

Schimmelpilzen in Höhlen: Versuche in Neuenburgerhöhle, Hölloch und Nidlenloch

Untersuchungsbericht, Konstantin von Gunten, AGN, 17.03.24

Einleitung

Die Biospeläologie beschäftigt viele Höhlenforscher. Wegen der erschwerten Zugänglichkeiten und den lichtlimitierten Bedingungen sind noch zahlreiche Höhlen-Lebewesen wenig erforscht oder gänzlich unbekannt. Was die Höhlensysteme so speziell macht, ist die Absenz von Licht, oft über das ganze Jahr einheitliches Klima und die starke Nahrungsknappheit, welche zu einer Ausbildung von hochspezialisierten Arten und einer sehr tiefen Organismendichte zur Folge hat. Dies hat aber auch zur Folge, dass die Höhlensysteme sehr anfällig sind auf menschliche Einflüsse. So können Höhlenbesucher z.B. über Kleider und Lebensmittel neue Organismen in die Höhle einbringen. Belichtungen und das Hinterlassen von organischer Materie können lokal neue Gesellschaften entstehen lassen. So sind bei Schauhöhlen z.B. dauerbeleuchtete Flächen durch phototrophe Biofilme gekennzeichnet.



Von speziellem Interesse sind in den Höhlen die vielen Pilzarten. Einige davon können bereits vom blossen Auge erkannt werden. Manch einem Höhlenbesucher fallen die behaarten Auswüchse auf toten Spinnen, Insekten und zurückgelassenen Essensresten auf (Abb. 1).

Abb. 1. Mit Schimmel überdecktes Insekt (evtl. eine Schnacke) in der Neuenburgerhöhle (LU) im Réseau Aellen (Aufnahme 2023). Vermutet werden Aspergillus- und Penicillium-Arten.

Pilze sind in einer Höhle oft die ersten Destruenten organischer Materie, da höhere Organismen fehlen, oder nicht schnell genug an das Material gelangen können.

Dennoch ist auch ihre Ausbreitung sehr limitiert, wegen der oft fehlenden Luftbewegungen in Höhlensystemen und wegen der fehlenden biologischen Überträger. Hier können Fledermäuse und Menschen als effektive Shuttles von Pilzsporen fungieren. In den USA haben z.B. Dickson & Kirk (1976) festgestellt, dass oft begangene Höhlen höhere Pilzdichten in der Luft aufweisen im Vergleich zu Bakterien. Gemäss einer Übersichtsstudie von Vanderwolf et al. (2013) sind über Tausend Pilzarten in Höhlen anzutreffen (leider flossen keine Daten aus der Schweiz in diese Studie, da es hier kaum zugängliche Publikationen zu diesem Thema gibt). Davon gehört mehr als die Hälfte zu den Ascomyceten (Schlauchpilzen).

Einige Pilze haben einen hohen Bekanntheitsgrad erreicht, so z.B. *Pseudogymnoascus destructans* (siehe z.B. Hoyt et al., 2021), ein aus Eurasien stammender Pilz, welcher um ca. 2006 durch Höhlenbesucher den Sprung nach Nordamerika schaffte und dort nun lokale Fledermauspopulationen bedroht («white-nose syndrome»).

Die Pilzwelt in Schweizer Höhlen hat noch ein grosses wissenschaftliches Potenzial, doch ihre Erforschung ist nicht einfach. Es bedarf oft einer Kombination klassischer Kultivierungstechniken mit molekulargenetischen Analysen, um die Pilze genügend genau zu bestimmen. So untersuchten Suetrong et

al. (2023) die Pilzwelt der Phu Pha Phet Höhle und der Le Stegodon Höhle in der Satun Provinz in Thailand. Sie sammelten Proben von Luft, Tropfwasser, Sedimenten und Gesteinen und extrahierten daraus kultivierbare Pilze. Diese wurden danach weiter genetisch untersucht.

In diesem Bericht sind einige erste einfache Versuche dokumentiert, bei drei Höhlen in der Schweiz die Pilzwelt zu untersuchen.

Erster Versuch: Neuenburgerhöhle

Um einen ersten Überblick über die Höhlenwelt der Neuenburgerhöhle (1696 müM) zu erhalten wurden am 16. Oktober 2023 Proben sichtbarer Pilzkolonien gesammelt und beprobt. Die Höhle wäre insofern spannend, da sie einerseits vielen Fledermäusen ein Zuhause bietet und gleichzeitig nur wenige Besucher erhält. Gemäss einer Besucherstatistik von Beat Heeb (AGH), die mithilfe von Lichtsensoren gemacht wird, wird die Neuenburgerhöhle jährlich im Durchschnitt (2002-2023) von 76 Personen besucht.

Es wurden insgesamt 12 Proben in der Höhle genommen in diversen Gangsystemen, wie dem Réseau Aellen, dem Hauptgang und im Réseau Thiébaud (Abb. 2). Die Kolonien wurden dabei als Ganzes oder teilweise und mit dem darunter liegenden Substrat (v.a. Fledermauskot, aber auch andere organische Matrizen) mithilfe einer sterilisierten Pipette aufgenommen und in 50 mL Polypropylen-Röhrchen transferiert. Die Proben sollten zuerst mikroskopisch bestimmt werden. Dazu wurde ein Schimmelpilzlabor beauftragt.

Das Labor musste nach einigem Probieren leider zugeben, dass eine mikroskopische Untersuchung mit solchen Proben nicht möglich ist. Die vorgefundenen Wachstumsformen der Pilze waren sehr untypisch. So fehlten teilweise Sporenträger oder das Pilzgeflecht war nur sehr schwach ausgebildet. Das Labor nannte folgende Parameter, welche diese atypischen Wachstumsformen auslösen könnte: (1) Hohe Luftfeuchtigkeit, (2) ständige Dunkelheit und (3) fehlender Luftzug. Die Resultate können auf folgende Art zusammengefasst werden. Hier ist aber wichtig zu erwähnen, dass die genannten Gattungen nur Vermutungen sind:

- Fledermauskot/Insekten:
 - *Mucor* sp. (Abteilung: Ascomycota; Familie: Mucorales)
 - *Aspergillus* spp. (Abteilung: Ascomycota; Familie: Trichocomaceae)
 - *Penicillium* spp. (Abteilung: Ascomycota; Familie: Trichocomaceae)
 - *Acremonium* spp. (Abteilung: Ascomycota; Familie: Bionectriaceae)
- Tote Fledermaus:
 - *Fusarium* spp. (Abteilung: Ascomycota; Familie: Nectriaceae)
- Holz, Fruchtstein:
 - *Cladosporium* spp. (Abteilung: Ascomycota; Familie: Mycosphaerellaceae)

Es wurden später noch Proben auf die gleiche Art aus dem Nidlenloch gesammelt (11. November 2023), doch wurde die Bestimmung wegen den besagten Schwierigkeiten aufgegeben. Auffallend war aber bei dieser Tour die grossen Schimmelvorkommen im Forsterschacht (Abb. 3), wo diverse Touristengruppen ihre Mittagspause machen.



Abb. 2. Beispiele von Pilzkolonien in der Neuenburgerhöhle. Links: Fledermauskot (vermutlich *Mucor* spp. und *Aspergillus* spp.). Rechts: Holzschacht einer Schaufel bei der Grabstelle im Réseau Thiébaud (vermutlich *Cladosporium* spp.).



Abb. 3. Beispiele von Schimmelpilzvorkommen im Nidlenloch. Obere zwei Bilder: Schimmelpilze auf Fledermauskot im vorderen Bereich des Hauptganges. Untere zwei Bilder: Schimmelpilze im Forsterschacht. Hier herrscht eine regelrechte Farbpracht.

Zweiter Versuch: Hölloch und Nidlenloch

Vorgehen

Um die Bestimmung der Pilze möglich zu machen, wurde ein anderer Versuch gestartet. Dabei sollten luftgetragene Organismen/Sporen aufgefangen und auf Nährböden kultiviert werden. Da die Kultivierung bei «Standardbedingungen» stattfindet, sollten kultivierbare Pilze gut bekannte Wachstumsformen ausbilden. Probenahmen von Luft erfolgten im Februar 2024 an je zwei Stellen im Hölloch (Eingang auf 744 müM) und im Nidlenloch (1272 müM), die vermutlich touristischsten naturnahen Höhlen in der

Schweiz. Eine Besucherstatistik zum Nidlenloch muss noch ausgewertet werden. Für das Hölloch liegen aber leider keine Besucherzahlen vor (gem. Auskunft Trekking Team).

Die Luftmessungen erfolgten mit Hilfe eines Luftkeimsammlers MBASS 30 von Umweltanalytik Holbach GmbH. Pro Probenahmestelle wurden drei Nährböden beladen, indem je 100 L Luft durchgepumpt wurden. Zwei Nährböden bestanden aus Malzextrakt (für Bakterien und Pilze) und eines aus dem DG18-Nährboden, welches ein Antibiotikum beinhaltet und somit nur den Wachstum von Pilzen ermöglichte. Jede Beladung dauerte in der Regel 3 Minuten 20 Sekunden. Wo möglich, wurden zusätzliche Nährböden beladen. Luftbedingungen wurden mit einem TFA AIRCO2NTROL COACH Messgerät gemessen.

Die Messungen im Hölloch erfolgten während der Abfalltour, in Begleitung von einer Gruppe von 9 Personen. Die Höhle wurde an diesem Tag rege durch diverse andere Gruppen befahren. An diversen Stellen wurde Schimmelpilzwachstum beobachtet (Abb. 4). Die Messungen erfolgten während Marschpausen im Styx (Kreuzung) sowie beim Glitzertorbiwak (Abb. 5). Im Nidlenloch erfolgte die Messung durch ein Team von 2 Personen. Es wurden an diesem Tag keine anderen Besucher registriert. Die Proben wurden nach dem Jungfernschlupf genommen (vom Eingang aus gesehen) sowie in der Forsterhalle (Abb. 5). In der Forsterhalle sind die zahlreichen Schimmelpilzvorkommen gut bekannt (Beispiele Abb. 3). Hier wurde wegen des fehlenden Luftzuges die Luft aktiv vor der Messung mit einer Jacke aufgewirbelt (Probenahme mit Nutzungssimulation).



Abb. 4. Beispiele von Schimmelpilzen aus dem Hölloch. Links: Pilzhyphe auf unbekanntem Substrat. Rechts: Starkes Wachstum auf dem Holzgriff einer Trage.

Ergebnisse

Die Ergebnisse der Schimmelpilzmessungen sind in der Tab. 1 zusammengefasst. Die vollständigen Laborberichte zu diesen Messungen sind im Anhang zu finden. Bei den Probenahmestellen, wo die Luft nicht aktiv aufgewirbelt wurde, lag die Luftbelastung generell bei $\leq 150 \text{ KBE/m}^3$. Bei der aktiven Probenahme in der Forsterhalle lag die Belastung bei $\leq 12'000 \text{ KBE/m}^3$. Dieser Unterschied war bei der Sichtung der Nährböden sehr gut zu sehen (Abb. 6).

Im Hölloch wurde eine Mischung diverser Gattungen festgestellt. Dazu zählten:

- *Cladosporium* (Abteilung: Ascomycota; Familie: Davidiellaceae)
- *Penicillium* (Abteilung: Ascomycota; Familie: Trichocomaceae)
- *Aspergillus* (Abteilung: Ascomycota; Familie: Trichocomaceae)
- *Eurotium* (Abteilung: Ascomycota; Familie: Trichocomaceae)
- *Wallemia sebi* (Abteilung: Basidiomycota; Familie: Wallemiaceae)
- *Alternaria* (Abteilung: Ascomycota; Familie: Pleosporaceae)
- *Acremonium* (Abteilung: Ascomycota; Familie: Bionectriaceae)

Abgesehen von Wallemiaceae sind die anderen Familien sehr häufig in Höhlen anzutreffen, gemäss der Studie von Vanderwolf et al. (2013). Während *Alternaria* nur im Styx festgestellt wurde, wurde *Acremonium* nur im Glitzertorbiwak vorgefunden. Es handelt sich hier aber um einzelne Funde. Interessant ist aber die Abwesenheit von *Cladosporium* im ferner liegenden Glitzertorbiwak.

Im Nidlenloch wurde die Gattungszusammensetzung bei N1 Jungfernschlupf nicht weiter identifiziert. Bei der Forsterhalle aber dominierte bei der Probenahme mit Nutzungssimulation *Penicillium*.

