

# Praxis Ratgeber

zur Denkmalpflege



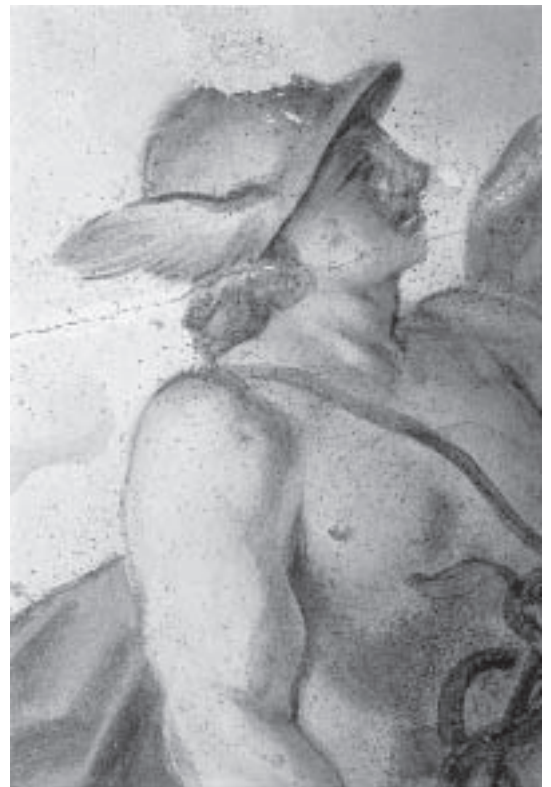
## Schimmelpilze

### 11 Fragen und Antworten

*Abb. 1. Ein extrem starker Schimmelpilzbefall auf durchnässter Tapete  
(Foto: Verf.).*



*Abb. 2. (rechts) Starker Schimmelpilzbefall auf einem Fresko im Schloss  
Alteglofsheim vor der Sanierung (Foto: Verf.).*



Informationsschriften der Deutschen Burgenvereinigung e.V.  
BEIRAT FÜR RESTAURIERUNG

# Schimmelpilze – 11 Fragen und Antworten

## 1. Was sind Schimmelpilze?

Unter dem Begriff „Schimmelpilze“ werden jene Pilze zusammengefasst, welche sich nur in ihrem äußeren Erscheinungsbild ähneln, denn sie bilden alle ein oberflächliches Pilzgeflecht (Myzel), den uns allen bekannten „schimmeligen“ Belag, z. B. auf alter Marmelade, altem Obst usw. Ein weiteres gemeinsames Merkmal ist ihre vorwiegend ungeschlechtliche Vermehrung. In der Wissenschaft von den Pilzen (Mykologie) werden die etwa 100.000 Arten der Schimmelpilze jedoch in ganz verschiedene Verwandtschaftsgruppen gestellt [Jochpilze (Zygomycetes), Schlauchpilze (Ascomycetes), Deuteromycetes (Fungi Imperfecti)].

## 2. Wie leben sie?

Wie bei den meisten anderen Pilzen entwickeln sich auch die Schimmelpilze aus einer einzelnen Vermehrungszelle, einer Spore. Weil diese in der Regel nicht das Produkt einer vorangegangenen geschlechtlichen Vereinigung ist, wird sie als ungeschlechtliche Spore oder Konidie bezeichnet. Unter günstigen Bedingungen bildet die Konidie einen Keimschlauch aus, welcher sich verzweigt und in alle Richtungen neue Pilzfäden (Hyphen) bildet, die in ihrer Gesamt-

heit als Myzel bezeichnet werden. Sobald das Myzel ein gewisses Reifungsstadium erreicht hat, bildet es Trägerhyphen (Konidiophoren/Sporangiophoren), an deren Enden je nach Gattung und Art auf unterschiedliche Weise neue Vermehrungszellen (Konidien) gebildet werden. In vielen Fällen nehmen diese bei der Reifung eine charakteristische Farbe an, und durch die unvorstellbar große Anzahl von Konidien auf einem einzelnen Myzel wird der Pilzbefall dann als gelber, rötlicher, grüner, grauer oder schwarzer Fleck sichtbar. Meistens genügt der leiseste Lufthauch, die reifen Konidien abbrechen und in die Raumluft gelangen zu lassen. Deshalb ist es leicht möglich, über die vergleichende Messung der Sporenbelastung der Innenraum- und der Außenluft festzustellen, ob in Innenräumen Schimmelpilze wachsen, selbst wenn diese hinter irgendwelchen Verkleidungen versteckt sind.

Die meisten Schimmelpilze leben von Natur aus in den obersten Erdbodenschichten und ernähren sich von den Abfallprodukten abgestorbener Pflanzen und Tiere. Ihre winzigen Konidien sind überall in der uns umgebenden Luft enthalten und setzen sich auf allen Oberflächen in unseren Häusern ab, auf den Möbeln, dem Fußboden, aber auch den Wänden und sogar den Fensterscheiben.

Ihre Anforderungen an die Umweltbedingungen liegen bezüglich der Temperaturen zwischen minimal 0° C und maximal 40° C (bei einigen tropischen Arten wie *Mucor pusillus* maximal 60° C). Dabei gibt es auch Unterschiede zwischen den verschiedenen Gattungen und Arten. Vertreter der Gattung *Penicillium* bevorzugen Temperaturwerte zwischen 20° und 25° C, *Aspergillus*-Arten hingegen solche zwischen 25° und 30° C. Auf hohe Temperaturen reagieren die Schimmelpilze in der Regel empfindlicher als auf niedrige, doch können einige Arten auch Extremtemperaturen in Form ihrer Sporen (oder Konidien oder Chlamydosporen) in inaktivem Zustand überdauern.

