

Schimmelpilze und Schimmel: Die wichtigsten Merkmale

Unter dem Begriff Schimmelpilze werden fadenförmige (filamentöse) Pilze zusammengefasst. Schimmelpilze stellen aber keine in Klassen (taxonomisch) definierte Einheit von Pilzen dar, die sich durch gemeinsame Merkmale bezüglich ihrer Form, Gestalt und Struktur beschreiben und von anderen Gruppen unterscheiden lassen.

Schimmelpilze wachsen als fadenförmig aneinandergereihte Zellen (Hyphen der Fadenpilze). Sie bilden Sporen, die meist über die Luft verbreitet werden und sich so vermehren können.

In jeder Umgebungsluft sind Schimmelpilzsporen vorhanden, die Art und Anzahl hängen hauptsächlich von der Vegetation, der Jahreszeit und der geografischen Lage ab. So können in Mitteleuropa im Winter rund 100 bis 200 kultivierbare Schimmelpilzsporen (als koloniebildende Einheiten KBE pro

m³) vorhanden sein, im Sommer liegt der Wert häufig um ein Vielfaches höher (mehr als 1000 KBE pro m³).

In unserem direkten Lebensumfeld sind rund 200 verschiedene Schimmelpilzarten nachweisbar, von denen etwa 50 Arten häufig und die übrigen 150 Arten nur selten auftreten. Die verschiedenen Schimmelpilzarten können mit speziellen Quellen in Verbindung gebracht werden:

→ *Cladosporium herbarum*, *Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea* – Vegetation;

- *Aspergillus fumigatus* – Kompostierung, Verrottung von Pflanzenmaterial;
- *Penicillium*-Arten – verderbende Lebensmittel, Abfälle, Bioabfälle, Tapeten und Hausstaub;
- *Stachybotrys chartarum*, *Acremonium* spp., *Chaetomium* spp. – sehr feuchte, zellulosehaltige Baumaterialien;
- *Phialophora* spp., *Engyodontium album* – feuchter Putz;
- *Aspergillus penicillioides*, *Aspergillus restrictus*, *Eurotium* spp., *Wallemia sebi* – zellulosehaltige Materialien mit nur leicht erhöhter Feuchtigkeit;
- *Aspergillus versicolor*, *Chaetomium* spp., *Trichoderma* spp. – feuchte Bausubstanz;
- *Eurotium* spp. – feuchtes Leder (zum Beispiel Schuhe), Tierhaltung;
- *Wallemia sebi*, *Eurotium* spp. – Käfigtierhaltung mit Einstreu.

i GUT ZU WISSEN

Die Abkürzung „spp.“ steht für „species pluralis“ und bedeutet, dass mehrere nicht bis zur einzelnen Schimmelart identifizierte Schimmelarten der genannten Gattung vorliegen, zum Beispiel Müllers für Müller 1, Müller 2, Müller 3 und so weiter.

Die Identifizierung der Schimmelpilze erfolgt bisher in der Regel anhand ihrer morphologischen Merkmale wie unter anderem der Farbe, Form, Struktur, Wachstumsgeschwindigkeit als Kultur und als mikroskopisches Bild. Der erste Name einer Schimmelpilzart benennt die Gattung von Schimmelpilzen mit ähnlichen morphologischen Merkmalen wie beispielsweise *Aspergillus*. Der zweite Name gibt die Art an, die sich ge-

