

Untersuchung biologischer Eigenschaften von Pilzen in japanischen Wohnungen

**Tatsuaki Tanaka,
Kousuke Takatori,
Chiaki Kimura, Tokio**

Pilze in Wohnungen sind u.a. eng verbunden mit allergischen Krankheiten und der Verschlechterung der Gebäudesubstanz. Sie schaden dem Menschen und verseuchen die Umwelt. Um Gegenmaßnahmen ergreifen zu können, ist es wichtig, herauszufinden, unter welchen Bedingungen sich Pilze vermehren.

Dieser Beitrag berichtet von Untersuchungen, die durchgeführt wurden, um festzustellen, wie relative Feuchtigkeit (RF), Wasser-Aktivität (WA), Temperatur, pH-Wert und Trockenheit das Wachstum und die Gestalt der sich in normaler Wohnumgebung befindenden Pilze und Sporen beeinflussen.

| Klassifikation der Pilze | Die in der Untersuchung verwendeten Pilze |
|---|--|
| Absolut-hygrophilie Pilze (Vorliebe für aquatische Umgebung) | <i>Trichoderma sp.</i> <i>Rhizopus stolonifer</i> <i>Rhodotorula sp.</i> |
| Hygrophilie Pilze (Vorliebe für feuchte Umgebung) | <i>Cladosporium sphaerospermum</i> <i>Fusarium graminearum</i> <i>Chaetomium globosum</i> |
| Trockenheitswiderstandsfähige Pilze (Vorliebe für etwas trockene Umgebung) | <i>Aspergillus niger</i> <i>Paecilomyces lilacinus</i> <i>Aspergillus ochraceus</i> <i>Aspergillus versicolor</i> |
| Xerophilie Pilze (Vorliebe für trockene Umgebung) | <i>Aspergillus restrictus</i> <i>Eurotium repens</i> <i>Wallemia sebi</i> |

Tabelle 1

Klassifikation der in dieser Untersuchung verwendeten Pilze nach WA-Werten

Materialien und Untersuchungsverfahren

Muster-Pilze

Von jeweils nach geeigneten RF- oder WA-Werten in vier Gruppen klassifizierten Pilzen, nämlich absolut-hygrophil, hygrophil, trockenheitswiderstandsfähig und xerophil wurden Musterpilze ausgewählt, wie in **Tabelle 1** dargestellt.

Vorbereitung der Pilzlösung

Auf einem schrägen Kulturboden wurden Sporen 1 bis 2 Wochen kultiviert. Als Kulturboden für xerophile Pilze wurde M40Y verwendet, während für die restlichen Pilze PDA-Böden benutzt wurden.

Dem vorher erwähnten schrägen Kulturboden wurden 1 bis 2 ml einer 0,05 %-igen Tween80 Lösung hinzugefügt, dann wurde eine für die Untersuchung benötigte Sporensuspensionslösung (0,5 bis $4,0 \times 10^6$ /ml) vorbereitet.

Autoren



Prof. Dr. Tatsuaki Tanaka, Jahrgang 1940, Studium der Architektur an der Waseda Universität, Umwelttechnischer Abteilungschef bei der Fa. Obayashi-gumi Forschungsinstitut, seit 1993 Professor für Umwelttechnik an der Ochanomizu University in Tokio.



Dr. Kousuke Takatori, Jahrgang 1946, Studium Tierheilkunde an der Obihiro Veterinärmedizinische Hochschule, Masterarbeit an der Landwirtschaftlichen und Technischen Universität Tokio, seit 1994 Schimmelpilzabteilungschef des staatlichen Forschungsinstituts für Hygiene, Dozent an der Landwirtschaftlichen und Technischen Universität Tokio.



Master Chiaki Kimura, Studium Umwelttechnik an der Ochanomizu Universität in Tokio, seit 1999 Doktorantin an der Ochanomizu Universität in Tokio.