Die Schimmelpilze bevorzugen pH-Werte ihrer Substrate (Unterlagen, auf welchen sie leben) zwischen 4,5 und 6,5, also den schwach sauren Bereich, doch gibt es auch Arten, welche noch bei Werten von 2,0 im sauren oder 8,0 im alkalischen Bereich leben können. Allerdings benötigen sie für die Keimung ihrer Sporen, also den Beginn ihrer eigentlichen aktiven Wachstumsphase, hohe relative Luftfeuchtwerte, nämlich minimal 80%. Steigt die Luftfeuchtigkeit, dann erhöht sich auch ihre Wachstumsgeschwindigkeit, und sie sind unter günstigen Bedingungen in der Lage, innerhalb von 24 Stunden einen schimmeligen Belag auszubilden, welcher flockig, samtig oder watteartig und oftmals durch die Konidien kräftig gefärbt sein kann. In der Regel benötigen sie bei relativen Luftfeuchtwerten von 97% etwa 2 Wochen, um Kolonien auszubilden, welche mit dem bloßen Auge erkannt werden, bei nur 80% rel. Feuchte dagegen 5 bis 6 Wochen.

Normalerweise liegen die Werte der Luftfeuchtigkeit in den Wohnungen weit unterhalb dessen, was die Schimmelpilze benötigen, doch gibt es Stellen, wo sich Feuchtigkeit halten oder niederschlagen (kondensieren) kann. Das sind vor allem schlecht gelüftete Ecken im Bad, in der Küche, im

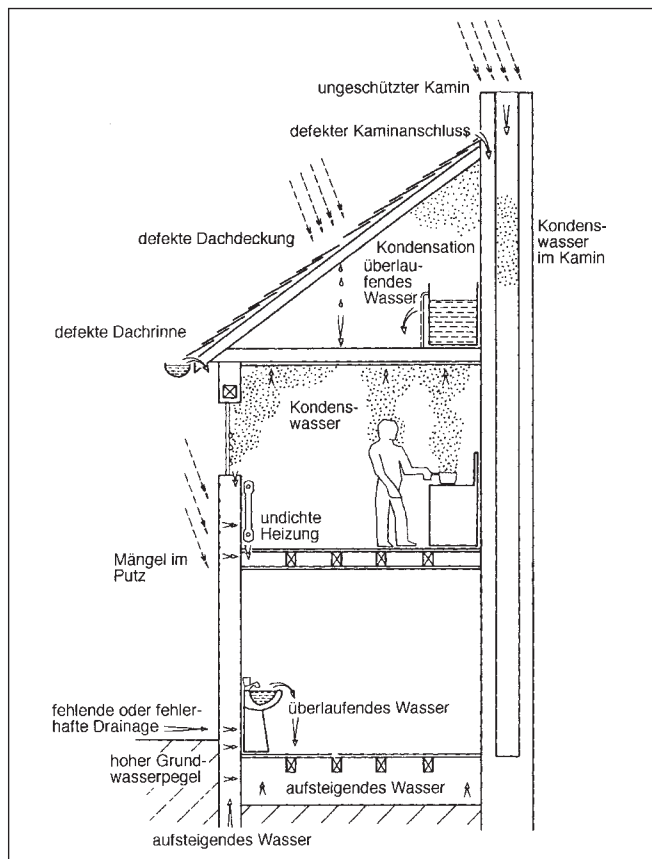


Abb. 3. Verschiedene Möglichkeiten des Nässeintrages (aus: Singh, J., *The built environment and the development of fungi*, in: *Building Mycology*, hrsg. v. J. Singh, London 1994).

Schlafzimmer, auch hinter Möbeln, wenn diese zu dicht an der Wand stehen. Wo zwei Außenwände unter dem Dach aufeinanderstoßen, schlägt sich oft die Feuchtigkeit der Luft nieder und führt zu Schimmelpilzbefall. Hier geht das gleiche vor sich, was auch passiert, wenn man eine Bierflasche aus dem Kühlschrank nimmt und auf den Küchentisch stellt. Es bilden sich Wassertropfen, weil die in der Luft enthaltene Feuchtigkeit an der kalten Oberfläche ausfällt („kondensiert“).

Ebenso bilden sich Schimmelpilzrasen auf Wänden und Decken, welche durch eindringende Nässe (Schlagregen, Nässe durch undichte Dächer, Durchnässungen nach Überschwemmungen) durchfeuchtet sind.

### 3. Wo kommen Schimmelpilze vor?

#### Schimmelpilze auf Holz

Verschiedene Schimmelpilzarten befallen Holz und bauen die Zellulose ab, wobei es zu Verfärbungen und Festigkeitsverlusten kommt. Allerdings dringt der Abbau nie tiefer als 1 mm in das Holz ein.

Beispiele sind: *Aureobasidium pullulans*, *Trichoderma viride* und Arten der Gattungen *Alternaria*, *Chaetomium* und *Fusarium*.

#### Bücher und Papier

Die falsche Lagerung von Büchern und Papieren bei über 65% Luftfeuchtigkeit und mangelnder Luftbewegung kann zu Befall durch Schimmelpilze führen. Als Schäden treten Verfärbungen und in manchen Fällen auch der vollständige Abbau von Papierfasern und Klebemitteln auf. Auch für die Verfärbung von Briefmarken in unsachgemäß aufbewahrten Sammlungen sind Schimmelpilze verantwortlich.

Beispiele sind: auf Büchern *Penicillium*-Arten, *Aspergillus versicolor*, *Cladosporium herbarum* und *Trichoderma viride*; auf Briefmarken *Aspergillus*-Arten, *Gliocladium roseum* u. a.

#### Textilien

Auch unterschiedliche Textilien wie Kleidungsgegenstände, Betten, Gardinen, Vorhänge, Wandteppiche, Stofftapeten, Teppiche u. a. unterliegen den wertmindernden Angriffen der Schimmelpilze. Beim Befall nehmen die Textilien den typisch feucht-muffigen Geruch an, zeigen fleckige Verfärbungen oder werden schlimmstenfalls so weit abgebaut, dass sie die Festigkeit und damit den Zusammenhalt verlieren.

Beispiele sind: *Alternaria*-Arten, *Aspergillus*-Arten, *Chaetomium globosum*, *Chaetomium olivaceum*, *Cladosporium* spec., aber auch die humanpathogene Art *Stachybotrys chartarum*.



