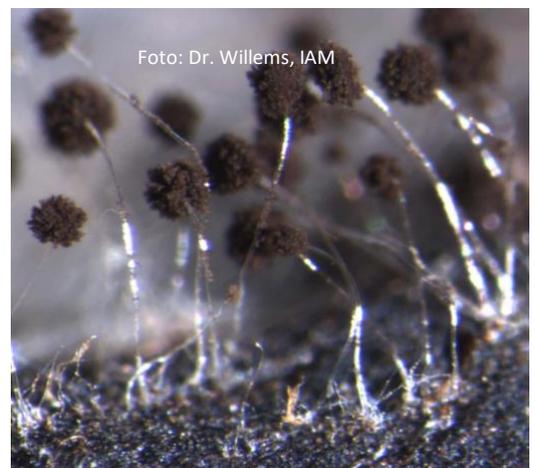


# Schimmelpilz in Innenräumen

manchmal schön ...



... aber unerwünscht!



Weiterführende Literatur: Jörg Brandhorst, Dr. Georg Willems, „Schimmelpilzschäden, Erkennen, Bewerten, Sanieren“, TÜV-Media-Verlag, ISBN-10: 3824919753; ISBN-13: 978-3824919758

# Schimmel in umbauten Räumen

## Inhalt

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	Seite 3
<b>2</b>	<b>Grundlagen</b>	Seite 3
<b>3</b>	<b>Schimmelpilze, mögliche Gesundheitsgefahr und Lebensgrundlagen</b>	Seite 3
3.1	Die Merkmale von Pilzen	Seite 3
3.2	Mycel, Sporen und MVOC	Seite 4
3.3	Lebensgrundlagen	Seite 5
<b>4</b>	<b>Feuchtehaushalt in der Wohnung</b>	Seite 6
4.1	Die Feuchte der Baumaterialien	Seite 6
4.2	Die Feuchtezufuhr durch das Bewohnen	Seite 6
4.3	Lüftung zur Entfeuchtung der Wohnung	Seite 7
4.4	Kontrolle	Seite 9
<b>5</b>	<b>Wo und Warum kann Schimmel entstehen, wie muss bei Befall vorgegangen werden?</b>	Seite 11
5.1	Keller	Seite 12
5.2	Außenwände	Seite 13
5.3	Fußböden	Seite 15
5.4	Dämmschichten	Seite 16
5.5	Schimmel an Wandoberflächen	Seite 16
5.6	Gefährdungsbeurteilung	Seite 18
<b>6</b>	<b>Mensch und Schimmelpilz</b>	Seite 20
6.1	Geschichte, Definition	Seite 20
6.2	Wer oder was ist der Pilz	Seite 20
6.3	Allgemeine Charakteristik von Schimmelpilzen	Seite 21
6.4	Das Gift der Schimmelpilze	Seite 22
<b>7</b>	<b>Gesundheitliche Auswirkung von Pilzen</b>	Seite 23
7.1	Mykotoxine	Seite 23
7.2	Infektionsquellen	Seite 24
7.3	Unser Körper – ein Paradies für Pilze	Seite 24
7.4	Krankheitsbilder und Symptome	Seite 25
7.5	Wie entdeckt man eine Schimmelpilzkrankung?	Seite 28
7.5.1	Der Nachweis am Menschen	Seite 28
7.5.2	Der Nachweis am Haus	Seite 29
7.6	Wie wird der Körper wieder gesund?	Seite 31
7.6.1	Die verschiedenen medizinischen Ansätze	Seite 31
7.6.2	Was bewirkt der Pilz im Körper	Seite 31
7.6.3	Was ist bei Pilzbefall zu tun?	Seite 32
7.7	Wie kann man einen Schimmelpilzbefall vermeiden?	Seite 33
7.7.1	... der Mensch	Seite 33
7.7.2	... der Wohnraum	Seite 37
7.8	Zusammenfassung	Seite 37
<b>Anlage 1</b>	<b>Bewertungshilfe Schimmelpilze</b>	Seite 38
<b>Anlage 2</b>	<b>Bewertungshilfe Schadensstellen</b>	Seite 40
<b>Anlage 3</b>	<b>Einteilung der Schimmelpilze in Risikogruppen</b>	Seite 41
<b>Anlage 4</b>	<b>Regelwerke, Leitfäden</b>	Seite 42
<b>8</b>	<b>Literatur</b>	Seite 43

# Schimmel in umbauten Räumen

## 1 Einleitung

### Gibt es das Problem von Feuchteschäden und Schimmelpilz in Innenräumen?

(Schimmelpilz steht in diesem Artikel als Synonym für eine erhöhte mikrobielle Belastung.)

Eine feuchte Wohnung wird schon seit den Zeiten Moses als Gesundheitsrisiko (heute als „hygienischer Mangel“) betrachtet.

Es wird geschätzt, dass etwa 21% der Wohnungen in Deutschland ein Schimmelpilzproblem haben (wahrscheinlich ohne die nicht sichtbaren bzw. verdeckten Schäden).

Durch die Nutzungsänderung der Wohnungen seit Corona („homeoffice“) kann davon ausgegangen werden, dass die mikrobielle Innenraumbelastung gestiegen ist.

## 2 Grundlagen

Es wird geschätzt, dass es etwa 100.000 verschiedene Arten von Pilzen gibt. Bekannt sind derzeit etwa 30.000, wovon für das Bauwesen etwa 120 Spezies relevant sind.

Pilze sind mehrzellige Mikroorganismen, die aus einem farblosen Zellfadengeflecht (Mycel) bestehen. Sie sind höchst anspruchslos und können unter unterschiedlichsten Bedingungen wachsen oder zumindest überleben.

Die Vermehrung erfolgt ungeschlechtlich über Sporen, die meist eingefärbt sind, manchmal aber auch über sexuelle Vermehrung.

Pilze benötigen zum Wachstum ausreichend Feuchte ( $\geq 75\%$  rel. Feuchte) sowie organischen Kohlenstoff. Sie wachsen bei pH-Werten zwischen 2 und 8 (also nicht im alkalischen Bereich über pH 8) und bei Temperaturen von 0° bis etwa 45°C (besondere Spezies können auch unter noch ungünstigeren Bedingungen überleben). Licht und Sauerstoff benötigen sie so gut wie nicht.

Schimmelpilze besitzen auf der Oberfläche von Mycel, Sporenträgern und Sporen/Konidien Strukturen, die Allergien auslösen können. Auf diesen Oberflächen kann es auch Mycotoxine (Giftstoffe) mit unterschiedlichsten Wirkungen geben. Einige dieser Mycotoxine sind krebserregend. Da diese Eigenschaften auf den Oberflächen der Sporen/Konidien vorhanden sind, kann auch von abgestorbenen Sporen eine gesundheitliche Gefahr ausgehen.

Weiter können die Pilze diverse chemische Stoffe (sog. MVOC's) an die Umgebung abgeben, die zum Einen ein so genanntes Lösemittelsyndrom verursachen können, aber auch andere Wirkungen, wie z.B. Immunschwächung, Entzündungen, etc.. Manche Stoffe können krebserregend wirken. Einige Pilze können auf und im menschlichen Körper wachsen und zu Erkrankungen führen. MVOC's können zu Geruchsbildung führen, was zur Folge hat, dass nach der Sanierung immer noch Geruchsbelästigungen vorhanden sein können.

Im Allgemeinen führen Schimmelpilze nicht zu Bauschäden. Andererseits sollten aus Vorsorgegründen befallene Bauteile und Möbel gereinigt, ggf. entsorgt werden. Insofern ist der finanzielle Schaden in der Regel recht hoch, wenn nicht rechtzeitig reagiert wird.

Pilze in Gebäuden gelten als potentiell gefährlich, besonders wenn es um Menschen mit einem geschädigtem Immunsystem geht.

**Aus Vorsorgegründen müssen Schimmelpilze, die in Wohnungen vorhanden sind, sofort entfernt werden. Dabei sind die einschlägigen Richtlinien der BG BAU einzuhalten.**

## 3 Schimmelpilze, mögliche Gesundheitsgefahr und Lebensgrundlagen

### 3.1 Die Merkmale von (niederen) Pilzen

- Bildung von Hyphen und Myzelen
- Überwiegend ungeschlechtliche Vermehrung durch eine große Anzahl von Sporen (Sporangiosporen oder Konidien)
- keine Photosynthese (keine Bildung von Chlorophyll und deshalb auf organische Kohlenstoffquellen angewiesen)
- nicht in Wurzel, Spross und Blatt gegliedert
- feste, formgebende Zellwand, meist mit Chitin
- Sporen/Konidien als Fortpflanzungs- und Überdauerungsorgane (auch bei Minusgraden und über manche auch mehrere Jahrzehnte)
- Fortpflanzung sexuell und/oder asexuell
- meist Saprophyten (leben auf totem, organischen Material), seltener Symbionten oder Parasiten
- Nährstoffe werden in der Regel in gelöster Form aufgenommen

# Schimmel in umbauten Räumen

- größtenteils Besiedelung von Erdboden, Pflanzen, Lebensmittel, Futtermittel, Tapeten, Baustoffen mit organischen Anteilen, Staub, etc.
- besiedeln Substrate schnell
- anpassungsfähige Lebensweise

## 3.2 Mycel, Sporen und MVOC

Beim Wachstum eines Pilzes entsteht ein Geflecht aus farblosen, in der Regel unsichtbaren Fäden.



Foto: Dr. G. Willems, IAM

Ist der Pilz ausgewachsen oder wird ihm eine Lebensgrundlage entzogen, entstehen Fruchtkörper. Meist wird erst zu diesem Zeitpunkt der Pilz sichtbar.

Die Pilze produzieren dann meist eine große Menge an Sporen/Konidien. Diese verteilen sich überall durch Luftbewegungen.

In unbelasteten Wohn- und Arbeitsräumen, sind je nach Jahreszeit zwischen 20 und 600 lebende und tote Sporen pro qm<sup>3</sup> Luft enthalten.

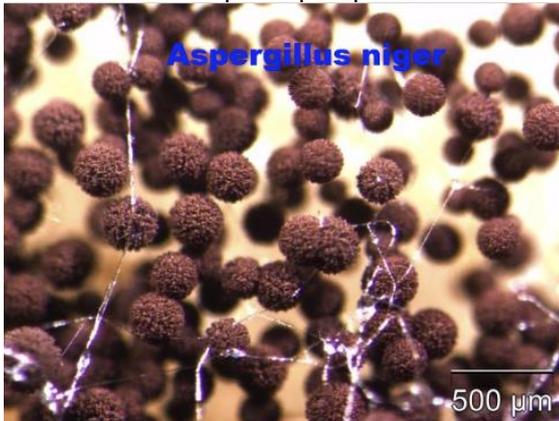


Foto: Dr. G. Willems, IAM

Die Sporen sind 1 - 100 µm groß, also mikroskopisch klein und mit bloßem Auge nicht zu erkennen.



Foto: S. Tosi

Schimmelpilze wachsen z.B. auf Lebensmitteln oder anderen organischen Substraten (Staub, Tapeten u.a.) als ein watteartiges Myzel. Sie benötigen etwa 75% r.F

und mehr. Sie können innerhalb von 5 Tagen zu einem lebensfähigen Organismus heranwachsen, einige Spezies brauchen längere Zeit.

Während seiner Lebenszeit nimmt der Pilz Nahrung auf und scheidet Teile davon als MVOC, als Stoffwechselprodukt, wieder aus. Einige Arten, wie z. B. der Aspergillus flavus, geben giftige Mykotoxine ab, so genannte chemische "Kampfstoffe" um sich gegen Bakterien durchzusetzen.

Beispiele von toxischen Stoffwechselprodukten von Pilzen hat Wirth + Gloxhuber in dem Fachbuch „Toxikologie“, erschienen im Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York veröffentlicht (siehe Literaturangaben).

Die MVOC's können geruchsbildend sein, aber auch zu ernsthaften Erkrankungen führen.

Das Problem ist oft, dass der Pilz (noch) nicht sichtbar ist, der Verursacher also nicht oder nur selten lokalisiert werden kann.

Sporen/Konidien können den Körper ebenfalls schwächen, einige Arten können das Immunsystem stören oder andere Krankheiten verursachen.

# Schimmel in umbauten Räumen

Pilz	Toxin	Wirkung
Aspergillus flavus	Aflatoxine	lebertoxisch, karzinogen (Tierversuche)
Aspergillus ochraceus	Ochratoxin	lebertoxisch
Aspergillus oryzae	Maloryzin	lebertoxisch
Aspergillus versicolor	Sterigmatocystin	lebertoxisch
Aspergillus nidulans	Sterigmatocystin	lebertoxisch
Aspergillus bipolaris	Sterigmatocystin	lebertoxisch
Aspergillus niger	Sterigmatocystin	lebertoxisch (Vorkommen im Tabak)
Penicillium islandicum	Luteskyrin	lebertoxisch, karzinogen (Tierversuche)
Penicillium rubrum	Rubratoxin A u. B	lebertoxisch
Penicillium expansum	Patulin	lymphozytenhemmend; gefäßpermeabilitätsteigernd
Pithomyces chartarum	Spoidesmin	fotosibilisierend; ekzemauslösend; Entzündung der Gallenwege
Fusarium sporotrichioides		Kashin-Beck'sche Erkrankung; toxische Anämie
Fusarium graminearum	Zearalenon	Vergrößerung der primären Geschlechtsmerkmale

*Toxische Stoffwechselprodukte bildende Pilze (Auswahl) (Wirth + Gloxhuber):*

Konzentrationsbereiche	Bewertung
< 0,2- 0,3 mg/ m <sup>3</sup>	Zielgröße
1-3 mg/ m <sup>3</sup>	längerfristiger Aufenthalt tolerabel
10-25 mg/ m <sup>3</sup>	allenfalls vorübergehender Aufenthalt zumutbar
> 25 mg/ m <sup>3</sup>	Aufenthalt von Personen nicht zumutbar

*Richtwerte für die Bewertung der Innenraumluftqualität (Summe der VOC's) als Anhaltspunkt für MVOC-Messungen*

### 3.3 Lebensgrundlagen

In Wohnräumen finden Schimmelpilze auf und in organischen Materialien eine gute Nahrungsgrundlage. Dies sind vor allem Papier, Holzwerkstoffe, und Kunststoffe.

Mineralische Materialien sind für Schimmelpilze ungeeignet, da sie keine Nahrungsgrundlage bieten, es sei denn, sie sind mit organischen

Materialien durchsetzt oder mit Staub o.ä. verschmutzt.

Einige wenige Materialien haben aufgrund ihres pH-Werts die Eigenschaft, ein Wachstum von Schimmelpilz zu unterbinden. Dies sind u.a. Kalk, Kalkputz, Kalkfarbe, Silikatputz und Silikatfarbe.

Wieder andere Materialien können aufgrund ihrer Struktur Feuchtigkeit, d.h. Wasser aufnehmen und von der Oberfläche weg in tiefere Schichten des Materials leiten (hygroskopische Materialien). Dadurch ist die Feuchtigkeit auf der Oberfläche geringer und die Schimmelpilze haben somit schlechtere Möglichkeiten, sich zu entwickeln. Dies trifft auf nachwachsende und anorganische Materialien wie Holz, Lehm sowie auf Ziegel und Kalzium-Silikatplatten zu.

Wachstum und Vermehrung sind die biologischen Eigenschaften jedes Lebewesens, also auch die von Schimmelpilzen. Die besondere Eigenschaft des Schimmelpilzes ist, dass er bei Störungen des Wachstums (Stress) versucht, seinen Fortbestand durch übermäßige Produktion von Sporen/Konidien zu sichern.

Diese Überlebensreaktion des Schimmelpilzes sollte unbedingt bedacht werden, denn wird der Versuch unternommen, Schimmelpilz durch Austrocknen zu vertreiben, stellt er sein Wachstum ein und produziert viele Sporen/Konidien, um so seinen Fortbestand zu garantieren.

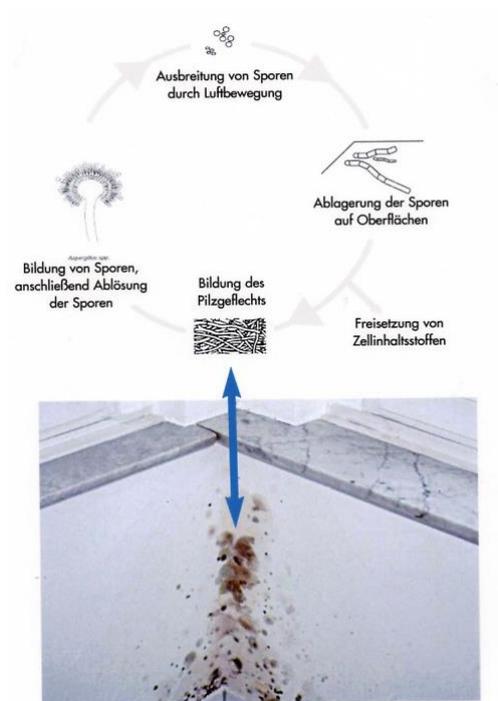
**Merke:**

**Erst den Pilz entfernen, dann erst trocknen!**

*Lebenszyklus des Schimmelpilzes:*

Grafik: EA NRW,  
Foto: J. Brandhorst

# Schimmel in umbauten Räumen



# Schimmel in umbauten Räumen

## 4 Feuchtehaushalt in der Wohnung

Der Feuchtehaushalt einer Wohnung wird von vier Faktoren beeinflusst.

Das sind

- die Feuchte der Baumaterialien
- Feuchteaufnahmeverhalten
- die Feuchtezufuhr durch das Bewohnen und
- die Feuchteabfuhr.

### 4.1 Die Feuchte der Baumaterialien

Idealerweise sollten Baumaterialien schon trocken eingebaut werden, so dass man von Anfang an nur von der Restfeuchte der Baumaterialien spricht.

Heutige Bauweisen sind im Allgemeinen mit viel Wassereinsatz verbunden.

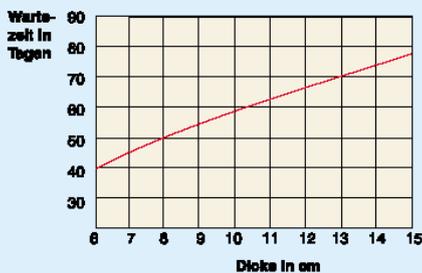
In einem Einfamilienhaus errichtet aus Mauerwerk mit Betonfundament und Betondecke mit Fliesestrich wird ca. 10 bis 15 000 Liter Wasser verwendet. Würde man diese Menge Wasser in ein (Kinder-) Zimmer gießen, stünde es einen Meter unter Wasser! Dennoch muss diese enorme Menge Feuchtigkeit (zzgl. dem Regenwasser) aus dem Bauwerk herausgelüftet werden.

### Trocknungszeiten

#### Zementestrich

Die Faustregel 1 cm Dicke = 1 Woche "Trocknungszeit" gilt nur für Dicken bis 4 cm.

Bei 6 cm Dicke ist bereits eine Trocknungszeit von etwa 6 - 8 Wochen einzuplanen.



Trocknungszeit eines Zementestrichs bis zum Erreichen von 2 CM %

Meist reichen auch die Trocknungszeiten nicht aus, dass das eingebrachte Wasser wieder abgegeben werden kann.

### 4.2 Die Feuchtezufuhr durch das Bewohnen

Einen wesentlichen Einfluss auf die Feuchte im Haus haben die Bewohnerinnen und Bewohner selbst. Durch die gewöhnliche Nutzung von Gebäuden wird tagtäglich sehr viel Feuchte produziert. Empirische Ermittlung von Prof. Richter TU Dresden haben ergeben, dass ein Mensch etwa 51g/h Wasserdampf abgibt, eine Kleinpflanze etwa 30g/h, eine Großpflanze ca. 80g/h, beim Kochen im Mittel etwa 270g freigesetzt werden, Duschen ebenfalls 270g. Wäsche in der Wohnung trocknen trägt

nochmals etwa 770g/h zur Feuchtelast bei bis die Wäsche trocken ist.

#### Mittlere statistische Feuchtigkeitsabgabe pro Tag:

Mensch	1,0 – 1,5 Liter (41 bis 62,5 g/h)
Mensch, schwitzend	zusätzlich bis 150 g/h
Kochen	0,5 – 1,5 Liter (Mittagessen)
Duschen	0,5 – 1,0 Liter pro Person
Wäsche	2,0 – 3,5 Liter
Topfpflanzen	0,5 – 1,0 Liter

Gravierend sind die Änderungen der letzten Jahrzehnte. Folgende Tabelle (EA NRW) zeigt exemplarisch die Veränderungen je Person und Tag:

Früher	Aktivitäten	Heute
0,4	Kochen	0,3
0,1	Duschen	0,7
0,1	Waschen / Wäsche trocknen	0,5
1,0	Schwitzen	1,0
0,4	Pflanzen	0,5
2,0	Wassereintrag pro Person und Tag	3,0
8,0	4 Personen pro Haushalt	12,0

Ein vierköpfiger Haushalt „produziert“ im Mittel etwa 10 bis 12 Liter Feuchte in Form von Wasserdampf pro Tag. Das entspricht mehr als einem handelsüblichen Eimer voll Wasser je Tag.

In einer Woche sind das:

7 Tage x 10 (12) Liter = 70 (84) Liter Wasser, gut eine halbe Badewanne voll!

Unsere Lebensgewohnheiten haben sich nun einmal verändert. Im Vergleich zu früher produzieren wir dadurch bis zu 7 mal mehr Feuchtigkeit in der Wohnung.

Gleichzeitig (!) wurden die Wohnungen dichter, was aus Komfortgründen wie auch aus Gründen der Bauschadensverminderung wie auch der Wärmeenergieeinsparung sinnvoll war und ist.

Konsequenterweise muss also anders – und vor Allem mehr gelüftet werden, will man

## Schimmel in umbauten Räumen

Feuchteschäden – und damit Schimmel im Innenraum vermeiden.

# Schimmel in umbauten Räumen

## 4.3 Lüftung zur Entfeuchtung der Wohnung

Wasserdampf ist ein unsichtbares und trockenes (!) Gas.

Luft kann Feuchtigkeit nur in begrenztem Maß aufnehmen (siehe auch Unterlagen Wärme und Feuchte dieser Seminarreihe).

Luft nimmt bei etwa 20°C und Auffeuchtung von 40 auf 80% ca. 4 g/m<sup>3</sup> Wasserdampf auf.

Dagegen kann eine mit Raufaser tapezierte und gestrichene Wand in der ersten Stunde ca. 20 g/m<sup>2</sup> Wasserdampf aufnehmen, Baumwolle, Wolle, Naturfaservorhänge,

Naturfaserteppiche, Bettbezüge, Bettdecken, Matratzen, etc. nehmen 30 – 60 g/m<sup>2</sup> pro Stunde auf, gewachstes Holz oder andere „offenporige“ natürliche Oberflächen von 2 bis 20 g/m<sup>2</sup> und Stunde (aus Reihenversuchen der Fraunhofer-Gesellschaft für Bauphysik).

Wird der Wasserdampf nicht zeitnah während und sofort nach der „Produktion“ durch aktives Lüften entsorgt, so reichert sich dieses trockene Gas in Baustoffen und Einrichtungsgegenständen an – und wird dann irgendwann zum Problem, da der Wasserdampf sich bei Sättigung wieder in den Aggregatzustand Wasser zurück verwandelt.

Die Wohnungen werden heute i.d.R. weniger genutzt, als noch vor 10 oder 20 Jahren (was sich seit der Corona-Zeit wieder verändert hat). U.a. auch deswegen ist die aktive Fensterlüftung zurückgegangen. Fehlinformationen, wie „Lüften verschwendet Energie“ haben ein Übriges getan, dass heute oft zuwenig gelüftet wird.

Im Geschloßwohnungsbau kommt noch hinzu, dass neue Fenster und rauchdichte Wohnungseingangstüren eine natürliche Lüftung der Wohnungen weitestgehend verhindern.

Nicht nur deswegen wird in den Verordnungen und Normen zum Wärmeschutz ein hygienischer Mindestluftwechsel gefordert.

