



Internationale Arbeitsgemeinschaft
der Archiv-, Bibliotheks- und Graphikrestauratoren

1

DIPL. BIOL. MICHAEL PANTKE

DR. WALTRAUD - GANG

HYGIENE AM ARBEITSPLATZ -

BAKTERIEN UND SCHILZE

Bundesanstalt für Materialforschung und
Materialprüfung

Lab. 5.12 Microbiologie und Materialbe-
ständigkeit

Unter den Eichen 87

1000 Berlin 45

Hygiene am Arbeitsplatz - Bakterien und Schimmelpilze

von

Dipl.-Biol. M. Pantke und Dr. Waltraut Kerner-Gang
Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung
Laboratorium 5.12 "Mikrobiologie und Materialbeständigkeit"

Inhalt

0. Einleitung
1. Vorkommen von Mikroorganismen an geschädigtem Material
 - 1.1 Bakterien
 - 1.2 Schimmelpilze
2. Krankheiten, die durch Schimmelpilze hervorgerufen werden können
 - 2.1 Mykosen
 - 2.2 Mykoallergosen
3. Hygiene-Maßnahmen
4. Zusammenfassung
5. Schrifttum

0. Einleitung

Normalerweise dürfte heutzutage in Bibliotheken und Archiven gar kein pilzbefallenes Material mehr vorhanden sein. Mit Hilfe von Klimaanlage kann man die Luftfeuchtigkeit so gering halten, daß den Mikroorganismen die wichtigste Lebensvoraussetzung - die Feuchtigkeit - entzogen wird. Trotzdem kann es doch hin und wieder vorkommen, daß Archivmaterial feucht wird (Naturkatastrophen, Rohrbrüche usw.) und dann von Mikroorganismen besiedelt

...

wird. Restaurierungsarbeiten werden dann nötig, und diese sind, wie man heute weiß, mit gesundheitlichen Risiken behaftet.

Daß die größten Schäden an Büchern durch Schimmelpilze verursacht werden oder wurden, weiß man seit etwa 70 Jahren, daß diese Pilze jedoch auch für den Menschen gefährlich werden können, ist noch nicht so lange bekannt. Virchow hatte zwar schon Mitte des 19. Jahrhunderts "Aspergilli" als Erreger von Lungenerkrankungen erkannt, dieser Tatsache wurde jedoch kaum Bedeutung beigemessen. Erst in den vergangenen 30 Jahren hat man sich intensiver mit diesem Problem befaßt. H. Rieth (1978) schreibt (1): "Seit dem in aller Welt in zunehmendem Maße über Todesfälle durch mikroskopisch kleine Pilze berichtet wird, ist die Bevölkerung aufgeschreckt." Die Fülle der Veröffentlichungen, die sich mit Erkrankungen durch Pilze befassen, ist heute kaum noch überschaubar.

Wir wollen hier nicht auf die Schäden eingehen, die Pilze am Papier hervorrufen können. Diese sind bekannt und oft genug dargestellt worden. Im Vordergrund dieses Vortrags stehen die Schädigungen, die Sie sich zuziehen können, wenn Sie allzu sorglos mit dem befallenen Material umgehen. Zum anderen wollen wir Ihnen Maßnahmen oder Methoden nennen, mit deren Hilfe Sie sich vor einer Pilzinfektion schützen können.

1. Vorkommen von Mikroorganismen an geschädigtem Material

Prinzipiell können sowohl Pilze als auch Bakterien an befallenem Material vorkommen, wobei die letzteren allerdings eine sehr untergeordnete Rolle spielen (sie treten meist dann auf, wenn das Material ausgesprochen naß ist); deshalb sollen sie hier auch nur kurz abgehandelt werden.

...

1.1 Bakterien

Cellulose zersetzende Bakterien, die an naß gewordenen Büchern eine Rolle spielen können, gehören zu den verschiedensten systematischen Gruppen. Man findet sie in den Gattungen Pseudomonas, Vibrio, Cytophaga, Actinomyces (Streptomyces) usw. Ihre Entwicklung ist nur dann möglich, wenn sie genügend Feuchtigkeit zur Verfügung haben. Darin unterscheiden sie sich deutlich von Pilzen, die noch unter wesentlich trockneren Bedingungen wachsen können. Nur ein Teil der Bakterien ist in der Lage, Dauerorgane (Sporen) zu bilden, mit denen sie Zeiträume, in denen für sie ungünstige Bedingungen herrschen, überdauern können; die übrigen Bakterien sterben bei Trockenheit ab.