Abb. 4. Verschimmelung des Akanthus eines Seitenaltares in der Klosterkirche Weltenburg nach einer Überschwemmung (Foto: Verf.).

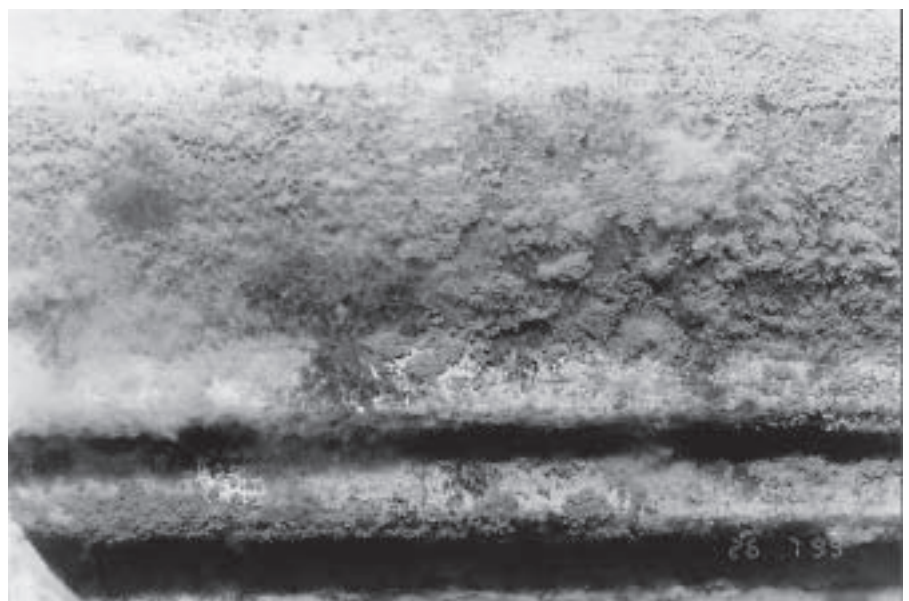


Abb. 5. Detailvergrößerung aus Abb. 4, das Wachstum verschiedener Schimmelpilzarten zeigend (Foto: Verf.).



Abb. 6. Schimmelpilze in einer Ausstellungsvitrine eines Archäologischen Museums (Foto: Verf.).

### Leder

Mehrere Schimmelpilzarten befallen Leder und schädigen es durch Fleckenbildung oder in weiter fortgeschrittenen Befallsstadien durch den Abbau der Kollagenfasern, so dass die Festigkeit verloren geht.

Beispiele sind: mehrere *Aspergillus*-Arten, darunter auch die humanpathogene Art *Aspergillus fumigatus*, mehrere *Penicillium*-Arten, *Paecilomyces varioti*, *Mucor circelloides*, *Rhizopus oryzae*, *Rhizopus stolonifer*, *Chaetomium globosum*, *Scopulariopsis brevicaulis* u. a.

### Wand- und Deckenanstriche

Organische Zusätze in Anstrichen, wie z. B. verschiedene Öle und Erdpigmente (z. B. Umbra), aber auch Tenside und Weichmacher können von verschiedenen Schimmelpilzen angegriffen werden, während Beigaben von Schwermetallen die Anstriche weitgehend schützen.

Beispiele: Unter den Arten, welche häufig auf Anstrichen zu finden sind, seien *Aureobasidium pullulans*, *Cladosporium herbarum* und *Penicillium expansum* erwähnt, während *Alternaria*- und *Cladosporium*-Arten oft für die grau-schwarzen Verfärbungen auf feuchten Tapeten verantwortlich sind.

### Gemälde

Ungenügende Luftzirkulation bei gleichzeitig hoher relativer Luftfeuchtigkeit sind – wie fast immer – die Gründe, weswegen auch Gemälde dem Angriff von Schimmelpilzen ausgesetzt sind. Dabei greifen die verschiedenen Gattungen und Arten so ziemlich alle Teile eines Gemäldes an, sei es die Leinwand, die Bindemittel, Kleister und Leime oder die Farben. Im fortgeschrittenen Stadium des Befalls kann der Farbauftrag auseinanderbrechen.

Beispiele sind: auf Leinwand *Alternaria* spec., *Chaetomium* spec., *Cladosporium* spec., *Stemphylium* spec., auf Bindemitteln *Aspergillus* spec., *Aureobasidium* spec., auf Kleister und Leimen *Mucor* spec., *Rhizopus* spec., auf Farben *Aspergillus* spec. Schwarz-braune bis schwarze Verfärbungen auf der Bildseite werden durch *Alternaria* sp., *Aureobasidium* spec., *Chaetomium* spec., *Cladosporium* spec., *Stemphylium* spec. verursacht, grüne durch *Penicillium* spec. und blassrötliche durch *Trichothecium* spec.

### Wandgemälde

Feuchtigkeit und Schmutz als Voraussetzungen für Schimmelpilzwachstum sind die ärgsten Feinde von Wandgemälden. Zunächst treten entstellende Verfärbungen auf, doch können die Farbaufträge schließlich auch vom Untergrund abgelöst werden. Die Vielzahl der Arten, welche hieran beteiligt sein können, kann hier nicht aufgeführt werden.

### Glas

Mit verschiedenen ausgeschiedenen Säuren können mehrere Schimmelpilzarten Gläser angreifen und dort Ätzspuren hinterlassen, welche das Muster des dort gewachsenen Myzels wiedergeben. Zwar können sich die Schimmelpilze vom Glas selbst und seinen Substanzen nicht ernähren, doch genügen ihnen Fingerabdrücke und anhaftende Schmutzteilchen für ihre Entwicklung und ihr Wachstum, sofern genügend Feuchtigkeit vorhanden ist.

Gerade in den tropischen Ländern wird der Schimmelpilzbewuchs auf optischen Instrumenten wie Mikroskopen, Ferngläsern und Fotoapparaten zu einem großen Problem.