Zum Thema Lüftung und Grundlüftung steht u.a. in den Normen und Verordnungen:

- Gebäudeenergiegesetz, § 13:  
*„Ein Gebäude ist so zu errichten, dass die wärmeübertragende Umfassungsfläche einschließlich der Fugen dauerhaft luftundurchlässig nach den anerkannten Regeln der Technik abgedichtet ist. Öffentlich-rechtliche Vorschriften über den zum Zweck der Gesundheit und Beheizung erforderlichen Mindestluftwechsel bleiben unberührt.*
- DIN 4108-2, (eingeführte technische Baubestimmung) Abs. 4.2.3:  
„Auf ausreichenden Luftwechsel ist aus

Gründen der Hygiene, der Begrenzung der Raumluftfeuchte ... zu achten. Hinweise zur Planung entsprechender Maßnahmen enthalten die DIN 1946-2 und DIN 1946-6.“

- DIN 1946-6, Raumlufttechnik, Lüftung von Wohnungen, §4.1, freie Lüftung:  
„Die Anzahl, Ausführung und Anordnung der Fenster, die Durchlässigkeit der Gebäudehülle und die Bemessung der Außenwand-Luftdurchlässe müssen eine ausreichende Wohnungslüftung ermöglichen. ...“  
In § 5.2 steht die Bemessung der Außenwand-Luftdurchlässe bei freier Lüftung. Weitere Informationen sind in Anhang B abgedruckt.
- Musterbauordnung, §47:  
„Aufenthaltsräume müssen ausreichend belüftet ... werden können“  
Weiteres findet sich in der
- DIN 18 017, Lüftung von Bädern und Toilettenräumen ohne Außenfenster  
sowie in der
- DIN EN 13 829, Luftdurchlässigkeit von Gebäuden.

### Werden diese einschlägigen Anforderungen in Planung und Ausführung nicht eingehalten, so besteht ein grober Mangel!

In der folgenden Tabelle (EA NRW) wird die Entfeuchtung bilanziert (alle Angaben in kg):

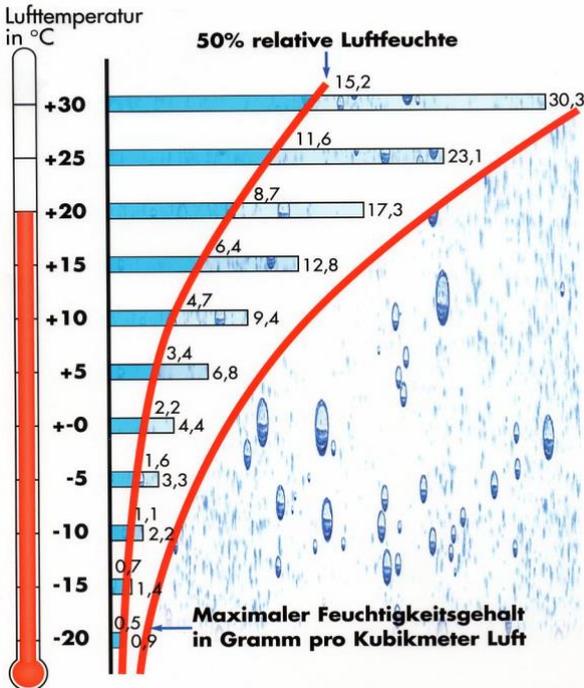
8,0	<b>Feuchteeintrag</b>	12,0
<b>Früher</b>	<b>Entfeuchtung durch Bauteile/Aktivitäten</b>	<b>Heute</b>
2,0	Fenster	0,5
1,0	Türen	0,5
3,0	Kamin	0,0
<b>2,0</b>	<b>Lüften</b>	<b>11,0</b>
0,0	Feuchtebilanz	0,0

Aus dieser Tabelle geht hervor, dass heute durch Lüften 9 kg mehr entfeuchtet werden muss, wie ehemals!

Wie soll das ohne eine mechanische Grundlüftung gehen?

# Schimmel in umbauten Räumen

Der Zusammenhang zwischen Temperatur und relativer Luftfeuchte wird in den Seminaren und Unterlagen über Bauphysik weitergehend betrachtet.

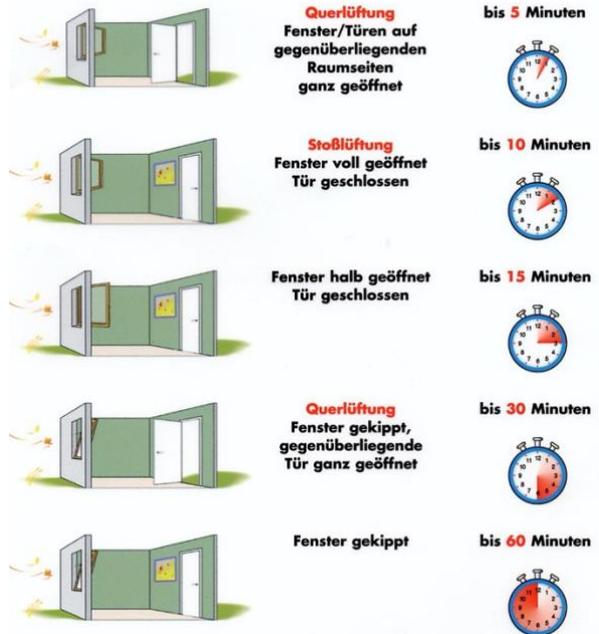


Wasserdampfgehalt in der Luft bei verschiedenen Temperaturen (Quelle: Energieagentur NRW)

Aus der obigen Grafik ist abzulesen, dass sich warme Luft, wenn sie durch offene Türen in kalte (unbeheizte) Räume gelangt und dadurch abkühlt, die relative Feuchte erhöht.  
 Beispiel: 20°C, 50% r.F. enthält 8,7g Wasserdampf je m³ Luft. Gelangt diese Luft in das Schlafzimmer mit einer Wandoberflächentemperatur von 10°C, so steigt die relative Feuchte auf 92,6% an. Bauteiloberflächen fangen bei etwa 80% r.F. an, die Feuchtigkeit aus der Luft zu saugen („oberflächennahe Kapillarkondensation“) und an der Oberfläche anzulagern. Dies ist dann die Basis für die Schimmelpilzbildung. Kalte Räume sind daher geschlossen zu halten und separat zu lüften. Meist reicht dies zur Verhinderung von Schimmelpilz, z.B. in Schlafzimmern, nicht aus. Es muss deshalb zusätzlich geheizt werden – in Abhängigkeit von dem Wärmedämmwert der Gebäudehülle.

Die folgenden Grafiken zeigen, wie lange man bei welcher Lüftungsart und in welcher Jahreszeit gelüftet werden muss, um ein akzeptables Feuchteniveau innerhalb der Wohnung aufrecht zu erhalten.

Quelle: Energieagentur NRW



Die für die angegebenen Lüftungszeiten besonders zutreffenden Monate		Ungefähre Lüftungszeit in Abhängigkeit von der Außentemperatur
Januar Februar März April Mai Juni	Juli August September Oktober November Dezember	4 - 6 Minuten 
Januar Februar März April Mai Juni	Juli August September Oktober November Dezember	8 - 10 Minuten 
Januar Februar März April Mai Juni	Juli August September Oktober November Dezember	12 - 15 Minuten 
Januar Februar März April Mai Juni	Juli August September Oktober November Dezember	16 - 20 Minuten 
Januar Februar März April Mai Juni	Juli August September Oktober November Dezember	25 - 30 Minuten 

Ungefähre Dauer der Lüftung für einen kompletten Luftwechsel bei ganz geöffnetem Fenster und Windstille je nach jahreszeitlicher Außentemperatur (Quelle: IWU)

# Schimmel in umbauten Räumen

Ob dies von dem Mieter der Wohnung so gemacht werden kann, ist zu hinterfragen. Kann er das nicht, muss folgerichtig eine technische Lösung eines Mindestluftwechsels eingebaut werden.

## 4.4 Kontrolle

Effektiv ist der Feuchtigkeitsaustausch immer nur dann, wenn die Außenluft weniger Wasserdampf (absolut!) als die Innenraumlufte (Sollwert!) aufweist. Dies ist i.d.R. dann gegeben, wenn es außen deutlich kälter als innen ist (siehe Grafik oben). Die Wetterverhältnisse - Regen, Schnee oder Sonnenschein - spielen dabei keine Rolle, auf den Feuchtemengenunterschied (absolut) zwischen innen und außen kommt es an. Dies ist im Winter der Regelfall, im Sommer jedoch meistens nur nachts oder früh morgens.

Effektiv kann eine wie auch immer geartete Lüftung nur dann sein, wenn diese auch kontrolliert wird.

Dies kann mit einem handelsüblichen Thermohygrometer durchgeführt werden. Diese Geräte zeigen die relative Luftfeuchte an. Ggf. blinken oder summen sie auch bei Überschreitung der eingestellten rel. Luftfeuchte und „verlangen“ somit, dass gelüftet wird. Diese Geräte müssen auf Sommerbetrieb umstellbar sein.

Leider funktionieren auch diese Geräte nur bedingt. Hat sich die Luftfeuchte in Bauteilen oder Möbel „verkrochen“, sinkt die relative Feuchte der Luft wieder und die Geräte schalten „auf grün“.

Eine weitere Methode - gerade im Altbau - ist daher das Aufhängen von Hygro- und Thermometern, die die Wandoberflächentemperatur sowie die relative Luftfeuchtigkeit messen. Das Thermometer sollten in den gefährdeten Bereichen (Wärmebrücken, hinter Vorhängen, in kalten Räumen, etc.) aufgehängt werden, das Hygrometer in der Nähe der Zimmertür.

Die Grenztemperatur, die bei 50% r.F. Luftfeuchte in der Raummitte nicht überschritten werden darf, liegt bei 12,6°C an der Bauteiloberfläche. Diese Kontrolle hat den zusätzlichen Vorteil, dass neben der Feuchte auch die Temperaturkontrolle erfolgt, also beide Parameter des Schimmelpilzfreien Wohnens erfüllt.

Hält sich der Bewohner an die Heizungs- und Lüftungsanleitung (min. ca. 12,6°C Oberflächentemperatur bei 50% relativer Luftfeuchte im Raum), kann kein Schimmelpilzwachstum eintreten.

Hält er sich nicht daran, also dass nicht hoch genug geheizt sowie nicht oft genug und zu kurz

gelüftet wird oder aber auch zu lange, mit der Folge der Auskühlung der Wandoberflächen, besteht die Gefahr von Kondensat- und Schimmelpilzbildung.

Besonders gefährdet sind Wohnräume im Souterrain auch in den Sommermonaten. Feucht- warme Außenluft kühlt an der Kellerwand ab, die Feuchtigkeit auf der Oberfläche steigt.

## Besondere Regeln für Küche und Badezimmer

Wird in einem Raum eine größere Feuchtigkeitsmenge freigesetzt, sollte schon - während der Wasserdampf entsteht - gelüftet werden. Nach dem Duschen sollte das Spritzwasser mit einem Gummischieber entfernt werden.

Da die Umschließungsflächen des Raumes und die Einrichtungsgegenstände Feuchtigkeit aufnehmen, muss nach dem erstmaligen Lüften die Raumlufte wieder erwärmt werden. Denn nur so kann die erhöhte Materialfeuchtigkeit wieder an die Luft zurückgegeben werden. Nach einer gewissen Zeit wird es in den meisten Fällen erforderlich sein, nochmals zu lüften, um wieder die normalen Feuchtigkeitswerte im Raum zu erreichen.

**Ist das Lüften nicht gleich nach der Feuchtigkeitsentstehung möglich, dann muss erfahrungsgemäß nach zwei Stunden doppelt so lang bzw. so oft gelüftet werden, um die Mittagszeit vier mal zu lang. Kann erst am Abend gelüftet werden, so muss mindestens 16 mal so viel / so oft gelüftet werden (Technische**

## Fragen zum Lüftungsverhalten

Überprüfen Sie, wo in der Wohnung Feuchtigkeit entsteht und auf welchem Wege die Feuchtigkeit bisher weggelüftet wurde. Stellen Sie die bisherigen Lüftungsgewohnheiten in Frage:

- Zieht die feuchte Luft tatsächlich vollständig aus dem Badezimmer ab?
- Kann die feuchtwarme Luft aus Bad oder Küche in kalte Räume, wie z.B. das Schlafzimmer gelangen?
- Wie käme in diesem Fall die Feuchtigkeit aus dem Schlafzimmer?
- Wo bleibt die Feuchtigkeit aus dem Schlafzimmer (500g bis zu etwa 1.200g pro Person und Nacht)?
- Kommt über Dauerlüftung (Fenster auf Kippstellung) nicht auch Kälte in die

# Schimmel in umbauten Räumen

Wohnung, und kühlt die Wandoberflächen aus?

- Gibt es einen schnellen Austausch der Raumluft durch Querlüftung bei niedriger Außenlufttemperatur?
- Kann die Lüftungsdauer durch Messen der Luftfeuchtigkeit kontrolliert werden?
- Werden die Raumluftwärme und die Oberflächentemperaturen überprüft?
- Kann ein zweiter Luftaustausch nach einer  $\frac{3}{4}$  - bis  $1\frac{1}{2}$  Stunden erfolgen? Wenn nicht händisch, gibt es eine technische Möglichkeit?
- Kann ein eventuell notwendiger dritter Luftaustausch nach einer weiteren Stunde erfolgen? Wenn nicht händisch, gibt es eine technische Möglichkeit?
- Wird die Luftfeuchtigkeit und die Temperatur kontrolliert?

## Besondere Regeln für feuchte oder/und kühle Räume

Wohnen Sie in Räumen, die relativ feucht sind, müssen noch weitere grundlegende Aspekte zur Lüftung und dem Bewohnen beachtet werden.

- Grundsätzlich: Lüften heißt Querlüftung. Wenn Sie lüften, lüften Sie nur die Räume mit annähernd gleichen Temperaturen gleichzeitig. Halten Sie die Türen zu kälteren Räumen wie Schlafzimmer immer, nicht nur beim Lüften geschlossen. Aufgrund der kälteren Wandoberflächen in nicht beheizten Räumen kann sich (nicht sichtbares) Kondensat an der Oberfläche bilden.
- Halten Sie die Türen zu Küche und Bad, in denen viel Dampf freigesetzt wird, geschlossen. Somit verhindern Sie, dass der Wasserdampf in der ganzen Wohnung verteilt wird.

## Sonstige Regeln für Gebäude mit schlechter Dämmung

- Möbelstücke wirken wie eine Innendämmung und reduzieren daher die Oberflächentemperatur an der Innenseite der



Außenwand. Es entstehen höhere relative Luftfeuchten zwischen Möbel und Wand. Schimmelpilzbildung hinter einer Couch, Foto: Brandhorst

Deswegen erhöht sich das Schimmelpilzrisiko. Schränke, Regale, Betten und andere Möbel sollten – je nach Dämmstandard zwischen 4 und 10 cm von der Wand entfernt aufgestellt und ausreichend hinerlüftet werden. Nischen zwischen Schrank und Außenwand sollten größer als 30 cm breit sein und nicht zugestellt werden.

- Besonders schimmelpilzgefährdet sind auch die Bereiche hinter dicken Vorhängen und Bildern.



Schimmelpilzbildung hinter einem Vorhang, Foto: Brandhorst

- Höhere Raumtemperaturen können die Schimmelpilzgefahr reduzieren (Achtung: dann sind aber auch höhere absolute Luftfeuchten vorhanden!). Diese Maßnahme ist manchmal erforderlich, wenn auch energetisch nicht immer sinnvoll. Als erste Maßnahme gegen erhöhte Feuchte zusammen mit regelmäßiger Lüftung (z.B. im Neubau) kann damit ein guter Erfolg erzielt werden. **(Achtung: nie bei akuten Schimmelpilzbefall durchführen!)** Wenn die Räume gleich temperiert sind können die Türen offen bleiben, außer zu Bad und Küche (siehe oben).

## Schimmel in umbauten Räumen

- Es ist immer auf rechtzeitiges Lüften zu achten, je früher, desto besser, spätestens wenn die Fenster in den Ecken beschlagen (wenn es dann nicht bereits zu spät ist).
- Eine ausreichende und gleichmäßige Beheizung spart Energiekosten!  
Setzt sich Feuchtigkeit in Bauteilen oder in der Raumausstattung fest, so muss diese wieder verdampft werden, um aus den Objekten wieder heraus kommen zu können. Für die Verdampfung von einem Liter Wasser werden 2.250 kJ benötigt; mit derselben Energie können 100m<sup>3</sup> Luft um 18K erwärmt werden! Da ist es nicht nur energetisch sinnvoller sondern auch eine Frage der Innenraumhygiene, dass es immer überall ausreichend warm ist.

### 5 Wo und Warum kann Schimmel entstehen?

#### Wie muss bei Befall vorgegangen werden?

*(In Anlehnung an den „Leitfaden Gesundheitsbewusst modernisieren“ des APUG NRW)*

Wachstum und Vermehrung der Pilze sind abhängig von den Umgebungsbedingungen, d.h. von Feuchtigkeit, Temperatur, pH-Wert und Nährstoffquelle. Sie können nur wachsen, wenn eine Nährstoffquelle und eine bestimmte Mindestfeuchte vorhanden sind. Dabei ist nicht der absolute Wassergehalt, sondern das zur Verfügung stehende „freie“ Wasser ausschlaggebend. Dieser Anteil wird als Wasseraktivität ( $a_w$ -Wert) bezeichnet. Er ist proportional zur relativen Feuchte der Luft, die das Material umgibt.

Die Wasseraktivität liegt im Bereich zwischen 0, d. h. kein Wasser verfügbar, und 1, d. h. Wasser ist als Kondensat verfügbar. Bakterien benötigen für Wachstum und Vermehrung in der Regel eine Wasseraktivität von über 0,98. Bei diesem Wert ist die Feuchtigkeit des Materials als Nässe sichtbar oder tastbar. Bei Bauteilen ist dies in der Regel nur nach massiven Wassereinbrüchen durch Undichtigkeiten an Dächern und wasserführenden Leitungen gegeben. Die Schäden bleiben selten verborgen, so dass eine darauf folgende bakterielle Kontamination der Bausubstanz in der Regel vermieden werden kann.

Im Unterschied dazu wachsen Pilze bereits an Materialien, die keine sichtbare Nässe aufweisen ( $a_w$  – Werte > 0,7). Deshalb kann Schimmelpilzbefall unter „üblichen“

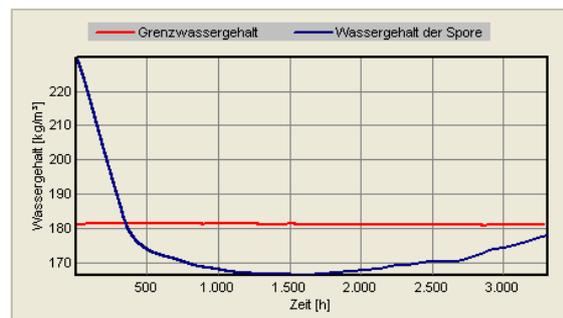
Nutzungsbedingungen in Gebäuden auftreten und über lange Zeiträume unerkannt bleiben.

**Die „Wasseraktivität“** ( $a_w$ -Wert) ist definiert als der Quotient des Wasserdampfdruckes im oder auf einem Substrat ( $p_D$ ) und des Sättigungsdruckes ( $p_S$ ):  $a_w = p_D/p_S$ .

Die Wasseraktivität eines Materials kann nach folgender Gleichung berechnet werden, wenn die relative Luftfeuchtigkeit (RH) über dem Material bekannt ist:  $a_w = RH$  (in %)/100.

Der  $a_w$ -Wert von 0,8 wird bei 12,6°C Oberflächentemperatur bei 20°C Raumlufttemperatur und 50% r.F. erreicht (DIN 4108-2, hygienischer Mindestwärmeschutz).

Mit Hilfe instationärer Berechnungsprogramme (WUFI, Delphin) kann berechnet werden, wie lange und wie hoch dieser Grenzwert überschritten wird und ob eine Schimmelpilzgefahr besteht.



Ausdruck aus „WUFI-Bio“. Nach ca. 300 h Trocknung ist der Grenzwassergehalt unterschritten; eine Schimmelpilzgefahr besteht nicht mehr. Eine spätere Auffeuchtung durch Wiederinbetriebnahme ist zu beachten und ggfls. zu prüfen.

Um Schimmelpilzbildung zu unterbinden, ist es also notwendig, dass kein „freies“ Wasser, also Wasser auf und in den Oberflächen und Kapillaren auf Dauer vorhanden ist.

„Auf Dauer“ heißt: kleiner als 5 Tage.

# Schimmel in umbauten Räumen

## 5.1 Keller

An fehlenden oder mangelhaften Abdichtungen von Kelleraußenwänden kann Feuchtigkeit in den Keller eindringen. Zu Schimmelpilzwachs-



Foto: Brandhorst

tum kommt es, wenn Gegenstände aus organischem Material über längere Zeiträume (ab 5 Tagen und länger) unmittelbar an der schadhafte Wand- oder Bodenfläche anliegen oder die schadhafte Wand/Boden/Decke mit einer Holzverkleidung oder Tapete versehen ist. Feuchteinträge durch mangelhaft abgedichtete Kellerwände können auch das Innenraumklima in den Kellerräumen so verändern (rel. Luftfeuchtigkeit konstant über 75%), dass Schimmelpilzwachstum auch an ordnungsgemäß in Regalen gelagerten Gegenständen unvermeidbar ist. Die Materialien nehmen unter diesen Bedingungen ausreichend Feuchtigkeit aus der Luft auf, so dass im Hausstaub enthaltene Sporen/Konidien auskeimen können. Besonders betroffen sind Gegenstände aus Leder, Papier, Pappe und Holz.

Falsche Lüftung im Keller (im Sommer offen) trägt Außenluftfeuchte in den kühlen Keller. Dies kann sich am Tag auf mehrere Liter Wasser aufsummieren. Da die Materialoberflächen und später auch das Mauerwerk die Feuchte zuerst einmal aufnimmt, ist kein direkter Feuchteintrag

optisch feststellbar. Ist der „Speicher“, das Mauerwerk, erst einmal gefüllt, so entsteht „aufsteigende Feuchte“, weil die Kapillare der Baustoffe aktiviert werden. Dies hat überhaupt nichts mit fehlender oder defekter Abdichtung zu tun! Durch die andauernd hohe Luftfeuchte ... weiter: siehe oben.



Foto: Brandhorst

## Vorgehen bei Schimmelpilzbefall in Kellerräumen

Mangelhafte Abdichtungen, Feuchteinträge durch Kelleraußenwände oder falsche Lüftung werden häufig erst dann zum Thema, wenn Schimmelpilzwachstum an gelagerten Gegenständen festgestellt wird. Sollte an irgendeiner Stelle ein sichtbares Schadensbild vorliegen, sollte ein Bausachverständiger zu Rate gezogen werden. Ist augenscheinlich nicht sicher zu beurteilen, ob es sich bei Verfärbungen und Ausblühungen an den Wandflächen um Salze oder Schimmelpilze handelt, sollten Materialproben untersucht werden.

## Bewertung von schimmelpilzkontaminierten Gegenständen

Durch die Lagerung in einem feuchten Keller können Gegenstände von Schimmelpilzen befallen oder durch schimmelpilzhaltige Stäube oberflächlich kontaminiert werden. Es sollte vermieden werden, dass durch einen Befall von in Kellerräumen gelagerten Gegenständen Schimmelpilze in Wohnräumen eingetragen werden.

Vor diesem Hintergrund ist dafür Sorge zu tragen, dass die Materialien entsorgt oder durch fachgerechte Reinigung dekontaminiert werden.

## Sanierung von Schimmelpilzbefall

Je nach Art des Materials und Ausmaß des Schimmelpilzbefalls können Gegenstände durch Schimmelpilzbefall so weit geschädigt sein, dass sie unbrauchbar sind und fachgerecht entsorgt werden müssen. Zur

# Schimmel in umbauten Räumen

Feststellung des Umfangs der erforderlichen Sanierungsmaßnahmen sollte im Einzelfall ein Sachverständiger zu Rate gezogen werden. Die beschriebenen Arbeiten sind von Fachunternehmen und Personen mit entsprechender Sachkunde durchzuführen. Der Arbeitsbereich ist räumlich so abzuschotten, dass kein schimmelpilzhaltiger Staub in angrenzende Nutzungsbereiche eingetragen wird. Die Arbeiten sind unter Berücksichtigung arbeitsschutzrechtlicher Bestimmungen (BioStoffV, TRBA 400, TRGS 540, TRGS 907) durchzuführen.

## 5.2 Außenwände

Bei ein- oder mehrschaligen Außenwänden kann eine regelmäßige oder dauerhafte Durchfeuchtung vorliegen. Enthalten die betroffenen



Foto: Brandhorst

Bauteile Substanzen, die Mikroorganismen als Nährstoffquelle dienen können, ist ein Schimmelpilzwachstum möglich.

Schimmelpilzwachstum tritt bei Feuchteschäden an Außenwänden häufig an verdeckten Bauteilen auf.

Folgende Auffälligkeiten im Bereich einer Fassade weisen auf eine Durchnässung der Außenwand hin und sollten Anlass für eine weitere Untersuchung sein:

- Beschädigte Fassadenbekleidungen
- Risse im Außenputz oder im Mauerwerk
- Mangelhafte Fensteranschlüsse
- Fehlender Feuchteschutz an Gesimsen
- Unzureichende Dimensionierung, Beschädigungen oder Verstopfungen von Dachrinnen und Regelfallrohren



Foto: Brandhorst

Durchfeuchtungen der Fassade sind an grünen oder braunen Verfärbungen am Putz oder als weiße Salzausblühungen an Klinkerschalen zu erkennen.