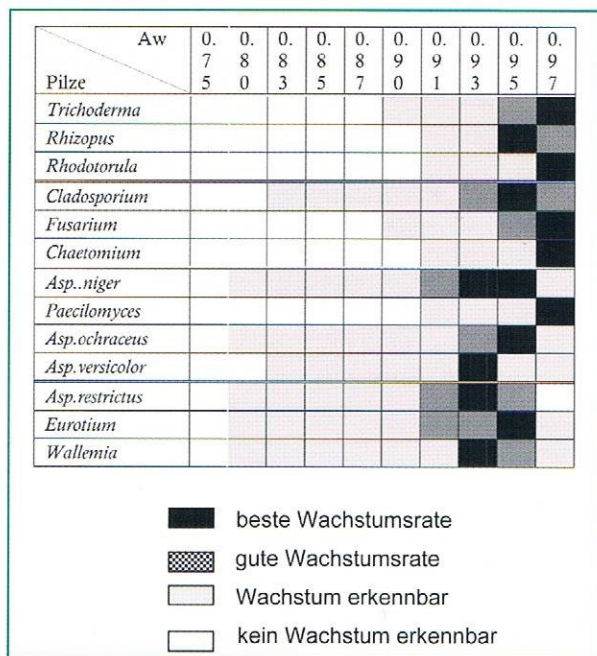


Bild 1

Resultate der RF-Wert-, WA-Wert-Messung

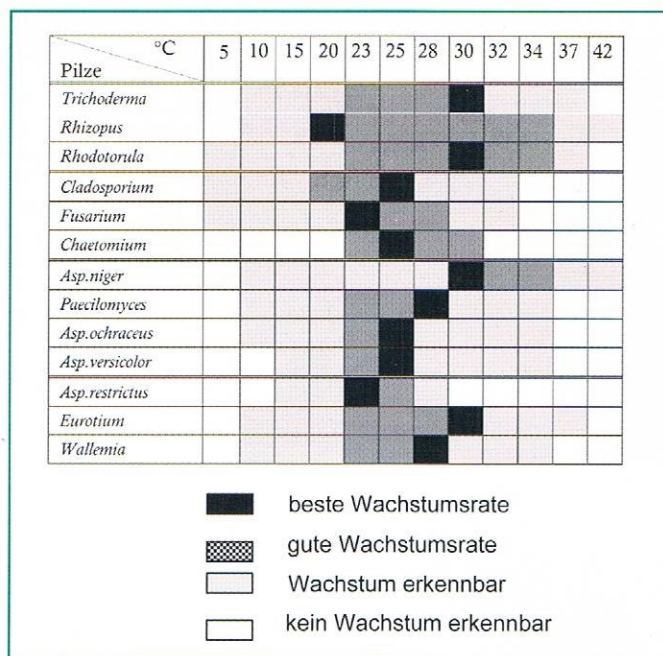


Bild 2

Resultate der Temperaturmessung

Untersuchungsverfahren in Bezug auf die biologischen Eigenschaften

WA-Verfahren

Für diese Untersuchung wurden die Kulturböden PDA, M40Y, M70Y, M100Y, MY10G, MY20G, MY30G, MY40G, MY55G, MY80G vorbereitet und ihre relative Luftfeuchtigkeit gemessen (Hygroskop DT: Fa. Rotronic), ihre jeweiligen Werte betragen: 0,97; 0,95; 0,93; 0,91; 0,90; 0,87; 0,85; 0,83; 0,80; 0,75.

Die Musterpilze wurden dann einzeln in die Kulturböden eingepflegt und bei 25 °C kultiviert. Größe und Gestalt der Kolonien und die Existenz der Sporen wurden dann zwei Monate lang beobachtet.

Temperaturmessung

Einige der Musterpilze wurden in PDA Kulturböden (xerophile Pilze in M40Y Kulturböden) eingepflegt und in einem Inkubator bei 5, 10, 15, 20, 23, 25, 28, 30, 32, 34 und 42 °C kultiviert. Größe und Gestalt der Kolonien und die Existenz der Sporen wurden dann einen Monat lang beobachtet.

pH- Messung

Zum Kulturboden mit der Czapek-Lösung (40 % Rohrzuckerlösung

für xerophile Pilze) wurde 10 %-ige HCl oder 10 %-ige NaOH-Lösung hinzugefügt und dann der pH-Wert schrittweise von pH2 bis pH11 erhöht. Jeweils 1 ml der Pilzlösung wurde dann eingepflegt und bei 25 °C kultiviert. Myzelfäden, Produktivität der Sporen und Eigenschaften wurden anschließend einen Monat lang beobachtet.

