

Schimmelbefall auf Papier – ein unterschätztes Problem in Bibliotheken, Archiven, Museen und Verwaltungen

Jana Moczarski

Staatl. gepr. Restauratorin für Archiv- und Bibliotheksgut

Restauratorische Leitung des ZFB – Zentrum für Bucherhaltung GmbH in Leipzig

„Alles was die Menschheit getan, gedacht, erlangt hat oder gewesen ist, es liegt wie in zauberartiger Erhaltung in den Blättern der Bücher aufbewahrt.“ (Thomas Carlyle)

Schimmelkulturen auf Papieren, Einbänden und Schutzverpackungen stellen eines der größten Probleme in Magazinen von Bibliotheken, Archiven, Museen, aber auch Verwaltungen und Privatsammlungen dar. Da der Schimmel die Kulturgüter und Verwaltungsakten stark angreift und regelrecht zersetzt, ist der Schimmelbefall eine ernstzunehmende Gefahr für unsere Überlieferungen und Aufzeichnungen der Vergangenheit, und andere wertvolle Sammlungen. Es sind an die 300 verschiedenen Schimmelarten auf Archiv- und Bibliotheksgut nachgewiesen worden, am häufigsten sind dabei die Gattungen *Penicillium sp.* und *Aspergillus sp.* anzutreffen. [1]

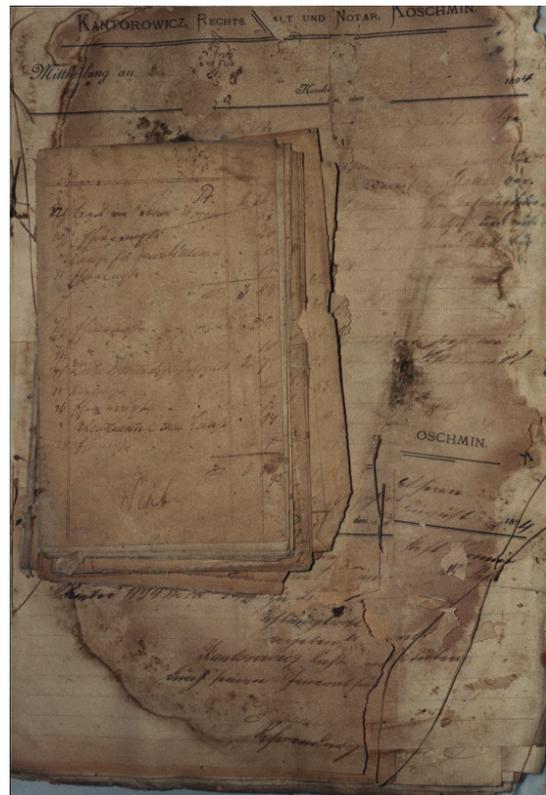
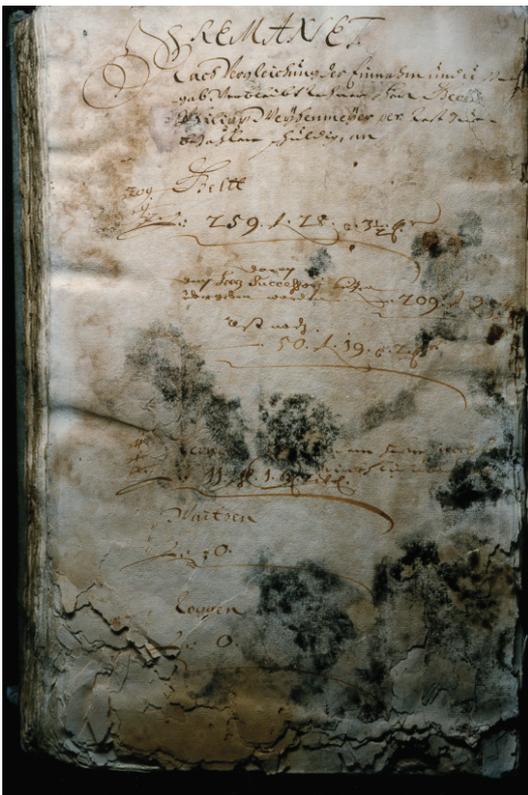


