Beschwerden von Seiten der Ärzte entweder auf eine Allergie oder eine Überempfindlichkeitsreaktion gegenüber Schadstoffen zurückgeführt. Hier ergaben sich Unterschiede in der Auswertung je nach Schadstoffart hinsichtlich Expositionsort, Symptomatik, Alter und Geschlecht der Patientengruppen.

In 65 Prozent der Fälle trat eine deutliche, in 35 Prozent der Fälle eine teilweise Besserung ein, vor allem bei den Patienten, die die Sanierungsempfehlungen komplett umsetzten. Auch über einen Zeitraum von sechs Monaten hielt die Besserung an (BAUER und ALSEN-HINRICHS 2002).

2.1.4 Das Projekt der KV Westfalen-Lippe

Von 1995 bis 2008 konnten sich die Patienten im Bereich der KV Westfalen-Lippe mit ihren Beschwerden an einen der mehr als 500 niedergelassenen Ärzte mit der Zusatzqualifikation oder der Fachkunde Umweltmedizin wenden (VOOS 2002).

Hatte dieser den Verdacht auf eine Umwelterkrankung, so dokumentierte er die Krankengeschichte sowie die Beschwerden in einem teilstandardisierten Anamnesebogen. Daraufhin wählte er eines von zwei Umweltlaboren aus, welches anhand des Anamnesebogens eine Wohnungsbegehung durchführte. Das Labor untersuchte die Räume auf sichtbaren Befall und führte gegebenenfalls Messungen durch. Eine Messung war kostenfrei, alle weiteren oder zusätzlichen Messungen und Probenahmen mussten mit einem Antrag auf Kostenübernahme erst von der Krankenkasse des Patienten genehmigt werden (MUTH 2006).

Das Ergebnis der Auswertungen sowie die jeweiligen Handlungsempfehlungen wurden vom Labor dem behandelnden Arzt zugeschickt, der daraufhin entscheiden

sollte, ob das gesundheitliche Problem eine umweltmedizinische Ursache hatte oder nicht (MUTH 2000).

Parallel dazu wurden alle Untersuchungsergebnisse von einer Projektgruppe des Instituts für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin der Heinrich-Heine-Universität analysiert. Es handelte sich dabei um folgende Datenerhebungen jedes einzelnen Patienten: der teilstandardisierte Anamnesebogen mit Angaben zur Beschwerdesymptomatik, Berichte des Umweltlabors mit den einzelnen Daten sowie Messergebnissen und Handlungsempfehlungen (MUTH 2000).

Über Patienten, bei denen ein Umweltarzt zwar eine Anamnese durchgeführte, jedoch eine Wohnungsbegehung nicht für sinnvoll erachtete, liegen keine Informationen vor (BAUER et al. 2003).

Etwa 18 Monate nach Kontaktaufnahme des Patienten zum Umweltarzt wurde eine Nachbefragung der Patienten seitens der Projektgruppe organisiert. Diese erfolgte telefonisch. Im Interesse standen hier eventuelle Veränderungen der Beschwerdesymptomatik als Ausdruck eines möglichen Therapieerfolges sowie die durchgeführten Sanierungsmaßnahmen (VOOS 2002).

Im Jahr 2000 wurde das Umweltmobil, dessen ökonomischer Nutzen nach Muth (2006) „nicht sinnvoll zu beurteilen ist, da Hypothesen über mögliche Behandlungsalternativen kaum zu generieren sind“, mit kleinen Veränderungen in den "Umweltmedizinischen Mess- und Beratungsdienst" überführt. Zum Ende des Jahres 2008 wurde der Sondervertrag über die Vereinbarung umweltmedizinischer Versorgung allerdings seitens der Kassen als Reaktion auf die Gesundheitsreform, deren Auswirkungen noch nicht abgeschätzt werden konnten, aufgekündigt. Eine Anlaufstelle für Umweltpatienten wird es aber weiterhin über die Hausärzte und die Ärzte mit Zusatzqualifikation Umweltmedizin geben (KVWL 2008). Abbildung 1 verdeutlicht die Abläufe im Rahmen dieses Projektes.

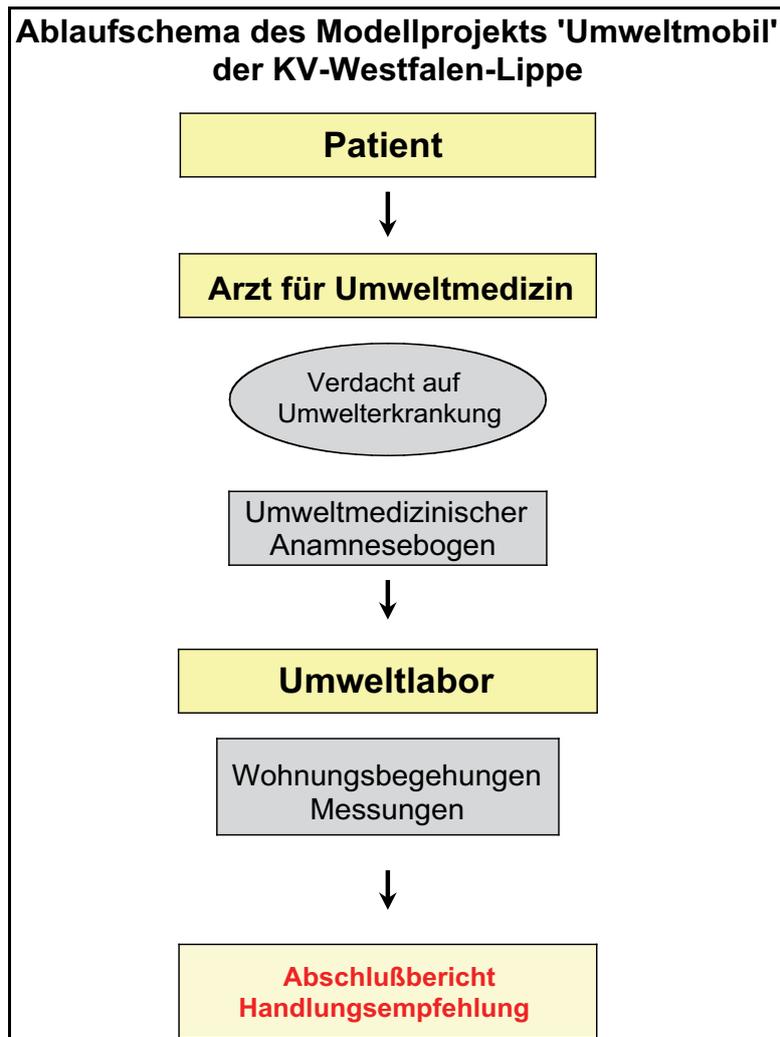


Abb. 1: Ablaufschema Modellprojekt „Umweltmobil der KVWL“ (MUTH 2000)

2.2 Umweltnoxen im KV-Projekt

Die Umweltlabore hatten einen Leistungskatalog anhand dessen sie das Vorliegen von Schadstoffen überprüften. Die Leistungen umfassten die Untersuchung folgender Schadstoffe: Formaldehyd, Holzschutzmittel, Schimmelpilze/Keime, VOC (Volatile Organic Compounds) und Pyrethroide.

Je nachdem welche Schadstoffe die Fachleute der Labore erwarteten, wurden andere Nachweismethoden verwendet. Soweit für die identifizierten Noxen Grenzwerte vorlagen, wurden die Messergebnisse in Relation dazu beurteilt. Für die Umweltnoxen Holzschutzmittel und Formaldehyd lagen sie meist im Grenzbereich der Empfehlungswerte (BAUER et al. 2003).

Die häufigsten nachgewiesenen Umweltnoxen waren mit Abstand Schimmelpilze und Keime (BAUER et al. 2003). So groß wie das Spektrum der verschiedenen Arten, so groß ist auch das Spektrum der Ursachen. Ob durch Bauschäden oder Baufeuchte im Neubau, Wasserschäden wie Überschwemmung, Rohrbruch oder defektes Dach, mangelnde Hygiene oder Kondenswasserbildung, für Schimmelpilze bieten sich häufig gute Wachstumsbedingungen, die zu unterschiedlichen Symptomen führen können. Das Schimmelpilzrisiko steigt durch eine Kombination aus geeigneter Temperatur und hoher Feuchtigkeit. In Bezug auf Nährstoffgehalt und pH-Wert sind sie anspruchslos. Hauptursache für einen Schimmelpilzbefall in Innenräumen heutiger Häuser ist jedoch erhöhte Feuchtigkeit durch Kondenswasserbildung infolge falschen Lüftungsverhaltens (UMWELTSCHUTZAMT KIEL 2005, UMWELTBUNDESAMT DESSAU 2005, HESELTINE und ROSEN 2009).

2.2.1 Schimmelpilze

Pilze lassen sich in vier Klassen einteilen, die sich u. a. durch den Vermehrungszyklus unterscheiden: Chytridiomycota, Zygomycota, Ascomycota und Basidiomycota. In einer fünften Gruppe, den Deuteromyceten, sind all diejenigen Pilze zusammengefasst, deren sexuelle Stadien entweder unbekannt oder für eine Klassifikation unbrauchbar sind und sich daher zu keiner der vier Abteilungen zuordnen lassen. Als Abgrenzung zu den sich sexuell fortpflanzenden Pilzen wurden sie auch als Imperfekte Pilze bezeichnet. Zu dieser letzten Gruppe gehören auch die meisten Schimmelpilze (RAVEN et al. 2000).

In der Literatur werden unter dem Begriff „Schimmelpilze“ allerdings einzelne Schimmelpilzstrukturen zusammengefasst:

- anzüchtbare oder auch abgestorbene Sporen und Konidien,
- Bruchstücke des Myzels und der Hyphen
- einzelne Zellbestandteile
- MVOC und Toxine, die von den Pilzen produziert und abgesondert werden (RKI Kommission 2007)

Das gilt auch für die vorliegende Arbeit, wobei im weiteren Verlauf noch auf die einzelnen Begriffe eingegangen wird.

Zusammen mit den heterotrophen Bakterien bilden die Schimmelpilze die Gruppe der „Zersetzer“ unserer Biosphäre. Durch den Abbau von organischen Verbindungen, bei denen Kohlenstoff, Stickstoff etc. frei wird, erhalten sie ökonomische wie ökologische Bedeutung, indem diese Nährstoffe dann anderen Organismen wieder zur Verfügung stehen.

Sie sind in der Regel substratunspezifisch, d. h. sie befallen wahllos einen toten Baumstumpf, wie auch Kompost oder auch eine feuchte Hauswand. Dabei sind einzelne Arten hochspezifisch, was die Wahl ihrer Substrate angeht. Die Gruppe der Pilze in ihrer Gesamtheit befällt jedoch nahezu alles. Meist sind es tote Organismen, einige Pilze machen jedoch auch vor lebenden Organismen, Pflanzen, Tieren und dem Menschen nicht halt (RAVEN et al. 2000).

Für den medizinischen Bereich hat sich jedoch das erheblich einfachere DHS-System etabliert, eine Unterteilung der Pilze in Dermatophyten, Hefen und Schimmelpilze (BARTH 2003, MÜCKE und LEMMEN 2004, MOLL 2005).

2.2.2 Aufbau und Vermehrungszyklus von Schimmelpilzen

Unter Schimmelpilzen versteht man Pilze, die sich asexuell vermehren und auf ihrem Nährboden ein schnell wachsendes, sichtbares, fadenartiges Pilzgeflecht („Schimmel“) entstehen lassen. Diese Pilzfäden, Hyphen genannt, bestehen aus aneinander gereihten Zellen und sind Merkmal aller Pilze mit Ausnahme der als „Hefen“ bekannten, einzelligen Pilze. Die Gesamtheit aller netzartig verzweigten Hyphen bildet das Myzel (MÜCKE und LEMMEN 2004).

Mit Ausnahme der Schleimpilze haben alle Pilze Zellwände aus Chitin, das auch das Außenskelett der Insekten bildet. Damit unterscheiden sie sich von den Pflanzen, die ein Cellulosegerüst aufweisen, und sind daher gegen mikrobiellen Abbau resistenter als andere Lebewesen. Aufgrund dieser festen Zellwände müssen sie ihre Nahrung mithilfe von Enzymen vorbereiten. Sie spalten enzymatisch einzelne Nährstoff-

moleküle ab, die wiederum katalysiert und absorbiert werden können, da es ihnen nicht möglich ist, organische, kohlenstoffhaltige Nährstoffquellen einfach zu umschließen und aufzunehmen. In dieser Art der Ernährung liegt die Ursache für Nutzen wie Schaden der Pilze (RAVEN et al. 2000, BUZINA 2006).

Pilze vermehren sich durch Sporen. In Abb. 2 ist der Lebenszyklus von Schimmelpilzen als Grafik dargestellt. Diese Sporen werden entweder sexuell oder asexuell gebildet und sind meist unbeweglich (RAVEN et al. 2000). Einige Sporen sind hitzeresistent und viele Schimmelpilze haben Melanine in der Zellwand eingelagert, um die Sporen vor UV-Licht zu schützen (LANDESGESUNDHEITSAMT BADEN-WÜRTTEMBERG 2001). Zur Zeit der Vermehrung ist der Schimmelpilz durch die Vielzahl der gefärbten Sporen mit dem bloßen Auge gut sichtbar (UMWELTSCHUTZAMT KIEL 2005).

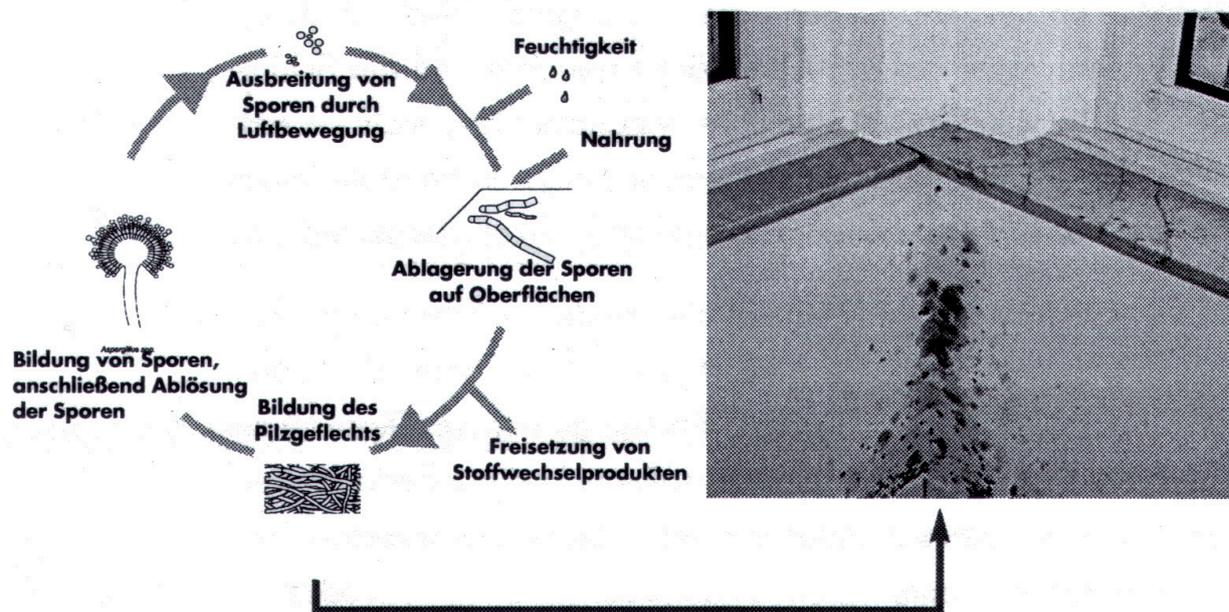


Abb. 2: Der Lebenszyklus von Schimmelpilzen, Energieagentur NRW Teilnehmerhandbuch

Sporen sind meist sehr klein, und können so leicht durch die Luft verwirbelt und sehr weit transportiert werden. Aufgrund ihres geringen Gewichts können sie lange in der Luft schweben. Andererseits werden sie auch über Insekten oder Gegenstände

weiterverbreitet, indem sie an ihnen haften bleiben. Sporen können mehrere Jahre in extrem heißen oder kalten Gebieten überdauern, bis die äußeren Bedingungen für eine Keimung z. B. Luftfeuchte, Temperatur und Nährboden optimal sind (RAVEN et al. 2000, DAVIS 2001).

Schimmelpilzsporen kommen ubiquitär vor, d. h. es gibt praktisch keinen Raum, der frei von Sporen ist (BARROT 2000a). Das erschwert eine quantitative Messung der eigentlichen Belastung sowie die Vermeidung von Pilzwachstum in Innenräumen. Die durch die Wärmeschutzverordnung geförderte hermetische Abdichtung mit modernen Fenstern und Türen begünstigt Schimmelpilzwachstum in Innenräumen. Bei täglich sechs Stunden Luftfeuchtigkeit von 80 Prozent an fünf aufeinander folgenden Tagen ist das Wachstumsoptimum bereits für Schimmelpilze erreicht (HOC 2002). Die Menge der Sporen in der Luft variiert je nach Jahreszeit, wobei sie in den Wintermonaten am geringsten, in den Sommermonaten am höchsten ist (BARROT 2000b).

Häufig treten Schimmelpilze gemeinsam mit anderen Mikroorganismen wie Bakterien, hier besonders die Aktinomyzeten, und Milben auf, da sie die gleichen Lebensbedingungen favorisieren. In den Sommermonaten sind sie oft zusammen mit Gräserpollen zu finden (RKI Kommission 2007).

Schimmelpilze bilden einen oberflächlich, farbigen, samtig oder watteartig aussehenden Rasen, der die Sporen enthält und dadurch der Vermehrung dient. Die jeweilige Farbe ergibt sich aus Pilzart und Nährbodenzusammensetzung. Beim Hausschimmel überwiegen dunkle Farben. Ein Beispiel für die Entstehung und Unterschiedlichkeit dieser Sporenteppiche geben die beiden Pilzarten *Penicillium notatum* und *Aspergillus fumigatum* (Abb. 3 und 4).



Abb. 3: *Penicillium notatum*: die Kultur zeigt die schönen Farben, die während des Wachstums und der Sporenbildung entstehen (RAVEN et al. 2006)



Abb. 4: *Aspergillus fumigatus*: die Kultur zeigt ein konzentrisches Wachstumsmuster, durch die in Schüben erfolgende Sporenbildung (RAVEN et al. 2006)

Der modrig-muffige Geruch kommt durch die Absonderung von Stoffwechselprodukten, so genannte „Microbial Volatile Organic Compounds“ (MVOC) zustande (MÜCKE und LEMMEN 2004). Bei der Bildung und Verbreitung dieser Stoffe spielen die Art des Pilzes, seine gegenwärtige Wachstumsphase, das Nahrungsangebot, die Luftfeuchtigkeit und auch das Material, auf dem der Schimmelpilz wächst, eine Rolle. Manche MVOC kommen nur bei lebenden Mikroorganismen vor, andere MVOC sind nicht an das Vorkommen lebender Mikroorganismen gebunden. „Bei sogenannten `inaktiven` Schäden, wo nicht-lebensfähige Mikroorganismen quantitativ überwiegen, wird zum Beispiel häufig nur wenig oder kein 3-Methylfuran nachgewiesen, während 1-Octen-3-ol noch lange Zeit nach Absterben der Mikroorganismen in erhöhten Mengen nachweisbar ist“ (UMWELTBUNDESAMT BERLIN 2002).

Bei den MVOC handelt es sich um eine sehr inhomogene Gruppe. Zu den chemischen Stoffklassen, denen die flüchtigen Verbindungen entstammen, gehören Alkane, Alkene, Alkohole, Aldehyde, Ketone, Ester, Aromate, Terpene, Ether, Thioether und Furane. Weil MVOC mit Lösungsmitteln, sogenannten VOC (Volatile Organic Compounds), chemisch identisch sind, wird diskutiert, ob MVOC in hohen Konzentrationen auch gesundheitsschädlich sein können. Allerdings liegt ihre Konzentration deutlich unter denen der technischen Stoffe aus Baumaterialien und neuere Ergebnisse sprechen sich gegen eine gesundheitliche Relevanz bei Exposition im Innenraum aus. (BARROT 2000b, LICHTNECKER und LINDEMANN 2003, BAUER 2007).

Zum Aufspüren von nicht sichtbarem Schimmelpilzwachstum werden MVOC durch Messung ihrer Konzentration als Screening eingesetzt.

Die Bildung von Mycotoxinen erleichtert es den Pilzen, ihren Lebensraum vor Bakterien und anderen Lebewesen zu behaupten. Es sind sekundäre Stoffwechselprodukte des Pilzes, die für andere Lebewesen giftig sein können (HOPPENHEIDT und MÜCKE 1998). Neuere Forschungen haben jedoch in diesem Zusammenhang eine symbiotische Beziehung zwischen Schimmelpilzen und Bakterien entdeckt. So produzieren Bakterien der Gattung Burkholderia, die im Myzel des Schimmelpilz *Rhizopus microsporus* leben, das hepatotoxische Gift Rhizonin (PARTIDA-MARTINEZ et al. 2007).

Ein Pilz, der das Potential zur Produktion von Mycotoxinen hat, muss diese nicht zwangsläufig produzieren. Es hängt von den äußeren Gegebenheiten wie auch der Wachstumsphase des Pilzes ab, ob und wie viel er synthetisiert. Die genauen Funktionsmechanismen sind jedoch noch nicht vollständig erforscht. Es ist allerdings bekannt, dass Mycotoxine gerade in Sporen in höherer Konzentration vorkommen (DAVIS 2001).

Einige Schimmelpilze werden in ihrer Bedeutung und wegen ihres Gefahrenpotentials im Folgenden etwas näher erläutert (MÜCKE und LEMMEN 2004; RKI Kommission 2007):

Alternaria alternata, gehört zu den Schwärzpilzen, die vor allem im Sommer zusammen mit Gräserpollen auftreten und große Mengen an Sporen abgeben. Ihm wird die höchste Allergenität unter den Pilzen zugesprochen (WURZINGER 2006). Er bildet schwarze Faulstellen an Obst und Gemüse und braucht zum Wachstum relativ viel Feuchtigkeit.

Die **Aspergillen** sind die bedeutendsten Schimmelpilze in der Biosphäre und kommen am häufigsten vor. Sie können Mycotoxine bilden sowie Infektionen und Allergien verursachen.

Aspergillus flavus gehört zu den Toxinproduzenten. Er bildet unter anderem Aflatoxine und Sterigmatocystin.

Aspergillus fumigatus weist von allen Schimmelpilzen die stärkste Pathogenität auf. Er kann Organmykosen und Allergien verursachen und produziert verschiedene Toxine wie Gliotoxin, welches immunsuppressiv wirkt und Emodin, was hämorrhagisch wirkt. Das antibiotisch wirksame Fumigayin, sowie verschiedene Clavin-Alkaloide zählen ebenfalls zu seinen Produkten. Er spielt eine wichtige Rolle bei der Verrottung von Pflanzenmaterial und Kompostierung.

Aspergillus niger ist fakultativ pathogen (Aspergillose) und kann als Toxine Oxal-säure und Kojisäure bilden.

Aspergillus versicolor wird in jeder zweiten Untersuchung von feuchtem Baumaterial gefunden (LORENZ 2006).

Cladosporium wird u. a. häufig auf organischen Materialien (Wandschimmel) gefunden. Er wächst langsam, verbreitet aber große Mengen an Konidien, die vom Wind sehr weit verbreitet werden und so in der Außenluft mit Abstand am häufigsten anzutreffen sind. Das allergene Potential liegt zwar unter dem von Alternaria, wird aber durch die enorme Sporenzahl wettgemacht. Wie Alternaria tritt er im Sommer zusammen mit Gräserpollen auf.

Penicillium-Arten sind vor allem durch ihre verderbliche Wirkung auf Nahrungsmittel und durch die Produktion von Antibiotika bekannt. Sie können verschiedene Mycotoxine bilden sowie Allergien auslösen. Die Sporenbildung findet hauptsächlich in den Wintermonaten statt (WURZINGER 2006).

Stachybotrys chartarum kann Zellulose abbauen und wächst optimal bei hoher Feuchtigkeit. Er wird oft auf nassem Papier, Tapete und Baumaterialien gefunden. Mit Satratoxin bildet er das „stärkste bekannte Zellgift“ (LORENZ 2006).

Mucor gedeihen auf Mist und Kot, Getreide und faulenden Früchten. Da die Zellwände aus Chitin bestehen, können ihre Sporen in der Magen-Darm-Passage von Tier und Mensch nicht abgebaut werden und überleben diese.

2.2.3 Schimmelpilze als Ursache umweltbedingter Erkrankungen

Da Schimmelpilze in der Umwelt ubiquitär vorkommen, hat der Mensch natürliche Resistenzen gegen sie entwickeln können und entwickelt daraus folgend selten Krankheitssymptome. Je nach Pathogenität und Konzentration des einzelnen Schimmelpilzes, der auf eine Person einwirkt sowie auch deren Immunstatus, kann die Wirkung des Pilzes in ihrer Stärke variieren. Darüber hinaus kommt es auf die Häufigkeit der Einwirkung an, ob und zu welcher Krankheitsausprägung die Exposition führt (LANDESGESUNDHEITSAMT BADEN-WÜRTTEMBERG 2001). Schimmelpilze können, wie Bioaerosole allgemein, über drei verschiedene Wirkungsmechanismen eine gesundheitliche Beeinträchtigung darstellen. Die Grenzen zwischen den einzelnen Wirkpfaden sind fließend, die Zuordnung der einzelnen Krankheitsbilder und Symptome nicht immer eindeutig. MARTH (2006) stellt diesen Sachverhalt anschaulich in tabellarischer Form dar (Tab. 1).

Tab.1: Wirkpfade und biologische Resultate von Pilzen bzw. Pilzsporen (Aus: MARTH 2006)

Wirkpfad	Resultat	Beispiel	Krankheitsbilder
Inhalation Ingestion Penetration	Allergie	Respirationsallergie auf inhalede Sporen, exogen-allergische Alveolitiden, Hauterkrankungen	Konjunktivitis, Rhinitis, Asthma bronchiale, EAA, Kontaktallergie der Haut
	Infektion	Dermale, pulmonale und systemische Infektionen, Gastrointestinalerkrankungen	Atemwegsinfekt, Pneumonie, Aspergillose, Soor, Hepatitis, Darminfektion, Hautinfektion
	Irritation Toxikose	Spezifische und unspezifische Reizerscheinungen an Haut und Schleimhäuten	ODTS

Dieses Schema wird von vielen Autoren um einen vierten Wirkpfad ergänzt (HOPPENHEIDT und MÜCKE 1998, CURTIS et al. 2004, BUZINA 2007):

- Allergien
- Infektionen
- Toxische Reaktionen
- Irritationen und unspezifische Reaktionen

2.2.3.1 Allergien

Schätzungsweise 50 % aller Allergiker in Deutschland sind auch gegen Innenraumallergene wie Milbenallergene, Tierepithelien und Schimmelpilze sensibilisiert (HOPPENHEIDT und MÜCKE 1998). Der erste Kinder-Umwelt-Survey, der von Mai 2003 bis Mai 2006 in Deutschland durchgeführt wurde, zeigt bei 40,8 Prozent der Kinder und Jugendlichen unseres Landes zwischen drei und 17 Jahren eine Sensibilisierung gegen eines der getesteten Allergene. Der Anteil der Kinder mit einer Erkrankung aus dem atopischen Formenkreis wurde mit 22,9 Prozent angegeben (SCHLAUD et al. 2007). Als repräsentativ für Deutschland ist auch dieses Ergebnis zu sehen: Der Anteil der auf Schimmelpilz sensibilisierten Kinder und Jugendliche beträgt sechs Prozent (UMWELTBUNDESAMT DESSAU-ROßLAU 2007). Personen mit familiärer Häufung von Typ-I-Allergien, bekannten Sensibilisierungen oder bereits eigenen Krankheiten aus dem atopischen Formenkreis sind laut RKI Kommission (2007) für die Ausbildung einer Allergie prädisponiert, wobei dem Vorhandensein atopischer Erkrankungen die höchste Bedeutung in diesem Zusammenhang zukommt.

Nach BARROT (2000b) enthalten Schimmelpilze „allergene Kontaktstellen (Epitope) und können wie andere luftgetragene Allergene bei Kontakt auf Schleimhäuten des Respirationstraktes immunologische Reaktionen auslösen“. Der erste Kontakt mit dem Allergen erfolgt meist klinisch unbemerkt. Hier kommt es zur Sensibilisierung, bei der zuerst größere Mengen des biologischen Agens erforderlich sind als beim Zweitkontakt zum Auslösen von Symptomen. Allergien sind Immunreaktionen, die Schaden hervorrufen und nicht schützen, wobei die Empfindlichkeit gegenüber Allergenen streng spezifisch ist. Da an der Haut im Allgemeinen der Hauptkontakt mit Fremdstoffen stattfindet, sind auch 80 % der Allergien auf dieses Organ bezogen; prinzipiell kann jedoch jedes Organ Schauplatz von allergischen Reaktionen sein

(MOLL 2005). So können Schimmelpilzallergene für die Entstehung einer Urtikaria verantwortlich sein oder als Aeroallergene eine atopische Dermatitis triggern. Schimmelpilzallergien manifestieren sich jedoch hauptsächlich über die Atemwege. Je nach Studie beträgt der Anteil der Schimmelpilzallergien bei Personen mit Atemwegsproblemen 1-10 Prozent. In der Gesamtbevölkerung schätzt man das Vorkommen von Schimmelpilzallergien auf fünf Prozent, wobei monovalente Sensibilisierungen mit weniger als einem Prozent selten auftreten (RKI Kommission 2007).

Die Sporengröße hat eine entscheidende Bedeutung für das Auslösen schimmelpilzspezifischer Symptome. Dazu zeigt die Abbildung 5 die Atemwegsgängigkeit von Schimmelpilzbestandteilen im Vergleich zu anderen Bioaerosolen.

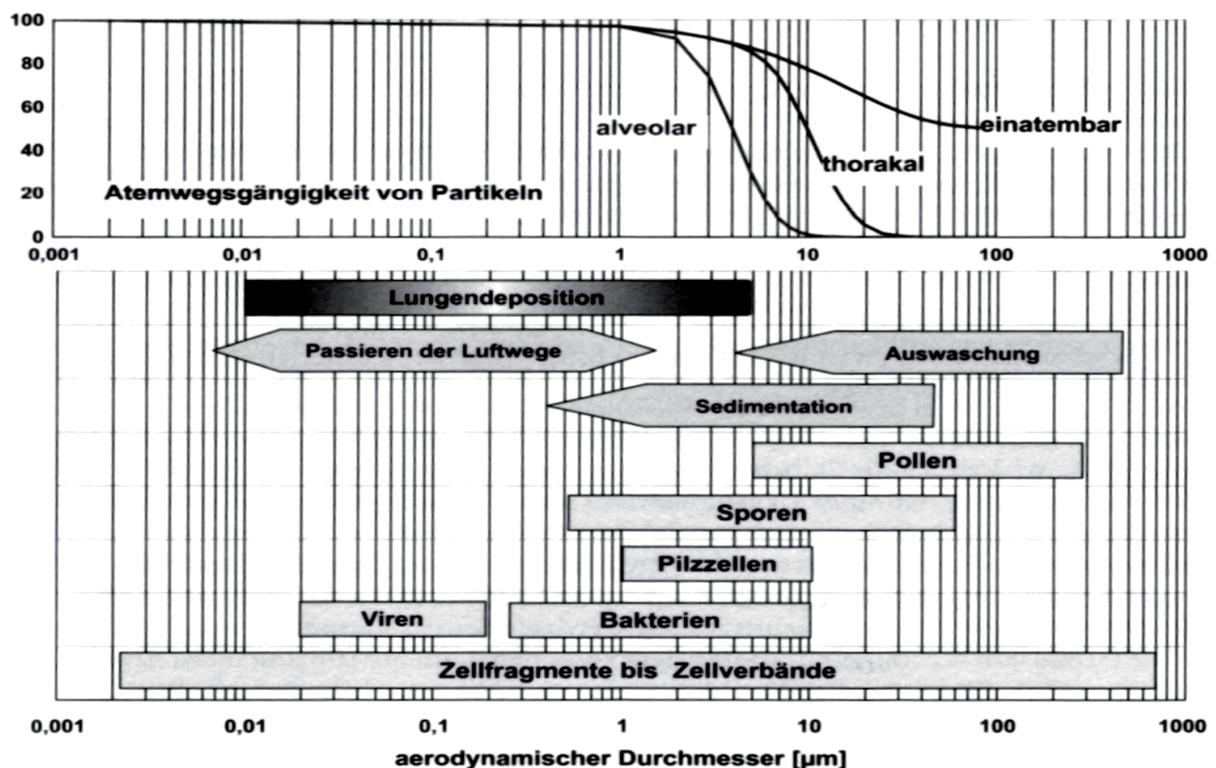


Abb. 5: Atemwegsgängigkeit von unterschiedlich großen Partikeln und typische Größenbereiche wichtiger Bioaerosolbestandteile (MÜCKE und LEMMEN 2004)

Beispielsweise sind die Sporen von *Alternaria*, *Fusarium* und *Cladosporium* vier bis mehr als 10 µm groß; zu groß um in die unteren Atemwege zu gelangen. Sie wirken daher vorwiegend auf die oberen Atemwege und lösen dort Heuschnupfen oder

allergisches Asthma aus. Nach einer finnischen Fall-Kontroll-Studie ist jede fünfte Asthmaerkrankung bei Kleinkindern durch feuchte Wohnungen und sichtbarem Schimmelpilzbefall bedingt (PEKKANEN et al. 2007). Dagegen sind die Sporen der Pilze *Aspergillus* und *Penicillium* klein genug (2 – 4 µm), um in den Alveolen eine allergische Alveolitis auszulösen (BARROT 2000b). Neigt ein Schimmelpilz zu hoher Sporenbildung, so muss er bezüglich Allergien kritischer eingestuft werden.