Foto: Brandhorst

## Vorgehen bei Schimmelpilzverdacht

Bei den oben beschriebenen Schadensbildern sollte in jedem Fall zunächst ein Fachmann mit der Untersuchung beauftragt werden, ob die Dämmschicht oder auch die Innenflächen der betroffenen Außenwände von Schimmelpilz befallen sind.

Im Bereich der Fassade kann Schimmelpilzbefall in Mineralwolledämmstoffen auftreten. Der Dämmstoff enthält organische Bindemittel, die von Mikroorganismen verwertet werden können, insbesondere dann, wenn mit der Feuchtigkeit auch Schmutz und Staub aufgenommen wurden.

Auf der Innenseite der betroffenen Außenwand kann ein verdeckter Schimmelpilzbefall vorliegen, wenn sich auf der betroffenen Innenwandfläche Einbaumöbel oder Schrankwände befinden oder die Wandfläche innen mit einer Gipskartonvorsatzschale, einer Innendämmung oder einer Isoliertapete versehen ist. Hier ist der Schimmelpilzbefall häufig nicht sichtbar, da er bevorzugt auf der raumabgewandten Seite dieser Materialien auftritt.

## Schimmel in umbauten Räumen



Foto: Energietisch Paderborn

Schimmelpilzwachstum in Dämmschichten oder hinter Vorsatzschalen ist eine Ursache von Geruchsbildungen in Innenräumen. Ist augenscheinlich nicht sicher zu beurteilen, ob Schimmelpilzbefall an einem Bauteil vorliegt, können Materialproben zur Auswertung an ein mikrobiologisches Labor weitergeleitet werden.

Die Beseitigung der baulichen Mängel sollte erst dann durchgeführt werden, wenn ein evtl. vorhandener Pilz beseitigt ist.

### **Bewertung von Schimmelpilzbefunden**

Schimmelpilzwachstum im Innenraum stellt ein hygienisches Problem dar, das aus Vorsorgegründen nicht toleriert werden sollte (vgl. Schimmelpilz-Leitfaden des Umweltbundesamtes). Bei Schimmelpilzbefall in Innenräumen hat grundsätzlich eine fachgerechte Sanierung zu erfolgen. Der Aufwand und die im konkreten Fall zu treffenden Maßnahmen sollten sich dabei an der Größe des Schadens orientieren (Kategorien 1–3 siehe unter „Vorgehensweise und Vorschriften bei der Schimmelpilzsanierung“). In Zusammenhang mit Schimmelpilzbefall der Kategorie 2 oder 3 können sich Fragen hinsichtlich möglicher Expositionen der Bewohnerschaft und sinnvoller kurzfristiger Maßnahmen ergeben. Diese Fragen sind nur im konkreten Einzelfall zu beantworten. Es empfiehlt sich, dazu eine(n)

Umweltgutachter/in oder eine(n) Umweltmediziner/in hinzuzuziehen.

Schimmelpilzwachstum im Bereich der Dämmschicht der Fassade ist für die Bewohnerschaft nicht mit einem gesundheitlichen Risiko verbunden. Es sollte jedoch bedacht werden, dass die von Mikroorganismen gebildeten flüchtigen organischen Stoffe über Fenster und Undichtigkeiten eingetragen werden und Ursache von Geruchsbelästigungen sein können. Vor diesem Hintergrund kann auch ein Austausch von schimmelpilzbelasteten Dämmstoffen im Außenbereich empfehlenswert sein.

### **Sanierung von Schimmelpilzbefall**

Eine Beseitigung von Schimmelpilzbefall macht grundsätzlich nur Sinn, wenn zuvor die Ursachen für die Durchfeuchtung abgeklärt wurden. Eine Trocknung der Bauteile vor Schimmelpilzentfernung darf jedoch keinesfalls erfolgen!

Schimmelschäden kleineren Umfangs (Kategorie 1) können unter Beachtung der beschriebenen Schutzmaßnahmen auch von Nicht-Fachleuten durchgeführt werden. Bei einem großflächigen Schimmelpilzbefall im Innenraum (Kategorien 2 und 3) ist aus Gründen der gesundheitlichen Vorsorge eine kurzfristige Sanierung vorzunehmen. Die Arbeiten sind an Fachunternehmen und Personen mit entsprechender Sachkunde zu vergeben. Der Arbeitsbereich ist räumlich so abzuschotten, dass kein schimmelpilzhaltiger Baustaub in angrenzende Nutzungsbereiche eingetragen wird. Die Arbeiten sind unter Berücksichtigung arbeitsschutzrechtlicher Bestimmungen (BioStoffV, TRBA 400, TRGS 540, TRGS 907) durchzuführen.

# Schimmel in umbauten Räumen

## 5.3 Fußböden

Typische Ursachen für Durchfeuchtungen von Fußbodenkonstruktionen sind Leitungsschäden und fehlerhafte Bauteilanschlüsse. Das Risiko von mikrobiellem Wachstum besteht immer dann, wenn ein durchfeuchtetes Bauteil organische Bestandteile enthält. Bei Verbundestrichen ohne Dämmschicht ist ein Schimmelpilzbefall unwahrscheinlich. Eine Ausnahme ist der Steinholzestrich, der pflanzliche Zuschlagstoffe (Weichholz- oder Korkmehl) enthält. Ist ein Estrich schwimmend auf einer Dämmschicht verlegt, kann Wasser sehr leicht über die Randstreifen in die Dämmstoffschicht eindringen.



Foto: Redstone

Da zwischen der Dämmschicht und Estrich vielfach noch eine Sperrschicht (diffusionssperrende Folie) vorliegt, wird ein Feuchteintritt in die Dämmschicht des Fußbodens von der Bewohnerschaft nicht bemerkt oder die Auswirkungen werden verkannt. Ohne gezielte Trocknungsmaßnahmen kann die Feuchtigkeit nur nach und nach wieder über die Randstreifen und umschließenden Wände des Raumes entweichen. Dieses führt häufig erst nach vielen Wochen und Monaten zu typischen Schadensbildern. In aller Regel kommt es in diesen Fällen zu einer Vermehrung und einem Wachstum von Schimmelpilzen und Bakterien. Ein Hinweis darauf kann das Auftreten von Gerüchen sein. Bei der Trocknung ist darauf zu achten, dass

- a) tatsächlich der Dämmstoff getrocknet wird und nicht nur die Fugen zwischen dem Dämmmaterial (typischerweise bei Polystyrol-Dämmstoffen). Dazu sind vor Abschluss der Entfeuchtungsmaßnahmen Proben zu ziehen.
- b) Organisches Material nicht länger als 5 Tage durchfeuchtet ist. Kann die Trocknung in dieser Zeit nicht abschließend durchgeführt werden, besteht die Gefahr eines mikrobiellen Befalls der Dämmschicht mit allen entsprechenden Folgen.

Da sich im Fußbodenaufbau über längere Zeit hohe Feuchtigkeitsmengen halten können, ist die Gefahr einer zusätzlichen bakteriellen Belastung gegeben. Entsprechende Untersuchungen sollten deshalb mit durchgeführt werden.

### Überprüfung der Fußbodenkonstruktion auf Schimmelpilzwachstum

Oft liegt im Bodenbereich ein verdeckter mikrobieller Befall vor. In jedem Fall sollte zunächst der Aufbau des Fußbodens ermittelt werden. Handelt es sich um einen Steinholz- oder einen schwimmenden Estrich mit organischen Dämmstoffen (Mineralwoll-Dämmstoffe enthalten organische Bindemittel), sollten zunächst Proben des Materials mikrobiologisch untersucht werden.

### Bewertung von Schimmelpilzbefall in Fußbodenkonstruktionen

Ergibt die erste Überprüfung, dass ein mikrobieller Schaden vorliegt, sollte ein Fachmann hinzugezogen werden, damit Art und Ausmaß des Befalls festgestellt werden und auf der Grundlage dieser Daten mögliche Auswirkungen auf den hygienischen Zustand des Wohnraumes beurteilt werden können. Schimmelpilzbefall in Wohnräumen ist nicht tolerierbar (siehe Schimmelpilz- Leitfaden des Umweltbundesamtes). Im Sinne der gesundheitlichen Vorsorge ist sicherzustellen, dass von dem Schaden keine Beeinträchtigung für die Bewohnerschaft ausgeht. Dabei ist stets auch die Verhältnismäßigkeit der Maßnahmen zu berücksichtigen. Zur Abklärung des Umfangs erforderlicher Maßnahmen kann es sinnvoll sein, auch die Schimmelpilzkonzentration in der Luft und im sedimentierten Staub des Wohnbereichs zu bestimmen. Für die Bewertung der Ergebnisse können Referenzwerte aus dem Schimmelpilz-Leitfaden des Umweltbundesamtes herangezogen werden

## Schimmel in umbauten Räumen

Zur Dämmschichttrocknung sollte das „Schiebe-Zug-Verfahren“ mit HEPA-Filter eingesetzt werden. Dies Verfahren verhindert eine mikrobielle Belastung der Raumluft, erhöht die Trockenleistung und ist i.d.R. weitgehend Zerstörungsfrei.

# Schimmel in umbauten Räumen

## Sanierung von Schimmelpilzbefall

Welche Maßnahmen zur Sanierung eines mikrobiell kontaminierten Fußbodens zu treffen sind, kann nur im Einzelfall beurteilt werden. Bei einem großflächigen Befall der Dämmschicht in einem Wohnraum sind Beeinträchtigungen der Bewohnerschaft wie z. B. Gerüche und stoffliche Expositionen durch Desinfektion, Geruchsneutralisation und dauerelastische Versiegelung von Fugen nicht zu verhindern. In diesen Fällen kann ein Austausch von Teilen oder des gesamten Fußbodens erforderlich sein.

Bei mikrobiellen Kontaminationen im Bereich der Fußbodenkonstruktion handelt es sich vielfach um Schäden, die nach den Kriterien des Schimmelpilz-Leitfadens in die Kategorie III einzustufen sind. Die Arbeiten an diesem kontaminierten Bauteil sollten von Fachunternehmen und Personen mit entsprechender Sachkunde durchgeführt werden. Durch eine räumliche Trennung des Sanierungsbereiches ist sicherzustellen, dass kein schimmelpilzhaltiger Baustaub in angrenzende Wohnbereiche eindringt. Die Arbeiten sind unter Berücksichtigung arbeitsschutzrechtlicher Bestimmungen (BioStoffV, TRBA 400, TRGS 540, TRGS 907) durchzuführen.

## 5.4 Dämmschichten in Leitbaukonstruktionen (z.B. Dächern)



Bild: Brandhorst

In einem ersten Schritt sollte die Luftdichtheit mittels bauphysikalischer Messmethoden geprüft werden. Zur Überprüfung der Luftdichtheit der Gebäudehülle (gemäß DIN 4108-7) kann eine „Blower-Door-Messung“ durchgeführt werden. Dabei können die Leckagen und der Strömungsweg durch den Einsatz von Nebel geortet werden. In den Wintermonaten lassen sich Durchfeuchtungen der Wärmedämmung auch anhand einer Thermographie lokalisieren.

Wurden entsprechende Leckagen geortet, kann durch die mikrobiologische Untersuchung von Dämmstoffproben ermittelt werden, ob eine mikrobielle Kontamination vorliegt.

## Bewertung von Schimmelpilzbefall in Dämmschichten von Leichtbaukonstruktionen

Ergibt die erste Überprüfung, dass ein mikrobieller Schaden vorliegt, sollte ein Fachmann die Auswirkungen des Schadens auf die Innenraumluftqualität bewerten und die Frage klären, ob das Material ausgetauscht werden muss.

Zur Beurteilung möglicher Schimmelpilzeinträge bei wechselnden Windverhältnissen können Luftmessungen unter Simulation unterschiedlicher Druckverhältnisse am Gebäude durchgeführt werden.

## Sanierung von Schimmelpilzbefall

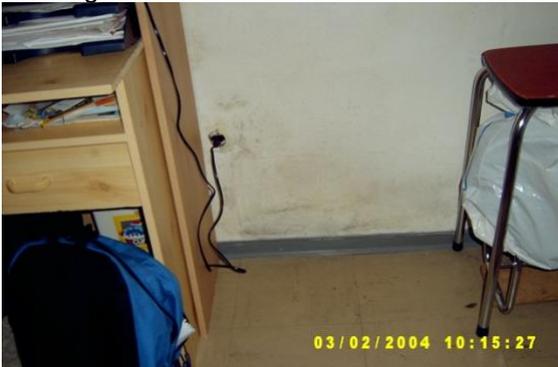
Welche Maßnahmen zur Sanierung einer mikrobiell kontaminierten Dämmschicht erforderlich sind, kann ein Sachverständiger nur im Einzelfall vor Ort beurteilen. Wichtig ist, dass die baulichen Mängel beseitigt werden, die für die Durchfeuchtung des Dämmstoffs verantwortlich sind. Bei einem großflächigen Befall der Dämmschicht kann ein Austausch von Teilen oder der gesamten Dämmschicht erforderlich sein. In diesem Fall sind die Arbeiten von Fachunternehmen oder Personen mit entsprechender Sachkunde durchzuführen. Sofern die Arbeiten im Innenbereich anfallen, ist der Arbeitsbereich räumlich so abzuschotten, dass kein schimmelpilzhaltiger Baustaub in angrenzende Wohnbereiche eindringt. Die Arbeiten sind unter Berücksichtigung arbeitsschutzrechtlicher Bestimmungen (BioStoffV, TRBA 400, TRGS 540, TRGS 907) vorzunehmen.

Achtung: Sollte Künstliche Mineralfaser älteren Datums vorhanden sein, muss diese unter Berücksichtigung der TRGS 521 ausgebaut werden.

# Schimmel in umbauten Räumen

## 5.5 Schimmel an Wandoberflächen

Auf Feuchteschäden an der Bausubstanz werden Mieterschaft und Eigentümer in der Regel dadurch aufmerksam, dass Schimmelpilzbefall an Wandflächen offen sichtbar wird. Neben den an Wandflächen sichtbaren Schäden treten aber auch verdeckte Schäden auf. Ursachen für verdeckte Schäden wurden in Zusammenhang mit Fußbodenkonstruktionen, Dachausbauten, Fassaden und Kellerwänden bereits aufgeführt. Bei sichtbaren Schäden lassen sich aus dem Schadensbild häufig schon erste Rückschlüsse auf mögliche Ursachen ziehen.



Schimmelpilz an Außenwand



Durchfeuchtung von Fugen im Außenbereich  
Fotos: Brandhorst

Ursachen für Schäden können undichte Kellerwände, Fassaden und Dächer sowie Leitungsschäden und nutzungsbedingte Wasserschäden sein. Bei Leitungsschäden und nutzungsbedingten Wassereinträgen treten die Schäden nur dann auf, wenn die



Wassereinträge über längere Zeit unerkannt blieben oder wenn nicht kurzfristig nach einem Wasserschaden die erforderlichen Trocknungsmaßnahmen eingeleitet wurden.

*großflächig Pilz auf und hinter Vinyl-Tapeten*  
Foto: Brandhorst

Schimmelpilzbefall auf der Rückseite von Vinyl- oder Dämmtapeten sind oft zu finden. Die Ursache ist das Anbringen einer Oberflächenbeschichtung mit diffusionsbremsender Wirkung auf einer nicht ausreichend trockenen oder zu kalten Wand.

Viele Schäden entstehen durch Kondensation von Feuchtigkeit an den Oberflächen durch mangelhafte Lüftung oder Beheizung. Die Schäden treten bevorzugt an Wandbereichen auf, in denen die Wärme stärker abfließt als in benachbarten Zonen. Diese Bereiche werden als Wärmebrücken bezeichnet. Typische Schadensstellen im Gebäudebestand sind Raumkanten und -ecken im Bereich ungedämmter Außenwände sowie Fensterstürze und -leibungen. Das Schadensbild kann auch auftreten, wenn Möbel dicht vor einer ungedämmten Außenwand aufgestellt werden und dadurch die Wärmestrahlung aus dem Raum abgeschirmt und die Luftzirkulation an der Wandfläche behindert oder unterbunden wird. Es kommt zu einer Abkühlung der Wandfläche und zu einem Anstieg der relativen Luftfeuchte in dieser Raumzone.



*Geometrische Wärmebrücke, gepaart mit einer Stoffbezogenen mit der Folge erhöhtem Temperaturabfluss, niedrigen Oberflächen, Kondensat und letztendlich Schimmel; Foto: Brandhorst*

Es ist nicht erforderlich, dass an einer Wandoberfläche Tauwasser ausfällt, damit es zu einem Schimmelpilzschaden kommen kann. Schimmelpilzwachstum kann schon beginnen, wenn die relative Luftfeuchte auf einer Oberfläche über eine längere Zeit auf Werte über 80 % relative Feuchte ansteigt. Dieses wird in der DIN 4108-2 „Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden, Teil 2:

# Schimmel in umbauten Räumen

Mindestanforderungen an den Wärmeschutz“ berücksichtigt. Dazu wurde der Temperaturfaktor  $f_{Rsi}$  eingeführt. Dieser Temperaturfaktor kann nach Messung der raumseitigen Oberflächentemperatur, der Innenlufttemperatur und der Außenlufttemperatur berechnet werden (siehe auch DIN EN ISO 10211-2). Die Mindestanforderungen an den baulichen Wärmeschutz sind gemäß DIN 4108-2 erfüllt, wenn der Temperaturfaktor  $f_{Rsi} > 0,70$  ist. (Anders ausgedrückt muss es an der Innenseite der Außenbauteile, am schlechtesten Bauteil, bei 20° Innenraumtemperatur, 50% r.F und -5° Außentemperatur mind. 12,6° warm sein. Dies kann man recht einfach berechnen.) Der Temperaturfaktor definiert die derzeit geltenden Mindestanforderungen für den baulichen Wärmeschutz. Manchmal können im Einzelfall aber auch Schäden dann auftreten, wenn der Temperaturfaktor  $f_{Rsi} > 0,70$  eingehalten wird. Dies kann ein Hinweis auf ungewöhnliche – von üblichen Nutzungsbedingungen deutlich abweichende – Feuchtelasten sein.

## Feststellung von Art und Ausmaß des Befalls

Neben dem sichtbaren Schimmelpilzbefall können zusätzlich auch verdeckte Bauteile betroffen sein. Dazu ist die Ursache der Schimmelpilzbildung im konkreten Fall festzustellen.

Bei größeren sichtbaren Befallsflächen (z. B. flächige Ausdehnung über 0,5 m<sup>2</sup>) ist es empfehlenswert, einen Fachmann hinzuzuziehen, damit Art und Größe des Schimmelpilzbefalls sowie die Frage nach kurzfristigen Maßnahmen und der Nutzbarkeit eines Raumes verbindlich abgeklärt werden können.

## Bewertung von Schimmelpilzbefall an Wandflächen

Wenn Art und Ausmaß einer Schimmelpilzbildung zur Einstufung des Befalls in die Kategorie 2 oder 3 gemäß der Kriterien des Schimmelpilzleitfadens führen, sind eventuell kurzfristige Maßnahmen nötig, um den Raum wieder nutzbar zu machen, bis die Ursachen festgestellt und behoben sind. Dabei kann es im Einzelfall sinnvoll sein, zur Beurteilung der Exposition die Raumluft und den Hausstaub zu untersuchen. Eine bloße Abtötung der Schimmelpilze reicht auch als kurzfristige Maßnahme nicht aus, da auch von abgetöteten Schimmelpilzen allergische oder reizende Wirkungen ausgehen können. Die befallenen Flächen sind übergangsweise so abzuschotten oder abzudecken, dass möglichst

keine Sporen in den Nutzungsbereich freigesetzt werden. Es ist darauf zu achten, dass die Austrocknung eines Bauteils durch die Abschottung nicht verzögert oder verhindert wird.

## Sanierung von Schimmelpilzbefall an Wandflächen

Bei einer Sanierung von Schimmelpilzbefall an Innenwandflächen sind die befallenen Materialien vollständig zu entfernen. Je nach der Eindringtiefe eines Befalls reicht es aus, an betroffenen Flächen die Tapeten und/oder andere kontaminierte Wandbekleidungen zu entfernen. Bei oberflächlichem Befall an einem Putz kann dieser entsprechend der Eindringtiefe abgeschliffen werden (nur Geräte mit integrierter Absaugung und HEPA-Filter verwenden). Bei Eindringtiefen von mehr als 0,5 cm empfiehlt es sich, den Putz im Bereich der Befallsstellen zu ersetzen. Die Arbeiten sind von Fachunternehmen und Personen mit entsprechender Sachkunde durchzuführen. Der Arbeitsbereich ist räumlich so abzuschotten, dass kein schimmelpilzhaltiger Baustaub in angrenzende Nutzungsbereiche eingetragen wird. Bei den Arbeiten sind arbeitsschutzrechtliche Bestimmungen (BioStoffV, TRBA 400, TRBA 500, TRGS 540, TRGS 907) zu beachten.

## 5.6 Gefährdungsbeurteilung

Schimmelpilzwachstum in Gebäuden setzt eine erhöhte Feuchtigkeit voraus. Mit Schimmelpilzen kontaminierte Bauteile sind überall dort zu erwarten, wo in der Vergangenheit durch bauliche Ursachen oder durch falsches Nutzerverhalten in Intervallen oder über längere Zeiträume Feuchtigkeit angefallen ist. Die wichtigsten Ursachen sind:

- Eindringen von Wasser durch die Gebäudehülle (Dach, Außenwände, Keller)
- Wärmebrücken
- Luftundichtigkeiten (Leichtbaukonstruktion)
- Einschluss von Feuchtigkeit hinter diffusionsdichten Bauteilen
- Leckagen an wasserführenden Leitungen
- Nutzungsbedingte Feuchtigkeit in Kombination mit einer unzureichenden Lüftung.

Feuchteschäden führen nicht immer zu einem Schimmelpilzbefall. Neben der Feuchtigkeit muss stets eine geeignete Nährstoffquelle vorhanden sein. Dabei benötigen Schimmelpilze organische Materialien wie z. B. Holz, Tapete, Dämmstoffe und Textilien aus pflanzlichen Fasern (z.B. Baumwolle) und Leder – aber auch „nur“ Staub. Darüber hinaus können auch organische Bestandteile von

# Schimmel in umbauten Räumen

Farben, Kunststoffen oder Putzen eine geeignete Nährstoffquelle sein. Sofern eine oder mehrere der oben aufgeführten Ursachen für Feuchtigkeit gegeben sind und zudem die betroffenen Bauteile eine Nährstoffquelle für Mikroorganismen sind, sollte ein Schimmelpilzbefall geprüft werden.

## Hinweis:

An bereits durch Feuchtigkeit und Schimmelpilzbefall vorgeschädigten und nicht fachgerecht sanierten Bauteilen kann bei einem erneuten Wasserschaden oder bei günstigen klimatischen Bedingungen (> 80 % RH) innerhalb weniger Tage massives Schimmelpilzwachstum auftreten.

## Gesundheitsrisiken

Der Mensch ist an das Vorkommen von Schimmelpilzen in seiner Umgebung angepasst. Wenn Personen jedoch Schimmelpilzbelastungen ausgesetzt sind, die in Hinblick auf Zahl und Zusammensetzung der Pilzarten deutlich von „normalen“ Hintergrundbelastungen abweichen, können Gesundheitsstörungen auftreten. Schimmelpilze können folgende Wirkungen hervorrufen:

- Infektionen
- Allergien
- Toxische Reaktionen

Schimmelpilze, die Infektionen auslösen können, sind in unserer natürlichen Umwelt und an kontaminierter Bausubstanz selten. Gesunde Menschen können dieses Risiko vernachlässigen, für Patienten mit einer Immunschwäche ist jedoch Vorsicht geboten.

Von größerer Bedeutung ist die allergene Wirkung von Schimmelpilzen. Die Sporen von Schimmelpilzen werden über den Atemtrakt aufgenommen und können bei sensibilisierten Personen spezifische Atemwegserkrankungen, wie z. B. allergische Bronchitis und allergisches Asthma hervorrufen.

Darüber hinaus können verschiedene Schimmelpilzarten Pilzgifte, so genannte Mykotoxine, bilden.

Es kann derzeit jedoch nicht beurteilt werden, ob Mykotoxinbelastungen in Innenräumen auftreten und welche Gesundheitsrisiken damit verbunden sind.