Beispiele: Hauptsächlich beteiligt sind verschiedene *Aspergillus*- und *Penicillium*-Arten sowie *Chaetomium globosum* und *Paecilomyces varioti*.

### Gestein

Selbst mineralische Baustoffe, wie Gesteine von Denkmälern und in Gebäuden, werden von Schimmelpilzen angegriffen, indem diese Säuren wie Oxal-, Zitronen- oder Gluconsäure ausscheiden.

Beispiele: *Aspergillus niger*, *Cladosporium herbarum*, *Penicillium simplicissimum*, *P. expansum*, *P. granulosum*, *Mucor* sp. u. a.

## 4. Was sind die Ursachen für einen Befall?

Weil die Schimmelpilze bezüglich ihrer Nahrungsansprüche ausgesprochen genügsam sind und schon dort zu existieren vermögen, wo ihnen lediglich Schmutzablagerungen oder auch nur Staub als Nahrungsquelle zur Verfügung stehen,

weil sie auch innerhalb weitgespannter Temperatur- und pH-Wert-Grenzen leben können, ist es vor allem die Feuchtigkeit, welche die entscheidende Ursache für einen Schimmelpilzbefall darstellt. Diese Feuchtigkeit kann dadurch gegeben sein, dass Nässe durch Öffnungen im Dach, Risse im Mauerwerk, über defekte Regenabflusssysteme oder angestiegenes Grundwasser hatte eindringen können, auch durch Rohrbrüche, übergelaufene Badewannen, abgerissene Schläuche an Waschmaschinen usw., wodurch Decken, Wände, Tapeten, Teppiche und andere Materialien nass geworden sind. Sie kann aber auch durch Kondensation in schlecht gelüfteten Nassräumen wie Bad, Küche, Schlafzimmer oder an sog. Wärmebrücken entstanden sein. Grundsätzlich genügen hohe Luftfeuchtigkeitswerte in direkter Nähe der befallenen Materialien, um ein Wachstum von Schimmelpilzen zu verursachen. Eine luftheritzende Heizungsanlage wirkt dabei befallsfördernd: die warme Luft kann viel Feuchte aufnehmen, die dann an den kühlen Außenwandflächen kondensiert.

### 5. Welche Schäden werden durch sie verursacht?

Neben der Beeinträchtigung der Gesundheit der Bewohner oder Benutzer schimmelpilzbefallener Räume und neben der Beeinträchtigung der Ästhetik, wenn Wände, Gegenstände oder Kunstwerke Schimmelpilzflecken aufweisen, werden Kunstwerke, kunsthandwerkliche Gegenstände und alle erhaltens- und sammelwerten Objekte durch den Schimmelpilzbefall geschädigt, weil die Oberflächen durch verschiedene Säureausscheidungen verätzt oder bestimmte Bestandteile daraus von den Pilzen verwertet werden. Dadurch werden dann die Farbaufträge von Gemälden oder Wandfresken brüchig und lösen sich schließlich vom Untergrund ab. Ebenso werden Lederbezüge brüchig, Stoffe aus pflanzlichen oder tierischen Bestandteilen verlieren ihre Festigkeit, Ledereinbände und das Papier wertvoller Bücher verlieren ihren Zusammenhalt, historische optische Instrumente werden unbrauchbar. Hinzu kommen fleckige

Verfärbungen, welche sich bei längerem Einwirken der Schimmelpilze ohne die gleichzeitige Beschädigung des Objektes nicht mehr entfernen lassen.

Der Abbau bestimmter Bestandteile beschränkt sich dabei auf den Oberflächenbereich. Bei Bau- und Konstruktionshölzern dringen die Schimmelpilze nicht tiefer als 1 mm vor, und auch bei Wänden, Decken, Mauerwerk, Steinen oder Statuen ist ein tiefergehender Abbau bisher nicht bekannt geworden.

### 6. Gefährden sie die menschliche Gesundheit?

Es sind nicht allein die lebensfähigen Sporen oder Konidien der Schimmelpilze, welche durch hohe Konzentrationen in der Raumluft die Gesundheit der Menschen gefährden. Auch die nicht mehr lebensfähigen Sporen und die von vielen Arten bei ihren Stoffwechselforgängen freigesetzten Giftstoffe, die Mykotoxine, stellen ein Gefährdungspotential für die betroffenen Personen dar. Als Folge davon können allergische Reaktionen entstehen, welche sich in Atemwegserkrankungen, aber auch in Hautreizungen, grippeähnlichen Beschwerden bis hin zu schweren Erschöpfungszuständen, Schwindel, Gedächtnis- und Sprachstörungen äußern können.

Je höher der Anteil der Sporen in der Luft ist und je länger die Menschen hohen Konzentrationen ausgesetzt sind, um so stärker ist ihre Gesundheit gefährdet. Allergiker sind schon durch geringe Konzentrationen gefährdet, ebenso Personen mit einem geschwächten Abwehrsystem. Schimmelpilze können zudem Sekundärinfektionen hervorrufen, wenn z. B. Haut- oder Atemwegserkrankungen vorliegen. Zu den gefährlichen Vertretern zählen die beiden (humanpathogenen) Arten *Aspergillus fumigatus* und *Aspergillus flavus*, welche direkt zu Erkrankungen führen können, weil ihre Sporen „lungengängig“ sind und bei 36°–37° C, also unserer Körpertemperatur, im menschlichen Körper wachsen und dort durch ihre Stoffwechselprodukte (Mykotoxine) Vergiftungen herbeiführen. Eine weitere gefährliche Art ist *Stachybotrys chartarum* (= *S. atra*).

