

Schimmelpilze in Gebäuden

Ursachen, Folgen und Vermeidung



Prof. Dr. Thomas Schupp
FH Münster, Chemieingenieurwesen
Stegerwaldstraße 39, 48565 Steinfurt

Sehr geehrte Damen und Herren,
fast hätte ich gesagt „Schimmel ist in aller Munde“, was etwas unappetitlich angesichts dieser Bilder wäre, aber an der Aussage ist was dran. In meinem Vortrag möchte ich Ihnen einen Überblick verschaffen über Schimmelbefall in Gebäuden, die Hintergründe erleuchten, dabei zu den Abhilfen überleiten und auch nicht außer acht lassen, warum uns das Thema nicht egal sein sollte.

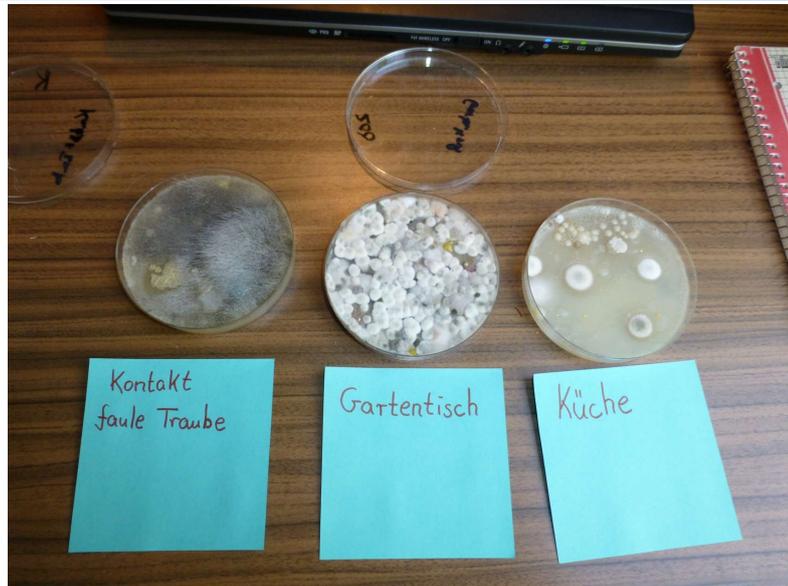
Gliederung

1. Allgemeines und Ursachen für Schimmel im Innenraum.
2. Wirkung auf die Gesundheit (toxikologische Sicht).
3. Vorbeugung.
4. Nützliches und Mysteriöses.

Hier sehen Sie die Gliederung meines Vortrages.
Zunächst werde ich einige Allgemeinplätze zu Schimmel und seinen Ursachen loswerden.
Danach werde ich mich den gesundheitlichen Aspekten widmen, und zwar aus toxikologischer Sicht, da ich Toxikologe, aber kein Mediziner bin.
Das Kapitel Vorbeugung wird kurz sein, ist aber wichtig, und schließlich möchte ich Ihnen die nützlichen und mysteriösen Seiten des Themas Schimmel nicht vorenthalten.