Neben der Sporengröße und Sporenzahl hängt der Dosis-Wirkungszusammenhang auch von der individuellen Prädisposition des Einzelnen ab, d.h. dem Grad der Sensibilisierung, der Membranfunktion der Haut und Schleimhäute sowie der einwirkenden Allergiedosis pro Körperfläche. Der Nachweis von Schimmelpilzallergenen kann sogar nach erfolgter Desinfektion noch erbracht werden (LANDESGESUNDHEITSAMT BADEN-WÜRTTEMBERG 2001).

Immunologisch kann man Allergien in vier verschiedene Typen einteilen. Diese Kategorisierung stellt eine in der Praxis wichtige Vereinfachung dar, auch wenn eine Immunreaktion nie eingleisig abläuft (MOLL 2005). Abbildung 6 zeigt schematisch die verschiedenen Typen pathogener Immunreaktionen nach Coombs und Gell.

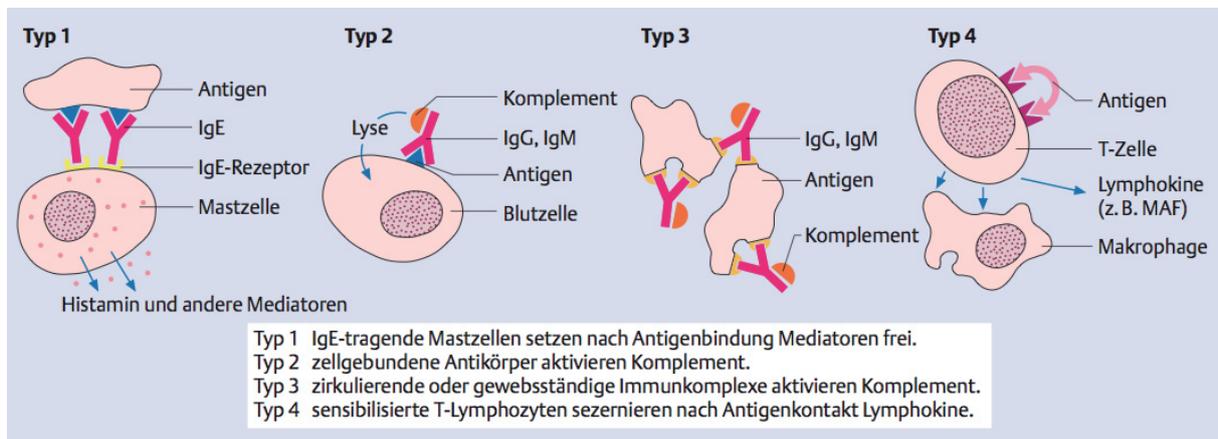


Abb. 6: Die vier Haupttypen pathogener Immunreaktionen nach Coombs und Gell (MOLL 2005)

Die Typ I Allergie, auch Sofort-Typ oder anaphylaktischer Typ genannt, tritt innerhalb der ersten Stunde nach Allergenkontakt auf. Sie wird durch Immunglobulin IgE vermittelt. Durch die Freisetzung vasoaktiver Mediatoren, v. a. Histamin, kommt es zur allergischen Sofortreaktion, die sich durch Vasodilatation (Erythem), Gefäßperme-

abilität (Ödeme), Kontraktion glatter Muskulatur (Bronchospasmus, Koliken), Hypersekretion der Schleimhäute (Rhinitis) sowie Juckreiz äußert. Klinische Manifestationen der Typ I Reaktion sind Urtikaria, das Angioödem sowie der anaphylaktische Schock, der wiederum in vier Schweregrade von leicht bis lebensbedrohlich unterteilt wird (MOLL 2005). Ungefähr 90 % der allergisch bedingten Reaktionen gehen auf den Allergie-Typ I zurück (MÜCKE und LEMMEN 2004).

Der Allergie-Typ II beinhaltet die Reaktion vom zytotoxischen Typ und betrifft v. a. die Blutzellen. Die Zellen werden entweder direkt durch die Antikörper oder durch aktiviertes Komplement nach Antigen-Antikörper-Reaktion zerstört. Der Allergie-Typ II äußert sich klinisch als medikamentös induzierte hämolytische Anämie, Agranulozytose oder Thrombozytopenie. Zytotoxische Mechanismen sind wahrscheinlich auch bei der Entstehung bestimmter Immunkrankheiten wie dem Lupus erythematoses, dem Pemphigus vulgaris und dem bullösen Pemphigoid beteiligt (MOLL 2005). Der Allergie-Typ II kann nicht durch luftgetragene Allergene verursacht werden (MÜCKE und LEMMEN 2004). Er sei hier nur der Vollständigkeit halber erwähnt.

Die Allergie vom Typ III wird durch zirkulierende und gewebsständige Immunkomplexe über präzipitierende Antikörper IgG und IgM vermittelt. Es kommt zur immunkomplexinduzierten Komplementaktivierung, über die Bildung hochwirksamer Entzündungsmediatoren und über Zwischenschritte zur Chemotaxis, letztendlich zur Sekretion lysosomaler Enzyme, die das Gewebe schädigen. Klinisch äußert sich die Typ III Reaktion als allergische Vaskulitis sowie Gefäß- und Gewebsschäden beim Lupus erythematoses und Immunvaskulitiden (z. B. Serumkrankheit, MOLL 2005).

In Hinblick auf das Ausmaß der Gesundheitsgefährdung stellt die exogen-allergische Alveolitis (EAA) die wichtigste durch Allergene ausgelöste Erkrankung dar, auch wenn ihre Häufigkeit gering ist. Während der Reaktionstyp bei der EAA überwiegend als Typ III Reaktion klassifiziert wird, kann auch eine Mitbeteiligung der Immunreaktion nach Typ IV, dem Spättyp, vorhanden sein (LANDESGESUNDHEITSAMT BADEN-WÜRTTEMBERG 2001, WURZINGER 2006, HESELTINE und ROSEN 2009). Die EAA ist eine „akut, subakut oder chronisch verlaufende Lungenentzündung, die durch wiederholte Inhalation organischer Stäube verursacht werden kann“ (BARROT 2000b).

Die Allergie des Typs IV wird durch spezifisch sensibilisierte T-Lymphozyten und deren Reaktion mit zellulär präsentierten Antigenen verursacht. Sie ist eine Reaktion vom Spättyp und wird klinisch erst 24-48 Stunden nach Allergenexposition manifest. Man differenziert zwischen dem Tuberkulintyp und dem Ekzemtyp. Die häufigste klinische Manifestation stellt das allergische Kontaktekzem dar. Zu ihr werden des Weiteren die Tuberkulinreaktion, die Transplantatabstoßung sowie zahlreiche Arzneimittel-exantheme gezählt (MOLL 2005).

2.2.3.2 Infektionen

Nach der Biostoffverordnung, die die biologischen Arbeitsstoffe in vier Risikogruppen einteilt, gehören die meisten Schimmelpilze der Risikogruppe 1 an und sind demnach gering infektiös. *Aspergillus fumigatus* und *Aspergillus flavus* gehören zu den wenigen Schimmelpilzen, die der Risikogruppe 2 zugeordnet sind und können als thermotolerante Schimmelpilze unter Umständen auch beim gesunden Menschen Infektionen auslösen (TRBA 450, TRBA 460, RKI Kommission 2007). Andere Quellen beschreiben diesen Mechanismus sogar als unbedeutend für den gesunden Menschen (HVBG 2001, BGIA 2005). Pilzinfektionen sind zwar seltener als bakterielle Infektionen, dafür verläuft die Erkrankung jedoch meist schwerer und ist mit einer sichtlich höheren Letalität verbunden (LASS-FLÖRL 2006).

Der Schimmelpilz *Aspergillus fumigatus* gilt als Hauptauslöser der invasiven pulmonalen Aspergillose und ist somit als Mykoseerreger nennenswert (LANDESGESUNDHEITSAMT BADEN-WÜRTTEMBERG 2001, BUZINA 2006, LASS-FLÖRL 2006).

Bei immunsupprimierten Personen wie z.B. AIDS-/ oder Chemotherapiepatienten kann es zu einer Infektion, durch an sich für den Menschen nicht oder fakultativ pathogene Keime wie z. B. Schimmelpilze kommen (BGIA 2005, MOLL 2005). Genauso kann es auf dem Boden einer längst bestehenden Infektion zu einer so genannten Superinfektion kommen, d. h. durch die geschwächte Immunabwehr ist der Organismus nicht in der Lage, zusätzlich zu der bestehenden Infektion auch noch die an sich harmlosen Erreger zu eliminieren.

Eintrittspforten sind am häufigsten die Atemwege mit Manifestation in der Lunge und den Nasennebenhöhlen gefolgt von den Ohren sowie Hautverletzungen. Durch hämatogene oder lymphogene Streuung gelangen die Schimmelpilze dann auch zu anderen Organen (RKI Kommission 2007). Als Beispiele für Infektionen wären hier Mykosen zu nennen. Parasitäre Pilze sind verantwortlich für Dermatomykosen und entstehen durch einfachen Hautkontakt, tiefe Mykosen über traumatische Einwirkungen in die Haut oder das Subkutangewebe. Systemmykosen befallen die inneren Organe über den Respirations- oder Gastrointestinaltrakt (BARROT 2000b, MOLL 2005).

„Fast 40 Prozent aller tödlichen Infektionen in Krankenhäusern Mitte der 1980er Jahre gingen nicht auf Bakterien oder Viren zurück, sondern auf Pilze. Etwa 80 Prozent aller AIDS-Toten starben an Lungenentzündungen verursacht durch *Pneumocystis carinii*. Auch eine Infektion mit *Candida albicans* ist für AIDS-Patienten ernst, da sie die als Soor bekannte Erkrankung im Mund- und Genitalbereich verursacht“ (RAVEN et al. 2000). Auch hier gilt: Je höher die Keimbelastung, desto wahrscheinlicher ist auch eine Infektion durch Schimmelpilze (LANDESGESUNDHEITSAMT BADEN-WÜRTTEMBERG 2001, LASS-FLÖRL 2006).

2.2.3.3 Toxische Reaktionen

Die Ausprägung der toxischen Reaktion ist wie auch die allergische Reaktion sehr stark von der Art wie auch von der Gesamtmenge der Schimmelpilze abhängig. Nur diejenigen Schimmelpilze, die zur Bildung von Toxinen fähig sind können eine Intoxikation hervorrufen. Toxine erzeugen ab einer bestimmten Konzentration in jedem Menschen eine Reaktion und nicht wie bei den Allergenen erst nach Sensibilisierung und bei persönlicher Disposition (BUZINA 2006). Mycotoxine sind niedermolekulare Stoffe, gegen die der Mensch keine Antikörper bilden kann (KLINKHAMMER und FERDINAND 2003).

Die toxische Alveolitis, auch ODTS genannt, ist die wichtigste toxisch bedingte Erkrankung auf inhalativem Wege und auch häufiger als die EAA. Meist vier bis sechs Stunden nach gewaltiger Staubentwicklung organischen Materials kommt es zu

grippeähnlichen Symptomen, die normalerweise spontan nach 24 bis 48 Stunden wieder verblasen. Es gibt keine allgemein anerkannten Diagnosekriterien für die toxische Alveolitis und zudem sind milde Verläufe auch schon unter niedrigen Schimmelpilzkonzentrationen aufgetreten (BARROT 2000b). Es wird diskutiert, inwieweit hier, neben der eigentlichen Schimmelpilzkonzentration, anteilmäßig auch Endotoxine, Exotoxine, Mycotoxine, MVOC, Glucane, Sporenkonzentrationen, Bakterien oder Staubpartikel als Auslöser beteiligt sind (BARROT 2000b, RKI Kommission 2007). Darüber hinaus ist für die Toxizität der Sporen entscheidend, auf welchem Material sie gebildet worden sind (NEVALAINEN und SEURI 2004).

Mycotoxine und ihre Auswirkungen auf die Gesundheit des Menschen sind vor allem als Kontamination von Lebensmitteln erforscht worden. So sind nach Schätzungen der FAO (Food and Agriculture Organization der Vereinten Nationen) weltweit ca. 25 Prozent der Lebensmittel messbar durch Mycotoxine kontaminiert (MÜCKE und LEMMEN 2004). Über ihr Vorkommen in der Luft liegen jedoch nur wenige Erkenntnisse vor (UMWELTBUNDESAMT BERLIN 2002). In Gebäuden mit Wasserschäden wurden einige Schimmelpilze als Mycotoxin-Produzenten identifiziert: Penicillium-Arten (Patulin, Citrinin), Stachybotrys chartarum, Fusarium-Arten und Aspergillus-Arten. Die von diesen Schimmelpilzen gebildeten Mycotoxine können „bei längerer und intensiver Exposition (...) zu Atemwegs- und sonstigen, teils systemischen Symptomen führen“, so der HVBG (2001). Die RKI Kommission (2007) schreibt dazu: „Es besteht weiterer Klärungsbedarf, ob die in der Innenraumluft entstehenden Mycotoxin-Konzentrationen toxikologisch relevant sind (...). Einzelne Untersuchungen deuten jedoch darauf hin, dass die Wirkkonzentration bei pulmonaler Aufnahme 1-2 Größenordnungen unter denen bei oraler Exposition liegen.“

Ein besonderes Augenmerk gilt den Schimmelpilzen, deren Mycotoxine cancerogen sind. Bisher sind allerdings nur für Stachybotrys chartarum schon bei geringen Sporenmengen in der Innenraumluft Toxine mit cancerogener Potenz dokumentiert worden. Andere Mycotoxine von Stachybotrys chartarum lösen vor allem bei Kindern pulmonale Hämorrhagien aus, die tödlich sein können (LANDESGESUNDHEITSAMT BADEN-WÜRTTEMBERG 2001, BUZINA 2007). Weitere Wirkungen von Mycotoxinen sind teratogener oder immunsuppressiver Art (DIEZ und VON MÜHLENDAHL 2005).

Als weitere Ursache toxischer Reaktionen des Menschen auf Schimmelpilze wird die inhomogene Gruppe der MVOC diskutiert. Sie sind teilweise mit organischen und technischen Lösungsmitteln identisch. Aussagen über die Gesundheitsgefährdung dieser Substanzen können nicht pauschal getroffen werden. Die chemische Reaktionsweise mancher MVOCs müsste aufgrund ihrer Ähnlichkeit mit Lösungsmitteln vergleichbar sein. Bei Lösungsmitteln steht die Wirkung auf die Gesundheit außer Frage. Allerdings spielt die Konzentration der Stoffe bei der Beurteilung ihrer Gefährlichkeit eine große Rolle und diese ist bei den MVOC gegenüber den technischen Stoffen aus Baumaterialien etc. deutlich geringer (BARROT 2000b, LICHTNECKER und LINDEMANN 2003, LORENZ 2006).

Bei der Differenzierung der Ursache von umweltmedizinischen Erkrankungen durch Schimmelpilze kommt erschwerend hinzu, dass die immunotoxischen Effekte häufig von allergisch bedingten Wirkungen nicht zu unterscheiden sind. Folglich müssen die Ergebnisse von Expositionstest wie z. B. Inhalation- und Pricktests mit Vorsicht bewertet werden (HOC 2002).

2.2.3.4 Irritationen und unspezifische Symptome

Häufig lassen sich Krankheitsbilder und Symptome nicht eindeutig zuordnen. Man vermutet eine Vielfalt an Ursachen. Als Auslöser werden sowohl bakterielle Endotoxine als auch MVOC und 1,3- β -Glucan, welches u. a. Bestandteil von Schimmelpilzzellwänden ist, diskutiert. Unter diesen Begriffen werden Irritationssymptome, Atemwegsinfektionen und allgemeine Befindlichkeitsstörungen sowie Schleimhautreizungen zusammengefasst (BARROT 2000b, BAUER et al. 2001, RKI Kommission 2007).

BARROT (2000a und 2000b) unterscheidet zwischen spezifischen und unspezifischen Symptomen, wobei er zu letzterem das chronische Müdigkeitssyndrom, gastrointestinale Symptome, Kopf-/Rücken-/Gelenkschmerzen sowie Schwindelanfälle und Konzentrationsschwächen zählt. Zu den spezifischen Symptomen zählt er Husten, verstärkte Schleimproduktion, Halsschmerzen und Heiserkeit, Rhinitis, chronische Atemwegserkrankungen und Augenreizungen.

Andere Autoren unterscheiden die unterschiedlichen Wirkungsmechanismen erst gar nicht und benennen direkt einzelne Symptome oder Symptomkomplexe. Die am häufigsten mit Schimmelpilzen assoziierten Symptome sind nach NEVALAINEN und SEURI (2004) Irritationen, wiederholte Infektionen der Atemwege, unspezifische neurologische Symptome sowie allgemeine Symptome.

Das LANDESGESUNDHEITSAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (2001) unterscheidet zwischen ODTS, zu dem Symptome im Bereich der Schleimhäute der unteren Atemwege und grippeähnliche Symptome zählen, sowie Allergien. Unter den Typ I Allergien sind allergischer Schnupfen, Asthma bronchiale, allergische Konjunktivitis, Urtikaria sowie die Neurodermitis erwähnt mit den jeweiligen dazugehörigen Symptomen wie Juckreiz, Bindehautrötung, Fließschnupfen, Quaddeln und Atemnot.

LORENZ (2006) spricht bei einem nachgewiesenen Schimmelpilzbefall von folgenden häufigen Symptomen: Beschwerden der Atemwege (Husten, Niesen, laufende und verstopfte Nase, chronische Sinusitis und Bronchitis), allergische Rhinitis sowie asthmatische Beschwerden. Als weitere Symptome benennt er Augen- oder Hautreizungen, rheumatische und neurologische Beschwerden (Kopfschmerzen, Konzentrationsprobleme, Erschöpfungszustände und Müdigkeit).

PARK et al. (2004) und SAHAKIAN et al. (2008) unterscheiden untere und obere Atemwegsprobleme und zählen Husten, Schnaufen, Engegefühl im Brustbereich und Kurzatmigkeit als Einzelsymptome auf und fügen die hypersensible Pneumonitis den unteren Atemwegen hinzu. Als obere Atemwegsprobleme zählen hier Nase-, Nasennebenhöhlen- und Halsbeschwerden.

In der Studie von INAL et al. (2007) wurden Kinder mit Schimmelpilzsensibilisierung ein Jahr lang auf Rhinitis und Asthma untersucht, wobei die Kinder täglich Symptome wie laufende Nase, Niesen und verstopfte Nase als Zeichen einer Rhinitis und Husten, Schnaufen, Engegefühl im Brustbereich und Kurzatmigkeit als Zeichen eines Asthma bronchiale notieren sollten. Andere obere Atemwegsinfekte wurden ausgeklammert.

In einer Umfrage des Gesundheitsamtes Bremen aus dem Jahre 2007 wurden 194 Personen zu ihrer Gesundheit und nach Feuchteschäden in ihrer Wohnung befragt. Neben Allergien, Arthritis, Asthma und Bronchitis wurden auch einzelne Symptome der letzten 12 Monate erfragt. Hier wurde am häufigsten über Husten (34,5 %), gefolgt von Schnupfen (29,4 %) sowie Kopfschmerzen und Müdigkeit mit jeweils 25,7 %, berichtet. Häufig fanden sich auch grippale Infekte (24,7 %). Halsschmerzen (23,2 %) sowie Augenreizungen (22,7 %). Seltener wurden Hautreizungen (17,0 %) und Mundtrockenheit (14,4 %) angegeben.

BRASCHE et al. (2003) erfragten im Rahmen der repräsentativen Untersuchung der Universität Jena vom Arzt diagnostizierte Allergien und Asthma sowie auch Infekte der letzten 12 Monate. Ergebnis der Studie war, dass Feuchteschäden das Allergierisiko um 30 %, das Asthmarisiko um 50 % sowie auch das Risiko einer Erkältungskrankheit um mindestens 50 % erhöhten.

In der gesonderten Auswertung für Nordrhein-Westfalen (BRASCHE und BISCHOF 2005) wurde eine Erhöhung des Allergierisikos bei Feuchteschäden um 40 Prozent angegeben; im Falle eines Schimmelpilzbefalls erhöhte sich das Allergierisiko sogar um 70 Prozent. Das Risiko, an Asthma zu erkranken, erhöhte sich bei Feuchteschäden signifikant um den Faktor 2,3. Für Erkältungskrankheiten zeigte sich bei Feuchteschäden ein Anstieg um 50-60 Prozent.

KORPI et al. (2009) fassen die Ergebnisse von Primärstudien zusammen und nennen Augen-, Nasen- und Halsirritationen sowie asthmaähnliche Symptome, die durch MVOCs ausgelöst werden können, auch wenn Dosis-Effekt- und Dosis-Wirkungs-Beziehungen noch untersucht werden müssen.

COMETTO-MUNIZ et al. (2004) beschreiben Einzelsubstanzen sowie die Kombination verschiedener niedrig dosierter VOCs isoliert aus Häusern mit Feuchtigkeitsschaden und deren Auswirkung auf die Gesundheit. Sie testen als Symptomatik Augenirritationen, Geruch und "nasales Beißen/Stecken" (übersetzt aus dem Englischen: „nasal pungency“).

Patienten mit allergischen Atemwegskrankheiten klagen nach PEDE und REED (2010) häufig über nächtlichen und therapieresistenten Husten, Asthma und allergischer Rhinitis sowie Konjunktivitis.

In der Studie von KIM et al. (2007) werden asthmatische Symptome und selbstberichtete atopische Sensibilität unter Grundschulkindern in Beziehung zu verschiedenen luftgetragenen mikrobiellen Expositionen und Weichmachern im Klassenraum gebracht. Hierzu wurde ein Fragebogen verwendet, der Fragen über Asthma und einen Fragenkomplex über die Symptome Atemgeräusche, Kurzatmigkeit und Enge in der Brust ohne hier den Begriff Asthma zu verwenden, enthält.

MÜCKE und LEMMEN widmen in ihrem Buch „Schimmelpilze“ von 2004 der allergischen Konjunktivitis und Rhinitis ein eigenes Kapitel; die Infektanfälligkeit zählen sie zu den unspezifischen Symptomen.

2.3 Messverfahren und ihre Bewertungskriterien

Bis heute gibt es keine allgemein anwendbaren Beurteilungskriterien, ob eine Schimmelpilzquelle im Innenraum vorhanden ist oder nicht. Es gibt verschiedene Messmethoden, die bei der Beurteilung einen hohen Sachverstand erfordern und deren Ergebnisse als Gesamtheit beurteilt werden müssen. Des Weiteren muss eine Schimmelpilzquelle im Innenraum nicht zwangsläufig gesundheitlich bedenklich sein (UMWELTBUNDESAMT BERLIN 2002). Sie sollte allerdings immer zur Vorbeugung gesundheitlicher Beeinträchtigungen beseitigt werden und Anlass zur Abklärung sein (LANDESGESUNDHEITSAMT BADEN-WÜRTTEMBERG 2001, DIEZ und VON MÜHLENDAHL 2006).

Hinzu kommt, dass zu den Schimmelpilzen sowohl kultivierbare, nicht (mehr) kultivierbare Sporen und Konidien wie auch Myzel- und Hyphenfragmente sowie Zellbestandteile gerechnet werden. Es lassen sich auch Stoffwechselprodukte (MVOC) und Toxine unter diesen Begriff fassen (RKI Kommission 2007). Dies muss bei der Messmethodik berücksichtigt werden.

Wohnungsbegehungen haben die Aufklärung eventueller Schimmelpilzbelastungen zum Ziel. Dabei werden beispielsweise die Temperatur sowie der Feuchtigkeitsgehalt im Raum und auf Materialien dokumentiert und analysiert. Weiterhin wird die Wohnung auf Schimmelpilzwachstum inspiziert und die Bewohner werden allgemein über den Wohnraum und ihre Gesundheit befragt (UMWELTBUNDESAMT BERLIN 2002). Ergibt sich daraus für die untersuchenden Labore ein Anfangsverdacht, werden spezielle Messungen zur Überprüfung der Schimmelpilzkonzentration durchgeführt, auf die im Folgenden genauer eingegangen wird.

Um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu erhöhen, bietet das Landesgesundheitsamt Baden-Württemberg seit dem Jahr 2000 regelmäßig Ringversuche zur "Differenzierung von innenraumrelevanten Schimmelpilzen" an. Hier werden Reinkulturen von verschiedenen Laboren differenziert und erkannt. In jüngerer Vergangenheit wurden diese Ringversuche, die einmal jährlich stattfinden, um die Differenzierung von realen Proben erweitert. Die Differenzierung dieser Schimmelpilzmischkulturen geben somit natürliche Bedingungen wieder (LANDESGESUNDHEITSAMT BADEN-WÜRTTEMBERG 2001, GABRIO et al. 2003b).

Sowohl die Aufbereitung der einzelnen Material-, Luft-, und Staubproben als auch die Nachweismethoden und die Dokumentation der Ergebnisse sind festgelegt. Die Herausforderung bei der Auswertung besteht darin, aus der Fülle der in der Probe vorkommenden Schimmelpilzarten die Indikatororganismen zu bestimmen (GABRIO et al. 2003b). Dieser Versuch zur Qualitätssicherung soll in Zukunft auch international ausgedehnt werden (GABRIO et al. 2003a, GABRIO 2008).

Zusätzlich zu Ringversuchen ist es notwendig, geeignete Fortbildungen anzubieten. Dies soll mit den Ringversuchen einhergehen. Die bisherigen Auswertungen der Ringversuche zeigen deutlich, dass diejenigen Labore, die bereits bei einem Ringversuch teilgenommen hatten, besser abschneiden (GABRIO 2008).

Es kommt auf die Fragestellung an, welches oder welche Messverfahren für sinnvoll erachtet werden, denn kein Verfahren ist für alle Fragestellungen anwendbar (UMWELTBUNDESAMT BERLIN 2002, KVWL 2007). Den genannten Bewertungskriterien liegen die Empfehlungen des Schimmelpilzleitfadens (UMWELTBUNDESAMT BERLIN

2002) sowie die Ergebnisse des Arbeitskreises „Qualitätssicherung – Schimmelpilze in Innenräumen“ am Landesgesundheitsamt Baden-Württemberg (2001) zugrunde.

2.3.1 Schimmelpilze in der Luft

Für die Bestimmung der Schimmelpilzarten und ihrer Konzentration in der Luft gibt es in der **Arbeitsmedizin** momentan nur ein einziges standardisiertes Messverfahren für Luft. Für die Umweltmedizin muss dieses modifiziert werden, beispielsweise durch eine Erweiterung des Bestandes an Nährmedien und systematischer, routinemäßiger Bestimmung der Schimmelpilzarten. Die Bestimmung lebender, luftgetragener Pilzsporen in der Wohnraumlufte ist die am häufigsten angewandte Methode. Das Berufsgenossenschaftliche Institut für Arbeitsschutz (BGIA, 2005) spricht sich jedoch nur in Ausnahmefällen für diese Methode aus, beispielsweise bei nicht einsehbaren Gebäudeteilen; sie ziehen die Materialprobe den Luftmessungen vor.

LORENZ zitierte 2006 eine eigene Studie, in der in 28 Prozent trotz deutlichem Schimmelpilzwachstum und Schimmelpilz-typischen Beschwerden bei den Patienten bei der Luftkeimmessung normale Befunde erzielt wurden. Bei medizinischen Fragen kann eine Untersuchung der Raumlufte aber durchaus sinnvoll sein, da man so einen Überblick über die inhalierte Schimmelpilzkonzentration erhält.

Die Größe der biologischen Partikel, die aufgrund der Aerodynamik über eine Luftmessung erfasst werden können, beträgt $< 1 \mu\text{m}$ Durchmesser. Die Probenahme sollte in 1-1,2 m Höhe durchgeführt werden, wobei das Ansaugen der Luft entgegen der Schwerkraft erfolgen sollte, um das Ergebnis nicht zu verfälschen.

Die Messung muss so erfolgen, dass sie repräsentativ für die Belastung des Raumes ist; an auffälligen Stellen sind Zusatzmessungen erforderlich. Empfohlen wird, pro Messstelle wenigstens zwei Messungen durchzuführen, wenn möglich auch unter Variation der Volumina bzw. der Verdünnungen. Es sollte weiterhin darauf geachtet werden, dass pro beprobter Platte mindestens 10 bis 20, aber höchstens 100 Koloniebildende Einheiten (KBE) auszuzählen sind.

Zur richtigen Einschätzung der Luftprobe muss eine Außenmessung als Referenzwert hinzugezogen werden, da durch das Lüften die Sporen aus der Außenluft auch in die Innenräume gelangen. Empfehlenswert ist, die Außenluftmessung auf der Windseite durchzuführen, jedoch nicht bei extremen Wetterbedingungen, und mindestens einen Meter von dem Fenster entfernt.

Es wird geraten, den Raum sieben Tage vor der Probennahme nicht mehr zu reinigen und sechs bis acht Stunden vorher nicht mehr zu lüften, damit keine Luftverwirbelungen stattfinden

Allgemein sind Messungen in den Wintermonaten zu bevorzugen, da dann die Sporenkonzentration in der Außenluft geringer ist und sie deswegen die Innenraummessungen weniger beeinflusst.

Für die Durchführung der Probenahme stehen zwei Gerätetypen zur Verfügung, Impaktoren und Filtrationsgeräte. Wie alle Verfahren haben auch diese beiden Vorzüge wie Nachteile. Impaktoren haben ein geringeres Gewicht und sind einfacher in ihrer Bedienung. Das Verfahren kann auch bei erhöhter Luftfeuchtigkeit eingesetzt werden, hat aber den Nachteil, dass mit ihm nur Kurzzeitmessungen (direkte Messung) möglich sind. Dadurch, dass die Messung kurz ist und die Partikel direkt in das Nährmedium eingebracht werden, geht man von einem geringen Sammelstress aus. Konglomerate von Schimmelpilzsporen können bei diesem Verfahren allerdings nur als eine KBE nachgewiesen werden.

Filtrationsgeräte sind meist schwerer und nicht akkubetrieben. Es entstehen zusätzliche Kosten durch die Verwendung von Filtern und die Probenaufarbeitung. Als Vorteil ist anzusehen, dass man sowohl Kurzzeit- (direkt) als auch Langzeitmessungen durchführen kann.

Die indirekte Langzeitmessung hat den Vorteil, dass ein Nachweis auf verschiedenen Nährmedien, bei verschiedenen Verdünnungen und mit unterschiedlichen Bebrütungstemperaturen ohne Komplikationen möglich ist. Auch können in der Weiterverarbeitung die Einzelsporen von Konglomeraten isoliert und als eine Vielzahl von KBE nachgewiesen werden. Allerdings ist hierbei auch der Sammelstress erhöht. GABRIO

et al. (2005) spricht sich im Innenraum für die in der Routine praktischere Impaktion aus.

Das Wachstum von in der Luft vorkommenden Bakterien muss bei der Anzüchtung der Schimmelpilzsporen durch passende Hemmstoffe eingedämmt werden. Zum Nachweis von Schimmelpilzsporen in der Raumluft bieten sich der DG18-Agar und der Malzextrakt-Agar an. Zur Bebrütung werden meist 25 °C empfohlen, je nach Fragestellung auch andere Temperaturen.

