

# Mikroorganismen auf Papier: Prophylaktische Konservierung, Identifizierung, Desinfektion und Restaurierung

Ingrid Hödl

## Das Steiermärkische Landesarchiv:

Im Steiermärkischen Landesarchiv lagern 44.000 Laufmeter (lm) Akten- und Buchmaterial. Das Archiv ist gegenwärtig in drei historischen, meist unzureichenden Provisorien untergebracht. In allen drei Provisorien herrschen - mit Ausnahme von 7.500 lm moderner Landesverwaltung, die in klimatisierten Depots verwahrt wird - unzulängliche Depotbedingungen.

In der Bürgergasse 2a lagern in der phantastisch renovierten Aula der alten Universität 12.000 lm staatliches Archivgut. Hier wird die Zerstörung und Gefährdung der Archivalien durch die enormen Temperaturschwankungen im Jahresablauf, durch die Sonneneinstrahlung und der viel zu hohen relativen Luftfeuchtigkeit begünstigt. Pilzbefall ist in diesem Teil des Gebäudes nicht nur an Archivalien festzustellen, sondern auch an den Fußböden und Holzstellagen, da eine Unterkellerung nicht vorhanden ist.

4.000 lm Archivbestand befinden sich in der Bürgergasse zwar in einer dreigeschossigen Metallkonstruktion, die von der Arbeitshöhe und Regalausstattung her wohl befriedigend ist, jedoch wegen riesiger Fensterfronten und Sonneneinstrahlung extrem hohe Temperaturen (oft bis zu 30° C im Sommer) aufweist.

Im Hause Hamerlinggasse 3 lagern knapp 10.000 lm Archivalien der privaten Archive und Selbstverwaltungskörper sowie die mittelalterliche Urkundensammlung mit ca. 65.000 Urkunden bzw. Abschriften. Auch diesem Haus fehlt eine climatechnische Anlage und ein Großteil der Bestände ist akut geschädigt, bzw. bedroht.

Der dritte und derzeit zum Teil modernste Archivstandort ist das ehemalige Karmeliterkloster am Karmeliterplatz 3 mit einer künstlerisch wunderschön gestalteten Kirchenfassade, hier befindet sich auch die Restaurierwerkstätte. 7.500 lm Akten der modernen Landesverwaltung sind hier in optimalen klima-, arbeits- und sicherheitstechnischen Depoträumen untergebracht. Jedoch lagern bedauerlicherweise auch in diesem Haus rund 8000 lm Behördenschrifttum von 1925-1960, die in zu feuchten und warmen Räumen, aber wenigstens in Metallstellagen auf das Ende des Provisoriums warten. Regalhöhen bis zu 360 cm und enge Regalabstände sind hier keine Seltenheit.

Die Größe der Restaurierwerkstätte des Steiermärkischen Landesarchivs beträgt ca. 200 m<sup>2</sup> und umfaßt 1 Naßraum, 1 Kaschier- und Pressraum, 1 Materialraum, 1 Büro und seit 1994 3 weitere Räume: 1 Brutraum für unsere Schimmelpilze, in dem die Pilzspezies kultiviert, identifiziert und fotografiert werden, 1 Trockenreinigungsraum mit 2 keimfreien Arbeitsplätzen, sowie 1 Isolierraum für pilzbefallene Archivalien, die auf die Restaurierung warten.

In der Restaurierwerkstätte sind 2 Restauratorinnen und seit rund einem Jahr 3 Hilfskräfte, die einen geschützten Arbeitsplatz innehaben, beschäftigt.

Die Landeshauptstadt Graz hat für optimale Lagerungsbedingungen ohne climatechnische Anlagen wegen seiner Talkesselage und wegen des Inversionswetters sehr ungünstige Voraussetzungen. Die ca. über 3 Monate herrschenden zu hohen Temperatur- und Luftfeuchtigkeitswerte sind für massiven Pilz- und Bakterienbefall überaus fördernd. Zur Erreichung optimaler Depotbedingungen sind daher in Graz lufttechnische Anlagen unbedingt erforderlich. Die Planungsarbeiten für den neuen Archivbunker sind bereits abgeschlossen; wir alle hoffen, daß die Finanzierung rasch geregelt und mit der Realisierung des Bauvorhabens baldigst begonnen wird. Für unsere Archivalien ist es ohne Übertreibung fünf Minuten vor zwölf.

## Lebensbedingungen der Schimmelpilze:

Unter dem Begriff "Schimmelpilze" werden solche Pilze zusammengefaßt, die in erster Linie auf Lebens- und Futtermittel, vor allem auf Papier, Pergament, Leder, Textilien, Metall- und Holzobjekten wachsen, diese Substrate zersetzen und zerstören. Sie stellen nur geringe Ansprüche an die Zusammensetzung des Nährsubstrates und gedeihen in einem weiten Bereich physikalischer Ökofaktoren, was einerseits den Befall der unterschiedlichsten Produkte, andererseits ihr weltweites Vorkommen erklärt.

Ihr Vorkommen ist lediglich begrenzt durch einen Mangel an Nährstoffen, die Anwesenheit von Hemmstoffen oder konkurrierenden Arten, sowie durch ungeeignete physikalische Bedingungen. Die Schimmelpilze finden vor allem in der Erde, auf verwesenden tierischen und pflanzlichen Substraten, in Archiven und Bibliotheken auf Papier und Pergament geeignete Nährböden und gute Lebensbedingungen.

Die weite Verbreitung der Schimmelpilze beruht auf ihrer ausgesprochenen anspruchslosigkeit. Viele Vertreter dieser Pilzgruppe wachsen auf unterschiedlich zusammengesetzten Substraten und gedeihen auch noch in einem weiten Temperaturbereich. Neben dem Nährsubstrat und der Temperatur bestimmen auch der pH- Wert des Substrates, sein Gehalt an freiem Wasser (Wasseraktivität  $a_w$ -Wert), sowie Licht und die Zusammensetzung der umgebenden Atmosphäre die Ausbreitung der Schimmelpilze. Alle diese Faktoren wirken jedoch nicht isoliert, sondern verstärken oder schwächen sich gegenseitig. Es wurde z.B. beobachtet, daß das Mycelwachstum einerseits, Sporulation sowie bestimmte Stoffwechselleistungen (wie etwa die Bildung von Mykotoxinen) andererseits die unterschiedlichsten Anforderungen an die Umwelt stellen.

## Physikalische Faktoren:

### 1. Temperatur:

Schimmelpilze treffen während ihres Wachstums im Boden, auf Lebensmitteln oder wie in unserem Fall auf Papier, also Zellulose oft schwankende Temperaturen an. Sie können sich jedoch nur dann durchsetzen, wenn

sie in einem weiten Temperaturbereich wachsen können. Diese Eigenschaft bezeichnet man als *Mesophilie*. Für das Mycelwachstum liegt die Minimaltemperatur hier meist um 0° C, die Optimaltemperatur bei 25 bis 35° C und die Maximaltemperatur zwischen 30 - 40° C. Wichtig für den Schimmelbefall auf Archivalien ist die Beobachtung, daß Vertreter der Gattung *Penicillium* niedrigere Temperaturen (etwa 20 - 25° C) bevorzugen als *Aspergillus* Arten (25 - 35° C).

Für die Praxis bei der Bekämpfung von Schimmelbefall ist die Tatsache bedeutsam, daß die Schimmelpilze zwar ihr Wachstum bei Unterschreiten der Minimaltemperatur bzw. Überschreiten der Maximaltemperatur einstellen, ihre Dauerorgane (geschlechtliche oder ungeschlechtliche Sporen und Sklerotien) jedoch in inaktivem Zustand die Extremtemperaturen überdauern und jahrelang auf für sie optimale Bedingungen warten.

Die Kardinalwerte der am häufigsten auf Archivalien vorkommenden Schimmelpilze sind in Tabelle 1 zusammengefaßt:

Pilz	Minimum (°C)	Optimum (°C)	Maximum (°C)
<i>Alternaria alternata</i>	-2 bis 5	20 - 25	31 - 32
<i>Absidia</i>		35 - 37	45
<i>Aspergillus niger</i>	6 - 8	35 - 37	45 - 47
<i>Aspergillus versicolor</i>	4 - 5	25 - 30	38 - 40
<i>Cladosporium herbarum</i>	-7 bis -5	24 - 25	30 - 32
<i>Fusarium</i>	-3	25	31
<i>Mucor</i>	5	25	30
<i>Penicillium digitatum</i>	-3	20 - 25	32 - 35
<i>Rhizopus stolonifer</i>	10	25 - 26	35 - 37
<i>Trichothecium roseum</i>	15	25	35

## 2. Wassergehalt des Substrates:

In älteren Publikationen wird als Maß für die Substratfeuchtigkeit der prozentuelle Wassergehalt des Substrates angegeben. Dieser Wert ist jedoch nicht relevant, da für die Schimmelpilze nie der gesamte Wasseranteil des Nährmediums zur Verfügung steht, sondern nur der Teil des Gesamtwassergehaltes, der nicht von löslichen Substanzen (Salze, Kohlehydrate, Eiweißstoffe) gebunden ist.

Daher ist diese Wasseraktivität ( $a_w$  - Wert) von der chemischen Zusammensetzung, der Temperatur und dem pH- Wert des Substrates abhängig.

Der Zusammenhang zwischen  $a_w$ - Wert und der relativen Luftfeuchtigkeit (R.H.) wird nach *Scott* (1957) mit folgender Gleichung ausgedrückt:

$$R.H. (\%) = a_w \times 100$$

In ihren Ansprüchen an die Wasseraktivität liegen die Schimmelpilze zwischen den Bakterien und Hefen. Während die meisten Bakterien einen  $a_w$ - Wert von 0,95 benötigen, haben die Schimmelpilze ihr  $a_w$ - Minimum um 0,62 - 0,85 und ihr Optimum bei 0,92 - 0,99.

Von *Wiesner* und *Casolaril* 1983 durchgeführte mathematische Berechnungen zeigten, daß ein Pilzwachstum bei einer Wasseraktivität von 0,61 und darunter sehr unwahrscheinlich ist.

