Deutscher Holz- und Bautenschutz verband ev

Sanierung von Estrichdämmschichten

Pro und Contra Desinfektion: Grenzen und Nebenwirkungen

Deutscher Holz- und Bautenschutz verband ev

Constanze Messal
Rostock/Hildesheim

Deutscher Holz- und Bautenschutz verband ev

Sanierung von Estrichdämmschichten
Pro und Contra Desinfektion: Grenzen und Nebenwirkungen

- Status Quo der BTE-Arbeitsgruppe Desinfektion
- Grenzen biozider Anwendungen
- Nebenwirkungen
- Ausblick

Status Quo der BTE-Arbeitsgruppe Desinfektion

BauSV 4/2022

BAUSCHÄDEN

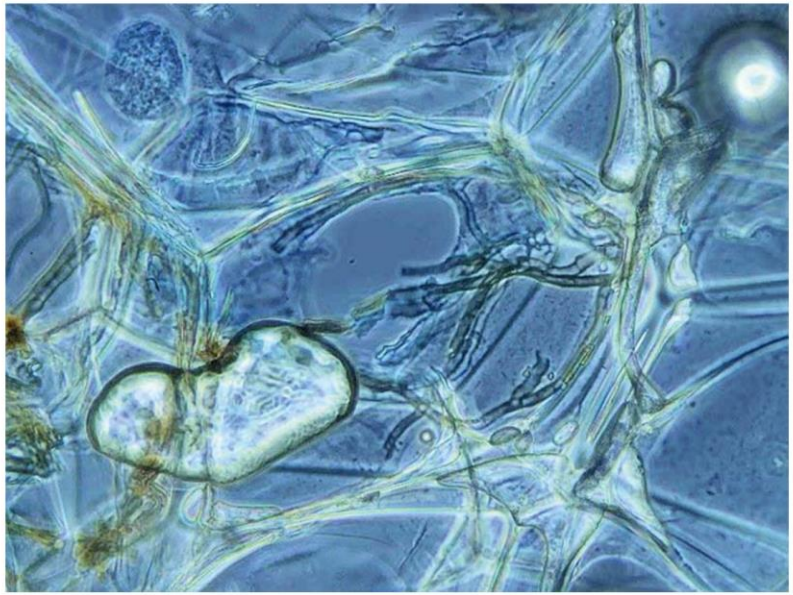


Abb. 3 a: Einfache und schnelle Beprobung der Estrichdämmschicht durch Klebefilmtechnik: Nach der Desinfektion ist Biomasse nachweisbar, die Myzelstruktur ist gut erkennbar, die Probe gilt als »befallen« (Zeiss Axioscope A.1, Methylenblau, 40 – 100X, Bild: Toepfer)

Inga Divisek, Constanze Messal, Ilka Toepfer, Erik Thees

Estrichdämmschichtsanierung: Brauchen wir die Desinfektion?

Ausblick

Der Wunsch der Autorenschaft, für die Praxis ein standardisiertes Vorgehen für die Estrichdämmschichtsanierung darzustellen, scheitert derzeit an einer Reihe ungeklärter und sicher auch provokativer Fragen:

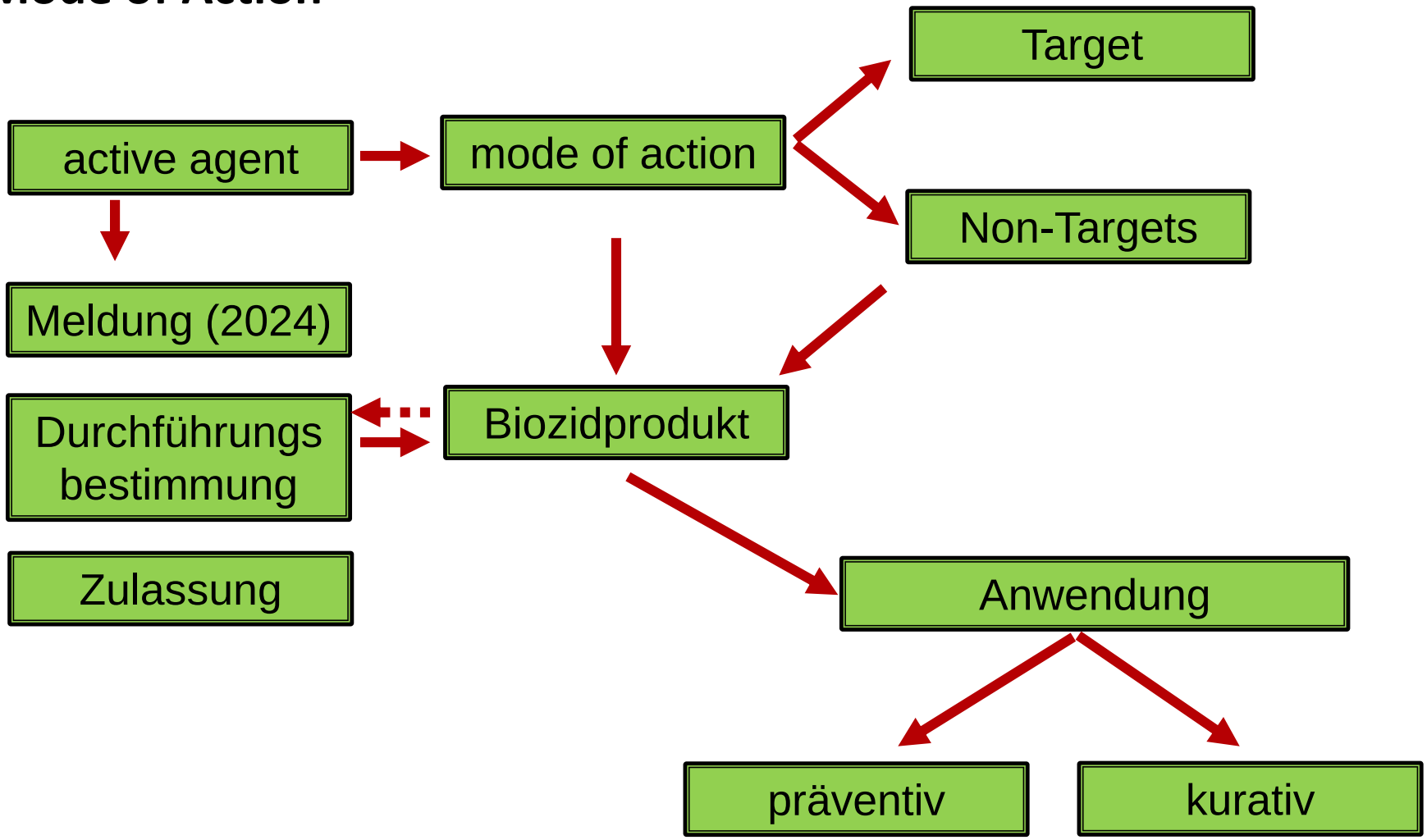
- Gibt es einen Pumpeffekt bzw. führt ein solcher überhaupt zu einer Freisetzung von mikrobiellem Material aus der Fußbodenkonstruktion an die Raumluft?
- Führt eine Desinfektion / biozide Behandlung tatsächlich zu einem Abbau von biologischem Material im Fußboden, sodass in der Folge weniger freigesetzt werden kann, sei es über die Randfuge oder über zukünftige Öffnungen?
- Welchen Nutzen hat eine Desinfektion gegenüber einer Trocknung ohne Desinfektion, außer der Reduktion der Keimzahl?
- Wie kann die Randfuge gründlich gereinigt werden, wenn der Estrich erhalten bleibt?
- Ist die Abdichtung der Randfuge eine sinnvolle Maßnahme zur Abschottung der Estrichdämmschicht?

Deutscher Holz- und Bautenschutz verband ev

Grenzen biozider Anwendungen

- Mode of Action
- Limitierende Bedingungen in der kurativen Anwendung
- Beispiele

Mode of Action



Mode of Action

Definitionen

Der Ursprung der Desinfektionsmaßnahmen ist im medizinisch-hygienischen Umfeld zu sehen. Eine **präventive Desinfektion** wird z.B. vorgenommen, wenn nach Patientenwechsel beim Arzt der Tisch wisch-desinfiziert wird oder vor dem Einstechen einer Kanüle die Haut behandelt wird. In beiden Fällen wird vorsorglich gehandelt, obwohl keine übermäßige Keimlast erkennbar ist.

Es werden also keine erkennbaren Befälle behandelt, sondern ein potentielles Risiko minimiert. Es handelt sich hierbei nicht um eine Sanierungsmaßnahme, sondern um einen prophylaktischen Vorgang.

Mode of Action

Definitionen

Eine **kurative** (**bekämpfende) Desinfektion/ Biozidbehandlung** ist immer dann erforderlich, wenn hohe mikrobielle Lasten sowie ein signifikantes Infektionsrisiko vorliegen. Bekämpfende Desinfektionen werden z.B. in wasserführenden Systemen und im industriellen dauernassen Bereich durchgeführt, um Verstopfungen, Geruchsentwicklungen, Kontaminationen anderer Bereiche und eine Gefährdung von Menschen, Tieren und Produkten zu vermeiden.

In diesen Bereichen sind grundsätzlich (unvermeidbare) Biofilme vorhanden, durch die Maßnahmen wird eine übermäßige Entwicklung der Biofilme eingedämmt.

Im Vordergrund steht hierbei eine **Konditionierung der Systeme**, nicht die Ursachenbeseitigung oder aber Entfernung der Biomasse.

Mode of Action

Haupttypen von Bioziden

- Oxidierende Biozide - Schnelle Reaktion mit Verbrauch des Biozids, nicht spezifisch
- Nichtoxidiere Biozide – langsamere Wirkung, Depotwirkung, spezifisch (bakterizid, algizid, fungizid)

Wirkungsweise von Bioziden

- Elektrophil-aktive Biozide – Reaktion mit Zellbestandteilen in der Zelle - reversibel
- Membran-aktive Biozide – korrumpierte Zellwände- irreversibel

Effekt – Biozid wird mit Zellkontakt verbraucht – außer Phenolderivate (OPP)

Mode of Action

Wirkstoffgruppe oxidierende Biozide

- Wasserstoffperoxid
- Persäuren (z.B. Peressigsäure)
- Hypochlorit / Hypobromit

Wirkstoffgruppe nichtoxidiere Biozide (Mikrobizide)