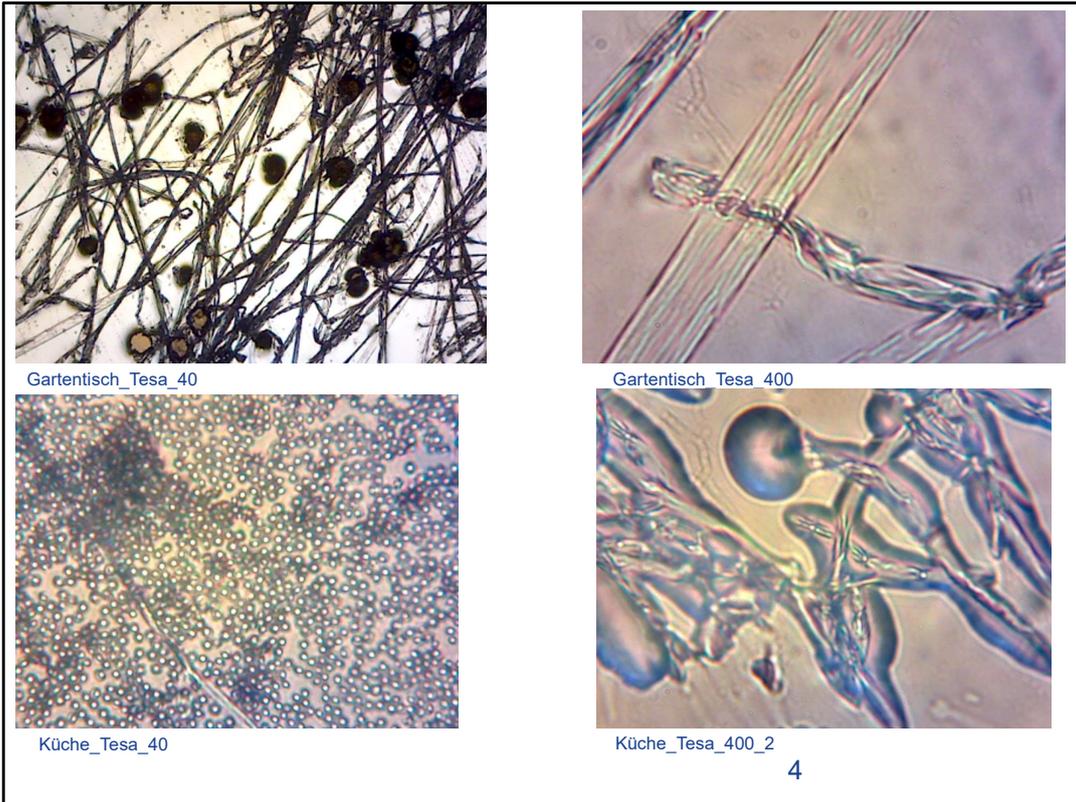
1. Allgemeines

Schimmel ist
allgegen-
wärtig!



Schimmel ist allgegenwärtig. Schimmelbefall erkennen wir mit dem bloßen Auge anhand eines fädigen, pelzigen Belages auf z. B. Nahrungsmitteln wie Brot oder Obst und andere. Stellen wir so einen Befall fest, werfen wir die Nahrungsmittel fort. Das ist wichtig und richtig, denn es wird nicht nur der Geschmack beeinträchtigt. Schimmel kann auch sehr wirksame Gifte bilden, die an das Nahrungsmittel abgegeben werden können und nicht nur die sichtbar befallenen Teile erreichen.

Hier auf dem Bild sehen sie kleine Plastikschalen, die ich mit einem Pudding aus Kartoffelstärke und Wasser, dem etwas Zitronensäure und Hefenährsalz zugesetzt worden war, hergestellt habe. Bei der linken Platte hatte ich eine faule Traube aufgedrückt, die mittlere und rechte Platte hatte ich 4 Stunden offen auf dem Gartentisch und in der Küche stehen lassen. Dann wurden die Platten abgedeckt und in den Heizungsraum gestellt. 5 Tage später zeigte sich dieses Bild. Mit bloßem Auge erkennt man, dass es offenbar unterschiedliche Formen von Schimmel gibt.



Ich habe Tesafilm kurz auf die Schimmelkulturen der Platten gedrückt und dann unter dem Mikroskop betrachtet, hier einmal den Gartentisch, einmal den Küchentisch bei 40- und 400-facher Vergrößerung. Hier kommt der Punkt, wo man dann die Mikrobiologin um Rat fragen muss, was die Bilder einem denn eigentlich sagen.

1. Allgemeines und Ursachen

- › Sehr breite Organismengruppe verschiedener Stämme.
 - › nach äußerem Erscheinungsbild zusammengefasst.
 - › faserige / wattige Strukturen auf organischem Material.
 - › Bildung von Sporen; Zellwände (Pflanze); heterotroph;
 - › Hauptvorkommen: Erdboden (auch Blumentopferde).
 - › über 1,5 Mio Arten (geschätzt).
 - › Ständerpilze (Champignon,...) mit vielen Schimmelpilzen näher verwand als manche Schimmelpilze untereinander.
- › Wichtig für das Funktionieren der Stoffkreisläufe und der Ökosysteme!

Bei Schimmel handelt es sich um eine sehr weit gefasste Organismengruppe, die zunächst nach dem äußeren Erscheinungsbild zusammengefasst wird. Schimmel bildet faserige oder wattige Strukturen auf organischem Material. Schimmel bildet Sporen, die sehr klein sind und überall in der Luft vorkommen. Fallen sie auf günstige Nährboden, keimen sie aus. Außerdem hat Schimmel Zellwände, was ihn mit den Pflanzen vergleichbar macht. Aber Schimmel ist wie Tiere heterotroph, d. h. er lebt von anderem, organischem Material. Die Hauptquelle ist der Erdboden, und es soll über 1,5 Mio Arten geben. Ständerpilze sind mit manchen Schimmelpilzen näher verwandt als bestimmte Schimmelpilzarten untereinander. Schimmelpilze sind unverzichtbar für das Schließen des Kohlenstoffkreislaufes und das Funktionieren von Ökosystemen!