Bemerkenswert ist die Tatsache, daß für das Wachstum und für einzelne Stoffwechsellösungen unterschiedliche  $a_w$ -Werte erforderlich sind. Mykotoxinbildende Schimmelpilze benötigen in der Regel einen höheren Minimum  $a_w$ -Wert, als beim Mycelwachstum.

a.) Einfluß der Wasseraktivität auf die Sporenkeimung: Die Sporenkeimung ist die Lebensäußerung eines Schimmelpilzes, die noch bei den ungünstigsten Außenbedingungen abläuft. So keimen z.B. die Konidien der *Aspergillus*gruppe noch bei einer Wasseraktivität von 0,7; allerdings nur dann, wenn die Temperatur optimal ist. Anders ausgedrückt: Bei der Optimaltemperatur ist der  $a_w$  - Bereich, der ein Auskeimen der Konidien erlaubt, am größten. Sinkt oder steigt die Temperatur, sind höhere  $a_w$  - Werte erforderlich.

Auch der Zeitpunkt der Sporenkeimung ist von Wasseraktivität und Temperatur abhängig. Bei hohem  $a_w$  - Wert keimen die Konidien des *Aspergillus* stets rasch

aus, wobei die Temperatur zusätzlich fördernd wirkt.

Allgemein kann dennoch festgestellt werden, daß die Keimungsrate der Schimmelpilzsporen bei jeder Temperatur sinkt, wenn die Wasseraktivität abnimmt.

b.) Einfluß der Wasseraktivität auf das Mycelwachstum:

Grundsätzlich ist bei jenen Bedingungen, die die Sporenkeimung verzögern, auch nur mit einem sehr schwachen Mycelwachstum zu rechnen. Liegt die Wasseraktivität des Substrates (des Papiers) in der Nähe des Minimum  $a_w$  - Wertes für das Wachstum, dann keimen die Konidien zwar aus, bilden jedoch nur extrem verkürzte Keimhyphen, die zudem oftmals deformiert sind.

## 3. pH-Wert des Archivals:

Der optimale pH-Wert für Schimmelpilze liegt bei 4,5 bis 6,5, also im leicht sauren Milieu. Die in der Regel durch verschiedene Faktoren stets übersäuerten Archivalien, fördern somit wegen ihres niedrigen pH-Wertes die Ansiedlung der Schimmelpilze. Maximalwerte liegen meist bei pH 8, während einige Pilze noch bei pH 2 und darunter wachsen. Allerdings ist zu beachten,

daß viele Schimmelpilze durch Ausscheidung von Stoffwechselprodukten den pH- Wert verändern können.

Die verschiedenen Stoffwechselfunktionen sind oft an unterschiedliche pH- Optima gebunden. So ist das Wachstum vieler Schimmelpilze in einem weiten pH-Bereich möglich, während die Produktion von Mykotoxinen stark pH-abhängig ist. Die Mykotoxinprodukt

tion hat ein anderes pH-Optimum als das Hyphenwachstum (zB. *Aspergillus versicolor*: pH-Optima für Wachstum: 5,0; für die Bildung des Toxins Sterigmatocystin: 8,0)

Die Abhängigkeit der Lebenstätigkeit von Schimmelpilzen vom pH-Wert des Mediums sind in Tab. 2 zusammengefaßt :

Pilz	Minimum	Optimum	Maximum
<i>Alternaria</i>	2,7	5,4	8,0
<i>Aspergillus niger</i>	1,5	7,2	9,8
<i>Aspergillus flavus</i>	2,5	7,5	10,5
<i>Cladosporium herbarum</i>	3,1		7,7
<i>Fusarium</i>	2,0		9,0
<i>Penicillium</i>	2,0		10,0
<i>Rhizopus stolonifer</i>	2,5		6,8

#### 4.) Licht:

Das Wachstum der Schimmelpilze wird im allgemeinen durch die Art und Intensität der Beleuchtung kaum beeinflusst. Bei einigen Vertretern der *Aspergillus* und *Alternaria* Arten, die sehr häufig auf Archivalien vorkommen, ist jedoch zu beobachten, daß die Bildung von Konidien durch Licht angeregt wird. Wechselnde Hell- und Dunkelphasen führen bei manchen Schimmelpilzen zur Ausbildung charakteristischer Zonierungen, die darauf beruhen , daß in periodisch wiederkehrenden Abständen Sporen produziert werden. Dies ist besonders eindrucksvoll an unseren Petrischalenversuchen zu beobachten, wo zeitweise regelrechte Hexenringe durch den Licht-Dunkel-Wechsel sichtbar sind.

Interessant ist, daß die Bildung von Farbstoffen jedoch vom Licht abhängig ist. Mikroorganismen bilden nur dann Pigmente, wenn die Zellen dem Licht ausgesetzt sind. Da farblose Mikroorganismen an dem den Licht ausgesetzten Standorten rascher abgetötet würden, bilden sie pigmentierte Formen, die eine regelrechte Schutzwirkung gegen die Strahlen des sichtbaren und des unsichtbaren ultravioletten Lichtes ausüben. Die Pigmente und Farbstoffe schützen daher die empfindlichen Regionen der Zelle vor Photooxydation.

#### 5.) Zusammensetzung der Atmosphäre:

An den Sauerstoffgehalt der Atmosphäre stellen die Schimmelpilze in der Regel nur geringe Ansprüche. So können die Sporen einiger *Mucor*-Arten und von *Rhizopus stolonifer* in reinem Stickstoff bei völliger Abwesenheit von Sauerstoff auskeimen, während etwa die Konidien von *Alternaria* und *Cladosporien*arten zur Bildung von Keimhyphen einen Sauerstoffgehalt von 0,25 % benötigen.

Ein steigender Kohlendioxydgehalt hemmt die Wachstumsgeschwindigkeit vieler Schimmelpilze, die dann ihren Stoffwechsel auf Gärung umstellen und ein hefeartiges Aussehen annehmen.

#### Prophylaktische Konservierung

Die Ursachen für Mikroorganismenbefall auf Archiv- und Bibliotheksbeständen, sowie von Depot- und Magazinräumen sind zusammenfassend:

Wärme, Sonneneinstrahlung, Feuchtigkeit, wechselnde Lichtverhältnisse, verstaubte Archivalien und Depoträume, Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankungen während der Jahreszeiten sowie stehende Luftverhältnisse. Diese Faktoren führen zum explosionsartigen Auskeimen von Mikroorganismen. Bereits nach einigen Tagen können bei ungünstigen Depotbedingungen die ersten Schimmelpilzanhäufungen auftreten.

Pilze und deren Sporen, sowie Bakterien sind allgegenwärtig und werden durch direkten Kontakt, durch die Kleidung von Kontaktpersonen oder durch Luftbewegung bzw. über die Klimaanlage übertragen. Sie bevorzugen Umweltbedingungen mit Temperaturen über 20° C bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von über 55 %.

#### Verhinderung von Pilz- und Bakterienbefall auf Archivbeständen und vorbeugende Maßnahmen (Preservation) bei nichtklimatisierten Depoträumen:

- Tägliches Messen der Feuchtigkeit und Temperatur. Steigt sie über 20 ° und 55 % rel. Lfgkt., sind sofort folgende Maßnahmen notwendig:
- Entzug der Feuchtigkeit mittels Entfeuchtungsgeräten, Auslegen von Silicagel, oder Kalziumchlorid. Das Steiermärkische Landesarchiv besitzt für die feuchtesten Depoträume ungefähr 20 Entfeuchtungsgeräte, die je nach Bedarf und Jahreszeit individuell eingesetzt werden.
- Entzug der Wärme: Abdunkeln und Isolieren der Fenster, Durchzug schaffen, Lichtschutz. Allein durch das Abkleben der Fenster mit Packpapier kann eine Temperaturreduzierung von 3-4 ° C erreicht werden.
- Laufende stichprobenartige Kontrollen der Altbestände durch eingeschultes Personal, bei sichtbarem Pilzbefall sofortige Isolierung der Bestände in ein Isolierdepot.

- Kontrolle bei den Neuzugängen auf Pilzbefall. Bei Verdacht nie die Bestände und sei es nur ein einziges Buch ins Depot einstellen.
- Regelmäßiges Entstauben bzw. Absaugen der verstaubten Archivbestände. Im Staub befinden sich immer Pilzsporen, die auf die Archivalien übergreifen. Verwendung von Staubsaugern mit Keimbzw. Absolutfilter sind unbedingt erforderlich.
- Verwendung von Archivschachteln mit Luftschlitzen. In einer Archivschachtel ohne Luftschlitze herrscht im Aktenbündel ein Kleinklima; Messungen ergaben um 5 - 15% höhere Feuchtigkeitswerte, als im ohnehin schon zu feuchten Depotraum, da die Archivalien nicht die Möglichkeit haben, die einmal aufgenommene Feuchtigkeit nach dem Absinken der Raumfeuchtigkeit auch wieder möglichst rasch abzugeben. Diesen Versuch haben wir mit elektronischen Meßfühlern durchgeführt.
- Regelmäßige Scheuer- bzw. Flächendesinfektion der Archivräume und Depots, sowie aller Regale durch das Raumpflegepersonal. Anstelle der üblichen Aufwasmittel sollten ausschließlich Flächendesinfektionsmittel, die in großer Anzahl im Handel erhältlich sind und auch eine sehr gute reinigende Wirkung haben, verwendet werden. Sie garantieren bei regelmäßiger Anwendung die Reduzierung, bzw. Abtötung der Mikroorganismen. Aldehydfreien Flächendesinfektionsmittel sollte der Vorzug gegeben werden
- Lüften der Depoträume: Hier ist der richtige Zeitpunkt von entscheidender Bedeutung, da durch Lüften zu ungünstigen Zeiten noch mehr Feuchtigkeit ins Depot dringt. Eine Entfeuchtung der Depoträume mittels Lüften hat nur dann Sinn, wenn die **Absolute Feuchtigkeit** der Außenluft geringer ist, als die des Depotraumes.

#### Beispiel:

In einem zu feuchten Depotraum werden 20° C und 80% relative Luftfeuchtigkeit (rel. Lfgkt.) gemessen. An Hand einer Psychrometertafel wird die absolute Lfgkt. abgelesen. Sie beträgt in diesem Fall 13,8 mm Hg.