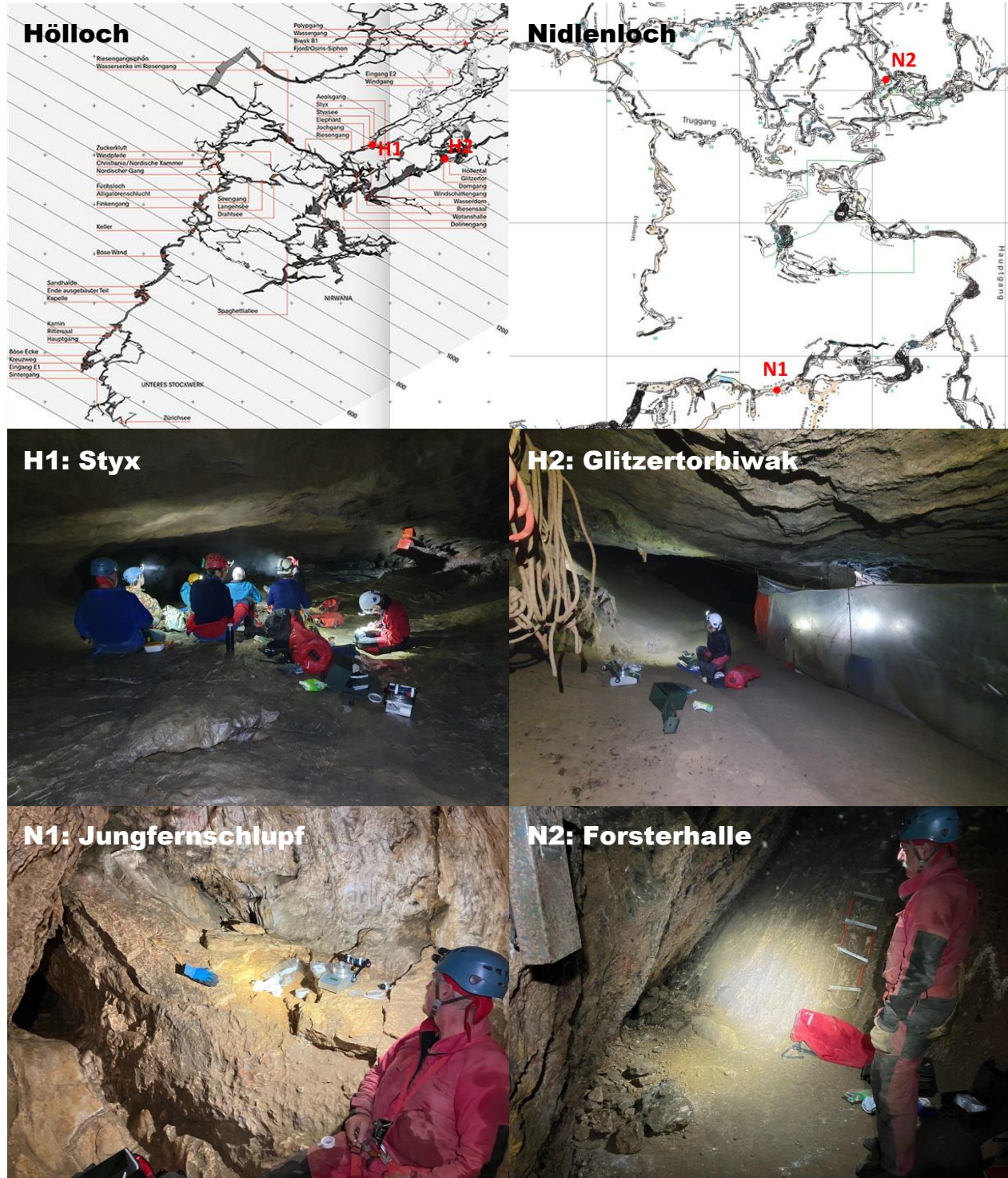


Abb. 5. Obere zwei Bilder: Skizzen mit ungefähr markierten Probenahmestellen. Mitte: Probenahmestellen H1 (Styx) und H2 (Glitzertorbiwak) im Hölloch. Unten: Probenahmestellen N1 (Jungfernschlupf) und N2 (Forsterhalle) im Nidlenloch.

Gesundheitliche Einschätzung

Um die Resultate zu Diskutieren sollten hier einige Richt- und Orientierungswerte für Innenräume beachtet werden. Diese und weitere sind auch in den Laborberichten im Anhang zu finden. Sie sind natürlich nicht 1:1 auf Höhlen übertragbar, werden hier aber zur ersten Einschätzung benutzt.

Gemäss den Standards baubiologischer Messtechnik, sind KBE-Konzentrationen <200 normal für natürliche Bedingungen. Gemäss WHO, sind z.B. bis zu 500 KBE/m^3 bei einer umwelttypischen Mischung der Pilzarten akzeptabel. Für die Schweiz gilt gemäss SUVA ein Orientierungswert für Arbeitsplätze von max. 1000 KBE/m^3 . Gemäss der European Collaborative Action on Urban Air, Indoor Environment and Human Exposure sind Werte $<1000 \text{ KBE/m}^3$ als mittelbelastet anzusehen.

Nach Einschätzung des Labors ist die Luftbelastung im Hölloch damit nicht auffällig. Gesundheitlich relevant kann aber *Penicillium* (Synonym *Talaromyces*) angesehen werden, da diese Gattung ein allergenes Potenzial aufweist. Diese Gattung hat auch mögliche Toxin-Bildner. Die dabei gebildeten Stoffe sind aber wegen der kleinen Kolonievorkommen sowie der kurzen Verweilzeit als unproblematisch anzusehen. Ähnlich ist die Einschätzung beim Jungfernschlupf im Nidlenloch.

Wegen der Probenahme mit Nutzungssimulation wurde in der Forsterhalle eine viel höhere Luftbelastung herbeigeführt. Dabei wurde vor allem *Penicillium* festgestellt. Wir können daraus schliessen, dass in der Forsterhalle zahlreiche Sporen dieser Gattung am Boden zu finden sind und bei einer stärkeren Störung mobilisiert werden. Bei sensitiven Personen (z.B. bei einer „Schimmelpilzallergie“) oder bei Personen mit Immunschwäche könnten also entsprechend problematische Immunreaktionen herbeigerufen werden.

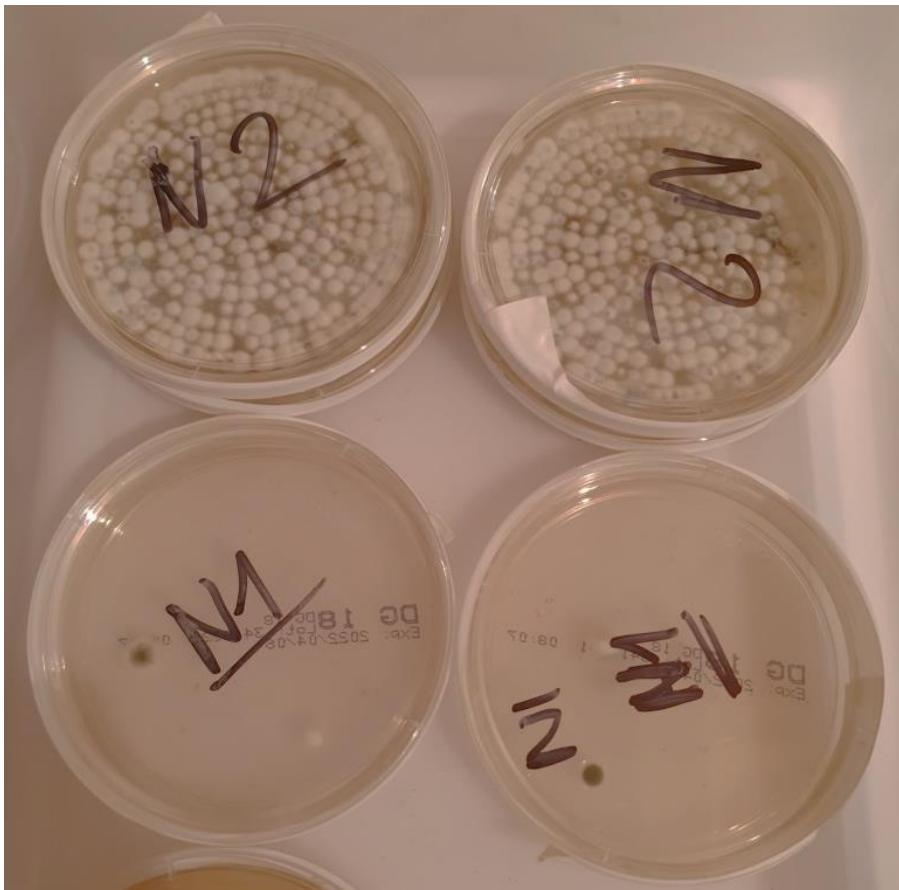


Abb. 6. Unterschiede in den Anzahl Kolonien auf den antibiotikahaltigen DG18-Nährböden. Bei N2 Forsterhalle (Probenahme mit Nutzungssimulation) wurde bei fast jedem Loch im Probenahmeaufsatz eine Kolonie ausgebildet, während bei N1 Jungfernschlupf (ohne Nutzungssimulation) nur einzelne Kolonien austrieben.

Diese Untersuchungen zeigen in etwa die Luftbelastung mit Sporen einerseits bei einer Begehung mit einer grösseren Gruppe (Hölloch), andererseits bei einer Begehung mit einer kleinen Gruppe (Nidlenloch) oder bei einer grösseren Störung, z.B. im Falle des Einrichtens eines

Mittagspausenlagers (Nidlenloch, Forsterhalle). Trotz mehrerer Leute im Hölloch wurden nicht mehr Sporen festgestellt, als im Nidlenloch beim Jungfernschlupf. Zu beachten ist aber, dass solche Luftmessungen immer nur eine Momentaufnahme darstellen. Je nach Anzahl und Kontamination (Sporen auf den Kleidern) der Personen, dem generierten Luftzug und der vorhandenen Pilze am Boden werden vorhandene Sporen anders mobilisiert und führen zu unterschiedlichen Ergebnissen.

Tab. 1. Ergebnisse der Luftmessungen. KBE: Kolonie bildende Einheiten. MEA: Malzextrakt-Nährboden. *: Vermutlich wurde hier die Temperatur zu wenig lange gemessen und das Thermometer hatte nicht genügend Zeit um sich zu equilibrieren.

Messstelle	Datum Zeit	Temperatur Relative Luftfeuchte CO2	KBE DG18	KBE MEA 20 °C	KBE MEA 37 °C	Beobachtete Gattungen/Arten
Hölloch H1 Styx	17.02.24 10:45	10.8 °C* 64% 891 ppm	70-100 KBE/m ³	70 KBE/m ³ Bakterien: 30	Schimmelp.: 0 KBE/m ³ Hefen: 0 KBE/m ³ Bakterien: 10 KBE/m ³	<i>Cladosporium</i> <i>Penicillium</i> <i>Aspergillus</i> <i>Eurotium</i> <i>Wallemia sebi</i> <i>Alternaria</i>
Hölloch H2 Glitzertorbiwak	17.02.24 13:00	7.4 °C 77% 918 ppm	60-80 KBE/m ³	90 KBE/m ³ Bakterien: 10	Schimmelp.: 0 KBE/m ³ Hefen: 0 KBE/m ³ Bakterien: 0 KBE/m ³	<i>Penicillium</i> <i>Aspergillus</i> <i>Eurotium</i> <i>Wallemia sebi</i> <i>Acremonium</i>
Nidlenloch N1 Jungfernschlupf	23.02.24 11:00	5.5 °C 74% 576 ppm	50-150 KBE/m ³	110 KBE/m ³	Schimmelp.: 40 KBE/m ³ Hefen: 0 KBE/m ³ Bakterien: 0 KBE/m ³	diverse
Nidlenloch N2 Forsterhalle	23.02.24 12:00	5.6 °C 80% 625 ppm Nutzungs- simulation!	ca. 12'000 KBE/m ³	ca. 11'000 KBE/m ³	Schimmelp.: 30 KBE/m ³ Hefen: 0 KBE/m ³ Bakterien: 0 KBE/m ³	<i>Penicillium</i>

Fazit

Schimmelpilze in Höhlen wurden visuell hauptsächlich bei Inseln mit organischer Materie, wie Fledermauskot, Kadavern von Tieren und Insekten sowie bei Nahrungsmittelresten von Menschen festgestellt. Die vorgefundenen Arten zeigen gemäss der Studie von Vanderwolf et al. (2013) eher typische Höhlenbewohner dar. Bei Probenahme ohne Nutzungssimulation wurden trotz Anwesenheit grösserer Personengruppen unproblematische Mengen von Sporen in der Luft festgestellt. Bei Probenahme mit Nutzungssimulation aber, also bei starken Aufwirbelungen, wurde in der Forsterhalle im Nidlenloch eine sehr hohe Belastung mit Sporen vorgefunden. Das Problem hier ist aber mit hoher Wahrscheinlichkeit menschengemacht, denn das Substrat, welches zum Wachstum von Schimmelpilzen benötigt wird, wurde in der Forsterhalle durch Menschen eingeschleppt (Essensreste). Es sind in diesem Falle demzufolge wir selbst, die Höhlenbesucher, welche das potentielle gesundheitliche Risiko durch Schimmelpilze heraufbeschwören können.