Abb. 1 und 2: Schimmelbefallene Akten mit aufliegender Schimmel und Verfärbungen

Die Hauptursachen von Schimmelbefall sind zumeist ein unregelmäßiges und stark schwankendes Klima. Durch erhöhte Feuchtigkeitswerte, z.B. durch eine Lagerung in ungeeigneten Kellerräumen mit wenig Luftzirkulation und vor allem in den Sommermonaten erhöhten Temperaturen, können die überall in der Umgebungsluft enthaltenen Schimmelsporen auskeimen und wachsen. Die organischen Materialien Papier, besonders der enthaltene Proteinleim der Gelatine, oder die organischen Einbandmaterialien wie Leder und Pergament stellen hierbei einen besonders guten Nährboden dar. Erschwerend kommt der durch die lange bewegungslose Lagerung entstandene Staub auf den Büchern und Akten hinzu, der ebenfalls paradiesische Wachstumsbedingungen für Schimmelkulturen

darstellt. Aber auch klimatisierte Räume können von Schimmelbefall betroffen sein, da schlecht gewartete Befeuchtungseinrichtungen ein Schimmelwachstum und Einblasen in die Raumluft begünstigen.

Häufig tritt Schimmel auch nach Havarien oder Schadensereignissen auf. Nach einem Wasserrohrbruch oder einem Brand mit anschließendem Löscheinsatz sind die Bücher und Akten durchnässt. Wenn jetzt nicht schnell gehandelt wird, ist je nach Witterung innerhalb weniger Tage mit einem massiven Schimmelbefall der Materialien und einem exponentiellen Anstieg der Kosten des Originalerhalts zu rechnen.

Die Schimmelpilze ernähren sich, wie schon erwähnt, meistens von den Proteinen des Leims und Einbandmaterials und fühlen sich auf einer eher sauren Umgebung wohler als in einem alkalischen Milieu. Die bei der Verstoffwechslung (durch substratabbauende Enzyme) des Papiersubstrats ausgeschiedenen Abbauprodukte bleiben auf der Oberfläche der Materialien zurück und bilden zusammen mit dem Myzel – dem Schimmelpilz selbst (ein Gebilde aus verzweigten Hyphen) – den sichtbaren Schimmel, der in vielerlei Farben und Formen auftreten kann. Ist der Schimmel schon stärker ins Papier eingedrungen, so bilden sich dort auch starke Verfärbungen, die zumeist grün-rötlich-weiß-violett-braun aussehen.

Die gesundheitlichen Beeinträchtigungen durch schimmelbelastete Räume werden leider immer noch unterschätzt. Die verkapselten, nicht sichtbaren Sporen (Fortpflanzungszellen des Schimmelpilzes), aber auch alle Schimmelauswüchse (Myzel, Hyphen, Abbauprodukte), welche besonders durch den pelzigen Belag oder vielfarbige Verfärbungen sichtbar werden, stellen, wenn sie von Benutzern eingeatmet oder berührt werden, einen sehr gefährlichen Allergie- und Krankheitsauslöser dar.