Im Nachweisverfahren werden die Gesamt-KBE bestimmt, sowie eine Differenzierung in einzelne Schimmelpilzarten zur Ermittlung von Indikatoren für gesundheitliche Gefährdung oder Feuchteschäden vorgenommen. Im Vergleich mit der Außenluft zeigt sich dann, ob eine Belastung im Innenraum vorliegt. Dies ist nämlich dann der Fall, wenn im Innenraum andere oder einzelne Schimmelpilzarten verstärkt gegenüber der Außenluft auftreten. Die Identifizierung der einzelnen Schimmelpilzarten erfolgt aufgrund der makroskopischen und mikroskopischen Morphologie.

Zu beachten ist, dass sich nicht alle Schimmelpilze auf den gleichen Nährmedien und bei gleicher Temperatur kultivieren lassen. Auch können sie sich im Wachstum gegenseitig behindern, was eine rechtzeitige Separierung erfordert.

2.3.2 Schimmelpilze im Staub

Eine weitere Methode zur Ermittlung einer Schimmelpilzexposition ist das Sammeln von Staub. Pilzsporen setzen sich abhängig von ihrem aerodynamischen Durchmesser unterschiedlich schnell auf Oberflächen ab und schlagen sich im Hausstaub nieder (RKI Kommission 2007). Staubproben sind ein sehr inhomogenes Gemisch. Die Probe kann ganz unterschiedliche Mengen verschiedenster Bestandteile beinhalten, die je nach Fragestellung durch Sieben entfernt werden müssen, wobei sich die Probenmenge möglicherweise vermindert.

Um den Einfluss des Gewichts der Grobpartikel zu begrenzen, ist es ratsam, die Auswertung der ungesiebten Probe in Bezug auf die Größe der Sammelfläche vorzu-

nehmen. Die Fläche, von der die Probe gewonnen wurde, sollte 1 m² nicht überschreiten und das Saugen sollte auf fünf Minuten beschränkt sein.

Wie bei der Luftmessung darf auch hier sieben Tage vor der Probenahme der Raum nicht gereinigt werden und mindestens sechs bis acht Stunden vorher sollte weder gelüftet werden noch sollten mechanische Verwirbelungen stattfinden. Vergleicht man Luftmessungen mit Staubproben, so unterscheiden sie sich darin, dass Staubproben keine Information über die aktuelle Schimmelpilzkonzentration sondern Langzeitinformationen liefern.

Von der Analyse von Staubsaugerbeutelinhalt ist abzuraten; hierbei findet ein massiver Sammelstress statt. Durch die Porengröße des Beutels kann Feinstaub unbemerkt entweichen und so die Probe verfälschen. Des Weiteren ist die Herkunft der Probe unsicher. Auf diese Art der Probengewinnung sollte nur in Ausnahmefällen zurückgegriffen werden.

Im Regelfall sollte die Probennahme mit einem speziellen Filterhalter bei einem Saugvolumen von wenigstens 15 l/min erfolgen. Für repräsentative Ergebnisse muss der Filter nach jeder Messung sterilisiert werden. Auch hier ist die genaue Herkunft des Staubes nicht sicher bekannt. Darüber hinaus können nicht alle Schimmelpilzsporen vom Grobstaub isoliert werden und diese gehen dann über das Sieben der Probe unweigerlich verloren, was die Höhe des Messergebnisses vermindert.

Der Nachweis der Schimmelpilze erfolgt wie bei der Luftmessung auf DG18-Agar und Malzextrakt-Agar, wobei auch hier das Wachstum von Bakterien unterdrückt werden muss und rechtzeitig Subkulturen angelegt werden müssen, damit sich die Pilze in ihrem Wachstum nicht hemmen und überlagern. Wie bei der Luftmessung werden die Kulturen makroskopisch und mikroskopisch beurteilt, nach Gattungen geordnet und es wird die Gesamt-KBE bestimmt. Zusätzlich wird die Häufigkeit der einzelnen Schimmelpilzarten erfasst und die auch in geringen Mengen vorkommenden Indikatororganismen werden klassifiziert und quantifiziert.

2.3.3 Schimmelpilze in der Materialprobe

Als Materialproben dienen beispielsweise Holz, Tapete, Putz, Dämmmaterial, Blumenerde oder Wasser aus dem Raumluftheuchter technischer Anlagen. Sinnvoll ist dieses Verfahren nur, wenn bereits ein gezielter Verdacht vorliegt, etwa ein sichtbarer Schimmelpilzbefall. Bei allen Probenahmen ist eine Angabe der Größe, wie auch der Tiefe des Befalls wichtig. Die Auswertung erfolgt dann wie bei der Luftprobe: Bestimmung der Gesamt-KBE, makroskopische wie mikroskopische Differenzierung der Spezies und Bestimmung der Häufigkeit einzelner Arten.

Materialproben können auf unterschiedliche Weise detaillierter untersucht werden. Hier bieten sich folgende Methoden an:

- Abklatschprobe
- Klebefilmpräparat
- Suspendierte Materialprobe
- Direkte mikroskopische Betrachtung der Materialprobe

Bei der Abklatschmethode können unterschiedliche Agar-Nährböden ihre Anwendung finden, je nachdem welche Schimmelpilze vermutet werden, beispielsweise Malzextrakt- oder DG18-Agar. Dieser wird auf die befallene Stelle gedrückt und anschließend bebrütet. Die Untersuchungsergebnisse dienen als Orientierungshilfe mit qualitativer Aussage.

Der Vorteil des Klebefilmpräparats liegt darin, dass der derzeitige Zustand mit vermehrungsfähigen wie nicht mehr vermehrungsfähigen Sporen erfasst wird. Mit einem Klebefilm werden die Schimmelpilzsporen von der befallenen Stelle abgenommen und direkt auf einen Objektträger geklebt. Nachdem das Präparat gefärbt wurde, wird es mikroskopisch ausgewertet. Bei dem sichtbaren Schimmel handelt es sich um einen aktiven Befall, wenn Myzel-Fragmente differenziert werden; bei Anflugsporen sind diese nicht zu finden.

Problematisch ist allerdings, dass das Präparat nur anhand der Sporen und Sporenträger differenziert werden kann; die Einteilung über die Morphologie des Pilzes ist hier nicht möglich. So erschwert die Ähnlichkeit der Sporen unterschiedlicher Arten

die genaue Klassifizierung. Darüber hinaus kann nicht beurteilt werden, wie tief der Schimmelpilz in das Material eingedrungen ist; es sei denn man entnimmt die Probe nicht wie üblich der Oberfläche, sondern tiefer gelegenen Materialbereichen. Das daraus resultierende Ergebnis erlaubt nur halbquantitative Aussagen; der Differenzierung der Arten kommt jedoch die größte Bedeutung zu.

Die Kultivierung einer suspendierten Materialprobe hat den Vorteil der Vergleichbarkeit mit anderen Materialproben, denn hier ist ein Bezug der Schimmelpilze auf Gewicht oder Fläche möglich. Nachteilig ist, dass häufig nur wenig unterschiedliche Arten vorkommen, diese sich aber jeweils in großen Mengen darstellen. Hierbei handelt es sich um die einzige Untersuchung von Materialproben, die eine quantitative Aussage zulässt.

Für die Suspension muss das Material unter sterilen Bedingungen entfernt und in ein Gefäß gegeben werden. Dann wird die Probe nach optischen Gesichtspunkten beurteilt, Gewicht, Größe und Geruch erfasst. Als nächstes wird das Material zerkleinert und es wird eine Verdünnungspuffermenge hinzugegeben, bis die Probe vollständig bedeckt ist. Sind in der Materialprobe Stoffe vorhanden, die den pH-Wert der Suspension verändern, muss dieser korrigiert werden, da sonst die Überlebensfähigkeit der Sporen vermindert sein kann und das Ergebnis verfälscht wird. Danach werden jeweils 100 µl und 200 µl der Suspension sowie verschiedene Verdünnungen derselben auf jeweils drei DG18- und Malzextrakt-Agar-Platten gegeben und bei unterschiedlichen Temperaturen bebrütet.

Analog zum Klebefilmpräparat wird bei der anschließenden mikroskopischen Untersuchung auf das Vorhandensein von Myzel-Bruchstücken geachtet, da diese eine Unterscheidung zwischen aktivem Befall und Anflugsporen zulassen. Somit sind auch die Ergebnisse der mikroskopischen Untersuchung als halbquantitativ zu betrachten.

2.3.4 Messung der MVOC in der Innen- und Außenluft

Hauptindikation für diese Messmethode ist das Aufspüren verdeckter, mikrobieller Schäden. 6 - 8 Stunden vor der Probenahme sollte noch einmal gelüftet werden; danach sollten aber bis zur Probenahme alle Fenster geschlossen und die Türen versperrt werden.

Die MVOCs und ihre Konzentrationen können über zwei verschiedene Methoden untersucht werden, wobei immer Luft über ein spezielles Sammelröhrchen gezogen wird und sich danach eine Gaschromatographie mit Massenspektrometer anschließt. Tenax-Sammelröhrchen werden erwärmt und danach direkt mittels Gaschromatographen weiterverarbeitet. Bei der anschließenden Massenspektroskopie wird elektrisch ionisiert. Vorteil dieser sogenannten Thermodesorption ist die höhere Ausbeute bei der Analyse und die erheblich kürzere Dauer der Probenahme von einer Stunde. Alternativ können Aktivkohleröhrchen ihre Verwendung finden. Hier erfolgt eine Flüssigextraktion mit dem Vorteil, dass mehrere Durchläufe mit den gewonnenen Proben durchgeführt werden können, falls diese notwendig sind. Als nachteilig erweist sich hierbei die lange Dauer der Probennahme aus der Luft, die auf vier Stunden festgelegt ist, und der Umstand, dass nicht alle Verbindungen von der Aktivkohle extrahiert werden können. Die Elektrisierung mittels Massenspektrometer erfolgt hier chemisch und elektrisch. Nach FISCHER et al. (2005) ist der praxistauglicheren Thermodesorption Vorzug zu geben.

Problematisch ist hierbei jedoch, dass nicht alle gemessenen MVOC auch wirklich mikrobiellen Ursprungs sein müssen, denn sie kommen – wenn auch in geringer Konzentration in technischen Lösungsmitteln vor. Der MVOC-Gehalt kann auch durch verschiedene andere Störfaktoren beeinträchtigt werden. Pflanzen und Haustiere im Innenraum, Lebensmittel, häusliche Tätigkeiten (z. B. Backen, Kochen) oder auch Lebensgewohnheiten (Rauchen, Lüften) können den tatsächlichen MVOC-Gehalt in die eine oder andere Richtung verfälschen und sollten daher vor einer Probenahme unterlassen bzw. so gut es geht entfernt werden (SCHENKE 2009). Ein zweites Problem liegt darin begründet, dass das Spektrum der MVOC zwar von der Schimmelpilzart wie auch von dem Material, auf dem der Schimmelpilz wächst, abhängig ist,

jedoch nicht eindeutig auf eine bestimmte Schimmelpilzart zurückgeführt werden kann (KORPI et al. 2009).

Die MVOC Messungen sind laut RKI Kommission (2007) nicht gesundheitlich zu bewerten; es gibt keine Grundlage für erhebliche gesundheitliche Schäden durch MVOC. Möglicherweise spielt auch die Zusammensetzung des MVOC-Gemisches eine Rolle. Gesundheitsschädigende Wirkungen der MVOC könnten sich nämlich je nach Zusammensetzung potenzieren. MVOC könnten auch eine Chemotaxis von Immunozyten mit der Folge einer Irritation und dadurch einer Schwächung des Immunsystems verursachen. Weitere Studien müssen klären, ob dies eine Erklärung für die hohe Infektanfälligkeit von Umweltpatienten sein könnte (LORENZ 2006).

Neuere Studien haben des Weiteren ergeben, dass die MVOC-Summenkonzentration weder mit dem Schimmelpilzbefall noch mit dem Feuchtegehalt im Innenraum korrelierte und sogar nach saniertem Schaden noch steigen kann (SCHLEIBINGER 2004, SCHENKE 2009). Für die Indikatoren 1-Octen-3-ol und 2-Methyl-1-butanol konnte separat ein leichter, aber statistisch signifikanter Bezug zu dem Schimmelpilzgehalt im Innenraum nachgewiesen werden. Die Verbindungen 2-Methylfuran und 3-Methylfuran, die häufig als Hauptindikatoren verwendet werden, korrelierten mit dem Feuchtegehalt, stärker jedoch mit Tabakrauch, so dass sie als Indikatoren nur bedingt in Frage kommen (SCHLEIBINGER 2004, KORPI et al. 2009).

2.3.5 Einsatz eines Schimmelpilzspürhundes

Spürhunde stehen bereits im Dienst der Polizei- oder Zollbeamten, wenn es darum geht, verstecktes Rauschgift zu finden. Hunde haben einen viel stärker ausgeprägten Geruchssinn als Menschen und so ist es nicht verwunderlich, dass sie auch MVOC viel früher und bereits in kleineren Konzentrationen wahrnehmen als Menschen. Der Hund wird mit seinem Hundeführer in speziellen Ausbildungszentren geschult und dieses Training wird in regelmäßigen Abständen wiederholt. Hier soll er sich den von den MVOC bestimmten Geruch von verschiedenen Schimmelpilzproben einprägen. Darüber hinaus lernt der Spürhund den gefundenen Schimmelpilzschaden seinem

Hundeführer zu zeigen, indem er z. B. mit der Pfote über die Austrittsstelle kratzt (UMWELTBUNDESAMT BERLIN 2002).

Hierbei ist allerdings zu bedenken, dass der Einsatzbereich durch die physiologische Beschaffenheit des Hundes begrenzt ist, da er lediglich Stellen auf dem Fußboden sowie im unteren Wandbereich markieren kann. Darüber hinaus ist auch die vom Schimmelpilzspürhund als Austrittsstelle der MVOC markierte Position nicht immer mit der Befallstelle identisch (UMWELTBUNDESAMT BERLIN 2002).

Abschließend ist zu sagen, dass der Einsatz von Schimmelpilzspürhunden kein quantitatives, sondern ein qualitatives Ergebnis bietet. Bei einem positiven Ergebnis treten MVOC aus; man hat weder Informationen über die Höhe noch über die gesundheitliche Relevanz. Das Ergebnis kann nur als Hinweis auf eine potentielle Gefahrenquelle dienen, dem dann in weiteren Schritten nachgegangen werden muss. Diese Methode kann als Ergänzung oder Voruntersuchung zu MVOC-Messungen dienen, wenn der Schimmelpilzschaden nicht sichtbar ist, aber vermutet wird. Auf der interdisziplinären 4. Hamburger Fachtagung berichtete Dr. Wolfgang Lorenz, dass ein Schimmelpilzspürhund nach seiner Erfahrung nur in etwa 2 bis 5 % der Fälle zur Suche eines Schimmelschadens geeignet ist. In allen anderen Fällen ist jedoch die Anwendung anderer Methode hilfreicher (REGIONALVERBAND UMWELTBERATUNG NORD e.V. 2010).

3 Fragestellung und Ziel der Studie

Im vorangehenden Kapitel wurde gezeigt, dass auf verschiedenen Wegen bzw. mit verschiedenen Messmethoden recht heterogene Ergebnisse für die Erfassung der Schimmelpilzexposition erzielt werden. Ziel dieser Arbeit ist es, für die mit diesen Methoden gewonnenen, sehr unterschiedlichen Daten ein übergreifendes Maß zu entwickeln, das auf alle Messverfahren und –ergebnisse Anwendung finden kann und außerdem in Beziehung zur Symptomatik steht. Der Fokus liegt dabei auf der semantischen Umschreibung bzw. Bewertung der objektiven Messwerte, die von Mitarbeitern der zwei im Rahmen des umweltmedizinischen Versorgungsmodells der KVWL beteiligten Labore erhoben wurden. Dabei soll die Datengrundlage auch auf eine mögliche Anwendbarkeit der Kriterien und Empfehlungen des LANDESGESUNDHEITSAMTES BADEN-WÜRTTEMBERG (2001) geprüft werden. Es wird eine allgemeingültige Auswertung der Laborergebnisse nach heutigem Kenntnisstand angestrebt. Fragen zum Patientenkollektiv, der Lebensweise sowie der Schimmelpilze und den hervorgerufenen Symptomen wurden in der Arbeit von MUTH (2000) ausführlich behandelt und werden hier nur in einzelnen Aspekten berücksichtigt.

Folgende Fragen sollen beantwortet werden:

- Findet sich eine für Schimmelpilzexposition typische Symptomatik bei Patienten mit Anfangsverdacht auf Keimbelastung im Vergleich zum Kollektiv der Patienten ohne Anfangsverdacht?
- Gab es allgemeine Beurteilungskriterien, an denen sich die Labore orientierten? Sind die Kriterien und Empfehlungen des LANDESGESUNDHEITSAMTES BADEN-WÜRTTEMBERG (2001) im Nachhinein auf die Daten anwendbar?
- Unterscheiden sich die beiden Labore in ihren Untersuchungsmethoden zur Bestimmung der Belastung durch Keime und in ihren Messergebnissen?
- Lassen sich die mittels unterschiedlicher Messmethodik gewonnenen Ergebnisse vereinheitlichen?
- Führen unterschiedliche Messmethoden zu vergleichbaren Sanierungsvorschlägen?

- Führt die Umsetzung der von den Laboren vorgeschlagenen Maßnahmen zu einer Verbesserung der Symptomatik bei den Patienten?
- Zeigen sich nach Umsetzung der Sanierungsmaßnahmen bezogen auf die Veränderung der Symptomatik der Patienten laborspezifische Unterschiede?
- Lässt sich auf der Basis des neu gebildeten Belastungsmaßes „Gesamturteil“ eine Beziehung zwischen Laboreinschätzung der Keimbelastung und der Veränderung der Symptomatik der Patienten in Abhängigkeit vom Umfang der Sanierung nachweisen?

4 Material und Methode

4.1 Patienten

Die Daten stammen aus dem umweltmedizinischen Versorgungsmodell der KV Westfalen-Lippe, welches auf langjährige Erfahrung zurückblicken kann. Die Patienten mit gesundheitlichen Beschwerden stellten sich einem Umweltspezialisten vor, der aufgrund der Symptomatik einen Umweltbezug vermutete. Das hier zugrunde liegende Kollektiv umfasst alle 1.344 Patienten, deren Beschwerden anamnestisch im Jahr 1998 erfasst wurden, und bei denen eine Wohnungsbegehung stattfand. Außer dem Verdacht auf Schimmelpilzexposition kamen hier als Grund für eine Wohnungsbegehung auch Verdacht auf Belastungen mit Formaldehyd, Holzschutzmitteln oder Pyrethroide oder eine Kombination verschiedener Noxen (Mehrfachbelastung) in Betracht (MUTH 2000). Für Patienten, bei denen der Umweltspezialist keine Wohnungsbegehung veranlasst hatte, liegen auch keine Daten zur Belastung durch Schimmelpilze vor. Diese Fälle bleiben daher in dieser Arbeit unberücksichtigt.

Von den 1.344 Patienten konnten 841 (62,6 %) im Rahmen einer telefonischen Nachbefragung erreicht werden. In 522 (61,5 %) Fällen lag seitens des Labors ein Anfangsverdacht auf Schimmelpilze vor; davon verfügten 346 (66,3 %) über abgeschlossene Analysen der Schimmelpilzbelastung (Tab. 2). Für 176, einem guten Drittel der 522 Haushalte, lagen aus verschiedenen Gründen keine Ergebnisse vor.

Tab. 2: Häufigkeit der Begründungen für nicht vorliegende Messergebnisse trotz vorhandenem Anfangsverdacht

Gründe für nicht vorliegende Messergebnisse trotz vorliegendem Anfangsverdacht	Fallzahl gesamt n = 176
Keine Information	91
Rückstellprobe gewonnen	4
Analyse beantragt	5
Rückstellprobe beantragt	8
Messergebnis liegt vor (wurde nicht übermittelt)	6
Auf Messung verzichtet	46
Keine Freigabe erhalten	16

Auffällig ist die große Anzahl der Fälle, für die keine weiteren Informationen vorliegen (N = 91). Es ist anzunehmen, dass sich dahinter eine Reihe von Untersuchungsempfehlungen verbergen, für die keine Freigabe erteilt wurde. Diese 91 Fälle und auch die sechs Fälle, in denen die Messergebnisse dem Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin nicht übermittelt wurden, deuten darauf hin, dass die Übertragung der Mess- und Analyseberichte nicht in allen Fällen vollständig stattgefunden hat. Eindeutig sind dagegen die insgesamt 62 Fälle, in denen entweder vom Labor auf eine Messung verzichtet wurde bzw. die Freigabe für weitere Analysen nicht erteilt wurde.

4.2 Ablauf der Datenerhebung

Das Vorgehen, welches sich bereits in der Praxis des eingeführten Versorgungsmodells etabliert hatte, wurde dieser Studie zugrunde gelegt und begrenzte so die Möglichkeit, die Datenerhebung zu beeinflussen. Es handelt sich um einen quasi-experimentellen Ansatz mit wiederholten Messungen. Die Datenerhebung und Dokumentation wurden an die praktischen Anforderungen der Ärzte und Umweltlaboratorien angepasst und daher eher „verwaltungsfreundlich“ als wissenschaftlich standardisiert gestaltet. Die Patienten kamen mit ihren gesundheitlichen Beschwerden zum Umweltarzt oder wurden von einem hausärztlich tätigen Kollegen dorthin überwiesen. Vermutete der Umweltarzt einen umweltmedizinischen Bezug, erhob er die Umweltanamnese mit einem teilstandardisierten Bogen (Anhang A1). Erhärtete sich der Verdacht, so wurde ein Umweltlabor zur Wohnungsbegehung eingeschaltet; konnte der Verdacht nicht bestätigt werden, folgten keine weiteren Maßnahmen. Vermuteten auch die Mitarbeiter des Umweltlabors eine Exposition gesundheitsschädlicher Stoffe, wurde ein weiterer Termin zur Probennahme vereinbart. Bei positivem Befund erstellten die Labore Sanierungsempfehlungen, die neben den Messergebnissen in den Laborberichten erfasst wurden. Die beiden beteiligten Umweltlabore entwickelten hierbei für sich unterschiedliche Dokumentationsprotokolle für die Ergebnisse der Wohnbegehungen und Schadstoff-Messungen (MUTH 2000).

Es folgte eine Nachbefragung per Telefon. Diese fand durch die Projektgruppe des Instituts für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin der Heinrich-Heine-Universität statt

und erfolgte ca. zwei Jahre nach Erhebung der Anamnese durch den Umweltarzt (Mittel = 25,9 Monate, $s = 2,7$, Min = 21 Monate, Max = 32 Monate). Die Nachbefragung wurde telefonisch mittels eines standardisierten Interviews vorgenommen und sollte zur Erfolgsbewertung dienen. Tabelle 3 gibt einen Überblick über die durchgeführten Erhebungsschritte nach MUTH (2000).

Tab. 3: Ablauf der Datenerhebung nach MUTH (2000)

Zeitpunkt:	t 1	t 2	t 3
	Umweltanamnese	Wohnungsbegehung	Nachbefragung
Empirisches Ziel:	Beschreiben des Patientenkollektivs <u>Vorher-Status</u>	Erfassung der Expositionssituation <u>Exposition</u>	Längsschnittbeobachtung <u>Nachher-Status</u>
Untersucher:	Umweltarzt	Umweltlabor	Projektgruppe
Erhebungsinstrument:	teilstandardisierter Anamnesebogen: Umweltanamnese Diagnostik	Berichte über die Untersuchungen zur Expositionsermittlung	teilstandardisiertes Interview u.a. zur Erfolgsbewertung
Informationen:	<ul style="list-style-type: none"> • Patienteninfo • Anamnese • Beschwerden 	<ul style="list-style-type: none"> • Wohnung • Messungen • Sanierungsempfehlungen 	<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung • Compliance • Verlauf der Beschwerden
Patientenanzahl	N = 1344	N = 1344	N = 841
Mit Keimverdacht			N = 522
Davon abgeschlossen			N = 346

Unterschiedliche Messmethodik sowie Gestaltungsform der Laborberichte, unvollständiger Kenntnisstand zum Abschluss der Analysen sowie in einzelnen Fällen fehlende Angaben zur Symptomatik bzw. dem Sanierungsumfang in der Nacherhebung, führten dazu, dass der Stichprobenumfang zu bestimmten Fragestellungen variierte.

Tabelle 4 zeigt relative und absolute Häufigkeiten der Kollektive je nach Fragestellung.

Tab. 4: Absolute und relative Häufigkeiten der Stichproben unterteilt nach Anfangsverdacht auf Schimmelpilze, Stand der Analysen, Nachweis einzelner Schimmelpilzarten, Vorliegen von Angaben zur Symptomatik (Anamnese, Nacherhebung und Differenz „nachher-vorher“), Umfang der durchgeführten Sanierung sowie untersuchendem Labor

Ausgangsstichprobe: 841 Patienten des Modellprojektes „Umweltmobil der KV Westfalen-Lippe (Daten zu Anamnese, Laborbegehung und Nacherhebung liegen vor)					
AV-Schimmelpilze (N = 841)			Fälle/Labor (N = 841)		
	N	%		N	%
Kein Anfangsverdacht	319	38,9	A	529	62,9
Anfangsverdacht	522	61,1	B	312	37,1
Stand der Analyse (N = 522)					
	N	%			
Unvollständig	176	31,4			
Vollständig	346	68,6			
Nachweis einzelner Pilzarten (N = 346)					
	N	%			
Ja	133	38,4			
Nein	213	61,6			
Angaben zur Symptomatik (N = 346)					
	N	%			
Anamnese	346	100,0			
Nacherhebung	339	98,0			
Differenz (nachher-vorher)	339	98,0			
Sanierungsumfang (N = 346)					
	N	%			
Bekannt	318	91,9			
Nicht bekannt	28	8,1			

4.3 Der Anamnesebogen

Mittels eines für diesen Zweck konstruierten, teilstandardisierten Anamnesebogens wurden von den Umweltärzten die persönlichen Daten, die Krankengeschichte sowie das Beschwerdespektrum der Patienten erfasst. Er wurde von der KVWL aus praktischen Gründen als Durchschreibeformular konzipiert und umfasst nur eine Seite.

Der Anamnesebogen (Anhang A1) gibt Auskunft über das Geschlecht, das Alter, den Beruf, die Wohnsituation, frühere Erkrankungen und Diagnosen sowie Allergien. Das Beschwerdebild des Patienten wurde standardisiert über eine Auflistung von 18 Symptomen erfasst, wobei zusätzlich die subjektive Intensität und die Dauer der Beschwerden in Monaten dokumentiert wurden. Die folgende Liste gibt einen Überblick über die insgesamt 18 standardisiert erfassten Symptome (MUTH 2000):

S1 Müdigkeit/Antriebsstörungen	S10 Konzentrationsstörungen
S2 Innere Unruhe	S11 Schlafstörungen
S3 Leistungsknick	S12 Kopfschmerzen
S4 Infektanfälligkeit	S13 Lärmbelästigung
S5 Augenprobleme	S14 Hautprobleme
S6 Knochen-/Muskelschmerz	S15 Nerven-/Empfindungsstörungen
S7 Magen-/Darm-Beschwerden	S16 Schwindel
S8 Untere Atemwege	S17 Geruch
S9 Obere Atemwege	S18 Sonstige

Unter Berücksichtigung der in der Literatur diskutierten typischen Schimmelpilzsymptomatik werden in dieser Arbeit die Symptome „Beschwerden der oberen und unteren Atemwege“, „Infektanfälligkeit“ sowie „Augenprobleme“ als Leitsymptomatik festgelegt.

4.4 Expositionsermittlung

Die Mitarbeiter der Labore, speziell für diese Aufgabe weitergebildete Biologen und Chemiker, führten gemeinsam mit dem Patienten eine Wohnungsbegehung durch. Oft wurden bei dieser schon Schadstoffquellen gefunden oder hygienische Probleme erfasst. Dabei war **eine** Probenahme und -messung frei, alle weiteren mussten durch eine neue Kostenfreigabe bei der Krankenkasse beantragt werden. Wurde diese genehmigt, konnten Rückstellproben (z. B. Material-, Staub- oder Luftproben aus der Wohnung) erfolgen (MUTH 2000).

Für Schimmelpilzexpositionen im häuslichen Umfeld liegen derzeit noch keine wissenschaftlich abgesicherten Grenzwerte vor. Die beiden Labore nahmen daher ihre Einschätzung des Belastungsgrades nach jeweils eigenen Richtwerten vor und erstellten daraufhin Sanierungsmaßnahmen. Tab. 5 zeigt die spezifischen Verfahrensabläufe für beide Labore (mit Labor **A** und **B** bezeichnet) im direkten Vergleich.

Tab. 5: Vergleichende Darstellung der Verfahrensabläufe der beiden beteiligten Labore nach MUTH (2000)

Labor A	Labor B
Qualitative Beurteilung (sichtbarer Befall o.ä.)	Qualitative Beurteilung (sichtbarer Befall o.ä.)
Luftprobe MVOC	-
-	Luftmessung KBE
Materialprobe KBE und Luftprobe MVOC	-
Materialprobe KBE	-
Feuchtigkeitsmessung	-
-	eigene Laboranalyse
Analyse in Fremdlabors	-

Wie aus Tabelle 5 ersichtlich wird, fanden fast alle der unter Punkt 2.3 dargestellten Messverfahren im Rahmen der Untersuchungen Anwendung. Entsprechend unterschiedlich sind auch die in den Laborberichten dargestellten Ergebnisse. Durch die unterschiedlichen Untersuchungsmethoden, derer sich die Labore bedienten, gab es auch eine Fülle an Kombinationen. Obwohl beide Labore ihre Auswertungen gemäß den damaligen Empfehlungen in der Literatur vornahmen, waren die Beurteilungskriterien durch das Fehlen harter Kriterien und Grenzwerte vielfältig.

Die von Labor A durchgeführten MVOC-Messungen wurden mithilfe des Bewertungsschemas zur Interpretation von MVOC-Messungen nach LORENZ (2001) ausgewertet (Tab. 6).

Tab. 6: Bewertungsschema zur Interpretation von MVOC-Messungen nach LORENZ (2001) (als Hauptindikatoren werden 3-Methylfuran, Dimethyldisulfid, 1-Octen-3-ol, 3-Octanon und 3-Methyl-1-butanol angesehen) - zur Vereinfachung wurden Kennungen der einzelnen Zellen hinzugefügt (C1-9)

	0,0 bis 0,04 µg/m³ kein Nachweis eines Hauptindikators	0,05 bis 0,10 µg/m³ bei mind. einem Hauptindikator	> 0,10 µg/m³ bei mind. einem Hauptindikator
Summenkonzentration ≤ 0,5 µg/m³	[C7] Kein mikrobieller Befall	[C8] lokal begrenzter Befall, ein raumhygienisches Problem oder ein mi- krobieller Befall in an- grenzenden Gebäude- teilen liegt vor	[C9] mikrobieller Befall wahrscheinlich.
Summenkonzentration > 0,5 bis 1,0 µg/m³	[C4] vermutlich kein mikro- bieller Befall, sondern evtl. ein raumhygie- nisches Problem	[C5] mikrobieller Befall im Gebäude wahrschein- lich	[C6] mikrobieller Befall ist sehr wahrscheinlich
Summenkonzentration > 1,0 µg/m³	[C1] Da keine Hauptindi- katoren nachgewiesen wurden, ist ein mikro- bieller Befall im Ge- bäude fraglich	[C2] mikrobieller Befall im untersuchten Raum oder unmittelbar an- grenzenden Räumen sehr wahrscheinlich	[C3] mikrobieller Befall muss vorhanden sein

Für Luftproben bietet das UMWELTBUNDESAMT BERLIN (2002) eine „Auswertungshilfe für Luftproben – kultivierbare Schimmelpilze“ (Anhang A3). Auf zwei Seiten sind hier KBE-Messungen aus der Innen- und Außenluft mit einzelnen, für den Innenraum bzw. außenraumtypischen Schimmelpilzarten in Verbindung gebracht. Es werden so insgesamt drei Kategorien gebildet: „Innenraumquelle unwahrscheinlich“, „Innenraumquelle nicht auszuschließen“, „Innenraumquelle wahrscheinlich“.