## Gefährdungsbeurteilung

Zur Beurteilung von Schimmelpilzbefall in Innenräumen führt das Umweltbundesamt (UBA) in dem 2017 veröffentlichten Leitfaden zur Vorbeugung, Untersuchung, Bewertung und Sanierung von Schimmelpilzwachstum in Innenräumen (Schimmelpilz-Leitfaden) aus: „Da aus epidemiologischen Studien eindeutig

hervorgeht, dass mit Feuchteschäden und Schimmelpilzwachstum im Innenraum gesundheitliche Beeinträchtigungen einhergehen können, sollte Schimmelpilzwachstum im Innenraum als hygienisches Problem angesehen und nicht hingegenommen werden (Seite 111). Es sollte auch in diesem Bereich das Vorsorgeprinzip Anwendung finden, nach dem Belastungen zu minimieren sind (Minimierungsgebot), bevor es zu Erkrankungen kommt.“

Schimmelpilzbefall an Oberflächen von Innenräumen führt in aller Regel zu einer messbaren Schimmelpilzbelastung, die sich in der Schimmelpilzkonzentration in der Innenraumluft widerspiegelt.

Zur Bewertung kultivierbarer Schimmelpilze in Luftproben kann die in der Anlage abgedruckten Tabellen aufgeführte Bewertungshilfen aus dem Schimmelpilz-Leitfaden des UBA herangezogen werden.

# Schimmel in umbauten Räumen

## 6. Mensch und Schimmelpilz

(S. Fahling)

### 6.1 Geschichte, Definition

Der Schimmel war den Germanen schon zu Zeiten der Völkerwanderung bekannt. Die gleiche Bedeutung für ein weißes Pferd hat sich als eine neuhochdeutsche Schöpfung entpuppt.



Im 14. Jahrhundert wurde ein weißes Pferd als "scymelinghe perd" oder "schemeliges perd" bezeichnet und im Laufe der sprachlichen Entwicklung

entstand die Bezeichnung „Schimmel“. Es kann demzufolge als erwiesen angesehen werden, dass das Wort "Schimmel" ursprünglich nicht für ein stolzes, weißes Ross, sondern für den unbeliebten pelzigen Belag aus Pilzen verwendet wurde (ROTH et al., 1990).

Es existiert keine eigene Gruppe der Schimmelpilze in der wissenschaftlichen Systematik. Delitsch (1943) hat eine ungefähre Zuordnung zu definieren versucht: „Demnach können Pilze zu den Schimmelpilzen gezählt werden, wenn sie folgende gemeinsame Merkmale besitzen:

- Ihr Lebensraum ist der Boden oder allenfalls konzentrierte Nährlösungen (es sind keine ausgesprochenen Wasserpilze);
- Sie können *saprophytisch* leben, gewinnen also ihre Nährstoffe aus abgestorbenen organischen Substanzen, die sie dadurch zersetzen;
- Sie bilden ein typisches *Myzel*. Hierin unterscheiden sie sich von den Hefen, die durch Sprossung lockere Zellverbände, jedoch kein echtes Myzel bilden;
- Sie vermehren sich überwiegend ungeschlechtlich durch Sporen (*Sporangiosporen* oder *Konidien*);
- Wenn sie überhaupt sexuelle Fortpflanzungsorgane bilden, dann sind sie sehr klein.

Nach dieser Definition kann man fast alle imperfekten Pilze in diese Kategorie einordnen, viele Schlauchpilze, einige Ständer- und Brandpilze" (REISS, 1986). Die kleinen Bewohner unseres Planeten sind bedeutende Verderber von Lebensmitteln. 5 % der Ernten zwischen Feld und Teller gehen bei uns durch Schimmelpilze in einem Jahr zugrunde - in den tropischen Ländern beträgt der Verlust bis zu 30 %. Außerdem können ca. 200 Arten Giftstoffe (Mykotoxine) bilden (ROTH et al., 1990).

### 6.2. Wer oder was ist der Pilz?

Experten schätzen, dass etwa 100 Pilzarten im menschlichen Organismus wachsen und ihm schaden können. Ein Pilz gilt dann als schädlich, wenn er in der Lage ist, im menschlichen Körper dauerhaft zu überleben und sich von ihm zu ernähren. Mediziner nennen krank machende Pilze *pathogen*.

Wollen sich Pilze auf Dauer einnisten, müssen sie sich an den Körperzellen des Wirts festhalten können. Dafür sind pathogene Pilze mit chemischen Substanzen ausgestattet, mit denen sie an Hautzellen regelrecht „andocken“ können. Ist diese Verbindung einmal geschlossen, hält sie so fest wie ein Patentkleber. Auch heftige mechanische Reibung kann den Pilz dann nicht mehr völlig entfernen.

Einige Pilze sind sogar in der Lage, mittels chemischer Substanzen Hautzellen aufzulösen und durch sie hindurch zu wachsen. Das geschieht u. a. im Darm, wenn die Hefen nicht genügend Nahrung erhalten. Auf der Suche nach Verwertbarem bohren sie sich durch die Darmwand bis in die Blutgefäße. Diese zapfen sie an und ernähren sich von dem im Blut gelösten Zucker. Doch auch ein Pilz, der sich noch so gut in der Darmschleimhaut festhält, kommt gegen eine gut funktionierende körpereigene Abwehr nicht an. Deshalb haben einige krank machende Pilze die Fähigkeit entwickelt, die Abwehrkräfte der Hautoberfläche zu blockieren. Sie können die für die Abwehr an der Darmschleimhaut zuständigen *Immunglobuline* vom Typ A - kurz IGA - chemisch aufspalten.

Krank machende Pilze haben noch einen weiteren Trick, der körpereigenen Abwehr zu entgehen. Sie können sich so tarnen, dass das Immunsystem sie für körpereigene Zellen hält und in Ruhe lässt. Das Abwehrsystem erkennt körperfremde Stoffe normalerweise an ihrer Oberflächenstruktur. Einige Pilze können dieses Aussehen nachahmen und so der Abwehr entgehen.

Um die Übersicht über die krank machenden Pilze zu erleichtern, teilen Mikrobiologen Pilze in drei verschiedene Gruppen ein: Hefen, Schimmelpilze und die so genannten *Dermatophyten*. Pilze aus jeder Gruppe können dem Menschen schaden und verschiedenartige Beschwerden auslösen.

# Schimmel in umbauten Räumen

## Hefen

Hefen sind die häufigsten Verursacher von Krankheiten. Nicht jeder Pilz ist eine Hefe, aber jede Hefe ist ein Pilz. Mikrobiologen nennen diesen Pilz *Candida*. Die meisten Infektionen verursacht *Candida albicans*, wörtlich übersetzt „weiße Hefe“. Sie ist auch bei den Ärzten am bekanntesten.

Viele Mediziner sagen kurz „Candida“, wenn sie *Candida albicans* meinen. Doch es gibt mehrere pathogene *Candida*-Arten. Diese Unterscheidung ist wegen der Behandlung wichtig. Denn die schädlichen Hefen *Candida krusei* und *Candida glabrata* können den heute gängigen Antipilzmedikamenten länger widerstehen, ohne ganz zu verschwinden. Deshalb richtet sich die Behandlungsdauer u. a. nach der festgestellten Pilzart.

## Schimmelpilze

Bei Schimmelpilzen gibt es neben unschädlichen Arten wie den Edelschimmel im Käse andere, die krank machen (können). Zu ihnen gehört beispielsweise *Aspergillus niger* - der „schwarze“ Schimmel. Er wächst gerne an feuchtem Mauerwerk und hinterlässt dort charakteristische schwarze Flecken. Der schwarze Schimmel produziert zur Fortpflanzung reichlich Sporen, die selbst unter für sie ungünstigen Bedingungen überdauern. Auch nach vielen Jahren wächst aus ihnen wieder ein neuer Pilz.

Schwirren viele Schimmelpilzsporen durch die Luft, geraten sie beim Einatmen in die Lunge. Eine solche Infektion kann schwere Krankheiten hervorrufen. Ein bekanntes Beispiel ist der „Fluch des Pharaos“ Tutanchamun:



Bei der Entdeckung seines Grabes 1922 starben 27 Menschen, die die Pyramide betraten, an einer geheimnisvollen Lungenkrankheit. Als erster erlag ihr der Ägyptenforscher Lord Carnavon. Heute weiß man, dass er sich beim Betreten der Grabkammer mit immensen Sporenmengen

eines Schimmelpilzes infiziert haben muss, der sich in seiner Lunge einnistete und diese zerstörte. Ganz so zufällig scheinen die Todesfälle jedoch nicht zu sein. Forschungen weisen darauf hin, dass die alten Ägypter Schimmelpilze ganz bewusst als biologische Waffe eingesetzt haben. So fanden Wissenschaftler Gefäße, auf denen die Schimmelpilze wahrscheinlich gezielt angezüchtet wurden - um den ersten zu töten, der die Grabkammer unbefugt betritt.

Für so gefährliche Pilzinfektionen der Atemwege kommen neben *Aspergillus niger* auch andere Schimmelpilze wie *Aspergillus flavus* und *A. fumigatus* infrage.

Als letzte Gruppe der krankmachenden Pilze treiben die so genannten *Dermatophyten* vor allem auf der menschlichen Haut ihr Unwesen (auch auf Hand- und Fußnägeln). Manche hinterlassen nur rötliche Flecken, andere wiederum können zu schmerzhaften Hautschäden führen. Früher nahm man an, diese Pilze würden sich nur von abgestorbenen Hautschüppchen ernähren. Doch hat es sich gezeigt, dass ein Dermatophyt die Haut mit seinem Pilzgeflecht regelrecht durchzieht. Sein Wachstum zerstört die Haut, weil er sich auch von noch lebenden Zellen ernährt. Lästig sind diese Infektionen, aber nicht lebensgefährlich.

## 6.3. Allgemeine Charakteristik von Schimmelpilzen

Aufgrund der dicken Zellwände aus Chitin sind Schimmelpilzsporen sehr widerstandsfähig gegen Austrocknung. In diese Zellwände sind bei vielen Schimmelpilzarten Melanine eingelagert, die die Sporen vor Schäden durch UV-Licht schützen. Daher können Schimmelpilzsporen lange Trockenheit überdauern und über große Distanzen durch die Luft verbreitet werden.

Außerdem sind einige Schimmelpilzsporen sehr hitzeresistent.

Bei einigen Schimmelpilzgattungen wie z.B. *Penicillium* und *Aspergillus* besitzen die Sporen zudem hydrophobe (wasserabweisende) Eigenschaften.

Die Verbreitung von Schimmelpilzen in der Luft kann durch einzelne Sporen, Aggregate von Sporen, Hyphenbruchstücke und seltene Einzelzellen erfolgen, die sowohl frei, als auch an Staubpartikel gebunden bzw. in Tröpfchen suspendiert sein können.

# Schimmel in umbauten Räumen

Sporendurchmesser variieren von Art zu Art.

Die Angaben zu den relevanten Zellbestandteilen und Stoffwechselprodukten wie z. B. Glukane, Ergosterol, Allergene, Toxine bzw. MVOC können bezüglich der Einschätzung, ob bei speziellen Schimmelpilzen ein biochemischer Nachweis möglich ist, hilfreich sein.

Mit Hilfe der Angaben zu Flugfähigkeit kann die Relevanz des Nachweises einzelner Sporen in der Luft abgeschätzt werden. So ist z. B. der Nachweis einzelner Sporen von *Penicillium expansum* ganz anders zu bewerten als der Nachweis einzelner *Stachybotrys*-Sporen. P. ex. setzt bei der Sporulation eine Vielzahl von Sporen frei, die trocken und gut flugfähig sind und sich in der Regel als Einzelsporen oder kleine Sporenaggregate in der Luft bewegen.

Sporen in der Luft keimen aus, wenn sie auf gute Lebensbedingungen stoßen. Dazu gehören erhöhte Feuchtigkeit und ein Material, auf dem der Pilz wachsen kann - z.B. Holz, Gips, Mauerwerk, verschiedene Dämmstoffe, Spanplatten, Textilien, Leder, Papier, Tapeten, Bodenbeläge usw. - sogar auf Kunststoffen wachsen einige Schimmelpilzsorten recht gut. Erste sichtbare Anzeichen einer Besiedelung sind z.B. die bekannten Stockflecken.

Die Nahrung des Schimmelpilzes besteht in erster Linie aus Maltose und Glucose, aber einige Arten bauen auch Lignin oder Cellulose ab.

Gute Wachstumsbedingungen sind z.B. bei Temperaturen bis 40°C vorhanden, wobei einige Arten sogar erheblich höhere Temperaturen vertragen.

Zum Wachstum von Schimmelpilzen gehört in der Regel eine relative Luftfeuchtigkeit von ca. 80% oder ein Wasseraktivitätswert von 0,8 im bzw. auf dem befallenen Material.

Sporen der Aspergillus- u. Penicilliumarten bleiben jedoch über Jahre hinweg lebensfähig, selbst dann, wenn die oben beschriebenen Grundlagen nicht vorhanden sind.

## 6.4 Das Gift der Schimmelpilze

Sog. Sekundärmetabolite üben unterschiedliche Einflüsse auf den toxinbildenden Schimmelpilz aus. Sie können auf

die eigene Entwicklung hemmend wirken (manchmal sogar selbstmörderisch), oder sie haben für den Organismus, der sie produziert, eine geringe unmittelbare Bedeutung.

In den letzten 55 Jahren entdeckte man ca. 1000 Pilz-*metabolite*, die eine antibiotische oder toxische Wirkung besitzen. In diesem Zusammenhang wurden viele ungewöhnliche chemische Strukturen, Biosynthesewege und Wirkungsmechanismen entsleiert. Oft werden bei der Identifizierung und Charakterisierung einer "biologisch aktiven" Substanz eine Reihe verwandter Stoffe gefunden, welche in der Regel "inaktiv" sind. Die Endprodukte des Sekundärstoffwechsels kann man grob in drei Kategorien einteilen. Diese wären zum einen **Antibiotika** und zum anderen **Farbstoffe** und **Mykotoxine**. Jede Kategorie enthält chemisch heterogene Elemente. Eine eindeutige Trennung zwischen den einzelnen Kategorien kann nicht vorgenommen werden, da viele Stoffe zwei oder drei Kategorien zuzuordnen sind (z.B. gefärbte Mykotoxine oder antibiotisch wirksame, giftige Farbstoffe)

Pilzgifte sind für Mensch und Tier giftige Substanzen. Der Begriff umfasst die Stoffe, welche in Fruchtkörpern von „Echten“ Pilzen (Speisepilze, Giftpilze) gebildet werden, wie auch die Ausscheidungsprodukte niederer Pilze. Heute sind bereits über 300 Arten von Mykotoxinen bekannt, die, von niederen Pilzen (auch als Schimmelpilze bezeichnet) gebildet werden. Diese Sekundärmetabolite gehören zu rund 25 Strukturtypen organischer Verbindungen. Desweiteren sind die meisten hitzestabil sowie unpolar (Dörfel, 1989). Gewöhnlich sind es niedermolekulare, aromatische und selten aliphatische Verbindungen, die aber nicht als Antigen wirken. Trotz der verschiedenen Strukturen der Stoffe, teilt man diese in zwei Gruppen auf:

1. Die sog. *Endotoxine*. Diese werden nach der Bildung im Myzel gelagert.

2. Die sog. *Ektotoxine*. Im Gegensatz zu den Endotoxinen werden sie nach der Bildung ins umgebene Medium abgegeben.

Lebensmittel, die von ektotoxinbildenden Schimmelpilzen befallen sind, können auch dann Mykotoxikosen auslösen, wenn der „Missetäter“ entfernt worden ist. Aus diesem Grund muss ein mit Schimmelpilz verdorbenes Lebensmittel vollständig vernichtet werden und

# Schimmel in umbauten Räumen

wird laut LMBG (Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetz) §17 als nicht verkehrsfähig eingestuft.

Die Biosynthese der Mykotoxine ist die Folge eines luxurierenden Metabolismus, d.h. die Giftstoffe werden nur bei reichlichem Angebot an Nährstoffen z. B. im Erdboden gebildet. Nährstoffreiche Substrate, Futter- und Lebensmittel bieten ideale Voraussetzungen für die Bildung von Toxinen.

Nicht nur Nährstoffe regen den Pilz an, Toxine zu bilden, der Wassergehalt des Nährbodens sollte auch im optimalen Bereich sein. Die meisten Vertreter können bei einem niedrigen W-Wert existieren, aber für die Mykotoxinproduktion benötigen sie mehr freies Wasser - nur feuchtes Schnittbrot schimmelt, Knäckebrot aber nicht. Eine weitere Bedingung für die Synthese ist der Abschluss der Wachstumsphase (Produktion von Biomasse) (ROTH et al., 1990).

## 7. Gesundheitliche Auswirkungen von Pilzen (S. Fahling)

*„Jährlich sterben mehr Menschen an Schimmelpilzkrankungen, verursacht durch Pilze im Mauerwerk als im Straßenverkehr (von 1995 – 2000 : mehr als 10.000 Menschen jährlich; die Dunkelziffer liegt bei ca. dem 4 fachen !). Besonders gefährdet sind Kinder und ältere Menschen, da ihr Immunsystem besonders anfällig ist. Schimmelpilzkrankungen werden meist spät oder oftmals überhaupt nicht erkannt und diagnostiziert.“*  
*Veröffentlicht durch Stern TV im März 1995 und Schreinemakers live im Oktober 1997*

### 7.1. Was sind Mykotoxine?

Eine Pilzkrankung kann gravierende Auswirkungen auf den menschlichen Körper haben. Haben sie einmal im Organismus Fuß gefasst, verteidigen Pilze ihren Aufenthaltsort hartnäckig und können dem Körper auf vielfältige Weise schaden: Zum einen entziehen sie z.B. dem Nahrungsbrei im Darm wichtige Substanzen, die der Organismus selber bräuchte. Zum anderen sichern sie ihren Aufenthaltsort, indem sie mit toxischen Stoffwechselprodukten die Immunabwehr des Körpers schwächen. Das nützt auf Dauer auch anderen Krankheitserregern wie Viren und Bakterien. Oftmals stellen Pilze die Vorhut einer

regelrechten Invasion von Erregern und Parasiten dar, denen die Immunabwehr - einmal überrannt - nicht mehr viel entgegensetzen kann. Jeder Pilzbefall stellt einen gravierenden Eingriff in den Körperhaushalt dar, der Spuren hinterlässt. Krank machende Pilze können dem Organismus ihres Wirts erheblich schaden. Die wenigsten bringen jedoch tödliche Gefahren mit sich, denn davon hätte der Schmarotzer nichts. Schließlich möchte er sich möglichst lange von seinem unfreiwilligen Gastgeber ernähren.

Schädlicher als die fehlenden Nährstoffe sind aber die Stoffwechselprodukte der Pilze für den menschlichen Körper. Davon produzieren pathogene Pilze reichlich; der Grund: Sie wollen sich unliebsame Konkurrenz wie Bakterien vom Leib halten. Zudem schwächen sie das Abwehrsystem ihres „Wirts“, um nicht ständig von ihm attackiert zu werden. Das erreichen die Pilze mit hochwirksamen Giften. Diese Gifte sind die bereits erwähnten Mykotoxine. Die chemische Struktur von Mykotoxinen ist so unterschiedlich wie ihre Wirkungsweise. Einige reizen die Haut oder Organe nur leicht, andere rufen schon in winzigen Mengen Krebs hervor. Eines der bekanntesten Mykotoxine ist das so genannte Aflatoxin, das Schimmelpilze bilden. Es kann schon in winzigen Mengen Leberkrebs hervorrufen. Neben dem Aflatoxin gibt es noch über 400 andere Pilzgifte, die von vielen verschiedenen Pilzarten gebildet werden können.

In den meisten Fällen stecken Mykotoxine unbemerkt in Lebensmitteln, feuchten Bauteilen, Textilien etc. Besonders problematisch sind jedoch Gifte, wenn sie von Pilzen gebildet werden, die im menschlichen Körper wachsen. Langfristig bewirkt das, dass der Organismus sich nicht mehr gegen Angriffe auf das Immunsystem wehren kann. So fanden japanische Forscher heraus, dass z.B. Candidoxin den Körper daran hindert, spezielle Immunzellen herzustellen. Diese sog. T-Lymphozyten können z.B. Hefen kaum mehr etwas anhaben. Auf diese Weise legen die Hefen die Abwehr lahm und geben damit allen weiteren unerwünschten Eindringlingen wie Bakterien, Viren etc. ein leichtes Spiel, die dann ihrerseits Krankheiten, Allergien etc. hervorrufen.

Studien haben gezeigt, dass sich Allergien und auch Krankheiten wie Neuodermatitis bessern, wenn der Patient außerdem gegen Pilzbefall behandelt wird.

Schimmelpilze können sich demnach auf verschiedene Weise gesundheitlich auswirken:

# Schimmel in umbauten Räumen

## Allergene Wirkung

Der Zusammenhang zwischen Dosis und Wirkung ist in diesem Fall sehr komplex. Er hängt u. a. von der individuellen Prädisposition ab, sowie vom allergenen Potential der Schimmelpilzsporen. Das Auftreten allergischer Reaktionen richtet sich nach dem Grad der Sensibilisierung, der Membranfunktion von Haut und Schleimhäuten und der Allergendosis pro Fläche. Mittels der heutigen Nachweisverfahren wurde bei etwa 5% der Bevölkerung der Bundesrepublik eine Sensibilisierung gegen Schimmelpilze nachgewiesen - mit steigender Tendenz.

## Toxische Wirkung

Die Stoffwechselprodukte von Schimmelpilzen (s. Mykotoxine), sowie ihre Zellwandbestandteile (*Glukane*) wirken toxisch. Auch die Freisetzung von Interleukinen und sonstigen Entzündungsmediatoren in Haut und Schleimhäuten ist bei Schimmelpilzbefall als immuntoxische Wirkung zu sehen.

## Infektiöse Wirkung:

Die infektiöse Wirkung spielt vor allem bei Immungeschwächten Menschen eine Rolle.

## Geruchsbelästigung

Sie kann die Lebensqualität beträchtlich beeinflussen. Gerüche können außer von Schimmelpilzen auch von Bakterien oder VOC-Emittenten verursacht werden.

## 7.2. Mögliche Infektionsquellen

Eine alltägliche, typische Infektionsquelle für Schimmelpilze ist die Biomülltonne, die sich mit wachsendem Umweltbewusstsein steigender Beliebtheit erfreut. Die Speisereste sind ein idealer Nährboden für Pilze, besonders wenn die Tonne warm steht und selten geleert wird. Mit dem Öffnen des Deckels entsteht ein Luftwirbel, der dem Umweltfreund eine große Menge an Schimmelpilzsporen - meist *Aspergillus fumigatus* - entgegenschleudert.

Sehr gefährdet sind beispielsweise Menschen mit Asthma oder Bronchitis, da sich die Pilzsporen in ihren geschwächten Lungen besonders gut festsetzen können.

Ein Dauerbombardement erträgt aber auch eine gesunde Lunge nur schwer.

Ebenso gibt es Tiere, die (eher bei Hefen) als Überträger fungieren, Übertragungen „von Mensch zu Mensch“ und, in der freien Natur, in Wohn- und Kellerräumen, durch die Luft.

Pilze als Krankheitserreger wurden bereits Ende des 19. Jhdt. gefunden, doch erst in den letzten Jahren wurde ihre Bedeutung als Infektionskeime schwerer und tödlicher Krankheiten in der allgemeinen Medizin erforscht.

Pilze sind „Pflanzen“, denen das Chlorophyll fehlt. Folglich können sie den für Wachstum und Vermehrung notwendigen Kohlenstoff nicht selbst aufbauen.

Als Ersatz hat die Natur sie mit Verdauungsfermenten ausgerüstet, mit denen sie Materialien und Lebewesen ihrer Umgebung auflösen können. Dadurch sind sie in der Natur von unverzichtbarem Nutzen.

Jährlich setzen sie abgestorbene Zellen und Körper um, und es wird Kompost daraus. Jedoch greifen sie mit ihren Enzymen auch Menschen und Tiere an.

Den sichersten Schutz gegen ihre Verdauungsenzyme, für den Menschen u. U. hochgiftig, bietet das Immunsystem. Der gesunde menschliche Körper verfügt im Ernstfall über ausreichende Entgiftungssysteme und genügend Abwehrzellen, **solange er nicht mit Pilzen oder Pilzgiften aus der Umwelt überbelastet wird.**

Da stellt sich die Frage:

Wie viel Pilzgift kann der gesunde Mensch ertragen?

Was heißt „gesund“?