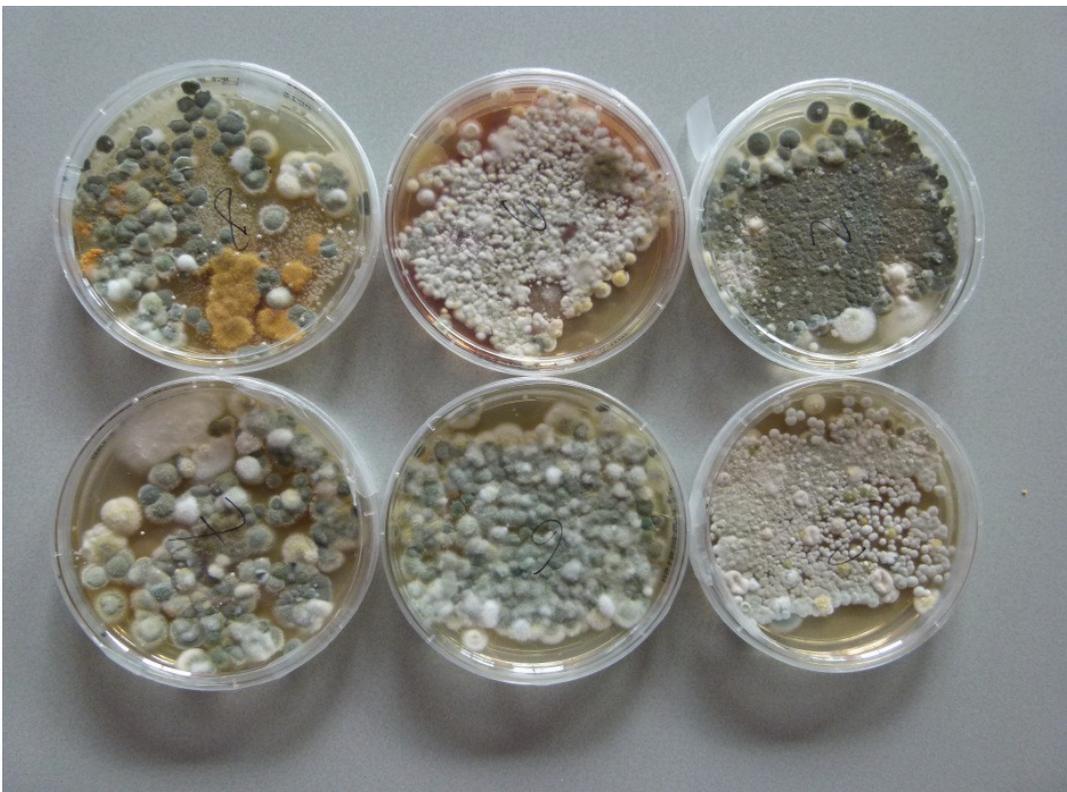


Abb. 3: Petrischalen mit ausgekeimten Schimmelbefall auf Bibliotheksgut

Nachfolgende Schädigungen können Asthmaerkrankungen oder Mykosen (toxische und allergische Atemwegs- und Hauterkrankungen) sein, die die Gesundheit der Benutzer und Mitarbeiter langwierig schädigen. Eine Studie, die in der Zeitschrift "Gefahrstoffe-Reinhaltung der Luft" veröffentlicht wurde [2], schlussfolgert, dass bei Beschäftigten in Archiven und Bibliotheken gehäuft toxisch und allergisch bedingte Krankheitsbilder beobachtet wurden.

Mikroorganismen bilden darüber hinaus Giftstoffe aus, welche die Mikroorganismen vor ihren natürlichen Feinden schützen sollen. Ein positives Beispiel dafür ist die Verwendung von Mikroorganismen zur Antibiotika-Herstellung. Ungesteuert können diese Gifte beim Menschen jedoch als wirksame Nervengifte wirken. Viele dieser Stoffe sind daher neben der allergieauslösenden Wirkung auch krebserregend.

Eine weitere Gefahr des Schimmelbefalls sind die schon erwähnten organischen Stoffwechselprodukte der Schimmelpilze, die sog. MVOC-Verbindungen (**M**icrobially **V**olatile **O**rganic **C**ompounds). Diese von den Mikroorganismen ausgeschiedenen Stoffe wirken zum einen als allergene Reizstoffe, aber auch hochaktive informationstragende Signalübermittler, die bei vielen Organismen Schreck- und Fluchtreaktionen auslösen. Reaktionen darauf können sein: Herzrhythmusstörungen, ansteigender Blutdruck, die Verengung von Arterien gefolgt von starken Kopfschmerzen oder der plötzliche Anstieg des Adrenalinpiegels.

Zu den Stoffwechselprodukten der Mikroorganismen gehören jedoch auch Substanzen, die das Immunsystem verändern und zu häufigen Infekten oder rheumatischen Erkrankungen führen können.

Es ist deswegen äußerst wichtig, einen aufgetretenen Schimmelbefall nicht zu unterschätzen und zu verharmlosen, sondern dafür zu sorgen, dass kein ungeschützter Kontakt mit Schimmelpilzen stattfindet.

Sichtbar schimmelbefallenes Material muss sofort vom restlichen Bestand separiert werden und am besten relativ luftdicht verpackt in einem anderen Raum, in dem keine anderen Materialien lagern, der aber auch kein benutzter Raum ist, eingelagert werden.

Die Verpackung von schimmelbefallenen Materialien darf aber nicht in Folie erfolgen, da so Kondenswasser und ein Mikroklima entstehen kann, welches das Schimmelwachstum beschleunigt.

Die Entnahme des Materials darf nur mit der Anwendung eines konsequenten Mitarbeiterschutzes erfolgen. Das heißt, es müssen Einmalhandschuhe getragen werden, ein waschbarer Kittel schützt die Kleidung, eine Maske der Schutzklasse FFP2 oder 3 muss die Atemwege schützen. Bei einem sehr starken Befall sollte man auf einen Ganzkörperschutz mit Einmalanzügen zurückgreifen. Die Schutzmaterialien müssen regelmäßig gewechselt und dürfen nur einige Stunden benutzt werden.

Um das Ausmaß des Schimmelbefalls zu eruieren, denn auch nicht sichtbar befallenen Materialien können durch Übergreifen des Schimmelschadens „angesteckt“ worden sein, ist es ratsam, einen Fachmann zu Rate zu ziehen.