Messung der Trockenheitswiderstandsfähigkeit

Eine sterilisierte Papierscheibe mit 8 mm Durchmesser wurde mit 0,1 ml der Pilzlösung geimpft. Nach 24 stündiger Trocknung in einem Inkubator bei 34 °C ließ man die Proben in einem Inkubator bei 25 °C ruhen. Die Pilze wurden danach einen Monat lang in einer verdünnten Lösung kultiviert, dann wurde ihre Anzahl (CFU:KBE) gemessen, um die Änderung der Aktivität der Pilze zu ermitteln.

Antagonistische Messung

Mit einzelnen Pilzen, die die gleiche Umgebung vorziehen, wurden antagonistische Messungen durchgeführt. Zwei Pilzarten wurden jeweils an einem Punkt in PDA Kulturböden (xerophile Pilze auf M40Y Kulturböden) geimpft und bei 25 °C kultiviert, wobei ihr Wachstum gemessen wurde.

Resultate und Beobachtungen

WA-Wert Messung

Im Wohnbereich ist die relative Luftfeuchtigkeit abhängig von der Nutzung der Räume und der Lage der zu untersuchenden Stelle (oben, unten). Weil die unterschiedlichen Pilzarten nur bei ihnen entsprechenden RF- oder WA-Werten entstehen, wurde in diesem Teil der Arbeit die Entwicklung einzelner Pilze in Abhängigkeit von WA-Werten sowie von ihrer Lage im Wohnbereich untersucht. Das Ergebnis ist in Bild 1 dargestellt.

Für viele Pilze lagen die günstigsten WA-Werte genau bei den in der herkömmlichen Klassifikation angegebenen. Die WA-Werte mit dem für alle Pilze größtem Wachstum lagen jeweils zwischen 0,93 und 0,97.

Bezüglich absolut-hygrophiler Pilze wurde Wachstum erst oberhalb eines WA-Wertes von 0,90 beobachtet. Das ist wohl der Grund dafür, dass diese Arten von Pilzen in großen Mengen in der Kanalisation oder in Küchen zu finden sind.

Andererseits, je xerophiler Pilze sind, desto entwicklungsfähiger werden sie, auch wenn der WA-Wert niedrig ist. Wachstum wurde in vielen Wohnbereichen beobachtet, infolgedessen kann man annehmen, dass sie sich überall befinden, im Wohnzimmer, in Schuhschränken, Tatamimatten (Reisstroh-matten) und Teppichen.

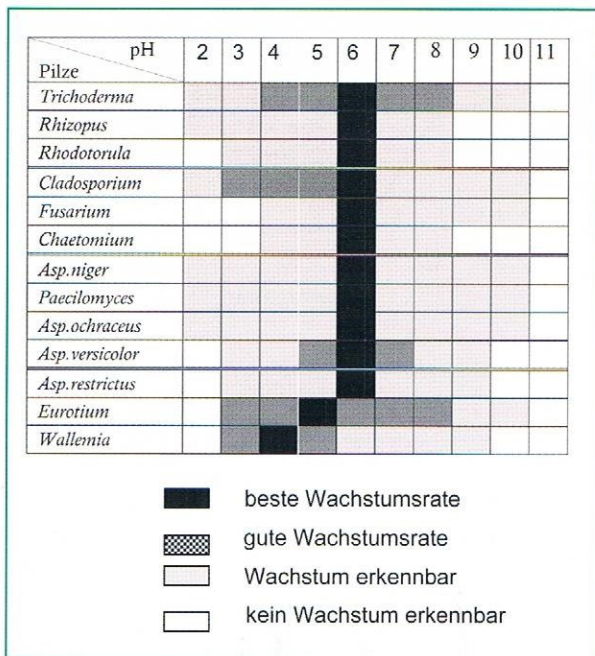


Bild 3

Resultate der pH-Wert Messung

chung wurden die günstigsten pH-Werte ermittelt und ein Bezug zu den Baumaterialien hergestellt. Das Resultat ist in Bild 3 dargestellt.