Sich vor Krankheit zu schützen, also auch vor Schädigung durch Bakterien und Pilze, bedeutet:

- Die körpereigene Immunabwehr nicht schädigen, sondern pflegen
- Pilze aus Wohn- und Arbeitsräumen fernhalten
- Die Aufnahme neuer Krankheitskeime vermeiden

## 7.3. Unser Körper - ein Paradies für Pilze

Schmarotzende Pilze mögen es gerne warm und feucht, regelmäßige Fütterungen schätzen sie ebenfalls sehr. Diese Bedingungen finden sie im menschlichen Körper und können sich daher leicht ausbreiten und vermehren. Die verschiedenen Pilzarten haben zwar

# Schimmel in umbauten Räumen

unterschiedliche „Lieblingsplätze“ wie Atemwege, Darm, Haut, Haare, Nägel, Harnwege, aber in der Regel breiten sie sich schnell über den gesamten Organismus aus.

## Der Darm

Schädliche Hefen z. B. benötigen keinen Sauerstoff zum Leben. Ihr idealer Aufenthaltsort ist daher der Darm. Wie in einem Selbstbedienungsrestaurant schwimmen sie in einem nie versiegenden Nahrungsbrei. Unter optimalen Bedingungen kann sich die Anzahl der Pilze im Darm innerhalb von 20 Minuten verdoppeln. Bevor der Mensch wichtige Nährstoffe aufnehmen kann, bedienen sich die Pilze. Das gilt in erster Linie für Zucker und Kohlenhydrate, aber auch für einen so wichtigen Mineralstoff wie Kalzium, das der Pilz für seinen Zellaufbau benötigt.

Der Mensch als unfreiwilliger Gastgeber bekommt von diesen Nährstoffen nur, was übrig bleibt. Die unregelmäßige Oberfläche des Darmes mit ihren vielen kleinen Ausstülpungen und Zotten bietet den Pilzen ideale Verstecke. Von dort aus können sie den ganzen Körper besiedeln.

Ist die körpereigene Abwehr nicht intakt, können sie von dort in die feinen Blutäderchen gelangen, die den Darm durchziehen- und kommen so über die Blutbahn in den ganzen Körper und alle Organe.

## Harn- und Atemwege

Ein funktionierendes Abwehrsystem schränkt die Ausbreitung ein und tötet viele Pilzzellen ab, bevor sie weiteren Schaden anrichten können. Sind aber zu viele Pilze im Körper unterwegs, bzw. **ist der menschliche Körper einer ständigen Pilzbelastung ausgesetzt**, können sich einige Exemplare auch in anderen Organen niederlassen. Gerne besiedeln sie dann beispielsweise die Blase, die Nieren, die Geschlechtsorgane, die Herzklappen oder die Atemwege. Besonders gerne überziehen sie die Bronchien mit ihrem Pilzgeflecht, da sie Sauerstoff zum Leben verwenden können.

*„Jede 3. Wohnung in Deutschland ist wegen Schimmelpilzbefall nach Gesundheitsmaßstäben nicht mehr bewohnbar! (ÖkoTest, nach Untersuchungen)“*

## 7.4. Welche Krankheitsbilder und Symptome gibt es?

Viel Menschen fühlen sich unwohl oder krank, ohne dass Ärzte ihnen eine klare Diagnose für ihre Symptome stellen könnten. Gerade bei Pilzkrankungen haben Ärzte und Patienten es schwer, denn: Pilze erkennt man nicht auf den ersten Blick, weil die Auswirkungen so unterschiedlich sind.

Pilzkrankheiten und ihre Anzeichen sind enorm vielfältig. Ein und derselbe Keim wirkt sich bei jedem Menschen

anders aus. Daher ist auch die richtige Diagnose so schwierig.

Jeder Körper reagiert auf Eindringlinge individuell. Dementsprechend vielfältig können die Symptome einer Pilzkrankung sein. Bei einigen Menschen hält das Immunsystem die Pilze einigermaßen im Zaum - dafür machen dem Betroffenen dann möglicherweise die schädlichen Abfallprodukte der Pilze zu schaffen. Sie klagen dann vielleicht über Gelenkschmerzen.

Weil Pilze zudem das Abwehrsystem strapazieren, leiden andere an einem geschwächten Immunsystem, sind dadurch z. B. dauernd erkältet, fühlen sich ständig schwach und krank oder erkranken an ihren konstitutionellen Schwachstellen, d. h. an „geeigneten“ Schwächen ihrer Gesamtverfassung.

Welche Symptome weisen eventuell auf eine Schimmelpilzbelastung hin? Welche typischen Krankheitsbilder gibt es für Schimmelpilzkrankungen?

Mykotoxine werden immer häufiger für schwerste Gesundheitsstörungen verantwortlich gemacht, deren Ursache oft zu spät oder gar nicht erkannt wird.

Dazu zählen:

- Magen- / Darm-Störungen (Durchfall, Erbrechen, Magenschmerzen)
- Brennen im Mund- und Rachenraum
- Uteruskontraktionen
- Atem- und Herzlähmung
- Atemnot
- Herabsetzung des Sehvermögens
- Pulsschwäche
- Kopfschmerzen
- Depressionen
- Zittern
- Frösteln
- Gliederschmerzen
- Taubheitsgefühl an Fingern, Händen
- Bewusstseinsverlust
- Koma
- Toxische Amnesie (bei teilweisem Bewusstsein)
- MS (Multiple Sklerose)

# Schimmel in umbauten Räumen

- Parkinson-Syndrom

## Es kommt zu

- Fehlsteuerungen im Glukosehaushalt über Biotransformation von Mykotoxinen und Abkapselungsprozesse
- Fehlsteuerungen im Hormonhaushalt durch eine gestörte Dünndarmflora
- Potenzierung einer mykotoxischen Belastung durch zusätzlichen Einfluss toxinbildender Darmbakterien
- Chronischer Müdigkeit
- Vergiftungen
- u. a.

## Weitere Symptome:

### Der schmerzhaft gedehnte Blähbauch

Eines der bekanntesten Anzeichen für eine Pilzinfektion im Darm ist ein Blähbauch. Typisch ist es, wenn sich nach einem Stück Torte, nach Schokolade oder einer Portion Spaghetti der Bauch vorwölbt und schmerzhaft dehnt. Wie ein solcher Trommelbauch entsteht, kann derjenige nachvollziehen, der schon einmal die Zubereitung eines Hefeteigs beobachtet hat. Wir verwenden dafür harmlose Bäckerhefe, um beispielsweise Brotteige zu lockern und hoch aufgehen zu lassen. Dabei machen wir uns den Umstand zunutze, dass diese Pilze Kohlenhydrate im Teig vergären und Gas produzieren. Nichts anderes geschieht im menschlichen Darm. Bei einer Idealtemperatur von 37°C ernähren sich dort die Hefen von Zucker oder anderen Kohlenhydraten und produzieren dabei Gase. Der Bauch wird dabei so aufgetrieben, dass die Geplagten zuweilen das Gefühl haben, zu platzen.

### Atem- und Herzbeschwerden

Der Darm kann sich dermaßen mit Gas füllen, dass er das Zwerchfell nach oben drückt. In diesem verengten Brustraum haben Lunge und Herz nicht mehr genug Platz. Deshalb muss der Pilzinfizierte oft schon nach wenigen Treppenstufen nach Luft japsen. Von Zwerchfell und Lunge bedrängt, macht gelegentlich auch das Herz Schwierigkeiten. Das reicht von einem einfachen „Herzstolpern“ oder unregelmäßigem Herzschlag bis hin zu stechenden Schmerzen und massiven Herzrhythmus-Störungen.

### Quälendes Jucken am Darmausgang

Viele Menschen mit Darmpilz mögen nicht darüber reden: Sie quält oft ein juckender, roter Hautausschlag am Darmausgang, der manchmal auch nässt. Nach dem Stuhlgang brennt und schmerzt die Haut. Ein solches

Analekzem, wie es die Mediziner nennen, ist ein Hinweis darauf, dass sich schon sehr viele Pilze im Darm eingekistet haben. Den meisten Menschen ist es verständlicherweise hier gilt die Devise: Je eher, desto besser.

### Lästige Hauterscheinungen

Wenn der Darm mit Pilzen infiziert ist, finden sich die Plagegeister auch häufig in allen anderen Teilen des Verdauungssystems, angefangen im Mund. Hier erscheinen sie als weißer Belag auf Zunge und Zahnfleisch, der sich auch durch heftigstes Gurgeln nicht lösen lässt. Doch auch außerhalb des Verdauungstraktes können sich Pilze niederlassen, beispielsweise auf der Haut, wo sie juckende, schuppige Flecken hervorrufen. Manchmal aber narren die Pilze sogar mykologisch erfahrene Hautärzte: Dann zeigen sich beispielsweise zwischen den Augenbrauen rote, trockene Hautschuppen, die auch manchmal jucken können. Nimmt der Arzt hier Hautproben und untersucht sie auf Pilze, wird er eventuell nicht fündig- und trotzdem sind die Pilze für diese Hauterscheinung verantwortlich. Es sind ihre Stoffwechselprodukte, die die Schuppen hervorrufen. Meistens sitzt die Wurzel des Übels im Darm. Wird gezielt auf Pilze behandelt, verschwinden auch die lästigsten Hauterscheinungen rasch - manchmal nach jahrelanger erfolgloser ärztlicher Therapie.

### Heißhungerattacken

Die Vorliebe von Pilzen für Zucker und andere Kohlenhydrate zeigt sich auch am Essverhalten des Infizierten: Heißhungerattacken auf Kekse, Brot und vor allem auf Süßigkeiten sind sehr häufig Hinweise auf einen Pilzbefall. Verweigert man den Pilzen ihre Liebesspeise, protestieren sie merklich und verursachen Beschwerden: Die Infizierten fühlen sich dann „schwach vor Hunger“.

Anzeichen wie Muskelzittern oder ein Flirren vor den Augen sprechen für eine Unterzuckerung, also für einen unnormal niedrigen Blutzuckerspiegel. Untersucht der behandelnde Arzt jedoch auf eine mögliche Zuckerkrankheit, fällt das Ergebnis meist trotzdem negativ aus. Dennoch ist die Beobachtung korrekt, „unterzuckert zu sein“. Messungen bei Menschen mit Pilzinfektionen haben ergeben, dass die Infizierten an heftigen Schwankungen des Blutzuckerspiegels leiden - und so die gleichen Beschwerden wie ein Zuckerkranker entwickeln. Ein Grund dafür ist, dass die Pilze im Darm einen großen Teil der Kohlenhydrate für sich verbrauchen und die Nährstoffe nicht

# Schimmel in umbauten Räumen

bis dahin kommen, wo sie gebraucht werden. Dem Organismus fehlt also wirklich Zucker, er schlägt Alarm und fordert zusätzliche Energie durch Nahrung an. Einige Wissenschaftler vermuten inzwischen, dass Pilze direkt in den Stoffwechsel des Menschen eingreifen, indem sie mit Hilfe bestimmter Botschaften beim Organismus Zucker regelrecht anfordern - und so Heißhungerattacken auslösen.

Um die Plagegeister zufrieden zu stellen, essen Pilzranke oft insgesamt zu viel, denn der Zuckermangel erzeugt eine Gier auf Süßes und Stärkehaltiges. So kommen oft enorme Kalorienmengen zusammen. Da die Pilze aber nicht alles verbrauchen, leiden viele Pilzinfizierte an Übergewicht. Die typischen Fettpölsterchen widersetzen sich jeglichen Diätversuchen. Oft verlieren Pilzgeplagte durch eine Antipilzbehandlung schließlich drastisch an Gewicht - ganz ohne zu hungern oder bewusst auf Kalorien zu achten.

## **Verdauungsprobleme**

Damit sich Pilze im Darm richtig wohl fühlen können, halten sie sich Konkurrenten mit ausgeklügelten Methoden vom Hals und richten dabei weiteren Schaden an. Weil sie Bakterien verdrängen, die zur natürlichen Darmflora gehören, leiden viele Patienten an chronischer Verstopfung. Bei anderen Pilzkranken weist ständiger Durchfall auf die Pilze im Darm hin. Deshalb ist bei Verstopfung auch Vorsicht mit Abführmitteln geboten: Die Pilze sind die einzigen, denen eine solche Behandlung nichts ausmacht. Dagegen gehen nützliche Bakterien dabei oft zugrunde, außerdem schwächen Abführmittel generell die Selbstheilungskräfte des Darms. Er kann sich dann nicht mehr effektiv gegen unliebsame Eindringlinge wehren. Pilze im Darm können sich auch außerhalb des Verdauungssystems unangenehm bemerkbar machen, etwa in den Harnwegen oder in anderen inneren Organen.

## **„Die Säuerleber“**

Ein geradezu klassisches Anzeichen für eine Hefeinfektion sind krankhaft erhöhte Leberwerte - wie bei einem Alkoholiker oder bei Gelbsucht. Ergibt die Laboruntersuchung keinen Hinweis auf eine Infektion, bleibt dem Arzt oft nur der Verdacht auf „das Gläschen zu viel“ – auch wenn der Patient beteuert, dass er absolut nichts trinkt. Dabei können beide Recht haben. Obwohl der Infizierte nicht einen Tropfen Alkohol anrührt, hat er möglicherweise trotzdem reichlich davon im Körper - mit entsprechenden Folgen für die Leber. Denn Hefen produzieren nicht nur Gase, sondern auch Alkohol. Im Darm vergären Hefen Zucker

zu Alkohol, der dann ins Blut übergeht. Oft sind dies so genannte Fuselalkohole, die für die Leber besonders belastend und giftig sind.

## **Chronische Blasen- und Scheidenentzündung**

Pilze machen sich nicht nur gern im Darm breit. Sie können von dort aus in den ganzen Organismus wandern und an vielen anderen Körperstellen Ärger machen. Ständig wiederkehrende, lästige Scheidenpilzinfektionen sind möglicherweise ein Zeichen für eine Infektion des Darms. Eine Behandlung gegen die Infektion der Scheide allein hilft deshalb meist nur kurze Zeit. Wenn etwa beim Waschen aus dem Darm ständig neue Pilze dorthin gelangen, ist die nächste Infektion von vornherein vorprogrammiert.

Das gleiche gilt auch für Blase und Harnwege. Vor allem bei Frauen ist der Übertragungsweg sehr kurz. Die Ausbreitung vom Darm zur Scheide und von dort zur Blase ist bei ihnen schnell geschehen. Eine Pilzinfektion der Blase ruft die gleichen Beschwerden hervor wie eine Entzündung durch Bakterien. Schwierigkeiten beim Wasserlassen, häufiger Harndrang und schmerzhaftes Brennen sind nur drei Beispiele. Sind Bakterien die Plagegeister, lassen sie sich im Urin nachweisen und mittels Antibiotika behandeln. Sind jedoch Pilze die Ursache einer Blasenentzündung, helfen Antibiotika nicht weiter. Ganz im Gegenteil - diese Behandlung tut den Pilzen einen Gefallen, denn sie eliminiert die lästige Bakterienkonkurrenz, erleichtert den Pilzen das Leben - und ebnet dem nächsten Entzündungsschub den Weg.

## **Gelenk- und Muskelschmerzen**

Viele Menschen mit Pilzinfektionen plagen sich mit Muskel- und Gelenkschmerzen. Sie spüren ein heftiges Stechen und Reißen in Finger-, Knie-, Schulter- und Ellebogengelenken oder in der Nacken- und Rückenmuskulatur. Oft werden solche Patienten behandelt, als hätten sie rheumatische Beschwerden wie z. B. Gicht. Das bleibt bei Pilzen natürlich ohne Erfolg. Wie diese Schmerzen hervorgerufen werden, ist noch nicht ganz geklärt. Wahrscheinlich reagiert der Körper auf Stoffwechselprodukte der Pilze, die sie bei ihrem Wachstum ausscheiden.

## **Müde, schlapp und unkonzentriert**

Wie heftig der Körper gegen Pilze kämpft - und doch meist unterliegt -, zeigt sich deutlich an einem anderen Symptom einer Pilzinfektion: Viele Betroffene sind ständig müde, schlapp und unkonzentriert. Ihr Organismus leistet

# Schimmel in umbauten Räumen

andauernd Schwerstarbeit, um die Schmarotzer in Schach zu halten- für andere Aktivitäten haben Pilzinfizierte häufig keine Energie mehr.

Je nachdem, wie gut die Abwehr gerade funktioniert, sind auch die Symptome einer Pilzinfektion mal heftiger, mal schwächer. Die wenigsten Patienten wagen sich mit so ungenauen und wechselhaften Symptomen zum Arzt- sie ahnen wohl, dass viele Mediziner ihre Beschwerden als „Befindlichkeitsstörungen“ abtun oder sie mit psychischen Problemen erklären.

## **Verstopfte Nase, Mittelohrentzündung**

Viele Menschen mit einer Pilzinfektion des Darms leiden unter ständig verstopften Nasennebenhöhlen. Ganz besonders typisch ist dies für Kleinkinder. Diese Sinusitis, wie Mediziner die lästige Krankheit nennen, bekämpfen Ärzte dann in der Regel mit Antibiotika, mit der Folge, dass die Hefen im Darm noch besser wachsen können.

Naturheilkundliche Ärzte kennen einen Grund für diesen Zusammenhang: Sitzen Pilze im Darm und ist die Darmschleimhaut infolgedessen ständig gereizt, so überträgt sich dieser Zustand auf andere Schleimhäute im Körper - auch auf diejenigen, die die Nase und die Nebenhöhlen auskleiden. Durch diesen Reizzustand ist die körpereigene Abwehr an der betreffenden Stelle herabgesetzt, und eindringende Bakterien haben es leicht, sich hier festzusetzen. Das Gleiche gilt auch für das Mittelohr: Sind hier die auskleidenden Schleimhäute ständig geschwollen, verschließt sich der winzige Durchgang vom Mittelohr zum Rachen. Ist dieser verschlossen, entsteht ein optimales Klima für Bakterien, die sich anschließend dort niederlassen: eine Mittelohrentzündung entsteht.

Ständige Entzündungen des Mittelohrs und der Nasennebenhöhlen sind vor allem bei Kindern häufig. Findet sich kein anderer Grund, kann eine Behandlung auf Pilze diesen Kreislauf aus Entzündung und Behandlung mit Antibiotika unterbrechen.

## **7.5. Wie entdeckt man eine Schimmelpilzkrankung?**

Auch wenn die Möglichkeiten der Pilzinfektionen und deren Auswirkungen im Körper sehr umfangreich sind, gibt es verschiedene Methoden des Nachweises:

### **7.5.1. Der Nachweis am Menschen**

Pilze vermehren sich unter günstigen Umständen rasant. Das ist einerseits problematisch, wenn sie im Körper wachsen. Andererseits machen sich Spezialisten diese Eigenschaft zunutze. Hat ein Mediziner den Verdacht, dass Pilze eine Körperstelle oder ein Organ befallen haben, braucht er beispielsweise nur eine kleine Menge Haut, Haar oder Stuhl, um daraus im Speziallabor innerhalb kürzester Zeit Pilze anzuzüchten. Dazu gibt er die Proben auf einen speziellen Nährboden, der Pilzen optimale Wachstumsbedingungen bietet. Sprießen sie dann reichlich, kann er sie nachweisen und genau bestimmen. Aus der Wachstumsgeschwindigkeit kann er Rückschlüsse auf die Stärke des Befalls ziehen.

Auch wenn dieser Test negativ ausfällt, heißt das nicht, dass kein Pilz im Körper ist. Daher ist es immer ratsam, weitere Tests durchzuführen.

### **Die Stuhlprobe**

Auch hier ist es möglich, ein negatives Ergebnis zu erhalten, wenn man bei der Probeentnahme zufällig keines der „Pilznester“ erwischt hat. Dann sollte der Test wiederholt und eventuell die Durchführung überprüft werden. Nehmen Sie am Abend vorher drei Esslöffel mit Wasser verdünnten Obstessig zu sich: Wissenschaftler vermuten, dass einige Stoffe im Essig die chemische Verbindung lockern, mit der sich die Pilze an der Darmwand festhalten. Oft zeigen sich dann doch Pilze im Stuhl.

Die Interpretation eines positiven Stuhlbefunds ist auch für Spezialisten ein zweischneidiges Schwert. Viele Mediziner meinen, es sei alles in Ordnung, solange die gefundene Pilzzellenmenge ein bestimmtes Maß nicht übersteigt. Mykologen kritisieren allerdings, dass eine Stuhlprobe - auch wenn sie korrekt genommen wurde - immer eine Art Zufallsbefund ist und sich die Keimmenge im Darm nie exakt aus der Probe hochrechnen lässt.

Neuere mikrobiologische Untersuchungen zeigen außerdem, dass die Menge der Keime allein nicht aussagt, wie problematisch die Pilze für den Betroffenen eigentlich sind. So kann jemand astronomische Mengen von Pilzzellen im Stuhl haben, aber trotzdem relativ beschwerdefrei sein.

# Schimmel in umbauten Räumen

Das liegt daran, dass diese Pilze eher stoffwechselträge sind und ohne triftigen Grund kaum Substanzen produzieren, die dem unfreiwilligen Wirt Probleme bereiten.

Andere Patienten wiederum erkranken schon aufgrund sehr geringer Keimmengen ernstlich, weil Pilze eben sehr vielfältige Stoffwechselprodukte wie Enzyme, Alkohole uvm. produzieren. Diese Stoffwechselprodukte lassen sich mittels moderner Labortechnik nachweisen.

Es sollte eine sog. **vollständige mikrobiologische Stuhluntersuchung** durchgeführt werden, bei der die Abklärung der Normalflora mit den wichtigen Bakterien im Vordergrund steht. Die Suche nach verschiedenen Pilz-Spezies bringt keinerlei Vorteile und verursacht lediglich Mehrkosten - wichtig ist die Bestimmung toxinbildender Bakterien.

Die Skala der pathologisch einzuordnenden Keime sollte auf jeden Fall beinhalten:

- $\beta$ -hämolisierende Streptokokken
- Citrobacter
- Clostridium diff.
- Proteus
- Klebsiella pneu
- E. coli

Bei der Abklärung der Normalflora sollten außer Lacto-bazillen und Bifidobakterien unbedingt weitere Bakterien bestimmt werden, wie

- Bacteroides
- Enterokokken
- E. coli

Liegen Werte der Normalflora über dem Grenzwert, so ist von einem kanzerogenen Geschehen auszugehen.

## Die Urinprobe

Pilze sitzen außer im Darm gern in der Blase oder den Harnwegen. Dann verraten sie sich in der Urinprobe.

## Proben aus den Atemwegen

Besteht der Verdacht, dass Pilze die Atemwegen befallen haben, lässt sich dies im so genannten Bronchialsekret nachweisen. Das ist die Flüssigkeit, die von den Bronchien abgesondert wird. Dieses Sekret entnimmt der Arzt am besten mit einem Spezialgerät, dem Bronchoskop, manche auch nur über

„Abhusten“. Mit dem Gerät gelangt man bis in die Atemwege und saugt die Flüssigkeit dort ab. Für die Korrektheit dieser Untersuchung ist es wichtig dass die Flüssigkeit nicht in Kontakt mit dem hinteren Rachenraum kommt. Dort wachsen gerne Pilze, die dann das Testergebnis verfälschen.

## Hautproben

Auch an juckenden, nässenden und roten Hautstellen sind oft Pilze schuld. Für einen zuverlässigen Test ist die Entnahmetechnik besonders wichtig. Bei einer korrekten Entnahme reinigt der Arzt zunächst den Rand der pilz-verdächtigen Stelle mit 70prozentigem Alkohol. Dann muss er alle groben Auflagerungen, Krusten und Schuppen entfernen. Schließlich kratzt er in Richtung auf das gesund aussehende Hautgewebe etwa 30 bis 50 Schüppchen ab und fängt sie in einem sterilen Gefäß auf.

Es hat keinen Sinn, bereits krank aussehendes Gewebe einzusenden, weil darin aller Wahrscheinlichkeit nach keine vermehrungsfähigen Pilze mehr sitzen. Der Test würde also negativ ausfallen.

## Bluttests

Enthält das Blut viele Abwehrstoffe, die dem Körper beim Kampf gegen Pilze helfen, deutet das auf eine Pilzinfektion hin. Der medizinische Fachbegriff für den Antikörpergehalt des Blutes lautet „Titer“. Ein hoher Pilztiter bedeutet also, dass sich der Körper in der Vergangenheit gegen die Schmarotzer gewehrt hat oder es gegenwärtig immer noch tut.

An der Abwehrschlacht gegen Pilze sind viele Teile des Immunsystems beteiligt. Für jeden „Mitspieler“ gibt es einen speziellen Test, aus dessen Ergebnis der Arzt unterschiedliche Schlüsse ziehen kann. Weil die Namen dieser Tests nahezu unaussprechlich sind, benutzen Mediziner fast ausschließlich Abkürzungen dafür. Zu den wichtigsten gehören der HAT- und der IFT-Test.

