

Pilze befallen optische Gläser

Ein Bericht aus der Arbeit des Botanischen Instituts Gießen

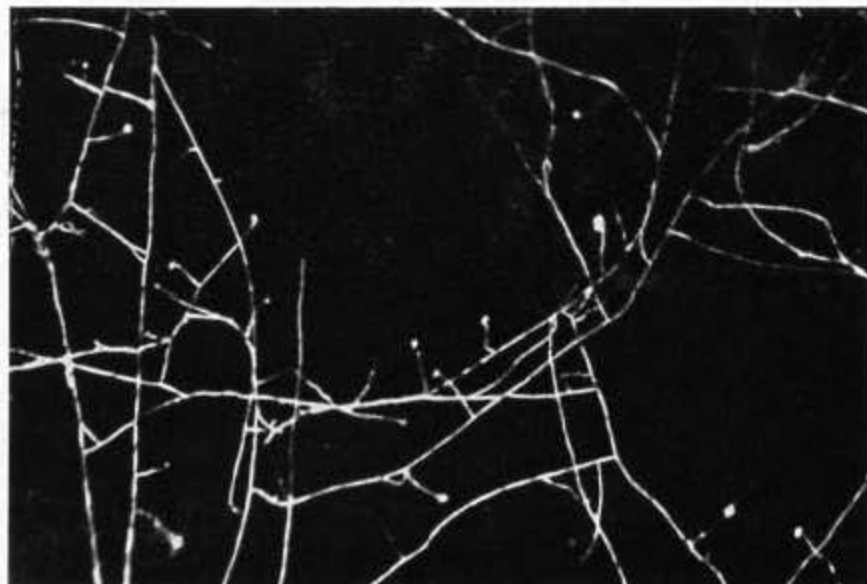
Relativ hohe Temperaturen, zusammen mit hoher Luftfeuchtigkeit und nächtlichen Wasserkondensationen sind Faktoren, die in tropischem und subtropischem Klima für Schimmelpilzbewuchs optimale Bedingungen schaffen. Es ist bekannt, daß Schimmelpilze bei Temperaturen zwischen 15° und 35° C und einer relativen Luftfeuchte zwischen 75 und 98% besonders gutes Wachstum zeigen. Diese Voraussetzungen bewirken neben geringer Luftzirkulation einen Befall von nahezu allen Materialien organischer und anorganischer Natur. Beträchtliche Schäden und damit verbundene hohe finanzielle Verluste werden durch Pilzbefall elektrischer, elektronischer und optischer Geräte verursacht.

Nach OHTSUKI (1943) soll S. NAKAMURA schon 1918 auf Schädigungen optischer Gläser durch Pilze aufmerksam gemacht haben. Im Jahre 1932 wurde aus Indien von einem schimmelbefallenen Binokular berichtet. Es dauerte aber noch fast zehn Jahre, bis man erkannte, daß Pilze aktiv auf Linsen und Prismen wachsen können. Zu dieser Zeit war auf Neu Guinea das „Verschimmeln“ der optischen Ausrüstung mehr die Regel als eine Ausnahme. Indische Wissenschaftler waren die ersten, die dieses Problem aufgriffen und daran arbeiteten.

Gleichzeitig wurde in den USA, in Kanada, England und Australien seine Wichtigkeit erkannt, und die Forschung an dieser Biodeterioration (Materialentwertung durch biologische Zerstörung) aufgenommen. Erst im Jahre 1944 gingen englische Forscher dazu über, chemische Mittel gegen den Pilzbefall einzusetzen. Bis zum heutigen Tag ist diese Entwicklung überall mit unverminderter Intensität vorangetrieben worden. Als Beispiel dafür sei die Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM) in Berlin-Dahlem genannt, wo die Fachgruppe „Biologische Materialprüfung“ optische Gläser auf ihre Widerstandsfähigkeit gegen Schimmelpilzbefall und die Wirksamkeit von Fungiziden¹ untersucht. Auch das Institut für Hygiene und Mikrobiologie der Universität Würzburg beschäftigt sich seit einigen Jahren mit der Fungusbildung auf Gläsern.