Die Außenwerte betragen nun einmal:

10° C und 100% rel. Lfgkt.

ein anderes mal:

30° C und 60% rel. Lfgkt.

Läßt man sich nun von den 60% Werten zum Lüften verleiten, dann wird dem ohnehin schon zu feuchten Depotraum noch mehr Feuchtigkeit zugeführt, da eben die absolute Feuchte 18,2 beträgt. Wird jedoch bei 10° C und 100% rel. Feuchte gelüftet, entzieht man dem Depotraum seine Feuchtigkeit, da die Psychrometertafel nur 9,4 absolute Feuchte anzeigt.

Mit dieser Methode können sehr gute Resultate ohne großen Aufwand erreicht werden.

- Wesentlich bei uns ist die Beigabe von in ätherischen Ölen oder Terpenen getränkten Löschblättern zu den Schubern oder Faszikel. In der Werkstätte werden allen fertig restaurierten Schubern oder Büchern diese Löschblätter als erstes und letztes Blatt beigelegt, dadurch ist auch der Kontakt zwischen den holzschliffhaltigen Kartons und den Archivalien nicht mehr gegeben.

- Im Zuge eines Forschungsprojektes des Steiermärkischen Landesarchivs wird untersucht, ob ätherische Öle in pilzkontaminierten Lagerräumen einzusetzen sind, bzw. welche technischen Möglichkeiten realisierbar sind, um ätherische Öle durch Verdampfen über die Klimaanlage in Depots einzuleiten. Verschiedene ätherische Öle verfügen bekanntlich über eine hervorragende fungizide, bzw. fungistatische Wirkung. Die Ergebnisse werden voraussichtlich 1997 publiziert.

#### Konservatorische Maßnahmen bei Mikroorganismenbefall im Steiermärkischen Landesarchiv.

Die Desinfektion von verpilzten Archivalien und Depots:

Durch permanent zu hohe Temperaturen und zu hoher Luftfeuchtigkeit wurde in einigen Depoträumen des Landesarchivs, die über keine Klimaanlage verfügen, auf den Holzregalen ein weißer, watteähnlicher Pilzbelag festgestellt, der nach genauerer Überprüfung auch auf den Bucheinbänden und Faszikeldeckeln sichtbar war. Die Depots wurden für einige Tage wegen Ordnungsarbeiten beheizt, da die Raumtemperatur bei 14° C lag und ein längerer Aufenthalt in diesen Räumen für das Archivpersonal unzumutbar gewesen wäre. Dieses kurzfristige Aufheizen auf 18° C bewirkte offensichtlich ein explosionsartiges Auskeimen der Mikroorganismen. Wegen Personalmangels wurden diese Depoträume seit einigen Jahren nicht mehr gereinigt, eine Unterkellerung fehlt, die relative Feuchtigkeit schwankte zwischen 50% - 78%, die Temperaturmessungen ergaben Werte zwischen 3° - 23° C. Diese jahrelangen, schlechten Depotbedingungen bewirkten schließlich ein plötzliches "biologisches Umkippen", die Versäumnisse der letzten Jahre rächten sich zusehends. In diesem einen Fall verlangten 613 Laufmeter Archivbestand und die alten Holzregale eine sofortige Konservierung, bzw. Desinfektion. Da bei uns - so wie sicherlich in vielen anderen Archiven - permanente Geldnot herrschte, die Bestände also nicht vergast, oder die Regale von einer Putzfirma gereinigt werden konnten, führten wir folgende Maßnahmen durch:

- Es wurden Proben der Pilze von den Beständen und den Holzregalen entnommen;
- diese wurden kultiviert,
- die Pilze identifiziert,
- mittels Hemmzonenausbildung wurde die geeignetste Desinfektionskombination ermittelt;
- die Bestände wurden Buch für Buch aus den Regalen entnommen
- mit Staubsaugern vom größten Schmutz befreit,
- die Einbände, Faszikeldeckel und Schubere wurden außen und innen händisch durch Abwischen mit 70% Ethylalkohol und unserer Desinfektionskombination desinfiziert;
- die Holzregale und -Steher wurden regalweise zuerst mit einem Flächendesinfektionsmittel behandelt und hinterher großflächig mit Kompressor und unserer Desinfektionsmittelkombination besprüht.
- Danach wurden die inzwischen trockenen Archivalien wieder rückeingereiht.

- Diese Aktion dauerte 3 Wochen und wurde gemeinsam mit 4 zusätzlichen Mitarbeitern und der Restaurierwerkstattbelegschaft (3 Personen) jeweils 4 Stunden am Tag ausgeführt.
- Wegen der Alkoholdämpfe und des massiven Pilzbefalls wurden die Arbeiten mit Halbmasken, bzw. Feinstaubmasken, Arbeitshandschuhen oder flüssigem Handschuh und entsprechender Arbeitskleidung ausgeführt.
- Die Holzböden der 2 Depoträume wurden nach Beendigung der Arbeiten gründlich mit einem Scheuerdesinfektionsmittel auf Wasserbasis gereinigt. (Apesin AP 100)
- Die Mauern wurden prophylaktisch mit unserer Desinfektionskombination besprüht,
- die Fenster mangels finanzieller Mittel mit Packpapier beklebt um ein erneutes zu hohes Ansteigen der Temperatur zu vermeiden. Dies brachte eine Temperaturreduzierung von 3-4° C.
- Die Räume werden seit dieser Blitzaktionsreinigung durch Bestimmung der absoluten Feuchtigkeit der Außenluft sowie des Depotraumes durch richtiges zeitgemäßes Lüften entfeuchtet.

Diese Auflistung soll auch andere Institutionen ermutigen, die Bestände bei Pilzbefall nicht sofort mit "chemischen Bomben" zu behandeln, besonders jedoch beim Einsatz von Ethylenoxyd ist meines Erachtens Vorsicht geboten. Solange nicht die Unbedenklichkeit dieses Inertgases, sowie alle in der Literatur genannten möglichen Schäden an den Kulturgütern, vor allem jedoch die völlige Unbedenklichkeit im Bezug auf die Gesundheit aller Benutzer, Archivare, Bibliothekare und Restauratoren durch wissenschaftliche Untersuchungen garantiert und gewährleistet ist, sollten tunlichst Alternativlösungen angewendet werden.

Vor nunmehr bereits 8 Jahren wurde von der Verfasserin mit nur einem Ferialpraktikanten ein ganzer Depotraum mit 148 Im Buchbestand mittels Alkohol und Solbrolkombination desinfiziert. Obwohl die Depotbedingungen nach wie vor nicht ideal sind, ist kein erneuter Pilzbefall aufgetreten.

In den Jahren 1991 und 1992 ließen wir im Wiener Staatsarchiv 9 qm<sup>3</sup> Archivbestand vergasen, um danach mit großem Bedauern festzustellen, daß keineswegs alle Pilzstämme abgetötet wurden. Nach einer längeren Auslüftungsphase wurden von 10 verschiedenen Archivalien, auf denen massiver Pilzbefall sichtbar war, Abklatsche abgenommen und kultiviert, genau in 5 von 10 angelegten Petrischalenkulturen wuchsen Schimmelpilze an, insbesondere Rhizopus stolonifer und Cladosporium herbarum widerstanden der Ethylenoxydvergasung. Dies ist umso mehr bedauerlich, da der große finanzielle Aufwand, sowie die Kosten des Hin- und Rücktransportes, die Verpackung, sowie die ganze Organisation in keinem Verhältnis zum Erfolg der Aktion stand.

Seit 1989 befassen sich die Verfasserin und ihre Kollegin, Frau Ing. Karrer, mit dem komplexen Gebiet der Mikrobiologie, durch Selbststudium sind wir seit Jahren in der Lage, die am häufigsten auf Archiv- und Bibliotheksgut, sowie auf Textilien, Holz, Mauer und Metall vorkommenden Pilzspezies zu kultivieren, identifizieren, fotografieren und dokumentieren. Wir führten zahlreiche Desinfektionsmitteltests durch.

Folgende Desinfektionsmittel, die zwar (teilweise) eine gute fungizide Wirkung haben, jedoch eine gesundheitliche Beeinträchtigung bei der Benützung, bzw. die zelluloseschädigend, nicht alterungsbeständig, farbverändernd, lösungsmittelinkludierend sowie leim- und eiweißabbauend sind, schieden aus o. a. Gründen für eine dauernde Anwendung in der Restaurierung und Konservierung aus.

Dies sind alle:

- 1.) Pentachlorphenole und ihre Derivate
- 2.) Halogenverbindungen
- 3.) Kupferhaltige Verbindungen
- 4.) Schwermetallverbindungen
- 5.) Organo-Zink-Verbindungen
- 6.) Organo-Quecksilberverbindungen

Aus diesem Grund haben für uns für Konservierungsstoffe entschieden, die vorwiegend in der Lebensmittelindustrie verwendet werden. Dies sind die **PHB-Ester**, mit der Produktbezeichnung **Solbrol**.

Solbrol ist ein Produkt aus dem Bayer-Materialschutz-Programm. Das Sortiment bietet für jeden Zweck ein geeignetes Mikrobizid und erfüllt nicht nur in der Lebensmittelindustrie alle Anforderungen, die an ein Konservierungsmittel gestellt werden.

- Solbrol ist sehr gut wirksam gegen alle in der Praxis vorkommenden Mikroorganismen
- Die chemische Stabilität wirkt sich vorteilhaft auf eine Langzeitwirkung aus
- Solbrol ist nicht toxisch, reagiert neutral und zeigt keine unerwünschten Nebenwirkungen
- Solbrol wirkt nicht nur additiv, d.h. verschiedene Solbrol-Marken können gemeinsam eingesetzt werden und verstärken ihre Wirkung, sondern es besitzt auch eine potenzierende Wirkung gegen Pilze und Bakterien.

Solbrole sind verschiedene Ester der Para-Hydroxybenzoesäure:

Solbrol M = Para-Hydroxybenzoesäuremethylester

Solbrol A = Para-Hydroxybenzoesäureethylester

Solbrol P = Para-Hydroxybenzoesäurepropylester

Der Grundstoff kommt in der Natur in Brombeeren und Himbeeren vor.