Ausblick

Mikroskopische Bestimmungen der Pilze ist zwar eine schnelle und kostengünstige Methode (pro Probe ca. 10-30.-), allerdings bringt sie ihre Probleme, wie der Versuch in der Neuenburger zeigen konnte. Die Pilze sind entweder wegen fehlenden Sporen oder Hyphen oder wegen untypischen Wachstumsformen schwer zu bestimmen. Für weitere Studien könnten aber zwei auf Mikroskopie basierte Techniken angewendet werden, wenn eine mikroskopische gewünscht ist:

1. Abklatschproben: Dabei werden (vorzugsweise auf trockenen) Oberflächen mittels Klebefilm die Sporen und Hyphen von Pilzen aufgenommen, im Labor eingefärbt und mikroskopisch untersucht.
2. Abstrichproben: Mit sterilen Wattestäbchen werden Oberflächen abgewischt. Im Labor können so Schimmelpilzsporen auf Nährböden übertragen werden. Kultivierbare Pilze wachsen dann unter Laborbedingungen, was die Bestimmung erleichtert.

Genetische Untersuchungen könnten ein umfangreicheres Bild über die Pilzwelt in Höhlen geben, allerdings werden so viele Pilzarten mitbestimmt, welche sich zum Beprobungszeitpunkt in einem inaktiven Zustand befinden, sei es, weil es ruhende Sporen sind oder weil es sich um Fragmente toter Pilze handelt. Genetische Untersuchungen auf DNA-Basis tragen meist höhere Kosten mit sich. So kostet die DNA-

Extraktion und -Amplifizierung inkl. Auswertung ca. 200-300.- pro Probe. Eine systematische Beprobung analog zu Suetrong et al. (2023) würde ca. 10-30 Proben pro Höhle benötigen. Eine solche Studie könnte durchaus in Erwägung gezogen werden.

Die Demonstration, dass durch die Menschen eingetragene Substrate zu einem potentiellen gesundheitlichen Problem in Höhlen führen könnten birgt die Frage, ob wir nicht auch biologische Abfälle aus Höhlen bei Möglichkeit heraustragen sollten. So könnten z.B. bei zukünftigen Höhlenreinigungen auch Holzabfälle, Fäkalien und Essensreste sauber zusammengesammelt und ausserhalb der Höhle deponiert oder kompostiert werden, um die Höhlenwelt nicht mit zusätzlicher organischer Materie zu belasten.

Hoffentlich können diese ersten Resultate für Neuenburgerhöhle, Nidlenloch und Hölloch weitere Pilz-bezogene Untersuchungen in Schweizer Höhlen motivieren und so mehr Licht ins Dunkle zu bringen. Ein besseres Verständnis der Höhlen -bewohnenden Pilze, ihrer Verschleppung und Ökologie kann uns helfen diese fragilen Systeme besser zu schützen und auf allfällige Neobiota richtig zu reagieren, denn ein europäisches Äquivalent zum «white-nose syndrome» kann nicht ausgeschlossen werden.

Danksagung

Ich danke der Verwaltung Nidlenloch, in erster Linie Tom Hermann, welcher mich motiviert und unterstützt hatte, diese Untersuchungen durchzuführen. Grosser Dank geht an die Teilnehmer der Expeditionen, die mit Material und Manpower die Probenahmen unterstützten. Insbesondere danke ich Beat Heeb, Hansjürg Welti, Jonny Schönenberger, Tinu Reber, Marco Faggi, Mü Widmer, Urs Sandfuchs, Erwin Tschümperlin & Magdalena Hubmann. Ohne die Unterstützung durch das Schimmelpilzlabor Jenny GmbH (Hanspeter Jenny) wären die Untersuchungen gar nicht möglich gewesen. Hanspeter stellte uns den Luftkeimsammler für diese Abklärungen sowie die entsprechenden Analyseergebnisse kostenlos zur Verfügung.

Quellen

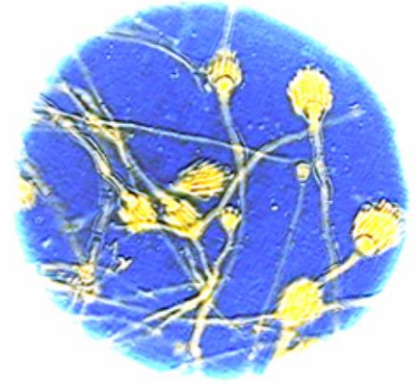
- Hoyt, J. R., Kilpatrick, A. M., & Langwig, K. E. (2021). Ecology and impacts of white-nose syndrome on bats. *Nature Reviews Microbiology*, 19(3), 196-210.
- Suetrong, S., Preedanon, S., Kobmoo, N., Srihom, C., Somrithipol, S., Saengkaewsuk, S., ... & Boonyuen, N. (2023). Unravelling the hidden diversity of cave mycobiota in Thailand's Satun Geopark. *Scientific Reports*, 13(1), 19162.
- Dickson, G. W., & Kirk, P. W. (1976). Distribution of heterotrophic microorganisms in relation to detritivores in Virginia caves (with supplemental bibliography on cave mycology and microbiology). The distributional history of the biota of the southern Appalachians. Part IV. Algae and Fungi. University Press of Virginia, 205-226.
- Vanderwolf, K. J., Malloch, D., McAlpine, D. F. F., & Graham, J. (2013). A world review of fungi, yeasts, and slime molds in caves.

Anhänge

1. Laborbericht Hölloch
2. Laborbericht Nidlenloch

Laborbericht

f ü r b a u b i o l o g i s c h e Z w e c k e



A n a l y s e v o n

- S c h i m m e l p i l z e n
- H o l z z e r s t ö r e n d e n P i l z e n
- H e f e p i l z e n

Aktenzeichen: 2/2024 – Höhle Hölloch, Muotathal – Hr. Konstantin von Gunten

Objekt: Höhle Hölloch, Muotathal

Thema: Bestimmung der Schimmelpilz-, Hefepilz- und Bakterien-Keim-Belastung der Raumluft.

Datum der Probenahme: 17. Feb. 2024

Datum Eingang der Proben: 20. Feb. 2024

Datum der Berichterstellung: 28. Feb. 2024

Auftraggeber: Herr Konstantin von Gunten, Sempacherstr. 24, 4053 Basel.

Verfasserin: **Schimmelpilzlabor Jenny GmbH**

Ahornstr. 80, 4952 Eriswil

TEL: 071 650 01 70

Email: spl@bluewin.ch

www.schipi.ch

INHALTSVERZEICHNIS

AUFTRAG, VORGEHEN.....	3
ZUSAMMENFASSUNG DER RESULTATE	3
DETAIL-RESULTATE DER BEBRÜTETEN LUFT-PROBEN	4
ANHANG I: DIVERSE BEURTEILUNGSGRUNDLAGEN	7
. I A) SBM2008 UND SBM 2003 / STANDARD BAUBIOLOGISCHE MESSTECHNIK ...	7
. I B) WELTWEITE RICHT- U. ORIENTIERUNGSWERTE, LUFTKEIMWERTE.....	8
ANHANG II: HAUPTSÄCHLICH BETROFFENE PERSONENGRUPPEN.....	9
ANHANG III: MÖGLICHE SYMPTOME BEI PILZBELASTUNGEN.....	9
ANHANG IV: VERWENDETE GERÄTE UND NÄHRMEDIEN	10
ANHANG V: DESINFEKTIONSMITTEL.....	11
ANHANG VI: PERSÖNLICHE SCHUTZAUSRÜSTUNG FÜR SANIERUNG, BEZUGSQUELLEN.....	11
ANHANG VII: LITERATURANGABEN.....	12

Qualitätssicherung im Unternehmen

Die Schimmelpilzlabor Jenny GmbH ist aus einem Spinoff der ehemals ISO9001:2000-zertifizierten Firma ASMT GmbH (Flawil) entstanden. Das in der Firma ASMT GmbH integrierte und bewährte Qualitäts-sicherungsmanagement-System ISO 9001:2000 wurde auch bei der Schimmelpilzlabor Jenny GmbH integriert und wird firmenintern gepflegt. Die Audits werden intern durchgeführt.

Veröffentlichung und Weitergabe des Laborberichtes

Dieser Laborbericht ist ausschliesslich für den Auftraggeber, seinen Kunden, dem betroffenen Vermieter/Eigentümer, betroffene Bauunternehmung, betroffenen/involvierten Architekten, der involvierten ArztInnen, TherapeutInnen, Juristen & Rechtsanwälten und betroffenen/involvierten Versicherungen bestimmt.

Eine Weitergabe an Dritte ist nur mit Einwilligungen des Auftraggebers und der **Schimmelpilzlabor Jenny GmbH** gestattet.

Eine Veröffentlichung, Vervielfältigung oder Weitergabe an unbeteiligte Dritte (auch anonymisierten) Laborberichtes ist in jedem Falle nicht gestattet.

Auftrag, Vorgehen

Die **Luft**-Proben sollen nach der Bebrütung untersucht werden. Die Proben sollen auf verschiedenen Nährböden und bei ca. 20°C und 37°C bebrütet werden. Die Dauer der Bebrütung beträgt bis ca. 3 Wochen. Es sollen die in den auffälligen Proben hauptsächlich vorkommenden Gattungen und wenn sinnvoll / notwendig auch die Arten der hauptsächlich gediehenen Schimmelpilze bestimmt werden. Es sollen die Parameter Anzahl keimfähige Luftkeime pro m³ Luft (KBE/m³) bestimmt werden.

Zusammenfassung der Resultate

► Luftkeimanalyse

► Luftproben von den Raumbereichen **H1 Styx** und **H2**:

1. **Schimmelpilze:** Die Analysen haben keine auffällig erhöhten Konzentrationen kultivierbarer Schimmelpilzsporen in der Raumluft ergeben.
2. **Hefepilze:** Die Analysen haben keine auffällig erhöhten Konzentrationen kultivierbarer Hefepilzkeime in der Raumluft ergeben.
3. **Bakterien:** Die Analysen haben keine auffällig erhöhten Konzentrationen kultivierbarer Bakterienkeime in der Raumluft ergeben.

Zusammensetzung der Mikroorganismen: Die tiefen Keimzahlen erlaubten keine Schlussfolgerung betr. allenfalls auffälligen Zusammensetzungen der gediehenen Organismen.

Schluss: Unter Berücksichtigung der systembedingt relativ grossen Unsicherheiten im Zusammenhang mit mikrobiologischen Luftkeim-Analysen sind alle **Ergebnisse nicht auffällig**.

Details der Luftkeim-Analysen: Siehe bitte folgende zwei Seiten.

Detail-Resultate der bebrüteten Luft-Proben

Pilz- und Bakterien-Kulturen auf Agar-Nährböden: Malzextrakt/MEA, DG18 mit Antibiotikum.

KBE/m³: Anzahl Kolonie bildende Einheiten (Anzahl auf den Nährböden gediehene Pilz- resp. Bakterienkolonien x Korrekturfaktor für Sampler-Geräte-System) pro 1 m³ Luftvolumen.