Beim "Verbacken" von Büchern sind Bakterien und Pilze beteiligt; von Buchfragmenten aus dem 17. und 19. Jahrhundert haben Strzelczyk und Leznicka (2) Pilze und Schleim bildende Bakterien isoliert.

Eine besondere Stellung unter den Bakterien nehmen die Actinomyceten (Streptomyceten) ein. Man hat sie früher zu den Pilzen gerechnet, weil ihre Zellen mycelartig wachsen. Deshalb findet man sie auch heute noch unter der Bezeichnung "Strahlenpilze". Einige - pathogene - Arten können bei Menschen und Tieren Krankheiten hervorrufen, die sogenannten "Actinomykosen". Viele Actinomyceten-Arten produzieren rote, gelbe, grüne, blaue oder schwarze Farbstoffe, die, wenn sie wasserlöslich sind, aus dem Mycel austreten und das Substrat anfärben. Aus Büchern sind Actinomyceten schon mehrfach isoliert worden, aus dem Inneren von Wachssiegeln auch Streptomyceten. Auch Pergament kann von diesen Organismen angegriffen und verfärbt werden (3).

...

1.2 Schimmel pilze

Die Pilze verfügen über eine höher entwickelte Zellstruktur und sind morphologisch mehr differenziert als die Bakterien. Sie besitzen einen echten Zellkern, haben aber alle - im Vergleich zu den höheren Pflanzen - kein Chlorophyll. Sie brauchen deshalb zu ihrer Entwicklung organisches Material. Es gibt ein natürliches System der Pilze, das ihre Verwandtschaft miteinander widerspiegelt. Es ist aufgebaut auf die Fortpflanzungsverhältnisse der Hauptfruchtformen. Von einer Reihe von Pilzen ist die Hauptfruchtform jedoch nicht bekannt. So können sie also auch in dieses System nicht eingeordnet werden; sie werden als "Fungi imperfecti" zusammengefaßt.

Die Bezeichnung "Schimmelpilze" ist kein systematischer Begriff. Man versteht hierunter die Pilze, die auf Substraten farbige Überzüge bilden (grün, gelb, braun, rot, orange oder schwarz), und deren Aussehen als wollig, mehlig, samtartig oder pulverig beschrieben wird. Die Zahl der Schimmelpilzarten wird in der Literatur mit etwa 100 000 angegeben; von befallenem Material auf Papiergrundlage sind bisher etwa 200 verschiedene Arten isoliert worden, meist Fungi imperfecti (4). Die Vermehrung der Schimmelpilze erfolgt durch Sporen, deren Durchmesser 1...10 µm beträgt. Diese werden von den Pilzen in außerordentlich großer Menge gebildet. Sie lösen sich sehr leicht von den Pilzen ab und werden infolge ihres geringen Gewichtes durch die geringste Luftbewegung weitergetragen. Im Verhältnis zu ihrem Durchmesser sind die Sporen sehr dickwandig, so daß ein guter Schutz gegenüber ungünstigen Umgebungseinflüssen gewährleistet ist. Die Sporen vieler Arten können so viele Jahre - selbst Jahrzehnte - überdauern. In der BAM wurde festgestellt (W. Kerner-Gang und H. I. Nirenberg, 1980), daß 35 Jahre nach dem Feuchtwerden von Büchern und anschließendem Pilzbefall ein Teil der schädigenden Pilze ihre Lebensfähigkeit noch nicht eingebüßt hatte (5).

...

Kommt es nach solchen Ruhephasen zu geeigneten Feuchte- und Temperaturbedingungen, nimmt die Spore Feuchtigkeit auf und entwickelt einen Keimschlauch (s. Abb. 1). Hierzu reicht noch der in der Spore vorhandene Vorrat an Nährstoffen aus. Für die weitere Entwicklung braucht der Pilz jedoch Nahrung von außen her. Er scheidet Enzyme aus, durch die bestimmte Materialien in Substanzen zerlegt werden, die der Pilz dann verwerten kann. Unter den Schimmelpilzen gibt es viele "Spezialisten". Manche Arten ernähren sich von bestimmten Weichmachern in Kunststoffen, manche greifen Leder oder Klebstoffe an, andere, die über das Enzym Cellulase verfügen, verwerten Cellulose.