- Phenolderivate
- Aldehyde und Alkohole
- Pyrithione
- Organische Säuren
- Carbonsäureester
- Amine
- Isothiazolinone
- Oberflächenaktive Substanzen (Quats, Biguanide, Guanidine)

Mode of Action

Wirkstoffe für die Schimmelbekämpfung

Desinfektion von Befällen (PT2)

- Wasserstoffperoxid
- Persäuren (z.B. Peressigsäure)
- Hypochlorit / Hypobromit
- Aldehyde und Alkohole
- Oberflächenaktive Substanzen (Quats, Biguanide, Guanidine)

Mode of Action

Wirkstoffe für die Schimmelbekämpfung

Wasserstoffperoxid H_2O_2

- Zersetzt sich unter Freisetzung von Aktivsauerstoff ●O
- Wirkt oxidierend, membran-aktiv
- Nicht spezifisch
- Erhöhte Wirksamkeit bei Zugabe von Silberionen, Kupferionen und insbesondere Eisenionen aufgrund der Bildung von Hydroxylradikalen OH●.
- Katalaseaktivität der Mikroorganismen führt letztendlich zu einer Resistenz gegen ●O (wird durch Fruchtsäuren blockiert)
- stabil bei pH 4 – 4,5

Mode of Action

Wirkstoffe für die Schimmelbekämpfung

Alkohole

- Membran-aktiv, Denaturierung von Eiweißen
- Wirkt nicht gegen Sporen und nur wenige Viren
- Niedere Alkohole besonders wirksam bei 50-70% Verdünnung
- 70%es Ethanol tötet BAKTERIE in 30 s
- Reine Alkohole wirken dehydrierend

Mode of Action

Wirkstoffe für die Schimmelbekämpfung

Oberflächenaktive Substanzen (Quats, Biguanide, Guanidine)

- Kationische Tenside
  - **Quats:** membranaktiv, lagern sich auf Zelloberfläche an (diese sind dann noch vital, können aber wegen Belegung nicht kultiviert werden), Wirkungslücken bei Bakterien, Einsatz-pH >3-9, Inaktivierung durch Metallionen, nicht mit anionischen Tensiden kombinierbar (also nicht in Reiniger/Seifenwasser kippen), nachreinigen!
  - **Biguanide, Guanidine:** wie Quats, aber besseres Wirkspektrum, jedoch langsamer (längere Einwirkzeit und höhere Dosierung notwendig), bessere Hautverträglichkeit, pH 5-7, nachreinigen!

Mode of Action

Wirkstoffe für die Schimmelbekämpfung

Vermeidung von Befällen – Ausstattung von Baustoffen (PT10)

- Pyrithione
- Phenolderivate
- Carbonsäureester
- Amine
- Isothiazolinone
- Silberchlorid
- Carbendazim
- Quats
- Azole

Schutz bei Lagerung (auf der Baustelle), Hydrophobierungsmittel, Silikone, „Imprägnierung“

Mode of Action

Wirkstoffe für die Schimmelbekämpfung

Physikalische Methoden

Ozon/ Singulett-Sauerstoff:

- zum Geruchsabbau geeignet, Moleküle werden oxidiert.
- Ozon/ Singulett wird in die Raumluft geblasen. In der Raumluft keine Wirkung gegen Sporen etc.
- Raumluft wird im Gerät behandelt und gefiltert, Reduktion möglich, Verzögerung der Auskeimung, sonst Reduktion am ehesten über den Filter

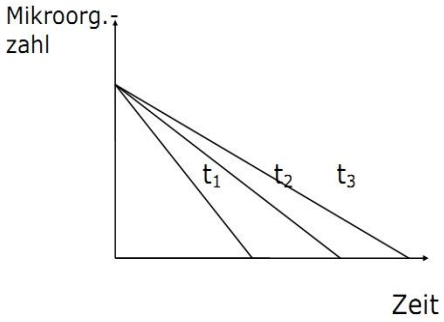
Deutscher Holz- und Bautenschutz verband ev

Limitierende Bedingungen in der kurativen Anwendung

In Prozent	In log-Stufen	Überlebende Keime
99	2	1 von 100
99,9	3	1 von 1.000
99,99	4	1 von 10.000
99,999	5	1 von 100.000
99,9999	6	1 von 1.000.000

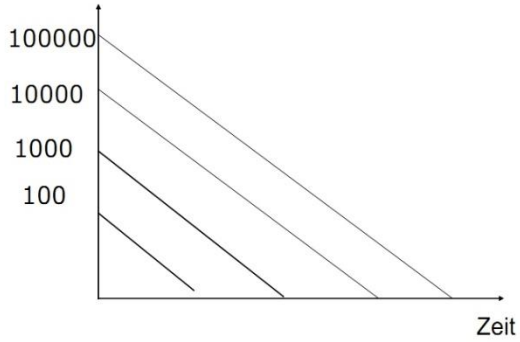
Limitierende Bedingungen in der kurativen Anwendung

Einfluss der Temperatur



Je niedriger die Temperatur ist, desto länger ist die Einwirkungszeit.