Probenahme-Volumen je Nährboden: 100 Liter

Luftproben: Kultivierbare Keime pro 1000 Liter Luftvolumen / KBE/m³ Wenn nichts angegeben in den Keimzahl-Feldern handelt es sich um Schimmelpilze .			
Probenahme Orte	2 Nährböden DG18, Bebrütung bei 20°C	Nährboden MEA, Bebrütung bei 20°C	Nährboden MEA, Bebrütung bei 37°C
H1 Styx	70 KBE/m ³ 100 KBE/m ³	70 KBE/m ³ Bakterien: 30 KBE/m ³	Schimmelpilze: 0 KBE/m ³ Hefen: 0 KBE/m ³ Bakterien: 10 KBE/m ³
H2	80 KBE/m ³ 60 KBE/m ³	90 KBE/m ³ Bakterien: 10 KBE/m ³	Schimmelpilze: 0 KBE/m ³ Hefen: 0 KBE/m ³ Bakterien: 0 KBE/m ³

Für einen Vergleich der obigen Zahlen mit Erfahrungswerten, Grenzwerten und Richtwerten (weltweit) siehe bitte Anhang I, Diverse Beurteilungsgrundlagen **lb, lc**.

Einige Schimmelpilze bilden Sporen, die in einem Schleimtropfen am Sporenträger kleben bleiben und deshalb kaum in Luftproben nachweisbar sind (z.B. *Stachybotrys chartarum* findet man sehr selten in Luftproben).

Schimmelpilze haben ihre „Flugzeiten“; d.h. je nach Reifestadium, Wetter resp. rel. Luftfeuchtigkeit, Jahreszeit, Luftbewegungen usw. finden sich mehr oder weniger Sporen in der Luft und deshalb können die Luftkeimzahlen zeitlich stark schwanken.

Die Korrekturfaktoren der betreffenden Probenahme-Systeme nehmen bei Keimzahlen über ca. 1000 KBE/m³ exponentiell zu. Damit nimmt allerdings bei höheren Keimzahlen auch die Ungenauigkeit zu. Die Zahlen in obiger Tabelle sind aus diesen Gründen mit einer gewissen Vorsicht zu interpretieren.

Allgemeines zu Luft-Analysen: Es handelt sich um eine **Momentaufnahme**; es ist durchaus möglich, dass sich zu einem anderen Messzeitpunkt andere Resultate ergeben. Leider ist dies im Bereich mikrobiologischer Raumlufthuntersuchungen, wie sie üblicherweise durchgeführt werden, stets ein Handicap.

Luftproben: Keimzahlen pro bebrüteter Nährbodenplatte, unkorrigiert			
Probenahme Orte	2 Nährböden DG18, Bebrütung bei 20°C	Nährboden MEA, Bebrütung bei 20°C	Nährboden MEA, Bebrütung bei 37°C
H1 Styx	<i>Cladosporium</i> spp. 1 KBE <i>Penicillium</i> spp. 1 KBE 4 KBE <i>Aspergillus</i> spp. 2 KBE 1 KBE <i>Eurotium</i> spp. 1 KBE 1 KBE Sterile Mycelien 1 KBE 1 KBE <i>Wallemia sebi</i> 1 KBE 2 KBE <i>Alternaria</i> spp. 1 KBE	<i>Cladosporium</i> spp. 1 KBE <i>Penicillium</i> spp. 3 KBE <i>Aspergillus</i> spp. 1 KBE Diverses 2 KBE Bakterien 3 KBE	Bakterien 1 KBE
H2	<i>Penicillium</i> spp. 3 KBE 3 KBE <i>Eurotium</i> spp. 1 KBE <i>Acremonium</i> spp. 1 KBE 1 KBE Sterile Mycelien 1 KBE Diverses 1 KBE 2 KBE <i>Wallemia sebi</i> 1 KBE	<i>Penicillium</i> spp. 5 KBE <i>Aspergillus</i> spp. 1 KBE Sterile Mycelien 3 KBE Bakterien 1 KBE	

Hinweis: Nachfolgend werden die gesundheitlichen Aspekte aufgeführt, welche die hauptsächlich gefundenen Schimmelpilze möglicherweise verursachen könnten; diese Informationen sind jedoch in der Praxis erst relevant, wenn tatsächlich ein *grossflächiger* Befall resp. ein *massives* Schimmelpilz-Problem vorliegen würde.

- ***Penicillium* spp./*Talaromyces* spp.:** Allergenes Potenzial und mögliche Giftstoff/Toxin-Bildner (je nach Bedingungen und Stamm) *. Bilden meist sehr zahlreiche, kleine und gut flugfähige Sporen. Die Bildung antibiotisch wirkender Substanzen ist bekannt (Domsch & Gams, 1993). Eine Bestimmung der **Arten** innerhalb der *Penicillium*- resp. *Talaromyces*-**Gattung** macht in unseren Breitengraden keinen Sinn, da die bei uns gedeihenden Arten keine relevanten Unterschiede in Bezug gesundheitlicher Bedeutungen aufweisen, und sie gehören fast ausnahmslos zu den eher harmlosen Schimmelpilzen.

* Wobei die möglicherweise produzierten Giftstoffe bei kleinen Befallsflächen und kurzer Expositionszeit gesundheitlich kaum relevant sind. Giftstoffe von Schimmelpilzen werden hauptsächlich durch verschimmelte Nahrungsmittel aufgenommen und weit weniger durch die Atemluft resp. durch luftgetragene Sporen oder Stäube. Damit nicht unnötig Sporen und Staub aufgewirbelt werden, sollte ein Schimmelpilz-Befall nicht angeblasen oder gar mit Druckluft weggeblasen werden, und bei der Sanierung muss sehr sorgfältig vorgegangen werden.

Neue Erkenntnisse: Schimmelpilze können flüchtige Stoffe produzieren, die bei deren Einatmen das Potenzial haben, Parkinson'sche Symptome auszulösen. Dies ergaben neuere Forschungen der Universitäten Rutgers (US-Bundesstaat New Jersey) und Emory (US-Privatuniversität in Druid-Hills, Atlanta in Georgia); veröffentlicht unter „Rutgers Today“, Forscherinnen Dr. Arati A. Inamdar und Dr. biol. Joan Bennett u.a., untersuchtes VOC: 1-octen-3-ol; in der Umgangssprache „Schimmel-Alkohol“ oder „Schimmel-Fusel“ genannt.

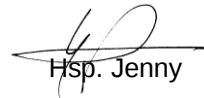
► Erläuterung zum verwendeten Ausdruck „**allergenes Potenzial**“:

Folgende Erkrankungen/Symptome können verursacht werden: Asthma, Reizungen der Schleimhäute und z.T. auch der Haut, Fließschnupfen, Husten, Niessanfälle, Nesselfieber, usw..

► Erläuterung zum verwendeten Ausdruck **sp.** oder **spp.** (z.B. „**Eurotium sp.** oder **spp.**“): **Art** resp. **Arten**; Es handelt sich um eine Schimmelpilz-Art oder Schimmelpilz-Arten der Gattung **Eurotium**. Eine Bestimmung der Art resp. der Arten (z.B. **Eurotium amstelodami**) war aus irgendeinem Grunde nicht notwendig oder nicht möglich.

28. Feb. 2024

Schimmelpilzlabor Jenny GmbH



Hsp. Jenny

Anhang I: Diverse Beurteilungsgrundlagen

I a) SBM2008 und SBM 2003 / Standard Baubiologische Messtechnik

Die baubiologischen Richtwerte sind Vorsorgewerte und Orientierungshilfen. Sie beziehen sich auf das Langzeitrisko und die empfindliche Regenerationszeit des Menschen.

- Die Schimmelpilz-**Zahlen** in der Raumluft sollten unter denen im Freien bzw. im Bereich von unbelasteten Vergleichsräumen liegen.
- Die Schimmelpilz-**Arten** in der Raumluft sollten sich nicht wesentlich von denen im Freien resp. in unbelasteten Vergleichsräumen unterscheiden.
- Besonders **kritische** und **toxinbildende** Keime sollten in Räumen **nicht oder nur minimal** nachweisbar sein.
- Jeder Auffälligkeit, jedem Verdacht oder Hinweis ist nachzugehen: sichtbares Pilzwachstum – je grösser desto kritischer, feuchteindizierende Pilze, Mykotoxine und andere Stoffwechselprodukte, kühle Oberflächen – Wärmebrücken, dauerhaft hohe Luft- und Materialfeuchte, Bau- und Feuchteschäden, Problemkonstruktionen, Gerüche, Gebäudeanamnese, Krankheitssymptome, umweltmedizinische Ergebnisse....

- **Luft-Keime (Schimmelpilze):**

weniger als 200 KBE/m ³ :	unauffällig . Entspricht +/- natürlichen Bedingungen und nahezu unausweichlichem Mindestmass zivilisatorischer Einflüsse
200-500 KBE/m ³ :	schwach auffällig . Vorsichtshalber und mit besonderer Rücksicht auf empfindliche oder kranke Menschen sollten Verbesserungen umgesetzt werden, wann immer es geht.
500-1000 KBE/m ³ :	stark auffällig , aus baubiologischer Sicht unakzeptabel; Handlungsbedarf vorhanden. Sanierungen sollten bald durchgeführt werden. Neben zahlreichen Fallstudien weisen wissenschaftliche Studien auf biologische Effekte und gesundheitliche Probleme hin.
mehr als 1000 KBE/m ³ :	extrem auffällig , konsequenter und kurzfristiger Handlungsbedarf vorhanden. Hier werden teilweise internationale Richtwerte und Empfehlungen für Innenräume und Arbeitsplätze erreicht oder überschritten.

(Voraussetzungen zur Anwendung dieser Beurteilungsgrundlage: es handelt sich um **Orientierungswerte** (Erfahrungswerte aus der Baubiologie), beim Einsatz von YM-Baubiologie-Agar und Bebrütung bei 20-24°C sowie bei relativ niedrigen Aussenluft-Referenzwerten unter 500 KBE/m³.)

- **Keime auf Oberflächen (Schimmelpilze):**

weniger als 20 KBE/dm ² :	unauffällig
20-50 KBE/dm ² :	schwach auffällig
50-100 KBE/dm ² :	stark auffällig
mehr als 100 KBE/dm ² :	extrem auffällig

(Angaben für Oberflächen unter alltäglichen, regelmässig gereinigten Bedingungen)

Hefepilze und deren Stoffwechselprodukte

Hefepilze sollten in der Raumluft, auf Oberflächen und Materialien oder in Bett-, Wäsche-, Hygiene-, Bad-, Küchen-, und Lebensmittel-Bereichen nicht oder nur minimal nachweisbar sein. Das gilt speziell für kritische Hefen.

Bakterien und deren Stoffwechselprodukte

Die Bakterienzahlen in der Raumluft sollten im Bereich oder unter denen der Aussenluft bzw. von unbelasteten Vergleichsräumen liegen. Besonders kritische Keime sollten nicht oder nur minimal nachweisbar sein, weder in der Luft noch auf Materialien, in Trinkwasser-, Hygiene-, Bad- oder Küchen-Bereichen. Jedem Verdacht oder Hinweis ist nachzugehen: hohe Materialfeuchte, Nässeschäden, Hygiene- und Fäkalienprobleme, Gerüche.

I b) Weltweite Richt- u. Orientierungswerte, Luftkeimwerte

WHO (Weltgesundheitsorganisation)

Pathogene und toxische Pilze sind in der Innenraumluft **nicht** zu akzeptieren.

Ab 50 KBE/m³ **einer** Pilzart ist nach Quellen zu suchen.

Bis max. 500 KBE/m³ sind bei einer Mischung umwelttypischer Pilzarten (z.B. *Cladosporium spp.*) zu vertreten.

SUVA

Orientierungswerte für Arbeitsplätze: Für Schimmelpilze max. 1000 KBE/m³

Niederlande

> 10.000 KBE/m³ = Gesundheitsgefährdung

> 500 KBE/m³ einer potentiell pathogenen Art = Gesundheitsgefährdung

ACGIH (American Conference of Industrial Governmental Hygienists):

< 100 KBE/m³ sollte angestrebt werden

100-1000 KBE/m³ = natürliche Schwankungen, wenn typische Außenluftkeime

> 1000 KBE/m³ = nur in bestimmten Bereichen wie z. B. landwirtschaftliche Betriebe

AIHA (American Industrial Hygienists Association)

> 1000 KBE/m³ = impliziert eine "untypische" Situation

Innenraumkonzentration deutlich über Außenluft = Innenraumquelle vorhanden

CEC (Kommission der europäischen Gemeinschaft / European Collaborative Action on Urban Air, Indoor Environment and Human Exposure, ECA Report Nr.12 "Biological particles in indoor environments" 1993)

Bewertung von Luftkeimzahlen in Wohnungen:

> 10.000 KBE/m³ = sehr hoch

< 10.000 KBE/m³ = hoch

< 1.000 KBE/m³ = mittel

< 200 KBE/m³ = niedrig

< 50 KBE/m³ = sehr niedrig

Bewertung von Luftkeimzahlen in Nicht-Industrie-Räumen:

> 2.000 KBE/m³ = sehr hoch

< 2.000 KBE/m³ = hoch

< 500 KBE/m³ = mittel

< 100 KBE/m³ = niedrig

< 25 KBE/m³ = sehr niedrig

Gemäss Aussage ECA: Aus diesen Zahlen kann kein direkter gesundheitlicher Bezug abgeleitet werden.