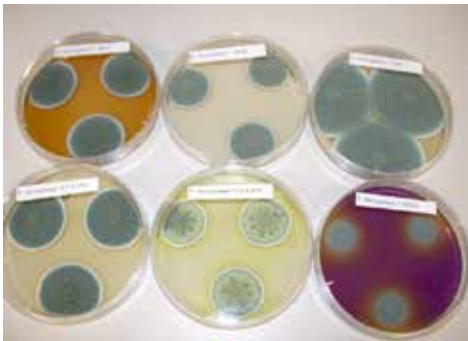


Abb. 1: *Penicillium chrysogenum* auf verschiedenen Nährmedien

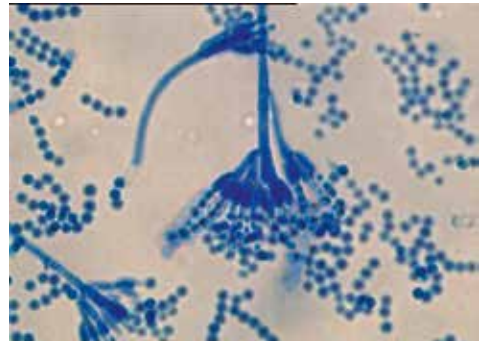


Abb. 2: Häufig vorkommende Schimmelpilzarten als Kultur und als mikroskopisches Bild

genüber anderen Arten dieser Gattung anhand morphologischer Merkmale eindeutig von den anderen Arten dieser Gattung unterscheidet, beispielsweise *versicolor*.

Die Anwendung molekularbiologischer Techniken zur Identifizierung von Schimmelpilzen hat zu neuen Erkenntnissen bezüglich der Unterscheidung verschiedener Schimmelpilzarten geführt. So konnten beispielsweise molekularbiologisch bisher 15 Arten identifiziert werden, die den morphologischen Merkmalen von *Aspergillus versicolor* entsprechen. Die molekularbiologische Identifizierung bis zur Art bringt aus heutiger Sicht aber kaum einen Erkenntnisgewinn bezüglich der Beurteilung eines Feuchte-/Schimmelschadens. In Befunden bzw. Gutachten werden deshalb die unterschiedlichen Arten als Komplex zusammengefasst und zum Beispiel als „*Aspergillus versicolor*-Komplex“ angegeben.

Die Grafik (→ Seite 17) zeigt den jahreszeitlichen Verlauf der Schimmelpilzsporenkonzentration in der Außenluft, wobei diese Konzentration je nach Schimmelpilzart stark variiert. Der Anteil von *Cladosporium* spp. an der Gesamtsporenkonzentration ist das ganze Jahr über hoch, besonders jedoch in den Sommermonaten. Dagegen lassen sich von *Aspergillus fumigatus* im Herbst und Winter und von *Alternaria alternata* in den Sommermonaten Juli/August die höchsten Konzentrationen messen.

i GUT ZU WISSEN

Die Kenntnis über den jahreszeitlichen Verlauf der Schimmelpilzkonzentration

hat eine besondere Bedeutung für Menschen, die gegen Schimmelpilze allergisch sind, da viele von ihnen gegenüber *Alternaria alternata* und zum Teil gegenüber *Cladosporium* spp. oder *Aspergillus fumigatus* sensibilisiert sind. Solche Personen sollten im Hochsommer den Aufenthalt im Außenbereich so weit wie möglich vermeiden.

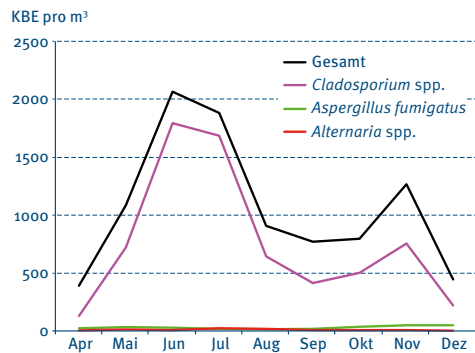


Abb. 3: Jahreszeitlicher Verlauf der Schimmelpilz-Konzentration (monatlich gemittelte Gesamt-KBE von *Cladosporium* spp., *Aspergillus fumigatus*, *Alternaria* spp.; Konzentration jeweils in KBE pro m³, im Zeitraum vom 8.4. bis 31.12.2011 in Stuttgart)

Schimmelpilze übernehmen in der Umwelt die wichtige Aufgabe, organisches Material zu zersetzen. In der Industrie werden Schimmelpilze und insbesondere Hefen zur Reifung von Lebensmitteln genutzt. Dies betrifft insbesondere Käse und andere Milchprodukte sowie Salami und die Herstellung