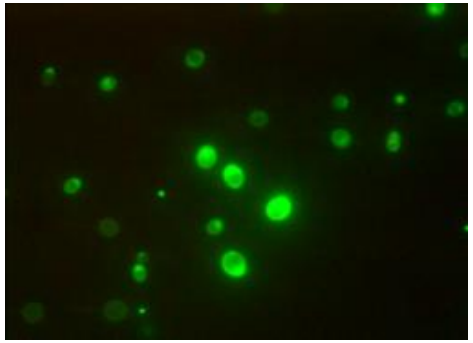
Einfluss der Ausgangskeimzahl



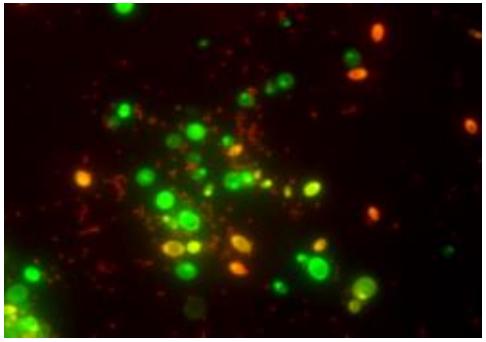
Je höher die Zahl der KBE im zu behandelnden Gut ist, desto länger muss die Einwirkungszeit sein

Deutscher Holz- und Bautenschutz verband ev

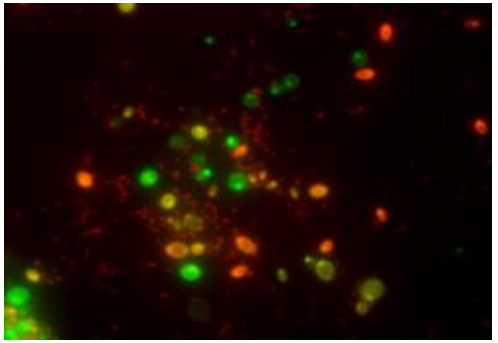
Limitierende Bedingungen in der kurativen Anwendung



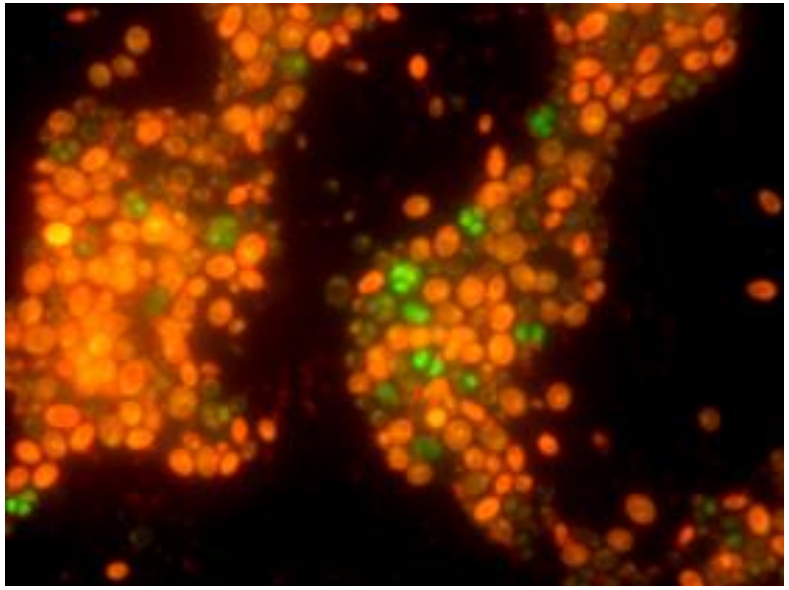
Gesunde Hefezellen in grün!



Biozid tötet zuerst die Bakterien,

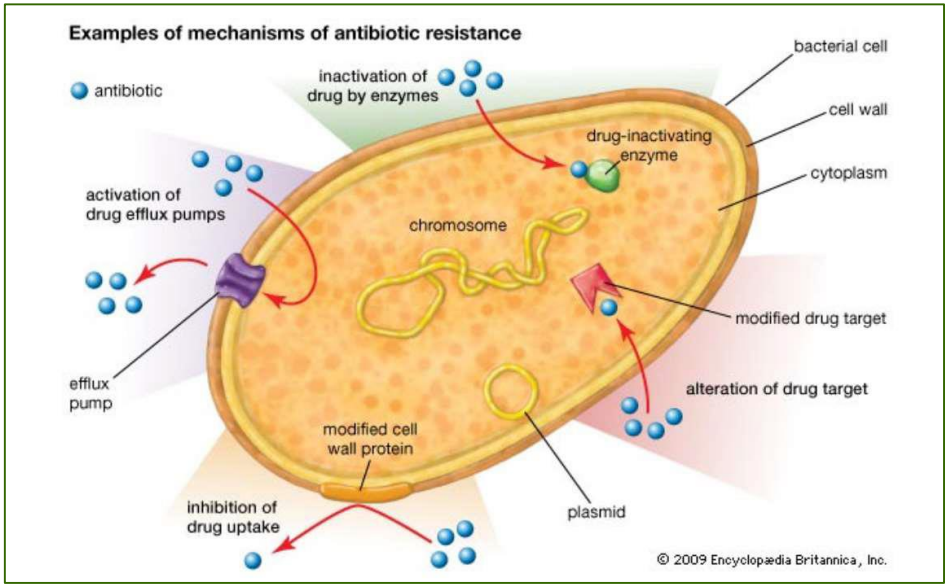


dringt dann in Hefezellen (nun rot - letal) ein



Unvollständiges Abtöten: 25 von 175 Zellen sind noch vital, das entspricht einer Letalitätsrate von 85%, das wären hochgerechnet 160.000 überlebende Zellen pro cm^2