CMHC (Canada Mortgage and Housing Corporation)

> 50 KBE/m³ und nur eine Schimmelpilzart = Quelle muss identifiziert werden, da keine natürlichen Verhältnisse

< 150-200 KBE/m³ und verschiedene Arten = kein Handlungsbedarf falls kein sichtbarer Befall

> 200 KBE/m³ und verschiedene Arten = weitere Untersuchung als Vorsichtsmaßnahme

USOSHA (United States Occupational Safety and Health Administration)

> 1.000 KBE/m³ = Kontamination resp. mikrobieller Schaden vorhanden

(> 1.000.000 Pilze/Gramm Staub = Kontamination resp. mikrobieller Schaden vorhanden)

• Luft-Keimzahlen im Zusammenhang mit RLT/Raumlufttechnischen Anlagen:

Als Grundlage für eine Beurteilung kann gelten: Richtlinie VDI 6022 resp. SWKI 2003-5 - neu: SWKI VA 104-01 vom 4-2006 / Schweizerischer Verein von Wärme- und Klima-Ingenieuren (Wohnungen sind in den Richtlinien nicht enthalten), Erfahrungen von Heinss, Coutalides, Thalmann et. al.:

1) Werden die folgenden Werte der Luftkeimkonzentrationen überschritten, liegt eine Fehlfunktion oder eine Keim-Quelle im Innenraum vor:

Bakterien: max. ca. 190 KB/m³

Schimmelpilze: max. ca. 120 KBE/m³.

2) Der Gehalt der Raumluft an Stäuben, Bakterien, Pilzen und biologischen Inhaltsstoffen darf dem Gehalt der Aussenluft vor Ort in keiner Kategorie überschreiten; dies gilt insbesondere für das Keimspektrum.

Anhang II: Hauptsächlich betroffene Personengruppen

Die in diesem Laborbericht vorkommenden Angaben bezüglich gesundheitlicher Relevanz von Mikroorganismen sind allgemein zu verstehende Aussagen; die eigentliche medizinische Beurteilung sollte im Einzelfall ein Mediziner vornehmen.

Schimmelpilze und Hefepilze (je nachdem auch Bakterien) in Innenräumen stellen vor allem in folgenden Situationen und hauptsächlich bei folgenden Personengruppen grundsätzlich ein erhöhtes gesundheitliches Risiko dar: Personen ...

- mit Allergien und Asthma-Erkrankungen
- mit MCS/Multiple Chemical Syndrome
- während und nach wiederholten Antibiotika-Therapien
- während und nach wiederholten Kortison-Therapien
- mit Krebserkrankungen und während und nach einer Chemotherapie
- mit Immunsuppression nach Organtransplantationen
- mit HIV-Infektion
- mit allgemein geschwächtem Immunsystem
- mit noch kaum entwickeltem Immunsystem (Neugeborene)
- mit Stoffwechselstörungen
- mit Durchblutungsstörungen
- mit chronischen Entzündungen

Schimmelpilze, Hefepilze und Bakterien sollten deshalb **vor allem** in Spitälern, Altersheimen, Pflegeheimen, Kindergärten und in Wohnungen von kranken, älteren Personen oder Kindern aus gesundheitlicher und hygienischer Sicht nicht toleriert werden.

Anhang III: Mögliche Symptome bei Pilzbelastungen

Schimmel- und Hefepilzbefall wird in der Schweiz im Moment eher bagatellisiert; die gesundheitlichen Risiken durch Schimmel- und Hefepilze werden teilweise unterschätzt. Es gibt erst wenige verlässliche Informationen über kurzzeitliche und langzeitliche gesundheitliche Auswirkungen bei erhöhter Schimmelpilzbelastung. Man nimmt an, dass das gesundheitliche Risiko ähnlich hoch ist, wie dies von Lösemitteln her bekannt ist.

Die häufigsten durch massiven Schimmel- und Hefepilzbefall verursachten Symptome sind:

- Allergien
- Übelkeit
- Kopfschmerzen
- Asthma
- Atembeschwerden
- Gelenk- u. Muskelschmerzen
- chronischer Schnupfen, chronische Nasenneben- u. Stirnhöhlen-Entzündungen
- Blähungen
- psychische Beschwerden
- Husten, chronisches „Hüsteln“
- Überempfindlichkeiten
- Müdigkeit, Lethargie
- Septenbrennen
- Juckreiz
- unspezifische Symptome
- wiederkehrende Blasenentzündungen
- u. a.

Anhang IV: Verwendete Geräte und Nährmedien

Nährmedien:

DG18, MEA Malzextrakt, YM anilinblau mod. Maes, YM, TC; andere Nährmedien je nach Situation.

Laborgeräte:

Brutschränke Firlabo und Iten.

Sicherheits-Arbeitsbank Ehret Aura mit HEPA-Filter.

Forschungsmikroskop Leitz Orthoplan, Trinokular, Interferenzkontrast, Phasenkontrast, Digitalfoto-Einrichtung.

Labormikroskop Leitz Dialux, Trinokular, Auflicht-Fluoreszenz, Digitalfoto-Einrichtung.

Labor-Mikroskop Nikon Optiphot, Trinokular, mit zusätzlichen 4 Betrachter-Stationen (auch für Unterricht und Prüfungen verwendbar), Phasenkontrast, Digitalfoto-Einrichtung.

Stereomikroskop Janex Trinokular, Digitalfoto-Einrichtung.

UV-Bestrahlungsanlage Roger Electronic Products Co. Ltd.

Verwendete Digitalkameras: Nikon Coolpix 4500.

Luft-Keimsammler, Partikelsammler, Partikelzähler:

„MBASS30“ Umweltanalytik Holbach,

„MAS-100“ Merck,

Millipore „M Air T“ (modifiziert für Standard-90 mm Nährböden),

M.A.Q.S.II Microbiol. Air Quality Sampler.

„LaserPCM Iclean“ (MetOne 228B).

Feuchte- und Temperaturmessungen, Infrarotkamera, CO₂-Messungen:

„testo 625“ Thermohygrometer, testo AG, CH-8617 Mönchaltorf

„HPM2000“ von Storch.

Gann „Hydromette Compact B“.

„Klima Bee“ Luftfeuchtigkeit- und Temperatur-Messgerät von TFA Dostmann GmbH & Co. KG.

„HumidCheck Contact“ Materialfeuchte-Messgerät von TFA Dostmann GmbH & Co. KG.

IR-Thermometer „MiniTemp“ von Raytek.

CO₂ von testo.

Langzeitmessungen mit „Klimalogger TA120“ (Temp./Hygro-Logger) von

TFA Dostmann el. GmbH & KG, kalibrierbar.

Infrarotkamera „FLIR i3“.

Drohne mit Wärmebildkamera (DJI Mavic 2 Enterprise Dual)

Endoskope zur optischen Detektion von Schimmelpilz- u. Pilz-Befall in Hohlräumen:

Diverse technische u. medizinische flexible und starre Endoskope von Olympus, Wolf, Storz u.a. mit Lichtquellen.

Anhang V: Desinfektionsmittel

Gegen Schimmelpilze, Hefepilze, Bakterien, Actinomyceten: **Sanosil S010®**:

Enthält Wasserstoffperoxid und Silber, frei von Chlor.

Bezug: **SANOSIL AG**, Eichthalstrasse 49, CH-8634 Hombrechtikon

Telefon: 055 254 00 54 Fax: 055 254 00 59 E-Mail: info@sanosil.com, www.schimmelbekaempfung.ch

Anhang VI: Persönliche Schutzausrüstung für Sanierung, Bezugsquellen

Einweg-Schutzanzüge der Kategorie III und Typ 5 oder Typ 6

und

Feinstaubschutzmasken FFP2 oder FFP3 sind z.B. zu beziehen bei:

- sapos.ch (shop der **SUVA**)
- ProTherm AG, TEL 027 923 58 33
- Thomi + Co. AG, TEL 062 919 83 83
- ZVG AG, TEL 062 396 44 77
- teils auch in Baumärkten, Handwerkerhandel und Farbläden.

Die Schutzanzüge nennen sich z.B.:

„**TYVEK Classic, Kat III, Typ 5**“ (oder Typ 6)

oder

„**Einweg Overall zetDress, Kat III, Typ 5**“ (oder Typ 6).

Anhang VII: Literaturangaben

► Die Angaben betreffend medizinischer Relevanz, hauptsächlichem Vorkommen, Eigenschaften usw. der aufgeführten Gattungen/Arten sind folgenden **Quellen** entnommen worden:

Atlas of clinical fungi, 2th Edition, G.S. de Hoog et al., CBS Centraalbureau voor Schimmelcultures, Utrecht, Netherlands.

Food and Indoor Fungi, R. A. Samson, J. Houbraken, U. Thrane, J. Frisvad, B. Andersen, 2010, CBS Laboratory Manual Series, Utrecht, Netherlands.

Introduction to food- and airborne fungi, 7th edition, Dr. R. Samson et al., CBS Centraalbureau voor Schimmelcultures, Utrecht, Netherlands.

Identification of common Aspergillus species, M. A. Klich, CBS Centraalbureau voor Schimmelcultures, Utrecht, Netherlands.

Penicillium subgenus Penicillium: new taxonomic schemes, mycotoxins and other extrolites; R. Samson u. J. Frisvad, Studies in Mycology 49, CBS Centraalbureau voor Schimmelcultures, Utrecht, Netherlands.

Diagnostik pathogener Pilze des Menschen und seiner Umwelt, Lehrbuch und Atlas. Prof. Dr. Heinz P. R. Seeliger und Dr. Th. Heymer, Georg Thieme Verlag Stuttgart, 1981.

Schimmelpilz-Analyse-Kurse am Landesgesundheitsamt Stuttgart, Referenten Dr. Chr. Trautmann, Dr. Th. Gabrio, Ursula Weidner, Dr. R. Samson Dr. Elen Hoekstra und weitere.

Schimmel im Haus, M. Köneke, Fraunhofer IRB Verlag.

Schimmelpilze und Bakterien in Gebäuden, G. Hankammer, W. Lorenz Verlag Rudolf Müller.

Topthema Schimmelpilz, Sonderband, VBN Verband der Bausachverständigen Norddeutschlands e.V.,

Schimmelpilze in Innenräumen, Bewerten u. Sanieren, VDB Berufsverband Deutscher Baubiologen, 2002.

Schimmelpilze sicher erkennen, sicher sanieren, VDB Berufsverband Deutscher Baubiologen e.V. in Zusammenarbeit mit dem Landesgesundheitsamt Stuttgart, 7. Pilztagung, 2003.

Script Aufbau-seminar Luft, SBM-2000, 2003, IBN Institut für Baubiologie & -ökologie, Neubeuern.

www.doctor-fungus.com. www.enius.de und ergänzend andere Internetquellen (Labors, Hochschulen, Dissertationen usw.).

Schimmel an der Wand–Mücke oder Elefant? Bremer Umweltinstitut, Fangmeyer, Köhler, Dr. Wie, Dr. Zorn.

10. Pilztagung des VDB, Juni 2006: Nachweis, Bewertung, Sanierung und Qualitätsmanagement von Schimmelpilzen in Innenräumen, ISBN 3-9810359-2-5.

Beschreibung und Bestimmung von Bauholzpilzen, Weiss, Wagenführ, Kruse, Verlag DRW.

Hausfäule- und Bauholzpilze, Huckfeldt, Schmidt, Rudolf Müller Verlag.

Wohnen und Gesundheit, Publikation der Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz, Schweiz.