Im ZFB-Zentrum für Bucherhaltung in Leipzig findet man diese Fachleute. Das ZFB ist ein international agierendes Unternehmen und bietet seit vielen Jahren Fachkompetenz und Bestandserhaltungskonzepte aus einer Hand für Verwaltungen, Bibliotheken, Archive, Museen und Privatsammlungen aus einer Hand an. Neben der Beratung zu Schimmelproblematiken und deren

Bekämpfung offeriert es neben der handwerklichen Einzelrestaurierung von Büchern, Akten, Zeitschriften und Plakaten auch Massenverfahren wie die Gefriertrocknung (z.B. nach dem Brand der Herzogin-Anna-Amalia Bibliothek oder dem Einsturz des Kölner Stadtarchivs) ebenso wie die nicht-wässrige Massenentsäuerung nach dem ZFB:2 Verfahren an.

Um den Schimmelbefall feststellen zu können, wendet man in einem solchen Beratungsfall die Messung mittels ATP, AMP und die Samstempelbeprobung an.

Die ATP-Aktivitätsmessung gibt Aufschluss darüber, ob die Mikroorganismen aktiv oder inaktiv sind. Sie erfolgt über die Bestimmung des ATP-Gehaltes (ATP: Adenosintriphosphat), das in den Mikroorganismen während der Atmung gebildet wird. Die Einheit, in der das ATP gemessen wird, heißt Relative Lumineszenz Einheit, kurz RLU.

Wird ein aktiver Schimmelbefall mit hohen RLU-Werten festgestellt, kann über eine Bestrahlung der Akten und Bücher mit Gammastrahlen nachgedacht werden. Dies sollte jedoch immer im Hinblick auf den Zustand der Objekte geschehen, denn eine gewisse Herabsetzung der Festigkeit ist zu erwarten.

Für die Inaktivierung bzw. Abtötung dieser aktiven Mikroorganismen ist in besonderem Maße die Kobalt-60-Gamma-Strahlung geeignet, da sie das zu sanierende Schriftgut völlig durchdringt, die Mikroorganismen abtötet und das Bestrahlungsgut selbst nur sehr gering schädigt. Gegenüber anderen Entkeimungsverfahren hat ihre Anwendung weitere Vorteile:

- einfache Anwendbarkeit
- durch hohes Durchdringungsvermögen Abtötung der Schädlinge in allen Objektteilen
- keine Gesundheitsgefährdung durch nachträgliches Ausgasen
- keine Wasserdampfatmosphäre, die zusätzliche Schädigungen hervorrufen kann.

Zur Feststellung der durch die Bestrahlung eintretenden Beeinträchtigungen der Papiereigenschaften wurden zahlreiche Untersuchungen der optischen und mechanischen Parameter bestrahlter Papiere vorgenommen. Untersucht wurden mit unterschiedlichen Dosen bei variierter Dosisleistungen bestrahlte historische und handelsübliche Papiere. Die durch die Bestrahlung mit Energiedosen von 10 kGy bzw. 12 kGy bedingten Eigenschaftsänderungen waren nur unwesentlich: der Durchreißwiderstand (nach Unger), der Weißgrad und der Falzwiderstand nahmen leicht ab. Bei letzterem die Querrichtung geringfügig mehr als die Längsrichtung. Im Verhältnis der Weißgradabnahme (ca. 1%) trat eine leichte Zunahme des Gelbwertes ein (> 1%). Gegenüber den handelsüblichen wiesen historische Papiere geringere Eigenschaftsbeeinträchtigungen auf.

Die Bestrahlung darf jedoch auf keinen Fall über den empfohlenen 12 kGy liegen, um die Beschädigung so gering wie möglich zu halten.

Von einer Begasung der Objekte mit Ethylenoxid (EO) ist dringend abzuraten, da Reste des Ethylenoxids im Papier verbleiben und durch nachträgliches Ausgasen krebserregend und fruchtschädigend wirken können. [3]

Die AMP-Messung (Adenosinmonophosphat) weist dagegen die inaktiven Schimmelkulturen nach und ist vor allem zur Kontrolle der erfolgreichen Reinigung der schimmelbefallenen Objekte essentiell. Denn die Reinigung der befallenen Objekte ist die schonendste Variante und in vielen Fällen

ausreichend, um die Keimbelastung auf den Papieren soweit herunterzusetzen um wieder eine gefahrlose Benutzung zu gewährleisten.

Die Reinigung muss durch geschultes Fachpersonal an reinen Werkbänken erfolgen, die dafür sorgen, dass die abgereinigten Schimmelauflagen zuverlässig weggesaugt werden und der Bearbeiter keine Schimmelsporen einatmet. Die Reinigung selbst erfolgt durch Absaugen mit Staubsaugern mit HEPA- oder ULPA-Filter sowie Mikrofasertüchern oder Latexschwämmen, die regelmäßig gewechselt werden müssen.