Um diese Kategorien besser voneinander abgrenzen zu können und nachvollziehbare Werte zu erhalten, wurde in einer Studie von TRAUTMANN et al. (2005b) im Bereich Deutschlands das 95. Perzentil der Schimmelpilzkonzentrationen in unbelasteten Wohnräumen für die Hintergrundkonzentration bei Luftmessungen vorgeschlagen. Hier muss jedoch beachtet werden, dass diese Messergebnisse aus einer kleinen Probenzahl gewonnen wurden und die Ergebnisse weiterhin Temperatur- und jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen sind. Darüber hinaus gibt es trotzdem einen Bereich, in dem sowohl hohe Hintergrundkonzentrationen als auch dezente Schimmelpilzschäden vorkommen können; z. Zt. ist eine eindeutige Zuordnung ohne Übergangsbereich nicht möglich.

Für Materialproben existieren insofern Empfehlungen, dass die Größe des Schadens in drei Kategorien eingeteilt wird, bis zu 20 cm², unter 0,5 m² und über 0,5 m². Je nach Tiefe und inwiefern besonders gesundheitsschädliche Schimmelpilzarten in der Probe vorkommen (z. B. *Stachybotrys chartarum*) muss die Einteilung um eine Kategorie nach oben verschoben werden (LANDESGESUNDHEITSAMT BADEN-WÜRTTEMBERG 2001, Anhang A4).

Analog zu den Luftmessungen wurde auch für Staubmessungen das 95. Perzentil aus schimmelpilzfreien Innenräumen als Beurteilungswert vorgeschlagen. Ein zweiter Beurteilungswert, der bei einer dreifach höheren Konzentration festgelegt wurde, soll die Grenze zu einem Schimmelpilzschaden im Wohnraum markieren. Der Messbereich zwischen diesen beiden Werten zeichnet sich durch das Vorkommen hoher Hintergrundkonzentrationen als auch durch das mögliche Auftreten kleinerer Schimmelpilzschäden aus und bildet somit einen Zwischenbereich. Die Indikatororganismen für Feuchteschäden *Aspergillus*, *Penicillium* und *Eurotium* eignen sich zur qualitativen Beurteilung besonders gut, da sie beinahe konstant durch die Jahreszeiten hinweg

vorkommen. Auch hier sind die Daten aus einem kleinen Kollektiv erhoben worden und müssen durch weitere Studien belegt werden (TRAUTMANN et al. 2005a).

4.5 Entwicklung der Beurteilungskriterien

Wie bereits in Kapitel 2.3 dargestellt findet eine Vielzahl von Messmethoden und Auswertungsschemata zur Bestimmung der Belastung durch Schimmelpilze ihre Anwendung. Die Unterschiedlichkeit der Messverfahren- und ergebnisse sowie hohe und häufig spezielle Anforderungen an die Fülle und Vollständigkeit notwendiger Informationen zur Verwendung der Auswertungsschemata ließen eine Anwendung auf die vorliegenden Daten nicht zu. In den Laborberichten dokumentierte semantische Einschätzungen der Labore ließen sich dagegen sowohl für die Luftmessungen und Materialproben als auch für die MVOC-Messungen zur Auswertung heranziehen. Dabei wurden aus den Laborberichten Bewertungen, die den **Belastungsgrad (A)**, die **Gesundheitsgefährdung (F)**, die **Konzentration der Sporen (B)** sowie die **MVOC-Konzentration (E)** betrafen, herausgefiltert und zu den in den Tabellen 7 bis 10 beschriebenen Skalen verdichtet. Darüber hinaus wurde in den Fällen, deren Datengrundlage dies zuließ, eine Einordnung der Befunde in das **9-Felder-Schema nach Lorenz (2001) (C)** vorgenommen und diese in einem weiteren Schritt auf vier Kategorien des **Befalls (D)** reduziert.

Tabelle 7 zeigt das Kriterium „**Belastungsgrad**“ (**A**) gegliedert in drei Intensitätsstufen, die aus den Untersuchungsberichten der Labore herausgefiltert und zusammengefasst wurden. In 313 der 346 Fälle (90,5 %) mit abgeschlossenen Laborberichten konnte das Kriterium „**Belastungsgrad**“ aus den semantischen Umschreibungen extrahiert werden.

Tab. 7: Zusammenfassung der entsprechenden „Semantischen Umschreibungen“ in die drei Kategorien des neu gebildeten Kriteriums A **„Belastungsgrad“** (N = 313)

Semantische Umschreibung in den Laborberichten	Ausprägung des Kriteriums A: „Belastungsgrad“	Stufe
Keine Belastung vorhanden Belastung wurde nicht nachgewiesen	Keine Belastung	A1
Eventuelle Belastung Belastung ist nicht auszuschließen Belastung möglich Belastung wahrscheinlich Von einer Belastung ist auszugehen Belastung ist anzunehmen Belastung ist zu erwarten	Belastung möglich	A2
Belastung liegt vor Belastung wurde festgestellt Restbelastung Belastung lag vor Geringe Belastung Von hoher Belastung ist auszugehen Erhebliche Belastung	Belastung liegt vor	A3

Tabelle 8 zeigt die drei Abstufungen des Kriteriums **„Konzentration der Sporen“** (B), die ebenfalls über den Text der Laborberichte ermittelt wurden.

Für 154 Fälle (44,5 %) konnte dieses Kriterium aus den semantischen Angaben der Laborberichte herausgefiltert werden. Semantische Umschreibungen „Konzentration der Sporen“ finden sich bei allen Messmethoden mit Ausnahme der MVOC-Messungen. Für diese finden sich in den Laborberichten allerdings semantische Umschreibungen zur **„Konzentration der MVOC“** (E).

Tab. 8: Einteilung der entsprechenden „Semantischen Umschreibungen“ in die drei Kategorien des neu gebildeten Kriteriums **„Konzentration der Sporen“** (B) (N = 154)

Semantische Umschreibung in den Laborberichten	Ausprägung des Kriteriums B: „Konzentration der Sporen“	Stufe
Konzentration nicht erhöht Normale Konzentration der Sporen	Normal	B1
Konzentration erhöht Konzentration leicht/ etwas erhöht Konzentration auffällig	Erhöht	B2
Konzentration stark erhöht Sehr hohe Mengen	Stark erhöht	B3

Die semantischen Bewertungen der MVOC-Konzentration wurden gesondert betrachtet und beurteilt (Tab. 9). Die drei hierzu generierten Kategorien sind inhaltlich identisch mit denen des Kriteriums **„Konzentration der Sporen“**. Für Laborberichte mit Angaben zu Material- und MVOC-Messungen gibt es daher auch Angaben in beiden Kriterien (B und E).

Tab. 9: Einteilung der entsprechenden „Semantischen Umschreibungen“ in die drei Kategorien des neu gebildeten Kriteriums **„MVOC-Konzentration“** (E), (N = 136)

Semantische Umschreibung in den Laborberichten	Ausprägung des Kriteriums E: „MVOC-Konzentration“	Stufe
Konzentration nicht erhöht Normale Konzentration	Normal	E1
Konzentration erhöht Konzentration leicht/ etwas erhöht Konzentration auffällig	Erhöht	E2
Konzentration stark erhöht Sehr hohe Mengen	Stark erhöht	E3

Angaben zur **„MVOC-Konzentration“** (E) sind insgesamt in 136 Fällen (39,3 %) zu finden.

Angaben zur „**Gesundheitsgefährdung**“ (F) finden sich nur in 23 Fällen im Labor-text und auch nur in den Berichten von Labor A. Auf Grund der geringen Variation und Anzahl der Angaben zu diesem Kriterium ergeben sich hier die drei Abstufungen direkt aus den drei unterschiedlichen Formulierungen der Laborberichte (Tab. 10).

Tab. 10: Einteilung der entsprechenden „Semantischen Umschreibungen“ in die drei Kategorien des neu gebildeten Kriteriums „**Gesundheitsgefährdung**“ (F) (N = 23)

Semantische Umschreibung in den Laborberichten	Ausprägung des Kriteriums F: „Gesundheitsgefährdung“	Stufe
Gesundheitsgefährdung möglich	Gefährdung möglich	F1
von einer Gesundheitsgefährdung ist auszugehen	von Gefährdung ist auszugehen	F2
eine Gesundheitsgefährdung liegt vor	Gefährdung liegt vor	F3

Wie auch für das 9-Felder-Bewertungsschema nach Lorenz finden sich Angaben zur MVOC-Konzentration nur bei den Patienten, in deren Wohnungen MVOC-Messungen vorgenommen wurden.

Auf Grund der geringen Anzahl verwertbarer Aussagen zu dem Kriterium „**Gesundheitsgefährdung**“, die darüber hinaus auch nur von einem der beiden beteiligten Labore abgegeben wurden, sowie der Tatsache, dass in den drei Fällen, in denen laut Laborbericht eine Gesundheitsgefährdung vorliegt auch gleichzeitig eine stark erhöhte Konzentration der Sporen gegeben ist, wird auf dieses Kriterium im weiteren Verlauf nicht näher eingegangen.

Im Zuge der Bildung des übergeordneten Kriteriums „Gesamturteil“ (Z) wurde das 9-Felder-Bewertungsschema für MVOC-Messungen nach LORENZ (2001, vgl. Tab. 6) auf vier Kategorien unterschiedlicher Ausprägung von „**Befall**“ (D) reduziert. Auch hier diente die semantische Beurteilung der Ergebnisse in dem 9-Felder-Bewertungsschema als Ausgangspunkt für die Zusammenlegung der einzelnen Felder:

- **Kategorie D1 „kein Befall“** ist identisch mit: C7 „Summenkonzentration $\leq 0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, kein Hauptindikator (0,0-0,04)“

- **Kategorie D2 „Befall möglich“** setzt sich zusammen aus den Feldern: C1 „Summenkonzentration $>1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$, kein Hauptindikator (0,0-0,04)“ und C4 „Summenkonzentration $>0,5-1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$, kein Hauptindikator (0,0-0,04)“
- **Kategorie D3 „Befall wahrscheinlich“** setzt sich zusammen aus: C2 „Summenkonzentration $>1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mind. ein Hauptindikator (0,05-0,10)“, C5 „Summenkonzentration $>0,5-1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mind. ein Hauptindikator (0,5-0,10)“, C6 „Summenkonzentration $>0,5-1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mind. 1 Hauptindikator“ ($>0,10 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und C9 „Summenkonzentration $\leq 0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mind. 1 Hauptindikator ($>0,10 \mu\text{g}/\text{m}^3$)“
- **Kategorie D4 „Befall vorhanden“** leitet sich ab aus: C3 „Summenkonzentration $>1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mind. 1 Hauptindikator ($>0,10 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und C8 „Summenkonzentration $\leq 0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mind. ein Hauptindikator (0,05-0,10)“

Für die Bildung des übergeordneten Kriteriums **„Gesamturteil“** (Z) wurden die Kriterien A (Belastungsgrad), B (Konzentration der Sporen), D (9-Felder-Bewertungsschema reduziert auf vier Kategorien) und E (MVOC-Konzentration) berücksichtigt.

Bei der Einordnung der einzelnen Fälle in die drei Stufen des übergeordneten Kriteriums **„Gesamturteil“** (Z) wurde so verfahren, dass alle Haushalte, die mindestens ein Urteil in den Stufen A3, B3, D4 oder E3 vorwiesen, mit „Gefährdung liegt vor“ (Z3) bewertet wurden (Tab. 11). Es konnte daher auch vorkommen, dass Haushalte, die z. B. in Kriterium A niedrig (A1) bewertet wurden, im **„Gesamturteil“** (Z) mit „Gefährdung liegt vor“ (Z3) eingeschätzt wurden, wenn sie mindestens auf einem anderen Kriterium die höchste Einstufung aufwiesen. Alle Patienten, für die ausschließlich Beurteilungen in den Stufen A1, B1, D1 und E1 vorlagen, wurden als unbedenklich eingestuft (Z1: „Gefährdung liegt nicht vor“). Alle übrigen Fälle wurden in die mittlere Kategorie „Gefährdung ist möglich“ (Z2) einsortiert. Eine Ausnahme bildeten die nach dem 9-Felder Bewertungsschema für MVOC-Messungen (C) in Kategorie C8 einsortierten Untersuchungen. Hier liegt zwar einerseits ein Befall vor, weshalb auf dem Kriterium „Befall“ (D) eine Einordnung in die Kategorie „Befall vorhanden“ (D4) erfolgte. Andererseits wird dieser Befall aber als eher gering bewertet. Auch in Hinblick auf die Einordnung dieser Fälle durchweg in niedrige bis mittlere Kategorien in allen anderen Kriterien, wurden sie für das **„Gesamturteil“** (Z) in die mittlere Kategorie „Gefährdung ist möglich“ eingruppiert.

Tab. 11: Herleitung des Kriteriums „**Gesamturteil**“ (Z) aus den Bewertungen der vier Kriterien „**Belastungsgrad**“ (A), „**Konzentration der Sporen**“ (B), „**Befall**“ (D) und „**MVOC-Konzentration**“ (E)

** Fälle, die sich auf Grund ihrer Einstufung in Kategorie C8 des „9-Felder-Schemas nach LORENZ (2001)“ in die Kategorie D4 „Befall vorhanden“ des Kriteriums „**Befall**“ (D) einsortierten, wurden auf Grund ihrer geringen Ausprägung für das Kriterium Z in die mittlere Kategorie „Gefährdung ist möglich“ eingruppiert

Bewertungen in den vier Kriterien „Belastungsgrad“ (A), „Konzentration der Sporen“ (B), „Befall“ (reduziertes 9-Felder-Schema: D) und „MVOC-Konzentration“ (E)	Ausprägung des Kriteriums Z: „Gesamturteil“	Stufe
Ausschließlich Einstufungen in der jeweils niedrigsten Ausprägung der vier Kriterien (A1, B1, D1, E1)	Gefährdung liegt nicht vor	Z1
Keine Einstufung auf der jeweils höchsten Ausprägung der vier Kriterien (<A3, <B3, <D4**, <E3) , bei gleichzeitig mindestens einer mittleren Ausprägung in den vier Kriterien (A2, B2, D2, D3, E2)	Gefährdung ist möglich	Z2
Mindestens eine Einstufung auf der jeweils höchsten Ausprägung der vier Kriterien (A3, B3, D4**, E3)	Gefährdung liegt vor	Z3

4.6 Sanierungsempfehlungen

Die Labore gaben in ihren Berichten neben den Messergebnissen und ihrer Beurteilung auch Anleitungen zur Beseitigung des Schimmelpilzbefalls. Diese reichten von regelmäßigem Stoßlüften über Entfernung einzelner Möbel und Teppiche hin zur Beseitigung von Bauschäden. Diese Vorschläge wurden direkt bzw. durch den Umweltarzt an die Patienten weitergegeben. Es lag dann in deren Ermessen die Maßnahmen eigenverantwortlich und im Rahmen ihrer Möglichkeiten umzusetzen. Auf der Basis der Ergebnisse der telefonischen Nachbefragung wurden die untersuchten Fälle zur

weiteren Analyse dann in zwei Kategorien eingeteilt, je nach vollständiger oder teilweiser/fehlender Sanierung.

4.7 Nacherhebung

Die Anamnesebögen sowie die Laborberichte wurden an die Projektgruppe der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf geschickt, die dann zur Erfolgskontrolle eine telefonische Nachbefragung durchführte.

Die Nachbefragung der hier zu Grunde liegenden Stichprobe erfolgte im Jahr 2000. Die Gespräche dauerten im Durchschnitt ca. 30 Minuten und wurden mittels eines teilstandardisierten Fragebogens dokumentiert (Anhang A2).

Die Nachbefragung enthielt u. a. folgende Aspekte:

- Einschätzung des eigenen Gesundheitszustandes
- Quantifizierung der Symptome
- Angaben zur Umsetzung der empfohlenen Sanierungsmaßnahmen (vollständig, teilweise, gar nicht)
- Qualitative und quantitative Veränderung der einzelnen Symptome zum Zeitpunkt der Befragung gegenüber Erstkontakt mit dem Umweltarzt

Zur Bewertung des Erfolges wurden dann die Differenzen der Symptomatik (alle 18 Symptome bzw. die vier Leitsymptome der Keimbelastung) nachher (Nacherhebung) – vorher (Anamnese) gebildet. Die Ausgangssymptomatik sowie diese Parameter der Veränderung dienten – mangels vergleichbarer objektiver Messergebnisse – dieser Arbeit als Außenkriterium zur Beurteilung der Validität der aus den semantischen Umschreibungen der Labore generierten Parameter der Belastung.

4.8 Statistische Auswertung der Daten

Die Daten wurden im Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf gesammelt und statistisch ausgewertet. Alle Daten wurden anonym über eine patientenspezifische Codenummer mittels Data Entry 4.0 (SPSS) erfasst.

Die Auswertung erfolgte mit dem Statistikprogramm IBM SPSS Statistics 19.0. Berechnet wurden Häufigkeitsverteilungen, Mittelwerte und Standardabweichungen sowie Korrelationen. Zur Unterscheidung statistisch signifikanter Gruppen wurden Chi²-Tests, t-Tests und univariate Varianzanalysen berechnet. Die Auswahl der angewandten Verfahren erfolgte in Übereinstimmung mit dem Lehrbuch für Statistik von BORTZ (2005).

5 Ergebnisse

5.1 Symptomatik des untersuchten Kollektivs

Im Folgenden soll die Frage geklärt werden, inwieweit das untersuchte Kollektiv schimmelpilztypische Symptomaten aufwies und ob die Feststellung eines Anfangsverdachts (vgl. S. 33) auf Belastung durch Schimmelpilze mit der Symptomatik der Patienten in Zusammenhang steht.

5.1.1 Soziodemografische Beschreibung der Gesamtstichprobe

Das Patientenkollektiv setzt sich aus unterschiedlichen Altersgruppen beiderlei Geschlechts zusammen. Abbildung 7 stellt die Altersverteilung aufgeschlüsselt nach Anfangsverdacht grafisch dar.

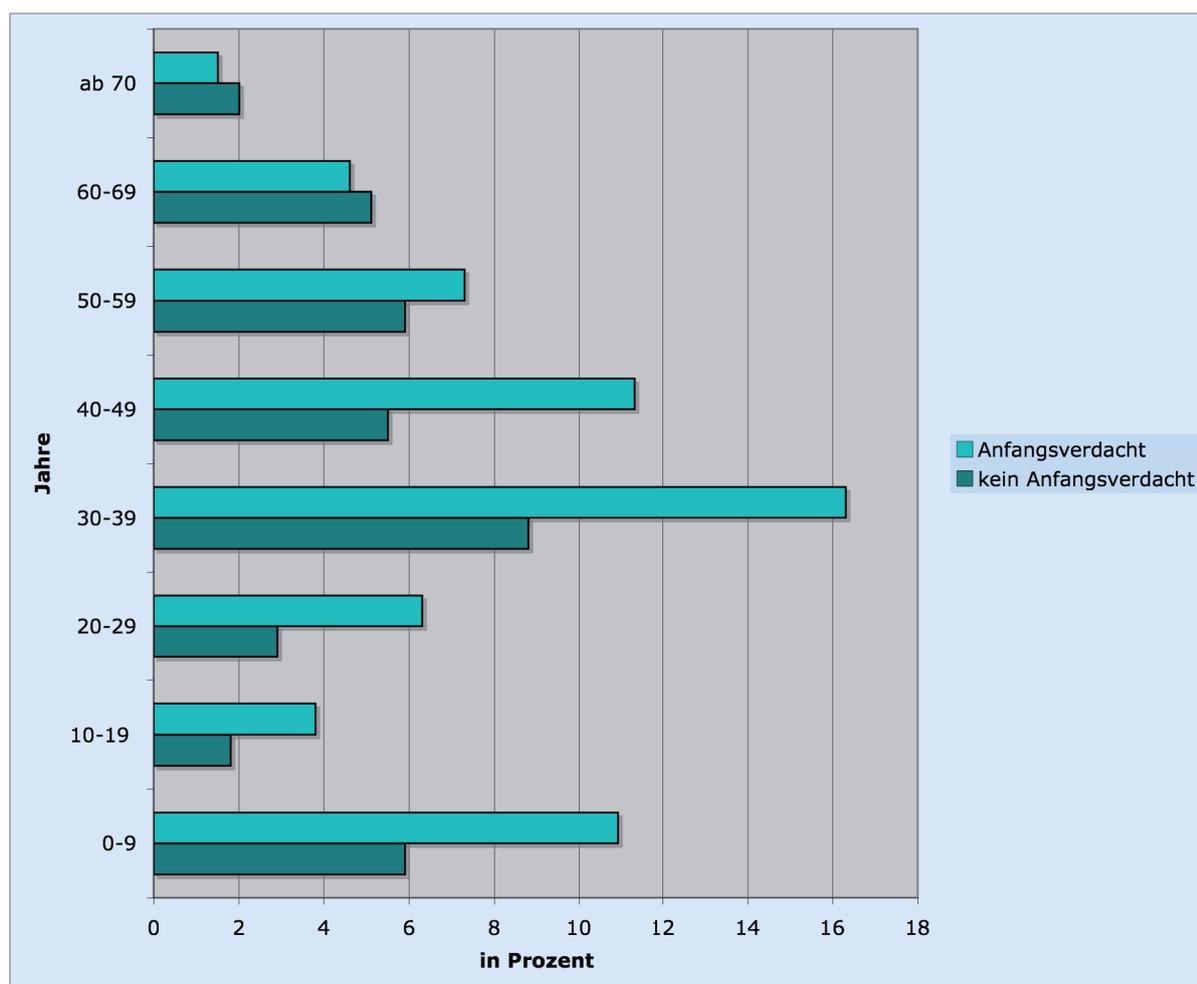


Abb. 7: Gesamtkollektiv aufgeschlüsselt nach Alter und Anfangsverdacht auf Schimmelpilze (N = 841)

Mit ca. einem Viertel der 841 Patienten befindet sich der Schwerpunkt der Verteilung in der Altersgruppe 30-39 Jahre (25,1 %). Auffällig ist, dass in den unteren Altersgruppen (jünger als 50 Jahre) jeweils in annähernd $\frac{2}{3}$ der untersuchten Haushalte ein Anfangsverdacht ausgesprochen wird. Bei älteren Patienten (mindestens 50 Jahre und älter) liegt die Quote für einen Anfangsverdacht jeweils bei 50 %.

Tab. 12: Gesamtkollektiv aufgeschlüsselt nach Geschlecht und Anfangsverdacht auf Schimmelpilze (N = 841)

Geschlecht	männlich		weiblich		Gesamt	
	N	%	N	%	N	%
Ja	175	60,1	347	63,1	522	62,1
Nein	116	39,9	203	36,9	319	37,9
Gesamt	291	34,6	550	65,4	841	100,0

Tabelle 12 zeigt die Verteilung der Geschlechter im Gesamtkollektiv. Fast zwei Drittel (65,4 %) der Patienten sind weiblich. Für Patienten beiderlei Geschlechts beträgt der Anteil der Fälle mit Anfangsverdacht mehr als 60 %.

5.1.2 Symptome der Gesamtstichprobe

Die 841 Patienten der vorliegenden Stichprobe wiesen im Mittel 6,1 Symptome auf, wobei die Anzahl der Symptome pro Patient zwischen 0 und 17 schwankte. Bezogen auf die Leitsymptomatik für Keimbelastung lag der Mittelwert in der untersuchten Stichprobe bei 2,1 Symptomen (Tab. 13).

Tab. 13: Mittelwerte, Standardabweichungen, Minimum und Maximum aller Symptome sowie der vier Leitsymptome für Keimbelastung der 841 untersuchten Probanden (vgl. Auflistung in Kap. 4.3)

Symptome	N	MW	STD	Min	Max
Summe der Symptome S1-S18 (Anamnese)	841	6,1	3,4	0	17
Summe der vier Leitsymptome (Anamnese)	841	2,1	1,2	0	4

Im Einzelnen gaben die Patienten am häufigsten Beschwerden der oberen Atemwege (65,2 %) an, gefolgt von Infektanfälligkeit (53,3 %) und Beschwerden der unteren Atemwege (52,1 %). Häufig wurden auch Müdigkeit und Antriebsstörungen genannt (50,1 %). Seltener klagten die Patienten dagegen über Augenprobleme (38,2 %). Eine Übersicht gibt Abbildung 8.

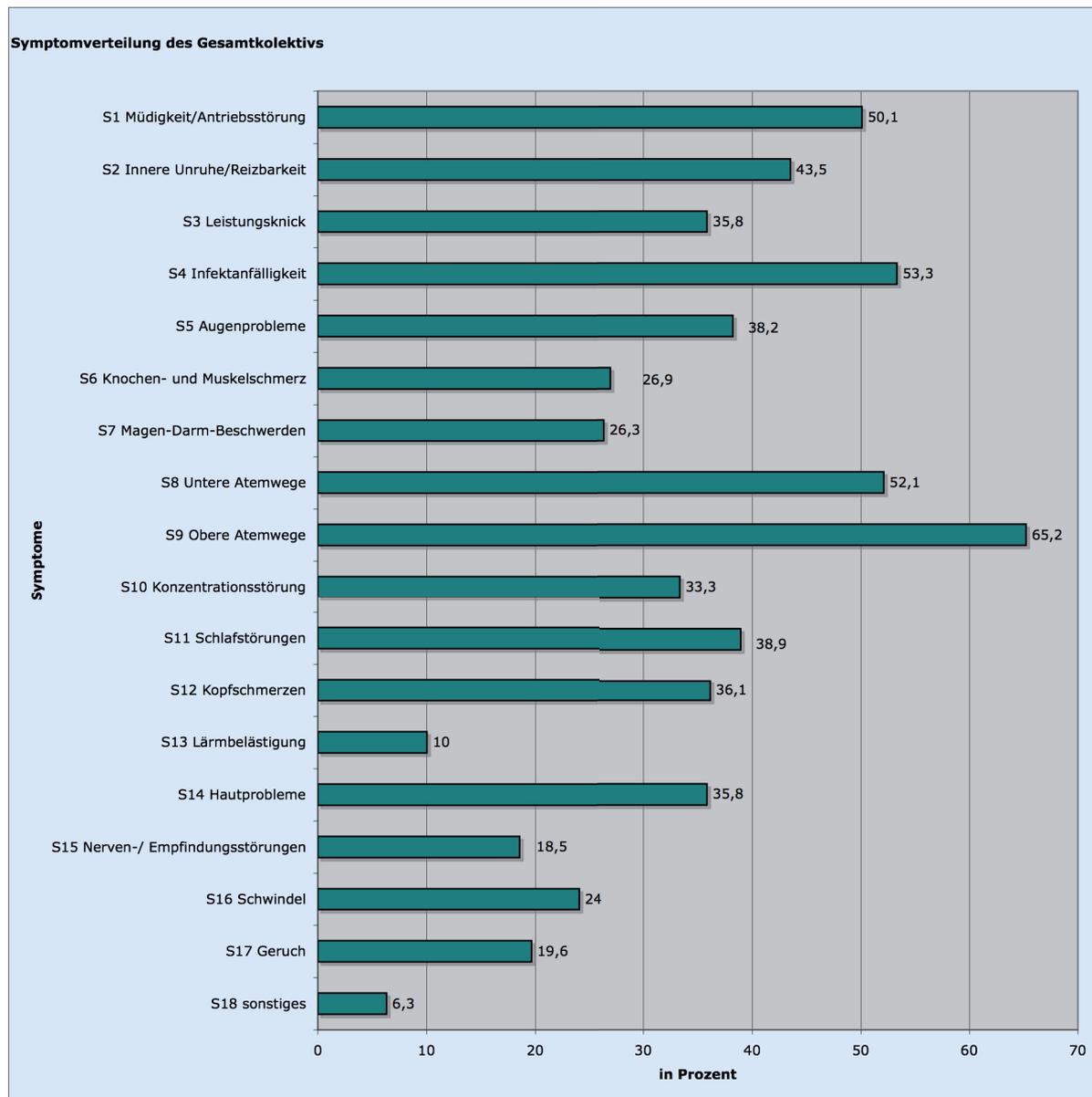


Abb. 8: Symptomverteilung im Gesamtkollektiv, Mehrfachnennungen waren möglich (N = 841)

5.1.3 Vergleich der Symptome von Patienten mit und ohne Anfangsverdacht auf Belastung durch Schimmelpilze

Die vergleichende Darstellung der Symptome von Patienten mit bzw. ohne Anfangsverdacht auf Schimmelpilze (Abb. 9), zeigt zum Teil deutliche Unterschiede auf.

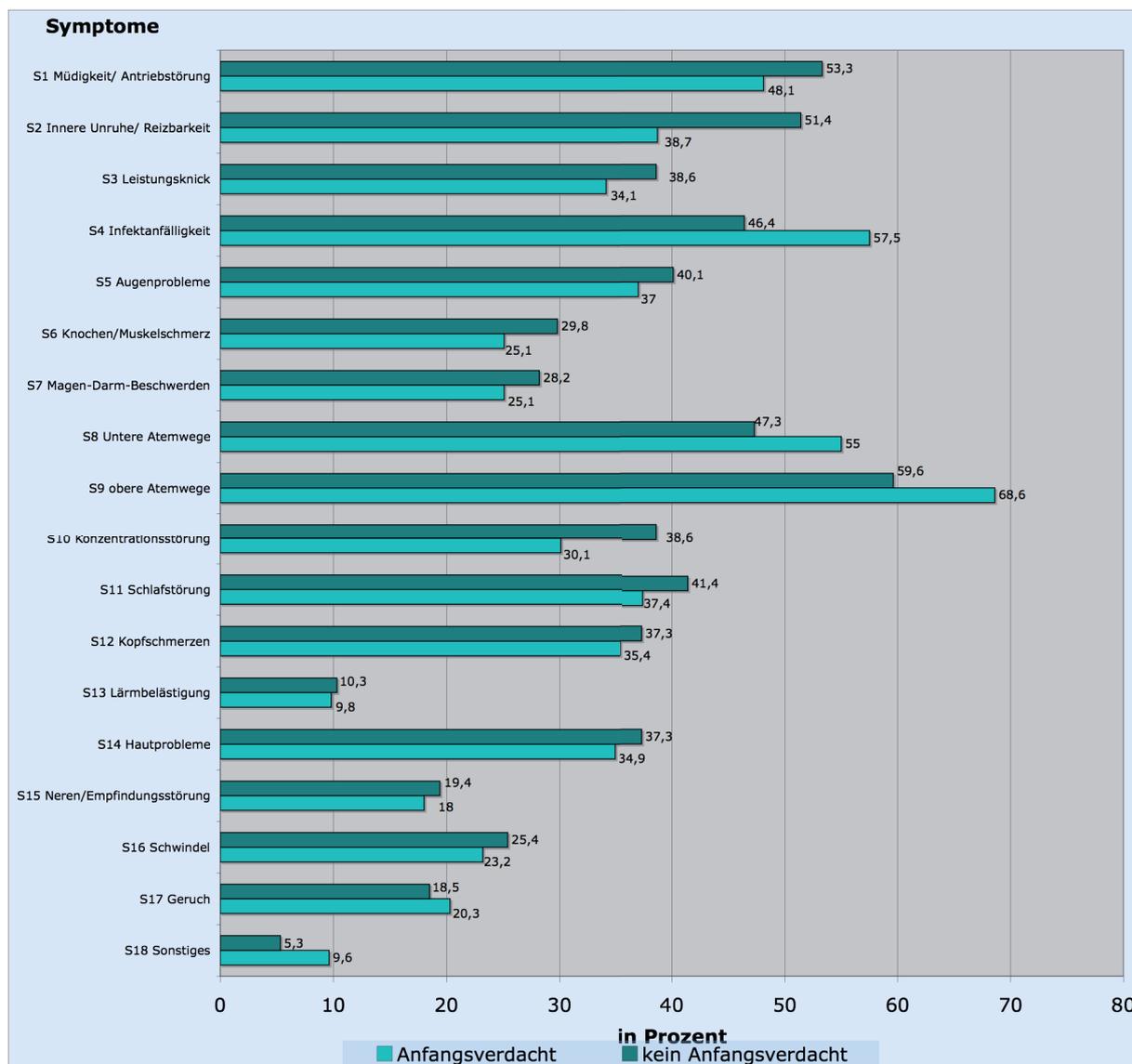


Abb. 9: Relative Häufigkeit der 18 Symptome der Anamnese für Patienten mit (N = 522) und ohne (N = 319) Anfangsverdacht auf Keimbelastung

Innere Unruhe/Reizbarkeit trat mit 51,4 vs. 38,7 % signifikant häufiger bei den Patienten ohne Anfangsverdacht für Keime auf ($\text{Chi}^2 = 13,02$; $p < 0,05$). Auch Konzentrationsstörungen traten in der Patientengruppe ohne Anfangsverdacht für Keimbelastung signifikant häufiger auf (38,6 % vs. 30,1 %; $\text{Chi}^2 = 6,41$; $p < 0,05$).