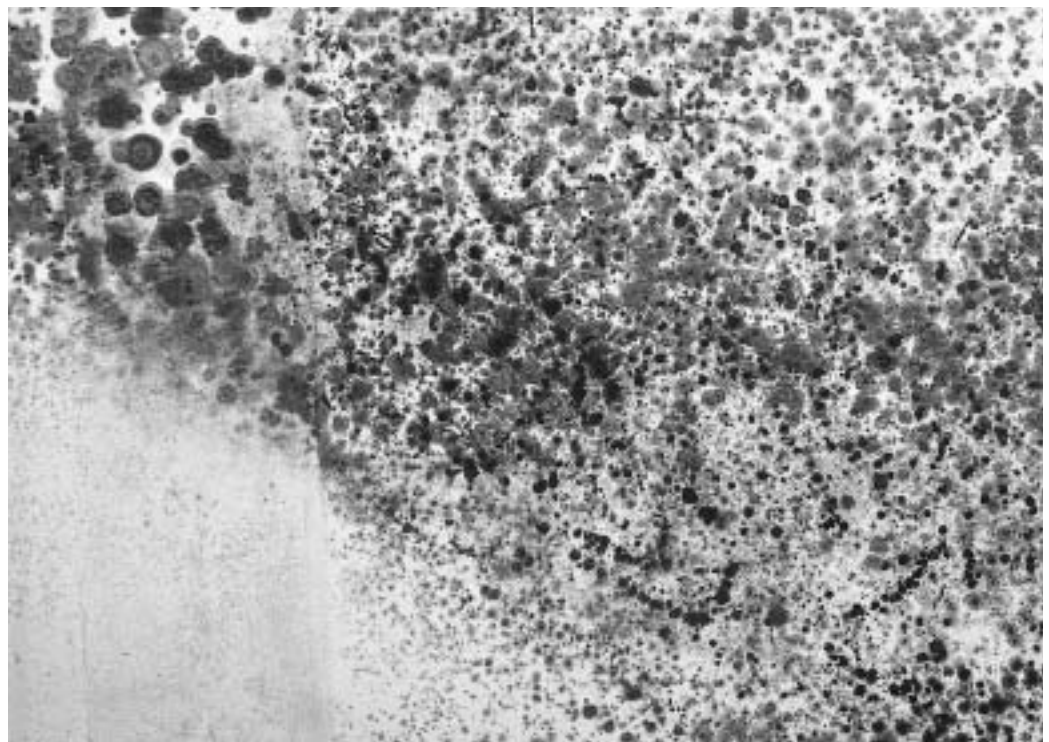


Abb. 7. An einer heftig befallenen Wand wurde versucht, die Fläche durch Abbürsten zu reinigen (unten links) (Foto: Verf.).

Durch das Einatmen der Konidien können die Atemwege geschädigt werden bis hin zur Pneumomykotoxikose. Andere Arten können Allergien bewirken, wenn ihre Sporen, abgelöste Myzelteile oder Stoffwechselprodukte in erhöhter Konzentration auftreten.

## 7. Wie stellt man einen Befall fest?

Es macht keine Schwierigkeit, einen ausgedehnten Schimmelpilzbefall festzustellen, welcher gut sichtbar an Wänden oder Decken wächst. Schwieriger wird es, wenn es sich um einen beginnenden kleinfleckigen Befall oder einen großflächigen ohne ausgesprochene Fleckenbildung handelt. Die Unterscheidung von Fingerabdrücken oder Schmutz- bzw. Staubablagerungen kann dann sehr schnell mit einem handlichen Kleinstmikroskop mit 50-facher Vergrößerung erfolgen. Schimmelpilze wachsen stets von einem Infektionspunkt aus in alle Richtungen und bilden darum – soweit ihnen das irgendwie möglich ist – annähernd kreisförmige Myzelflächen aus, in welchen sich bei 50-facher Vergrößerung die Zusammensetzung aus einzelnen Pilzfäden (Hyphen) erkennen lässt. Ist ein solcher Aufbau aus Einzelhyphen nicht festzustellen, dann handelt es sich um etwas anderes, jedenfalls nicht um Schimmelpilze.

Nicht immer ist der Befall offensichtlich. Dann lässt sich durch Messungen des Sporengehaltes der Raumluft im Vergleich zur Außenluft feststellen, ob ein versteckter Befall vorliegt. Die Pilze können sich hinter Holz- oder Styropor- oder andersartigen Verkleidungen ausgebreitet haben oder in den Lüftungsanlagen, deren Filtereinsätzen oder Wasserbehältern vorhanden sein.

Es gibt verschiedene Methoden, den Gehalt an Schimmelpilzsporen in der Raumluft zu messen. Ungeeignet ist die oft angewandte Methode, eine mit einem Kultivierungsmedium für Schimmelpilze gefüllte Petrischale offen in einem zu untersuchenden Raum aufzustellen und aus der Anzahl der dort nach 7 Tagen gewachsenen Schimmelpilzkolonien auf die Schimmelpilzbelastung der Luft zu schließen. Sie ist für Kontrolluntersuchungen in Operationssälen von Krankenhäusern manchmal sinnvoll, für die im allgemeinen interessierende Fragestellung, welche Sporenbelastung in der Raumluft vorhanden ist, hingegen völlig ungeeignet. Erstens setzen sich in aller Regel nur Sporen ab (sedimentieren), welche größer als 5 µm sind, kleinere hingegen nicht. Zweitens kann damit lediglich herausgefunden werden, von welchen Pilzarten Sporen in der Luft enthalten sind, nicht aber deren Anzahl pro m<sup>3</sup>.

Es muss folglich mit einer Methode gearbeitet werden, welche quantitative Untersuchungen der Sporenkonzentration pro m<sup>3</sup> Luft erlaubt. Hierzu gehören beispielsweise die Filtrations-, die ein- und mehrstufige Impaktions- (=Aufschleuder-) und die Impingement- (=Auswasch-) Methode. Jede dieser Methoden hat gewisse Vor- und Nachteile und muss je nach spezifischer Fragestellung ausgewählt werden. Die jeweils mindestens drei Messungen (mehr wären wegen der statistischen Absicherung der Ergebnisse wünschenswert) müssen in den Innenräumen und in der Außenluft vorgenommen werden, weil sich erst aus dem Vergleich der Messungen von außen und innen ergibt, ob in den Räumen eine größere Belastung mit Schimmelpilzsporen gegeben ist als im Außenbereich. Nach neueren Erkenntnissen sollte der quantitative Auswertung immer auch die qualitative Differenzierung der Gattungen und Arten fol-

gen, denn erstens gibt eine von der Außenluft abweichende Zusammensetzung der Arten den Hinweis auf Pilzwachstum im Innenraum und zweitens stellen 50 Konidien von *Aspergillus fumigatus* ein erhebliches gesundheitliches Risiko dar, hingegen 500 Konidien von *Cladosporium* herbarum nicht unbedingt.