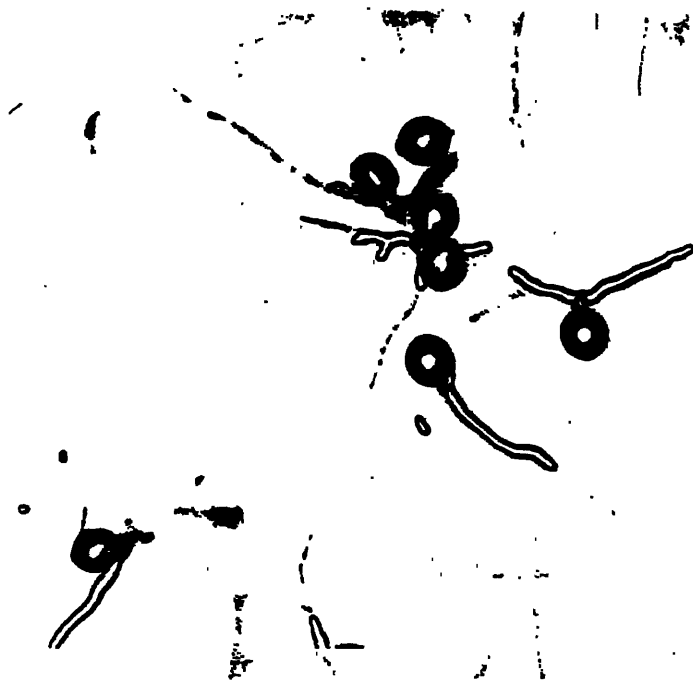


Abb. 1: Keimung von Schimmelpilzsporen (*Chaetomium globosum*)
nach dreitägiger Feuchtlagerung

...

Aus dem Keimschlauch entwickeln sich dann die fadenartigen Pilzzellen, die Hyphen, die je nach Pilzart septiert oder unseptiert sein können. Die Gesamtheit der Hyphen bezeichnet man als Mycel. Dieses Mycel ist meistens farblos und schlecht zu erkennen. Die Sporen dagegen, die am Mycel gebildet werden, sind farbig und in ihrem Aussehen außerordentlich unterschiedlich (s. Abb. 2), sie sind ein wichtiges Merkmal bei der Bestimmung der Artzugehörigkeit von Schimmelpilzen.

Zu den Wachstumsbedingungen der Schimmelpilze:

Schimmelpilze sind aerob, sie benötigen also für ihre Entwicklung **S a u e r s t o f f**.

L i c h t beeinflusst das Wachstum im allgemeinen nicht. Bei bestimmten Arten kann dadurch jedoch die Sporenbildung angeregt werden.

Der **p H - W e r t** ist ein wichtiger Faktor für die Entwicklung von Mikroorganismen. Ganz allgemein läßt sich sagen, daß Schimmelpilze ein schwach saures Substrat (pH 4.5 - 7.0) bevorzugen.

Die **T e m p e r a t u r** spielt bei der Entwicklung von Schimmelpilzen eine große Rolle. Die meisten Arten haben ihr Wachstumsoptimum bei 20...25 °C, die maximale Temperatur liegt bei 30...40 °C, die Minimaltemperatur bei 0 °C. Die sog. "thermophilen" Pilze haben ihr Temperaturoptimum bei 30...40 °C; hierzu gehört eine Reihe von Aspergillus-Arten, wie z.B. der für den menschlichen Organismus gefährliche Aspergillus fumigatus, der sein Optimum bei 37 °C (Körpertemperatur!) hat.

Von ganz entscheidender Bedeutung für die Pilzentwicklung ist die **F e u c h t i g k e i t**. Archivalien können von Mikroorganismen nicht angegriffen werden, wenn die relative Luft-

...