Mit Infektanfälligkeit (57,5 vs. 46,4 %; $\text{Chi}^2 = 9,76$; $p < 0,05$), sowie Beschwerden der oberen (68,6 vs. 59,6 %; $\text{Chi}^2 = 7,10$; $p < 0,05$) und unteren Atemwege (47,3 vs. 55 %; $\text{Chi}^2 = 4,64$; $p < 0,05$) kamen drei der häufig mit Schimmelpilz in Verbindung gebrachte Symptome signifikant häufiger in der Gruppe der Patienten mit Anfangsverdacht auf Keimbelastung vor. Augenprobleme, die ebenfalls häufig zu den schimmelpilzassoziierten Symptomen gezählt werden, fanden sich dagegen geringfügig häufiger in der Gruppe der mehrfach belasteten Patienten ohne Anfangsverdacht auf Keimbelastungen ($\text{Chi}^2 = 0,83$; n.s.). Für die übrigen Symptome unterschieden sich die beiden Gruppen nicht.

Tabelle 14 veranschaulicht die Mittelwerte und Standardabweichungen der vier Leitsymptome für die beiden Patientenkollektive mit und ohne Anfangsverdacht auf Keimbelastung. Patienten, denen von den Laboren ein Anfangsverdacht bescheinigt wurde, gaben im Mittel 2,2 Symptome an. Patienten ohne Anfangsverdacht gaben im Mittel nur 1,9 Symptome an. Dieser Unterschied ist statistisch signifikant ($t = -2,9$; $p < 0,05$).

Tab.14: Signifikanter Zusammenhang zwischen Anfangsverdacht auf Schimmelpilzbelastung und mittlerer Anzahl der Leitsymptome der Keimbelastung in der Anamnese (N = 522)

Anfangsverdacht auf Schimmelpilzbelastung	Leitsymptome der Keimbelastung (Anamnese)				
	N	MW	STD	t	P
nein	319	1,9	1,2	-2,9	< 0,05
ja	522	2,2	1,2		

Unterteilt man das Patientenkollektiv mit Anfangsverdacht auf Keimbelastung in zwei Gruppen nach dem Stand der Probenanalysen (vollständig durchgeführt vs. unvollständig/abgebrochen) und betrachtet die Leitsymptomatik für Schimmelpilze dieser beiden Gruppen, so lag anamnestisch bei den Patienten mit vollständig vorliegender Probenanalyse im Durchschnitt fast ein halbes Leitsymptom mehr vor, als bei denen, mit unvollständiger bzw. abgebrochener Analyse der Keimproben (2,3 vs. 1,9 Symptome). Dieser Unterschied ist signifikant ($t = -3,6$; $p < 0,05$). Tabelle 15 stellt dieses Ergebnis dar.

Tab.15: Signifikanter Zusammenhang zwischen Stand der Probenanalyse und mittlerer Anzahl der Leitsymptome der Keimbelastung in der Anamnese (N = 522)

Probenanalyse	Leitsymptome der Keimbelastung (Anamnese)				
	N	MW	STD	t	p
Unvollständig/abgebrochen	176	1,9	1,2	-3,6	< 0,05
vollständig	346	2,3	1,1		

5.2 Allgemeine Beurteilungskriterien

Allgemeine Beurteilungskriterien für Schimmelpilze im häuslichen Umfeld gab es zur Zeit der Datenerhebung noch nicht. Erst ab dem Jahr 2001 gab es erste Grundlagen durch die Bewertungsschemata für Luft (UMWELTBUNDESAMT BERLIN 2002), Material und Staub (LANDESGESUNDHEITSAMT BADEN-WÜRTTEMBERG 2001) sowie für MVOC-Messungen (LORENZ 2001). Jedoch gestaltet sich eine nachträgliche Einordnung in diese Schemata schwierig, da die vorliegenden Daten in vielen Fällen für eine Einordnung unverzichtbare Informationen nicht oder nur sehr lückenhaft beinhalten. Darüber hinaus sind die Bewertungsschemata naturgemäß nur jeweils auf ein Unterkollektiv anwendbar.

5.3 Vergleichende Betrachtung von Untersuchungsmethodik und Ergebnissen und Generation neuer Kriterien auf der Basis der semantischen Umschreibungen in den Laborberichten

Die Untersuchungsmethodik sowie die Ergebnisse der beiden am Modellprojekt „Umweltmobil“ beteiligten Labore werden im folgenden Unterpunkt verglichen. Dabei soll im ersten Teil geprüft werden, inwieweit in den wenigen Fällen bei übereinstimmender Methodik vergleichbare Ergebnisse erzielt wurden. Im zweiten Absatz werden die Ergebnisse der Skalenbildung auf der Basis der semantischen Umschreibungen in den Laborberichten dargestellt.

5.3.1 Vergleich der Untersuchungsmethoden und Ergebnisse der beiden Labore

Wie schon in Kapitel 4.4 (Tab. 4) dargestellt, gibt es in der angewandten Messmethodik beider Labore nur wenig Übereinstimmung. Einzig qualitative Beurteilungen (sichtbarer Befall o. ä.) werden von beiden Laboren abgegeben. Diese Unterschiede spiegeln sich auch in der Probenahme der Labore wider. Die Labore bedienten sich vollständig unterschiedlicher Messmethoden, es gab keine Überschneidungen. Während Labor B ausschließlich Luftmessungen der Belastungen durch Sporen vornahm, bediente sich Labor A verschiedener Messmethoden, aber nie der Methode der Luftmessung von Sporen. Tabelle 16 zeigt die genaue Verteilung.

Tab. 16: Verteilung der Messungen auf die unterschiedlichen Messmethodiken und die beiden beteiligten Labore (N = 522)

Art der Probe	Labor A	Labor B	Gesamt
Nur Materialmessungen	136	0	136
Nur MVOC-Messungen	130	0	130
Material und MVOC-Messungen	20	0	20
Luftmessungen	0	60	60
Keine Messung	167	9	176

Auch in der Beurteilung der untersuchten Haushalte bzgl. einer möglichen Belastung durch Schimmelpilze ergaben sich gravierende Unterschiede zwischen den beiden beteiligten Laboren. Während Labor A in 85,6 % der untersuchten Fälle zu einem Anfangsverdacht auf Schimmelpilzbelastung kam, hielt Labor B dies nur in 22,1 % der Fälle für gegeben (Tab. 17). Die unterschiedliche Ersteinschätzung der Belastung trägt vermutlich dazu bei, dass für Labor A 63,1 Prozent der Fälle mit Anfangsverdacht auf Schimmelpilze vollständig ausgewertet werden konnten.

Tab. 17: Relative und absolute Häufigkeit für den Anfangsverdacht auf Schimmelpilze – aufgeschlüsselt nach Laboren (N = 841)

Anfangsverdacht auf Keime	Labor A (n=529)	Labor B (n=312)
Anzahl der Fälle	453	69
Häufigkeit in Prozent	85,6	22,1

Für Labor B liegt die Quote der vollständig ausgewerteten Fälle mit 87,0 Prozent sehr hoch. Labor A stellte in weit mehr als dreiviertel der Fälle zwar einen Anfangsverdacht, eine vollständige Analyse erfolgte dann aber in weniger als zwei Drittel dieser Fälle. Labor B sah deutlich seltener einen Grund für einen Anfangsverdacht (22,1%), dieser wurde dann aber fast immer (87,0 %) zu Ende verfolgt (Tab. 18).

Tab. 18: Probenauswertung aufgeschlüsselt nach Anfangsverdacht auf Schimmelpilze und den beiden Laboren (N = 522)

Anfangsverdacht Labor Auswertungsstand		Labor A		Labor B	
		Ja	Nein	Ja	Nein
Auswertung vollständig	N	286	167	60	9
	%	63,1	36,9	87,0	13,0

Betrachtet man zur Beschreibung der Ausgangssymptomatik der Patienten die vier Leitsymptome der Keimbelastung je nach verwendeter Messmethode, so finden sich keine Zusammenhänge zwischen Symptomatik der Patienten und Messmethode (Tab. 19). In einer einfaktoriellen Varianzanalyse mit dem Faktor „Messmethode“ finden sich keine Unterschiede in der mittleren Anzahl der Leitsymptome für Keimbelastung zwischen den vier verschiedenen Gruppen ($F = 0,60$; n.s.)

Tab. 19: Mittelwerte und Standardabweichungen der vier Leitsymptome für Keimbelastung getrennt nach Messmethodik (N = 346)

Messmethode	Vier Leitsymptome der Keimbelastung				
	N	MW	STD	F	P
Nur Materialmessung	136	2,25	1,16	0,60	n.s.
Nur MVOC-Messung	130	2,27	1,13		
Material und MVOC-Messung	20	2,55	1,00		
Luftmessung	60	2,40	1,12		

Die Labore listeten in vielen Fällen auffällige Schimmelpilzarten in ihren Berichten auf. Abbildung 10 zeigt Art und Häufigkeit der Schimmelpilzarten, die von den Laboren in den Wohnungen der Patienten festgestellt werden konnten. Mit Abstand am häufigsten fand sich der Schimmelpilz *Aspergillus versicolor* (88 Nennungen). Relativ häufig zeigte sich auch *Cladosporium* mit 21 Nennungen. Alle anderen namentlich erwähnten Schimmelpilze liegen im einstelligen Bereich.

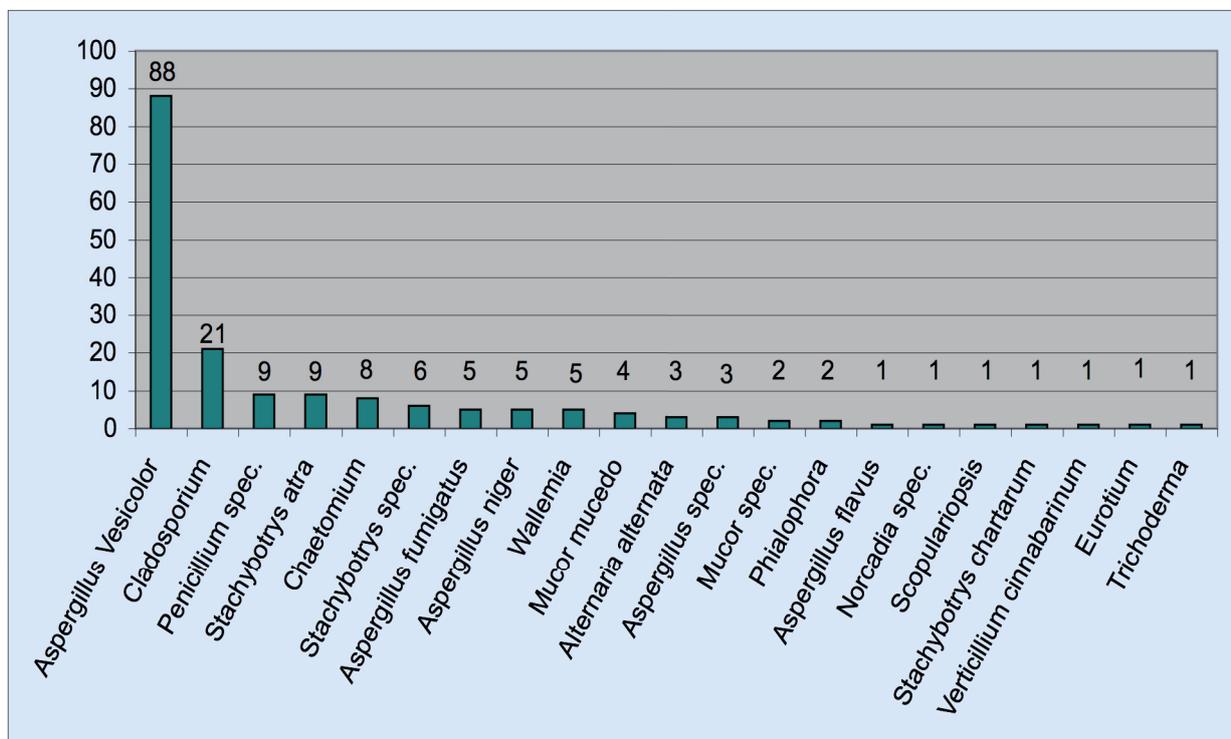


Abb. 10: Schimmelpilzvorkommen aufgeschlüsselt nach einzelnen Arten, Mehrfachnennungen möglich (N = 133 Haushalte)

Tabelle 20 unterscheidet die nachgewiesenen Schimmelpilzarten nach den beiden Laboren. Auffällig sind auch hier die sehr unterschiedlichen Pilzarten je nach Labor. Nur zwei Arten wurden von beiden Laboren nachgewiesen, *Aspergillus spec.* und *Penicillium spec.* Ob dies mit Besonderheiten der jeweilig untersuchten Wohnungen zusammenhängt oder mit unterschiedlichen Schwerpunkten der beiden Labore beim Nachweis einzelner Sporen, lässt sich auf der Basis der vorhandenen Daten nicht klären.

Tab. 20: Absolute Häufigkeit des Nachweises bzw. ausdrücklichen Ausschlusses von Schimmelpilzarten - aufgeschlüsselt nach Labor A und B, (N = 133)

Keimart	Labor A		Labor B	
	Nachweis erbracht	Ausgeschlossen	Nachweis erbracht	Ausgeschlossen
<i>Alternaria alternata</i>	0	107	3	23
<i>Aspergillus flavus</i>	0	34	1	4
<i>Aspergillus fumigatus</i>	0	3	5	0
<i>Aspergillus niger</i>	0	1	5	0
<i>Aspergillus versicolor</i>	88	1	-	-
Aspergillus spec.	1	1	2	0
<i>Chaetomium</i>	8	-	-	-
<i>Cladosporium</i>	21	-	-	-
<i>Eurotium</i>	-	1	-	-
<i>Mucor mucedo</i>	0	1	4	0
<i>Mucor spec.</i>	0	1	2	0
<i>Norcadia spec.</i>	0	1	0	1
Penicillium spec.	3	1	6	0
<i>Phialophora</i>	2	1	-	-
<i>Scopulariopsis</i>	0	1	1	0
<i>Stachybotrys atra</i>	9	-	-	-
<i>Stachybotrys chartarum</i>	1	1	-	-
<i>Stachybotrys spec.</i>	6	1	-	-
<i>Trichoderma</i>	1	-	-	-
<i>Verticillium cinnabarium</i>	0	1	1	0
<i>Wallemia</i>	5	1	-	-

5.3.2 Bildung von Skalen aus den semantischen Umschreibungen der beiden Labore

Semantische Urteile für die fünf Kriterien **„Belastungsgrad“** (A), **„Konzentration der Sporen“** (B), **„Befall“** (D), **„MVOC-Konzentration“** (E) und **„Gesundheitsgefährdung“** (F) wurden in unterschiedlicher Häufigkeit und in Abhängigkeit von Messmethode und untersuchendem Labor abgegeben.

Für das Kriterium **„Belastungsgrad“** (A) konnten in 313 Fällen semantische Angaben aus den Laborberichten gefiltert werden (Tab. 21). Dieses Kriterium war das einzige, für das in den Berichten aller Meßmethoden (Kollektive I bis IV, siehe Tab. 21) Angaben zu finden waren. Naturgemäß finden sich keine Angaben zur **„Konzentration der Sporen“** (B) wenn nur MVOC-Messungen (Kollektiv I) vorgenommen wurden. Aus den Berichten der anderen Meßmethoden ließen sich dagegen in 154 Fällen Urteile zu diesem Kriterium finden.

Analog dazu sind auch nur Angaben zur **„MVOC-Konzentration“** (E) aus den Berichten zu filtern, wenn MVOC-Messungen vorgenommen wurden (Kollektive I und II). In 136 Fällen konnten semantische Umschreibungen zu diesem Kriterium aus den Berichten gewonnen werden. Bei Materialproben (Kollektiv III) und Luftmessungen (Kollektiv IV) gab es erwartungsgemäß keine Angaben zur MVOC-Konzentration.

In insgesamt 150 Fällen konnte das **„9-Felder-Schema nach Lorenz“** (C) angewendet werden. Da das Kriterium **„Befall“** (D) direkt aus dem 9-Felder-Schema abgeleitet wurde, liegen hierzu 150 Angaben vor. Wie bereits erwähnt, waren Angaben zur **„Gesundheitsgefährdung“** (F) eher die Ausnahme in den Laborberichten und wurden nur von Labor A abgegeben. In 23 Fällen konnten semantische Umschreibungen zu diesem Kriterium aus den Laborberichten extrahiert werden.

Für das **„Gesamturteil“** (Z) wurden alle Urteile der vier Kriterien **„Belastungsgrad“** (A), **„Konzentration der Sporen“** (B), **„Befall“** (D) und **„MVOC-Konzentration“** (E) wie in Kapitel 4.5 beschrieben zusammengefasst. Auf diese Weise war es möglich zu allen 346 Fällen mit vorliegenden Messberichten ein abschließendes Urteil zur „Gefährdung“ durch Schimmelpilze abzugeben.

Tab. 21: Absolute Häufigkeiten der Einordnung semantischer Umschreibungen – aufgeschlüsselt nach vier Messverfahren sowie den neuen Kriterien (N = 522)

Stichprobe Fallzahl	Kollektiv I (nur MVOC- Messungen) N = 130	Kollektiv II (MVOC und Materialproben) N = 20	Kollektiv III (Nur Materialproben) N = 136	Kollektiv IV (nur Luftmessungen) N = 60	Kollektiv V (keine Messungen) N = 176	Gesamt (alle mit Anfangsverdacht auf Keime) N = 522
A) Belastungsgrad						
A1) Keine Belastung	2	0	3	33	0	38
A2) Belastung möglich	93	11	80	3	0	187
A3) Belastung liegt vor	26	7	42	13	0	88
Summe	121	18	125	49	0	313
B) Konzentration der Sporen						
B1) Normal	0	8	27	1	0	36
B2) Erhöht	0	4	56	10	0	70
B3) Stark erhöht	0	5	42	1	0	48
Summe	0	17	125	12	0	154
C) 9-Felder-Schema nach Lorenz						
C1) > 1,0 µg/m ³ kein Hauptindikator (0,0-0,04)	1	1	0	0	0	2
C2) > 1,0 µg/m ³ mind. ein Hauptindikator (0,05-0,10)	8	0	0	0	0	8
C3) > 1,0 µg/m ³ > 0,10 µg/m ³ bei mind. 1 Hauptindikator	73	13	0	0	0	86
C4) > 0,5-1,0 µg/m ³ kein Hauptindikator (0,0-0,04)	4	0	0	0	0	4
C5) > 0,5-1,0 µg/m ³ mind. ein Hauptindikator (0,5-0,10)	17	2	0	0	0	19
C6) > 0,5-1,0 µg/m ³ > 0,10 µg/m ³ bei mind. 1 Hauptindikator	14	1	0	0	0	15
C7) ≤ 0,5 µg/m ³ kein Hauptindikator (0,0-0,04)	4	1	0	0	0	5
C8) ≤ 0,5 µg/m ³ mind. ein Hauptindikator (0,05-0,10)	7	2	0	0	0	9
C9) ≤ 0,5 µg/m ³ > 0,10 µg/m ³ bei mind. 1 Hauptindikator	2	0	0	0	0	2
Summe:	130	20	0	0	0	150

Fortsetzung Tab. 21: Absolute Häufigkeiten der Einordnung semantischer Umschreibungen – aufgeschlüsselt nach vier Messverfahren sowie den neuen Kriterien (N = 522)

Stichprobe	Kollektiv I (nur MVOC- Messungen) N = 130	Kollektiv II (MVOC und Materialproben) N = 20	Kollektiv III (Nur Materialproben) N = 136	Kollektiv IV (nur Luftmessungen) N = 60	Kollektiv V (keine Mess- ergebnisse) N = 176	Gesamt (alle mit Anfangsverdacht auf Keime) N = 522
Fallzahl						
D) Befall (9-Felder-Schema nach Lorenz reduziert auf 4 Kategorien)						
D1) Kein Befall	4	1	0	0	0	5
D2) Befall möglich	5	1	0	0	0	6
D3) Befall wahrscheinlich	41	3	0	0	0	44
D4) Befall vorhanden	80	15	0	0	0	95
Summe:	130	20	0	0	0	150
E) MVOC- Konzentration						
E1) Normal	6	0	0	0	0	6
E2) Erhöht	86	6	0	0	0	92
E3) Stark erhöht	33	5	0	0	0	38
Summe	125	11	0	0	0	136
F) Gesundheitsgefährdung						
F1) Gefährdung ist möglich	3	1	1	0	0	5
F2) Von Gefährdung ist auszugehen	3	2	10	0	0	15
F3) Gefährdung liegt vor	0	0	3	0	0	3
Summe	6	3	14	0	0	23
Z) Gesamturteil						
Z1) Gefährdung liegt nicht vor	2	1	8	34	0	45
Z2) Gefährdung ist möglich	50	6	68	13	0	137
Z3) Gefährdung liegt vor	78	13	60	13	0	164
Summe	130	20	136	60	0	346

5.4 Zusammenhang zwischen Symptomatik der Patienten und den im Rahmen dieser Arbeit neu konstruierten, qualitativen Maßen für Schimmelpilzbelastung

Auf der Basis der in dieser Arbeit neu konstruierten Maße für Schimmelpilzexposition „**Belastungsgrad**“, „**Konzentration der Sporen**“, „**Konzentration der MVOC**“ und dem auf vier Kategorien reduzierten 9-Felder-Bewertungsschema nach Lorenz (2001), „**Befall**“ soll eine Möglichkeit geschaffen werden, über die Ergebnisse der unterschiedlichen Messmethodiken hinweg einheitliche Aussagen zur Schimmelpilzbelastung zu generieren. Als Gradmesser für die Validität dieser übergeordneten Maße wird der Zusammenhang mit der Symptomatik der Patienten herangezogen.

Semantische Angaben zum „**Belastungsgrad**“ wurden, im Gegensatz zu den übrigen Kriterien, in den Berichten aller vier angewandten Messverfahren bzw. Verfahrenskombinationen abgegeben. Tabelle 22 stellt das Kriterium „**Belastungsgrad**“ der Anzahl der von den Patienten vorgetragenen Symptomen (Anzahl der Leitsymptome) gegenüber (Nachbefragung minus Anamnese).

Tab. 22: Mittelwerte und Standardabweichungen der Leitsymptome zum Zeitpunkt der Anamnese und als Differenz (nachher-vorher) in Abhängigkeit vom Kriterium „**Belastungsgrad**“ (A)

Belastungsgrad (A)	Leitsymptome der Schimmelpilzbelastung (Anamnese)			Leitsymptome der Schimmelpilzbelastung (Differenz: nachher-vorher)		
	N	MW	STD	N	MW	STD
Keine Belastung	38	2,6	1,1	38	-0,3	1,7
Belastung möglich	187	2,2	1,1	185	-0,8	1,5
Belastung liegt vor	88	2,3	1,2	83	-1,2	1,4
Gesamt	313	2,3	1,1	306	-0,8	1,5

Dabei wird deutlich, dass sich die Symptomatik der Patienten in der Anamnese je nach Belastungseinstufung kaum unterschied. Dagegen nahm die Symptomatik umso stärker ab, je höher die Einstufung der Belastung war. Patienten, für die keine

Belastung festgestellt wurde wiesen in der Nacherhebung eine fast unveränderte Symptomzahl auf, während Patienten mit festgestellter Belastung dann mehr als ein Symptom weniger zu Protokoll gaben. Patienten mit möglicher Belastung verloren fast ein Symptom.

Um den Vergleich der semantischen Einstufungen auf eine noch breitere Basis zu stellen, wurde aus den vier abgeleiteten Kriterien das übergeordnete Kriterium „**Gesamturteil**“ (Z) gebildet.

Für alle 346 abgeschlossenen Fälle mit Anfangsverdacht auf Schimmelpilzbelastung lagen ein oder mehrere Einstufungen für die vier neu konstruierten Maße für Schimmelpilzexposition vor. Daher war es auch in jedem Fall möglich, eine Einstufung in die drei Kategorien des übergeordneten Kriteriums Gesamturteil vorzunehmen.

In 45 Fällen erfolgte auf der Basis der vier neuen Kriterien eine Einstufung in die Kategorie „Gefährdung liegt nicht vor“. 137 Haushalte sortierten sich nach der unter Kapitel 4.5 beschriebenen Vorgehensweise in die Gruppe derjenigen ein, für die eine „Gefährdung möglich“ war. In 164 Untersuchungen attestierten die Labore die Kategorie „Gefährdung liegt vor“.

Zur Überprüfung der Frage, inwieweit die Einstufung der Patienten in die drei Kategorien des „**Gesamturteils**“ (Z) mit ihrer Symptomatik in Zusammenhang steht, wurde eine Korrelation für die beiden Parameter berechnet. Dabei zeigte sich kein Zusammenhang zwischen Gesamturteil und schimmelpilzbezogener Symptomatik (Vgl. 4.3 letzter Absatz) der Patienten in der Anamnese ($r = -0,03$; n.s.). Dagegen konnte ein signifikanter Zusammenhang ($r = -0,16$; $p < 0,05$) zwischen der Entwicklung der Symptomatik der Patienten (Differenz der vier Leitsymptome für Schimmelpilzbelastung (nachher-vorher)) und dem Gesamturteil gezeigt werden.

Das bedeutet, dass Patienten, die bezüglich ihrer Schimmelpilzexposition im Kriterium Gesamturteil als „gefährdet“ eingestuft worden waren, zwischen Anamnese und Nacherhebung einen vergleichsweise höheren Rückgang ihrer Symptome zeigten als Patienten, deren Gefährdung unklar war bzw. ausgeschlossen wurde.

Tabelle 23 zeigt die Mittelwerte und Standardabweichungen der Leitsymptomatik (Anamnese) sowie der Differenz der Leitsymptomatik (Nacherhebung minus Anamnese).

Tab. 23: Mittelwerte und Standardabweichungen der Leitsymptomatik zum Zeitpunkt der Anamnese und als Differenz (nachher-vorher) aufgesplittet nach dem Kriterium „Gesamturteil“ (Z)

Gesamturteil (Z)	Leitsymptome der Schimmelpilzbelastung (Anamnese)			Leitsymptome der Schimmelpilzbelastung (Differenz nachher-vorher)		
	N	MW	STD	N	MW	STD
Gefährdung liegt nicht vor	45	2,5	1,1	35	-0,3	1,8
Gefährdung möglich	137	2,2	1,2	135	-0,7	1,5
Gefährdung liegt vor	164	2,4	1,1	159	-1,0	1,3
Gesamt	346	2,3	1,1	339	-0,8	1,5

5.5 Sanierungsempfehlungen der Labore

Die Labore gaben für die einzelnen Haushalte und Patienten im Rahmen ihrer Untersuchungsberichte Sanierungsempfehlungen ab. Es lag in der Obhut der Patienten, in welchem Umfang sie die Sanierung durchführten. Je nach Labor und Einzelfall wurden unterschiedliche Empfehlungen ausgesprochen. Diese reichten von „mehr lüften“ bis hin zur Aufforderung befallene Einrichtungsgegenstände zu entfernen bzw. befallene Mauer-, Decken- oder Bodenabschnitte zu sanieren. Zur besseren Übersicht wurde die große Vielfalt empfohlener Sanierungsmaßnahmen in fünf Kategorien zusammengefasst. Dabei wurde im Wesentlichen zwischen konkreten, prophylaktischen und allgemeinen Hinweisen unterschieden. Darüber hinaus erfassen zwei weitere Kategorien seltene Anweisungen konkrete Gegenstände zu entfernen bzw. „auf Warnhinweise zu achten“. Tabelle 24 stellt die Empfehlungen im Laborvergleich dar.

Wenn man das Verhältnis untersuchter Fälle zur Anzahl der empfohlenen Maßnahmen laborweise betrachtet, fällt auf, dass Labor B im Durchschnitt 1,17 Sanierungsempfehlungen pro untersuchtem Haushalt aussprach (70 Empfehlungen bei 60 untersuchten Fällen – im Maximum drei Empfehlungen).

Tab. 24: Absolute und relative Häufigkeiten der in fünf übergeordneten Kategorien erfassten Sanierungsempfehlungen (jeweils bezogen auf die Gesamtzahl der pro Labor ausgesprochenen Empfehlungen) – aufgeschlüsselt nach Labor A und B

Sanierungsempfehlungen	Labor A (948 Empfehlungen)		Labor B (70 Empfehlungen)	
	N	%	N	%
Sanierung konkret benannter Einrichtungsgegenstände bzw. Gebäudeteile	376	39,7	25	35,7
Quelle des Keimbefalls suchen und entfernen (konkrete Ursache nicht benannt)	376	39,7	44	62,9
Prophylaktische Maßnahmen	185	19,5	0	0,0
Auf Warnzeichen achten	8	0,8	0	0,0
Möbel/ Einrichtungsgegenstand entfernen	3	0,3	1	1,4

Labor A kam bei 286 untersuchten Haushalten auf eine Gesamtzahl von 948 Sanierungsempfehlungen (3,31 pro Fall – bis zu sieben Maßnahmen).

Auch in der Art der Empfehlungen unterschieden sich die beiden Labore. Während Labor B in fast zwei Dritteln aller Empfehlungen keinen konkreten Bezug auf eine Quelle nahm und das Aufspüren der Quelle an sich als Empfehlung gab, lag der Anteil dieser Empfehlungen für Labor A bei knapp 40 Prozent. Stattdessen wurden von Labor A häufig prophylaktische Maßnahmen, wie z.B. „Eingeschränkte Nutzung“ oder „Verstärktes bzw. richtiges Lüften“ empfohlen. Diese Art von Maßnahmen wird von Labor B überhaupt nicht ausgesprochen.

5.6 Zusammenhang von Symptomatik der Patienten und Umfang der umgesetzten Sanierungsempfehlungen

Im Folgenden soll die Frage geprüft werden, ob auf der Basis der Sanierungsempfehlungen der Labore Verbesserungen der Symptomatik der Patienten erzielt werden konnten.

5.6.1 Entwicklung der Symptomatik der Patienten in Abhängigkeit vom Umfang der umgesetzten Sanierungsempfehlungen

Die Umsetzung der von den beiden Laboren ausgesprochenen Sanierungsempfehlungen oblag zum Einen den Patienten und war somit abhängig von deren finanziellen und zeitlichen Möglichkeiten bzw. im Falle von Mietverhältnissen auch von der Kooperation der Vermieter. Zum Anderen gaben in einigen Fällen die Patienten in der Nacherhebung an, nicht über alle Sanierungsvorschläge unterrichtet worden zu sein bzw. in Einzelfällen gar keine Informationen zu möglichen Maßnahmen erhalten zu haben.

Tabelle 25 zeigt die Ausgangssymptomatik der Patienten sowie den Gesundheitszustand zum Zeitpunkt der Nacherhebung in Bezug auf die vier Leitsymptome.

Tab.25: Leitsymptomatik zum Zeitpunkt der Anamnese und 18 Monate nach erfolgter Ortsbegehung durch die beteiligten Labore in Abhängigkeit vom Umfang der Sanierung

Umsetzung der Sanierungsempfehlung	Leitsymptome in der Anamnese			Leitsymptome in der Nacherhebung		
	N	MW	STD	N	MW	STD
gar nicht /teilweise	155	2,2	1,2	155	1,6	1,3
vollständig	163	2,3	1,1	161	1,4	1,3

Dabei wird unterschieden zwischen Patienten, die alle Sanierungsempfehlungen der Labore umgesetzt haben und solchen, die diese nur unvollständig oder gar nicht

durchführten. Beide Gruppen wiesen zum Zeitpunkt ihres Besuches beim Umweltspezialisten im Durchschnitt etwas mehr als zwei Symptome auf.

Zum Zeitpunkt der Nacherhebung hatte sich die Symptomatik beider Gruppen verbessert. Während die Patienten, welche die empfohlenen Sanierungsmaßnahmen vollständig umgesetzt hatten, fast ein Symptom weniger aufwiesen, fiel der Benefit für die Gruppe der Patienten, die die Sanierungsempfehlungen nicht oder teilweise durchführten etwas geringer aus (-0,7 Symptome, Abb. 11). Dieser Unterschied ist nicht signifikant (t-Test für unabhängige Stichproben: $t = 1,68$; n.s.).