Zusätzlich sollten direkte Proben von erkennbar befallenen Stellen mit der Tape-Test-Methode entnommen und daraufhin untersucht werden, ob neben den immer allgegenwärtigen Sporen auch gewachsene Myzelien vorhanden sind.

Ein Mangel bei vielen Schimmelpilzuntersuchungen in Innenräumen ist, dass in aller Regel nur die Gattungen, nicht aber die Arten bestimmt werden, so dass in den entsprechenden Berichten als Untersuchungsergebnis zu lesen ist: „*Penicillium spec.*“, „*Aspergillus spec.*“, „*Cladosporium spec.*“ usw. Derartige „Ergebnisse“ treffen für Innenräume fast ausnahmslos zu und können darum ohne die Gefahr einer Falschaussage auch in ein „Gutachten“ geschrieben werden, ohne dass die Räume untersucht worden sind. Schlussfolgerungen auf eine Gesundheitsgefährdung lassen sich hingegen erst dann ziehen, wenn die Mengen der Schimmelpilzanteile in der Raumluft gemessen worden sind, die wichtigen Pilzarten identifiziert und ihre prozentualen Verteilungen bestimmt worden sind.

## 8. Was tut man gegen einen Befall?

Die Beseitigung von Schimmelpilzbefall ist nicht ganz ungefährlich, weil jede leichte Luftbewegung in den befallenen Räumen das Ablösen großer Sporenmengen verursacht. Außerdem setzen sich die Sporen auf allen Oberflächen ab. Deshalb sind die Gardinen, Polstermöbel, Teppiche wie auch alle anderen Gegenstände mit großen Mengen von Sporen versehen. Bei der Reinigung sollten darum neben den sichtbar befallenen Wänden und Decken auch die Gardinen, Polstermöbel und Teppiche gereinigt werden. Die Personen, welche die Reinigung vornehmen, müssen Atemschutzmasken mit geeigneten Filtern tragen. Oft werden befallene Wandflächen von Malerbetrieben mit Drahtbürsten oder Spachteln gereinigt, oder es werden Gifte versprüht, welche die Pilze abtöten sollen. Beide Methoden bewirken aber, dass noch mehr Teilchen der Schimmelpilze in die Umgebungsluft gelangen, so dass der Schaden eigentlich noch vergrößert wird.

Am besten hat sich eine Methode bewährt, bei welcher mit einem besonderen Sauggerät eine sich drehende Bürste die Pilzteile von den Oberflächen entfernt und gleichzeitig einsaugt, so dass sie nicht in die Umgebungsluft gelangen. Das Sauggerät muss zusätzlich mit einem besonderen Filtersystem ausgerüstet sein, welches die mikroskopisch kleinen Teilchen und Sporen zurückhält. Beim Einsatz eines der gängigen Haushalts-Staubsauger würden die Sporen durch die Poren des Staubbeutels wieder entweichen. Nach der Reinigung der Wände und Decken sollten vor allem auch die Gardinen, Polstermöbel und Teppiche von den dort enthaltenen Sporenmassen gereinigt werden.

Zusätzlich sind Maßnahmen zu ergreifen, welche einen Neubefall verhindern. Hierfür sind gute Kenntnisse von den Lebensbedingungen der Schimmelpilze sowie von den baulichen Gegebenheiten erforderlich. Das Zusammenspiel der verschiedenen Baumaterialien, Tapetentypen, Anstrichfarben, Dämmmaterialien, der Einfluss der Heiz- und Lüf-

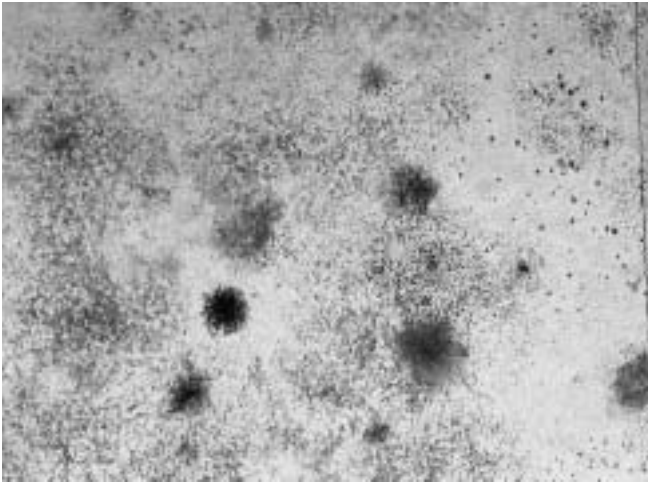


Abb. 8. Auf der Wand wachsen Schimmelpilze der Gattungen *Chaetomium*, *Cladosporium*, *Epicoccum* und *Klocladium* (Foto: Verf.).

tungstechnik usw. und des Nutzerverhaltens kann in jedem Einzelfall anders sein und erfordert neben den Kenntnissen auch einen gewissen Umfang an Erfahrungen zur Beurteilung der jeweiligen Situation. In jedem Fall muss die Beseitigung der Schimmelpilze Hand in Hand gehen mit der Beseitigung der Ursachen und einer abschließenden Erfolgskontrolle.

## 9. Was ist bei der Sanierung zu beachten?

Jeder Sanierung sollte unbedingt die Feststellung der Ursachen der aufgetretenen Mängel durch objektive Messungen vorangehen. Wer hier Geld zu sparen versucht, indem er auf ein unabhängiges Gutachten verzichtet und sich gleich an ein Sanierungsunternehmen wendet, muss oft insgesamt mehr bezahlen als derjenige, welcher von einem öffentl. best. u. vereid. Sachverständigen die Ursachen und das Ausmaß des Schadens ermittelt und sich von ihm Vorschläge zur Behebung der festgestellten Mängel unterbreiten lässt.