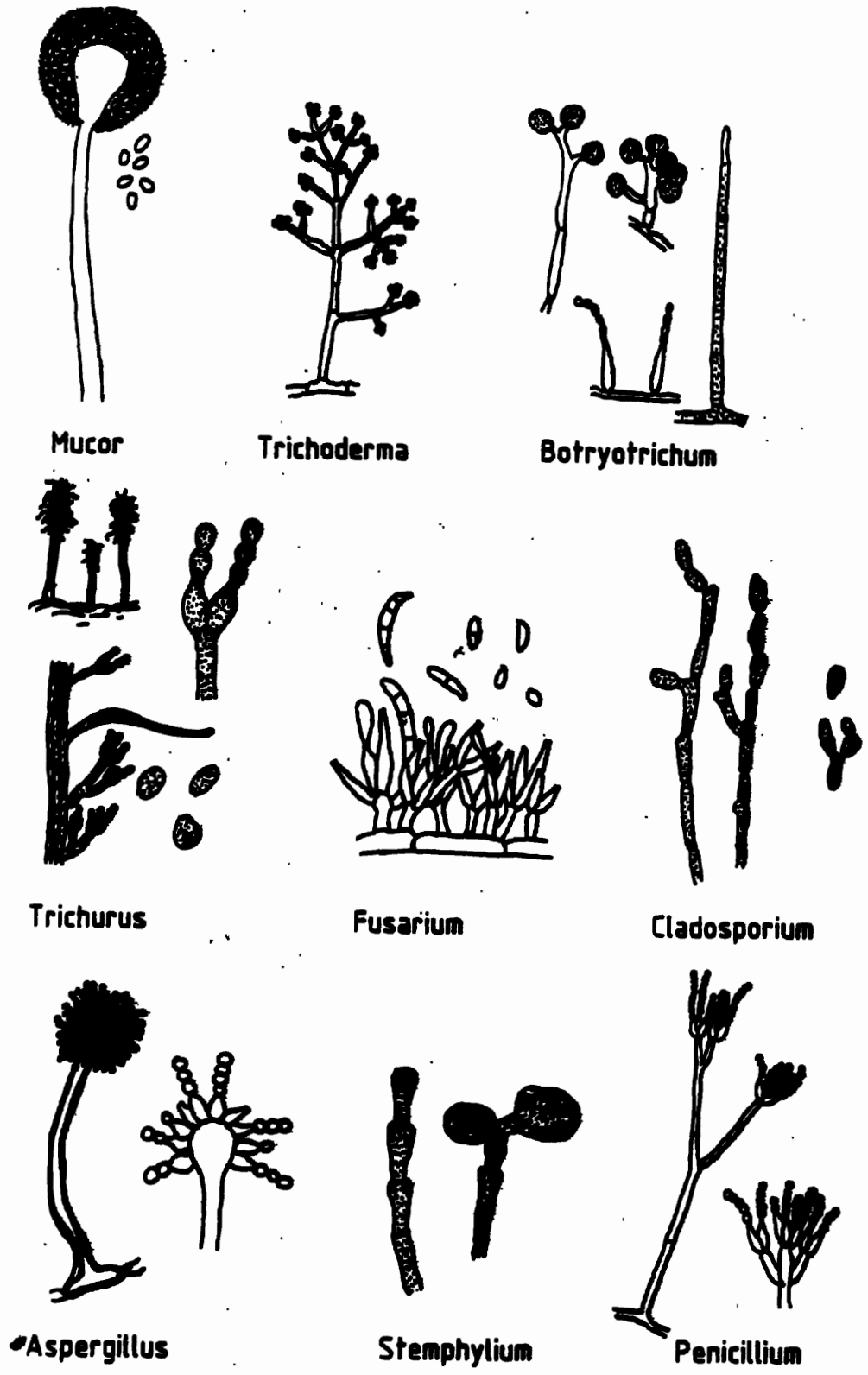


Abb. 2: Beispiele für das Aussehen von Schimmelpilzen

feuchte in den Räumen unterhalb von 65...70 % gehalten wird. Die hygrophilen Pilzarten benötigen zu ihrer Entwicklung mehr als 90 % r. F., die mesophilen Arten (hierzu gehören die meisten Schimmelpilz-Arten) beanspruchen 80...90 % r. F., die xerophilen Arten - wie z.B. einige Aspergillus-Arten - keimen noch unterhalb 80 % r. F. aus. Es soll xerophile Aspergillus- und Penicillium-Arten geben, die Papier besiedeln können, dessen Feuchtigkeitsgehalt unter 9 % liegt. Durch Wachstum und Zersetzungstätigkeit machen sie das Papier feuchter und ermöglichen damit anderen Pilzarten Wachstum und Angriff.

2. Krankheiten, die durch Schimmelpilze hervorgerufen werden können

Daß Schimmelpilze Lebensmittel verderben können, ist hinlänglich bekannt. Wir wollen hier nicht darauf eingehen, daß bestimmte Arten (oder Stämme) Mykotoxine bilden können und daß sich der Verzehr Mykotoxin-haltiger Lebensmittel ungünstig auf den Menschen auswirken kann. Unter "Mykotoxikosen" versteht man: Vergiftung durch Mykotoxine.