Die für die Schädigung optischer Geräte — besonders der Linsen — in Frage kommenden Pilze sind Vertreter der verschiedensten Reihen des Pilzreichs, wie dies für Schimmelpilze im allgemeinen zutrifft. Die häufigsten Arten sind Ascomyceten (Schlauchpilze): *Alternaria*, *Aspergillus*, *Candida*, *Cladosporium*, *Curvularia*, *Dactylium*, *Fusarium*, *Monilia*, *Paecilomyces*,

Bild 1: Pilzmycel auf der Linse eines optischen Gerätes. Dunkelfeldaufnahme.



Die Anregung zu dieser Arbeit erfolgte durch einen von der Firma Leitz, Wetzlar, vermittelten Forschungsauftrag, der in Zusammenarbeit mit dem Botanischen Institut der Justus Liebig-Universität Gießen von den Verfassern ausgeführt wurde.



Bild 2: Glas mit Pilzmycel (oben) und nach Entfernung des Mycels (unten).

Penicillium, Sepedonium, Trichoderma und *Trichosporum*.

Der größte Teil der genannten Schimmelpilze wird zu den *Fungi imperfecti*² gestellt. *Candida* ist ein hefeähnlicher Sproßpilz. Aber auch Phycomyceten (Algenpilze) wie *Mucor* und *Syncephalastrum* aus der Reihe der Zygomyceten (Jochpilze) wurden von optischen Gläsern isoliert.

Die für den Ursprung der Pilzschädigung verantwortlichen Sporen gelangen auf die verschiedenste Art und Weise in und auf die optischen Geräte. Schon bei der Montage können Pilzsporen in die Objektive eingeschlossen werden und später bei günstigen Wachstumsbedingungen auskeimen. Gerade Sporen von Schimmelpilzen sind überall in der Luft und somit auch in den Werksräumen vorhanden. Die Gefahr der Infizierung von außen ist während des späteren Gebrauchs der Instrumente noch bedeutend größer. Schon geringste Mengen organischer Substanzen wie Wachse, Kitten, Schmiermittel oder winzige Insektenleichen (Milben) können auf den Glasoberflächen als Nährsubstrat dienen. Selbst

Staubteilchen oder Fingerabdrücke bieten für Schimmelpilze oft geeignete Nährmedien. Aber auch mit größter Sorgfalt gereinigte Linsen sind Pilzbefall ausgesetzt. Außerdem können die Pilzhyphen von der Linsenfassung auf die Gläser übergreifen. Als Nährsubstrate kommen dabei Kork, Linsenkitt und Lacke in Frage.

Schon das alleinige Vorhandensein von Pilzen auf optischen Gläsern bedeutet eine Schädigung. Von Mycel³ überzogene Linsen, Prismen und Spiegel werden undurchsichtig und damit unbrauchbar. Nach dem Abwischen dieses Mycels bleiben meistens Spuren zurück (sogenannte Pilzspuren, mitunter auch „Ätzspuren“ genannt). Sie reichen von einer leichten Anrauhung bis zu einer tiefen Ätzung der Glasoberfläche. Andere Spuren sind nicht direkt sichtbar und mindern kaum die Brauchbarkeit der Optik. Erst bei Wasserkondensation auf den Gläsern wird hierbei das Mycelmuster wieder sichtbar. Nur in wenigen Fällen tritt überhaupt keine Veränderung der Glasoberfläche auf.

SAXENA unterscheidet drei Wachstumstypen von Schimmelpilzen auf optischem Glas:

1. Spinnennetzartiges radiäres Wachstum des Mycels ohne Hinterlassung von Ätzspuren,
2. sternförmiges flächiges Wachstum, dicht am Glas anhaftend und immer Spuren hinterlassend und
3. kleine kreisförmige Kolonien, auf Verunreinigungen wachsend und immer Ätzflecken hinterlassend.

OHTSUKI beschreibt folgende „Pilzkorrosionsfiguren“:

1. Fadenform (entsprechend der Breite der Pilzhyphen),
2. Dickfadenform (breiter als die Hyphen),
3. Dickfadenform mit Mittelstrang,
4. gesäumte Dickfadenform,
5. gesäumte Dickfadenform mit Mittelstrang und
6. diffuse Form.

Auch THEDEN und KERNER-GANG stellten in umfangreichen Untersuchungen fest, daß die Ätzspuren weitgehend den Formen des Hyphengeflechts entsprechen. In der neueren Literatur wird ein die Hyphenspuren begleitender „Tröpfchenbeschlag“ beschrieben (KALLER). Dieser Beschlag darf nicht mit der Abbildung der Sporen an den Hyphen verwechselt werden.