1. Allgemeines und Ursachen

› Hohe Luftfeuchtigkeit (> 80 %).

- › ggf. auch nur lokal begrenzt.
- › Zimmerecken in Schlafzimmer.
- › mangelndes Lüften.
- › Kältebrücken.
- › Wassereinbruch.
 - › Rohrbruch, undichtes Dach,...

› Organisches Material.

- › Staubschicht reicht.

› Wärme.

- › muss nicht unbedingt sehr warm sein.



Zimmerdecke nach Nässeschaden

Wenn auch Schimmel für das funktionieren von Ökosystemen unverzichtbar sind, solche Bilder in Wohnungen möchte man nicht haben. Was sind nun gute Wachstumsbedingungen für Schimmel? Zunächst einmal hohe Luftfeuchtigkeit oberhalb 80 %. Es reicht aus, dass diese an bestimmten Stellen im Zimmer erreicht wird, z. B. Zimmerecken im Schlafzimmer, oder hinter dem Schrank an der Außenwand. Warme Luft kann mehr Wasserdampf aufnehmen als kalte Luft. Wenn nun die mit Wasserdampf gesättigte Luft aus dem warmen Wohnzimmer in das kalte Schlafzimmer strömt, kühlt die Luft ab und der Wasserdampf kondensiert zu Wasser, das sich an den kühlen Stellen niederschlägt. Kältebrücken sind da besonders fatal; sie entstehen durch Fehlstellen in der Isolierung, Konstruktionsmängel, etc. Natürlich kann auch ein Rohrbruch Quelle der zu hohen Feuchtigkeit sein.

Feuchtigkeit allein reicht nicht. Der Schimmelpilz braucht organisches Material zum Verzehr, aber da recht natürlich die Tapete oder die Gipskartonplatte aus. Selbst eine Staubschicht kann reichen. Ferner fördert Wärme das Schimmelwachstum, wobei warm alles das ist, was über 0 °C liegt.

2. Wirkungen auf die Gesundheit

1. Infektion mit Pilzen.
2. Allergische Reaktion gegenüber Pilzbruchstücken und Sporen.
3. Gifte der Schimmelpilze (Mykotoxine).
4. Emissionen der Schimmelpilze.

Ich möchte nun einen kleinen Einblick in die gesundheitlichen Aspekte der Schimmelpilze geben, und zwar über Infektionen, allergische Reaktionen, Mykotoxine und gasförmige Emissionen der Schimmelpilze.

2.1 Infektion

- › Mykosen.
- › Der Mensch ist im Allgemeinen sehr resistent gegen direkte Infektion.
- › Problemfelder:
 - › sehr hohe Belastung (Arbeit in Kompostieranlagen,...)
 - › Arbeitsplatz-Grenzwerte
 - › AIDS
 - › Transplantationen
 - › Chemotherapie
 - › Strahlentherapie

Invasive Aspergillose z. B. in der Lunge kann das finale Stadium bei AIDS sein.

2.2 Allergie

- › Zusammenhang zwischen Atembeschwerden und Asthma mit Schimmelbefall beschrieben.
- › Rhinitis (ähnlich dem Heuschnupfen).
 - › „Heuschnupfen im Winter“.
 - › Zusammenhang mit „nasse Wohnung“ passt besser als mit „Schimmelbefall“.
 - › Andere Mikroorganismen, z. B. Bakterien?
 - › Hausstaub-Milben, die vom Schimmel gut leben?
- › Exogen Allergische Alveolitis
 - › stark belastete Arbeitsplätze.
 - › kann in Lungenfibrose münden.
- › Hautjucken, Hautausschläge.

Beta-1,3-D-Glucane, typisch für Zellwand der Schimmelpilze, kann Entzündungen und schließlich allergische Reaktionen hervorrufen.

Exposition gegenüber Schimmelpilzen aktiviert Gene, die auch bei der Asthmagenese aktiviert sind.