Hier interessieren vielmehr die Mykosen (Wachstum von Schimmelpilzen am oder im Wirt) und die Mykoallergosen (z.B. der Kontakt von Pilzelementen mit feuchten Schleimhäuten, z.B. der Atemwege).

2.1 Mykosen

Pilze, welche die Fähigkeit besitzen, sich bei 32...38 °C zu entwickeln, können, wenn sie eingeatmet werden, Infektionskrankheiten beim Menschen (und auch beim Tier) hervorrufen. Besonders gefährdet sind Personen, die in Räumen einer Luft mit hohem Sporengehalt ausgesetzt sind, wie z.B. bei der Restaurierung

verschimmelten Materials; s. hierzu auch F. Staib (6), der sich u.a. mit Mykosen durch Pilzsporen in der Raumluft intensiv befaßt hat, und der uns freundlicherweise auch die folgenden 3 Abbildungen (Abb. 3 - 5) überlassen hat. Einige Aspergillus-Arten können vor allem das bronchopulmonale Organsystem besiedeln und dort Pilzkolonien bilden ("Aspergillosen"). Diese Erkrankung kann tödlich verlaufen. Aspergillusarten können aber auch das innere Ohr, den äußeren Gehörgang, die Nasennebenhöhlen, die Augenhornhaut, das Zentralnervensystem, die Leber usw. befallen. *Asp. fumigatus* ist besonders gefährlich, da sein Wachstumsoptimum bei 37 - 42 °C liegt, er fühlt sich also bei Körpertemperatur besonders wohl.

Penicillium-Arten treten seltener als Krankheitserreger ("Penicilliosen") auf, weil ihr Wachstumsoptimum meist bei oder unter 30 °C liegt. Sie können aber, im äußeren Ohr, unter bestimmten Bedingungen pathogen wirken.

Auch bestimmte Arten von *Fusarium*, *Mucor*, *Rhizopus*, *Scopulariopsis* usw. können ebenfalls unter bestimmten Voraussetzungen Infektionen mit tödlichem Ausgang hervorrufen. Voraussetzungen eines solch dramatischen Krankheitsverlaufes ist meist eine herabgesetzte Immunität durch vorausgehende andere Krankheiten.

2.2 M koaller osen

Beim wiederholten längeren Aufenthalt in einer mit Schimmelpilzsporen belasteten Luft kann es zu allergischen Reaktionen kommen: Niesanfälle, Schnupfen, Husten, Durchfall, Erbrechen, Fieber und Bronchialasthma sind die Folgen. Die Sporen gewisser Schimmelpilze wirken als Allergenträger. Über die Natur der Pilzallergene ist bisher jedoch nur wenig bekannt. Sicher ist, daß die allergieauslösende Potenz auf die Anwesenheit gewisser

...



Abb. 3: Aspergillom aus der Kieferhöhle; kompaktes Mycel von *Aspergillus fumigatus*
(Aufn.: Prof. Dr. Dr. Staib, Berlin)



Abb. 4: Histologische Untersuchung des Aspergilloms von Abb. 3
(Aufn.: Prof. Dr. Dr. Staib, Berlin)