Das Mycelwachstum und die Spurenform sind abhängig von der physiologischen Eigenart der Pilze, von der chemischen Zusammensetzung des Glases und von den Vergütungsschichten (z. B. T-Belag). Außerdem steht das Aussehen der Spuren in Beziehung zum Alter der Hyphen und zu

den Umweltbedingungen während des Wachstums. Versuche mit Pilzfiltraten rufen nicht die typischen Korrosionsfiguren hervor, wie sie von den Pilzen selbst auf dem Glas erzeugt werden.

Die Wachstumsspitzen der Pilzhyphen sind stark hygroskopisch und ziehen aus der Atmosphäre soviel Wasser an, daß sie darin eingebettet sind. Die Hyphen scheiden in diese Kondenswasserhülle Stoffwechselprodukte ab, die die Glasoberfläche angreifen. Nach POHLMANN und OBERLIES umgeben sich die Pilzfäden mit fortschreitender Entwicklung mit einer zusammenhängenden Schleimhülle. Diese Schleimhülle übt eine starke Lösungswirkung gegenüber schwerlöslichen anorganischen Verbindungen aus. Die in den Schleimstoffen enthaltenen Chelatbildner chelatieren die in schwerlöslichen Silikaten vorliegenden Metalle und bilden mit diesen wasserlösliche Chelate⁴.

Schon mit dem bloßen Auge können die Ätzspuren auf Glasoberflächen festgestellt werden. Lichtmikroskopische Untersuchungen zeigen im Linsenquerschnitt eine Schädigung durch unterschiedliche Lichtbrechung. Elektronenmikroskopische Aufnahmen geben nur in Randgebieten des Glasangriffs Auskunft über die Auswirkung der Ätzspuren.

Für den Schutz optischer Gläser gegen Pilzbefall gibt es bis jetzt noch kein absolut wirksames Mittel. Trotzdem sind verschiedene Möglichkeiten bekannt, den Befall einzuschränken. Zunächst muß dafür gesorgt werden, daß optische Instrumententeile unter möglichst sterilen Bedingungen zusammengesetzt werden. Klimatisierte Lagerung hilft, den Feuchtigkeits- und Temperaturfaktor auszuschalten. Die beste Schutzwirkung dürfte in der Anwendung von geeigneten Fungiziden bestehen. Hiervon seien nur die wichtigsten Gruppen genannt: Halogenverbindungen, Schwefelverbindungen, Carbaminsäurederivate, Chinonderivate, Phthalsäurederivate und Metallorganische Verbindungen. Neben diesen Stoffklassen der keimschädigenden chemischen Schutzmittel werden die verschiedensten Verbindungen aus den Wirkstoffklassen der Desinfektions-, Konservierungs- und Imprägnierungsmittel, Antiseptika und Antibiotica als fungizide Mittel eingesetzt.

In der Anwendung von Fungiziden gibt es zahlreiche Methoden, die jedoch alle nur eine begrenzte Wirksamkeit haben. So wird vorgeschlagen, in das Innere geschlossener Systeme optischer Geräte Fungizide einzuschließen. Als Trägersubstanzen kommen

hierbei Lacke, Farben, Kitte oder Wachse in Frage. Diese Methode hat den Nachteil, daß das angewandte Fungizid nur einen geringen Dampfdruck haben darf, um ein Beschlagen der Linsen und ein zu schnelles Verflüchtigen zu verhindern. Außerdem besteht die Gefahr des Angriffs auf Metallteile oder das Glas durch das eingebrachte — oder wie es in der Fachsprache heißt — eingebaute Fungizide. Höhere Konzentrationen besonders wirksamer flüchtiger Fungizide verbieten sich dadurch, daß sie für den Menschen giftig sind.

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, daß das Fungizid direkt auf die Glasoberfläche aufgebracht wird. Dieses Verfahren ist jedoch nicht für alle Gläser gleich gut geeignet. Die hierbei gebundene Fungizidmenge ist auch im günstigsten Falle nur sehr klein und dadurch begrenzt wirksam.

Für die Zukunft wird es Aufgabe sein, unter Verwendung organischer Fungizide ein wirksames Mittel zur Verhinderung des Fungusbefalls zu finden, das eine bessere Wirksamkeit aufweist als alle bisher bekannten Verbindungen.