### Gesundheitsgefährdung durch Mikroorganismen.

Ein Hygienepaket, bzw. Schutzmaßnahmen für alle Archivmitarbeiter erschien bereits 1990 von der Verfasserin in den Mitteilungen des Steiermärkischen Landesarchivs, welches laufend durch neue Maßnahmen optimiert wurde und wird.

Ausschlaggebend dafür war, daß bei Archivmitarbeitern immer häufiger gesundheitliche Beeinträchtigungen beim Hantieren von Archivalien auftraten. Diese manifestierten sich in pulmonalen und cutanen Beschwerden, es wurde ein Stechen in der Lungen, sowie ein Jucken auf der Haut konstatiert, Bronchialbeschwerden und Niesanfalle und allgemeine Abgeschlagenheit sowie Infekte und Allergien häuften sich.

Deshalb sehe ich es nach wie vor als meine Pflicht an, nicht nur diverse Pilze identifizieren und taxonomisch bestimmen zu können, sondern auch über die mögliche Pathogenität der Schimmelpilze durch intensives Fachliteraturstudium Bescheid zu wissen.

Die Mikrobiologie war bedauerlicherweise lange Zeit ein "Stiefkind" der Humanmedizin, erst seit ca. 10 Jahren sind sich Mykologen darüber einig, daß der enormen Zunahme von Mykosen - das sind sekundäre Infektionen als Folge von Erkrankungen, die mit Defekten des Immunsystems einhergehen - seitens der Medizin eine immer größer werdende Bedeutung beigemessen werden muß.

Die Verfasserin möchte betonen, daß es ihr fern liegt, Angst oder gar Hysterie beim Umgang mit pilzbefallenen Archiv- und Bibliotheksgut auszulösen, der Exkurs soll über Schimmelpilze und deren möglichen gesundheitlichen Schäden für den Menschen informieren und mit einem bereits seit Jahren im Steiermärkischen Landesarchiv eingeführten "Hygienepaket" zum Schutz aller Betroffenen abschließen.

### Einteilung und Nomenklatur der Mykosen.

Der menschliche Organismus stellt die beste Einteilungsgrundlage dar. Es wird zwischen Ekto- und Endomykosen unterschieden.

Als **Ektomykosen** bezeichnet man demnach Dermatomykosen, also Mykosen der Haut und des Auges, während mit dem Begriff

**Endomykosen** alle Schleimhaut-, Organ- und System-Mykosen zusammengefaßt werden. Dabei handelt es sich um exogen oder endogen ausgelöste Mykosen, bei denen der Pilz bei 37° C aktiv und vermehrungsfähig sein muß.

Bei exogenen Pilzkrankungen befindet sich die Infektionsquelle außerhalb des Körpers.

Bei endogen ausgelösten Mykosen hingegen handelt es sich um Infektionen, bei denen der Pilz zum Zeitpunkt der Erkrankung bereits im Organismus vorhanden ist.

Einteilung der Endomykosen nach ihrer Hauptlokalisation:

#### 1. Schleimhautmykosen

- a.) Mundschleimhautmykosen
- b.) Darmmykosen
- c.) Bronchialmykosen

#### 2. Organmykosen

- a.) Lungenmykosen
- b.) Mykosen des Zentralnervensystems
- c.) Mykosen der Nieren

#### 3. Systemmykosen

Mehrere Organe oder der gesamte Organismus werden befallen

#### 4. Mycetome und sonstige Pilzinfektionen "tiefer" Gewebsbereiche

Schimmelpilze, die auf Archiv- und Bibliotheksgut am häufigsten vorkommen, sind als Erreger von Endomykosen bekannt. (Tab. 3 gibt einen Überblick über die bedeutendsten Erreger tieflokalisierter Mykosen). Mykosen, die durch Schimmelpilze verursacht werden, so z.B. die pulmonale Aspergillose, haben in den letzten Jahren bedeutend zugenommen. Das klinische Bild einer System- oder Organmykose wird entscheidend von der Immunkompetenz des Menschen und der Art des Erregers beeinflusst. So wird ein bei einem gesunden Menschen saprophytärer Pilz (=fäulnisliebende

Pilze, die tote organische Substanzen verwerten) durch Reduzierung der Abwehrkräfte (z.B. Eiweiß- oder Vitaminmangel, Stoffwechselstörungen) oder durch Milieuänderung (z.B. pH-Verschiebung, Verbrennung) zum virulenten Erreger. Damit läßt sich auch erklären, warum sich die Infektion eines primär Gesunden in so großem Ausmaß von dem schweren Infektionsverlauf eines bereits "vorgeschädigten" Menschen unterscheidet.

Die meisten pathogenen (=krankheitserregenden) Kleinpilze sind jedoch Saprophyten und können nur unter bestimmten Bedingungen Erkrankungen auslösen. In diese Kategorie fallen verbreitete Schimmelpilze der Gattungen *Aspergillus*, *Penicillium*, *Absidia*, *Mucor* und *Rhizopus*. Diese Organismen sind ständig auf der gesunden Haut und auf den Schleimhäuten des Körpers anzutreffen. Dort leben sie saprophytisch und schädigen den gesunden Menschen nicht, da dieser über Abwehrmechanismen verfügt; sie können aber dann pathogen werden, wenn die Resistenz des Menschen durch andere Krankheiten geschwächt wird und daher das Immunsystem nicht mehr intakt ist.

Tab.3: Unter den Pilzen kommen in Europa folgende Gattungen und Arten als Erreger von Mykosen des Menschen in Betracht:

Mucor
Rhizopus
Absidia
Aspergillus fumigatus
Aspergillus nidulans
Aspergillus niger
Aspergillus flavus
Gelegentlich Penicillium
Gelegentlich Geotrichum
Candia albicans
Rhodotorula rubra
Cladosporium herbarum

Übersicht über die wichtigsten Erkrankungen beim Menschen, die durch Schimmelpilze hervorgerufen werden können: (nach *Reiß*)

- 1.) **Mykosen:** Wachstum von Schimmelpilzen am oder im Wirt
  - A. Epidermale Mykosen: Haut ist befallen
    - a.) Aspergillosen: z.B. *Aspergillus fumigatus*
    - b.) Penicillose: *Penicillium spinulosum* u.a.
  - B. Endo- und Systemmykosen: Innere Organe sind befallen
    - a.) Aspergillosen: *A.fumigatus*, *A.niger*, u.a.
    - b.) Phykomykosen: *Absidia* sp., *Mucor* sp., *Rhizopus* sp.
- 2.) **Mykoallergosen:** Kontakt von Pilzelementen mit feuchten Schleimhäuten (Atemwege)
  - a.) Asthma bronchiale: verschiedene Schimmelpilze
  - b.) Käsewäscher-Krankheit: *Penicillium* sp.
  - c.) Paprikaspalter-Lunge: *Rhizopus stolonifer*, *Penicillium glaucum* sp.
  - d.) Bäcker-Asthma: *Alternaria* sp., *Aspergillus* sp., u.a.
- 3.) **Mykotoxikosen:** Vergiftung durch Mykotoxine
  - a.) Aflatoxikosen: durch Aflatoxine von *Aspergillus flavus* und *A. parasiticus*

b.) *Penicillium*-Mykotoxikosen

c.) *Fusarium*-Mykotoxikosen

d.) *Alternaria*-Mykotoxikosen

ad 1.) **Mykosen:**

In geschlossenen Räumen werden fakultativ pathogene Schimmelpilze vorwiegend durch die Luft verbreitet, da die leichten Konidien und Sporen von Luftbewegungen über große Entfernungen hinweg transportiert werden. Diese Pilzsporen können über drei Wege in den menschlichen Körper gelangen:

- **Berufliche Exposition:** Ein Einatmen von Konidien und Sporen ist in solchen Räumen zu erwarten, in denen im vermehrtem Rahmen mit pilzhaltigem Material gearbeitet wird. Dazu gehören die Bereiche Landwirtschaft (Pilze im Staub von Getreide, Heu und Stroh), Gartenbau, Verarbeitung von Nüssen und Leder, Ölmühlen, Haltung und Zucht von Vögeln und nicht zuletzt Restaurierung bzw. Hantieren mit pilzbefallenen Archivalien.
- **Akzidentielle Exposition:** Hierzu wird die Aufnahme von pilzlichem Material infolge bautechnischer Mängel (Belüftung mit sporenhaltiger Luft über nicht optimal gewartete Klimaanlage, Feuchtigkeit in Wohnräumen) sowie über Lebensmittel, Müll und Schmutz gezählt, nicht zuletzt aber auch durch längeren Aufenthalt in sporenkontaminierten Räumen (Depots oder Restaurierwerkstätten.)
- **Unauffällige konstante Exposition:** Diese geht von bestimmten Elementen der häuslichen Umwelt, wie etwa von Zimmerpflanzenerde oder Futter für Haustiere aus. Hier sei angemerkt, daß es vor allem in der Nähe von Heizkörpern in der komposthaltigen Topferde von Zimmerpflanzen zu einer starken Vermehrung von pathogenen Schimmelpilzen kommt. Es konnte z.B. in 66,7 % der untersuchten Topferdeproben von insgesamt 51 Zimmerpflanzenarten *Aspergillus fumigatus* nachgewiesen werden. Er ist mit Abstand der Schimmelpilz mit der stärksten pathogenen Potenz. Aus diesem Grund ist es auch in Klinikbereichen untersagt, Topfpflanzen zu halten.

ad 2.) **Mykoallergosen:**

Wiederholt längere Aufenthalte in mit Sporen von Schimmelpilzen belasteter Umgebung können zu allergischen Reaktionen führen. Diese äußern sich in Niesanfällen, Schnupfen, Husten, Durchfall und Erbrechen und manifestieren sich sogar in asthmatischer Bronchitis und Asthma bronchiale. Typische Infektionsquellen sind Pilzkolonien auf Archiv- und Bibliotheksgut, an feuchten Mauern, Tapeten und Textilien, aber auch in Polstermöbeln und Klimaanlage. Die meisten Pilzsporen gelangen wegen ihrer geringen Größe (2-10 µm) in den Bronchialbereich; nur Teilchen mit einem Durchmesser von über 10 µm werden in der Schleimhaut von Nase und Rachen zurückgehalten.