Bundesamt für Gesundheit / BAG Schweiz, Vorsicht Schimmel.

SMGV / Schweiz. Maler- und Gipserunternehmer-Verband, Merkblatt Schimmelpilzsanierungen.

Suvapro / sicher arbeiten, Schimmelpilzsanierungen in Innenräumen.- Sind die Mitarbeitenden wirksam geschützt?

Schimmelpilze; Vorkommen, Gesundheitsgefahren, Schutzmassnahmen, 3. Auflage, 2004, W. Mücke, Ch. Lemmen, Verlag ecomed Biowissenschaften.

Infektiologisch relevante Fadenpilze –Erregerspektrum und Häufigkeit in der Umwelt des Menschen; Dr. Guido Fischer, UBA Stuttgart; ecomed Medizin.

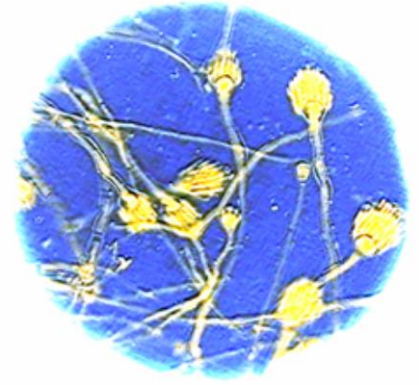
Pilze im Innenraum, Medizinische Aspekte, usw., 3/2006, Prof. Dr. F. Reinthaler u.a.

UBA / Umweltbundesamt DE: Leitfaden zur Vorbeugung, Erfassung und Sanierung von Schimmelbefall in Gebäuden, Ausgabe 2017.

Umweltmedizinische Relevanz von Schimmelpilzen im Lebensumfeld: C. E.W. Herr, TH. Eikmann, B. Heinzow u.a., ecomed Medizin.

Laborbericht

f ü r b a u b i o l o g i s c h e Z w e c k e



A n a l y s e v o n

- S c h i m m e l p i l z e n
- H o l z z e r s t ö r e n d e n P i l z e n
- H e f e p i l z e n

Aktenzeichen: 3/2024 – Nidlenloch, Jungfernschlupf u. Forsterhalle – K. von Gunten

Objekt: **Nidlenloch: Jungfernschlupf und Forsterhalle.**

Thema: Bestimmung der Schimmelpilz-, Hefepilz- und Bakterien-Keim-
Belastung der Raumluft.

Datum der Probenahme: 23. Feb. 2024

Datum Eingang der Proben: 26. Feb. 2024

Datum der Berichterstellung: 4. März 2024

Auftraggeber: Herr Konstantin von Gunten, Sempacherstr. 24, 4053 Basel.

Verfasserin: **Schimmelpilzlabor Jenny GmbH**

Ahornstr. 80, 4952 Eriswil

TEL: 071 650 01 70

Email: spl@bluewin.ch

www.schipi.ch

INHALTSVERZEICHNIS

AUFTRAG, VORGEHEN.....	3
ZUSAMMENFASSUNG DER RESULTATE	3
DETAIL-RESULTATE DER BEBRÜTETEN LUFT-PROBEN	4
ANHANG I: DIVERSE BEURTEILUNGSGRUNDLAGEN	6
. I A) SBM2008 UND SBM 2003 / STANDARD BAUBIOLOGISCHE MESSTECHNIK ...	6
. I B) WELTWEITE RICHT- U. ORIENTIERUNGSWERTE, LUFTKEIMWERTE.....	7
. I C) FAUSTREGEL BEI SICHTBAREM SCHIMMEL-BEFALL	8
ANHANG II: HAUPTSÄCHLICH BETROFFENE PERSONENGRUPPEN.....	9
ANHANG III: MÖGLICHE SYMPTOME BEI PILZBELASTUNGEN.....	9
ANHANG IV: VERWENDETE GERÄTE UND NÄHRMEDIEN	10
ANHANG V: DESINFEKTIONSMITTEL.....	11
ANHANG VI: LITERATURANGABEN.....	12

Qualitätssicherung im Unternehmen

Die Schimmelpilzlabor Jenny GmbH ist aus einem Spinoff der ehemals ISO9001:2000-zertifizierten Firma ASMT GmbH (Flawil) entstanden. Das in der Firma ASMT GmbH integrierte und bewährte Qualitäts-sicherungsmanagement-System ISO 9001:2000 wurde auch bei der Schimmelpilzlabor Jenny GmbH integriert und wird firmenintern gepflegt. Die Audits werden intern durchgeführt.

Veröffentlichung und Weitergabe des Laborberichtes

Dieser Laborbericht ist ausschliesslich für den Auftraggeber, seinen Kunden, dem betroffenen Vermieter/Eigentümer, betroffene Bauunternehmung, betroffenen/involvierten Architekten, der involvierten AerztInnen, TherapeutInnen, Juristen & Rechtsanwälten und betroffenen/involvierten Versicherungen bestimmt.

Eine Weitergabe an Dritte ist nur mit Einwilligungen des Auftraggebers und der **Schimmelpilzlabor Jenny GmbH** gestattet.

Eine Veröffentlichung, Vervielfältigung oder Weitergabe an unbeteiligte Dritte (auch anonymisierten) Laborberichtes ist in jedem Falle nicht gestattet.

Auftrag, Vorgehen

Die **Luft**-Proben sollen nach der Bebrütung untersucht werden. Die Proben sollen auf verschiedenen Nährböden und bei ca. 20°C und 37°C bebrütet werden. Die Dauer der Bebrütung beträgt bis ca. 3 Wochen. Es sollen die in den auffälligen Proben hauptsächlich vorkommenden Gattungen und wenn sinnvoll / notwendig auch die Arten der hauptsächlich gediehenen Schimmelpilze bestimmt werden. Es sollen die Parameter Anzahl keimfähige Luftkeime pro m³ Luft (KBE/m³) bestimmt werden.

Zusammenfassung der Resultate

► Luftkeimanalyse

► Luftproben vom Bereich N1: **Jungfernschlupf**:

1. **Schimmelpilze**: Die Analyse hat keine auffällig erhöhte Konzentration kultivierbarer Schimmelpilzsporen in der Raumluft ergeben.
2. **Hefepilze**: Die Analyse hat keine auffällig erhöhte Konzentration kultivierbarer Hefepilzkeime in der Raumluft ergeben.
3. **Bakterien**: Die Analyse hat keine auffällig erhöhte Konzentration kultivierbarer Bakterienkeime in der Raumluft ergeben.

Zusammensetzung der Mikroorganismen: Die tiefen Keimzahlen erlaubten keine Schlussfolgerung betr. allenfalls auffälligen Zusammensetzungen der gediehenen Organismen.

Schluss: Unter Berücksichtigung der systembedingt relativ grossen Unsicherheiten im Zusammenhang mit mikrobiologischen Luftkeim-Analysen sind die **Ergebnisse nicht auffällig**.

► Luftproben vom Bereich N2: **Forsterhalle**:

1. **Schimmelpilze**: Die Analyse hat eine **stark auffällig erhöhte** Konzentration kultivierbarer Schimmelpilzsporen in der Raumluft ergeben.
2. **Hefepilze**: Die Analyse hat keine auffällig erhöhte Konzentration kultivierbarer Hefepilzkeime in der Raumluft ergeben.
3. **Bakterien**: Die Analyse hat keine auffällig erhöhte Konzentration kultivierbarer Bakterienkeime in der Raumluft ergeben.

Zusammensetzung der Mikroorganismen: Auf Grund der gediehenen Gattungen/Arten sind Hinweise auf eine Auffälligkeit vorhanden. Die gefundene Zusammensetzung der Gattungen/Arten ist nicht Innenraum- und umwelttypisch.

Hinweis: Die Probenahme erfolgte nach aktivem Bewegen resp. Aufwirbeln der Raumluft (sog. „aktive Probenahme“).

Schluss: Unter Berücksichtigung der systembedingt relativ grossen Unsicherheiten im Zusammenhang mit mikrobiologischen Luftkeim-Analysen sind die **Ergebnisse stark auffällig**.

Details der Luftkeim-Analysen: Siehe bitte folgende Seite.

Detail-Resultate der bebrüteten Luft-Proben

Pilz- und Bakterien-Kulturen auf Agar-Nährböden: Malzextrakt/MEA, DG18 mit Antibiotikum.

KBE/m³: Anzahl Kolonie bildende Einheiten (Anzahl auf den Nährböden gediehene Pilz- resp. Bakterienkolonien x Korrekturfaktor für Sampler-Geräte-System) pro 1 m³ Luftvolumen.

Probenahme-Volumen je Nährboden: 100 Liter

Luftproben: Kultivierbare Keime pro 1000 Liter Luftvolumen / KBE/m³ Wenn nichts angegeben in den Keimzahl-Feldern handelt es sich um Schimmelpilze .			
Probenahme Orte	2x Nährboden DG18 Bebrütung bei 20°C	Nährboden MEA Bebrütung bei 20°C	Nährboden MEA Bebrütung bei 37°C
N1 Jungfern- schlupf	150 KBE/m ³ 50 KBE/m ³ kein Schwerpunkt betr. gediehenen Gattungen/Arten	110 KBE/m ³ kein Schwerpunkt betr. gediehenen Gattungen/Arten	Schimmelpilze: 40 KBE/m ³ Hefen: 0 KBE/m ³ Bakterien: 0 KBE/m ³
N2 Forster- Halle aktive Probenahme	ca. 12`000 KBE/m <sup>3</sup> ca. 12`000 KBE/m ³ hauptsächlich <i>Penicillium</i> spp. d.h. dies ist eine auffällige Zusammensetzung für Innenräume	ca. 11`000 KBE/m ³ hauptsächlich <i>Penicillium</i> spp. d.h. dies ist eine auffällige Zusammensetzung für Innenräume	Schimmelpilze: 30 KBE/m ³ Hefen: 0 KBE/m ³ Bakterien: 0 KBE/m ³

Eigenschaften der hauptsächlich gediehenen Keime in den Innenraum-Luftproben:

Hinweis: Nachfolgend werden die gesundheitlichen Aspekte aufgeführt, welche die gefundenen Schimmelpilze möglicherweise verursachen könnten; diese Informationen sind jedoch in der Praxis erst relevant, wenn tatsächlich ein *grossflächiger* Befall resp. ein *massives* Schimmelpilz-Problem vorliegen würde.

- ***Penicillium* spp./*Talaromyces* spp.** (spp. bedeutet Arten): Leicht auffällige Keimzahlen oder leicht erhöhte Keimzahlen kommen bei diesen Schimmelpilzen in Innenräumen relativ häufig vor, in denen kein eigentlicher Schimmelpilzbefall vorliegt. Begründung: Die teilweise sehr hohe Zahl der von *Penicillium* spp./*Talaromyces* spp. produzierten Sporen und die sehr gut flugfähigen Sporen verteilen sich in Innenräumen gut und gedeihen auch sehr gut auf Nährböden und z.B. in (zeitweise) feuchten Teppichen oder Blumentöpfen, was vielfach zu erhöhten Keimzahlen führt. In Fällen mit leicht erhöhten *Penicillium* spp./*Talaromyces* spp.-Keimzahlen, keinem Verdacht auf einen Befall und kein sichtbarem Befall durch *Penicillium* spp./*Talaromyces* spp. könnten diese Eigenschaften von ***Penicillium* spp./*Talaromyces* spp.** der Grund sein. Ausserdem ist die Aussenluft natürlicherweise häufig durch Sporen von *Cladosporium* spp. und *Penicillium* spp./*Talaromyces* spp. belastet.
- ***Penicillium* spp./*Talaromyces* spp.**: Allergenes Potenzial und mögliche Giftstoff/Toxin-Bildner (je nach Bedingungen und Stamm) *. Bilden meist sehr zahlreiche, kleine und gut flugfähige Sporen. Die Bildung antibiotisch wirkender Substanzen ist bekannt (Domsch & Gams, 1993). Eine Bestimmung der **Arten** innerhalb der *Penicillium*- resp. *Talaromyces*-**Gattung** macht in unseren Breitengraden keinen Sinn, da die bei uns gedeihenden Arten keine relevanten Unterschiede in Bezug gesundheitlicher Bedeutungen aufweisen, und sie gehören fast ausnahmslos zu den eher harmlosen Schimmelpilzen.