## Der HAT: *Hat* man aktuell Pilze?

Dieses Testverfahren sagt etwas über die aktuelle Situation des Immunsystems aus. Der sog. „Hämagglutinationstest“ sucht nach den Immunglobulinen vom Typ M (IgM). Diese Antikörper zirkulieren nur für kurze Zeit im Blut und sind gut eine Woche nach einer Infektion wieder verschwunden. Findet der Arzt also diese Antikörper, bedeutet das, dass der

# Schimmel in umbauten Räumen

Körper mit großer Wahrscheinlichkeit aktuell gegen Pilzbefall kämpft.

## Der IFT- Hatte man vor einiger Zeit Pilze?

Der „Immunfluoreszenz- Test weist Antikörper vom Typ G (IgG) nach. Diese Abwehrkräfte finden sich noch ungefähr einen Monat nach einer Infektion im Blut.

Verfahren wie HAT oder IFT haben für sich alleine keine Bedeutung. Die Fehlerquote ist zu hoch. Beide Verfahren gemeinsam lassen jedoch eine recht gute Interpretation zu, wobei auch hier der IgG-Bereich die größte Aussagekraft hat: allergene Formen reagieren im positiven, toxische Formen im negativen Bereich

## 7.5.2 Der Nachweis am Haus

In vielen Wohnungen hat sich ein ungebetener Gast angesiedelt, der Schimmelpilz. Ein muffiger Geruch ist oft ein erster Hinweis. Schimmelpilz kann in Form dunkler Flecken in den Kachelfugen im Bad, am Saum des Duschvorhangs oder in den Fensterleibungen auftreten. Er kann sich als Stockflecken bemerkbar machen, die im Winter und besonders in der Übergangszeit an den Wänden auftauchen. Er kann jedoch auch ganze Wände befallen und verborgen im Mauerwerk wachsen. Bei Raumluftproben fand die Stiftung Warentest Anfang 2001 heraus, dass mehr als der Hälfte der untersuchten Wohnungen mit Schimmelpilz belastet waren. Schimmelpilze, die sich in Wohnungen ansiedeln, können nicht nur zu Schäden am Gebäude führen, sie stellen auch immer eine Gesundheitsgefährdung für die Bewohner dar. Sie können zu Allergien und Infektionen der Atemwege und inneren Organe führen, einige Schimmelpilzarten wirken giftig. Von den etwa 120 bekannten Schimmelpilzarten, die sich in Wohngebäuden ansiedeln, gelten 10% als besonders giftig.

Pilze in Gebäuden sind potentiell gefährlich, wenn es um Menschen mit einem geschädigtem Immunsystem geht.

Ein Schimmelpilzbefall muss deshalb saniert werden, was immer bedeutet, dass auch seine Ursachen beseitigt werden müssen. Auch wenn Schimmelpilzsaniierung immer eine lösbare Aufgabe ist, so sind die Ursachen doch so vielfältig und komplex, dass eine Sanierungsstrategie immer nur im Einzelfall in Kenntnis der Umstände festgelegt werden kann. Viel sinnvoller ist es jedoch, Schimmel

erst gar nicht entstehen zu lassen, indem man von vornherein die Ursachen vermeidet.

Für viele Menschen wird Schimmelpilz erst dann zum Problem, wenn er sichtbar an der Wand prangt, der Schadensfall also bereits eingetreten ist. Tatsächlich beginnt das Problem schon viel früher. Es hat seinen Ursprung in den energetischen Standards, mit denen heutzutage Häuser gebaut und alte Häuser saniert werden, und der Lebensweise ihrer Bewohner. Denn Schimmelpilze finden optimale Lebensbedingungen vor allem an Stellen, die aus energetischer Sicht Schwachstellen bilden, also Stellen, die den Heizenergieverbrauch in die Höhe treiben. Es ist deshalb gut, Häuser als Energiesparhäuser zu bauen und alte Bauten energetisch zu sanieren – gut für geringe Heizkosten, aber auch gut gegen Schimmel.

Erfahrene Fachleute können solche Schwachstellen häufig schon auf den ersten Blick ausmachen, auch wenn nichts auf einen Schimmelbefall hindeutet. Denn nicht jede Schwachstelle wird automatisch von Schimmel befallen. Es hängt viel von unserem Wohnverhalten ab. Richtiges Wohnverhalten kann auch in Häusern mit Schwachstellen die Ansiedlung von Schimmelpilz verhindern.

Leider kann Niemand allein durch Inaugenscheinnahme Schimmelpilze an Bauteilen sicher bestimmen. Daher ist es unumgänglich einen Spezialisten einzuschalten.

Sollten Sie Schimmelpilze in Ihrer Wohnung haben, dann muss die Sanierung mit den entsprechenden Schutzmaßnahmen durchgeführt werden. Haben Sie eine kleine Stelle an der Silikonfuge neben der Badewanne, dann können Sie u.U. diesen ohne großen Aufwand entfernen.

# Schimmel in umbauten Räumen



Eine Faustregel besagt: Je länger der Schimmelpilz wachsen konnte, d.h. je älter er ist, umso größer ist das Risiko, dass er ggf. toxisch ist. Bei großflächigem Befall (lt. UBA-Leitfaden ab 0,5 m<sup>2</sup> Gesamtfläche!) oder Schimmelpilzwachstum in Konstruktionshohlräumen sollte vor dem Sanierungsbeginn eine Schimmelpilzanalyse zu Ihrer eigenen Sicherheit sowie der Sicherheit der Fachkräfte, die den Schimmelpilz und befallenen Materialien entfernen, in Auftrag zu geben.

## Eine Begutachtung ist das Geld wert

Ein Gutachter oder eine Gutachterin stellen die Ursache des Schimmelpilzbefalles fest. Des weitern wird ein Labor damit beauftragt, eine Schimmelpilzanalyse durchzuführen. Mit dem Ergebnis der Analyse kann die gesundheitliche Gefahr des Schimmelpilzes eingeschätzt werden. Daraus lassen sich die Schutzmaßnahmen für die Fachleute zur Entfernung des Schimmelpilzes ableiten. Nach der Entfernung des Schimmelpilzes wird gemäß dem Gutachten die Feuchtigkeitssanierung eingeleitet. Wie oben erwähnt steht der Gutachter oder die Gutachterin darüber hinaus i.d.R. zur Konfliktlösung zwischen den streitenden Parteien zur Verfügung. Eine Feuchteursache, die zum Schimmelbefall führt, kann oft einwandfrei festgestellt werden. Meist

ist es aber eine Kombination von baulichen Problemen und einem „weniger korrekten“ Nutzungsverhalten.

## Möglichkeiten zum Schimmelnachweis im Haus:

- Materialprobe von bereits sichtbar befallenen Material
- Raumluftuntersuchung zum Nachweis von Pilzsporen in der Raumluft

## 7.6. Wie wird der Körper wieder gesund?

### 7.6.1. Die verschiedenen medizinischen Ansätze (von S. Fahling)

Als Einstieg in dieses Kapitel einige unerlässliche Vorbemerkungen: Das medizinische System in Deutschland ist ein „Symptomatisches“ System. Das bedeutet kurz gesagt, dass der Patient auf seine Symptome hin behandelt wird.

Beispiel: Bei einer Blinddarmentzündung wird der Blinddarm entfernt, beim Krebsbefall wird das angegriffene Organ entfernt oder mit Chemotherapie behandelt, bei Gallensteinen werden die Gallensteine entfernt, bei Mandelentzündungen werden die Mandeln behandelt oder entfernt.

Im Gegensatz dazu existieren z.B. die chinesische Medizin, die indische, die Naturheilverfahren und ähnliche alternative Medizinformen, die den Menschen **als Ganzes** betrachten.

Das heißt: ist ein Organ befallen, so muss nicht zwingend dieses Organ der Auslöser für die Krankheit sein. Dementsprechend wird in der Folge auch nicht nur dieses Organ behandelt.

Vielmehr wird die Ursache gesucht, um dann das gesamte System Körper wieder zu heilen. Es werden auch nicht ohne weiteres Organe entfernt, da das gesamte System Körper nur wirklich gesund sein kann, wenn alle Teile des Ganzen vorhanden sind und das **Miteinander** funktioniert.

Beide medizinische Ansätze haben ihre volle Berechtigung und sollten nach Meinung der Autorin nicht als konkurrierende Systeme gesehen werden. Vielmehr sollte es das Ziel sein, den Menschen als den Mittelpunkt zu sehen und von Fall zu Fall zu entscheiden, welche Therapieform für den individuellen Anspruch am sinnvollsten ist.

# Schimmel in umbauten Räumen

## 7.6.2. Was bewirkt der Pilz im Körper?

Krank machende Hefen z.B. bilden das sog. Candidotoxin. Candidotoxin hindert den Körper daran spezielle Immunzellen herzustellen (T-Lymphozyten). Ohne die Lymphozyten kann der Körper aber keine Abwehr gegen Fremdstoffe mehr leisten. Damit wird also das Immunsystem geschwächt und der Weg für mehr Pilzbefall und Krankheit frei.

Weiter haben andere unerwünschte Eindringlinge wie Viren oder Bakterien ebenfalls ein leichtes Spiel, die dann ihrerseits Krankheiten hervorrufen.

Einige Forscher belegen, dass Pilze auch bei der Entstehung von Allergien eine wichtige Rolle spielen, eben weil sie das Immunsystem durcheinander bringen. Studien haben gezeigt, dass sich Allergien und auch Krankheiten wie Neurodermitis bessern, wenn der Patient außerdem gegen Pilze behandelt wird.

### Immunschwäche

Weiter entziehen Pilze dem Nahrungsbrei im Darm wichtige Substanzen, die der Organismus selber bräuchte. Zum anderen sichern sie sich ihren Aufenthaltsort, indem sie mit schädlichen, toxischen Stoffwechselprodukten die Immunabwehr des Körpers schwächen.

Schädlicher als die fehlenden Nährstoffe sind aber die Stoffwechselprodukte der Pilze für den menschlichen Körper. Davon produzieren pathogene Pilze reichlich; Zudem schwächen sie das Abwehrsystem ihres „Wirts“, um nicht ständig von ihm attackiert zu werden. Das erreichen die Pilze mit hochwirksamen Giften. Diese Gifte sind die bereits erwähnten Mykotoxine. Die chemische Struktur von Mykotoxinen ist so unterschiedlich wie ihre Wirkungsweise. Einige reizen die Haut oder Organe nur leicht, andere rufen schon in winzigen Mengen Krebs hervor.

Eines der bekanntesten Mykotoxine ist das so genannte **Aflatoxin**, das Schimmelpilze bilden. Es kann schon in winzigen Mengen Leberkrebs hervorrufen. Neben dem Aflatoxin gibt es noch über 400 andere Pilzgifte, die von vielen verschiedenen Pilzarten gebildet werden können.

Zahlreiche Mikropilze (Schimmelpilze und Hefen) können bei Mensch und Tier Erkrankungen verursachen. Man unterscheidet dabei die folgenden Formen:

### Mykosen

Mykosen sind Infektionskrankheiten, bei denen sich Mikropilze auf Haut und Schleimhäuten oder inneren Organen vermehren und teilweise schwer verlaufende Krankheitserscheinungen verursachen. Lebensmittel können z.B. als Überträger fungieren; dies ist aber relativ selten.

### Mykotoxikosen

Mykotoxikosen sind akute oder subakute und chronische Vergiftungen nach Einnahme von niedermolekularen Stoffwechselprodukten von Schimmelpilzen. Die so genannten Mykotoxine wirken bei Mensch und Tier schon in geringen Konzentrationen giftig.

### Allergien

Allergien mit heuschnupfenartigen Symptomen (asthmatische Beschwerden) können durch das Einatmen von Schimmelpilzsporen ausgelöst werden.

### Myzetismen

Myzetismen sind Pilzvergiftungen durch toxische Peptide, die in den Fruchtkörpern einiger höherer Pilze gebildet werden.

## Die Entdeckung der Ursachen - Aflatoxine

Die bekanntesten Mykotoxine, die Aflatoxine wurden erst 1961 entdeckt, als es nach der Verfütterung von befallenem Erdnussmehl in einer Trutenfarm zu einem Massensterben kam. Der wichtigste Toxinbildner für Aflatoxine ist *Aspergillus flavus* (*Aspergillus flavus* Toxin => Aflatoxin). Alarmierend ist bei Aflatoxinen, dass neben der akuten, toxischen Wirkung die chronisch toxische Wirkung als hoch cancerogen zu betrachten ist. Die Entdeckung der Aflatoxine führte weltweit zu einer intensiven Erforschung der Mykotoxine, so dass heute über 100 verschiedene Mykotoxine bekannt sind.

Toxigene Pilze: Bisher sind etwa 200 Schimmelpilzarten bekannt, die Mykotoxine bilden können.

#### a) Deuteromyceten

Die meisten Mykotoxinbildner gehören zu den Deuteromyceten (Ascomyceten ohne sexuelle Hauptfruchtform), genauer zu den Gattungen **Aspergillus**, **Penicillium**, und **Fusarium**. Weitere

# Schimmel in umbauten Räumen

häufig auftretende Mykotoxinproduzenten sind **Cladosporium**, **Alternaria** und **Stachybotris**. Alle diese Arten zeichnen sich durch Heterokaryose aus. Das heisst, sie sind genetisch sehr instabil und isolierte Pilze der gleichen Art können Toxine bilden oder eben nicht. Es kommt auch vor, dass gleichzeitig mehrere Toxine gebildet werden. Dies kommt daher, weil Mycelfäden nahe verwandter Arten untereinander Brücken bilden können, über die dann Zellkerne und Plasma ausgetauscht werden (Anastomosomen). Damit wird auch die Fähigkeit übertragen, ein bestimmtes Toxin zu bilden. Die Toxinbildung ist bei den Pilzen deshalb nicht streng artspezifisch, sondern sehr variabel.

## b) Zygomycetes

In der Klasse der Zygomycetes sind bisher nur wenige Toxinbildner bekannt geworden. Diese Gruppe ist aber noch wenig erforscht.

## c) Endomycetes

In der Klasse der Endomycetes, zu denen die Hefen gehören, wurden bisher keine toxinbildenden Arten bekannt. Das ist insofern wichtig, da viele Arten der Gattung **Saccharomyces** bei Gärungen und damit wichtigen technologischen Prozessen eine wichtige Rolle spielen (=> Bierherstellung).

Die toxinbildenden Stämme einer Art sind bisher in der Regel weder biochemisch noch morphologisch von den harmlosen zu unterscheiden. Entscheidend für die Beurteilung der toxikologischen Sicherheit von Lebens- oder Futtermitteln ist daher nur der Test auf die betreffenden Mykotoxine. Die Milieubedingungen, die bei einem potentiell toxigenen Stamm die Toxinbildung auslösen oder hemmen, können sehr unterschiedlich und variabel sein. Sie sind jedenfalls für jedes Toxin und jede Pilzart anders. Auch das Substrat spielt eine wichtige Rolle. *Aspergillus flavus* bildet z.B. auf Reis wenig Aflatoxin aber auf Fleisch extrem viel. In der Praxis heisst das, dass offensichtlich verschimmelter Material grundsätzlich als toxisch zu betrachten gilt, solange nicht der Gegenbeweis erbracht wurde. In der Praxis einfach anwendbare, allgemeine Regeln für die Beurteilung der Toxizität gibt es leider nicht.

### 7.6.3. Was ist bei Pilzbefall zu tun?

Für die Gesundheit des Menschen gilt also: Bei Verdacht auf Schimmelpilz im Körper ist in erster Linie wichtig, die Organe und Systeme zu stärken und unterstützen, die durch die verschiedenen Wirkungen des Pilzbefalls geschwächt und angegriffen werden.

### Dazu gehören folgende Punkte:

Stärkung des Immunsystems; Unterstützung der Leukozytenbildung; Entgiftung des Blutes; Entgiftung des Magen/ Darm- Systemes ; Behandlung gegen Infektionen; Stärkung der möglicherweise gefährdeten Organe Leber, Lunge, Bronchien, Magen, Darm, Niere; Pflege und Stabilisierung des gesamten Körpers; Aktivierung des Stoffwechsels; Ernährungsumstellung; Sauerstoffregulation im Blutkreislauf.

Das alles wird bewirkt durch verschiedene Therapieformen. Hier nur einige empfehlenswerte Möglichkeiten:

- Ernährungsumstellung
- Medizin zur natürlichen Immunstärkung
- Eigenblutbehandlung
- Meridiangymnastik
- Ayurveda-Massage zur Ausleitung der Toxine
- Natürliche Nahrungsergänzung zur Auffüllung der ernährungsspezifischen Defizite
- Aufbau der Darmflora
- Entgiftung der Nieren
- Pflege der Bauchspeicheldrüse und Hilfe gegen Infektionen durch natürliche Helfer wie Stevia
- Sportliche Betätigung und frischer Sauerstoff

### 7.7. Wie kann man einen Schimmelpilzbefall vermeiden?

**7.7.1. der Mensch:** Wie kann der Mensch seinen Körper stabilisieren und gesund erhalten? Denn ein gesunder Körper bietet ausreichend Schutz gegen Pilzbefall. Es folgen einige Anregungen und Vorschläge:

#### Ernährung

Die Ernährung des Menschen ist „der Brennstoff des Körpers“. Als einfacher Vergleich das Auto: nimmt man minderwertiges Material als Brennstoff oder Öl, oder verschmutztes oder gar die falsche Sorte zerstört man damit auf Dauer den Motor.

Beim Mensch verhält es sich ähnlich: Gibt man ihm langfristig die „falsche Nahrung“ wird das System krank bis es irgendwann nicht mehr funktioniert. Im Vergleich zum Auto ist es allerdings nur schwer möglich „Ersatzteile“

## Schimmel in umbauten Räumen

einzubauen, die das System wieder voll funktionsfähig machen.

Eine Ernährung, die individuell auf die Konstitution des Einzelnen abgestimmt ist, kann ein Leben lang Unterstützung für einen gesunden Körper sein.

Die falsche Ernährung belastet und schwächt den Körper und bietet Krankheiten, Pilzen, Infektionen etc. ein wunderbares Milieu zur Ausbreitung.

**Beispiel Zucker:** es ist seit Jahren bekannt, dass Zucker die Bauchspeicheldrüse extrem belastet und dem Körper Vitamin- B entzieht. Der Einfachzucker geht so schnell in's Blut und lässt den Blutzuckerspiegel so extrem schnell ansteigen, dass die Bauchspeicheldrüse ebenso schnell Insulin ausschüttet, um den Spiegel wieder auszugleichen. Bis dahin ist der Einfachzucker aber längst verarbeitet, so dass durch den Insulinschub der Blutzuckerspiegel extrem abfällt Konsequenz: Der Körper hat wieder ein „Bedürfnis nach Zucker im Blut“. Auf Dauer hält das keine Bauchspeicheldrüse durch und nicht ohne Grunde ist die Zahl der Diabetiker, besonders bei

Kindern, bereits besorgniserregend hoch und steigt weiter an. Für Pilze ist der Zuckerkonsum der Europäer ein wahrer Segen!!

Trotzdem ist Zucker in fast allen Nahrungsmitteln enthalten: ob Ketchup, Senf, Fertiggerichte, Säfte, Brot, Soßen, Dosenobst und Gemüse etc.

Erst wenn wir schwerste Pilzerkrankungen haben, empfehlen die Ärzte den Zucker zu vermeiden!! Würden wir ihn von Anfang an weglassen und durch natürliche Süße ersetzen (Obst, Gemüse, Pflanzliche natürliche Süße) hätte der Pilz wenig Chancen sich überhaupt niederzulassen).

Erfolg für eine Pilzprävention: *Ohne eine angemessene Ernährungsumstellung nützt keine Therapie auf Dauer. Nur eine gesunde Ernährung stärkt den Körper und bietet ihm auf Dauer Schutz gegen Pilze!*

### Chinesische Medizin, Meridiangymnastik

Die chinesische Medizin geht u.a. von der Grundlage aus, dass die Entstehung und Aufrechterhaltung aller Funktionen des menschlichen Organismus auf der Lebensenergie Qi basiert. Ein gestörter Energiefluss ruft Gesundheitsstörungen oder Krankheiten hervor. Daher zielt z.B. die Meridiangymnastik auf eine Auflösung energetischer Blockaden, um so das Gleichgewicht wieder herzustellen. So kann

zum Beispiel eine Stauung im Gallenblasenmeridian sich durch Hüftbeschwerden, Entzündungen des Hüftgelenks oder Arthrose äußern, da die Leitbahn durch die Hüfte verläuft. Weitere Therapiemöglichkeiten der chinesischen Medizin sind die **Akupunktur**- die Nadelung wichtiger Punkte im Meridianverlauf-, **Akupressur**- das Drücken und Reiben wichtiger Punkte im Meridianverlauf-, **Massage** entlang der Meridiane, **Heilbäder** um Blockaden zu lösen, **Arzneimittel**, **Ernährungsempfehlungen** und Diäten.

Erfolg für eine Pilzprävention: *Sehr umfassende und ganzheitliche Behandlungsmethoden mit dem Ziel den gesamten Körper zu stabilisieren und gesund zu machen. Daher empfehlenswert bei vermuteten Pilzbefall.*

### Homöopathie

„Similia similibus curentur“, was so viel heißt wie: „Ähnliches möge mit Ähnlichem geheilt werden“ - auf dieses Wirkprinzip beruht die Homöopathie, die etwa vor 200 Jahren von dem deutschen Arzt Samule Hahnemann begründet wurde. „Was den Mensch krank macht, kann ihn auch wieder heilen“, ein Gedanke den schon Hippokrates und Paracelsus hatten, der aber erst von Hahnemann umgesetzt wurde. Je nach Diagnose der vorliegenden Krankheit/ Beschwerden wird eine Substanz verabreicht, die zuvor durch „verschütteln“ und „Verdünnen“ zu verschiedenen Potenzen dynamisiert wurde. Grundsätzlich gilt: Je heftiger und akuter die Beschwerden sind, umso rascher hilft das Mittel. Je länger der Krankheitszustand aber schon besteht, desto länger dauert es auch, bis das Mittel wirkt und die Krankheit abgeklungen ist.

Erfolg für eine Pilzprävention: *Da die Homöopathie in erster Linie Symptome behandelt, kann es sein, dass die Ursache dadurch nicht geheilt wird. Als Unterstützung aber durchaus sinnvoll.*

### Heilpflanzen

Traditionelle Heillehren wie das indische Ayurveda, die Chinesische Medizin oder die Naturmedizin der Indianer nutzen ebenso die ganzheitlichen Heilkräfte der Pflanzen wie die jüngeren Therapieformen der Homöopathie oder Bach-Blütentherapie. Die Phytotherapie, wie die Pflanzenheilkunde in der Fachsprache heißt, ist und bleibt aber auch in der westlichen ein wichtiger Teilbereich.

# Schimmel in umbauten Räumen

Die Heilkraft einer Pflanze hängt nicht nur von der Art der Inhaltsstoffe und ihrer Konzentration, sondern auch von dem spezifischen Zusammenspiel der Wirkstoffe untereinander ab. So gibt es Hauptwirkstoffe, die für den menschlichen Organismus von großem medizinischen Nutzen sind, und Neben- oder Begleitstoffe, die für sich allein genommen über keine nennenswerten therapeutischen Effekte verfügen. Zahlreiche Versuche, bei denen man die Hauptwirkstoffe einer Pflanze von den anderen Inhaltsstoffen isolierte, haben jedoch ergeben, dass erst das Zusammenspiel aller Inhaltsstoffe der Heilpflanze ihre volle Wirkung verleiht.

## Die wichtigsten Wirkstoffgruppen:

**Alkaloide** gehören zu den am stärksten wirkenden Inhaltsstoffen und sind in hohen Dosen giftig, weshalb pflanzliche Arzneien mit einem hohen Alkaloidanteil verschreibungspflichtig sind. Unter der Aufsicht eines erfahrenen Therapeuten können jedoch Alkaloide, wie das schmerzstillende Morphin oder das krampflösende Atropin aus der Tollkirsche, viele Beschwerden erleichtern.

**Ätherische Öle** sind leicht flüchtige Pflanzenstoffe mit aromatischem Duft, die meist aus zahlreichen chemischen Verbindungen bestehen. Viele Aromaöle haben ganz spezifische Eigenschaften wie Teebaumöl gegen Hautkrankheiten oder das Vetiveröl gegen Konzentrations- und Schlafstörungen

**Bitterstoffe** bilden zwar eine Wirkstoffgruppe, sind jedoch in ihrer chemischen Struktur sehr uneinheitlich. Kommen sie in erhöhter Konzentration in einer Pflanze vor, wie z.B. in den Bitterpflanzen Enzianwurzel, Tausendgüldenkraut, Schafgarbe und Löwenzahn wirken sie verdauungsfördernd. Bereits der bittere Geschmack übt über die Geschmacksknospen der Zunge einen Einfluss auf alle Verdauungsorgane und -funktionen aus.