Limitierende Bedingungen in der kurativen Anwendung



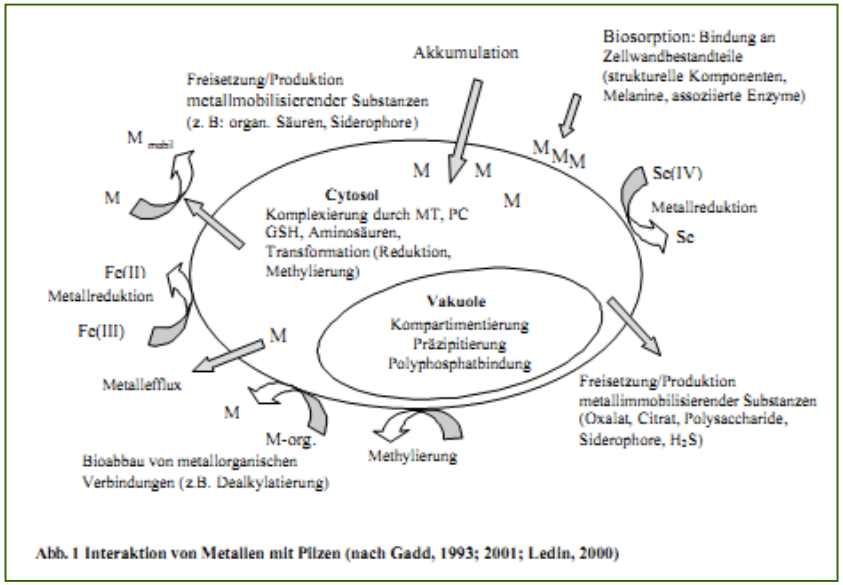
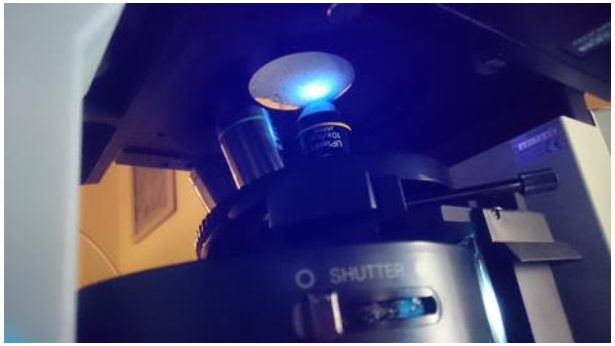
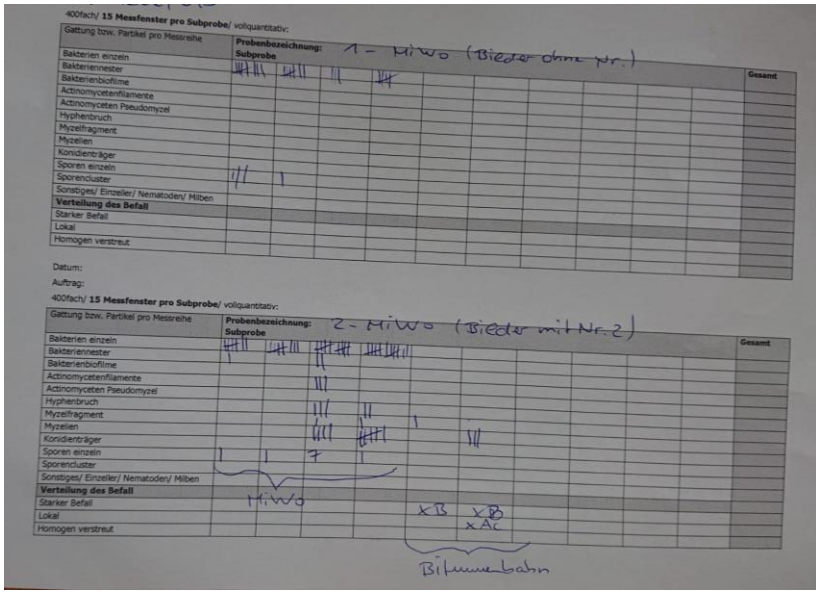


Abb. 1 Interaktion von Metallen mit Pilzen (nach Gadd, 1993; 2001; Ledin, 2000)

Beispiele

Vorab – was sehen wir hier eigentlich?