Es wurde gezeigt, dass für viele Pilze die für das Wachstum günstigsten pH-Werte bei 6 lagen. Aber, obwohl sie im allgemeinen säuerliches Milieu vorziehen und sich dort gut entwickeln, waren

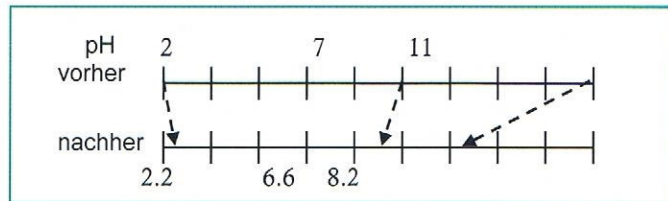


Bild 4

Veränderung des pH-Wertes durch A.versicolor

Kein Pilzwachstum wurde beim WA-Wert 0,75 nachgewiesen. Demzufolge kann man annehmen, dass es durch richtige Einstellung der relativen Luftfeuchtigkeit möglich sein müsste, die in der Wohnumgebung befindlichen Pilze in hohem Masse zu reduzieren.

Temperaturmessung

Obwohl die Luftdichtigkeit der Wohnungen in der letzten Zeit gestiegen ist und die Temperatur in ihnen das ganze Jahr hindurch verhältnismäßig konstant bleibt, übt die Außenluft doch einen Einfluss aus und jahreszeitliche Schwankungen spielen eine Rolle. Infolgedessen wurde in dieser Untersuchung versucht, für alle Pilze den günstigsten Temperaturbereich zu ermitteln sowie eine Beziehung zum Wohnbereich abzuleiten. Das Ergebnis ist in Bild 2 dargestellt.

Es wird im allgemeinen behauptet, dass der günstigste Temperaturbereich für das Wachstum der Pilze zwischen 20 °C und 30 °C liegt, Bild 2 bestätigt

dies. Bei vielen Arten von Pilzen wurde allerdings nachgewiesen, dass sie in einem breiteren Temperaturbereich gedeihen können. Auf diese Tatsache ist es wohl zurückzuführen, dass sich trotz jahreszeitlicher Änderung des Lebensstils der Menschen und trotz Klimatisierung überall Pilze finden.

Des Weiteren wurde festgestellt, dass es in der Klassifikation der WA-Werte auch Wachstumsschwankungen unter gleichen trockenheitswiderstandsfähigen Pilzen gibt, z.B. solche wie *Aspergillus niger*, die höhere Temperaturen vorziehen, oder solche, wie *Aspergillus ochraceus*, die niedrigere Temperaturen lieben.

pH-Wert Messung

In der Wohnumgebung werden verschiedene Baumaterialien verwendet, deren pH-Werte unterschiedlich sind. Im allgemeinen wird behauptet, dass Pilze säuerliches Milieu vorziehen und dort schnell wachsen. In dieser Untersu-

auch viele säure- und alkalifeste Pilze darunter.

Nach Abschluss der Untersuchung wurden die pH-Werte der Kulturböden gemessen, wobei ein Phänomen auftrat: Der pH-Wert des Kulturbodens von *A.versicolor* hatte sich von 11 zum Beginn der Messung auf 8,2 zum Schluss verändert (Bild 4). Dieses Phänomen wurde nicht nur bei *A.versicolor* beobachtet, sondern auch bei vielen anderen Pilzen. Infolgedessen wurde bewiesen, dass die Pilze den pH-Wert der Umgebung in einen zum Aufwachsen geeigneten pH-Wert verändern, also von sich aus eine Umwelt mit günstigeren Wachstumsbedingungen schaffen. Das ist wohl der Grund, warum sich solche Pilze in unserer Wohnungen an stark alkalischen Stellen, wie Fugen, finden.