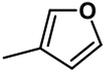
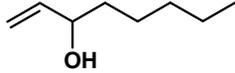
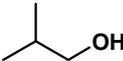
2.3 Mykotoxine

- › Spielen in der Regel nur an Arbeitsplätzen und in Lebensmitteln eine Rolle.
 - › **kleine Moleküle! Wandern vom Pilz in das Nahrungsmittel ein!**
- › Werden nicht immer, und wenn, dann i. d. R. bei optimalen Wachstumsbedingungen gebildet.
 - › kann der Laie nicht unterscheiden.
- › Trichothecene (*Stachybotrys catharum*) können im Extremfall auch im Innenraum kritische Konzentrationen erreichen.
 - › Zu den von Trichothecenen hervorgerufenen Symptomen gehören:
 - › Hautblutungen (extrem belastetes Heu; Arbeitsplatz)
 - › Schleimhaut- und Lungenhämorrhagien (Zytotoxizität)
 - › Immunsuppression

Die für Nahrungsmittel kritischen Schimmelpilze und Mykotoxine finden sich nicht 1 : 1 im Innenraum wieder; das Spektrum der Pilzarten wie auch das der Toxine ist verschoben. Es gibt Autoren, die Berichte über Aflatoxine im Innenraum für fehlerhaft halten. Aflatoxin B, Ochratoxin A, Zearalenone, Deoxynivalenole sind typisch für Nahrungsmittel; Ochratoxin A, Penicillinsäure, Alternariol, makrozyklische Trichothecene sind typisch für Proben der Innenraumluft.

Sporen enthalten Mykotoxine nur im zweistelligen ppm-Bereich, reicht aber, um nach Instillation bei Mäusen die Entzündungsparameter in der Lungenflüssigkeit zu erhöhen. Mukoziliäre Reinigung der Bronchien wird gehemmt.

2.4: Emissionen der Schimmelpilze (Auswahl)

Struktur	Geruchsschwelle
	-----; lebende Microorganismen
	-----; modrig-muffig, Pilz-ähnlich
	0,1 µg/m³; modrig, faulig
	30 µg/m³; sauer, stechend

Schimmelpilze sondern kleine Moleküle in die Luft ab, die charakteristische Geruchseindrücke hervorrufen können. Hier habe ich einige Moleküle zusammengestellt, und bei dem oberen, dem Methylfuran, wurde tatsächlich als Geruchsbeschreibung „lebende Mikroorganismen“ angegeben. Mit den anderen Beschreibungen könne wir mehr anfangen, unnd womöglich habe Sie bereits eine gedankliche Vorstellung von muffigen Räumen. Übrigens: es gibt Schimmelspürhunde.

2.4: Emissionen, Infektionen? *stachybotrys chartarum*

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> › Entzündete, ggf. geschwollene Augen. › Geschwächte Immunabwehr. › Erkältungs- bzw. Grippe-symptome. › Müdigkeit, Kopfschmerz. › Atembeschwerden › ggf. Nasenbluten, Rachenblutung. <ul style="list-style-type: none"> › eher berufliche Überexposition. › ggf. Hautblutungen. <ul style="list-style-type: none"> › extreme Exposition (verfaultes Heu). › Vergesslichkeit, Alzheimer(?). | <ul style="list-style-type: none"> › SBS-Symptome › Augenreizung. › Geschwollene Augenlider. › Nasenkatarrh und/oder verstopfte Nase. › Trockener, rauher und/oder entzündeter Hals. › Reizhusten. › Kopfschmerz. › Müdigkeit / Mattigkeit. |
|---|--|

Stachybotrys chartarum ist der sogenannte Nässeschadenpilz. Hier zeige ich Ihnen eine Auflistung von Krankheitssymptomen, die mit diesem Schimmelpilz in Zusammenhang gebracht werden.

Geruch allein macht nicht krank.

Chronische Rhinosinusitis **CRS** (Nasennebenhöhlenentzündung) kann von Biofilmen von Schimmelpilzen hervorgerufen sein. Abstriche aus der Nase bei Gesunden wie bei Kranken sind positiv auf Schimmel; bei Erkrankten lassen sich aber oft Mykotoxine in der Nassenspülflüssigkeit nachweisen, wie auch im Urin, und das auch lange nach Ende der externen Exposition. Biofilm kann die Ursache sein. Ist oft auch mit dem Chronic Fatigue Syndrom **CFS** vergesellschaftet. Behandlung der Biofilme bringt oft Linderung des CFS wie auch der CRS.

Mykotoxine im Urin können auch von inhalierten Pilzbruchstücken stammen.