HINTERGRUND

Das Reich der Pilze

Schimmelpilze werden mit anderen Pilzen systematisch in einem „Reich“ (Fungi) zusammengefasst. Sie haben wie Pflanzen, Tiere und die sogenannten Protisten (zum Beispiel Algen) einen echten Zellkern und werden daher zu den Eukaryonten gezählt. Lebewesen ohne Zellkern werden als Prokaryonten bezeichnet. Ein Beispiel hierfür sind Bakterien. Gegenüber Bakterien unterscheiden sich Pilze auch durch ihre differenziertere Morphologie (Gestalt) und die Größe der Zellen. Wie Bakterien und Tiere besitzen Schimmelpilze kein Chlorophyll („Blattgrün“). Sie sind wie diese „heterotroph“ und können keine Photosynthese durchführen (Herstellung von Zucker mithilfe von Sonnenenergie).

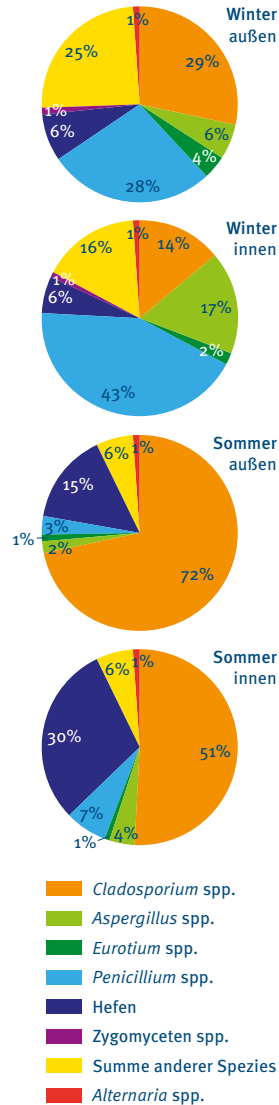


Abb. 4: Prozentuale Verteilung der Schimmelpilzgattungen in der Luft (Luftkeimsammlung)

von Bier und Wein. Seit Mitte des 20. Jahrhunderts dienen bestimmte Schimmelpilze auch zur Herstellung von Antibiotika (Entdeckung des Penicillins durch Sir Alexander Fleming).

In der Innenraumluft ist die Schimmelpilzsporenkonzentration in aller Regel niedriger als in der Außenluft. Auch sie schwankt je nach Jahreszeit und Witterung. Außerdem wirken sich potenzielle Schimmelpilzquellen in der näheren Umgebung – zum Beispiel Wertstoffsortieranlagen, Kompost-

werke, Gärtnereien, landwirtschaftliche Betriebe, der Komposthaufen im Garten oder die Mülltonne – auf die Schimmelpilzkonzentration und Artenzusammensetzung in der Raumluft aus (Abbildung → Seite 18). Aufgrund verdorbener Lebensmittel, vieler Zimmerpflanzen und allgemeiner Hygieneprobleme, etwa dem Lagern von Gelber-Sack-Müll in der Wohnung, liegt die Konzentration von *Aspergillus* spp. und *Penicillium* spp. in der Innenraumluft in aller Regel höher als in der Außenluft.

Typische Belastungen bei Feuchte-/Schimmelschäden in Wohnräumen

Bei Feuchte-/Schimmelschäden in Innenräumen treten in Mitteleuropa vor allem folgende Schimmelpilzarten auf – hier genannt mit ihren typischen Quellen:

HÄUFIGE SCHIMMELPILZARTEN BEI FEUCHTE-/SCHIMMELSCHÄDEN IN WOHNRÄUMEN	TYPISCHE QUELLEN
<i>Acremonium</i> spp. <i>Stachybotrys chartarum</i>	sehr feuchte, zellulosehaltige Baumaterialien
<i>Aspergillus penicillioides</i> , <i>Aspergillus restrictus</i>	Zellulosehaltige Materialien mit nur leicht erhöhter Feuchtigkeit
<i>Aspergillus versicolor</i> , <i>Chaetomium</i> spp. <i>Trichoderma</i> spp.	feuchte Bausubstanz
<i>Phialophora</i> spp.	feuchter Putz
<i>Aureobasidium pullulans</i> , <i>Tritirachium (Engyodontium) album</i>	keine typische Quelle

Werden diese Schimmelpilzarten (Indikatororganismen) in relevanten Konzentrationen im oder auf Baumaterial oder in der Innenraumluft nachgewiesen, ist dies häufig ein Hinweis auf einen Feuchte-/Schimmelschaden. Es treten aber durchaus auch Schäden mit anderen Schimmelpilzarten auf wie *Penicillium chrysogenum* oder *Cladosporium* spp. Für das Wachstum dieser Arten kommen jedoch auch weitere Quellen infrage, etwa verdorbene Lebensmittel oder die Vegetation der näheren Umgebung.