Die Sporen gewisser Schimmelpilze können als Allergenträger wirken, über die Natur der Pilzallergene ist jedoch nur wenig bekannt. Sicher ist, daß die allergieauslösende Potenz auf die Anwesenheit gewisser Eiweißverbindungen zurückzuführen ist. Das Mycel hat

im Vergleich zu den Konidien eine viel geringere Potenz. Die Mindestmenge an Sporen, die eine allergische Reaktion auslöst, schwankt zwischen 100 (*Alternaria alternata*) und etwa 3000 (*Cladosporium herbarum*). Im Vergleich zu diesen Werten liegen die Schwellwerte von Pollen im allgemeinen niedriger: so lösen bereits etwa 10 Pollenkörper von Roggen bei allergischen Personen Atemwegsbehinderungen aus.

Nach heutiger Sicht sind vorwiegend Aktinomyceten (Strahlenpilze) für die Entstehung der Farmerlunge verantwortlich, einige Studien weisen darauf hin, daß auch *Aspergillus* Arten an dieser Antigen-Antikörper-Reaktion beteiligt sind.

Tabelle 4 faßt die Häufigkeit jener Schimmelpilze, die bevorzugt auf Archivalien vorkommen, und ihre Antigenbildung zusammen:

Klinische Wertigkeit von Schimmelpilzsensibilisierungen:<sup>1</sup>

Schimmelpilzhäufigkeit	in %
<i>Fusarium</i>	14,3
<i>Penicillium</i>	10,0
<i>Aspergillus</i>	8,2
<i>Alternaria</i>	6,4
<i>Mucor</i>	4,6
<i>Rhizopus</i>	4,6
<i>Cladosporium</i>	2,9

ad 3.) **Mykotoxikosen:**

Die intensive Beschäftigung mit der Gefährlichkeit von Mykotoxinen - sekundäre Stoffwechselprodukte mit gesundheitsschädigender Wirkung - setzte weltweit erst 1960 ein, nachdem in England über 100.000 Truthühner an toxisch kontaminiertem verfüttertem Erdnußmehl verendeten. Toxine gelangen in den meisten Fällen über die Nahrung in den menschlichen Körper, jedoch weiß man erst seit kurzem, daß auch vom Einatmen toxischer Staubpartikel eine beachtliche Gefahr ausgehen kann. Die Verfasserin möchte darauf hinweisen - obwohl es zur Zeit noch nicht eindeutig bewiesen werden kann, eine Untersuchung ist in naher Zukunft geplant - daß sich auch auf pilzbefallenen Archivalien Toxine bilden können.

Es gibt zwar keine gesicherten Erkenntnisse darüber, ob die Bildung und Ausscheidung von Mykotoxinen für den Schimmelpilz selbst von Bedeutung ist, jedoch schützt möglicherweise die Synthese toxischer Substanzen den Produzenten vor Konkurrenten. Das Abschätzen des Risikos, das von Schimmelpilzen und ihrer Toxinbildung ausgehen kann, wird dadurch erschwert, daß nur ein geringer Prozentsatz der Stämme das betreffende Mykotoxin bilden kann. Nach einer Zusammenstellung von *Frank*<sup>2</sup> (1974) schwankt der Anteil an toxinbildender Isolate von *Aspergillus flavus*, der häufig von Archivalien isoliert werden kann, sehr stark. Als Mittelwert ergab sich, daß etwa 76 % der Stämme des *A. flavus* Aflatoxine bilden können.

Schon seit der Einführung des Ackerbaues und der Entwicklung einer Vorratswirtschaft in der Steinzeit ist der Mensch dem Einfluß von Schimmelpilzen und auch der Einwirkung von Mykotoxinen ausgesetzt. Sicherlich sind die vielfältigen Einflüsse unserer Umwelt

unerlässlich zur Stärkung der körpereigenen Abwehrkräfte. Ob zu diesen Faktoren auch Schimmelpilze und ihre Toxine zählen, ist umstritten. So ist es einerseits nachgewiesen, daß bei ständigem Kontakt mit Pilzsporen die Immunkräfte des Menschen durch Sensibilisierung geschwächt werden, andernfalls könnten etwa Spuren natürlicher Giftstoffe - einschließlich der Mykotoxine - eine notwendige Rolle bei der Aufrechterhaltung der Abwehrkräfte des Körpers spielen.

Eine große Anzahl pathologischer Studien weist darauf hin, daß Erkrankungen des Menschen durch Toxine hervorgerufen werden können. Eine klare Aussage mit Beweiskraft ist in keinem Einzelfall möglich, da exakte experimentelle Befunde aus ethischen Gründen nicht zu erhalten sind und auch Ergebnisse von Tierversuchen nicht oder nur mit Vorbehalt auf den Menschen übertragen werden können.

### **Schutzmaßnahmen:**

Die wichtigste erfolversprechende Vorbeugungsmaßnahme gegen die Entstehung von pilz- und mykotoxinbedingten Krankheiten ist, durch entsprechende Lagerungsbedingungen die Bildung von Schimmelpilzen zu verhindern, sowie gezielte Hygienemaßnahmen für Restauratoren und Archiv- bzw. Bibliotheksmitarbeiter zu erarbeiten und einzuführen.

Folgende Schutzmaßnahmen für Archivmitarbeiter wurden Anfang 1990 im Steiermärkischen Landesarchiv in Form eines Rundschreibens und Veröffentlichung<sup>3</sup> in den Mitteilungen des Steiermärkischen Landesarchiv eingeführt. Diverse Änderungen und Neuerungen werden angeführt:

#### **1.) Desinfektionsseife, bzw. Desinfektionslösung:**

Für Archiv- Bibliotheks- und Museumsmitarbeiter sowie für alle Benutzer wird die Verwendung von im Handel erhältlichen flüssigen Desinfektionsseifen dringend empfohlen. Nach jedem Kontakt mit pilzbefallenen Beständen muß die Dauer einer Waschung ca. 20 bis 30 Sekunden betragen, um eine hygienische Händedesinfektion zu gewährleisten. Besonders vor der Einnahme von Speisen wird dringend empfohlen, die Hände mit einer Desinfektionsseife zu waschen, damit vermieden wird, daß Pilzsporen mit der Nahrung in den Körper gelangen.

Auf die Vorschrift, nach der Pause die Hände zum Schutz der Archivalien zu waschen, muß immer wieder erneut aufmerksam gemacht werden.

**Änderungen:** Es wurde im Steiermärkischen Landesarchiv beobachtet, daß die vorgeschriebenen 20-30 Sekunden nicht eingehalten wurden, bzw. bei übersensibilisierten Personen Hautirritationen auftraten. Aus diesem Grund wurde die Desinfektionsseife eingezogen, eine in 5 Liter Gebinden handelsübliche Normalseife angekauft, eine alkoholhaltige Desinfektionslösung mit Rückfettungsmittel garantiert nun einen sicheren und raschen Händedesinfektionserfolg.

**Produktbezeichnung:** Sterillium der Firma Bode Chemie, 2000 Hamburg 54, Postfach 540709. Vertrieb in Österreich: Fa. Beiersdorf Ges.m.b.H. Laxenburgerstraße 151, 1100 Wien

#### **2.) Papierhandtücher:**

Einwegpapierhandtücher sollten bei jeder Waschgelegenheit eine Selbstverständlichkeit sein. Die Verwen-

dung von Papierhandtüchern schaltet jede Möglichkeit der Keimübertragung der Stoffhandtücher aus. Ihr ist daher der Vorzug zu geben.

#### **3.) Mund- und Nasenmasken:**

Zuerst einige Zitate aus Fachzeitschriften:

... "Rhizopus-Arten (vorwiegend auf Archivalien anzutreffen, Anm.d.Verf.) sind praktisch ubiquitär. Ihr wichtigstes Habitat ist verrottetes organisches, meist pflanzliches Material, von wo sie zufolge ihrer fragilen Morphe und ihres Sporenreichtums auf aerogenem Weg über weite Distanzen propagiert werden. Ihre wichtigste Infektionspforte am Menschen (und auch bei verschiedenen Tierarten) sind die Atemwege."<sup>4</sup>

"Bei den Schimmelpilzen ist eine ähnliche Unterscheidung zwischen 'nützlich' und 'schädlich' für den Menschen erforderlich wie bei den Waldpilzen. Einige Schimmel sind Heilpflanzen, z.B. *Penicillium chrysogenum*, *P. griseofulvum*, *P. notatum*; andere bilden Toxine, die teilweise karzinogen sind, z.B. *Aspergillus flavus*, wieder andere sensibilisieren, wie etwa *Alternaria alternata*, und schließlich befallen einige Arten verschiedene Schleimhäute und innere Organe des Menschen."<sup>5</sup>

Da all diese von Mykologen aufgezeigten Pilze vermehrt auf Archivalien vorkommen, ist es notwendig, bei Arbeiten an stark befallenen Kulturgut bzw. längerdauernden Tätigkeiten in pilzkontaminierten Räumen Einweg-Feinstaubmasken mit Ausatemventil für Mund- und Nase zu verwenden. Sie bieten einen verhältnismäßig sicheren Schutz vor der Inhalation organischer Partikel, wie Pilzsporen und Bakterien und sind in der Regel einmal pro Arbeitstag zu wechseln. Die häufig eingesetzten, billigen Grobstaubmasken entsprechen keiner Norm und bieten keinen Schutz gegen gesundheitsgefährdende Mikroorganismen, bzw. Feinstäube.

**Produktbezeichnung:** Feinstaubmasken 8822 mit Ausatemventil FFP2S nach EN 149 der Firma Haberkorn Ges.m.b.H. Holzriedgasse 33, A-6961 Wolfurt.

In der Restaurierwerkstätte werden ausschließlich Silikon Halbmasken, bzw. Vollvisiermasken mit geeigneten Filtern verwendet.

#### **4.) Arbeitskleidung:**

Es sollte eigentlich selbstverständlich sein und wird hier nur der Vollständigkeit halber angeführt, daß zugeknöpfte Berufsmäntel, bzw. Schutzkleidung für alle Archiv- Bibliotheks- und Museumsmitarbeiter unerlässlich sind, beim Mittagstisch müssen die Mäntel ausgezogen werden, um eventuell anhaftende Mikroorganismen nicht auf Speisen oder Straßenkleidung zu übertragen.