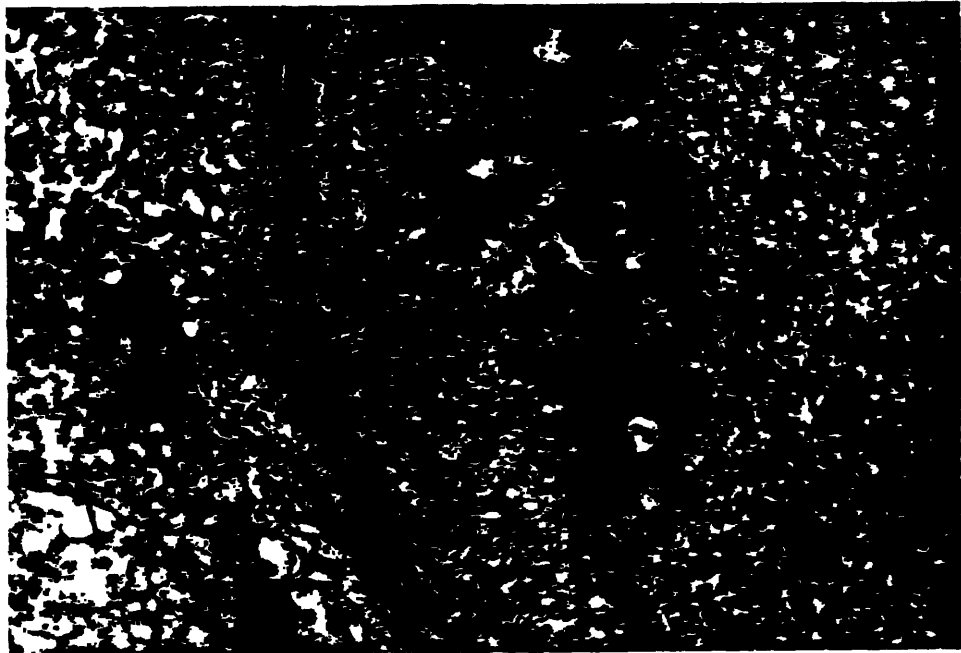


Abb. 5: Schnittpräparat von den Hirnhäuten bei tödlich disseminierender Aspergillose (Leukämie-Patient)
(Aufn.: Prof. Dr. Dr. Staib, Berlin)

Eiweißverbindungen zurückzuführen ist, zu denen Enzymproteine oder Glyko- und Lipoproteine zählen, die teilweise auf der Oberfläche der Sporen lokalisiert sind (7).

3. Hygiene-Maßnahmen

Die Bilder 3 - 5 haben deutlich gemacht, daß beim Umgang mit verschimmeltem Material Vorsicht geboten ist. Freilich ist die Anzahl der Personen, die auf Schimmelpilzsporen mit Mykosen oder Mykoallergosen reagieren, gering. Die Abwehrmechanismen des gesunden Körpers reichen meist aus, um solche Erkrankungen zu unterdrücken. Anders sieht es natürlich aus, wenn der Körper

...

vorgeschädigt ist, d.h. durch andere Krankheiten geschwächt. Da man selbst nie recht weiß, in welcher Verfassung das eigene Abwehrsystem ist, sollte man kein Infektionsrisiko eingehen. Zwar können viele dieser Erkrankungen heute schon mit Erfolg medikamentös behandelt werden; manche Mykosen jedoch nehmen einen tödlichen Verlauf.

Wie soll man sich nun verhalten, wenn man mit verschimmelten Gegenständen umgehen muß? Am besten ist es natürlich, den Pilzbefall am Objekt abzutöten, bevor man ihn entfernt. Es ist nicht schwierig, die vegetativen Formen (das Mycel) zu inaktivieren; die Sporen hingegen sind sehr viel widerstandsfähiger. Welche Methoden sind nun zur Abtötung von Sporen - speziell im Hinblick auf das oftmals weitgehend geschädigte Archivmaterial - geeignet:

a) Bestrahlung

Der Einsatz direkter UV-Bestrahlung ist wenig sinnvoll, da diese Strahlen nur eine geringe Eindringtiefe haben. Anders ist es bei den ionisierenden Strahlen, besonders den Gamma-Strahlen. Die tödliche Dosis beträgt für *Asp. flavus* z.B. 4 KGy, für bestimmte *Penicillium*-Arten >15 KGy. Es gibt in der Bundesrepublik Institute, die solche Sterilisationen gegen Bezahlung durchführen.

b) Begasungsmittel

Früher wurden häufig Formaldehyd-Dämpfe zum Inaktivieren der Sporen verwendet; diese dringen jedoch nicht bis in das Innere von Büchern ein, sind also nicht empfehlenswert. Sehr gute Sterilisationserfolge wurden sowohl in anderen Instituten als auch bei uns in der BAM mit der Begasung mittels Ethylenoxid erreicht. Auch in den innersten Teilen von dicken Büchern werden alle Sporen zuverlässig abgetötet. Da dieses Gas aber zum einen sehr explosiv ist, zum anderen heute zu den carcinogenen Stoffen gezählt wird, kann die Sterilisation nur in speziellen Geräten vorgenommen werden, die in Räumen stehen, die bezüglich Abluft

...

und Luftwechsel strengen Sicherheitsbestimmungen entsprechen. Diese Sicherheitsauflagen sind kaum noch zu erfüllen. Man sollte deshalb auch hier auf die Institutionen zurückgreifen, die diese Art der Sterilisation in Lohnarbeit durchführen. Veränderungen am Papier durch Ethylenoxid sind nach W. Griebenow (mündl. Mitteilung) nicht zu erwarten.