Bei einem Feuchte-/Schimmelschaden ist aber nicht nur mit dem Wachstum von Schimmelpilzen zu rechnen, sondern auch mit der Vermehrung von Bakterien, Milben und anderen Kleinlebewesen. Bei Feuchteschäden in Wohnungen sind die betroffenen Räume (Baumaterialien, Luft, Staub) in aller Regel belastet mit:

- kultivierbaren (vermehrungsfähigen) und nicht mehr kultivierbaren Schimmelpilzsporen;
- Bakterien, insbesondere Aktinobakterien;
- Stoffwechselprodukten und Zellbestandteilen von Schimmelpilzen und

Bakterien, zum Beispiel Allergenen, Stoffen, die abhängig von ihrer Konzentration toxisch sein können (Toxine), natürlichen „Polyzuckern“ (sogenannte β -Glucane), mikrobiologisch flüchtigen organischen Verbindungen (Microbial Volatile Organic Compounds -MVOC);

- Bruchstücken von Bakterien, Schimmelpilzsporen, Pilzgeflechten (auch Myzelien genannt, die dem Wurzelgeflecht von Pflanzen ähneln);
- Milben, deren Kot Allergene enthält.

Bei der Beurteilung eines Feuchte-/Schimmelschadens muss beachtet werden, dass nicht nur von lebenden Schimmelpilzsporen eine Wirkung ausgehen kann. Durch die oben genannten Belastungen ist mit weiteren biologischen, gesundheitsschädigenden Stoffen (Noxen) zu rechnen. Wenn im weiteren Text von einem Feuchte-/Schimmelschaden gesprochen wird, sind immer auch diese Noxen gemeint. Die folgende Abbildung zeigt ein Schema der Organismen und Noxen, die bei einem Feuchte-/Schimmelschaden wachsen beziehungsweise auftreten können.

i GUT ZU WISSEN

Die Bestimmung der Summe der kultivierbaren und nicht mehr kultivierbaren Schimmelpilzsporen (Gesamtsporen) besitzt bei der Beurteilung eines Feuchte-/Schimmelschadens eine große Bedeutung, beispielsweise zur Kontrolle der Feinreinigung nach einer Sanierung. Die Vermehrungsfähigkeit von Sporen kann u. a. durch die Witterungsbedingungen (Temperatur, Feuchte), Desinfektionsmaßnahmen oder mechanische Schädigungen beeinträchtigt werden. Das Verhältnis der

kultivierbaren und nicht mehr kultivierbaren Sporen zueinander ist aber nicht konstant. Da die Sporen allein – zum Beispiel in der Luft – weniger morphologische Merkmale besitzen als auf einem Nährmedium kultivierte Sporen, können diese nur als Sporentyp, wie zum Beispiel Typ *Aspergillus/Penicillium*, bestimmt werden. Die gesundheitliche Wirkung von Schimmelpilzen ist aber nicht von ihrer Lebensfähigkeit abhängig – bis auf ihre infektiöse Wirkung.