Bewertungsgrundlage

Nachweis eines Schimmelbefalls gemäß Schimmel-Leitfaden (UBA 2017)

Eindeutige Besiedlung – viel/ sehr viel Biomasse

- Nachweis pro cm²: > 400 Myzelien, > 1000 Myzelfragmente, > 400 Sporenträger, > 6500 Sporen, > 2000 Hyphenstücke und/oder > 400 Bakterienbiofilme, > 450 Biofilmfragmente und > 400 Pseudomyzelien von Actinomyceten (starke Besiedlung/ sehr viel Biomasse – komplette Belegung der Oberfläche mit Wachstumsstrukturen)

Übergangsbereich zwischen einer starken Kontamination und einem beginnenden, ggfs. lokal ausgeprägten Befall

- Nachweis pro cm²: 80 – 400 Myzelien, 200 – 1000 Myzelfragmente, 80 – 400 Sporenträger, 1500 – 6500 Sporen, 500 – 2000 Hyphenstücke und/oder 80 – 400 Bakterienbiofilme, 100 – 450 Biofilmfragmente und 80 – 400 Pseudomyzelien von Actinomyceten (ggfs. Berücksichtigung aufgeschwemmter Bakterien und kleiner Aggregate)

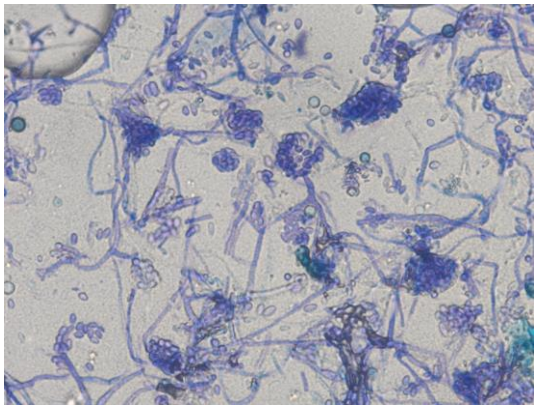
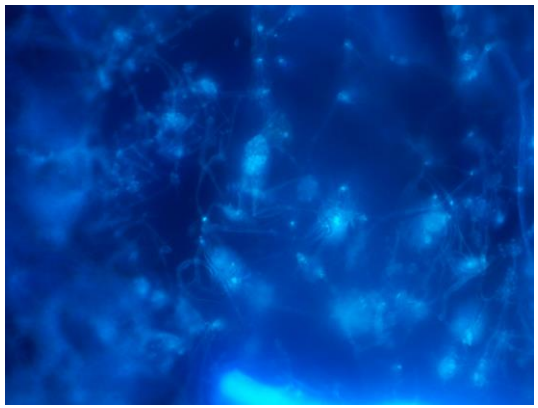
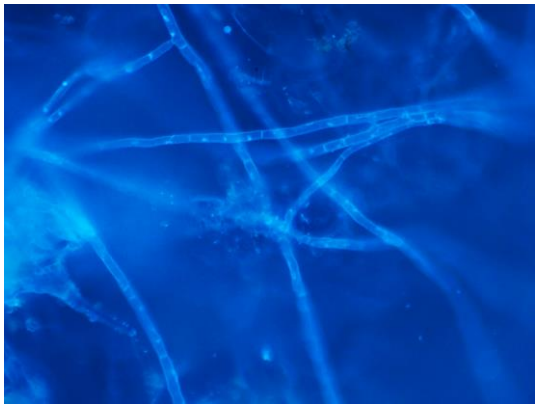
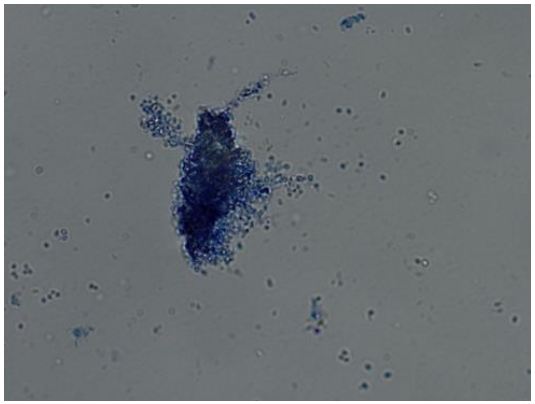
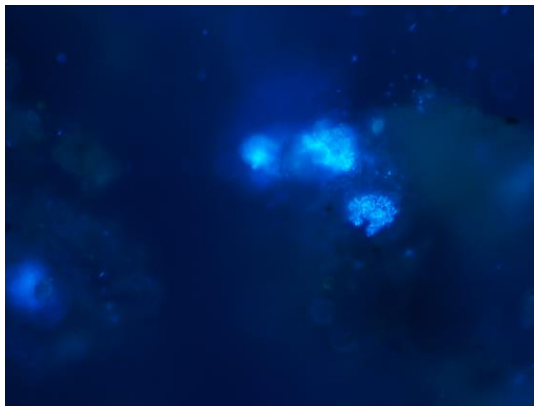
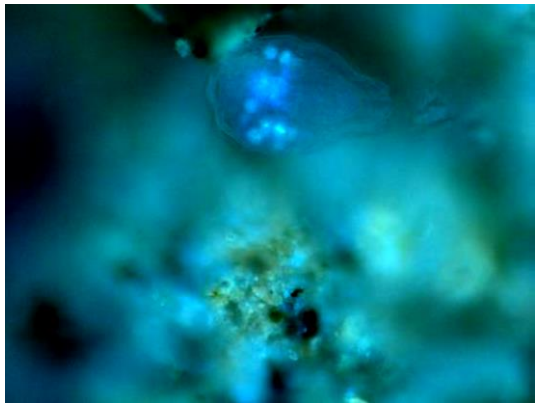
Kontamination – eine eindeutige Besiedlung im Sinne des UBA 2017 liegt nicht vor