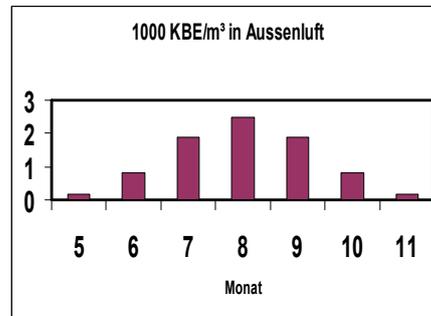
3. Vorbeugung und Maßnahmen



Stachybotrys chartarum (*Stachybotrys atra*) (Nässeschaden-Pilz)

3.1 Befall?

- › SBS – Symptome?
 - › Schimmel muss nicht immer sichtbar sein.
- › Nässeschäden? Kältebrücken?
- › Erdig-muffiger Geruch?
- › Messung
 - › Kolonien auf Nährböden, biogene Partikel...
- › Gefahr?
 - › Bildet der Schimmel überhaupt, bzw. im Moment überhaupt Sporen und Toxine?
 - › Bewertung: Messstelle + Mikrobiologie + Medizin.



3.2 Vorbeugung und Beseitigung

- › Kältebrücken vermeiden bzw. aufheben.
 - › kein großer Schrank an die Außenwand.
- › Nässeschäden sofort beheben.
- › Raumlufffeuchte messen und Korrekturmaßnahmen einleiten.
 - › Auch hinter dem Schrank, in der Zimmerecke...
 - › Luftfeuchte sollte < 80 % sein.
 - › Korrekturmaßnahmen ergreifen.
- › Chronischer Schnupfen, Müdigkeit...?
 - › Könnte evtl. mit Schimmel im Zusammenhang stehen.
 - › Ärztin / Arzt konsultieren.
 - › Biomonitoring,....

Biomonitoring: Schimmeltoxine im Urin.

4. Nützliches und Mysteriöses



4.1 Medizinischer Nutzen

Wirkstoff	Ziel / wirkt gegen	Organismus
Penicillin	Bakterien	<i>Penicillium chrysogenum</i> , <i>Aspergillus nidulans</i>
Cephalosporin	Bakterien	<i>Acremonium</i>
Griseofulvin	Pilze	<i>Penicillium griseofulvum</i>
Fumagillin	Amöben	<i>Aspergillus fumigatus</i>
Patulin	Bakterien	<i>Penicillium sp.</i>



4.2 Fluch der Pharaonen?

- Öffnung des Grabes des Tut-ench-Amun 1922.
- *„Der Tot soll den mit seinen Schwingen schlagen, der die Ruhe des Pharao stört.“*
- 30 Personen, die unmittelbar mit der Freilegung des Grabes oder dessen Erforschung zu tun hatten, kamen innerhalb kurzer Zeit unter merkwürdigen Umständen ums Leben.

4.3 Fluch der Jagellionen

- 1973 wurden in Krakau die Gräber des Jagellionen-Königs Kasimierz (+ 1492) und seiner Frau geöffnet.
- Danach starben 12 Personen, die an der Untersuchung der Gräber mitgewirkt hatten.
- Untersuchungen des Mikrobiologen Smyk: u. a. große Mengen *Aspergillus flavus* in den Gräbern.
- Die jeweils schon vorgeschädigten oder geschwächten Organe des Körpers reagieren am empfindlichsten.
- Todesursachen:
 - Herzversagen.
 - Nierenblutungen.
 - Krebs.
 - Lungenleiden...

Schimmel: ein spannendes Thema!

- › Vielen Dank für
Ihre
Aufmerksamkeit!
- › Bitte um
Entschuldigung,
wenn Sie was
ganz anderes
erwartet hatten.

Mykotoxine, Beispiel: Nivalenol, ein Trichothecen.

Stachybotrys und *Fusarium*-Arten.

Fusarium: Getreidekontamination!

90 d Fütterungsstudie Ratte

Leukocyten, Blutplättchen, diverse Organgewichte
(Thymus, Leber, Niere, Uterus) nehmen ab; Grenzwert

Tier = 6 mg/kg Nahrung.

Innenraumrichtwert?

Grenzwert Tier Atemluft = 0,35 mg/m³.

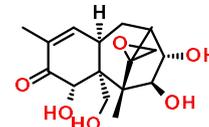
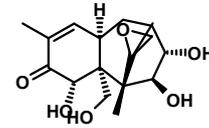
Ratte => Mensch (: 2,5) => Verbraucher (:10) und
subchronisch => chronisch (:2)

Richtwert Innenraum = 7 µg/m³ (nicht amtlich!).

Mausstudien:

dermal 60 w => Hauttumore;

oral 2 Jahre => keine erhöhte Tumorzinzidenz



Eher in befallenen Lebensmitteln; Vorkommen in Innenräumen wird bezweifelt.