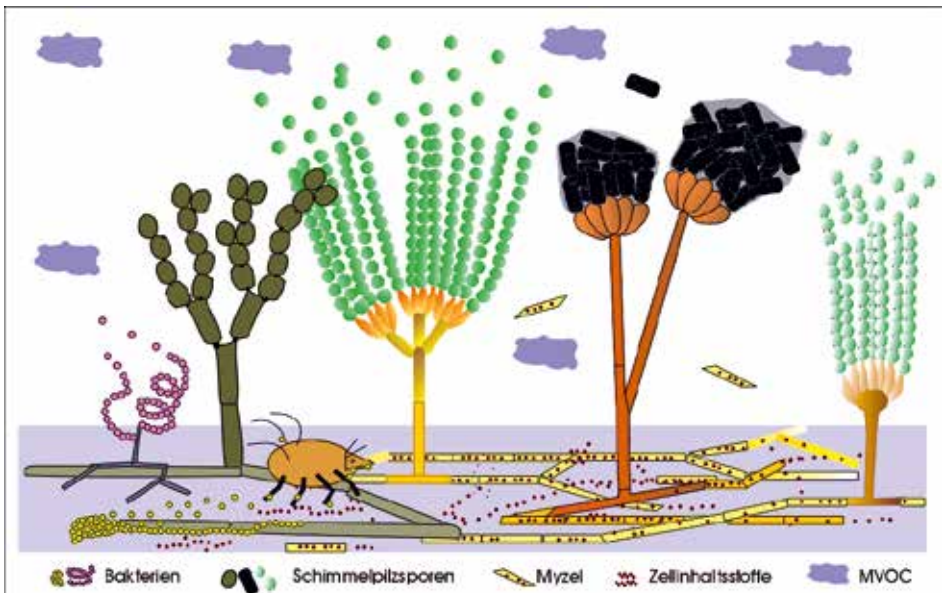


Abb. 5: Schema der Organismen und Noxen bei einem Feuchte-/Schimmelschaden

Vom Feuchteschaden zum Schimmelfall

Bei einem Feuchteschaden ist davon auszugehen, dass auf und in dem feuchten Material Nährstoffe in Form von Staub oder organischen Bestandteilen vorhanden sind. Lagern sich neben Bakterien (die außer in sterilen Räumen immer in der Luft vorhanden sind) die Schimmelpilzsporen auf diesem feuchten, nährstoffhaltigen Material ab, keimen diese aus und es kommt zu einem Myzelwachstum. Aus diesem Myzelgeflecht heraus wachsen Sporenträger, die neue Sporen bilden. Deren Anzahl, Größe, Flugfähigkeit und morphologische Form hängt von der jeweiligen Schimmelpilzart ab. Die neuen Sporen können wiederum an die Luft abgegeben werden. Schimmelpilzarten, die viele kleine, gut flugfähige Schimmelpilzsporen produzieren, führen zu einer höheren Schimmelpilzkonzentration in der Luft als solche mit wenigen großen, schlecht flugfähigen Schimmelpilzsporen. Gelangen die Sporen wieder auf feuchtes Material, können sie auskeimen und sich weiterverbreiten (sporulieren).

GUT ZU WISSEN

Unterschiedliche Schimmelpilzarten beziehungsweise Gattungen können Sporen bilden, die sich aufgrund ihrer Größe und Form nicht voneinander unterscheiden lassen. Ein Beispiel sind *Penicillium* spp. (in der Abbildung → Seite 21 dritter Schimmelpilz von rechts) und *Aspergillus* spp. (erster Schimmelpilz von rechts). Um sie eindeutig zu identifizieren, muss zusätzlich die morphologische Struktur des Sporenträgers und des Myzels ausgewertet werden.

Wichtig: Es besteht **kein** kausaler (ursächlicher) Zusammenhang zwischen der Größe eines Schimmelschadens und der in der Luft nachweisbaren Schimmelpilzsporenkonzentration. Die Höhe der Konzentration hängt unter anderem von der Anzahl der Sporen pro Sporenträger, von deren Reife (Sporulationszustand) und der Flugfähigkeit der Sporen sowie von mechanischen Aktivitäten und der Feuchtigkeit in dem betreffenden Raum ab. Eine hohe Feuchtigkeit beispielsweise verhindert die Freisetzung von Schimmelpilzsporen auf Materialoberflächen. Und manche Schimmelpilzarten, zum Beispiel *Stachybotrys chartarum*, besitzen eine klebrige Hülle (Abbildung → Seite 21: zweiter Schimmelpilz von rechts). Diese Sporen fliegen vergleichsweise schlecht.