Auf die Sterilisationen mittels Hitze wird hier nicht weiter eingegangen. Während viele Pilzarten noch eine halbstündige Behandlung mit trockener Hitze bei 120 °C überleben, werden die meisten nach kürzerer Behandlung in feuchter Hitze bei 60 °C inaktiviert. Beide Arten der Hitzebehandlung dürften jedoch für - vielleicht schon weitgehend geschädigtes Archivmaterial - nicht geeignet sein.

In diesem Zusammenhang soll hier klar zum Ausdruck gebracht werden, daß sowohl die Bestrahlung als auch die Begasung keine Langzeitwirkung besitzen. Die vorhandenen Sporen werden zwar abgetötet, ein weiterer Schutz des Materials vor neuem Befall ist jedoch nicht gegeben.

Dort, wo das vorherige Inaktivieren der Sporen nicht möglich und man den intakten Sporen ausgesetzt ist, sollte man das Entfernen von Pilzgebilden keineswegs in irgendwelchen Räumen vornehmen, in denen auch andere Arbeiten durchgeführt werden. Man sollte dann die entsprechenden Arbeiten in sog. Sicherheitskabinen durchführen, aus denen die Sporen abgesaugt werden. Von vielen Firmen werden heute solche Sicherheitskabinen (Laminar-Airflow-Boxen, Puro-Bänke, Reinraum-Arbeitsplätze usw.) angeboten. Bei der Anschaffung eines solchen Gerätes ist darauf zu achten, daß optimaler Personenschutz gewährleistet ist. Es gibt Systeme, die nur Objektschutz bieten, d.h., der zuvor über Filter geleitete, sterile Luftstrom wird so gelenkt, daß das Objekt in der Kabine (z. B. Mikroorganismen-Kultur, Pharmazeutika) sterilen Bedingungen ausgesetzt ist. Das ist im Falle des Hantierens mit infiziertem

Material nicht nötig. Es gibt aber auch Kabinen, bei denen die kontaminierte Luft vom Objekt her das Filterelement durchströmt und gefiltert an die Außenluft abgegeben wird. Diese Systeme arbeiten entweder mit horizontaler oder mit vertikaler Absaugung. Der Vollständigkeit halber sei noch erwähnt, daß es auch Sicherheitskabinen gibt, die Objekt- und Personenschutz gewährleisten.

Im Notfall kann man sich auch mit einer sog. Impfkapelle behelfen. Diese muß jedoch mit einem aufgebauten Ventilator versehen sein, der die Luft des Innenraumes über ein Filter absaugt. Zweckmäßig ist die Verlängerung der Abluftleitung bis in einen Abzugschacht. Durch seitliche Türen wird das Material in die Kapelle eingebracht, durch Armöffnungen, die in ihrem Durchmesser verstellbar sind, kann man in das Kabineninnere hineingreifen. Hierzu sind natürlich lange Gummihandschuhe erforderlich.

Zum weiteren persönlichen Schutz vor Pilzinfektionen: Nehmen wir einmal folgendes an: Sie bemerken in Ihren Beständen ein pilzbefallenes Buch oder Sie bekommen ein solches zugesandt. Lassen Sie dieses Buch nicht offen herumliegen, damit keine Sporen in die umgebende Luft gelangen; decken Sie es ab. Müssen Sie aber unbedingt mit diesem Buch hantieren, dann nur mit Einweg-Handschuhen und mit einem entsprechenden Atemschutz (Impfmaske). Dieser soll Mund und Nase vollständig bedecken und möglichst eng anliegen. Weiterhin ist es zweckmäßig, bei solchen Arbeiten einen geschlossenen Laborkittel und Haarschutz zu tragen.

Welche Mittel sind nun geeignet, um kontaminierte Flächen des Arbeitstisches zu desinfizieren?

In der z.Z. noch gültigen "VI. Liste" (die VII. Liste ist in Vorbereitung) der nach den "Richtlinien für die Prüfung chemischer Desinfektionsmittel" geprüften und von der Deutschen Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie als wirksam befundenen Desinfektionsverfahren werden auch solche Mittel aufgeführt, die

...

wirksam gegenüber Pilzen sind. In dieser Liste werden unter "2a. Flächendesinfektion", genannt: Name des Präparates, Hersteller/Vertrieb, Wirkstoffbasis, die zu verwendenden Konzentrationen bei Einwirkungszeiten von 1 Std. und 6 Std. (8).