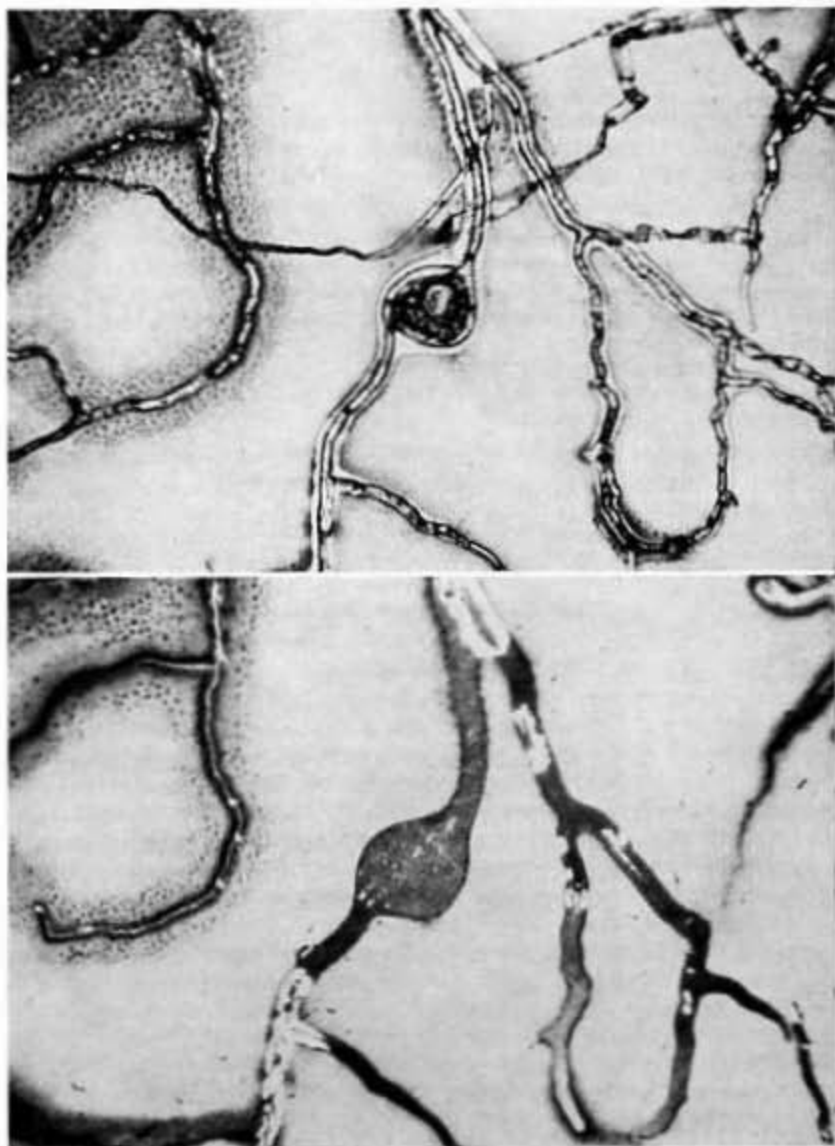


Bild 3: Deutlich zu erkennen sind die Ätzspuren, die nach Entfernung des Pilzmycels (oben) sichtbar werden.

Aufnahmen: Dr. W. KERNER-GANG.

Für die Durchsicht des Manuskriptes, für sachliche und methodische Hinweise danken wir Frau Dr. W. KERNER-GANG, Bundesanstalt für Materialprüfung Berlin, Herrn Privatdozent Dr. H.-O. SCHWANTES, Botanisches Institut Gießen und Herrn Dipl.-Chem. H. BREDOV, Wetzlar auf das herzlichste. Die Fotografien wurden uns freundlicherweise von Frau Dr. W. KERNER-GANG zur Verfügung gestellt, wofür sich die Verfasser auch an dieser Stelle sehr bedanken.

Literaturhinweise:

1. HUTCHINSON, W. G.: The fouling of optical glass by microorganisms. In: J. Bact. 54, 1947, S. 45-46.
2. KALLER, A.: Fungusbildung auf Optik. In: Feingerätetechnik 9, 1960, S. 21-25.
3. KERNER-GANG, W. und THEDEN, G.: Durch Pilze verursachte Schäden an optischen Gläsern. In: Glastechnische Berichte 5, 1964, S. 256-259.
4. KERNER-GANG, W.: Zur Frage der Entstehung von Schimmelpilzspuren auf optischen Gläsern. In: Material und Organismen 3, 1968, Heft 1, S. 1-17.
5. NAGAMUTTU, S.: Moulds on optical glass and control measures. In: Int. Biodyn. Bull. 3, 1967, No. 1, S. 1-3.
6. OHTSUKI, T.: Über das Verschimmeln der gläsernen Gegenstände. In: Proc. Imp. Acad. Tokyo 19, 1943, S. 688-693.
7. OHTSUKI, T.: Studies on the glass mould V. In: The Bot. Mag., Tokyo 75, Nr. 893, 1962, S. 436-442.
8. POHLMANN, G. und OBERLIES, F.: Ein Beitrag zur Fungusbildung auf Gläsern. In: Glastechnische Berichte 1, 1962, S. 60-64.
9. RICHARDS, O. W.: Some fungous contaminants of optical instruments. In: J. Bact. 58, 1949, S. 453-455.
10. SAXENA, B. B. L. et al.: Fungal Attack of Optical Instruments and Its Prevention. In: Indian Journal of Technology, Vol. 1, 1963, S. 283-286.
11. SCHRÖDER, H.: Grundlagenuntersuchung über die Verhütung von Schäden an optischen Gläsern durch Pilze. In: Glastechnische Berichte 8, 1962, S. 385-386.
12. THEDEN, G. und KERNER-GANG, W.: Ergebnisse von Untersuchungen über Schäden an optischen Gläsern durch Pilze. In: Glastechnische Berichte 4, 1964, S. 200-205.

Erläuterungen:

- ¹ Fungizide: Chemische Stoffe zur Bekämpfung von niederen pilzlichen Schädlingen.
- ² Fungi imperfecti: Unvollständige Pilze. Es ist nur die Nebenfruchtform (Konidien), nicht aber die Hauptfruchtform (mit Schläuchen oder Basidien) bekannt.
- ³ Mycel: Gesamtheit der Pilzfäden (Hyphen).
- ⁴ Chelate, Chelatbildner: Verbindungen, die Metallionen reversibel unter Bildung komplexer Moleküle binden. Mit Chelatbildnern kann man einerseits Metallionen quantitativ aus Lösungen abscheiden, andererseits Metallionen, die unter bestimmten Bedingungen schwer löslich sind (z. B. Eisen bei hohem pH-Wert) in Lösung halten.

Verfasser: H. Höhn, D. Meisgeier und P. W. Sattler, Botanisches Institut d. Universität, 63 Gießen, Senckenbergstr. 17-21, Abt. Mykologie

WALTER KOSTE

Das Rädertier – Porträt

Das moorbewohnende Rädertier Tetrasiphon

Rädertiere sind immer wieder faszinierende Erscheinungen in der Kleinlebewelt. Die Fülle ihrer Gestalten ist oft verwirrend, ihre Biologie recht kompliziert, doch wer sich dem Studium der Rädertiere länger hingibt, wird bald so gefesselt sein, daß es ihm schwer gelingen wird, sich wieder anderen Bereichen der Kleinlebewelt zuzuwenden. Günstig ist, daß die Rädertiere in den meisten Fällen durchsichtig sind, wir also ihren Körperbau und den Bau ihrer komplizierten Organe gut studieren können.

Unser Mitarbeiter Walter Koste wird, beginnend mit diesem Bericht, einige der merkwürdigsten Erscheinungen der heimischen Rädertierfauna vorstellen. Neben der Beschreibung der Tiere wird er erläutern, wie man mit ihnen umgeht, wie man sie züchtet oder präpariert.

Wer als Mikroskopiker in der Nähe eines Hochmoores wohnt, oder es mit dem Auto schnell erreichen kann, der besitzt mit dessen Gewässern eine fast unerschöpfliche Fundgrube für Untersuchungsobjekte. Vom Frühling bis zum Spätsommer, wenn die Sonne die dunklen Wasser der verlandenden Torfstiche und Mooraugen durchstrahlt, belebt sich diese Landschaft mit vielen Pflanzen und Tieren. Die wahre Fülle dieser Lebensstätte zeigt uns jedoch erst das Mikroskop.

Heben wir doch einmal mit dem Planktonnetz eines der vielen schwimmenden blaßgrünen Polster des Kleinen Wasserschlauches (*Utricularia minor*) zwischen den flutenden Torfmoosen heraus. Wir sehen ein dichtes Pflanzengewirr, das meist aus gleichen Sprossen mit den feinverteilten Blättern und Fangbläschen dieser tier-