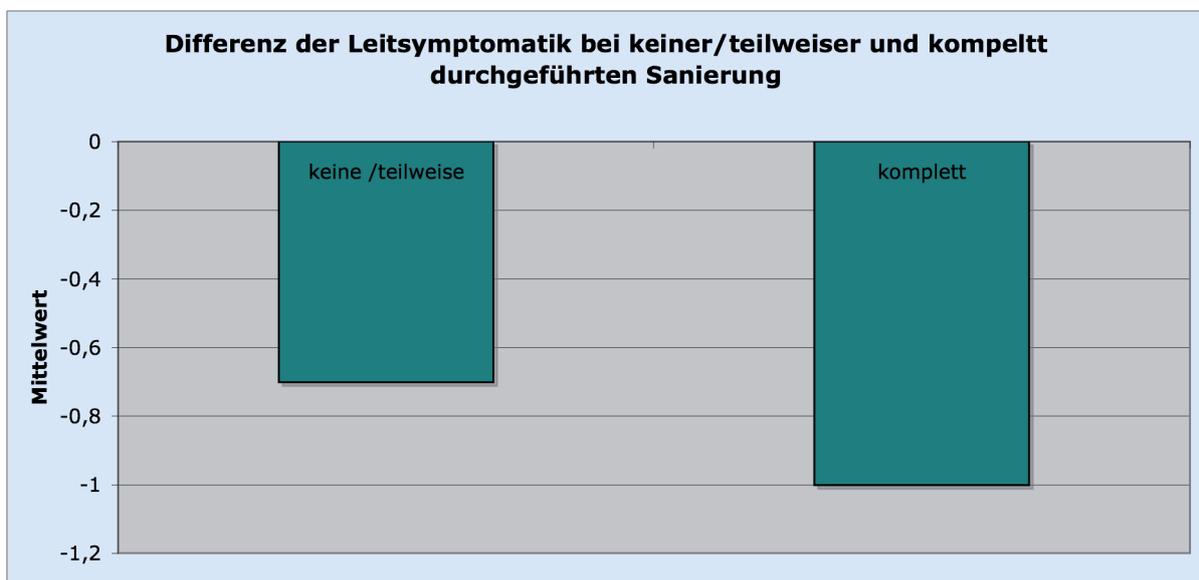


Abb. 11: Differenz der Leitsymptomatik getrennt nach Umfang der Umsetzung der Sanierungsempfehlungen (N = 316)

5.6.2 Laborspezifische Unterschiede bezogen auf die Entwicklung der Symptomatik der Patienten in Abhängigkeit vom Umfang der umgesetzten Sanierungsempfehlungen

Betrachtet man die Symptomentwicklung der Patienten getrennt nach Laboren und Umfang der jeweils empfohlenen Sanierungsmaßnahmen, so zeigt sich folgendes Bild (Abb. 12): während für Labor A bei vollständiger Sanierung im Mittel ein Symptomrückgang von 1,1, also mehr als ein Symptom weniger, abzulesen ist, verlieren die Patienten von Labor B nur knapp ein halbes Symptom (-0,4). Im Falle keiner oder nur teilweiser Umsetzung der Sanierungsempfehlungen verbesserten sich die

Patienten von Labor A im Mittel um 0,7 Symptome, die Symptomatik der Patienten von Labor B blieb dagegen fast unverändert (-0,3 Symptome).

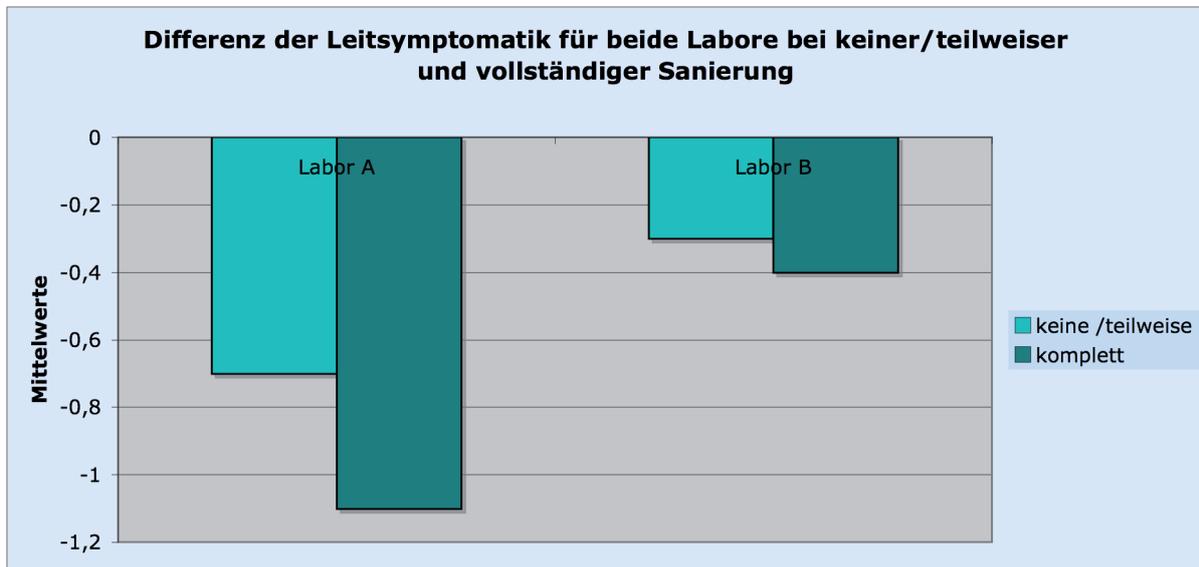


Abb. 12: Differenz der Leitsymptomatik („nach“ minus „vor“ der Sanierung) für beide Labore bei keiner/teilweiser und vollständiger Sanierung (N = 316)

Zur Beantwortung der Frage, inwieweit die oben dargestellten Unterschiede bei der Veränderung des Gesundheitszustands der Umweltpatienten statistisch bedeutsam sind, wurde eine zweifaktorielle Varianzanalyse mit den beiden Faktoren „Labor“ (A vs. B) und „Umfang Sanierung“ (vollständig vs. nicht/teilweise) durchgeführt (Tab. 26).

Als abhängige Variable zur Beschreibung der Veränderung des Gesundheitszustands der Patienten wurde die Differenz der Leitsymptome für Schimmelpilzbelastung (nachher-vorher) betrachtet. Dabei zeigt sich, dass der Umfang der umgesetzten Sanierungsmaßnahmen keinen signifikanten Zusammenhang mit den Veränderungen der Leitsymptomatik der Patienten aufwies. Dagegen zeigt sich ein signifikanter Einfluss des untersuchenden Labors in der Weise, dass Patienten, deren Wohnungen von Labor A begangen wurden, unabhängig vom Umfang der durchgeführten Sanierungsmaßnahmen, einen deutlich stärkeren Rückgang in der Leitsymptomatik aufwiesen.

Tab. 26: Univariate Varianzanalyse mit den zwei Faktoren „Labor“ und „Umfang Sanierung“ – Quadratsummen, Freiheitsgrade, Mittlere Quadrate, F- Werte und Signifikanzen ($r^2 = 0,033$ (korrigiertes $r^2 = 0,024$))

Quelle	Quadratsumme Typ III	Freiheits- grade	Mittel der Quadrate	F	p
Korrigiertes Modell	23,12	3	7,71	3,30	0,01
Konstanter Term	46,21	1	46,21	21,60	0,00
Labor	11,38	1	11,38	5,32	0,02
Umfang Sanierung	2,02	1	2,02	0,95	0,33
Labor * Umfang Sanierung	0,62	1	0,62	0,29	0,59
Fehler	667,60	312	2,14		
Gesamt	903,00	316			
Korr. Gesamtvariation	690,72	315			

5.7 Zusammenhang zwischen der Entwicklung der Leitsymptomatik der Patienten und dem neu gebildeten Kriterium zur Bewertung der Belastung durch Schimmelpilze „Gesamturteil“ (Z)

Betrachtet man die Entwicklung der Leitsymptomatik für Schimmelpilze vor und nach der Sanierung getrennt nach Laboren und unterscheidet dabei zusätzlich nach Einschätzung der Belastung (Beurteilungskriterium Z. „Gesamturteil“), so zeigt sich folgendes Bild (Tab. 27 und Tab. 28).

Personen, deren Wohnungen von Labor A untersucht wurden, zeigten auch dann eine Verbesserung ihres Gesundheitszustands, wenn sie als nicht gefährdet („Gefährdung liegt nicht vor“) eingestuft wurden. Im Mittel reduzierte sich die Symptomatik dieser Patienten um mehr als ein halbes Symptom von 2,1 auf 1,5. Wurde eine Gefährdung für „möglich“ gehalten bzw. ein Vorliegen der Gefährdung attestiert, verbesserte sich die Symptomatik um bis zu einem Symptom (2,4 auf 1,4).

Tab. 27: Mittelwerte und Standardabweichungen der Leitsymptomatik zum Zeitpunkt der Anamnese und 18 Monate nach der Laborbegehung aufgesplittet nach dem „Gesamturteil“ (Z) für die 285 Fälle des Labors A

Gesamturteil des Labors A	Leitsymptome der Schimmelpilzbelastung (Anamnese)			Leitsymptome der Schimmelpilzbelastung (Nacherhebung)		
	N	MW	STD	N	MW	STD
Gefährdung liegt nicht vor	11	2,1	1,2	11	1,5	1,4
Gefährdung möglich	126	2,2	1,2	126	1,4	1,4
Gefährdung liegt vor	148	2,4	1,0	148	1,4	1,2
Gesamt	285	2,3	1,1	285	1,4	1,3

Auch die Patienten, die von Labor B betreut wurden, verbesserten sich in ihrer Symptomatik. Allerdings fiel der Unterschied mit ca. 0,3 Symptomen im Durchschnitt nicht ganz so hoch aus. In den 12 Fällen, in denen auf Grund des Gesamturteils (Z) eine „Gefährdung vorlag“, verbesserte sich die Symptomatik ebenfalls um fast ein Symptom.

Tab. 28: Mittelwerte und Standardabweichungen der Leitsymptomatik zum Zeitpunkt der Anamnese und 18 Monate nach der Laborbegehung aufgesplittet nach dem „Gesamturteil“ (Z) für die 59 Fälle des Labors B

Gesamturteil des Labors B	Leitsymptome der Schimmelpilzbelastung (Anamnese)			Leitsymptome der Schimmelpilzbelastung (Nacherhebung)		
	N	MW	STD	N	MW	STD
Gefährdung liegt nicht vor	34	2,6	1,0	34	2,4	1,4
Gefährdung möglich	13	2,2	1,1	13	1,8	1,5
Gefährdung liegt vor	12	2,2	1,2	12	1,4	1,0
Gesamt	59	2,4	1,1	59	2,1	1,4

Insgesamt profitierten die Patienten, die von Labor A betreut wurden, deutlich stärker von der Durchführung der Sanierungsmaßnahmen. Während die Patienten des Labors B im Mittel insgesamt einen Symptomrückgang von 0,3 verzeichneten, waren es bei Patienten des Labors A im Mittel 0,9, also fast ein Symptom. Dieser Unterschied ist statistisch signifikant ($t = 2,51$; $p < 0,05$).

6 Diskussion

Obwohl der Befall mit Schimmelpilzen im häuslichen Umfeld in den letzten Jahren vor allem in den Medien ein häufig und intensiv diskutiertes Thema darstellt, ist die Objektivierung und Quantifizierung der Exposition auf Grund der Vielfalt angewandter Messmethoden sowie der hohen Zahl verschiedener Keimarten und z.T. divergierender Ergebnisse und Sanierungsvorschläge ein schwieriges Gebiet. Der Ansatz der vorliegenden Arbeit war es daher zu prüfen, ob sich die Ergebnisse unterschiedlicher Messmethodiken vereinheitlichen lassen und diese somit vergleichbar zu machen.

Als Basis für diesen Ansatz wurden die Daten von Patienten des Projekts „Umweltmobil“ der KV Westfalen-Lippe aus dem Jahr 1998 verwendet. Mehr als ein Drittel der Patienten waren durch mindestens zwei verschiedene Noxen belastet (Mehrfachbelastung), so dass in vielen Fällen von multifaktoriell bedingten Beschwerdebildern ausgegangen werden musste (MUTH 2000). Daher wurde in einem ersten Schritt geprüft, ob die Patienten, für die ein Anfangsverdacht auf Schimmelpilzbelastung vorlag, eine typische Symptomatik aufwiesen.

Die schimmelpilzexponierten Patienten dieser Studie klagten über schimmelpilztypische Symptome: Beschwerden der oberen Atemwege, Infektanfälligkeit, Beschwerden der unteren Atemwege und zusätzlich über Müdigkeit und Antriebsstörungen. Die Häufigkeit der von vielen Autoren ebenfalls mit Schimmelpilzexposition in Verbindung gebrachten Augenprobleme unterschied sich zwischen dem exponierten und dem nicht-exponierten Kollektiv nicht (BARROT 2000a und b, MÜCKE und LEMMEN 2004, LORENZ 2006, GESUNDHEITSAMT BREMEN 2007, CLEASON et al. 2009, KORPI et al. 2009, PEDE und REED 2010). Ebenso wie Konzentrationsstörungen und Innere Unruhe/Reizbarkeit können auch die Augenprobleme auf andere Noxen, z. B. Formaldehyd, Holzschutzmittel, etc. zurückzuführen sein, da es sich bei dem untersuchten Kollektiv um mehrfach belastete Patienten handelte.

Wie auch die Einzelsymptomatik kann auch die hohe Anzahl typischer Symptome für Schimmelpilzbelastung bei Patienten ohne Anfangsverdacht auf Schimmelpilze (im Mittel 1,9 vs. 2,3 bei Anfangsverdacht) unter dem Aspekt zusätzlicher Expositionen

durch andere Noxen gesehen werden. Darüber hinaus ist eine Übertragung der Ergebnisse aufgrund dieser Tatsache der mehrfachen Belastung schwierig. Eine weiterführende Studie mit Patienten, die ausschließlich durch Schimmelpilze belastet sind wäre daher anzustreben.

Die Einordnung des Symptoms Infektanfälligkeit ist durch seine Mehrdeutigkeit nicht ganz einfach; es kann für eine Vielzahl von Beschwerden stehen, beispielsweise Husten, Schnupfen, Grippe, Erkältung, Fieber, etc. Einerseits ist die Abgrenzung zu anderen Symptomen nicht eindeutig, denn Husten könnte auch als Beschwerden der unteren Atemwege angesehen werden. Zum anderen kann sich dahinter eine Vielzahl an Erkrankungen verbergen, die wiederum mit Infekten nur sekundär etwas zu tun haben, z. B. bei Husten: COPD, Lungentumor, Allergien, Asthma, Medikamentenabusus etc. Nicht zu unterschätzen ist in diesem Zusammenhang das Symptom Husten als Folge von Nikotinabusus, der sog. Raucherhusten. In der Literatur wird Infektanfälligkeit konträr diskutiert. In der englischsprachigen Literatur beispielsweise kommt der Begriff Infektanfälligkeit äußerst selten vor. Hier wird zwischen Beschwerden der oberen und unteren Atemwege unterschieden oder nach asthma-ähnlichen Beschwerden gesucht (PARK et al. 2004, SAHAKIAN et al. 2008, INAL et al. 2007). Teilweise wird auch direkt nach Augentränen, Husten und Schnupfen gefragt (KORPI et al. 2009, COMETTO-MUNIZ et al. 2004).

Das Symptom Infektanfälligkeit kann so nur im Kontext zu den anderen Beschwerden aussagekräftig sein und bei einer Betrachtung im Kontext ist es wiederum überflüssig, denn wer anfällig für Infekte ist, hat während eines Infektes auch Beschwerden der oberen oder unteren Atemwege. In dieser Studie scheint das Symptom Infektanfälligkeit keine Probleme zu bereiten. Es zeigt sich eine signifikant höhere Infektanfälligkeit unter den schimmelpilzexponierten Patienten. An dieser Stelle sei auf LORENZ (2006) verwiesen, der über die Theorie der durch MVOC ausgelösten Chemotaxis der Immunozyten möglicherweise eine Erklärung für die erhöhte Infektanfälligkeit bei Schimmelpilzpatienten bietet. Hier sind weitere Forschungen nötig.

Die vorhandenen Beurteilungskriterien für die Material-, Luft- und MVOC-Messung ließen sich im Nachhinein nur schwer auf die vorliegenden Daten anwenden. Die Bewertungshilfen waren teilweise sehr komplex und setzten eine Fülle an Infor-

mationen voraus, die rückblickend nicht eruiert werden konnten. Einzig das 9-Felder-Bewertungsschema für MVOC von Lorenz lässt sich auf die vorliegenden Ergebnisse der MVOC-Messungen übertragen. Zudem sind diese Beurteilungskriterien immer nur für ein spezielles Kollektiv anwendbar und bieten so keine Möglichkeit der Vergleichbarkeit untereinander.

Erschwerend für eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse war auch die Tatsache, dass sich beide Labore bzgl. ihrer Vorgehensweise und Messmethodik deutlich unterschieden. Sie bedienten sich gänzlich verschiedener Messmethodiken und erstellten unterschiedliche Sanierungsempfehlungen.

Schon bei der Feststellung eines Anfangsverdachts kamen die Labore zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen. Während Labor B vergleichsweise selten einen Anfangsverdacht äußerte (22,1 %), diesem aber im Großteil der Fälle nachging, kam Labor B für 85,6 % der untersuchten Haushalte zu einem Anfangsverdacht. Dieser wurde aber deutlich seltener weiter verfolgt. Hier wären harte, objektive Kriterien zur Feststellung des Anfangsverdachts auf Schimmelpilze sinnvoll.

Werner Falk, Vorstandsvorsitzender der IKK des Landesverbandes Westfalen-Lippe, äußerte gegenüber dem DEUTSCHEN ÄRZTEBLATT (1999) den Wunsch, dass der Umweltarzt zusammen mit den Mitarbeitern des Labors die Wohnungsbegehung durchführen soll, um so die möglichen Expositionsursachen vor Ort medizinisch einordnen zu können. Auch MUTH (1999) hält dies für sinnvoll. Dafür müssten aber spezielle Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten für Ärzte geschaffen werden. Möglicherweise könnte so auch die hohe und nicht weiter verfolgte Zahl an Anfangsverdachtsfällen reduziert werden. Objektive Grundlagen zur Einstufung einer Wohnung als möglicherweise belastet durch Schimmelpilze würden sich kostenreduzierend auswirken, da so gezielter und effektiver Proben genommen und analysiert werden könnten.

Da es sich in den meisten Fällen um eher unspezifische Symptome handelt, wäre in diesem Zusammenhang auch die Entwicklung eines Testsystems auf eine etwaig vorliegende Schimmelpilzallergie als zusätzliche Orientierung für den Arzt hilfreich. Es gibt z. Zt. zwar allergologische Testsysteme, die zur Diagnose einer Schimmelpilzallergie angewendet werden können, jedoch enthalten diese je nach Hersteller unter-

schiedliche Allergene für ein und dieselbe Spezies. Hier wäre eine Standardisierung sowie eine Erweiterung von derzeit 20 Schimmelpilzarten auf weitere Arten sicher hilfreich (RKI Kommission 2007, LANDESGESUNDHEITSAMT BADENWÜRTTEMBERG 2001).

Einen ersten Schritt unternahm das UMWELTBUNDESAMT DESSAU-RÖBLAU (2007) im Rahmen des Kinder-Umwelt-Surveys, indem es Bluttests für Schimmelpilze entwickeln ließ, die nun in bestehende Allergietests integriert werden sollen. Es muss allerdings bei diesen Tests beachtet werden, dass die immunotoxischen Effekte der Schimmelpilze nicht immer von allergischen Reaktionen unterschieden werden können. Die Ergebnisse von Expositionstests sind daher nur bedingt aussagekräftig (HOC 2002).

Auf Grund des völligen Fehlens vergleichbarer objektiver Messergebnisse sowohl im Vergleich der Labore, als auch teilweise innerhalb desselben Labors, blieb als einzige Möglichkeit der Vereinheitlichung der vorliegenden Messberichte der semantische Ansatz. Zu diesem Zweck wurden übergeordnete Kriterien gebildet, von denen sich zwei auf einen Großteil („**Belastungsgrad**“) bzw. auf die gesamte Stichprobe („**Gesamturteil**“) der schimmelpilzbelasteten Patienten anwenden ließen. Diese auf der Basis der eigenen objektiven Messergebnisse abgegebenen semantischen Umschreibungen der Labore für die Belastung durch Keime konnten in Zusammenhang gebracht werden mit der Veränderung der Symptomatik der Patienten je nach Umfang der Durchführung von Sanierungsmaßnahmen: für als „stark belastet“ eingestufte Patienten konnte ein höherer Rückgang der Symptomatik verzeichnet werden, als für „schwach“ oder „nicht belastet“ eingestufte Patienten bei vergleichbarem Sanierungsumfang. Die in der Anamnese angegebenen Beschwerden zeigten dagegen keinen Zusammenhang mit den aus der semantischen Einschätzung der Labore gewonnenen Kriterien. Hier könnte die multifaktorielle Exposition vieler Patienten einen Zusammenhang möglicherweise verdecken.

Die verschiedenen Messmethoden, derer sich die Labore bedienten, sind unterschiedlich aussagekräftig. Eine Luftmessung ist nur aussagekräftig, wenn man zeitnah eine Außenluftmessung als Referenz hinzunimmt (LANDESGESUNDHEITSAMT BADEN-WÜRTTEMBERG 2001). Sie hat, wie auch die MVOC-Messung, als Screening-

methode ihre Berechtigung, um verdeckte Schimmelpilze zu finden. Materialmessungen sind dagegen nur sinnvoll bei einem konkreten, sichtbaren Verdachtsmoment. So ergaben sich je nach Messmethode auch unterschiedliche Sanierungsempfehlungen.

Vor diesem Hintergrund ist es nachvollziehbar, dass beide Labore einen hohen Prozentsatz von Fällen haben, in denen ein Aufspüren der Schimmelpilzquelle als „Sanierungsmaßnahme“ empfohlen wird (Labor A: 39,7 %, Labor B: 62,9 %). Es darf allerdings auch nicht außer Acht gelassen werden, dass sich die hier aufgeführten Unterschiede grundsätzlich auch als laborspezifische Differenzen erklären lassen. Da es keine Messmethode gibt, die von beiden Laboren verwendet wurde, lässt sich dies im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht überprüfen.

FISCHER et al. (2005) haben bei MVOC-Messungen zwei verschiedene Messsysteme miteinander verglichen und Unterschiede festgestellt. Um zu gleichen Ergebnissen bei verschiedenen Laboren zu gelangen, sollte somit über die Messmethode hinaus auch das Messsystem oder der Gerätetyp festgelegt werden.

Die seit 2001 stattfindenden Ringversuche des Landesgesundheitsamtes Baden-Württemberg dienen der besseren Vergleichbarkeit, da hier gewisse Handlungsabfolgen und Standards vermittelt werden. Etwaige Unterschiede oder systemimmanente Fehler seitens der Labore könnten so eliminiert werden (LANDESGESUNDHEITSAMT BADEN-WÜRTTEMBERG 2001, GABRIO 2008).

Die Umsetzung der empfohlenen Sanierungsmaßnahmen hat Einfluss auf die Symptomatik. Allerdings ist durch die Fülle und Verschiedenheit der Sanierungsempfehlungen eine Bewertung der Relevanz der einzelnen Maßnahmen (prophylaktische, direkte und sondierende) schwierig. Auch hier spiegelt sich die unterschiedliche Herangehensweise der Labore in den Ergebnissen wider. Während Labor A häufig prophylaktische Maßnahmen, wie z. B. „Eingeschränkte Nutzung“ oder „Verstärktes bzw. richtiges Lüften“ empfahl, wurde diese Art von Maßnahmen von Labor B überhaupt nicht ausgesprochen.

Zu beachten ist bei der Bewertung dieses Ergebnisses, dass zum Teil ganze Bündel von Maßnahmen empfohlen wurden, die in ihren Auswirkungen auf den Gesundheits-

zustand der Patienten vermutlich unterschiedlich zu bewerten sind. Die Einstufung in die Kategorie „nicht/teilweise umgesetzt“ musste daher auch dann vorgenommen werden, wenn einzelne Maßnahmen, wie z. B. das häufig prophylaktisch empfohlene „verstärkte Lüften“ nicht umgesetzt wurden, die Quelle des Keimbefalls aber vollständig saniert wurde. Daher ist zu vermuten, dass ein gewisser Anteil, der Patienten, die bzgl. der Umsetzung ihrer Sanierungsempfehlungen als „teilweise saniert“ eingestuft wurden, sich im wesentlichen auf die Beseitigung der Ursache des Befalls konzentriert haben und daher ein Sanierungserfolg auch in dieser Gruppe durchaus wahrscheinlich ist. Darüber hinaus liegt die Vermutung nahe, dass es in dem multifaktoriell belasteten Kollektiv auch Patienten gibt, die in Bezug auf Schimmelpilze eine vollständige Sanierung durchführten, jedoch die Zweitbelastung durch eine andere Noxe nicht beseitigten oder umgekehrt. Dies könnte ebenso Auswirkungen auf die Höhe der Änderung der Symptome gehabt haben.

Die Ergebnisse zeigen auch, dass die Kommunikation zwischen den Labormitarbeitern und den Patienten mitentscheidend ist. In dieser Untersuchung gaben die Patienten teilweise in der Nachbefragung an, von den durchzuführenden Sanierungsmaßnahmen nichts gewusst zu haben. Es muss daher sichergestellt werden, dass die Patienten von den Empfehlungen Kenntnis haben, damit sie diese dann auch umsetzen können. In diesem Zusammenhang ist auch die Aussage von Werner Falk (Vorstandsvorsitzender der IKK des Landesverbandes Westfalen-Lippe) gegenüber dem DEUTSCHEN ÄRZTEBLATT 1999 zu sehen, wonach „etwa ein Drittel der Patienten (...) die Ratschläge, durch die die Belastung beseitigt werden soll, nicht umsetzen“ könne.

Im Lichte der oben beschriebenen Unterschiede in den Sanierungsempfehlungen sowie auch der Notwendigkeit, als hilfreich erachtete Maßnahmen den Betroffenen auch mitzuteilen, lässt sich das Ergebnis betrachten, dass ein laborspezifischer Effekt bzgl. des Erfolgs der Umsetzung von Sanierungsempfehlungen in den Daten nachweisbar ist. Für Labor A konnte ein signifikanter Symptomrückgang nach Umsetzung der Sanierungsmaßnahmen gezeigt werden. Dieser Effekt lässt sich für die Patienten von Labor B nur tendenziell nachweisen. Für die Fälle von Labor A konnte auch ein

Bezug zwischen dem Kriterium „Gesamturteil“ und der Symptomverringerung je nach Umsetzung der Sanierungsmaßnahmen gezeigt werden.

Der Erfolg, d. h. der Symptomrückgang bei den Patienten, ist abhängig vom untersuchenden Labor. Hierbei muss aber berücksichtigt werden, dass z. B. die Messmethodik untrennbar mit den beiden Laboren konfundiert war. Auch mögliche psychologische Einflüsse dürfen nicht vernachlässigt werden. So könnte allein die Vielzahl empfohlener Maßnahmen von Labor A quasi derart zu Placeboeffekten geführt haben, dass Patienten durch deren Umsetzung das Gefühl bekamen, etwas gegen ihre Beschwerden tun zu können.

Finden als Messmethoden erst Screeningmethoden (Luftmessung oder MVOC-Messung) ihre Anwendung, sind zur Abklärung weitere Messungen notwendig, um konkrete Sanierungsempfehlungen erstellen zu können. Selbst bei Festlegung der Messmethode bedarf es noch gezielter Angaben zu den verwendeten Geräten, um eine Vergleichbarkeit herstellen zu können. FISCHER et al. (2005) verglichen einzelne Messsysteme miteinander. Zur Abschätzung der Relationen zwischen den Ergebnissen unterschiedlicher Messmethodiken bietet sich daher eine kontrollierte Studie an, bei der in Fällen mit Anfangsverdacht auf Schimmelpilze pro untersuchtem Fall mehrfach mittels unterschiedlicher Messmethoden gemessen werden sollte. Die so erhaltenen Ergebnisse könnten dann miteinander verglichen werden. Referenzwerte für Hintergrundkonzentrationen werden in den Publikationen von TRAUTMANN et al. (2005 a und b) gegeben.

Abschließend lässt sich festhalten, dass es grundsätzlich möglich ist, über die semantischen Umschreibungen der Labore einen Vergleich zwischen verschiedenen Messmethoden herzustellen. Dies ist jedoch aufwendig und abhängig von den Formulierungen der Labore. Langfristig wäre die Festlegung und Vereinheitlichung von Kriterien, wann welche Messmethode zum Einsatz kommen soll sowie die Entwicklung von Grenzwerten, die auf die Ergebnisse möglichst aller Messmethoden anwendbar sind, vielversprechender. Ebenso ist die Umwertung von Sanierungsmaßnahmen zu kontrollieren.

7 Zusammenfassung

Häuslicher Schimmelpilzbefall wird vermehrt in den letzten Jahrzehnten z. B. auch durch energiesparende Fassadendämmung ohne angepasste Lüftungsmaßnahmen beobachtet. Unterschiedliche Messmethoden und –ergebnisse, sowie das Fehlen von Grenzwerten erschweren vergleichende Betrachtungen und eine Abschätzung der gesundheitlichen Relevanz.

Die vorliegende Arbeit hat das Ziel, die Laborergebnisse zu Schimmelpilzexpositionen im Wohnbereich, die im Rahmen des umweltmedizinischen Versorgungsmodells der KV Westfalen-Lippe gewonnen wurden, nach vorhandenen Richtlinien und Bewertungskriterien auszuwerten. Darüber hinaus wird eine Möglichkeit gesucht, die über unterschiedliche Messmethodiken erhaltenen Ergebnisse miteinander vergleichen zu können.

Aus den semantischen Umschreibungen der beiden beteiligten Umweltlabore ließen sich verschiedene Kriterien, wie **„Belastungsgrad“**, **„Konzentration der MVOC“**, **„Konzentration der Sporen“** und **„Gesundheitsgefährdung“**, bilden. Unter Miteinbeziehung des 9-Felder-Bewertungsschemas für MVOC-Messungen (Microbial Volatile Organic Compounds) nach Lorenz konnte ein „Gesamturteil“ entwickelt werden, das die Messergebnisse über die einzelnen Messmethoden hinaus vergleichbar macht. Als Gradmesser zur Bewertung des Erfolges für die Patienten diene die Differenz der Symptome (alle 18 Symptome bzw. die Leitsymptome der Keimbelastung) der Nachbefragung in Bezug zur Erst-Anamnese.

Die Untersuchungen zeigen, dass die 522 (61,5 %) Patienten mit laborseits geäußertem Anfangsverdacht (AV) auf Schimmelpilzexposition eine für Schimmelpilze typische Symptomatik aufweisen (Beschwerden der oberen und unteren Atemwege, Infektanfälligkeit) und im Mittel unter mehr Symptomen leiden als diejenigen ohne AV ($p < 0,05$). Die Vorgehensweise der Labore divergiert grundlegend, von der Erhebung eines Anfangsverdachts, über die Messmethode bis zu den Sanierungsempfehlungen. Es findet sich kein Zusammenhang zwischen der Ausgangssymptomatik der Patienten und der von den Laboren gewählten Messmethode. Inzwischen publizierte Beurteilungskriterien konnten wegen der Vielfalt benötigter Daten und

ihrer Komplexität nicht im Nachhinein auf das Kollektiv angewandt werden. Die Umsetzung der Sanierungsmaßnahmen hat positive Auswirkungen im Sinne einer Symptomverringerung, jedoch ist die Höhe des subjektiven Nutzens laborabhängig. Für ein Labor kann hier ein klarer Zusammenhang zwischen dem Kriterium „**Gesamturteil**“ und Symptomveränderungen in Abhängigkeit von den umgesetzten Sanierungsmaßnahmen nachgewiesen werden ($p < 0,05$).

Grundsätzlich ist, wie diese Arbeit zeigt, über die Semantik eine Vergleichbarkeit von Messergebnissen möglich, die über verschiedene Methoden und von verschiedenen Laboren gewonnen wurden. Jedoch ist dies mit hohem Aufwand verbunden und eine Übertragung auf andere Messergebnis oder Studien nicht möglich. Langfristig sollte daher die Standardisierung der Messmethodik und die Entwicklung systematischer Vorgehensweisen vorangetrieben werden.