**Flavonoide** ist ein Sammelbegriff für Stoffe mit ähnlicher chemischer Grundstruktur, die sich aber in ihren Wirkungen voneinander unterscheiden. So hat Kamille krampflösende, die Raute vor allem entzündungshemmende Eigenschaften.

**Gerbstoffe** finden sich in vielen Heilpflanzen, wie Eichenrinden und Blutwurz, und zeichnen sich durch ihre entzündungshemmenden und Wundheilungsfördernden Eigenschaften aus. Sie leisten gute Dienste bei entzündeten Schleimhäuten, kleineren Wunden, aber auch bei Durchfallerkrankungen.

**Saponine**, die z.B. in Ginseng oder der Taigawurzel enthalten sind, gehören zur

Gruppe der pflanzlichen Glykoside, die sehr unterschiedliche Heileffekte haben können. Einige saponinhaltige Pflanzen werden als schleimlösende und entzündungshemmende, andere als belebende oder entwässernde Mittel eingesetzt. Doch ist im Umgang mit diesen Heilpflanzen immer Vorsicht geboten. Eine Überdosierung kann auch Darmschleimhaut- oder Magenreizungen hervorrufen.

Erfolg bei Pilzprävention: *Auf jeden Fall als natürliche Mittel gegen Pilzbehandlung und als unterstützende Maßnahme zu nutzen.*

## **Bach- Blüentherapie**

Die Bach- Blüentherapie beruht auf Anwendung von 37 Wildblüten- Essenzen sowie einem Heilmittel aus natürlichem Quellwasser. Da die Blütenessenzen keine Nebenwirkungen haben, eignen sie sich gut zur Selbstbehandlung, ganz besonders bei Kindern. Entwickelt vom englischen Arzt Dr. Edward Bach (1886-1936) beruht diese Therapie auf der Vorstellung dass alleine ungiftige Heilmittel aus der Natur das gesunde im Menschen fördern kann. Die Bach Therapie definiert Erkrankungen niemals nur als rein organischen Vorgang. Vielmehr hängt es in großem Maße von der inneren Verfassung ab, ob man krank wird oder gesund bleibt. „Heile die kranke Persönlichkeit. Der Körper folgt von selbst“ war der Leitsatz von Edward Bach. Die Blütenessenzen unterstützen diesen Prozess, indem sie harmonisierend und korrigierend Einfluss nehmen, so dass eine Art innerlich Umstimmung erfolgt. In der Folge werden auch bestehende Gesundheitsstörungen allmählich aufgelöst, und der Betroffene kann wieder in einen harmonischen Zustand mit sich selbst und seiner Umwelt gelangen- die Grundlage für Gesundheit.

Erfolg für eine Pilzprävention: *Kann als unterstützende Maßnahme dienen.*

## **Kneipp- Therapie**

Schon im Altertum wurden Wasseranwendungen zu Heilzwecken genutzt. Bekannt sind z.B. die Thermen im Antiken Rom, die mit ihren Kalt- und Warmwasserbecken und ihren Schwitzbädern der Gesundheit der Bevölkerung dienten. An diese alten Traditionen knüpften einige Forscher an, bis Sebastian Kneipp dies als eigenes System ausbaute und bis zu 100 verschiedene Anwendungen erarbeitete.

# Schimmel in umbauten Räumen

Erfolg für eine Pilzbehandlung: Kann als unterstützende Maßnahme dienen.

## Ayurveda Massage

Die Ayurveda Medizin ist eine der ältesten der Welt. Sie beruht ähnlich wie die chinesische auf einem ganzheitlichen Prinzip und betrachtet jede Krankheit als Fehler oder Schwäche des ganzen Systems Körper und Mensch. Demnach wird auch der gesamte Körper mit verschiedenen Methoden behandelt. Beispiel Massage: Die Wirkungen der einzelnen Anwendungen bauen logisch aufeinander auf und ergänzen sich. So erreichen sie ein äußerst tief greifende und dauerhafte körperliche Reinigung. Es werden Gifte und Schadstoffe systematische aus dem Körper entfernt. Die Gesundheit verbessert sich allgemein, was bei chronischen Krankheiten häufig zu einer Linderung der Beschwerden führt.

Bei der Behandlung steht die Individualität im Vordergrund. Deshalb wird bei einer ayurvedischen Behandlung, die persönliche Therapie entsprechend dem Krankheitsbild und dem individuellen Konstitutionstyp geplant.

**Beispiel:** Zunächst bekommt der Organismus innerlich und/ oder äußerlich leichtverdauliche Heilöle angeboten, die die Verdauungskraft und damit den gesamten Stoffwechsel anregen. Innerlich nimmt man z.B. das Buttereinfett Ghee oder andere Substanzen ein, die über den Verdauungsprozess in die Körperzellen gelangen. Äußerlich geschieht Vergleichbares über die Haut durch Ganzkörper Ölbehandlungen- oder Güsse. Ausgewählte Substanzen lösen fettlösliche Abbauprodukte und Umweltbedingte Toxine sanft und wirkungsvoll aus den Körperzellen.

Dann wird dafür gesorgt, dass die vorher gelösten körpereigenen Gifte und Schadstoffe auch tatsächlich aus den Geweben ausgeschwemmt werden. Verschiedene Wärmeanwendungen steigern die Stoffwechselaktivität und erweitern auch die feinsten Blut- und Lymphgefäße. So können die Schadstoffe die Zellen verlassen und in das innere des Darms geschleust werden. Anschließend muss sichergestellt werden, dass durch die Anwendung bereits gelöste Toxine den Körper wirklich verlassen: Sanft abführende und wohltuende Einläufe reinigen den Darm. Die Schlackenstoffe werden so wirkungsvoll aus dem Darm ausgeleitet.

Erfolg für eine Pilzprävention: Kann als Methode vollkommen ausreichen um den Pilz

*erfolgreich zu bekämpfen, wenn es von einem Fachmann durchgeführt wird. Eventuelle Ergänzungen mit Blut- und lymf- reinigenden Produkten sind sinnvoll.*

## Individuelle Bewegung

Die „Bewegung“ des Körpers ist so grundlegend notwendig für einen gesunden Körper, wie die Nahrung.

Bewegen wir uns nicht, lässt die Muskulatur nach, der Stoffwechsel verlangsamt sich, das Blut wird immer weniger mit Sauerstoff angereichert, die Fließgeschwindigkeit des Blutes lässt nach, die Gelenke rosten ein, die Bandscheiben würden nicht mehr mit Nährstoffen aufgefüllt, die Immunabwehr sinkt, die Verbrennung reduziert sich, die Laune sinkt, ect..

Die entscheidende Frage ist nur: Was ist die gesunde Bewegung? Auch hier gilt das Prinzip: Jeder Mensch ist anders! Kein Sport, keine Art von Bewegung ist für alle gleich gut. Je nach Konstitution, Körperbau und persönlichen Anlagen ist es die individuelle Mischung die eine gesunde Bewegung ausmacht.

Grundsätzliche Regeln, die aber für alle gleich gelten:

- So viel Bewegung wie möglich und so wenig statische Sitz- oder Stehpositionen wie möglich!
- So viel „frischen“ Sauerstoff wie möglich
- Überbelastungen und sportliche „Grenzbelastungen“ vermeiden

Erfolg bei der Pilzprävention: Unerlässlich bei einer gewünschten Genesung von Pilzen, Infektionen und Bakterien oder entsprechendem Vorbeugen.

## Medikamentöse Unterstützung

Je nach Schwere des Pilzbefalls im Körper ist eine Medizin auf jeden Fall anzuraten. Allerdings gibt es auch hier große Unterschiede.

**Als erstes Beispiel: Antibiotika.** Dieses Medikament ist mit Sicherheit eine große Hilfe bei wirklich schwerwiegenden, lebensbedrohlichen Krankheiten. Mittlerweile ist aber der Status des Antibiotikums so, dass es für fast jede Grippe und jeden Husten verschrieben wird, gerade bei der Behandlung

# Schimmel in umbauten Räumen

von Kindern. Die Zerstörung der Darmflora die mit der Verabreichung des Antibiotikums einhergeht wird von den meisten Ärzten nicht behandelt, ja nicht einmal als Information an den Patienten weitergegeben. Nachgewiesen ist aber mittlerweile, dass die einmalige Einnahme von Antibiotikum die Darmflora in so einem hohen Grade zerstört, dass sie sich von alleine nicht wieder aufbaut und daher im weiteren Ablauf und der Funktion nachhaltig gestört ist. Folgeerkrankungen, Verdauungsstörungen, Stoffwechselstörungen, etc. sind die unweigerliche Folge. Auch das Milieu für Pilzbefall ist wunderbar vorbereitet, da die „Hauseigenen“ Bakterien nicht mehr vorhanden sind.

Fazit: Antibiotikum rettet Leben, aber es schädigt den Körper in seinen natürliche Abläufen und Funktionen. Wird nach einer Antibiotikum- Behandlung keine Darmsanierung vorgenommen, ist der Körper dauerhaft geschwächt !- In Frankreich ist es per Gesetz vorgeschrieben: Wird ein Antibiotikum verabreicht, muß die Darmsanierung direkt mit verschrieben werden!!

Für einen mit Pilzbefall geschwächten Körper ist Antibiotikum nur in lebensbedrohlichen Fällen sinnvoll.

Es gibt andere Medikamente, die Pilze wirkungsvoller bekämpfen und gleichzeitig die körpereigenen Immunabwehr wieder aufbauen. Fragen Sie Ihren Facharzt für Pilzbehandlung!!!

Erfolg bei der Pilzbehandlung: *Unerlässlich bei einer gewünschten Genesung von Pilzen, Infektionen und Bakterien und Reinigung des Körpers- wenn der Körper sehr stark befallen ist!! Aber bitte die richtigen Medikamente!!*

## **Kranio-Sakral-Therapie**

Der Name leitet sich von den lateinischen Begriffen für „Schädel“ (cranium) und „Kreuzbein“ (sacrum) ab. Grundlagen der Kranio-Sakral-Therapie, die zur manuellen Medizin zählt, ist die Annahme, dass die Hirnflüssigkeit (Liquor) einem regelmäßig pulsierenden Rhythmus unterliegt, der vom Schädel bis zum Kreuzbein als leichte, kreis- oder pendelartige Bewegung tastbar ist. Krankhafte Prozesse im Körper beeinflussen diese Strömung: Chronische Krankheiten führen zu einer Verlangsamung, akute Erkrankungen zu einer Beschleunigung des Rhythmus. Aufgabe der Kranio-Sakral-Therapie ist es, den Rhythmus wieder in ein harmonisches Gleichgewicht zu bringen. Dafür legt der Therapeut dem Patienten die Hände sanft um den Kopf, um so die Bewegungen der

Hirnflüssigkeit zu erfüllen. Nachdem er sich in den Rhythmus eingeschwungen hat, um die Blockierungen zu lokalisieren, drückt er leicht auf die von der Störung betroffene Körperpartie, um sie wieder in ein gleichmäßig pulsierendes Schwingen zu versetzen. Um dauerhafte Heilerfolge zu erzielen, sind in der Regel mehrere Sitzungen nötig.

Erfolg bei einer Pilzbehandlung oder Prävention: *Unterstützt das Gesamtgleichgewicht des Körpers!*

## **7.7.2 Wie können wir den Wohnraum schützen**

Zwei Dinge braucht der Pilz: **Feuchtigkeit und eine Nahrungsquelle** – Sporen/Konidien sind eh schon da!

### **Fazit:**

Soll in Innenräumen dem Schimmelpilzwachstum vorgebeugt werden, bzw. soll Schimmelpilzbefall vermieden werden, so gilt es in erster Linie Feuchtigkeit zu vermeiden.

Der Feuchtehaushalt einer Wohnung wird von vier Faktoren beeinflusst. Das sind

- die Feuchte der Baumaterialien
- Feuchteaufnahmeverhalten
- die Feuchtezufuhr durch das Bewohnen und
- die Feuchteabfuhr.

### **Die Feuchte der Baumaterialien**

Idealerweise sollten Baumaterialien schon trocken eingebaut werden, so dass man von Anfang an nur von der Restfeuchte der Baumaterialien spricht.

### **Feuchte aus Bauschäden**

Oft werden Bauschäden entweder nicht rechtzeitig entdeckt oder nachlässig oder zu spät repariert. Fast alle unbeachteten Bauschäden führen irgendwann einmal zu Feuchteschäden.

### **Die Feuchtezufuhr durch das Bewohnen**

Einen wesentlichen Einfluss auf die Feuchte im Haus haben die Bewohnerinnen und Bewohner selbst. Durch die gewöhnliche Nutzung von Gebäuden wird tagtäglich sehr viel Feuchte produziert. Pro Person sind das ca. 3 Liter

# Schimmel in umbauten Räumen

Feuchtigkeit. Skeptiker sprechen auch von 6 und mehr Litern. Auf jeden Fall entstehen beim Duschen, Waschen und Wäsche trockenen, Kochen, aber auch durch Schwitzen und durch die Pflanzen eine große Menge an Feuchtigkeit.

## **Falsche Sanierung**

Werden in einem Altbau zuerst die Fenster erneuert, so entfällt die „Kondensatfalle Fensterscheibe“. Die nächst kühlere Stelle, in der Regel eine Wandecke oder ein Fenstersturz (Wärmebrücken), übernehmen dann die Funktion der Kondensataufnahme. Leider sieht man die Feuchteaufnahme nicht mehr wie früher am Fenster, da die Bauteiloberflächen das Kondensat wegsaugen. So entstehen mit der Zeit durchnässte Bereiche.

Um Schimmelpilz zu vermeiden sind folgende Punkte am wichtigsten:

- **Trockene Baumaterialien**
- **Sofortige Reparatur von Schäden**
- **Diffusionsoffene Baustoffe**
- **Regelmäßiges und richtiges Stoßlüften**

## **7.8 Zusammenfassung**

- Pilze gibt es überall in unserer Umwelt!
- Jede 3. Wohnung ist mit Schimmelpilz belastet!
- Die allergischen Reaktionen auf verschiedenste Stoffe werden bei den Menschen immer extremer!
- Die Gesundheit der Menschen ist durch Schadstoffbelastungen, Stress, wenig Bewegung, Umweltbelastung und falsche Ernährung geschwächt!

# Schimmel in umbauten Räumen

## ANLAGE 1:

### Bewertungshilfe für Luftproben – kultivierbare Schimmelpilze (KBE/m<sup>3</sup>)

Parameter	Hintergrundbelastung Innenraumquelle unwahrscheinlich	Innenraumquelle möglich	Innenraumquelle wahrscheinlich
<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 in der Innenraumluft nicht mehr Sporen einer Gattung als in der Außenluft vorliegen $I_{typ A} \leq A_{typ A}$	Wenn die Konzentration einer Gattung in der Innenluft über dem 1-fachen und bis zum 2-fachen der Außenluft liegt $A_{typ A} < I_{typ A} \leq A_{typ A} \times 2$	Wenn die Konzentration einer Gattung in der Innenluft über dem 2-fachen der Außenluft liegt $I_{typ A} > A_{typ A} \times 2$
Summe der KBE aller untypischen Außenluftarten	Wenn die Differenz der Konzentration zwischen Innenraumluft und Außenluft nicht über 150 KBE/m <sup>3</sup> liegt $I_{\Sigma untyp A} \leq A_{\Sigma untyp A} + 150$	Wenn die Differenz der Konzentration zwischen Innenraumluft und Außenluft über 150 KBE/m <sup>3</sup> und bis zu 500 KBE/m <sup>3</sup> liegt. $A_{\Sigma untyp A} + 150 < I_{\Sigma untyp A} \leq A_{\Sigma untyp A} + 500$	Wenn die Differenz der Konzentration zwischen Innenraumluft und Außenluft über 500 KBE/m <sup>3</sup> liegt. $I_{\Sigma untyp A} > A_{\Sigma untyp A} + 500$
<b>eine Gattung</b> (Summe der KBE aller zugehörigen Arten) der untypischen Außenluftarten	Wenn die Differenz der Konzentration zwischen Innenraumluft und Außenluft nicht über 100 KBE/m <sup>3</sup> liegt $I_{Euntyp G} \leq A_{Euntyp G} + 100$	Wenn die Differenz der Konzentration zwischen Innenraumluft und Außenluft über 100 KBE/m <sup>3</sup> und bis zu 300 KBE/m <sup>3</sup> liegt. $A_{Euntyp G} + 100 < I_{Euntyp G} \leq A_{Euntyp G} + 300$	Wenn die Differenz der Konzentration zwischen Innenraumluft und Außenluft über 300 KBE/m <sup>3</sup> liegt. $I_{Euntyp G} > A_{Euntyp G} + 300$
<b>eine Art</b> der untypischen Außenluftarten mit guter luftgetragener Verbreitung z. B. <i>Aspergillus</i> spp.	Wenn die Differenz der Konzentration zwischen Innenraumluft und Außenluft nicht über 50 KBE/m <sup>3</sup> liegt* $I_{Euntyp A} \leq A_{Euntyp A} + 50$	Wenn die Differenz der Konzentration zwischen Innenraumluft und Außenluft über 50 KBE/m <sup>3</sup> und bis zu 100 KBE/m <sup>3</sup> liegt* $A_{Euntyp A} + 50 < I_{Euntyp A} \leq A_{Euntyp A} + 100$	Wenn die Differenz der Konzentration zwischen Innenraumluft und Außenluft über 100 KBE/m <sup>3</sup> liegt $I_{Euntyp A} > A_{Euntyp A} + 100$
<b>eine Art</b> der untypischen Außenluftarten mit schlechter luftgetragener Verbreitung, z. B. <i>Phialophora</i> spp., <i>Stachybotrys chartarum</i>	Wenn die Differenz der Konzentration zwischen Innenraumluft und Außenluft nicht über 30 KBE/m <sup>3</sup> liegt* $I_{Euntyp AS} \leq A_{Euntyp AS} + 30$	Wenn die Differenz der Konzentration zwischen Innenraumluft und Außenluft über 30 KBE/m <sup>3</sup> und bis zu 50 KBE/m <sup>3</sup> liegt* $A_{Euntyp AS} + 30 < I_{Euntyp AS} \leq A_{Euntyp AS} + 50$	Wenn die Differenz der Konzentration zwischen Innenraumluft und Außenluft über 50 KBE/m <sup>3</sup> liegt* $I_{Euntyp AS} > A_{Euntyp AS} + 50$

Die fünf Zeilen der Tabelle sind nicht als eigenständige Kriterien gedacht, sondern sind in einer umfassenden Auswertung gemeinsam zu betrachten. Die Angaben beziehen sich auf Luftproben, die unter Nutzung oder nutzungsähnlichen Umständen in normalen Wohnräumen ohne Staubaufwirbelung entsprechend DIN ISO 16000-16 bzw. DIN ISO 16000-18 genommen wurden (siehe auch Anlage 7).

\* Konzentrationen von unter 100 KBE/m<sup>3</sup> bzw. unter 50 KBE/m<sup>3</sup> lassen sich bei einem Probevolumen von 100 l bzw. 200 l nicht mit einer ausreichenden Genauigkeit nachweisen, da erst ab einer Anzahl von 10 Kolonien pro Platte quantitativ mit ausreichender statistischer Sicherheit ausgewertet werden kann. Trotzdem kann der Nachweis einzelner Kolonien dieser Schimmelpilze ein erster Hinweis auf eine mögliche Innenraumquelle sein.

**KBE** Kolonie bildende Einheiten

**I** Konzentration in der Innenraumluft in KBE/m<sup>3</sup>

**A** Konzentration in der Außenluft in KBE/m<sup>3</sup>

**typ A** typische Außenluftarten bzw. -gattungen (extramurale Pilze wie *Cladosporium*, sterile Myzelien, ggf. Hefen, ggf. *Alternaria*, ggf. *Botrytis*)

**untyp A** untypische Außenluftarten bzw. -gattungen (intramurale Pilze wie Pilzarten mit hoher Indikation für Feuchteschäden z. B. *Acremonium* spp., *Aspergillus versicolor*, *A. penicillioides*, *A. restrictus*, *Chaetomium* spp., *Phialophora* spp., *Scopulariopsis brevicaulis*, *S. fusca*, *Stachybotrys chartarum*, *Tritirachium (Engyodontium) album*, *Trichoderma* spp.)

**Σuntyp A** Summe der untypischen Außenluftarten (andere als typ A)

**Euntyp A** **eine** Art, die untypisch ist in der Außenluft mit guter luftgetragener Verbreitung

**Euntyp AS** **eine** Art, die untypisch ist in der Außenluft mit schlechter luftgetragener Verbreitung

**Euntyp G** **eine** Gattung, die untypisch ist in der Außenluft

## Schimmel in umbauten Räumen

Nach den Empfehlungen des Schimmelpilz-Leitfadens sind die Ursachen von Feuchtigkeit und Schimmelpilzwachstum zu ermitteln und zu beseitigen. Ohne die Klärung und Behebung der Ursachen der Feuchtigkeit ist ein erneuter Befall bereits vorprogrammiert. In einem zweiten Schritt ist die kontaminierte Bausubstanz so zu sanieren, dass die Schimmelpilzbelastung im Innenraum auf das Niveau von Hintergrundbelastungen reduziert ist.

### **Sanierung von Schimmelpilzbefall**

„Die Sanierung von schimmelpilzbefallenen Materialien muss das Ziel haben, die Schimmelpilze vollständig zu entfernen. Eine bloße Abtötung von Schimmelpilzen reicht nicht aus, da auch von abgetöteten Schimmelpilzen allergische und reizende Wirkungen ausgehen können“ (Schimmelpilz-Leitfaden, UBA 2002).

Zur Beurteilung des Umfangs der Sanierungsarbeiten ist die Fläche des Schadens, die Tiefe und Art des Befalls zu berücksichtigen (siehe folgende Tabelle). Der Nachweis von Schimmelpilzarten, denen eine besondere gesundheitliche Bedeutung zugeordnet wird (z. B. *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus flavus* und *Stachybotrys chartarum*) führt zu einer Verschiebung in die nächsthöhere Kategorie.

# Schimmel in umbauten Räumen

## ANLAGE 2:

### Bewertung von Schadenstellen in Innenräumen (Quelle: Schimmelpilz-Leitfaden, UBA 2002):

	Kategorie 1*	Kategorie 2*	Kategorie 3*
Schadens-Ausmaß (sichtbare und nicht sichtbare sichtbare Materialschäden)	Keine bzw. sehr geringe Biomasse (z.B. geringe Oberflächenschäden < 20 cm <sup>2</sup> )	Mittlere Biomasse; oberflächliche Ausdehnung < 0,5 m <sup>2</sup> , tiefere Schichten sind nur lokal begrenzt betroffen	Große Biomasse; große flächige Ausdehnung > 0,5 m <sup>2</sup> , auch tiefere Schichten können betroffen sein

\* Für die Einstufung in die nächst höhere Bewertungsstufe reicht die Überschreitung einer Forderung. Beispiel: Ein Befall mit geringer Oberfläche ist nach Kategorie 2 oder 3 einzuordnen, wenn zusätzlich auch tiefere Materialschichten betroffen sind.

Als Sanierungsarbeiten kleineren Umfangs können Arbeiten an Schäden eingestuft werden, die der Kategorie 1 oder 2 zuzuordnen sind, sofern es sich um einen oberflächlichen Befall handelt und keine Schimmelpilzarten vorkommen, die gesundheitlich besonders bedeutsam sind. Schäden kleineren Umfangs können unter Berücksichtigung von einfachen Schutzmaßnahmen – Handschuhe, Mundschutz und Schutzbrille – auch von nicht Fachleuten durchgeführt werden. Sofern bauliche Arbeiten an einer Bausubstanz vorgenommen werden sollen, die in größerem Umfang (vgl. Kategorie 3) einen Schimmelpilzbefall aufweist, handelt es sich nach der Biostoffverordnung (BioStoffV) um „nicht gezielte Tätigkeiten“ mit biologischen Arbeitsstoffen. Demnach muss die Beseitigung von mikrobiell kontaminierter Bausubstanz im Rahmen von Sanierungen und Modernisierungen unter Beachtung anerkannter Regeln erfolgen.