Die Sanierung selbst soll dann die Ursachen beseitigen, bei Schimmelpilzbefall also immer die Ursachen überhöhter Feuchtigkeit. Das können entweder bauliche Mängel wie Fehler in der „Außenhaut“ des Gebäudes oder Wärmebrücken sein oder auch Benutzerfehler wie z. B. unzureichende Lüftung und Behinderung der Luftzirkulation hinter Möbeln an Außenwänden.

Auf den Einsatz von Giften kann bei der Schimmelpilzbekämpfung im Wohnbereich und überall dort ganz verzichtet werden, wo die Oberflächen eine mechanische Bearbeitung zulassen. In den Fällen, wo es um die Erhaltung von Kunstwerken oder anderen musealen Objekten geht, also um Gemälde, Fresken, Bücher, Dokumente, Textilien u. a., wird man nach wie vor auf Gifte zurückgreifen müssen, mit welchen die Gegenstände – meistens – begast werden.

## 10. Wie kann man einem Befall vorbeugen?

Die Grundlage aller Vorbeugungsmaßnahmen gegen Schimmelpilze ist, entweder von vornherein das Auftreten von Feuchtigkeit oder von hohen Luftfeuchtigkeitswerten zu verhindern oder durch Lüftungsmaßnahmen für eine rasche Austrocknung feucht gewordener Flächen zu sorgen.

Das lässt sich durch das Zusammenspiel konstruktiver Maßnahmen und ein angemessenes Nutzerverhalten erreichen. Zu den konstruktiven Maßnahmen zählt eine kapillaraktive „Außenhaut“ des Hauses. Sie vermag Feuchtigkeit aus Beregnung bzw. täglicher Kondensation bei nächtlich abkühlender Außenluft aufzunehmen und wieder abzugeben und wird nicht durch eingebaute Sperrschichten wie wasserabweisende „kunstharzvergütete“ Anstriche bzw. Hydrophobierung am kapillaren Abtrocknen eingedrungener Feuchte behindert.

Wenn z. B. im Badezimmer die Fugen mit Silikon gefüllt sind und der obere Teil der Wände mit Ölfarben gestrichen ist, dann wird sich hier trotz guter Lüftung der Befall durch Schimmelpilze an diesen feuchtigkeitsundurchlässigen Sperren nicht verhindern lassen. Auch moderne Dispersionsfarben oder gar wasserdampfdurchlässige Tapeten auf den Fensterlaibungen in der Küche und im Schlafzimmer begünstigen den Schimmelpilzbefall. Bei Dachkonstruktionen sind die Konstruktionshölzer (Sparren, Pfetten, Balken etc.) voll wärmegeämmter Dächer natürlich stärker gefährdet als die hinterlüfteten Dachkonstruktionen, bei denen eingedrungene Feuchtigkeit von der vorbeiströmenden Luft wieder abgeführt wird.

Bei den Anstrichen sind Kalkfarben oder rein mineralische Farben auf der Basis von Calcium-Silikat den modernen

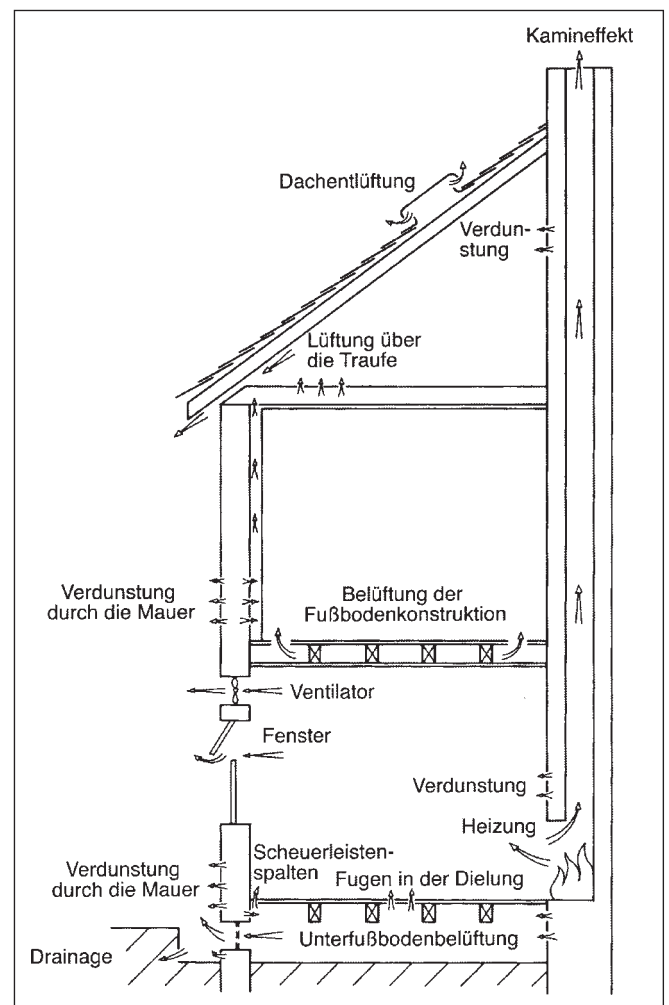


Abb. 9. zeigt verschiedene konstruktive Maßnahmen zur Verhinderung von Befall durch Pilze (aus: Singh, J., *The built environment and the development of fungi*, in: *Building Mycology*, hrsg. v. J. Singh, London 1994).

Dispersionsfarben in jedem Fall vorzuziehen, weil sie viel Feuchtigkeit aufnehmen und an die vorbeistreichende Luft wieder abgeben können und damit ein gesundes Raumklima schaffen. Auch ist oft der hohe pH-Wert solcher Farben schon für sich allein schimmelpilzabweisend.