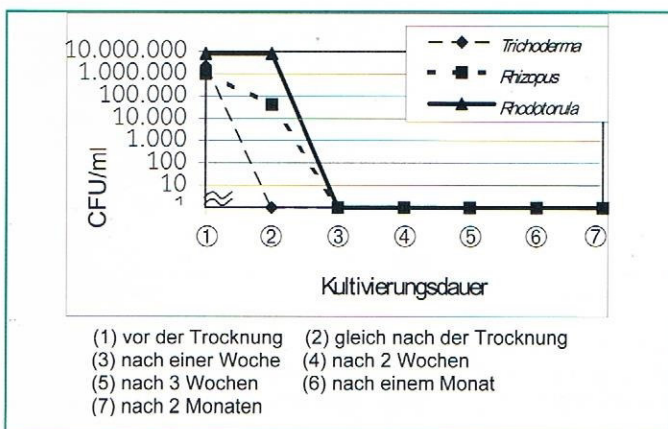


Bild 5a

Absolut-xerophile Pilze

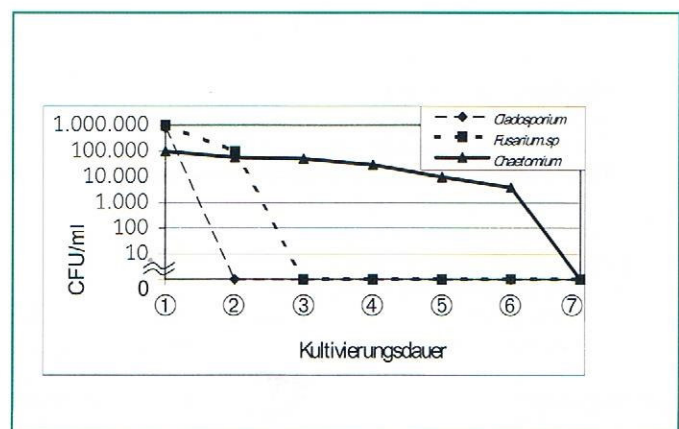


Bild 5b

Hygrophile Pilze

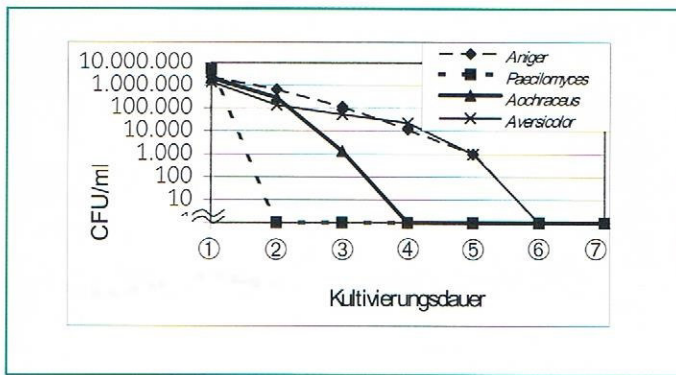


Bild 5c

Trockenheitswiderstandsfähige Pilze

Messung der Trockenheitswiderstandsfähigkeit

Nach einer künstlichen Trocknung wurde über die danach noch vorhandene Aktivität der Pilze deren Trockenheitswiderstandsfähigkeit gemessen. Die Resultate sind in den Bildern 5a bis 5d dargestellt.

Wie aus Bild 5a hervorgeht, konnte bei allen drei Arten der absolut-hygrophilen Pilze eine Woche nach der Trocknung keine Aktivität mehr beobachtet werden. Damit wurden die Ergebnisse der WA-Messungen bestätigt, dass Pilze sich in trockener Umgebung schlecht entwickeln.

In Bild 5b zeigt sich Chaetomium bei den hier untersuchten hygrophilen Pilzen als sehr widerstandsfähig gegen Trockenheit, während bei den anderen Pilzen Inaktivität eingetreten ist, so wie im Fall der absolut- hygrophilen Pilze.

Bei absolut-hygrophilen und bei hygrophilen Pilzen haben sich die CFU-Werte gleich nach der Trocknung im Vergleich zu denen vor der Trocknung sehr stark verringert, woraus zu ersehen ist, dass sie von künstlicher und plötzlicher Trocknung leicht zu beeinflussen sind. Das beweist die große Bedeutung der planmäßigen Lüftung des Wohnbereichs.

In Bild 5c ist zu erkennen, dass die Überlebensrate der trockenheitswiderstandsfähigen Pilze tendenziell größer ist als die der oben genannten Pilze. Insbesondere wurde für A.niger und A.versicolor Wachstum noch einen Monat nach der Trocknung beobachtet.

Wie in Bild 5d dargestellt ist, wurde nachgewiesen, dass Eurotium unter den anderen xerophilen Pilzen besonders trockenheitswiderstandsfähig ist. Großes Wachstum wurde auch noch nach zwei Monaten beobachtet.

Aus obigen Resultaten kann geschlossen werden, dass ein Zusammenhang besteht zwischen der WA-Messung und der Messung der Trockenheitswiderstandsfähigkeit.