**Änderung:** Seit 1994 werden von Ams wegen alle Arbeitsmäntel der Archivmitarbeiter 1x im Monat von einer Wäscherei gewaschen. Hiermit wird das Verschleppen von Mikroorganismen in den privaten Bereich und daher allfällige gesundheitliche Risiken für Familienangehörige vermieden.

Arbeitsmäntel, die durch die tägliche Arbeit mit Pilzen kontaminiert sind, müssen unbedingt getrennt von der üblichen Straßenkleidung während der Dienstzeit auf-



bewahrt werden. Eigene Bereiche für Straßenkleidung und Arbeitsmäntel schaffen.

**Duschen** für Mitarbeiter öffentlicher Institutionen bei Um- bzw. Neubauten schaffen!

#### 5.) **Hautschutz** :

Als Schutz der Hände wird ein klinisch getesteter Hautschutz empfohlen. Der Hautprotektor "Marly Skin" schützt die Haut wie ein unsichtbarer Handschuh und bewahrt vor allergischen Reaktionen und Reizungen. Durch diesen flüssigen Handschuh bleiben die Sensibilität und das Tastgefühl der Finger erhalten. Der Schutz hält vier Stunden an, beeinträchtigt zum Unterschied von Handschuhen die Hautatmung nicht, die Hände können beliebig oft gewaschen werden, ohne daß die Schutzfunktion verringert wird.

Produktbezeichnung: Marly skin, Fa. Eugen Kostineak Weimarer Straße 22, A-1180 Wien

#### 6.) **Flächen- bzw. Scheuerdesinfektion**:

Besonders wichtig ist eine regelmäßige, womöglich zweimal pro Woche durchzuführende Flächendesinfektion, um ein Übergreifen von eventuell vorhandenen Pilzsporen zu verhindern bzw. zu reduzieren. Anstelle der trockenen Reinigung, wie das Abstauben von Möbeln oder Aufmoppen von Böden - die überaus negative Folgen, nämlich ein gleichmäßiges Verteilen der Pilzkolonien bewirken würde - ist es notwendig, alle Böden, wie PVC, Fliesen und Parkette, sowie alle glatten Oberflächen, wie Tische, Kästen, Truhen und Regale, feucht mittels Zugabe eines Scheuerdesinfektionsmittel zu reinigen.

Im Steiermärkischen Landesarchiv wird zur Zeit ein sauerstoffaktiver Desinfektionsreiniger mit sehr gutem Erfolg verwendet. Durch regelmäßige Kontrollabklatsche wird die Wirkung, bzw. die regelmäßige Anwendung durch das Raumpflegepersonal überprüft.

Produktbezeichnung: Apesin AP 100 der Firma TANA Chemie Werner und Mertz, D-6500 Mainz, für Österreich: A-5400 Hallein

Wie notwendig und zielführend eine Flächendesinfektion ist und welche wichtige Aufgabe daher Raumpflegerinnen in Archiven und Bibliotheken innehaben, zeigt eine Langzeitmessung des Grazer Hygieneinstitutes:

Nach nur 1 Monat regelmäßiger Scheuerdesinfektion war anstelle der vorher festgestellten 24 Pilzkolonien nur mehr eine einzige nachweisbar!

Die Scheuerdesinfektion ist das wirksamste Mittel zur Senkung des Keimpegels in Archiven, Bibliotheken und ganz besonders in Restaurierwerkstätten.

Die häufig bis zum Zerfall verwendeten Wischlappen stellen eine nicht geringe Gefahr für die Weiterverbreitung von Keimen da, daher sollten nur billige, oft wechselbare Reinigungstücher für Möbel und Fußböden verwendet werden.

#### 7.) **Regelmäßige Untersuchungen**:

Alle Archivmitarbeiter des Steiermärkischen Landesarchivs, insbesondere Personen, die regelmäßig mit pilzbefallenen Archivalien arbeiten, sind aufgefordert, sich mindestens einmal im Jahr von Fachärzten im Hinblick auf eventuell vorhandene Bronchial- und Lungenschäden untersuchen zu lassen. Diesen Untersuchungen hat die Landesregierung zugestimmt und auch die Kosten hierfür übernommen.

8.) **Keine Topfpflanzen** im Archiv- und Bibliotheksbereich, auf Hydrokulturen umsteigen!

9.) **Essen und Trinken** ist in allen Räumen, in denen mit Archiv- und Bibliotheksgut hantiert wird, insbesondere in Restaurierwerkstätten, ausnahmslos verboten! (Aufenthaltsräume benutzen)

#### 10.) **Desinfektionsspray**:

Seit Mai 1995 wurde für Archivmitarbeiter, die an Allergien leiden, sowie für alle Mitarbeiter der Restaurierungswerkstätte ein Desinfektionsspray auf Alkoholbasis angekauft. Dieser wird vor Dienstschluß auf die Arbeitstisch aufgesprüht und inaktiviert unverzüglich sämtliche Pilze, Bakterien und Viren.

Produktbezeichnung: Apesin Desinfektionsspray der Firma TANA Chemie Werner und Mertz, D-6500 Mainz, und für Österreich: A-5400 Hallein

Mit diesen Forderungen und Neueinführungen ist meines Erachtens der erste große Schritt zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen und zur Erhaltung der Gesundheit aller Archivmitarbeiter getan. Da es sicherlich im Interesse aller liegt, gesundheitliche Vorsichtsmaßnahmen zu treffen, empfehle ich auch anderen Archiven, Bibliotheken und Museen die Einführung dieser Maßnahmen.

Abschließend soll der Jahresbericht aus 1994 einen Einblick in unsere Konservierungs- und Restaurierungsarbeiten gewähren. Personalstand: 2 Restauratorinnen, 3 geschützte Arbeitskräfte, von diesen wurde 1 Mann erst im Juni eingestellt, der andere war 121 Arbeitstage von 249 Gesamtarbeitstagen im Krankenstand.

### JAHRESBERICHT 1994

Mengenrestaurierung bzw. Konservierung:

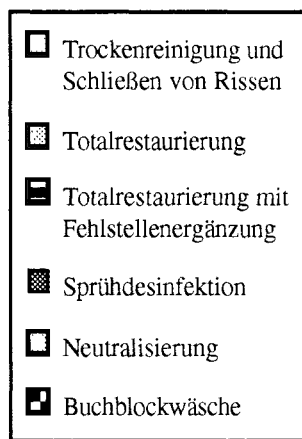
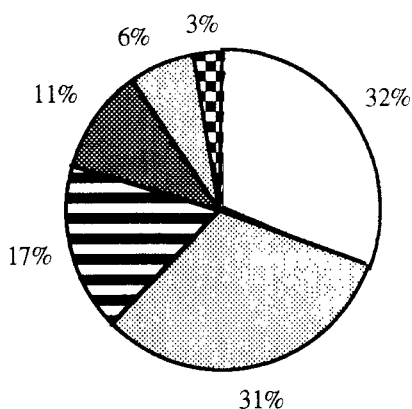
- **10.752** verschmutzte Folien wurden mit "Wish ab" und diversen Radiergummen sorgfältig trockengeeignet und die zahlreichen Risse geschlossen.
- **16.962** Folien, die teilweise stärksten Pilz- und Bakterienbefall aufwiesen - hauptsächlich abgebautes, versprödertes Hadernpapier, verursacht durch den Mikroorganismenbefall - wurden restauriert und konserviert; es erfolgte eine sorgfältige Trockenreinigung, die Pilzsporen wurden abgekehrt, mit speziell zusammengesetztem Desinfektionsmittel im Bad desinfiziert, zwischen Sieben liegend mit selbst entwickeltem Papierwaschmittel gewaschen, mittels stundenlangem Fließwasser geschwemmt, mit  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  neutralisiert, ein- bzw. beidseitig mit dünnem Japanpapier kaschiert, verleimt, eingepreßt und sortiert.
- Bei **6.059** Folien von diesen war außerdem noch eine zusätzliche Fehlstellenergänzung mit dickem Japanpapier notwendig.
- **3.811** Folien wurden zusätzlich trockengeeignet, mittels Kompressor, bzw. Sprühflasche mit speziellen Desinfektions- und Konservierungsstoffen desinfiziert, alle Risse geschlossen und die abgebauten Bereiche wurden im Buchblock Seite für

Seite mit dünnem Japanpapier verstärkt. Mit dieser Methode konnte das Auseinandernehmen der Buchblöcke und somit das Neubinden vermieden werden.

- **2.162** Folien mit Tintenfraß wurden zusätzlich trockengereinigt, im Bad desinfiziert, gewaschen, geschwemmt, neutralisiert, verleimt, eingepreßt und sortiert.
- **1.035** Folien, die ausschließlich stark verschmutzt waren, wurden im Buchblock gewaschen, mit Klu-

- **1** kolorierte Zeichnung wurde mit  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  gebleicht, hierzu waren Vorversuche, Bleichtests und Ligninnachweise notwendig. An den Ecken war massiver Pilzbefall durch Klebeetiketten sichtbar.
- **5** handbemalene Holzsulpturen wurden für das Steiermärkische Volkskundemuseum auf ihre Farbbeständigkeit überprüft und anschließend wegen massiven Pilzbefalls desinfiziert.
- Kreuzer - Zeichnung (Feder, laviert, Großformat): Graz von Norden: Mittels Lösungsmittel auf Meerschamstaubkompressen wurden blaue Verfärbungen herausgelöst. Bisheriger Zeitaufwand:

### Prozentuelle Verteilung der verschiedenen Methoden



cel verleimt, bei Bedarf im Block neutralisiert und mit Fön, bzw. Ventilator getrocknet.