* Wobei die möglicherweise produzierten Giftstoffe bei kleinen Befallsflächen und kurzer Expositionszeit gesundheitlich kaum relevant sind. Giftstoffe von Schimmelpilzen werden hauptsächlich durch verschimmelte Nahrungsmittel aufgenommen und weit weniger durch die Atemluft resp. durch luftgetragene Sporen oder Stäube. Damit nicht unnötig Sporen und Staub aufgewirbelt werden, sollte ein Schimmelpilz-Befall nicht angeblasen oder gar mit Druckluft weggeblasen werden, und bei der Sanierung muss sehr sorgfältig vorgegangen werden.

Neue Erkenntnisse: Schimmelpilze können flüchtige Stoffe produzieren, die bei deren Einatmen das Potenzial haben, Parkinson'sche Symptome auszulösen. Dies ergaben neuere Forschungen der Universitäten Rutgers (US-Bundesstaat New Jersey) und Emory (US-Privatuniversität in Druid-Hills, Atlanta in Georgia); veröffentlicht unter „Rutgers Today“, Forscherinnen Dr. Arati A. Inamdar und Dr. biol. Joan Bennett u.a., untersuchtes VOC: 1-octen-3-ol; in der Umgangssprache „Schimmel-Alkohol“ oder „Schimmel-Fusel“ genannt.

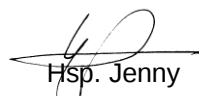
► Erläuterung zum verwendeten Ausdruck „**allergenes Potenzial**“:

Folgende Erkrankungen/Symptome können verursacht werden: Asthma, Reizungen der Schleimhäute und z.T. auch der Haut, Fliessschnupfen, Husten, Niessanfälle, Nesselfieber, usw..

► Erläuterung zum verwendeten Ausdruck **sp.** oder **spp.** (z.B. „*Eurotium* sp. oder **spp.**“): **Art** resp. **Arten**; Es handelt sich um eine Schimmelpilz-Art oder Schimmelpilz-Arten der Gattung *Eurotium*. Eine Bestimmung der Art resp. der Arten (z.B. *Eurotium amstelodami*) war aus irgendeinem Grunde nicht notwendig oder nicht möglich.

4. Feb. 2024

Schimmelpilzlabor Jenny GmbH


Hsp. Jenny

Anhang I: Diverse Beurteilungsgrundlagen

I a) SBM2008 und SBM 2003 / Standard Baubiologische Messtechnik

Die baubiologischen Richtwerte sind Vorsorgewerte und Orientierungshilfen. Sie beziehen sich auf das Langzeitrisko und die empfindliche Regenerationszeit des Menschen.

- Die Schimmelpilz-**Zahlen** in der Raumluft sollten unter denen im Freien bzw. im Bereich von unbelasteten Vergleichsräumen liegen.
- Die Schimmelpilz-**Arten** in der Raumluft sollten sich nicht wesentlich von denen im Freien resp. in unbelasteten Vergleichsräumen unterscheiden.
- Besonders **kritische** und **toxinbildende** Keime sollten in Räumen **nicht oder nur minimal** nachweisbar sein.
- Jeder Auffälligkeit, jedem Verdacht oder Hinweis ist nachzugehen: sichtbares Pilzwachstum – je grösser desto kritischer, feuchteindizierende Pilze, Mykotoxine und andere Stoffwechselprodukte, kühle Oberflächen – Wärmebrücken, dauerhaft hohe Luft- und Materialfeuchte, Bau- und Feuchteschäden, Problemkonstruktionen, Gerüche, Gebäudeanamnese, Krankheitssymptome, umweltmedizinische Ergebnisse....

• Luft-Keime (Schimmelpilze):

weniger als 200 KBE/m ³ :	unauffällig . Entspricht +/- natürlichen Bedingungen und nahezu unausweichlichem Mindestmass zivilisatorischer Einflüsse
200-500 KBE/m ³ :	schwach auffällig . Vorsichtshalber und mit besonderer Rücksicht auf empfindliche oder kranke Menschen sollten Verbesserungen umgesetzt werden, wann immer es geht.
500-1000 KBE/m ³ :	stark auffällig , aus baubiologischer Sicht unakzeptabel; Handlungsbedarf vorhanden. Sanierungen sollten bald durchgeführt werden. Neben zahlreichen Fallstudien weisen wissenschaftliche Studien auf biologische Effekte und gesundheitliche Probleme hin.
mehr als 1000 KBE/m ³ :	extrem auffällig , konsequenter und kurzfristiger Handlungsbedarf vorhanden. Hier werden teilweise internationale Richtwerte und Empfehlungen für Innenräume und Arbeitsplätze erreicht oder überschritten.

(Voraussetzungen zur Anwendung dieser Beurteilungsgrundlage: es handelt sich um **Orientierungswerte** (Erfahrungswerte aus der Baubiologie), beim Einsatz von YM-Baubiologie-Agar und Bebrütung bei 20-24°C sowie bei relativ niedrigen Aussenluft-Referenzwerten unter 500 KBE/m³.)

• Keime auf Oberflächen (Schimmelpilze):

weniger als 20 KBE/dm ² :	unauffällig
20-50 KBE/dm ² :	schwach auffällig
50-100 KBE/dm ² :	stark auffällig
mehr als 100 KBE/dm ² :	extrem auffällig

(Angaben für Oberflächen unter alltäglichen, regelmässig gereinigten Bedingungen)

Hefepilze und deren Stoffwechselprodukte

Hefepilze sollten in der Raumluft, auf Oberflächen und Materialien oder in Bett-, Wäsche-, Hygiene-, Bad-, Küchen-, und Lebensmittel-Bereichen nicht oder nur minimal nachweisbar sein. Das gilt speziell für kritische Hefen.

Bakterien und deren Stoffwechselprodukte

Die Bakterienzahlen in der Raumluft sollten im Bereich oder unter denen der Aussenluft bzw. von unbelasteten Vergleichsräumen liegen. Besonders kritische Keime sollten nicht oder nur minimal nachweisbar sein, weder in der Luft noch auf Materialien, in Trinkwasser-, Hygiene-, Bad- oder Küchen-Bereichen. Jedem Verdacht oder Hinweis ist nachzugehen: hohe Materialfeuchte, Nässeschäden, Hygiene- und Fäkalienprobleme, Gerüche.

I b) Weltweite Richt- u. Orientierungswerte, Luftkeimwerte

WHO (Weltgesundheitsorganisation)

Pathogene und toxische Pilze sind in der Innenraumluft **nicht** zu akzeptieren.

Ab 50 KBE/m³ **einer** Pilzart ist nach Quellen zu suchen.

Bis max. 500 KBE/m³ sind bei einer Mischung umwelttypischer Pilzarten (z.B. *Cladosporium spp.*) zu vertreten.

SUVA

Orientierungswerte für Arbeitsplätze: Für Schimmelpilze max. 1000 KBE/m³

Niederlande

> 10.000 KBE/m³ = Gesundheitsgefährdung

> 500 KBE/m³ einer potentiell pathogenen Art = Gesundheitsgefährdung

ACGIH (American Conference of Industrial Governmental Hygienists):

< 100 KBE/m³ sollte angestrebt werden

100-1000 KBE/m³ = natürliche Schwankungen, wenn typische Außenluftkeime

> 1000 KBE/m³ = nur in bestimmten Bereichen wie z. B. landwirtschaftliche Betriebe

AIHA (American Industrial Hygienists Association)

> 1000 KBE/m³ = impliziert eine "untypische" Situation

Innenraumkonzentration deutlich über Außenluft = Innenraumquelle vorhanden

CEC (Kommission der europäischen Gemeinschaft / European Collaborative Action on Urban Air, Indoor Environment and Human Exposure, ECA Report Nr.12 "Biological particles in indoor environments" 1993

Bewertung von Luftkeimzahlen in Wohnungen:

> 10.000 KBE/m³ = sehr hoch

< 10.000 KBE/m³ = hoch

< 1.000 KBE/m³ = mittel

< 200 KBE/m³ = niedrig

< 50 KBE/m³ = sehr niedrig

Bewertung von Luftkeimzahlen in Nicht-Industrie-Räumen:

> 2.000 KBE/m³ = sehr hoch

< 2.000 KBE/m³ = hoch

< 500 KBE/m³ = mittel

< 100 KBE/m³ = niedrig

< 25 KBE/m³ = sehr niedrig

Gemäss Aussage ECA: Aus diesen Zahlen kann kein direkter gesundheitlicher Bezug abgeleitet werden.

CMHC (Canada Mortgage and Housing Corporation)

> 50 KBE/m³ und nur eine Schimmelpilzart = Quelle muss identifiziert werden, da keine natürlichen Verhältnisse

< 150-200 KBE/m³ und verschiedene Arten = kein Handlungsbedarf falls kein sichtbarer Befall

> 200 KBE/m³ und verschiedene Arten = weitere Untersuchung als Vorsichtsmaßnahme

USOSHA (United States Occupational Safety and Health Administration)

> 1.000 KBE/m³ = Kontamination resp. mikrobieller Schaden vorhanden

(> 1.000.000 Pilze/Gramm Staub = Kontamination resp. mikrobieller Schaden vorhanden)

• Luft-Keimzahlen im Zusammenhang mit RLT/Raumlufttechnischen Anlagen:

Als Grundlage für eine Beurteilung kann gelten: Richtlinie VDI 6022 resp. SWKI 2003-5 - neu: SWKI VA 104-01 vom 4-2006 / Schweizerischer Verein von Wärme- und Klima-Ingenieuren (Wohnungen sind in den Richtlinien nicht enthalten), Erfahrungen von Heinss, Coutalides, Thalmann et. al.:

1) Werden die folgenden Werte der Luftkeimkonzentrationen überschritten, liegt eine Fehlfunktion oder eine Keim-Quelle im Innenraum vor:

Bakterien: max. ca. 190 KB/m³

Schimmelpilze: max. ca. 120 KBE/m³.

2) Der Gehalt der Raumluft an Stäuben, Bakterien, Pilzen und biologischen Inhaltsstoffen darf dem Gehalt der Aussenluft vor Ort in keiner Kategorie überschreiten; dies gilt insbesondere für das Keimspektrum.

I c) Faustregel bei sichtbarem Schimmel-Befall

Orientierende Beurteilung des gesundheitlichen Risikos anhand der Grösse der sichtbar mit Schimmelpilzen befallenen Fläche

(Zusammenfassung aus verschiedenen Quellen, nicht-staatliche Werte, zusammengestellt und modifiziert für die **baubiologische Praxis** durch die **Schimmelpilzlabor Jenny GmbH**)