8 **Abbildungsverzeichnis:**

Abb. 1:	Ablaufschema Modellprojekt „Umweltmobil der KVWL“ (MUTH 2000)	13
Abb. 2:	Der Lebenszyklus von Schimmelpilzen, Energieagentur NRW Teilnehmerhandbuch	16
Abb. 3:	Penicillium notatum: die Kultur zeigt die schönen Farben, die während des Wachstums und der Sporenbildung entstehen (RAVEN et al. 2006)	18
Abb. 4:	Aspergillus fumigatus: die Kultur zeigt ein konzentrisches Wach- stumsmuster, durch die in Schüben erfolgende Sporenbildung (RAVEN et al. 2006)	18
Abb. 5:	Atemwegsgängigkeit von unterschiedlich großen Partikeln und typische Größenbereiche wichtiger Bioaerosolbestandteile (MÜCKE und LEMMEN 2004)	23
Abb. 6:	Die vier Haupttypen pathogener Immunreaktionen nach Coombs und Gell (MOLL 2005)	24
Abb. 7:	Gesamtkollektiv aufgeschlüsselt nach Alter und Anfangsverdacht auf Schimmelpilze (N = 841)	61
Abb. 8:	Symptomverteilung im Gesamtkollektiv, Mehrfachnennungen waren möglich (N = 841)	63
Abb. 9:	Relative Häufigkeit der 18 Symptome der Anamnese für Patienten mit (N = 522) und ohne (N = 319) Anfangsverdacht auf Keim belastung	64
Abb. 10:	Schimmelpilzvorkommen aufgeschlüsselt nach einzelnen Arten, Mehrfachnennungen möglich, (N = 133 Haushalte)	69
Abb. 11:	Differenz der Leitsymptomatik getrennt nach Umfang der Umsetzung der Sanierungsempfehlungen (N = 316)	79
Abb. 12:	Differenz der Leitsymptomatik („nach“ minus „vor“ der Sanierung) für beide Labore bei keiner/teilweiser und vollständiger Sanierung (N = 316)	80

9 Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Wirkpfade und biologische Resultate von Pilzen bzw. Pilzsporen (Aus MARTH 2006)	21
Tab. 2:	Häufigkeit der Begründungen für nicht vorliegende Messergebnisse trotz vorhandenem Anfangsverdacht	45
Tab. 3:	Ablauf der Datenerhebung nach MUTH (2000)	47
Tab. 4:	Absolute und relative Häufigkeiten der Stichproben unterteilt nach Anfangsverdacht auf Schimmelpilze, Stand der Analysen, Nachweis einzelner Schimmelpilzarten, Vorliegen von Angaben zur Symptomatik (Anamnese, Nacherhebung und Differenz „nachher-vorher“), Umfang der durchgeführten Sanierung sowie untersuchendem Labor	48
Tab. 5:	Vergleichende Darstellung der Verfahrensabläufe der beiden beteiligten Labore nach MUTH (2000)	50
Tab. 6:	Bewertungsschema zur Interpretation von MVOC-Messungen nach LORENZ (2001) (als Hauptindikatoren werden 3-Methylfuran, Dimethyldisulfid, 1-Octen-3-ol, 3-Octanon und 3-Methyl-1-butanol angesehen) - zur Vereinfachung wurden Kennungen der einzelnen Zellen hinzugefügt (C1-9)	51
Tab. 7:	Zusammenfassung der entsprechenden „Semantischen Umschreibungen“ in die drei Kategorien des neu gebildeten Kriteriums A „Belastungsgrad“ (N = 313)	54
Tab. 8:	Einteilung der entsprechenden „Semantischen Umschreibungen“ in die drei Kategorien des neu gebildeten Kriteriums „Konzentration der Sporen“ (B) (N = 154)	55
Tab. 9:	Einteilung der entsprechenden „Semantischen Umschreibungen“ in die drei Kategorien des neu gebildeten Kriteriums „MVOC-Konzentration“ (E), (N = 136)	55
Tab. 10:	Einteilung der entsprechenden „Semantischen Umschreibungen“ in die drei Kategorien des neu gebildeten Kriteriums „Gesundheitsgefährdung“ (F), (N = 23)	56

Tab. 11:	Herleitung des Kriteriums „Gesamturteil“ (Z) aus den Bewertungen der vier Kriterien „Belastungsgrad“ (A), „Konzentration der Sporen“ (B), „Befall“ (D) und „MVOC-Konzentration“ (E) ** Fälle, die sich auf Grund ihrer Einstufung in Kategorie C8 des „9-Felder-Schemas nach LORENZ (2001)“ in die Kategorie D4 „Befall vorhanden“ des Kriteriums „ Befall “ (D) einsortierten, wurden auf Grund ihrer geringen Ausprägung für das Kriterium Z in die mittlere Kategorie „Gefährdung ist möglich“ eingruppiert	58
Tab. 12:	Gesamtkollektiv aufgeschlüsselt nach Geschlecht und Anfangs verdacht auf Schimmelpilze (N = 841)	62
Tab. 13:	Mittelwerte, Standardabweichungen, Minimum und Maximum aller Symptome sowie der vier Leitsymptome für Keimbelastung der 841 untersuchten Probanden	62
Tab. 14:	Signifikanter Zusammenhang zwischen dem Anfangsverdacht auf Schimmelpilze und mittlerer Anzahl der Leitsymptome der Keimbelastung in der Anamnese (N = 522)	65
Tab. 15:	Signifikanter Zusammenhang zwischen Stand der Probenanalyse und mittlerer Anzahl der Leitsymptome der Keimbelastung in der Anamnese (N = 522)	66
Tab. 16:	Verteilung der Messungen auf die unterschiedlichen Messmethodiken und die beiden beteiligten Labore (N = 522)	67
Tab. 17:	Relative und absolute Häufigkeit für den Anfangsverdacht auf Schimmelpilze – aufgeschlüsselt nach Laboren (N = 841)	68
Tab. 18:	Probenauswertung aufgeschlüsselt nach Anfangsverdacht auf Schimmelpilze und den beiden Laboren (N = 522)	68
Tab. 19:	Mittelwerte und Standardabweichungen der vier Leitsymptome für Keimbelastung getrennt nach Messmethodik (N = 346)	69
Tab. 20:	Absolute Häufigkeit des Nachweises bzw. ausdrücklichen Ausschlusses von Schimmelpilzarten - aufgeschlüsselt nach Labor A und B (N = 133)	70
Tab. 21:	Absolute Häufigkeiten der Einordnung semantischer Umschreibungen – aufgeschlüsselt nach vier Messverfahren sowie den neuen Kriterien, (N = 522)	72
Tab. 21:	(Fortsetzung) Absolute Häufigkeiten der Einordnung semantischer Umschreibungen – aufgeschlüsselt nach vier Messverfahren sowie den neuen Kriterien, (N = 522)	73
Tab. 22:	Mittelwerte und Standardabweichungen der Leitsymptomatik zum Zeitpunkt der Anamnese und als Differenz (nachher-vorher) in Abhängigkeit vom Kriterium „Belastungsgrad“ (A)	74

Tab. 23:	Mittelwerte und Standardabweichungen der Leitsymptomatik zum Zeitpunkt der Anamnese und als Differenz (nachher-vorher) aufgesplittet nach dem Kriterium „Gesamturteil“ (Z)	76
Tab. 24:	Absolute und relative Häufigkeiten der in fünf übergeordneten Kategorien erfassten Sanierungsempfehlungen (jeweils bezogen auf die Gesamtzahl der pro Labor ausgesprochenen Empfehlungen) – aufgeschlüsselt nach Labor A und B	77
Tab. 25:	Leitsymptomatik zum Zeitpunkt der Anamnese und 18 Monate nach erfolgter Ortsbegehung durch die beteiligten Labore in Abhängigkeit vom Umfang der Sanierung	78
Tab. 26:	Univariate Varianzanalyse mit den zwei Faktoren „Labor“ und „Umfang Sanierung“ – Quadratsummen, Freiheitsgrade, Mittlere Quadrate, F- Werte und Signifikanzen ($r^2 = 0,033$ (korrigiertes $r^2 = 0,024$))	81
Tab. 27:	Mittelwerte und Standardabweichungen der Leitsymptomatik zum Zeitpunkt der Anamnese und 18 Monate nach der Laborbegehung aufgesplittet nach dem „Gesamturteil“ (Z) für die 285 Fälle des Labors A	82
Tab. 28:	Mittelwerte und Standardabweichungen der Leitsymptomatik zum Zeitpunkt der Anamnese und 18 Monate nach der Laborbegehung aufgesplittet nach dem „Gesamturteil“ (Z) für die 59 Fälle des Labors B	82

10 Literatur und Quellen

Ärztekammer Nordrhein
Definition Umweltmedizin
<http://www.aekno.de/page.asp?pageID=6382>
Onlinezugriff: 13.01.2011

Barrot R:
Schimmelpilze – ihre gesundheitliche Bedeutung im Berufsleben
Teil I: Vorkommen von Schimmelpilzen, ihre Sporen, Mykotoxinen und flüchtigen
Stoffwechselprodukten
ErgoMed 2/2000a und b, 54 – 72

Barrot R:
Schimmelpilze – ihre gesundheitliche Bedeutung im Berufsleben
Teil II: Gesundheitsbeeinträchtigungen, Grenz- und Richtwerte,
Beurteilungsempfehlungen
ErgoMed 4/2000b, 146 – 155

Barth M:
Belastung und Beanspruchung durch biologische Arbeitsstoffe bei Kühlschmiermittel-
Exponierten in der Metallbearbeitung
Dissertation Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, 2003

Bauer A, Alsen-Hinrichs C:
Auswertung von 916 Verdachtsfällen umweltmedizinischer Erkrankungen – ein
schleswig-holsteinisches Modellprojekt von 1995-1999
Zeitschrift für Umweltmedizin, 10.Jahrgang, Heft 2/2002, 80 – 88

Bauer M:
Biomonitoring bei Schimmelpilz- und MVOC-Exposition in Wohnungen.
In: Dunemann L, Moriske H-J (Hrsg) Innenraumlufthygiene in Schulen,
Lüftungsfragen und andere aktuelle Probleme. Schriftenreihe des Vereins für
Wasser-, Boden- und Lufthygiene e.V. UBA 2007; Band 125, 1 – 8

Bauer M, Muth T, Borsch-Galetke E:
Umweltbezogene Beschwerden und MVOC-Belastung?
Pneumologie Jena 2001

Bauer M, Borsch-Galetke E, Drebing V, Hohl C, Muth T:
Das Umweltmobil - Erfahrungen mit dem Umweltmobil der KV-WL
Aktuelles 3/2003 zum SpringerLoseblattSystem „Praktische Umweltmedizin“

Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz (BGIA):
BGIA-Report 6/2008: Grenzwertliste 2008
Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit
daraus Abschnitt Biologische Einwirkungen, 2008

Gewerbliche Berufsgenossenschaft der Unfallversicherungsträger der öffentlichen Hand und Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz (BGIA), HVBG (Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften):
Innenraumarbeitsplätze – Vorgehensempfehlung für die Ermittlung zum Arbeitsumfeld, 6/2005

Bortz J:
Lehrbuch der Statistik – Für Human- und Sozialwissenschaftler, 6. Auflage
Springer-Verlag 2005

Brasche S, Heinz E, Hartmann T, Richter W, Bischof W:
Vorkommen, Ursachen und gesundheitliche Aspekte von Feuchteschäden in Wohnungen – Ergebnisse einer repräsentativen Wohnungsstudie in Deutschland
Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz 2003, 46:683 – 369

Brasche S, Bischof W:
Vorkommen, Ursachen und gesundheitliche Aspekte von Feuchteschäden in Wohnungen – gesonderte Auswertung für Nordrhein-Westfalen
Universitätsklinikum Jena
Institut für Arbeits-, Sozial-, und Umweltmedizin, 9/2005

Bundesministerium der Justiz:
Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen (Biostoffverordnung – BioStoffV)
Stand: Zuletzt geändert durch Art. 3 V v. 18.12.2008 I 2768
www.gesetze-im-internet.de/.../biostoffv/gesamt.pdf
Onlinezugriff: 12.10.2010

Buzina W:
Schimmelpilze – Biologie und ihre medizinische Bedeutung
Aus: Pilze im Innenraum – medizinische Aspekte - Diagnostik und Bewertung – Prävention und Sanierung
Symposium Raiffeisenhof, 24 – 25. März 2006
Institut für Hygiene der medizinischen Universität Graz

Buzina W:
Gesundheitliche Relevanz von Schimmelpilzen in Innenräumen
Wien Med Wochenschr 2007, 157/19 – 20: 462 – 465 DOI 10.1007/s10354-007 – 0459-x
Springer-Verlag 2007

Cometto-Muniz JE, Cain WS, Abraham MH:
Detection of single and mixed VOCs by smell and by sensory irritation
Indoor Air, 2004, 14: 108 – 117

Curtis L, Lieberman A, Stark M, Rea W, Vetter M:
Adverse Health Effects of Indoor Molds
Journal of Nutritional & Environmental Medicine, 9/2004, 14(3), 1 – 14

Davis P. J:
Molds, Toxic Molds and Indoor Air Quality
California Research Bureau, California State Library 3/2001

Deutsches Ärzteblatt:
Umweltmobil schließt Versorgungslücke
3/1999, Heft 9

Deutsche Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin (DGAUM):
Definition Arbeitsmedizin
<http://www.dgaum.de/index.php/publikationen/leitlinien>
Onlinezugriff 13.01.2011

Dietz, von Mühlendahl:
Leitlinie Inhalative Schimmelpilzbelastung
Gesellschaft für Pädiatrische Allergologie und Umweltmedizin (GPA)
Pädiatrische Allergologie 1/05

Fischer G, Möller M, Gabrio T, Palmgren U, Keller R, Richter H, Dott W, Paul R:
Vergleich der Messverfahren zur Bestimmung von MVOC in Innenräumen
Bundesgesundheitsbl - Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz 2005 · 48:43 – 53
DOI 10.1007/s00103-004-0964-7, Springer Medizin Verlag 2005

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, Jahrgang 26, Nr. 3/2003a, 95 – 102

Gabrio T, Dill I, Trautmann C:
Standardisierung von Nachweismethoden für Schimmelpilze im Innenraum zur
Vorbereitung von bundesweiten Ringversuchen
Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und
Reaktorsicherheit
Im Auftrag des Umweltbundesamtes, 12/2003b

Gabrio T, Dill I, Trautmann C, Weidner U:
Schimmelpilze in Luft – Probenahme und Bestimmung
Validierung von Probenahmeverfahren zur Bestimmung von Schimmelpilzen in Luft
Bundesgesundheitsbl - Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz 2005 · 48:3 – 11 DOI
10.1007/s00103-004-0962-9 © Springer Medizin Verlag 2005

Gabrio T:
Schimmelpilze in Innenräumen
<http://www.analytik-news.de/Fachartikel/2008/22.html>
Onlinezugriff am: 16.10.2010

GESOMED:
Erprobungsregelung „Umweltcheck auf Rezept“ –Ergebnisse der Evaluation
IKK-Nordrhein Regionaldirektion Düsseldorf und Neuss, 1998

Gesundheitsamt Bremen:
Um Schimmels Willen: Feuchteschäden in Wohnräumen und sozialer Lage, 10/2007

Heseltine E, Rosen J:
World Health Organization (WHO):
WHO Guidelines for Indoor Air Quality – Dampness and Mould, 2009

Hoc S:
Baubiologie: Schimmelpilzbefall in Innenräumen nimmt zu
Deutsches Ärzteblatt 2002; 99(44): A-2908 / B-2470 / C-2314
<http://www.aerzteblatt.de/archiv/34174/>
Onlinezugriff 08.04.2009

Hoffnung für Alle, Bibel
3. Mose 14,36 – 38
Brunnen-Verlag Basel und Gießen, 3. Auflage 1998

Hoppenheidt W, Mücke W:
Bioaerosole in Innenräumen
Bayerisches Institut für Abfallforschung – BIfA GmbH
LfU-Fachseminar „Ursachen, Messung und Bewertung von Luftverunreinigungen in Innenräumen“ Wackersdorf, 1998

HVBG (Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften)
Innenraum-Arbeitsplätze – Vorgehensempfehlung für die Ermittlungen zum
Arbeitsumfeld, 2001

Inal A, Karakoc G.B, Altintas D. U, Guvenmez H.K, Aka Y, Gelisken R, Yilmaz M,
Kendirli S G:
Effect of Indoor Mold Concentrations on Daily Symptom Severity of Children with
Asthma and/or Rhinitis Monosensitized to Molds
Journal of Asthma, 2007, 44:543 – 546

Kim J.L, Elfman L, Mi Y, Wiesländer G, Smedje G, Norbäck D:
Indoor molds, bacteria, microbial volatile organic compounds and plasticizers in
schools – associations with asthma and respiratory symptoms in pupils
Indoor Air 2007; 17: 153 – 163

Klinkhammer, F:
Mykologie: Erkrankungen durch Pilze nehmen zu
Deutsches Ärzteblatt 2003; 100(7): A-376 / B-333 / C-317

Korpi A, Järnberg J, Pasanen A.-L:
Microbial Volatile Organic Compounds
Critical Reviews in Toxicology, 2009, 39:139 – 193

KVWL Kassenärztliche Vereinigung Westfalen-Lippe:

Leitfaden Umweltmedizin

Stand: 6/2007

http://www.kvwl.de/arzt/kv_dienste/fortbildung/umweltmedizin/index.htm

Onlinezugriff 6.11.2010

KVWL Kassenärztliche Vereinigung Westfalen-Lippe:

Pluspunkt, Mitteilungen und Informationen für Mitglieder der Kassenärztlichen Vereinigung Westfalen-Lippe, Nr. 4, 7/2008

Landesgesundheitsamt Baden-Württemberg, Gabrio T:

Schimmelpilze in Innenräumen – Nachweis, Bewertung, Qualitätsmanagement, 2001 überarbeitet 2004

Lass-Flörl C:

Pilze im Innenraum – Systemische Pilzkrankungen, Pathogenese, Epidemiologie, Diagnostik und Therapie

Aus: Pilze im Innenraum – medizinische Aspekte - Diagnostik und Bewertung - Prävention und Sanierung

Symposium Raiffeisenhof, 24 – 25. März 2006

Institut für Hygiene der medizinischen Universität Graz

Lichtnecker H, Lindemann J:

Schimmelpilze in Innenräumen

Folge 3 der RhÄ-Reihe „Umweltmedizin in Nordrhein“

Rheinisches Ärzteblatt 5/2003, 23

Lorenz W:

MVOC-Bestimmungen zur Erkennung mikrobieller Schäden in Gebäuden,

Handbuch für Bioklima und Lüftung (Hrsg. Morsike, Turowski),

Kap. III- 4.4.5. ecomed Verlag, Landsberg am Lech. 2001

Lorenz W:

Gesundheitliche Beschwerden und mikrobielle Schäden in Innenräumen unter besonderer Berücksichtigung der möglichen Wirkung von Toxinen und MVOC

Aus: Pilze im Innenraum – medizinische Aspekte - Diagnostik und Bewertung - Prävention und Sanierung

Symposium Raiffeisenhof, 24 – 25. März 2006

Institut für Hygiene der medizinischen Universität Graz

Moll I:

Duale Reihe Dermatologie

6. Auflage, Georg Thieme Verlag 2005

Mücke W, Lemmen Ch:

Schimmelpilze – Vorkommen, Gesundheitsgefahren, Schutzmaßnahmen

3. Auflage, ecomed Medizin 2004

Muth T, Bauer M, Riesbeck M, Borsch-Galetke E:
Zur Bedeutung des Umweltlabors in der Umweltmedizinischen Diagnostik
In: Rettenmeier A, Feldhaus C (Hrsg)
Arbeitsmedizinische Gefährdungsbeurteilung: Individual und Gruppenprävention.
Dok Dtsch Ges Arbeitsmed Umweltmed Rindt Fulda 1999; 641 – 644

Muth T:
Untersuchungen zur ambulanten umweltmedizinischen Versorgung.
Magisterarbeit Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, 2000

Muth T, Bauer M, Borsch-Galetke E:
Erfahrungen mit dem Umweltmobil der KV-Westfalen – Lippe.
In: Beyer A, Eis D (Hrsg)
Praktische Umweltmedizin. Springer Berlin Heidelberg New York Loseblattsammlung
Aktuelles § /2003: 1 – 7

Muth T:
Evaluation der ambulanten umweltmedizinischen Versorgung in Westfalen-Lippe -
Zusammenfassung eigener Untersuchungen und externer Daten zu Stärken und
Schwächen eines innovativen Konzeptes
Dissertation Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, 2006

Naundorf F:
Honorarreform bringt kaum mehr Geld für die Praxen in Nordrhein
Rheinisches Ärzteblatt 1/2009, 18

Nevalainen A, Seuri F:
Of microbes and men
Indoor Air 2005; 15 (Suppl 9): 58 – 64

Park J.-H, Schleiff P.L., Attfield M.D, Cox-Ganser J.M, Kreiss K:
Building-related respiratory symptoms can be predicted with semi-quantitative
indices of exposure to dampness and mold
Indoor Air 2004; 14: 425 – 433

Partida-Martinez L. P, Flores de Looß C, Ishida K, Ishida M, Roth M, Buder K,
Hertweck C:
Rhizonin, the First Mycotoxin Isolated from the Zygomycota, Is Not a Fungal
Metabolite but Is Produced by Bacterial Endosymbionts
Applied and Environmental Microbiology, 2/2007, 793 – 797, Vol. 73, No. 3

Peden D, Reed C. E:
Environmental and occupational allergies
The Journal of Allergy and Clinical Immunology, 2/2010

Pekkanen J, Hyvärinen A, Haverinen-Shaughnessy U, Korppi M, Putus T, Nevalainen A:
Moisture damage and childhood asthma: a population-based incident case-control study
European Respiratory Journal 2007; 29: 509 – 515

Raven P. H, Evert R. F, Eichhorn S. E:
Biologie der Pflanzen
Kapitel 15, 331 – 372, 3. Auflage, De Gruyter-Verlag, 2000

Regionalverband Umweltberatung Nord e.V.:
Schimmelpilze in Innenräumen - Erkennen - Sanieren – Vermeiden
<http://www.openpr.de/news/472581/Schimmelpilze-in-Innenraeumen-Erkennen-Sanieren-Vermeiden.html> , 05.10.2010
Onlinezugriff: 12.10.2010

RKI Kommission „Methoden und Qualitätssicherung in der Umweltmedizin“:
Schimmelpilzbelastung in Innenräumen – Befunderhebung, gesundheitliche Bewertung und Maßnahmen
Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforsch – Gesundheitsschutz 10/2007, 1308 – 1323

Rohde D:
Umweltmedizin in Nordrhein
Folge 1 der neuen RhÄ-Reihe – Ausschuss Umweltmedizin der Ärztekammer Nordrhein unterstützt Einführung des neuen Bereichs in die ärztliche Versorgung
Rheinisches Ärzteblatt 1/2003, 22

Rohde D, Hefer B:
Netzwerk Umweltmedizin Nordrhein
Rheinisches Ärzteblatt 8/2009, 22 – 23

Sahakian N. M, White S. K, Park J-H, Cox-Ganser J. M, Kreiss K:
Identification of Mold and Dampness – Associated Respiratory Morbidity in 2 schools: Comparison of Questionnaire Survey Responses to National Data
The Journal of school Health 1/2008; 78, 1 ProQuest and Medical Health, 32

Schenke S:
Erfassung und Bewertung von mikrobiellen volatilen organischen Substanzen (MVOC) in schimmelpilzfreien Innenräumen im Rahmen der Giessener Innenraumallergen Studie (GINA-Studie)
Inauguraldissertation Justus-Liebig-Universität Gießen, 2009

Schlaud M, Atzpodien K, Thierfelder W:
Allergische Erkrankungen – Ergebnisse aus dem Kinder- und Jugendgesundheitsurvey (KIGGS)
Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforsch – Gesundheitsschutz 2007; 50:701 – 710
Springer Medizin Verlag 2007

Schleibinger H, Laußmann D, Eis D, Samwer H, Rüden H:
Sind MVOC geeignete Indikatoren für einen verdeckten Schimmelpilzbefall?
Umweltmed Forsch Prax9 (3) 151 – 162 (2004)

Süddeutsche Zeitung:
Endlich Ruhe im Sarkophag
Das Ende des Pharaonenfluchs: Schimmelpilz oder Aberglaube, das ist hier die
einzige Frage.
Nr. 213, 15./16., 9/2001, 3

Technische Regel für Biologische Arbeitsstoffe 450
Einstufungskriterien für Biologische Arbeitsstoffe (TRBA 450)
BArbBl. 6/2000; 58 – 61
<http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Biologische-Arbeitsstoffe/TRBA/TRBA-450.html>
Onlinezugriff: 12.10.2010

Technische Regel für Biologische Arbeitsstoffe 460
Einstufung von Pilzen in Risikogruppen (TRBA 460)
Ausgabe: BArbBl. Heft 10/2002; 78 – 84
<http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Biologische-Arbeitsstoffe/TRBA/TRBA-460.html>
Onlinezugriff: 12.10.2010

Trautmann C, Gabrio T, Dill I, Weidner U:
Hintergrundkonzentrationen von Schimmelpilzen in Hausstaub
Erhebung von Schimmelpilzkonzentrationen in Wohnungen ohne bekannte
Schimmelpilzschäden in 3 Regionen Deutschlands
Bundesgesundheitsbl - Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz 2005 · 48:29 – 35
DOI 10.1007/s00103-004-0960-y © Springer Medizin Verlag 2005a

Trautmann C, Gabrio T, Dill I, Weidner U, Baudisch C:
Hintergrundkonzentrationen von Schimmelpilzen in Luft
Erhebung von Schimmelpilzkonzentrationen in Wohnungen ohne bekannte
Schimmelpilzschäden in 3 Regionen Deutschlands
Bundesgesundheitsbl - Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz 2005 · 48:12 – 20
DOI 10.1007/s00103-004-0966-5 © Springer Medizin Verlag 2005b

Umweltbundesamt Berlin:
Leitfaden zur Vorbeugung, Untersuchung, Bewertung und Sanierung von
Schimmelpilzwachstum in Innenräumen (Schimmelpilz-Leitfaden), 2002

Umweltbundesamt Dessau:
Leitfaden zur Ursachensuche und Sanierung bei Schimmelpilzwachstum in
Innenräumen (Schimmelpilz-Sanierungsleitfaden), 2005

Umweltbundesamt Dessau-Roßlau:

Wie Schadstoffe und Lärm die Gesundheit unserer Kinder belasten – Erste Ergebnisse aus dem Kinder-Umwelt-Survey des Umweltbundesamtes, 2007

<http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/3528.html>

Onlinezugriff: 27.02.2011

Umweltschutzamt Kiel:

Schimmelpilze in Wohnungen – Ursachen und Handlungsempfehlungen – Ratgeber des Umweltschutzamtes, 2005

Voos D:

Patienten mit umweltbezogenen Beschwerden und ihre Arzneimittelanwendung

Dissertation Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, 2002

Weber I, Knabe G, Lang A, Pfeiffer A:

Umweltmedizinische Beratung durch Vertragsärzte der kassenärztlichen Vereinigung Nordrhein - Abschlussbericht

Herausgeber: Zentralinstitut für die kassenärztliche Versorgung Köln, 1998

Wurzinger G:

Schimmelpilzbedingte allergische Erkrankung der Atemwege und deren Diagnostik

Aus: Pilze im Innenraum – medizinische Aspekte - Diagnostik und Bewertung - Prävention und Sanierung

Symposium Raiffeisenhof, 24-25. März 2006

Institut für Hygiene der medizinischen Universität Graz

Anhang

A1 Anamnesebogen

Chipkarten-Daten des Versicherten:

Vertragsarztstempel

Fragebogen zur Umweltmedizin

Persönliche Daten

Beruf: _____ **Untersuchungsdatum:** _____

Berufsanamnese:

Vorerkrankungen:

Wohnanamnese:

Wohnsituation/jetzt: ländlich kleinstädtisch großstädtisch Gewerbe/Industriegebiet

Wohnstraße: Nebenstraße Verbindungsstraße Hauptverkehrsstraße

Symptomatik liegt vor:

	Ja	Nein	Dauer (Monate)	Umweltbe- dingt ?		Ja	Nein	Dauer (Monate)	Umweltbe- dingt ?
Müdigkeit/Antriebsstörung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	Konzentrationsstörung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>
Innere Unruhe/Reizbarkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	Schlafstörung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>
Leistungsdruck	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	Kopfschmerzen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>
Infektanfälligkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	Lärmbelästigung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>
Augenprobleme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	Hautprobleme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>
Knochen-Muskelschmerz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	Nerven- u. Empfindungsstrg	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>
Magen-Darm-Beschwerden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	Schwindel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>
Untere Atemwege	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	Geruchsbelästigung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>
Obere Atemwege	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	Sonstiges			

Gibt es Hinweise auf mögliche Belastungen im häuslichen, beruflichen oder sonstigen Bereich?

	Beruf	Zuhause	Freizeit		Beruf	Zuhause	Freizeit
Verbrennungsabgase	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Künstliche Mineralfasern	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Holzschutzmittel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Geruch	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Amalgam	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Lärm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Alkohol	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Nahrungsmittel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Formaldehyd	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Lösemittel (Kleber, Farben)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Metalle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Körperpflegemittel/Kosmetika	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Polycl. arom. Kohlenw.stoffe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Schimmelpilze	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rauchen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Schädlingsbekämpfungsmittel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tiere	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Sonstiges:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Asbest	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				

Haupt-(Verdachts-)Diagnose bzw. Leitsymptom: _____

Medikamente: _____

Bekannte Allergien/Überempfindlichkeiten: _____

Vom Patienten vermutete Umwelttoxine: _____

Umweltmobil wird veranlaßt: Ja Nein

Weitere Meldung an andere Institutionen (z.B. BG): Ja Nein

Anhang

A2 Fragebogen der Nacherhebung

Pat_Nr = 9999

Interviewer-Nr:
Datum: 00

Heike Mustermann (Geboren 1950)

Testweg 44

44444 Musterhausen

Telefon 02222 11111

Beachten:

- kein Interesse
- umgezogen
- kein Anschluß
- verstorben
- _____

Ist diese Adresse noch gültig ?

Telefon-Termin: _____

0.1 Sind Sie seit dem Besuch beim Umweltarzt umgezogen ? 0 Nein 1 Ja

⇒ Wenn Nein weiter bei Frage 0.3:

0.2 In welchem Zeitraum haben Sie in der damaligen Wohnung gewohnt ?
von: (Monat) 19 (Jahr) bis: (Monat) 19 (Jahr)

0.3 Seit wann wohnen Sie schon in Ihrer derzeitigen Wohnung ?
seit: (Monat) 19 (Jahr)

⇒ Die folgenden beiden Fragen 0.4 und 0.5 bei Personen die umgezogen sind für beide Wohnungen stellen:

0.4 Wie groß ist Ihre Wohnung ?
jetzige Wohnung qm damalige Wohnung qm

0.5 Wieviele Personen wohnen insgesamt in der Wohnung (incl. Patient/-in) ?
jetzige Wohnung Personen damalige Wohnung Personen

1. Wie würden Sie Ihre derzeitige Wohnungsumgebung bezeichnen ?
ländlich 1 klein-städtisch 2 groß-städtisch 3 Gewerbe-/Industriegebiet 4

2. Wie ist Ihre Wohnstraße am besten zu bezeichnen ?
Nebenstraße 1 Verbindungsstraße 2 Hauptverkehrsstraße 3

3. Wieviele Fahrspuren hat Ihre Wohnstraße insgesamt für beide Fahrrichtungen ? Spuren

4. Bitte schätzen Sie einmal, wieviele Autos fahren insgesamt (beide Fahrrichtungen) tagsüber im Schnitt pro Stunde durch Ihre Straße ? Autos

5. Gibt es in Ihrer Wohngegend störende Umwelteinflüsse ? 0 Nein 1 Ja

Wenn Ja, welche: _____

6. Wie schätzen Sie die Lebensbedingungen im Sinne von Umweltqualität in dieser Straße ein ?

- ₀ unerträglich schlecht
 ₁ sehr schlecht
 ₂ schlecht
 ₃ durchschnittlich
 ₄ gut
 ₅ sehr gut
 ₆ ideal

7. Wie würden Sie Ihren gegenwärtigen Gesundheitszustand einschätzen ?

- ₁ sehr gut
 ₂ gut
 ₃ zufriedenstellend
 ₄ weniger gut
 ₅ schlecht

8. Leiden Sie in letzter Zeit unter folgenden Symptomen ?

	liegt vor		Seit wann? (Monate)	Umweltbedingt?	
	Nein	Ja		Nein	Ja
1. Müdigkeit/Antriebsstörung	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁		<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁
2. Innere Unruhe/Reizbarkeit	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁		<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁
3. Leistungsknick	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁		<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁
4. Infektanfälligkeit	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁		<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁
5. Augenprobleme	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁		<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁
6. Knochen-/Muskelschmerzen	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁		<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁
7. Magen-Darm-Beschwerden	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁		<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁
8. Untere Atemwege	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁		<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁
9. Obere Atemwege	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁		<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁
10. Konzentrationsstörung	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁		<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁
11. Schlafstörung	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁		<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁
12. Kopfschmerzen	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁		<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁
13. Lärmbelästigung	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁		<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁
14. Hautprobleme	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁		<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁
15. Nerven- u. Empfindungsstörungen	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁		<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁
16. Schwindel	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁		<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁
17. Geruchsbelästigung	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁		<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁
18. Sonstiges (bitte eintragen)	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁		<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁

9. Haben Sie selbst damals, als Sie den Umweltspezialisten aufsuchten, Ihre Beschwerden schon mit Ihrer Wohnung in Verbindung gebracht ? ₀ Nein ₁ Ja

9.1 Wodurch ist der Verdacht entstanden, daß Ihre Beschwerden möglicherweise durch Schadstoffe in Ihrer Wohnung verursacht werden ?

spontane Nennung: _____

10. Sind damals in Ihrer Wohnung bei der Begehung durch das Umweltlabor Schadstoffe gefunden worden ? ₀ Nein ₁ Ja

Wenn Ja - welche ? _____

⇒ Wenn Nein, weiter bei Frage 11:

10.1 Sind in Ihrer Wohnung vom Umweltlabor Schadstoffe gefunden worden, die Sie selbst vermutet hatten ?

₀ Nein
 ₁ zum Teil
 ₂ Ja
 ₉ keine Schadstoffe gefunden

11. Haben Sie vom Umweltlabor oder vom Umweltsachverständigen Vorschläge erhalten, was Sie in Ihrer Wohnung verändern sollten ?