#### Einzelblattrestaurierung:

- **517** Folien Briefe und Originaltagebücher des Erzherzog Johanns aus dem Archiv Meran wurden restauriert und konserviert: Sorgfältiges Trockenreinigen, Sicherung der Fragmente, Vorlösen der Methylviolettstempel, nochmalige Desinfektion nach Vergasung (war nicht ausreichend) bzw. Vorquellen in 96% Äthylalkohol, um die selbstklebende Neschenfolien etwas anzulösen, millimeterweises Ablösen der Klebefolien bei **87** Seiten (war überaus zeitintensiv), waschen, schwemmen, neutralisieren, ein- bzw. beidseitiges Kaschieren mit 6 g Japanpapier bei **517** Folien, Ergänzen der Fehlstellen bei **349** Seiten, einpressen und sortieren. Diese Restaurierung erstreckte sich über 2 Monate und wurde neben anderen Restaurierungen von 1 Restauratorin und 3 Fachpraktikanten durchgeführt.
- Bei **246** Folien aus dem Landrecht (Wertklasse 1) wurden ebenfalls synthetische Klebebänder unter großem Zeitaufwand abgelöst, die überdurchschnittlich stark von Mikroorganismen abgebauten Urkunden wurden sorgfältig trockengereinigt, desinfiziert, gewaschen, geschwemmt, neutralisiert, einseitig kaschiert, die zahlreichen Fehlstellen ergänzt, Fragmente wurden soweit möglich zugeordnet, nochmals mit dünnem Japanpapier kaschiert, eingepreßt und sortiert.

30 Stunden, etliche Lösungsmittelkompressen sind noch notwendig.

- **2** illuminierte Pergamenteinbände wurden nach der sorgfältigen Trockenreinigung mit der Radiermaschine mit Pergamentleim behandelt, um ein weiteres Abblättern der pastosen Malschichten zu verhindern.
- **8** beidseitig beschriebene Pergamenteinbände wurden sorgfältig mit Radiermaschine gereinigt, **185** Makulaturseiten wurden aus den Einbänden gelöst, mühsam vom gröbsten Brotkleister befreit, desinfiziert, gewaschen, neutralisiert und gesichert (einseitig kaschiert).
- **3** Laufmeter Akten das sind rund 20.000 Folien vom statistischen Landesamt wurden mit Kompressor desinfiziert, mittels Fön und Ventilator getrocknet und sortiert.
- Bei **5** Exemplaren (Exponate für Landesausstellung) wurden die selbstklebenden Streifen abgelöst, Perlleimrückstände wurden aus den Verklebungen gelöst, die diversen Teile wurden richtig aneinanderkaschiert. **33** Folien wurden desinfiziert, trockengereinigt, neutralisiert, **22** wurden ergänzt.
- Für die Wiener Universitätsbibliothek wurde ein Palmblattmanuskript mit **22** Seiten mit Kampferöl desinfiziert und erweicht. Arbeitsaufwand 30 Stunden.
- **9** Bücher Einreihungsprotokolle 1914 - 15: Desinfektion der Einbände und Einbandpflege mit selbst hergestelltem Einbandpflegemittel.

- Reinigung von 83 Gummistempeln, Entfernen der Methylviolettfarbe.

#### Versuche, Untersuchungen und Dokumentationen:

- Ein Großversuch mit 14 verschiedenen Flächendesinfektionsmittel zur Überprüfung ihrer Tauglichkeit auf Parkettböden wurde durchgeführt. Diese wurden über 4 Wochen täglich aufgetragen, um die Verträglichkeit zu testen.
- 7 Flächendesinfektionsmittel wurden auf ihre Wirkung hin an 4 verschiedenen Pilzen, nämlich *Aspergillus*, *Penicillium*, *Chaetomium* und *Rhizopus* in Petrischalenkulturen getestet, fotografiert und dokumentiert.
- Umfangreiche Fachliteraturstudien und Expertisen von Hygieneinstituten waren dazu notwendig.
- Serien-pH Wert Messungen an Archival aids neutralisierten Beständen wurden durchgeführt und dokumentiert.
- Die Kaiserurkunde Heinrichs III. aus dem Jahr 946 wurde im Salzburger Landesarchiv am Vakuumtisch desinfiziert, da die 1. Desinfektion nicht ausreichend war. Kontrolle durch neu angelegte Kulturen. Die dunklen Verfärbungen, hervorgerufen durch Pilze, die die Tinte verschwinden lassen, wurden mit höchstmöglicher Auflösung eingescannt, um ein weiteres Verblässen der Tinte dokumentieren zu können. Es wurde bereits mit jenem Bild, das vor einem Jahr angelegt wurde, verglichen, bis jetzt ist keine Veränderung erkennbar.
- 96 Petrischalenkulturen wurden zur Identifikation verschiedenster auf Archivalien vorkommenden Pilzspezies sowie zur Ermittlung der optimalsten Desinfektionsmittelkombinationen angelegt, die ausreichende Wirkung der Desinfektion wurde vor, während und nach der Restaurierung kontrolliert.
- 42 verschiedene Pilzproben von befallenen Dokumenten wurden für verschiedenste Institutionen wie für das Salzburger Landesarchiv, Veterinärmedizinische Fakultät in Wien, für die Graz-Köflacher Bergbau und Eisenbahn AG., für die Albertina in Wien, für 1 Diplomantin an der Akademie der bildenden Künste in Wien, für Ingenieurbüro Voss in Deutschland, für die Universitätsbibliothek in Marburg/Lahn, für den Landschaftsverband Westfalen-Lippe, für das Staatsarchiv des Kantons Basel-Stadt, für Fa. Somerf-Restaurieratelier in NÖ, für das Salzburger Museum Carolino Augusteum, für die Landesbibliothek Graz, sowie für das Steirische Volkskundemuseum gezogen und identifiziert, es wurde auf Wunsch eine geeignete, spezielle Desinfektionskombination zusammengestellt und versendet.
- 205 Fotos wurden zur Dokumentation verschiedener Schimmelpilze und Bakterien unter dem Mikroskop, von den Kulturen und von den entsprechenden Archivalien, sowie vor und nach der Restaurierung belichtet, dokumentiert und in das Datenprogramm eingegeben. Weiters wurden 36 Dia für Vorträge angefertigt.
- Zeitaufwendiges, umfangreiches Mikroskopieren und die Isolierung verschiedener pathogener Pilze

auf Archivalien sowie umfangreiche Literaturstudien waren dazu notwendig.

- intensive Literaturstudien über den Nachweis von Toxinen, Bioelektronische Funktionsdiagnostik, Elektroakupunkturdiagnostik
- Versuche zur Entfernung der aerogenen Stoffwechselprodukte des Pilzes *Epicoccum*, der Archivalien extrem stark verfärbt, mit Essigsäureethylester, Natriumthiosulfat und Natriumborhydrid.
- Nachweis von Eisen in hellbrauner Tinte mit Rhodanid.
- Verschiedenste Feuchtigkeitsmessungen mit elektronischem Schwertfühler wurden an diversen Beständen durchgeführt, um die Feuchtigkeitswerte in Faszikeln, Schubern und Buchblöcken zu erfassen, bzw. zu dokumentieren.

#### Gutachten:

- Begutachtung von pilzbefallenen Textilien eines Österreichischen Museums, Probeentnahme und Anlegen von Kulturen, Identifizierung der Pilzspezies, Zusammenstellung der notwendigen prophylaktischen Maßnahmen wie Herstellung von imprägnierten Löschpapieren, Leihgabe von Alkohol, Materialbeschaffung, Mithilfe bei der Desinfektion.
- Gutachten für Österreichisches Museum: Anlegen und Identifizierung der Pilzspezies von Metall- und Holzskulpturen, Zusammenstellung der geeigneten Desinfektionsmittelkombination und Hilfeleistung bei der Desinfektion.
- Gutachten für Bergbauarchiv:: 1 Depotraum mit ca. 35 Laufmeter Buchbestand wurde begutachtet, massiver Pilzbefall, Identifizierung der Pilzspezies, Einleitung von Sofortmaßnahmen.
- Gutachten für ein Schweizer Staatsarchiv: Identifizierung diverser Pilzspezies und Verfassen eines Maßnahmenpaketes für mikroorganismenbefallene Bestände.

#### Literatur:

- Müller E., Löffler W.: (1982) Mykologie. Thieme, Stuttgart
- Schlegel H. : (1976) Allgemeine Mikrobiologie. Thieme, Stuttgart
- Wartenberg A.: (1972) Systematik der niederen Pflanzen. dtv Verlag, München
- Delitsch H.: (1943) Systematik der Schimmelpilze. Lemke A. (Hrsg.): Ergebnisse der theoretischen und angewandten Mikrobiologie, Bd.1. Neumann, Neudamm
- Reiß J.: (1986) Schimmelpilze. Lebensweise - Nutzen - Schaden - Bekämpfung. Berlin, Heidelberg, Springer
- Ewald G.: (1966) Mikroorganismen als Schädlinge in Bibliotheken und Archiven. Bibliothek und Wissenschaft, Bd.3. Harrassowitz, Wiesbaden
- Bu'Lock J.: (1970) Biosynthese von Naturstoffen. BLV, München
- Wiesner P, Casolari A.: (1983) Attivita' dell' acqua e velocità radiale di accrescimento in *Aspergillus*. Ind. Ital. Conserve 58: 82-85