- Nachweis pro cm²: < 80 Myzelien, < 200 Myzelfragmente, < 80 Sporenträger, < 1500 Sporen, < 500 Hyphenstücke und/oder < 80 Bakterienbiofilme, < 100 Biofilmfragmenten und < 80 Pseudomyzelien von Actinomyceten sowie aufgeschwemmter Bakterien und kleinere Aggregate
- Kontamination unterhalb der Nachweisgrenze: < 130 Sporen pro cm²

Deutscher Holz- und Bautenschutz verband ev

Beispiele

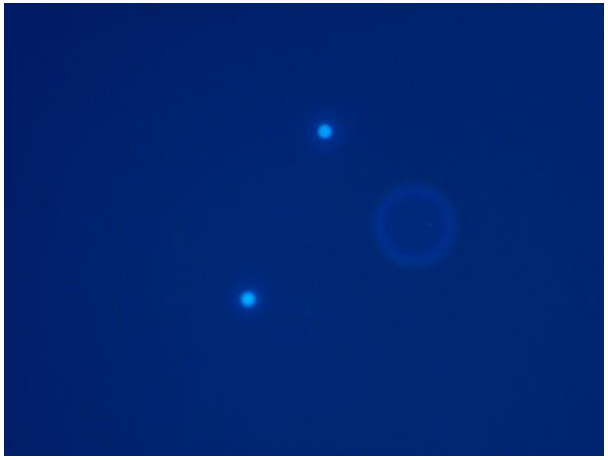
Vorab – was sehen wir hier eigentlich?
(600x Limi vs. 400x EFM DAPI UV)

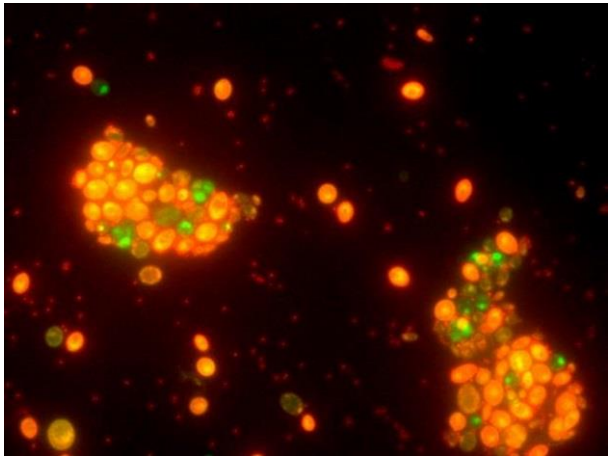







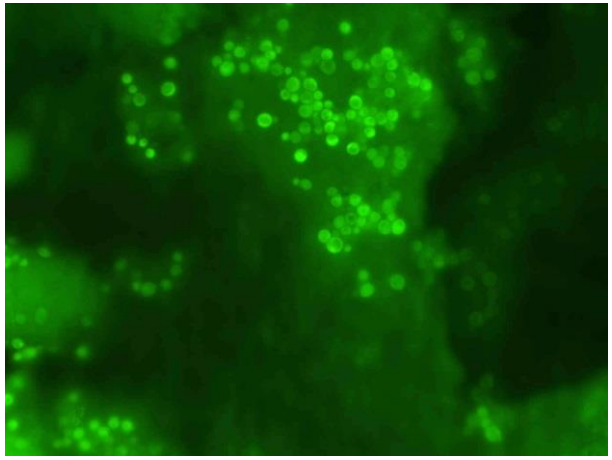
Deutscher Holz- und Bautenschutz verband ev

Beispiele

Vorab – was sehen wir hier eigentlich?
(400x EFM DAPI UV vs. L/D und CMFDA Blauanregung)