In der Praxis ist dies jedoch bislang ein Problem: Der Stand der sicherheitstechnischen, arbeitsmedizinischen, hygienischen sowie arbeitswissenschaftlichen Anforderungen wird in den Technischen Regeln für Biologische Arbeitsstoffe (TRBA) dargestellt. Während für einzelne Arbeitsfelder, in denen nicht gezielte Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen vorliegen, z. B. bei Versuchstierhaltung und in Abfallsortieranlagen, bereits konkrete Regelwerke vorhanden sind, bestehen für bauliche Arbeiten und den Umgang mit mikrobiell kontaminierten Bauprodukten derzeit keine Technischen Regeln. Vor diesem Hintergrund ist es unklar, ab welchem Ausmaß eines Schimmelpilzbefalls an der Bausubstanz eine Gefährdungsbeurteilung im Sinne der Bio-StoffV zu erfolgen hat. Grundsätzlich obliegt die Gefährdungsbeurteilung dem Unternehmer (z.B. Auftragnehmer für Abbrucharbeiten). Die TRBA 400 enthält eine Handlungsanleitung für die Gefährdungsbeurteilung bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen. Gemäß BioStoffV und TRBA 460 sind Pilze als biologische Arbeitsstoffe entsprechend dem von ihnen ausgehenden Infektionsrisiko in Risikogruppen eingeteilt (siehe Tabelle oben):

Bei Schimmelpilzbefall an Bauteilen handelt es sich in der Regel um Mikroorganismen, die der Risikogruppe 1 zuzuordnen sind. Neben der Infektionsgefährdung müssen zusätzlich auch die toxischen und sensibilisierenden Wirkungen der biologischen Arbeitsstoffe bei der Beurteilung zusätzlich berücksichtigt werden. Diese Wirkungen haben zwar keinen Einfluss auf die Zuordnung zu einer Schutzstufe, können aber gegebenenfalls weitergehende Schutzmaßnahmen erforderlich machen (Siehe TRGS 540, TRGS 907).

# Schimmel in umbauten Räumen

## **ANLAGE 3:**

### **Einteilung der Schimmelpilze in Risikogruppen (BioStoffV)**

#### Risikogruppe 1:

Biologische Arbeitsstoffe, bei denen es unwahrscheinlich ist, dass sie beim Menschen eine Krankheit verursachen.

#### Risikogruppe 2:

Biologische Arbeitsstoffe, die eine Krankheit beim Menschen hervorrufen und eine Gefahr für Beschäftigte darstellen können; eine Verbreitung des Stoffes in der Bevölkerung ist unwahrscheinlich; eine wirksame Vorbeugung oder Behandlung ist normalerweise möglich.

#### Risikogruppe 3:

Biologische Arbeitsstoffe, die eine schwere Krankheit beim Menschen hervorrufen können und eine ernste Gefahr für Beschäftigte darstellen können; die Gefahr einer Verbreitung in der Bevölkerung kann bestehen, doch ist normalerweise eine wirksame Vorbeugung oder Behandlung möglich.

#### Risikogruppe 4:

Biologische Arbeitsstoffe, die eine schwere Krankheit beim Menschen hervorrufen und eine ernste Gefahr für Beschäftigte darstellen; die Gefahr einer Verbreitung in der Bevölkerung ist unter Umständen groß; normalerweise ist eine wirksame Vorbeugung oder Behandlung nicht möglich.

Nach diesen Ausführungen in der TRBA 400 kann die Schutzstufe 1 für Tätigkeiten im Umgang mit schimmelpilzkontaminierten Baustoffen in der Regel als ausreichend angesehen werden. Die erforderlichen baulichen und organisatorischen Maßnahmen sowie die notwendigen Schutzausrüstungen sind in der TRBA 500 festgelegt.

Die Arbeitsschutzmaßnahmen zur Vermeidung von Risiken aufgrund der sensibilisierenden Wirkung von Schimmelpilzstäuben sind in der TRGS 540 dargelegt.

Neben einem ausreichenden Arbeitsschutz ist eine räumliche Trennung des Sanierungsbereiches vorzusehen. Es ist sicherzustellen, dass schimmelpilzbelastete Stäube nicht in andere Bereiche, wie z. B. genutzte Nebenräume, eindringen.

# Schimmel in umbauten Räumen

## ANLAGE 4:

### Regelwerke/Leitfaden:

- Gesetz zur Verhütung von Infektionskrankheiten beim Menschen (Infektionsschutzgesetz – IfSG)
- Umweltbundesamt (Hrsg.): Leitfaden zur Vorbeugung, Untersuchung, Bewertung und Sanierung von Schimmelpilzwachstum in Innenräumen. Berlin 2017
- Landesgesundheitsamt Baden-Württemberg (Hrsg.): Handlungsempfehlung für die Sanierung von mit Schimmelpilzen befallenen Innenräumen. Stuttgart, 2004
- BioStoffV: Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen (Biostoffverordnung). BGBl. I 1999, S. 50
- TRBA 400: Technische Regeln für biologische Arbeitsstoffe: Handlungsanleitung zur Gefährdungsbeurteilung bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen. B ArbBl. Nr. 4 (2002), S. 122 [www.baua.de/prax/abas/trba400.htm](http://www.baua.de/prax/abas/trba400.htm)
- TRBA 500: Technische Regeln für biologische Arbeitsstoffe: Allgemeine Hygienemaßnahmen: Mindestanforderungen. B ArbBl. Nr. 6 (1999), S. 77, [www.baua.de/prax/abas/trba500.htm](http://www.baua.de/prax/abas/trba500.htm)
- TRGS 540: Technische Regeln für Gefahrstoffe: Sensibilisierende Stoffe. B ArbBl. Nr. 2 (2000), S. 73
- TRGS 907: Technische Regeln für Gefahrstoffe: Verzeichnis sensibilisierender Stoffe. B ArbBl. Nr. 2 (2000), S. 90

# Schimmel in umbauten Räumen

## 8. Literatur- und Quellennachweise

- J. BRANDHORST, Dr. GEORG WILLEMS:  
Fachbuch Schimmelpilzschäden: Erkennen, bewerten, sanieren  
TÜV-Media GmbH 2016, ISBN-10 3824919753, ISBN-13 978-3824919758
- Guzek Gaby, Lange Elisabeth, „Pilze im Körper- Krank ohne Grund“, 2002 Ullstein Heyne List GmbH & Co.KG
- Sedlbauer Klaus Dipl.-Phys, „Vorhersage von Schimmelpilzbildung auf und in Bauteilen“, 2001, Lehrstuhl für Bauphysik
- VDB e.V. (Berufsverband Deutscher Baubiologen) „7. Pilztagung des VDB“, Juni 2003
- Landesgesundheitsamt Baden-Württemberg, „Schimmelpilz in Innenräumen- Nachweis, Bewertung, Qualitätsmanagement“
- Universität von Minnesota, Klima – Gesundheit - Sicherheit
- Flappan M. Susan, Portnoy Jay, Jones Patricia, Barnes Charles, „ Säuuglingslungen- Blutungen in einem Vorstadthaus mit Wasserschäden und Formen von Stachybotrys“, November 1999, Klimac Gesundheitsperspektive 107, Nr. 11, Abteilung der Allergie, des Asthmas und der Immunitätsforschung, Kinderkrankenhaus, Missouri
- Dearborn, D.G. “Pulmonary hemorrhage in infants and children.” Current Opinions in Pediatrics, June, 1997, Vol 9.,pp 219-224
- Centers for Disease Control and Prevention. “Update on Pulmonary Hemorrhage/ Hemosiderosis among Infants-Cleveland”, Ohio, 1993-1996. Morbidity and Mortality Weekly Report, Vol.46, No.2., January 17, 1997
- Montana, E.; Etzel, R., Allan, T., Horgan, T. and Dearborn, D. “Environmental Risk Factors Associated with Pediatric Idiopathic Pulmonary Hemorrhage and Hemosiderosis in an Cleveland Community.” Pediatrics, Vol 99, No 1, January 1997
- Etzel, R., Montana, E., Sorensen, W., Kullman, G., Allan, T., and Dearborn, D., “Acute pulmonary hemorrhage in infants associated with exposure to Stachybotrys atra and other fungi,” Arch. Pediatr. Adolesc. Med. 152:757-762, 1998
- Ana Conesa, Cees A. M. J. J. van den Hondel, and Peter J. Punt- “Studies on the Production of Fungal Peroxidases in Aspergillus niger” 2000, American Society for Microbiology, Appl Environ Microbiol. 2000 July; 66 (7): 3016–3023
- Allmers, H., Huber, H., Baur, X. (1997): Bronchopulmonale Schimmelpilz- Allergie eines Müllwerkers. Arbeitsmed. Sozialmed. Umweltmed. 32: 64-67
- Bayrisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (StMLU) (Hrsg.) (1998) Schimmelpilze in der Umwelt, Vorkommen, Erkrankungen, Schutzmaßnahmen
- Bünger, J., Möller, A., Hallier, E. (2000): Tumorerkrankungsrisiken durch Mikroorganismen am Arbeitsplatz. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin Forschung Fb900
- Baufeuchtigkeit prüfen und beheben – Verfahrenstechniken; Ratgeber 6, Herausgeber: Landesinstitut für Bauwesen, Theaterplatz 14, 52062 Aachen, Tel.: 0241/45501
- Schimmelschäden vermeiden – Bauphysikalische Grundlagen, Analyse von Ursachen, Hinweise zur Vermeidung und Sanierung, Antje Lotz, Peter Hammacher, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, ISBN 3-8167-4733-7

## Schimmel in umbauten Räumen

- vbn-info Sonderheft Schimmelpilz 2001, Verlag VBN-Seminare GmbH, Mörkenstr. 18, 27572 Bremerhaven, Tel.: 0471/9720015
- Fachbuch Toxikologie, Wirth + Gloxhuber, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York  
Feuchtigkeit und Schimmelbildung in Wohnräumen  
Arbeitsgemeinschaft der Verbraucherverbände e.V. (AgV) Heilsbachstr. 20, 53123 Bonn, Tel. 0228 – 64 89 10, Fax: 0228 – 64 42 58, E-Mail: mail@agv.de;  
ISBN: 3-88835-123-5
- ANONONYM: Meine Wohnung stinkt mir. Holzschutzmittel, Schimmel, Formaldehyd - Mieter können Giften in der Wohnung schlecht ausweichen. Sie sind aber nicht schutzlos. Finanztest, Heft 4, 74-75 2000
- ARBEITSGEMEINSCHAFT DER VERBRAUCHERVERBÄNDE E.V. (Hrsg.): Feuchtigkeit und Schimmelbildung in Wohnräumen. Bonn 1994
- BIEBERSTEIN, H.: Schimmelpilz in Wohnräumen - was tun? 2. Auflage, alpha & omega Verlag, Stuttgart 1993
- BUSS, H.: Schimmelpilze in Wohnungen. WeKa, Kissing 1991
- HABERMANN, J., WINKLER, J., STÖVER, R.A.: Feuchtigkeit und Schimmelbildung in Wohnräumen. Hrsg.: Arbeitergemeinschaft der Verbraucherverbände, 8. Auflage, Köln 1999
- ISENMANN, W.: Feuchtigkeitserscheinungen in bewohnten Gebäuden, Ursachen, Folgen, Sanierung, Gutachten, Mietzinsminderung. 2. Aufl., Verlag für Wirtschaft und Verwaltung Hubert Wingen, Essen 2000
- MAINKS, D.: Dämmung dämmt den Schimmelpilz (Ausgeglichene Temperaturen an den Bauteiloberflächen sind wichtiger als richtiges Lüften). Deutsches Ingenieurblatt, April 2000, S. 22-26 2000
- SCHRODT, J.: Schimmelpilzbefall in Wohnungen und ihre Auswirkungen. eta elektrowärme international, 48 A1, A30-32 1990
- VILL, E.: Mauerfeuchtigkeit - Ursachen, Zusammenhänge, Lösungen. Lier Verlag.
- ARNEBURG, et al.: Seminar Schimmelbildung in Wohnungen. Haus der Technik e. V. Essen 1993
- ARNEBURG, et al.: Seminar Tauwasserausfall und Schimmelbildung in Wohnungen. Technische Akademie Esslingen, Ostfildern 1993
- ISENMANN, W.: Feuchtigkeitserscheinungen in bewohnten Gebäuden, Ursachen, Folgen, Sanierung, Gutachten, Mietzinsminderung. 2. Aufl., Verlag für Wirtschaft und Verwaltung Hubert Wingen, Essen 2000
- MAINKS, D.: Dämmung dämmt den Schimmelpilz (Ausgeglichene Temperaturen an den Bauteiloberflächen sind wichtiger als richtiges Lüften). Deutsches Ingenieurblatt, April 2000, S. 22-26 2000
- MORISKE, TUROWSKI: Handbuch für Bioklima und Lufthygiene, Mensch, Wetter, Klima, Innenraum- und Außenlufthygiene, Grundlagen, Forschungsergebnisse, Trends. Loseblattsammlung, ecomed, Landsberg am Lech: (1998), mit. 5. Ergänzungslieferung (2001)
- OXLEY, T.A. & GOBERT, E.G.: Feuchtigkeit in Gebäuden. Meßgeräte, Diagnose, Behandlung Rudolf Müller Fachbücher.
- SCHRODT, J.: Baubiologische und bauphysikalische Aspekte zum Auftreten von Schimmelpilzen sowie Sanierungsmaßnahmen. Vortragsunterlagen zur 19. Fachtagung Holzschutz 1998 (23.10.98)

## Schimmel in umbauten Räumen

des Holzschutzfachverbandes Norddeutschland e.V. in Rostock 1998

- SCHRODT, J.: Feuchte- und Schimmelpilzbildung in Wohngebäuden durch Wärmebrücken. Vortragsunterlagen zur 19. Fachtagung Holzschutz 1998 (23.10.98) des Holzschutzfachverbandes Norddeutschland e.V. in Rostock 1998
- Wärmeschutz-Wärmebrücken-Schimmelpilz. Bauverlag, Wiesbaden 1992
- WAUBKE, N.V., KUSTERLE, W. (Hrsg.): Schimmelpilzbefall in Wohnbauten. Berichtsband des 1. Internationalen Symposiums, Innsbruck-Igls 1990, Universität Innsbruck 1990
- ALTMANN-BREWE, J.: Schimmelpilze und Pilzinfekte. Ehrenwirth, München.
- AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS, COMMITTEE ON ENVIRONMENTAL HEALTH: Toxic effects of Indoor Molds. Pediatrics 101/4, 712-714 1998
- BERUFGSGENOSSENSCHAFTLICHES INSTITUT FÜR ARBEITSSICHERHEIT (Hrsg.): BIA-Arbeitsmappe. Bd. 1-3, Erich Schmidt, Bielefeld.
- FUNK, F., CLARK, R., WILLIAMS, S.: Stachybotrys, a mycotoxin-producing fungus of increasing toxicologic importance. Clinical Toxicology 36,79-86 1998
- GRAVESEN, S., FRIVAD, J.C., SAMSON, R.A.: Microfungi. Munksgard-Verlag, Copenhagen 1994
- HOFMANN, JÄCKEL : Merkblätter Biologische Arbeitsstoffe. Loseblattsammlung, Landsberg am Lech: ecomed (2000), mit 3. Ergänzungslieferung (2001)
- KELLER, R.: Biogene Schadstoffe in Wohn- und Aufenthaltsräumen. Schriftenreihe Institut für Medizinische Mikrobiologie und Hygiene, Med. Universität Lübeck.
- KELLER, R.: Gesundheitliche Gefahren durch biogene Luftschadstoffe. Schriftenreihe Institut für Medizinische Mikrobiologie und Hygiene, Med. Universität Lübeck.
- KELLER, R.: Mikrobielle Schadwirkungen auf Mensch und Material in Gebäuden. Schriftenreihe Institut für Medizinische Mikrobiologie und Hygiene, Med. Universität Lübeck.
- LANG, E, KRENFELDER, E., FELDMANN, H.U.: Folge XVI Immunologie: Zu unterscheiden sind vier allergische Grundreaktionen. Physis, 4, 39-46 1986
- LESCHINGER, G.: Patienten - Illustrierte Thema Nr. 1: Allergien. 3. erweiterte Auflage, Brunner, Nürnberg 1989
- RAAB, W.: Allergiefibel. Fischer, Stuttgart 1987
- MORISKE, TUROWSKI: Handbuch für Bioklima und Lufthygiene, Mensch, Wetter, Klima, Innenraum- und Außenlufthygiene, Grundlagen, Forschungsergebnisse, Trends. Loseblattsammlung, ecomed, Landsberg am Lech: (1998), mit. 5. Ergänzungslieferung (2001)
- PEAT, J.K., DICKERSON, J., LI, J.: Effects of damp and mould in the home on respiratory health: a review of the literature. Allergy 53, 120-128 1998
- RIETH, H.: Mykologische Diagnostik. Merck, Frankfurt, ohne Jahresangabe
- RIETH, H.: Pilzdiagnostik - Mykosen-therapie. Notabene medici, Melsungen 1984
- RING, J.: Angewandte Allergologie. MMV Medizin, München 1988

## Schimmel in umbauten Räumen

- SAMSON, R.A., et al. (eds.): Health implications of fungi in indoor environments. Air quality monographs vol. 2, Elsevier, Amsterdam 1994
- SCHATA, M.: Allergische Erkrankungen durch Schimmelpilze. HAL Allergie GmbH, Düsseldorf 1985
- TROPONWERKE KÖLN (Hrsg.): Schimmelpilz-Allergien. Allergie Kolloquium Hollister-Stier, Troponwerke, Köln 1982
- VERHOEFF, A.P., BURGE, H.A.: Health risk assessment of fungi in indoor environments. Annals of Allergy, Asthma and Immunology 78, 544-556 1997
- ARNEBURG, et al.: Seminar Tauwasserausfall und Schimmelbildung in Wohnungen. Technische Akademie Esslingen, Ostfildern 1993
- KELLER, R.: Biogene Schadstoffe in Wohn- und Aufenthaltsräumen. Schriftenreihe Institut für Medizinische Mikrobiologie und Hygiene, Med. Universität Lübeck.
- KELLER, R.: Gesundheitliche Gefahren durch biogene Luftschadstoffe. Schriftenreihe Institut für Medizinische Mikrobiologie und Hygiene, Med. Universität Lübeck.
- KELLER, R.: Mikrobielle Schadwirkungen auf Mensch und Material in Gebäuden. Schriftenreihe Institut für Medizinische Mikrobiologie und Hygiene, Med. Universität Lübeck.
- SCHRODT, J.: Baubiologische und bauphysikalische Aspekte zum Auftreten von Schimmelpilzen sowie Sanierungsmaßnahmen. Vortragsunterlagen zur 19. Fachtagung Holzschutz 1998 (23.10.98) des Holzschutzfachverbandes Norddeutschland e.V. in Rostock 1998
- SCHRODT, J.: Feuchte- und Schimmelpilzbildung in Wohngebäuden durch Wärmebrücken. Vortragsunterlagen zur 19. Fachtagung Holzschutz 1998 (23.10.98) des Holzschutzfachverbandes Norddeutschland e.V. in Rostock 1998
- TROPONWERKE KÖLN (Hrsg.): Schimmelpilz-Allergien. Allergie Kolloquium Hollister-Stier, Troponwerke, Köln 1982
- WAUBKE, N.V., KUSTERLE, W. (Hrsg.): Schimmelpilzbefall in Wohnbauten. Berichtsband des 1. Internationalen Symposiums, Innsbruck-Igls 1990, Universität Innsbruck 1990
- AINSWORTH, BISBY: Ainsworths & Bisby's Dictionary of Fungi. Kew, Surrey 1983
- ARX, J.A.: Pilzkunde. Cramer, Vaduz 1976
- CLAYTON, Y., MIDGLEY, G.: Mykologie. Hippokrates, Stuttgart 1986
- DÖRFELT, H. (Hrsg.): Lexikon der Mykologie. Fischer, Stuttgart 1989
- FRITSCH, W.: Mikrobiologie. Fischer, Jena. 1990
- GEDEK, B.: Kompendium der medizinischen Mykologie. Parey, Berlin 1980
- CERNY, G, HOFFMANN, P.: Mykothek. Industrievereinigung für Lebensmitteltechnologie und Verpackung e.V., FhG, DSM, München 1987
- KOCH, H.: Leitfaden der medizinischen Mykologie. Fischer, Jena 1981
- MERSCH-SUNDERMANN, V. (Hrsg.): Medizinische Mikrobiologie für MTA. Thieme, Stuttgart 1989
- MÜLLER, E., LÖFFLER, W.: Mykologie. Thieme, Stuttgart 1989
- NULTSCH, W.: Allgemeine Botanik. Thieme, Stuttgart 1977

## Schimmel in umbauten Räumen

- REHM, H.J.: Industrielle Mikrobiologie. Springer, Berlin 1980
- REIß, J.: Schimmelpilze. Springer, Berlin 1997
- SCHLEGEL, H.G.: Allgemeine Mikrobiologie. Thieme, Stuttgart 1985
- WARTENBERG, A.: Systematik der niederen Pflanzen. Thieme, Stuttgart 1979
- WEBER, H. (Hrsg.): Allgemeine Mykologie. Fischer, Jena, Stuttgart 1993
- WEBSTER, J.: Pilze. Springer, Berlin 1983

### Bestimmungsliteratur:

- BARNETT, H.L., BARRY, B.H.: Illustrated Genera of Imperfect Fungi. Macmillan, Inc., New York 1986  
Wissenschaftliche Bestimmungsschlüssel für Schimmelpilze - nur mit entsprechender Fachkenntnis und Vorbildung zu benutzen
- BOOTH, C.: The Genus Fusarium. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey 1971  
Wissenschaftliche Bestimmungsschlüssel für Schimmelpilze - nur mit entsprechender Fachkenntnis und Vorbildung zu benutzen
- CARMICHAEL, J.W. et al.: Genera of Hyphomycetes. The University of Alberta Press, Edmonton, Alberta 1980  
Wissenschaftliche Bestimmungsschlüssel für Schimmelpilze - nur mit entsprechender Fachkenntnis und Vorbildung zu benutzen
- DITTRICH, H.H.: Bakterien, Hefen, Schimmelpilze. Franckh, Stuttgart. 1975
- ELLIS, M.B.: Dematiaceous Hyphomycetes. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey 1971  
Wichtiger wissenschaftlicher Bestimmungsschlüssel für Schimmelpilze - nur mit entsprechender Fachkenntnis und Vorbildung zu benutzen
- ELLIS, M.B.: More Dematiaceous Hyphomycetes. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey 1976  
Wichtiger wissenschaftlicher Bestimmungsschlüssel für Schimmelpilze - nur mit entsprechender Fachkenntnis und Vorbildung zu benutzen
- FOUNDATION FOR ALLERGY RESEARCH IN EUROPE: Atlas of Moulds in Europe causing respiratory Allergy. ASK, Copenhagen 1984
- VRIES, DE, G. A.: Contribution to the Knowledge of the Genus Cladosporium Link EX FR. Cramer, Lehre 1967
- JOLI, P.: Le Genre Alternaria. Editios Paul Lechavalier, Paris 1964
- PITT, J.I.: The Genus Penicillium. Academic Press, London. 1979  
Wichtiger wissenschaftlicher Bestimmungsschlüssel für Schimmelpilze - nur mit entsprechender Fachkenntnis und Vorbildung zu benutzen
- RAMIREZ, C.: Manual and atlas of the Penicillia. Elsevier Biomedical Press, Amsterdam 1982
- RAPER, K.B., FENNEL, D.J.: The Genus Aspergillus. Robert E. Krieger Publishing Company Inc., Malabar, Florida 1977  
Wichtiger wissenschaftlicher Bestimmungsschlüssel für Schimmelpilze - nur mit entsprechender Fachkenntnis und Vorbildung zu benutzen

## Schimmel in umbauten Räumen

- ROTEM, J.: The Genus *Alternaria*. APS Press, St. Paul, Minnesota 1994  
Wissenschaftliche Bestimmungsschlüssel für *Alternaria*
- SAMSON, R.A., et al: Introduction to food-borne fungi. Centraalbureau voor Schimmelcultures Baarn, Delft 1996  
Wissenschaftlicher, leicht benutzbarer Bestimmungsschlüssel für einige wichtige Schimmelpilze - jedoch nur mit entsprechender Fachkenntnis und Vorbildung zu benutzen
- SAMSON, R.A., PITT, J.I.: Advances in *Penicillium* and *Aspergillus* Systematics. Plenum Press, New York 1985
- SIVANESAN, A.: The Bitunicate Ascomycetes. Cramer, Vaduz 1984 Inhalte:  
Wissenschaftliche Bestimmungsschlüssel für Ascomyceten
- WEIDENBÖRNER, M.: Handbuch zur Bestimmung von häufig vorkommenden Schimmelpilzen. Cena, Meckenheim.  
Wissenschaftlicher, leicht benutzbarer Bestimmungsschlüssel für einige wichtige Schimmelpilze - jedoch nur mit entsprechender Fachkenntnis und Vorbildung zu benutzen
- ZYCHA, H., SIEPMANN, R., LINNEMANN, G.: Mucorales. Verlag Cramer, Lehre. 1969  
Wissenschaftliche Bestimmungsschlüssel für Zygomyceten - jedoch nur mit entsprechender Fachkenntnis und Vorbildung zu benutzen