₀ Nein
 ₁ Ja

⇒ Wenn Nein: weiter bei Seite 3a:

12. Welche Vorschläge haben Sie erhalten ?

⇒ Hier nur Vorschläge eintragen, die nicht auf Seite 3a genannt werden.

- Nennungen in nachstehende Tabelle eintragen und vorschlagbezogen nach deren Umsetzung fragen; wenn bei Umsetzung "nein" → Gründe notieren, warum Vorschlag nicht umgesetzt wurde; wenn bei Umsetzung "teilweise" → notieren, was von dem Sanierungsvorschlag umgesetzt wurde
- Auch Massnahmen aufführen, die nicht vom Umweltlabor empfohlen wurden! Diese Massnahmen deutlich kennzeichnen, z.B.: Eigeninitiative, Arzt etc.

Nennung vorgeschlagener Maßnahmen	Vorschlag umgesetzt ?			wenn "Nein" → warum nicht ? wenn "Teilweise" → was ?
	Nein	teil- weise	Ja	
1. _____ _____	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	_____
2. _____ _____	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	_____
3. _____ _____	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	_____

⇒ Hier Seite 3a einfügen.

Sanierungsempfehlungen bezüglich ...

Pat_Nr = XXXX

Formaldehyd

Alle Vorschläge umgesetzt: Nein 0 teilweise 1 Ja 2

wenn Nein/teilweise, warum:

Holzschutzmittel

Alle Vorschläge umgesetzt: Nein 0 teilweise 1 Ja 2

wenn Nein/teilweise, warum:

Keime

Alle Vorschläge umgesetzt: Nein 0 teilweise 1 Ja 2

wenn Nein/teilweise, warum:

Pyrethroide

Alle Vorschläge umgesetzt: Nein 0 teilweise 1 Ja 2

wenn Nein/teilweise, warum:

Phtalate (Vorsorge)

Alle Vorschläge umgesetzt: Nein 0 teilweise 1 Ja 2

wenn Nein/teilweise, warum:

14. Wer hat Sie über die Ergebnisse der Wohnungsbegehung oder die Sanierungsempfehlungen informiert ?

Patient/-in auf die Frage frei antworten lassen und die Antwort einer der folgenden Kategorien zuordnen; bei einer Nennung nachfragen, ob noch von anderen Personen informiert und Antwort ebenfalls zuordnen. Bei allen nicht genannten Antwortalternativen "Nein" ankreuzen.

	Nein	Ja		Nein	Ja
der Umweltarzt schriftlich	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	das Umweltlabor schriftlich	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁
der Umweltarzt telefonisch	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	das Umweltlabor telefonisch	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁
der Umweltarzt im persönlichen Gespräch	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	das Umweltlabor im persönl. Gespräch	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁
Sonstige _____				<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁
Keine Informationen erhalten	<input type="checkbox"/> ₀				

15. Wie nützlich waren für Sie die empfohlenen Maßnahmen ?

<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅
keine Massnahmen empfohlen	sehr nützlich	ziemlich	mittelmäßig	wenig	nicht nützlich

16. Glauben Sie, daß die festgestellten Belastungen in Ihrer derzeitigen Wohnung weitgehend beseitigt sind ?

<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₉
Nein	Ja	keine Belast. festgest.

17. Haben Sie den Verdacht, daß Sie in Ihrer derzeitigen Wohnung noch anderen Giftstoffen ausgesetzt sind ?

<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁
Nein	Ja

M1. Welche Medikamente nehmen Sie häufig oder regelmäßig bzw. haben Sie auf Anraten Ihres Arztes genommen ? (alle Medikamente, die seit dem Erstbesuch beim Umweltarzt genommen wurden bzw. werden)

₀ nimmt keine Medikamente

Name:	Dosis	Dauer	Umwelt- arzt
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

18. Würden Sie sagen, daß sich Ihr Gesundheitszustand in den letzten Monaten verändert hat ?

<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁
Nein	Ja

Wenn Ja: Was hat sich verbessert ? _____

Wenn Ja: Was hat sich verschlechtert ? _____

18.1 Wie haben sich die Beschwerden, wegen denen Sie damals beim Umweltarzt waren, seitdem insgesamt verändert ?

<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅	<input type="checkbox"/> ₆
stark verschlechtert	verschlechtert	gleich geblieben	gebessert	stark gebessert	keine Beschwerden mehr

18.2 Was war nach Ihrer Meinung für die Veränderung der Beschwerden verantwortlich ?

Beschwerden **gebessert** wegen ...

	Nein	Ja
Wohnungswechsel	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁
Durchführung der vom Umweltlabor / vom Umweltarzt empfohlenen Maßnahmen	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁
Durchführung anderer Sanierungsmaßnahmen	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁
Durchführung medizinischer Maßnahmen (Behandlungen, Medikamente, Kur, Inhalationen etc.)	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁
Beschwerden ohne Maßnahmen gebessert	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁
Sonstiges	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁

Beschwerden **verschlechtert** wegen ...

	Nein	Ja
weiterhin bestehender Umweltbelastung	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁
zusätzlicher Umweltbelastung	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁
zusätzlicher Erkrankung, unabhängig von der Umweltbelastung	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁
Sonstiges	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁

19. Sie haben damals bei Ihrem Umweltarzt verschiedene Beschwerden genannt. Wie haben sich diese Beschwerden seitdem verändert ?

	stark ver- schlechtert	ver- schlechtert	gleich geblieben	gebessert	stark gebessert	keine Be- schwerden mehr
1. Müdigkeit/Antriebsstörung	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅	<input type="checkbox"/> ₆
2. Innere Unruhe/Reizbarkeit.....	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅	<input type="checkbox"/> ₆
3. Leistungsknick.....	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅	<input type="checkbox"/> ₆
4. Infektanfälligkeit.....	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅	<input type="checkbox"/> ₆
5. Augenprobleme	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅	<input type="checkbox"/> ₆
6. Knochen-/Muskelschmerzen	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅	<input type="checkbox"/> ₆
7. Magen-Darm-Beschwerden.....	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅	<input type="checkbox"/> ₆
8. Untere Atemwege.....	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅	<input type="checkbox"/> ₆
9. Obere Atemwege	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅	<input type="checkbox"/> ₆
10. Konzentrationsstörung.....	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅	<input type="checkbox"/> ₆
11. Schlafstörung	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅	<input type="checkbox"/> ₆
12. Kopfschmerzen	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅	<input type="checkbox"/> ₆
13. Lärmbelästigung.....	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅	<input type="checkbox"/> ₆
14. Hautprobleme.....	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅	<input type="checkbox"/> ₆
15. Nerven- u. Empfindungsstörungen	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅	<input type="checkbox"/> ₆
16. Schwindel.....	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅	<input type="checkbox"/> ₆
17. Geruchsbelästigung.....	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅	<input type="checkbox"/> ₆

19.1 Welche Beschwerden genau waren für Sie damals der Grund, zum Umweltarzt zu gehen ?

Nennung oder Symptomnummer: _____

20. Wer hat für Sie das "Umweltmobil" angefordert ?

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> ₁ Hausarzt / behandelnder Arzt | <input type="checkbox"/> ₃ anderer (Umwelt-)Arzt, auf Empfehlung |
| <input type="checkbox"/> ₂ anderer (Umwelt-)Arzt, nach Überweisung | <input type="checkbox"/> ₄ anderer (Umwelt-)Arzt, auf Eigeninitiative |

21. Glauben Sie, daß das "Umweltmobil" die Belastungen in Ihrer Wohnung sachkundig und vollständig festgestellt hat ?

- ₀ Nein ₁ Ja

22. Wie zufrieden sind Sie insgesamt mit ...

- | | sehr zufrieden | ziemlich | mittelmäßig | wenig | nicht zufrieden |
|---|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| ... dem Arzt, der das Umweltmobil verordnet hat ? | <input type="checkbox"/> ₁ | <input type="checkbox"/> ₂ | <input type="checkbox"/> ₃ | <input type="checkbox"/> ₄ | <input type="checkbox"/> ₅ |
| ... dem Umweltmobil ? | <input type="checkbox"/> ₁ | <input type="checkbox"/> ₂ | <input type="checkbox"/> ₃ | <input type="checkbox"/> ₄ | <input type="checkbox"/> ₅ |

23. Alles in allem, für wie wichtig halten Sie eine solche umweltmedizinische Betreuung ?

- | | | | | |
|---|---|--|--|--|
| <input type="checkbox"/> ₁
sehr wichtig | <input type="checkbox"/> ₂
ziemlich | <input type="checkbox"/> ₃
mittelmäßig | <input type="checkbox"/> ₄
wenig | <input type="checkbox"/> ₅
nicht wichtig |
|---|---|--|--|--|

24. Bei wievielen Ihrer Mitbewohner traten damals ähnliche Beschwerden auf, wie bei Ihnen ?

incl. Patient/-in: Personen

⇒ Wenn keine anderen Mitbewohner mit Beschwerden weiter bei Frage 25

24.1 Wie haben sich die Beschwerden der Mitbewohner Ihrer Meinung nach seitdem insgesamt verändert ?

- | | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| gebessert | gleich geblieben | verschlechtert |
| <input type="checkbox"/> ₁ | <input type="checkbox"/> ₂ | <input type="checkbox"/> ₃ |

25. Welchen Beruf üben Sie aus ?

Nicht-Berufstätige bitte den folgenden Kategorien zuordnen; bei Berufstätigen Beruf notieren

- | | | | | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Hausfrau | (Früh-) Rentner | Schüler/ Student | arbeitslos | Kind <6 J. | berufstätig |
| <input type="checkbox"/> ₁ | <input type="checkbox"/> ₂ | <input type="checkbox"/> ₃ | <input type="checkbox"/> ₄ | <input type="checkbox"/> ₅ | <input type="checkbox"/> ₆ |

wenn berufstätig, als was ? : _____

25.1 Haben Sie seit dem ersten Besuch beim Umweltspezialisten Ihren Arbeitsplatz oder Ihre berufliche Tätigkeit gewechselt ?

- ₀ Nein ₁ Ja

(allen diese Frage stellen; bei Kindern z.B. Wechsel in den Kindergarten etc.)

Wenn Ja: vorher: _____ nachher: _____

⇒ Folgende Frage 25.2 nur für Berufstätige:

25.2 Wie stark fühlen Sie sich durch folgende Bedingungen an Ihrem jetzigen Arbeitsplatz belastet ?

- | | sehr | ziemlich | mittelmäßig | wenig | nicht |
|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 1. schwere körperliche Arbeit..... | <input type="checkbox"/> ₁ | <input type="checkbox"/> ₂ | <input type="checkbox"/> ₃ | <input type="checkbox"/> ₄ | <input type="checkbox"/> ₅ |
| 2. Arbeitstempo / Hektik / Streß..... | <input type="checkbox"/> ₁ | <input type="checkbox"/> ₂ | <input type="checkbox"/> ₃ | <input type="checkbox"/> ₄ | <input type="checkbox"/> ₅ |
| 3. eintönige Arbeit / Monotonie..... | <input type="checkbox"/> ₁ | <input type="checkbox"/> ₂ | <input type="checkbox"/> ₃ | <input type="checkbox"/> ₄ | <input type="checkbox"/> ₅ |
| 4. Schadstoffe / Lärm | <input type="checkbox"/> ₁ | <input type="checkbox"/> ₂ | <input type="checkbox"/> ₃ | <input type="checkbox"/> ₄ | <input type="checkbox"/> ₅ |

26. Rauchen Sie ? ₀ Nein ₁ Ja Wenn ja, wieviel/Tag?

--	--	--

 Zigaretten 1
Zigarren 2
Pfeifen 3
- 26.1 Wird in Ihrem Haushalt geraucht ? (auch bei Einpersonenhaushalten fragen) ₀ Nein ₁ Ja Wenn ja, wieviel/Tag?

--	--	--

 Zigaretten 1
Zigarren 2
Pfeifen 3
27. Geschlecht ₁ Männlich ₂ Weiblich
28. Alter (in Jahren)

--	--
29. Sind Sie Mieter oder Eigentümer Ihrer Wohnung ? ₁ Mieter ₂ Eigentümer
30. Welche Haustiere halten Sie in Ihrer Wohnung ? _____ ₀ Keine
31. Welche Art Fenster haben Sie in Ihrer Wohnung? Einfach ₁ Doppelt (Schall) ₂ Doppelt (Wärme) ₃ Dreifach ₄ Kastenfenster ₅
32. Wie stark fühlen Sie sich in Ihrer Wohnung durch folgende Lärmarten belästigt ?
- | | nicht | sehr
schwach | schwach | deut-
lich | stark | sehr
stark | unerträglich |
|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 32.1 Eisenbahnlärm | <input type="checkbox"/> ₀ | <input type="checkbox"/> ₁ | <input type="checkbox"/> ₂ | <input type="checkbox"/> ₃ | <input type="checkbox"/> ₄ | <input type="checkbox"/> ₅ | <input type="checkbox"/> ₆ |
| 32.2 Nachbarschaftslärm | <input type="checkbox"/> ₀ | <input type="checkbox"/> ₁ | <input type="checkbox"/> ₂ | <input type="checkbox"/> ₃ | <input type="checkbox"/> ₄ | <input type="checkbox"/> ₅ | <input type="checkbox"/> ₆ |
| 32.3 Autobahnlärm | <input type="checkbox"/> ₀ | <input type="checkbox"/> ₁ | <input type="checkbox"/> ₂ | <input type="checkbox"/> ₃ | <input type="checkbox"/> ₄ | <input type="checkbox"/> ₅ | <input type="checkbox"/> ₆ |
| 32.4 Verkehrslärm der Anliegerstraße | <input type="checkbox"/> ₀ | <input type="checkbox"/> ₁ | <input type="checkbox"/> ₂ | <input type="checkbox"/> ₃ | <input type="checkbox"/> ₄ | <input type="checkbox"/> ₅ | <input type="checkbox"/> ₆ |
| 32.5 Betriebslärm | <input type="checkbox"/> ₀ | <input type="checkbox"/> ₁ | <input type="checkbox"/> ₂ | <input type="checkbox"/> ₃ | <input type="checkbox"/> ₄ | <input type="checkbox"/> ₅ | <input type="checkbox"/> ₆ |
| 32.6 Fluglärm | <input type="checkbox"/> ₀ | <input type="checkbox"/> ₁ | <input type="checkbox"/> ₂ | <input type="checkbox"/> ₃ | <input type="checkbox"/> ₄ | <input type="checkbox"/> ₅ | <input type="checkbox"/> ₆ |
| 32.7 sonstige Lärmquelle
_____ | <input type="checkbox"/> ₀ | <input type="checkbox"/> ₁ | <input type="checkbox"/> ₂ | <input type="checkbox"/> ₃ | <input type="checkbox"/> ₄ | <input type="checkbox"/> ₅ | <input type="checkbox"/> ₆ |
33. Glauben Sie, daß Umweltlärm gesundheitsschädlich sein kann ? ₀ Nein ₁ Ja
34. Halten Sie den Lärm in Ihrer Straße für gesundheitsschädlich ? ₀ Nein ₁ Ja
35. Wieviele Minuten lüften Sie pro Tag folgende Räume ? (Stoßlüften - nicht gekippte Fenster)
- | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 35.1 Schlafzimmer <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr></table> | | | | 35.2 Wohnzimmer <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr></table> | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| 35.3 Kinderzimmer <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr></table> | | | | 35.4 Küche <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr></table> | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| 35.5 _____ <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr></table> | | | | 35.6 _____ <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr></table> | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
36. Haben Sie schon einmal daran gedacht, die derzeitige Wohnung zu wechseln ? ₀ Nein ₁ Ja
37. Wenn ja, aus welchen Gründen ?

38. Wie zufrieden sind Sie derzeit mit Ihrer Gesundheit ?

₁
sehr
zufrieden

₂
ziemlich

₃
mittelmäßig

₄
wenig

₅
nicht
zufrieden

39. Haben Sie über unsere Fragen hinaus noch weitere Anmerkungen zu diesem Thema ?

Im Rahmen unserer Nachuntersuchung zum Umweltmobil wollen wir eventuell weitere Daten erheben. Geplant ist eine Blut- bzw. Urinprobe durch den Umweltarzt nehmen zu lassen und diese von uns auf Schadstoffe zu untersuchen.

40. Wenn wir diese Erhebung durchführen sollten, wären Sie generell bereit, ...

	Nein	Ja
... bei einer Blut- oder Urinuntersuchung mitzumachen ?	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁

Anhang

A3 „Auswertungshilfe für Luftproben – kultivierbare Schimmelpilze“
UMWELTBUNDESAMT BERLIN (2002)

dass es sich um Kurzzeitmessungen handelt.

Die Anwendung der Tabellen setzt daher einen hohen Sachverstand voraus.

Die angegebenen Bewertungsbereiche sind als vorläufige Werte zu verstehen, die bei Vorliegen neuer Erkenntnisse ggf. angepasst werden müssen.

Tabelle 8: Bewertungshilfe für Luftproben – kultivierbare Schimmelpilze

Die drei Zeilen der Tabelle sind nicht als eigenständige Kriterien gedacht, sondern sind in einer umfassenden Auswertung gemeinsam zu betrachten.

Innenluft-Parameter	Innenraumquelle unwahrscheinlich	Innenraumquelle nicht auszuschließen ¹⁾	Innenraumquelle wahrscheinlich ²⁾
<i>Cladosporium</i> sowie andere Pilzgattungen, die in der Außenluft erhöhte Konzentrationen erreichen können (z.B. sterile Myzelien, Hefen, <i>Alternaria</i> , <i>Botrytis</i>)	Wenn die KBE/m ³ einer Gattung in der Innenluft unter dem 0,7 (bis 1,0)-fachen der Außenluft liegen $I_{typ A} \leq A_{typ A} \times 0,7 (+0,3)$	Wenn die KBE/m ³ einer Gattung in der Innenluft unter dem 1,5 ± 0,5-fachen der Außenluft liegen $I_{typ A} \leq A_{typ A} \times 1,5 (\pm 0,5)$	Wenn die KBE/m ³ einer Gattung in der Innenluft über dem 2-fachen der Außenluft liegen $I_{typ A} > A_{typ A} \times 2$
Summe der KBE der untypischen Außenluftarten	Wenn die Differenz zwischen der KBE-Summe Innenraumluft minus Außenluft der untypischen Außenluftarten unter 150 KBE/m ³ liegt $I_{\Sigma untyp A} \leq A_{\Sigma untyp A} + 150$	Wenn die Differenz zwischen der KBE-Summe Innenraumluft minus Außenluft der untypischen Außenluftarten unter 500 KBE/m ³ liegt. $I_{\Sigma untyp A} \leq A_{\Sigma untyp A} + 500$	Wenn die Differenz zwischen der KBE-Summe Innenraumluft minus Außenluft der untypischen Außenluftarten über 500 KBE/m ³ liegt. $I_{\Sigma untyp A} > A_{\Sigma untyp A} + 500$
eine Art der untypischen Außenluftarten (!)	Wenn die Differenz zwischen Innenraumluft und Außenluft einer untypischen Außenluftart unter 50 KBE/m ³ liegt $I_{E untyp A} \leq A_{E untyp A} + 50$	Wenn die Differenz zwischen Innenraumluft und Außenluft einer untypischen Außenluftart unter 100 KBE/m ³ liegt $I_{E untyp A} \leq A_{E untyp A} + 100$	Wenn die Differenz zwischen Innenraumluft und Außenluft einer untypischen Außenluftart über 100 KBE/m ³ liegt $I_{E untyp A} > A_{E untyp A} + 100$

1) Indiz für Quellensuche 2) Indiz für kurzfristige intensive Quellensuche

- KBE** = koloniebildende Einheiten
- I** = Konzentration in der Innenraumluft in KBE/m³
- A** = Konzentration in der Außenluft in KBE/m³
- typ A** = typische Außenluftarten bzw. -gattungen (wie z. B. *Cladosporium*, sterile Myzelien, ggf. Hefen, ggf. *Alternaria*, ggf. *Botrytis*)
- untyp A** = untypische Außenluftarten bzw. -gattungen (z. B. Pilzarten mit hoher Indikation für Feuchteschäden wie *Acremonium* sp., *Aspergillus versicolor*, *A. penicillioides*, *A. restrictus*, *Chaetomium* sp., *Phialophora* sp., *Scopulariopsis brevicaulis*, *S. fusca*, *Stachybotrys chartarum*, *Tritirachium (Engyodontium) album*, *Trichoderma* sp.)
- Σuntyp A** = Summe der untypischen Außenluftarten (andere als typ A)
- Euntyp A** = **eine** Art, die untypisch ist in der Außenluft
- !** = die angegebenen Konzentrationen gelten für Pilzarten mit gut flugfähigen Sporen. Für Pilzsporen mit geringer Flugfähigkeit sowie für thermotolerante Pilzarten gelten deutlich geringere Konzentrationen

Tabelle 9: Bewertungshilfe von Luftproben – Partikelauswertung

Die sechs Zeilen der Tabelle sind nicht als eigenständige Kriterien gedacht, sondern sind in einer umfassenden Auswertung gemeinsam zu betrachten.

Die nachfolgenden Angaben beziehen sich auf Luftproben, die unter normalen Bedingungen gezogen wurden (keine gezielte Staubaufwirbelung).

Gesamtpilzsporen Holbach Objektträger (C-1.2.5)	Innenraumquelle unwahrscheinlich	Innenraumquelle nicht auszuschließen ^{1) 3)}	Innenraumquelle wahrscheinlich ²⁾
Sporentypen, die in der Außenluft erhöhte Konzentrationen erreichen z.B. Typ Ascosporen Typ <i>Alternaria/Ulocladium</i> Typ Basidiosporen <i>Cladosporium</i> spp.	Wenn die Summe eines Sporentyps in der Innenluft unter dem 1 (bis 1,4)-fachen der Außenluft liegt $I_{typ A} \leq A_{typ A} \times 1 (+0,4)$	Wenn die Summe eines Sporentyps in der Innenluft unter dem 1,6 ($\pm 0,4$)-fachen der Außenluft liegt $I_{typ A} \leq A_{typ A} \times 1,6 (\pm 0,4)$	Wenn die Summe eines Sporentyps in der Innenluft über dem 2-fachen der Außenluft liegt $I_{typ A} > A_{typ A} \times 2$
Typ <i>Penicillium/Aspergillus</i>	Wenn die Differenz zwischen Innenraumluft und Außenluft für den Sporentyp <i>Penicillium/Aspergillus</i> nicht über 300 liegt $I_{\Sigma P+A} \leq A_{\Sigma P+A} + 300$	Wenn die Differenz zwischen Innenraumluft und Außenluft für den Sporentyp <i>Penicillium/Aspergillus</i> nicht über 800 liegt $I_{\Sigma P+A} \leq A_{\Sigma P+A} + 800$	Wenn die Differenz zwischen Innenraumluft und Außenluft für den Sporentyp <i>Penicillium/Aspergillus</i> über 800 liegt $I_{\Sigma P+A} > A_{\Sigma P+A} + 800$
Typ <i>Chaetomium</i> spp.	Wenn die Differenz zwischen Innenraumluft und Außenluft der Chaetomiumsporen ausgeglichen ist $I_{Chaetom} \leq A_{Chaetom}$	Wenn die Differenz zwischen Innenraumluft und Außenluft der Chaetomiumsporen nicht über 5 liegt $I_{Chaetom} \leq A_{Chaetom} + 5$	Wenn die Differenz zwischen Innenraumluft und Außenluft der Chaetomiumsporen 5 übersteigt $I_{Chaetom} > A_{Chaetom} + 5$
<i>Stachybotrys chartarum</i>	Wenn die Differenz zwischen Innenraumluft und Außenluft der Stachybotryssporen ausgeglichen ist $I_{Stachy} \leq A_{Stachy}$	Wenn die Differenz zwischen Innenraumluft und Außenluft der Stachybotryssporen nicht über 2 liegt $I_{Stachy} \leq A_{Stachy} + 2$	Wenn die Differenz zwischen Innenraumluft und Außenluft der Stachybotryssporen 2 übersteigt $I_{Stachy} > A_{Stachy} + 2$
diverse Pilzsporen, die nicht dem Typ Basidiosporen oder Ascosporen angehören	Wenn die Differenz zwischen Innenraumluft und Außenluft der diversen Pilzsporen nicht über 400 liegt $I_{divers} \leq A_{divers} + 400$	Wenn die Differenz zwischen Innenraumluft und Außenluft der diversen Pilzsporen nicht über 800 liegt $I_{divers} \leq A_{divers} + 800$	Wenn die Differenz zwischen Innenraumluft und Außenluft der diversen Pilzsporen 800 übersteigt $I_{divers} > A_{divers} + 800$
Myzelstücke	Wenn die Differenz zwischen Innenraumluft und Außenluft der Myzelstücke nicht über 150 liegt $I_{Myzel} \leq A_{Myzel} + 150$	Wenn die Differenz zwischen Innenraumluft und Außenluft der Myzelstücke nicht über 300 liegt $I_{Myzel} \leq A_{Myzel} + 300$	Wenn die Differenz zwischen Innenraumluft und Außenluft der Myzelstücke 300 übersteigt $I_{Myzel} > A_{Myzel} + 300$

¹⁾ Indiz für Quellensuche, ²⁾ Indiz für kurzfristige intensive Quellensuche

³⁾ Bei einer geringen Sporenkonzentration (Indiz für Quellensuche) kann eine Beurteilung nur in Kombination mit einer Luftkeimsammlung erfolgen.

A = Konzentration in der Außenluft in Anzahl Sporen/m³,

I = Konzentration in der Innenraumluft in Anzahl Sporen/m³

typ A = Sporentypen, die in der Außenluft erhöhte Konzentrationen erreichen wie z.B. Ascosporen, *Alternaria/Ulocladium*, Basidiosporen, *Cladosporium* sp.

ΣP+A = Summe der Sporen vom Typ *Penicillium* und *Aspergillus*

Chaetom = Sporen vom Typ *Chaetomium* sp.

Stachy = Sporen vom Typ *Stachybotrys chartarum*

divers = diverse uncharakteristische Sporen, die nicht dem Typ Ascosporen, Typ *Alternaria/Ulocladium*, Typ Basidiosporen oder *Cladosporium* sp. angehören

Anhang

A4 Bewertungsschema für Materialproben
(LANDESGESUNDHEITSAMT BADEN-WÜRTTEMBERG 2001)

Tab. 1: Bewertung von Materialproben mit Schimmelpilzbewuchs

sichtbare und nicht sichtbare Materialschäden	Kategorie 1	Kategorie 2	Kategorie 3
Schadensausmass	keine bzw. sehr geringe Biomasse (z. B. geringe Oberflächenschäden < 20 cm ²)	mittlere Biomasse; oberflächliche Ausdehnung < 0,5 m ² , tiefere Schichten sind nur lokal begrenzt betroffen	grosse Biomasse; grosse flächige Ausdehnung > 0,5 m ² , auch tiefere Schichten können betroffen sein
<p>Wichtige Anmerkungen zu sichtbarem Schimmel an Materialien!</p> <p>Tiefenschäden: wenn bei einem Oberflächenschaden der Pilzbewuchs tief in das Material geht, muss der Schaden entsprechend dem Befallsumfang ggf. höheren Kategorien zugeordnet werden.</p> <p>Es ist zwischen einem aktiven Befall und einem abgetrockneten Altschaden oder einer Sporenkontamination zu unterscheiden: Bei einem aktiven Befall sollte fallbezogen durch die Sachverständigen entschieden werden, ob die Kategorie erhöht wird, denn:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Die Mikroorganismenpopulation kann sich relativ schnell ändern, und es können unerwartete krankheitserregende Schimmelpilzarten auftreten. 2. Es können kontinuierlich und über längere Zeit hohe Mengen lebensfähiger Sporen abgegeben werden (im Gegensatz dazu nimmt bei einem Altschaden die Sporenkonzentration und deren Lebensfähigkeit mit der Zeit ab). 3. Ein aktiver Schimmelpilzbefall stellt häufig die Nährstoffgrundlage für andere Organismen wie z. B. Milben dar. Nach Austrocknung eines Schadens nimmt in der Regel die Anzahl dieser Organismen schnell ab. <p>Organismenzusammensetzung: Ein häufiges bis überwiegendes Auftreten von Schimmelpilzarten, denen eine besondere gesundheitliche Bedeutung zugeordnet wird (z.B. <i>Aspergillus fumigatus</i>, <i>Aspergillus flavus</i>, <i>Stachybotrys chartarum</i>), führt zu einer Verschiebung in eine höhere Kategorie.</p>			

8.2 Abschätzung der Wahrscheinlichkeit eines Schimmelpilzschadens anhand der Schimmelpilzkonzentration in der Innenraumluft

8.2.1 kultivierbare Schimmelpilze

Die Untersuchung der Konzentration der Schimmelpilze bzw. deren Stoffwechselprodukte sowie Zellbestandteile in der Luft stellt nur eine Abschätzung der Wahrscheinlichkeit des Vorliegens einer zusätzlichen Innenraumquelle dar. Aufgrund der allgemeinen Belastung der Umwelt mit Schimmelpilzen kann die Wahrscheinlichkeit des Vorliegens einer Schimmelpilzbelastung nicht nur an einem Kriterium festgemacht werden, sondern sollte durch die Überprüfung mehrerer Kriterien, wie z.B. die Luftkeimsammlung oder Partikelbewertung erhärtet werden. Die Bewertung der Konzentrationen der verschiedenen Schimmelpilzarten, die mittels Luftkeimsammlung bestimmt wurden, wird durch nachfolgende Vergleiche zwischen der Innenraumluft und der Außenluft vorgenommen.

Anhang

A5 Lebenslauf

Lebenslauf

Schulausbildung

08/1991 – 07/1993 Kopernikus Gymnasium, Duisburg
08/1993 – 07/2000 Gymnasium Rheinkamp, Moers

Praxis während der Schul- und Studienzeit

01/1990 – 12/2003 Mitglied und ehrenamtliche Mitarbeit im DLRG,
Duisburg/Moers
01/1994 – 03/2004 ehrenamtliche Kinder- und Jugendarbeit in der
Christuskirche Walsum, Duisburg
11/2000 – 03/2004 Aushilfstätigkeit im St. Josef Krankenhaus, Moers
01/2008 – dato ehrenamtliche Aufklärungsarbeit im Schulunterricht
06/2008 – dato ehrenamtliche Leitung einer Kleingruppe im Christlichen
Zentrum Düsseldorf

Studium

10/2000 Studium der Humanmedizin an der Heinrich-Heine-
Universität, Düsseldorf
09/2003 Physikum
08/2006 – 08/2007 Praktisches Jahr im Bethesda Krankenhaus zu Duisburg,
Lehrkrankenhaus der Universität Düsseldorf
1. Wahlfach Gynäkologie
2. Chirurgie
3. Innere Medizin
12/2007 Staatsexamen
01/2008 – dato Erziehungspause

Düsseldorf, 27.04.2011

Melanie Bongartz