Nach F. Staib u. Mitarb. (9) ist die Raumdesinfektion mit Formalin aufgrund ihrer Beobachtungen ein zuverlässiges Verfahren zur Abtötung keimungsfähiger Konidien von *Asp. fumigatus*. In seinen "Vorschlägen zur Bekämpfung aerogener tiefer Mykosen bei immungeschwächten Personen" schreibt F. Staib (10) folgendes: "Über die genannten prophylaktischen Maßnahmen hinaus muß es zur Routine werden, immungeschwächte Personen mykologisch-diagnostisch zu überwachen, und zwar unter besonderer Berücksichtigung von Lunge und Atemwegen, wobei der kulturellen vor der serologischen Untersuchung Aufmerksamkeit zu schenken ist. Mit Hilfe laufender mykologischer Untersuchungen von Sputum oder Trachealsekret kann eine frische primäre Ansiedlung der genannten Pilze - also vor ihrer zu befürchtenden Dissemination in andere Organe - mit Hilfe des noch einfachen kulturellen Nachweises sicher erkannt und problemloser behandelt werden."

Wir haben Ihnen hier - aus unserer Sicht und Erfahrung als Werkstoff-Mikrobiologen - eine Reihe von Maßnahmen genannt, um sich vor Schimmelpilzinfektionen zu schützen. Besser ist es natürlich, dafür Sorge zu tragen, solche Infektionen zu verhindern. Dazu sollten die Klimabedingungen in den Archiven oder Magazinen so gehalten werden, daß sich erst gar keine Pilze entwickeln können.

...

4. Zusammenfassun

Das Hantieren mit pilzbefallenem Material ist mit gesundheitlichen Risiken behaftet, denen besonders auch der Restaurator ausgesetzt ist.

In der vorliegenden Arbeit wird zunächst auf das Vorkommen und die Lebensansprüche der Bakterien und der Schimmelpilze eingegangen. Krankheitsbilder von Mykosen und Mykoallergosen werden genannt, Mittel und Maßnahmen zur Infektionsverhütung diskutiert.

5. Schrifttum

1. H. Rieth, (1978), Fakultativ und obligatorisch pathogene Schimmelpilze bei Hautaffektionen, Der Hautarzt 29, 22-26
2. A. B. Strzelcyk und S. Leznicka, (1981), The role of fungi and bacteria in the consolidation of books, Int. Biodtn. Bull. 17, Nr. 2, 57-67.
3. G. Ewald, (1966), Mikroorganismen als Schädlinge in Bibliotheken und Archiven, Bibliothek und Wissenschaft 3, 13-112.
4. J. Reiß, (1983), Materialzerstörung durch Schimmelpilze, Chem. Rundschau 36, Nr. 39
5. W. Kerner-Gang und H. I. Nirenberg, (1980), Isolierung von Pilzen aus beschädigten, langfristig gelagerten Büchern. Material und Organismen 15, H. 3, 225-233.
6. F. Staib, (1982), Mykosen durch Pilzsporen in der Raumluft, Zbl. Bakt. Hyg. I. Abt. Orig. B 176, 142-154.
7. J. Reiß, (1986), Schimmelpilze, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo, Springer-Verlag.
8. C.A. Primavesi und Mitarb., (1982), VI. Liste der nach den "Richtlinien für die Prüfung chemischer Desinfektionsmittel" geprüften und von der Deutschen Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie als wirksam befundenen Desinfektionsverfahren, Stand: 31.7.1981, Mainz, mhp-Verlag GmbH.
9. F. Staib und Mitarb. (1978), Zum Vorkommen von *Aspergillus fumigatus* in Berlin (West), Zbl. Bakt. Hyg. I. Abt. Orig. A 241, 337-357.

...

10. F. Staib, (1985), Vorschläge zur Bekämpfung aerogener tiefer Mykosen bei immungeschwächten Personen. Bundesgesundheitsblatt 28, Nr. 5, 132-138.

Anschrift d. Verf.:
Dipl.-Biol. Michael Pantke und
Dr. Waltraut Kerner-Gang,
Bundesanstalt für Materialforschung und
-prüfung, Lab. 5.12 "Mikrobiologie und
Materialbeständigkeit",
Unter den Eichen 87, 1000 Berlin 45.

SUMMARY

The handling of material attacked by mould involves health risks for the restorator.

This paper deals firstly with the occurrence of bacteria and their existential requirements. The disease symptoms of mycosis and mycotic allergies are then explained, followed by a discussion on the ways and means of preventing infection.