- **Kategorie S - Normalzustand bzw. geringfügiger Befall:** Bis **max. ca. Handteller-Grösse:** Tolerabel; es sind kaum gesundheitliche Risiken vorhanden resp. kaum Befindlichkeitsstörungen zu erwarten. Sind beispielsweise ausschliesslich die Silikonfugen im Bad von Schimmelpilzen befallen, kann davon ausgegangen werden, dass kaum eine Gesundheitsgefährdung besteht. Befall aus Vorsorge-/Hygiene-Gründen entfernen resp. befallene Stelle reinigen.
- **Kategorie M - geringer bis mittlerer Befall:** Handteller-Grösse bis **max. ca. 0,5 m²:** Speziell die unter Anhang II erwähnten Personengruppen sollten mit einem leicht erhöhten gesundheitlichen Risiko resp. mit Befindlichkeitsstörungen rechnen. Für gesunde Personen (die auch nicht unter Allergie- oder Asthma-Problemen leiden) kaum relevante Belastung. Die Freisetzung von Pilzbestandteilen sollte unmittelbar unterbunden und die Ursache mittelfristig ermittelt und saniert werden. Nicht tolerierbarer Zustand im Schlafzimmer und in Räumen mit längerem Aufenthalt.
- **Kategorie L – mittlerer bis starker Befall:** Befallsfläche im Bereich von **ca. 0,5 m² – 10 m²:** Wahrscheinlich erhöhtes bis möglicherweise hohes gesundheitl. Risiko je nach Disposition der betroffenen Person. Befindlichkeits-Störungen und Allergien / Asthma sind möglich. Speziell die unter Anhang II erwähnten Personengruppen sollten sich nicht ohne Schutzmassnahmen in Räumen mit derartiger Kontamination aufhalten. Auch gesunde Personen, die der unter Anhang II erwähnten Gruppen *nicht* angehören, sollten einen solchen Zustand nicht tolerieren. Bei einem Aufenthalt in einem Raum mit einem Befall von mehr als ca. 1 m² mindestens einen Feinstaub-Atemschutz tragen. Eine Sanierung zügig angehen. Sanierung nur unter Vorsichtsmassnahmen durchführen. Sanierungsspezialist beiziehen, wenn mehr als ca. 1 m² Befallsfläche mit gesundheitlich relevanten Organismen betroffen ist.
- **Kategorie XL – extremer Befall:** Befallsfläche ist **grösser als ca. 10 m²:** Wahrscheinlich stark erhöhtes gesundheitliches Risiko je nach Disposition der betroffenen Person. Akut sind Asthmaanfälle, Allergien oder massive Befindlichkeitsstörungen möglich. Speziell die unter Anhang II erwähnten Personengruppen sollten sich nicht in betreffenden Räumen aufhalten – auch nicht kurzzeitig. Auch gesunde Personen, die der oben erwähnten Gruppe *nicht* angehören, sollten einen solchen Zustand nicht tolerieren und während dem Aufenthalt in den betreffenden Räumen mindestens einen Feinstaub-Atemschutz tragen. Sofortiger Handlungsbedarf. Eine Sanierung sollte unverzüglich und konsequent angegangen werden. Sanierung nur unter Vorsichtsmassnahmen durchführen. Sanierungsspezialist beiziehen.
- **Hinweis:** Die sichtbaren und versteckten Flächen eines Befalls sind allerdings nicht alleine massgebend; die **Schimmelpilzarten**, die **Befalldichte** und die **Befalltiefen** (z.B. in porösem Material) sowie die Konzentration freigesetzter Stoffwechselprodukte der Pilze sind **zusätzlich** zu berücksichtigen und führen unter Umständen zu einer Einteilung in eine **höhere** Kategorie. Ebenso ist in die Beurteilung einzubeziehen, ob es sich um einen **aktiven** oder alten resp. ausgetrockneten Befall handelt. Ausserdem ist eine Situation mit z.B. einem Wasserschaden in einer Baukonstruktion oder Isolation anhand der Fläche sehr schwierig einzuschätzen. Die oben genannte Kategorisierung ist deshalb eine grobe, orientierende **Faustregel**.

Anhang II: **Hauptsächlich betroffene Personengruppen**

Die in diesem Laborbericht vorkommenden Angaben bezüglich gesundheitlicher Relevanz von Mikroorganismen sind allgemein zu verstehende Aussagen; die eigentliche medizinische Beurteilung sollte im Einzelfall ein Mediziner vornehmen.

Schimmelpilze und Hefepilze (je nachdem auch Bakterien) in Innenräumen stellen vor allem in folgenden Situationen und hauptsächlich bei folgenden Personengruppen grundsätzlich ein erhöhtes gesundheitliches Risiko dar: Personen ...

- mit Allergien und Asthma-Erkrankungen
- mit MCS/Multiple Chemical Syndrome
- während und nach wiederholten Antibiotika-Therapien
- während und nach wiederholten Kortison-Therapien
- mit Krebserkrankungen und während und nach einer Chemotherapie
- mit Immunsuppression nach Organtransplantationen
- mit HIV-Infektion
- mit allgemein geschwächtem Immunsystem
- mit noch kaum entwickeltem Immunsystem (Neugeborene)
- mit Stoffwechselstörungen
- mit Durchblutungsstörungen
- mit chronischen Entzündungen

Schimmelpilze, Hefepilze und Bakterien sollten deshalb **vor allem** in Spitälern, Altersheimen, Pflegeheimen, Kindergärten und in Wohnungen von kranken, älteren Personen oder Kindern aus gesundheitlicher und hygienischer Sicht nicht toleriert werden.

Anhang III: **Mögliche Symptome bei Pilzbelastungen**

Schimmel- und Hefepilzbefall wird in der Schweiz im Moment eher bagatellisiert; die gesundheitlichen Risiken durch Schimmel- und Hefepilze werden teilweise unterschätzt. Es gibt erst wenige verlässliche Informationen über kurzzeitliche und langzeitliche gesundheitliche Auswirkungen bei erhöhter Schimmelpilzbelastung. Man nimmt an, dass das gesundheitliche Risiko ähnlich hoch ist, wie dies von Lösemitteln her bekannt ist.

Die häufigsten durch massiven Schimmel- und Hefepilzbefall verursachten Symptome sind:

- Allergien
- Übelkeit
- Kopfschmerzen
- Asthma
- Atembeschwerden
- Gelenk- u. Muskelschmerzen
- chronischer Schnupfen, chronische Nasenneben- u. Stirnhöhlen-Entzündungen
- Blähungen
- psychische Beschwerden
- Husten, chronisches „Hüsteln“
- Überempfindlichkeiten
- Müdigkeit, Lethargie
- Septenbrennen
- Juckreiz
- unspezifische Symptome
- wiederkehrende Blasenentzündungen
- u. a.

Anhang IV: Verwendete Geräte und Nährmedien

Nährmedien:

DG18, MEA Malzextrakt, YM anilinblau mod. Maes, YM, TC; andere Nährmedien je nach Situation.

Laborgeräte:

Brutschränke Firlabo und Iten.

Sicherheits-Arbeitsbank Ehret Aura mit HEPA-Filter.

Forschungsmikroskop Leitz Orthoplan, Trinokular, Interferenzkontrast, Phasenkontrast, Digitalfoto-Einrichtung.

Labormikroskop Leitz Dialux, Trinokular, Auflicht-Fluoreszenz, Digitalfoto-Einrichtung.

Labor-Mikroskop Nikon Optiphot, Trinokular, mit zusätzlichen 4 Betrachter-Stationen (auch für Unterricht und Prüfungen verwendbar), Phasenkontrast, Digitalfoto-Einrichtung.

Stereomikroskop Janex Trinokular, Digitalfoto-Einrichtung.

UV-Bestrahlungsanlage Roger Electronic Products Co. Ltd.

Verwendete Digitalkameras: Nikon Coolpix 4500.

Luft-Keimsammler, Partikelsammler, Partikelzähler:

„MBASS30“ Umweltanalytik Holbach,

„MAS-100“ Merck,

Millipore „M Air T“ (modifiziert für Standard-90 mm Nährböden),

M.A.Q.S.II Microbiol. Air Quality Sampler.

„LaserPCM Iclean“ (MetOne 228B).

Feuchte- und Temperaturmessungen, Infrarotkamera, CO₂-Messungen:

„testo 625“ Thermohygrometer, testo AG, CH-8617 Mönchaltorf

„HPM2000“ von Storch.

Gann „Hydromette Compact B“.

„Klima Bee“ Luftfeuchtigkeit- und Temperatur-Messgerät von TFA Dostmann GmbH & Co. KG.

„HumidCheck Contact“ Materialfeuchte-Messgerät von TFA Dostmann GmbH & Co. KG.

IR-Thermometer „MiniTemp“ von Raytek.

CO₂ von testo.

Langzeitmessungen mit „Klimalogger TA120“ (Temp./Hygro-Logger) von

TFA Dostmann el. GmbH & KG, kalibrierbar.

Infrarotkamera „FLIR i3“.

Drohne mit Wärmebildkamera (DJI Mavic 2 Enterprise Dual)

Endoskope zur optischen Detektion von Schimmelpilz- u. Pilz-Befall in Hohlräumen:

Diverse technische u. medizinische flexible und starre Endoskope von Olympus, Wolf, Storz u.a. mit Lichtquellen.

Anhang V: Desinfektionsmittel

Gegen Schimmelpilze, Hefepilze, Bakterien, Actinomyceten: **Sanosil S010®**:

Enthält Wasserstoffperoxid und Silber, frei von Chlor.

Bezug: **SANOSIL AG**, Eichthalstrasse 49, CH-8634 Hombrechtikon

Telefon: 055 254 00 54 Fax: 055 254 00 59 E-Mail: info@sanosil.com, www.schimmelbekaempfung.ch

Anhang VI: Literaturangaben

► Die Angaben betreffend medizinischer Relevanz, hauptsächlichem Vorkommen, Eigenschaften usw. der aufgeführten Gattungen/Arten sind folgenden **Quellen** entnommen worden:

Atlas of clinical fungi, 2th Edition, G.S. de Hoog et al., CBS Centraalbureau voor Schimmelcultures, Utrecht, Netherlands.

Food and Indoor Fungi, R. A. Samson, J. Houbraken. U. Thrane, J. Frisvad, B. Andersen, 2010, CBS Laboratory Manual Series, Utrecht, Netherlands.

Introduction to food- and airborne fungi, 7th edition, Dr. R. Samson et al., CBS Centraalbureau voor Schimmelcultures, Utrecht, Netherlands.

Identification of common Aspergillus species, M. A. Klich, CBS Centraalbureau voor Schimmelcultures, Utrecht, Netherlands.

Penicillium subgenus Penicillium: new taxonomic schemes, mycotoxins and other extrolites; R. Samson u. J. Frisvad, Studies in Mycology 49, CBS Centraalbureau voor Schimmelcultures, Utrecht, Netherlands.

Diagnostik pathogener Pilze des Menschen und seiner Umwelt, Lehrbuch und Atlas. Prof. Dr. Heinz P. R. Seeliger und Dr. Th. Heymer, Georg Thieme Verlag Stuttgart, 1981.

Schimmelpilz-Analyse-Kurse am Landesgesundheitsamt Stuttgart, Referenten Dr. Chr. Trautmann, Dr. Th. Gabrio, Ursula Weidner, Dr. R. Samson Dr. Elen Hoekstra und weitere.

Schimmel im Haus, M. Köneke, Fraunhofer IRB Verlag.

Schimmelpilze und Bakterien in Gebäuden, G. Hankammer, W. Lorenz Verlag Rudolf Müller.

Topthema Schimmelpilz, Sonderband, VBN Verband der Bausachverständigen Norddeutschlands e.V.,

Schimmelpilze in Innenräumen, Bewerten u. Sanieren, VDB Berufsverband Deutscher Baubiologen, 2002.

Schimmelpilze sicher erkennen, sicher sanieren, VDB Berufsverband Deutscher Baubiologen e.V. in Zusammenarbeit mit dem Landesgesundheitsamt Stuttgart, 7. Pilztagung, 2003.

Script Aufbauseminar Luft, SBM-2000, 2003, IBN Institut für Baubiologie & -ökologie, Neubauern.

www.doctor-fungus.com. www.enius.de und ergänzend andere Internetquellen (Labors, Hochschulen, Dissertationen usw.).

Schimmel an der Wand–Mücke oder Elefant? Bremer Umweltinstitut, Fangmeyer, Köhler, Dr. Wie, Dr. Zorn.

10. Pilztagung des VDB, Juni 2006: Nachweis, Bewertung, Sanierung und Qualitätsmanagement von Schimmelpilzen in Innenräumen, ISBN 3-9810359-2-5.

Beschreibung und Bestimmung von Bauholzpilzen, Weiss, Wagenführ, Kruse, Verlag DRW.

Hausfäule- und Bauholzpilze, Huckfeldt, Schmidt, Rudolf Müller Verlag.

Wohnen und Gesundheit, Publikation der Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz, Schweiz.

Bundesamt für Gesundheit / BAG Schweiz, Vorsicht Schimmel.

SMGV / Schweiz. Maler- und Gipserunternehmer-Verband, Merkblatt Schimmelpilzsanierungen.

Suvapro / sicher arbeiten, Schimmelpilzsanierungen in Innenräumen.- Sind die Mitarbeitenden wirksam geschützt?

Schimmelpilze; Vorkommen, Gesundheitsgefahren, Schutzmassnahmen, 3. Auflage, 2004, W. Mücke, Ch. Lemmen, Verlag ecomed Biowissenschaften.

Infektiologisch relevante Fadenpilze –Erregerspektrum und Häufigkeit in der Umwelt des Menschen;

Dr. Guido Fischer, UBA Stuttgart; ecomed Medizin.

Pilze im Innenraum, Medizinische Aspekte, usw., 3/2006, Prof. Dr. F. Reinthaler u.a.

UBA / Umweltbundesamt DE: Leitfaden zur Vorbeugung, Erfassung und Sanierung von Schimmelbefall in Gebäuden, Ausgabe 2017.

Umweltmedizinische Relevanz von Schimmelpilzen im Lebensumfeld: C. E.W. Herr, TH. Eikmann, B. Heinzow u.a., ecomed Medizin.