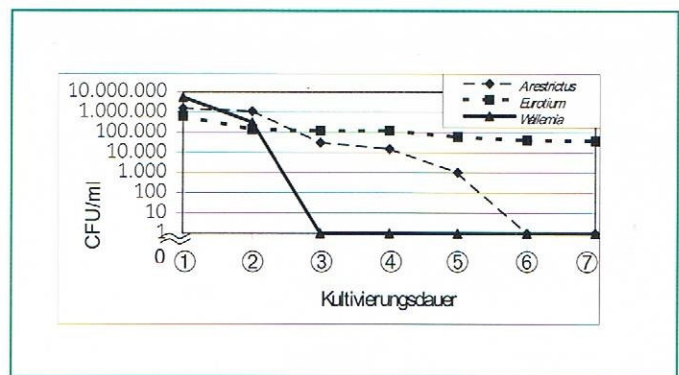


Bild 5d

Xerophile Pilze

Antagonistische Messung

Antagonistische Messungen wurden mit den Pilzen durchgeführt, die die gleiche Umgebung vorziehen. Das Resultat ist in Tabelle 2 dargestellt.

Daraus ist zu ersehen, dass es unter den Pilzen, die die gleiche Umgebung vorziehen, starke und schwache Ausprägungen dieser Bevorzugung gibt. Obwohl diejenigen Pilze, die sich diesbezüglich in der Untersuchung als stark erwiesen haben, auch in der normalen Wohnumgebung zahlreich auftreten, ist das Resultat nicht unbedingt immer wahrzunehmen. Unsere Wohnumgebung verändert sich durch verschiedenste Einflüsse, und deshalb ist nicht ausgeschlossen, dass es Fälle gibt, wo das Resultat demjenigen dieser Untersuchung nicht entspricht.

Es gibt verschiedene Arten von Pilzen, die sich an jede spezifische Wohnumgebung anpassen können. Deshalb ist es wichtig, den Wohnbereich sauber zu halten und Temperatur und Feuchtigkeit richtig zu regeln.

Zusammenfassung

Bezüglich der biologischen Eigenschaften der in den Wohnungen befindlichen Pilzen haben sich folgende Resultate ergeben:

- Die in den Wohnungen befindlichen Pilze sind stark abhängig vom WA-Wert, wobei Wachstum bei einem kleineren Wert als 0,75 verhindert wird.

- Obwohl für viele Pilzarten der Temperaturbereich zwischen 20 °C und 30 °C am günstigsten ist, gibt es auch solche, die, wenn auch langsam, bei niedrigerer Temperatur aufwachsen können.

- Der Wachstumsbereich in Bezug auf den pH-Wert ist groß und lag zwischen pH 3 und pH 9.

- Bei der Messung der Trockenheitswiderstandsfähigkeit sind viele der absolut-hygrophilen und der hygrophilen Pilze in kurzer Zeit abgestorben, während xerophile Pilze für lange Zeit ihre Zellaktivität beibehielten.

Wie oben geschildert, versuchen sich alle in unserem Wohnbereich lebenden Pilze der Umgebung in ihrer eigenen Weise anzupassen, deshalb ist es wichtig, die Lebensweise der Pilze genau zu kennen.

H 300

Literatur

[1] Moriske, H.-J.; Turowski, E.: Handbuch für Bioklimatologie und Lüftungslehre. 1998.
 [2] Wormer, E. Gifte im Haus. Südwest Verlag, München 1996.
 [3] Mucke W.; Lemmen Ch.: Schimmelpilze - Vorkommen, Gesundheitsgefahren, Schutzmaßnahmen. Ecomed Verlag, Landsberg 2000.
 [4] Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin: Biologische Arbeitsstoffe, Vielfältige Tätigkeiten und neue Rechtsgrundlagen. T88.

Tabelle 2

Antagonistische Messung

| | Starke Pilze | Schwache Pilze |
|-------------------------------------|----------------------------|----------------|
| Absolut-hygrophilie Pilze | Trichoderma | |
| Hygrophilie Pilze | Cladosporium Chaetomium | Fusarium |
| Trockenheitswiderstandsfähige Pilze | A. niger | |
| Xerophilie Pilze | Wallemia | |