Auch die Wahl des Heizungssystems kann die Schimmelpilzbildung positiv oder negativ beeinflussen. Strahlungswärme, wie sie durch die früher üblichen Kachelöfen oder durch – neuerdings im Bereich des Denkmalschutzes oft verwendete – sog. „Temperieranlagen“ erzeugt wird, bewirkt, dass die Oberflächentemperatur der Wände höher ist als die der Raumluft, so dass sich dort keine Luftfeuchtigkeit niederschlagen kann und folglich keine Schimmelpilze wachsen (vgl. Praxis-Ratgeber Nr. 7).

Zu einem angemessenen Nutzerverhalten zählen das richtige Lüften durch Stoßlüftung mit Durchzug (im Gegensatz zu dem beliebten, weil bequemen, Öffnen der Fenster durch Kippen, wodurch im Gegenteil die Schimmelpilzbildung begünstigt wird), und das ausreichende Heizen während der kalten Jahreszeit. Die Stoßlüftung kann dabei vor allem dafür sorgen, dass Feuchtespitzen wie nach dem Duschen unverzüglich weggelüftet werden. Sie sollte mindestens zweimal am Tag für 5 bis 10 Minuten erfolgen.

## 11. Wer hilft?

Für die gutachterliche Bewertung des Schadensumfanges und der Schadensursachen gibt es von den Industrie- und Handelskammern öffentlich bestellte und vereidigte Sachverständige. Nur diese Sachverständigen unterliegen einer Art Ehrenkodex und haben sich zuvor strengen Qualitäts- und Persönlichkeitsprüfungen unterwerfen müssen. „Sachverständiger“ ohne den Zusatz „öffentlich bestellt und vereidigt“ darf sich jeder nennen, ohne eine entsprechende Qualifikation nachweisen zu müssen.

Für die Beurteilung der gesundheitlichen Risiken sind unter den Medizinern die Allergologen oder an den Universitätskliniken die Hygiene-Institute zuständig. Die Belastungen der Raumluft mit Schimmelpilzen werden häufig auch von Umweltambulanz begutachtet, welche nach den Erfahrungen des Verfassers nicht immer die notwendigen Voraussetzungen dafür mitbringen. Ein gutes Kriterium bei der

Auswahl geeigneter Personen oder Institute für die Untersuchung von Schimmelpilzproben ist, ob diese Personen oder Institute die entnommenen Schimmelpilzproben selbst untersuchen, oder ob sie diese an andere Stellen zur Identifizierung schicken müssen. Im letzten Fall sollte man skeptisch sein.

In jedem Fall sollte man darauf achten, dass es sich um Fachleute handelt, welche die Belastung der Raumluft durch Schimmelpilzsporen messen und mit Kultivierungs- und Mikroskopiertechniken die Pilze identifizieren können. Erst dadurch lassen sich die gesundheitlichen Risiken beurteilen und die auf den Einzelfall zugeschnittenen Maßnahmen ergreifen.

## Glossar

Allergische Reaktion: Überempfindlichkeitsreaktion des körpereigenen Immunsystems auf das Eindringen von Fremdstoffen, hier Schimmelpilzsporen; das Ergebnis reicht von einer „Schniefnase“ bis zum lebensbedrohenden Schock  
Aspergillus: Gießkannenschimmel, Gattung der Schimmelpilze

Humanpathogen: den Menschen krankmachend

Hyphe: einzelner, mikroskopisch kleiner Pilzfaden

Kondensieren: Feuchtigkeit geht vom dampfförmigen in den flüssigen Zustand über

Konidie: ungeschlechtliches, mikroskopisch kleines Verbreitungsorgan der Schimmelpilze

Konidiophor: Trägerorgan der Konidien

Mykologie: Lehre von der Pilzkunde

Mykotoxine: giftige Stoffwechselprodukte der Pilze

Myzel: die Gesamtheit der Hyphen, also Pilzgeflecht

Penicillium: Pinselschimmel, Gattung der Schimmelpilze

Sedimentieren: sich absetzen

Sekundärinfektion: Infektion in Folge einer schon bestehenden Erkrankung

Sporangiophor: Trägerorgan der Sporangien, also von Hüllen, in denen Sporen gebildet werden

Spore: geschlechtliche Vermehrungseinheit

Stoßlüftung: Lüftung bei gleichzeitiger ganzer Öffnung einander gegenüberliegender Fenster und Türen

### Weiterführende Literatur (Auswahl)

Nuss, I., 1997: Hausbewohnende Pilze: Ein kurzer Einblick. Der Sachverständige, Dezember 1997, S. 10–12.

Nuss, I., 1998: Gefährliche Pilze an den Wänden. DAS jura HAUS Nr. 4, 1998/1999, S. 32–33.

Reiss, J., 1986: Schimmelpilze – Lebensweise, Nutzen, Schaden, Bekämpfung, Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag.

Samson, R. A., Hoekstra, E. S., Frisvad, J. C. & O. Fiktenborg, 1995: Introduction to Food-borne Fungi. 322 pp. Centraalbureau voor Schimmelcultures, Baarn/Delft.

[Eine ausführliche Literaturliste findet sich in Samson et al.]

Praxis Ratgeber Nr. 8 – September 2001

Herausgeber: Deutsche Burgenvereinigung e.V. (DBV)  
Marksburg – 56338 Braubach

Verfasser: Priv. - Doz. Dr. habil. Ingo Nuss, von der IHK Regensburg öfftl. best. u. vereid. Sachverständiger für „Hausschwamm und andere hausbewohnende Pilze“, also auch Schimmelpilze, sowie „Pilze auf Holz“  
Fürstenstr. 2, 93098 Mintraching  
Tel.: 09406/90016, Fax: 09406/90017

Redaktion: Dipl.-Ing. Konrad Fischer Architekt  
Restaurierungsbeirat der DBV  
Hauptstr. 50 – 96272 Hochstadt

Satz: Martina Holdorf M.A.

Druck und

Herstellung: Görres-Druckerei, Koblenz