**Auszug von bereits veröffentlichten Beiträgen der Verfasserin zu diesem Thema:**

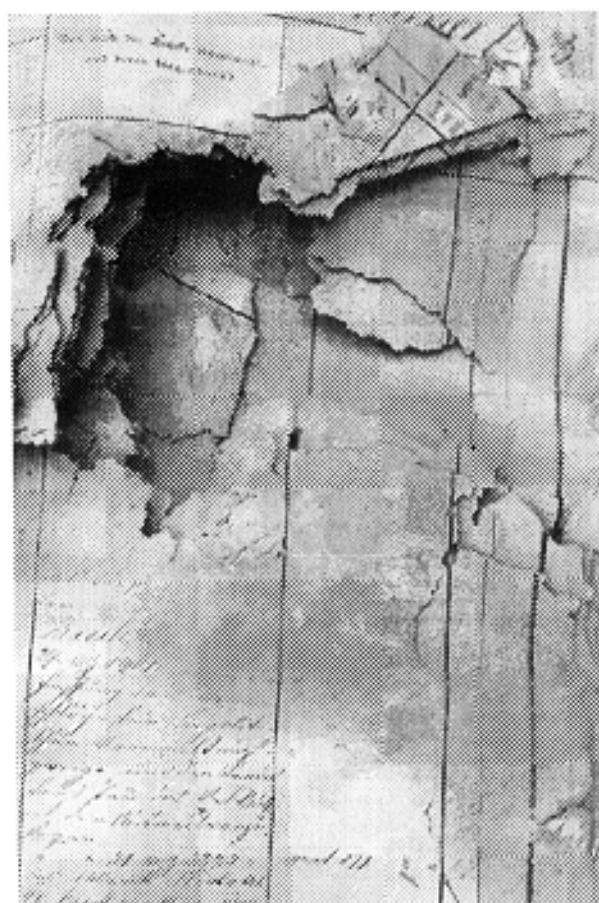
- Hödl I: "Schutzmaßnahmen für Archivmitarbeiter, Fungi are not fungible." In: Mitteilungen des Steiermärkischen Landesarchivs, Folge 40, 1990, Seite 57-60.
- Hödl I: "Ansätze zur Massenrestauration im Steiermärkischen Landesarchiv." In: Der Archivar, Mitteilungsblatt für deutsches Archivwesen, Jg.44, 1991, Seite 84-88.
- Hödl I: "Schädigung der Archivalien durch Aktinomyzeten." In: Mitteilungen des Steiermärkischen Landesarchivs, Folge 41, 1991, Seite 39-48.
- Hödl I: "Möglichkeiten der Restauration und Konservierung heute." In: Serinim, Zeitschrift des Verbandes österreichischer Archivare, Heft 46, 1992, Seite 278-284.
- Hödl I: "Lebensbedingungen der Schimmelpilze." In: Mitteilungen des Steiermärkischen Landesarchivs, Folge 42/43, 1993, Seite 203-213.
- Hödl I: "Pilze schädigen unser Kulturgut." In: Modern Archives 1993, International institute for archive science, Seite 116-123, Maribor 1993.
- Hödl I: "Selbstschutz für Archivmitarbeiter." In: Restauratorenblätter des IIC, International institute for conservation and restoration of artistic arts 1994, Bd.14, Seite 73-79, Verlag Mayer, Wien.
- Hödl I: "Restauration und Konservierung von mikroorganismenabetaulenen Archivalien im Steiermärkischen Landesarchiv." In: Restauratorenblätter des IIC 1994, Bd.14, Seite 65-72, Verlag Mayer, Wien.

**Keywords:**

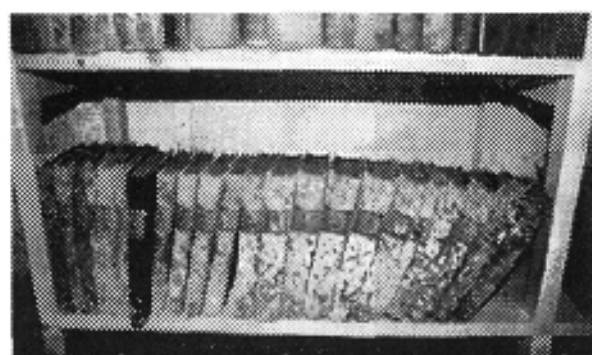
Prophylaktische Konservierung, Mikroorganismen, Desinfektion, Gesundheit

**Abstract:**

The author of this report has worked with and is currently dealing with the concerns of mould on archive material for several years. First the living conditions of mould fungi, their growing under specific physical factors and their attack on paper are recorded. Conservation works were done in this workshop the last years under the pressure of urgency and effectiveness for great amount of work. Since the impairment of health through these fungi isn't to be underestimated, an explanation of the different mycosis was given by a summary of protective measures both orally and written for all colleagues and the public. The main preventive measurements for the materials and for the personals hygienic safety are listed. They are the more of importance where archives and libraries are housing without a special control and regulation of climate in old buildings.



**Foto 1:** Strahlenpilzbefall (Aktinomyzeten) auf Handpapier: Der weißlich graue Strahlenpilz läßt sich vom Original relativ leicht abheben. Die ins Papier eingedrungenen braunen Stoffwechselprodukte (Prodigiosine) sind jedoch nicht mehr entfernbar und verursachen eine irreversible Versprödung.



**Foto 2:** Massiver Pilzbefall auf ursprünglich schwarzen Bucheinbänden

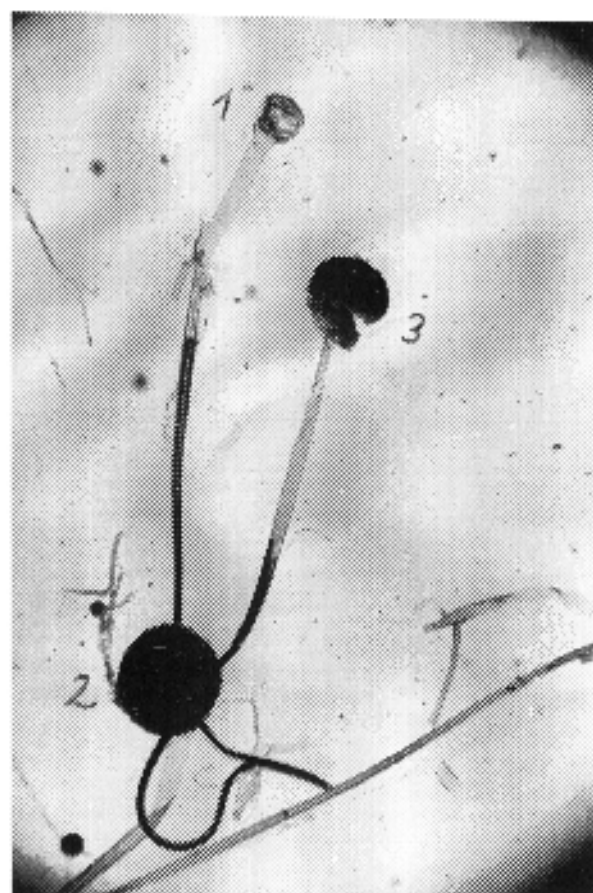


Foto 3: *Rhizopus stolonifer* (Zygomycet); 1:250 Aufnahme unter dem Mikroskop  
Drei verschiedene Entwicklungsstadien:  
1. Jugendstadium Zygote  
2. Reifestadium Sporangium  
3. Ausschleuderung der Keimsporen

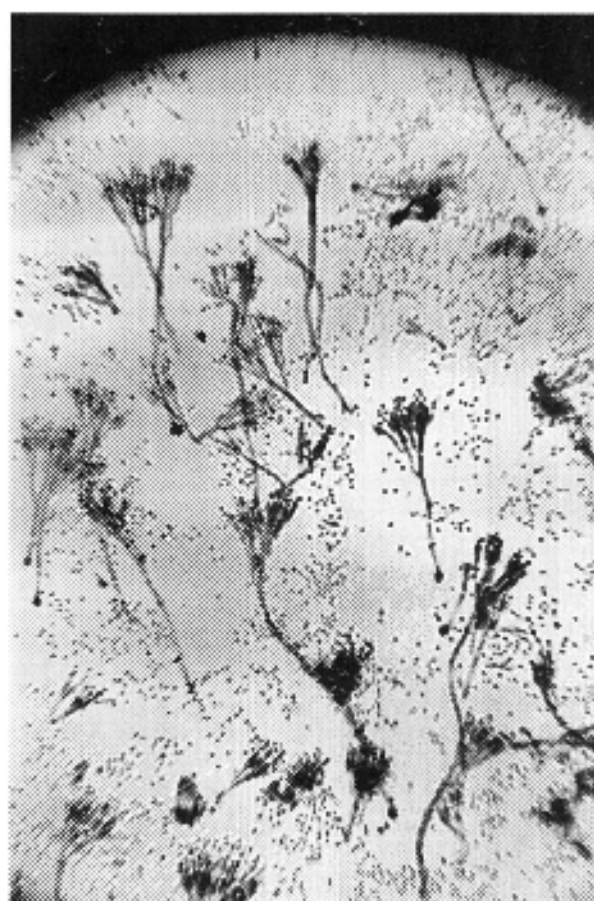


Foto 4: *Penicillium spec.*; 1: 250 Aufnahme unter dem Mikroskop

Alle Fotos von **Hödl/ Karrer**

- † Birgit Willinger: Endomykosen (Teil 1). In: Hygiene Aktuell. Informationen über Hygiene und Infektionskrankheiten, Nr. 2 / 91
- † K. Anand: Luftqualität in Innenräumen, Fischer 1982, Stuttgart New York
- † H.K. Frank: Aflatoxine. Bildungsbedingungen, Eigenschaften und Bedeutung für die Lebensmittelwirtschaft. Behr, Hamburg 1974
- † Ingrid Hödl: Schutzmaßnahmen für Archivmitarbeiter, Fungi are not fungible. In: Mitteilungen des Steiermärkischen Landesarchivs, Folge 40, JG. 1990
- † O. Malc und M. Rasse: Maxillo-rhino-orale Mykose durch eine Mucoraceenart. In: Pilzdialog, praktische Mykologie, Jg. 1990, Heft 1, 6.
- † Hans Rietz: Mykosen und Antimykotika III, In: Pharmazie in unserer Zeit, 11. Jg. 1982, Nr. 1, 14

## Umrechnungstabelle für relative Luftfeuchte

Temperatur °C	Relative Luftfeuchte %																				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
	Absolute Luftfeuchte g/m <sup>3</sup>																				
-20,0										1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	
-10,0										1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3
-9,0										1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3
-8,0										1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2
-7,0										1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2
-6,0										1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3
-5,0										1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3
-4,0										1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3
-3,0										1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3
-2,0										1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3
-1,0										1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3
0,0										1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4
1,0										1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4
2,0										1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2
3,0										1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3
4,0										1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4
5,0										1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2
6,0										1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3
7,0										1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4
8,0										1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5
9,0										1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5
10,0										1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6
11,0										1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3
12,0										1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3
13,0										1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3
14,0										1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4
15,0										1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5
16,0										1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6
17,0										1,5	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7
18,0										1,5	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7
19,0										1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7
20,0										1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8
21,0										1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9
22,0										1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0
23,0										1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2
24,0										1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3
25,0										1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4
26,0										1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4
27,0										1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5
28,0										1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6
29,0										1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6
30,0										1,5	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7
32,0										1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8
34,0										1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0
36,0										2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2
38,0										2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4
40,0										2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7
60,0										6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	10,5	11,0	11,5	12,0
80,0										14,7	15,5	16,3	17,1	17,9	18,7	19,5	20,3	21,1	21,9	22,7	23,5
100,0										30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0