Abb. 4: Abreinigen der Schimmelauflagen unter der reinen Werkbank

Der Arbeitsschutz der Bearbeiter ist auch hier sehr wichtig, auch wenn die reine Werkbank die toxischen Stäube absaugt, müssen die Mitarbeiter einen Arbeitskittel tragen (welcher regelmäßig bei 90°C gewaschen wird), Einmalhandschuhe aus Nitril oder Latex, welche bei jeder Pause zu wechseln sind, sowie eine Atemschutzmaske FFP2 oder 3, die zuverlässig die Atemwege schützt. Ergänzend können Ärmelschoner, Haarhauben oder Schutzbrillen getragen werden. Während der Arbeit darf am Arbeitsplatz nicht gegessen oder getrunken werden. Nach der Arbeit oder vor den Pausen müssen die Hände gründlich gewaschen und desinfiziert werden. Diese Arbeitsschutzbestimmungen sind auch in den gesetzlichen Richtlinien der TRBA 240 [4] festgehalten und gelten für jeden Kontakt mit schimmelkontaminiertem Material. Nach der Reinigung sollte der AMP-Wert unter 600-800 RLU liegen und kein aufliegender Schimmel mehr zu finden sein.

Die dritte Methode des Nachweises ist die Samstempelbeprobung [5], bei welcher die Schimmelauswüchse mit sterilem Samt abgenommen werden, welcher dann auf Nährböden unterschiedlichen Wassergehaltes abgedrückt wird (DG 18 und Malzextrakt). Nach der Kultivierung der Kulturen können die kolonienbildenden Einheiten ausgezählt werden, was zum einen die Keimfähigkeit (Aktivität) des Schimmels nachweist und zum anderen auch einen Reinigungserfolg (wenn Vorher/Nachher getestet wird) dokumentieren kann.

Nach einer erfolgreichen Reinigung müssen auch die Schutzbehältnisse der Objekte gründlich ausgesaugt oder besser durch neue Schutzbehältnisse aus alterungsbeständigen Materialien (DIN ISO 9706 oder DIN ISO 16245) ersetzt werden. Die Magazine oder Räume, welche den Schimmelbefall verursacht hatten oder betroffen waren, müssen vor der Rückführung der Objekte getrocknet, desinfiziert (hierbei dürfen jedoch keine ausgasende Produkte Verwendung finden, welche später die Papiere schädigen können) und saniert werden. Nur dann können die Kulturgüter wieder gefahrlos dort gelagert werden. Denn eine Reinigung und Gammabestrahlung ist keine Präventivmaßnahme. Wenn das Klima oder die Raumhygiene nicht stimmt, ist mit einem erneuten Schimmelbefall zu rechnen. Weitere Maßnahmen sollten die regelmäßige Reinigung der Räume sowie eine regelmäßige Lüftung, begleitend durch eine ständige Klimakontrolle, sein.

So kann sichergestellt werden, dass die Aufbewahrung von Zeitzeugnissen und Kulturgütern so lange wie möglich erfolgen kann. Denn in der Vergangenheit liegt unsere Zukunft.

Jana Moczarski

Restauratorische Leitung

ZFB – Zentrum für Bucherhaltung GmbH

Amazonstraße 4

04347 Leipzig

Tel.: +49 (0) 341 25 989-32

Fax: +49 (0) 341 25 989-99

E-Mail: moczarski@zfb.com

Web: www.zfb.com

Literaturangaben:

- [1] Vgl. C. Meier und K. Petersen: Schimmelpilze auf Papier. S. 6. Der andere Verlag Tönning 2006
- [2] C. Grüner et al.: „Belastung und Beanspruchung von Beschäftigten in Archiven und Bibliotheken durch Schimmelpilze und Milben“ in "Gefahrstoffe-Reinhaltung der Luft", 66 (2006), Nr.9, 373-377
- [3] Vgl. Empfehlungen der Bundeskonferenz der Kommunalarchive beim Deutschen Städtetag: Arbeitshilfe: Umgang mit Schimmel in Archiven S. 10
http://www.bundeskonferenz-kommunalarchive.de/empfehlungen/Arbeitshilfe_Umgang_mit_Schimmel_in_Archiven_Fotos_August_2011_Internet2.pdf
- [4] TRBA 240, Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit mikrobiell kontaminierten Archivgut
http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Biologische-Arbeitsstoffe/TRBA/pdf/TRBA-240.pdf?__blob=publicationFile&v=4
- [5] Vgl. C. Meier und K. Petersen: Schimmelpilze auf Papier. S. 92ff. Der andere Verlag Tönning 2006