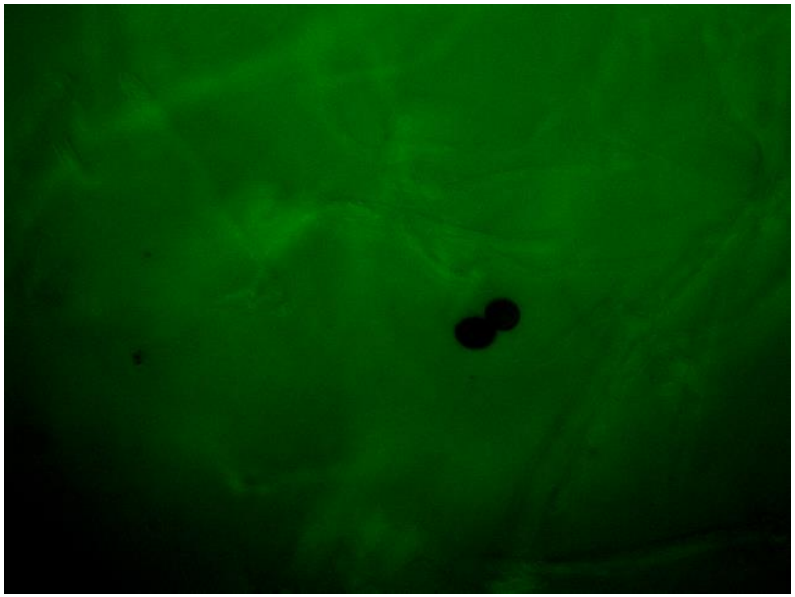


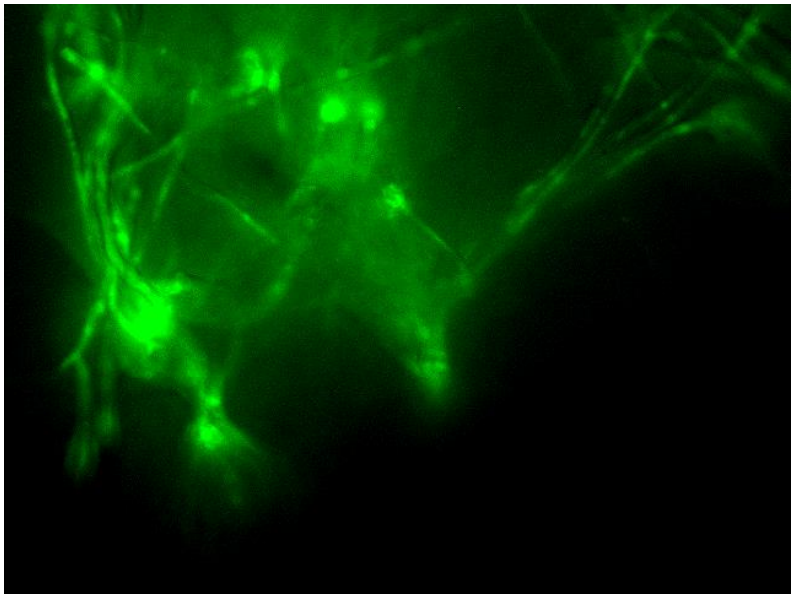


Deutscher Holz- und Bautenschutz verband ev

Beispiele

Vorab – was sehen wir hier eigentlich?
(600x EFM Sytox Blauanregung mit und ohne OIT)



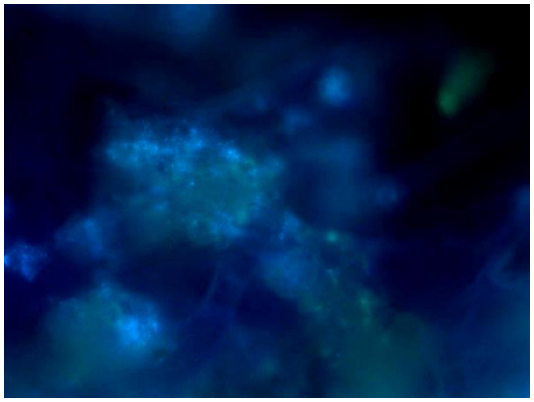


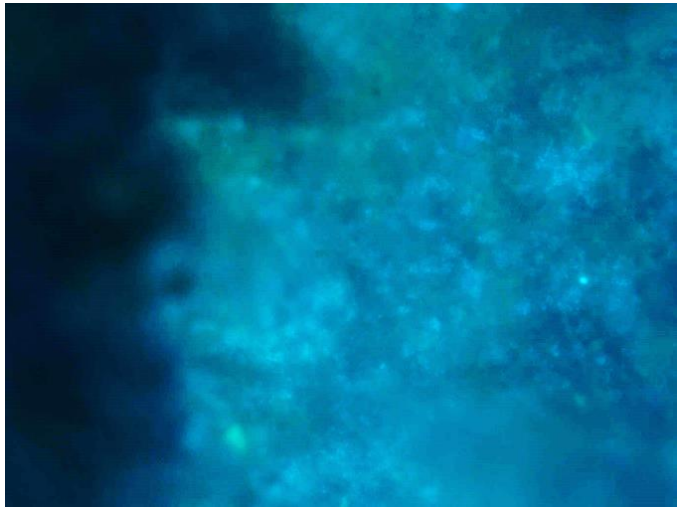
Deutscher Holz- und Bautenschutz verband ev

Beispiele

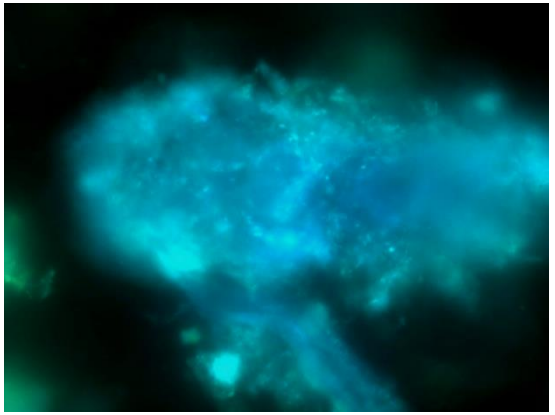
Der erste Kontakt

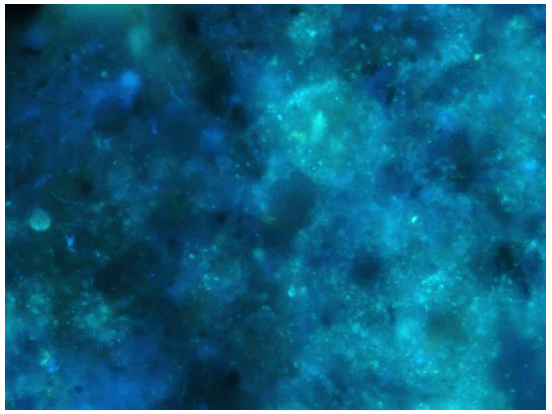
Nach Biozidbehandlung





Zum Vergleich: Klärschlammproben

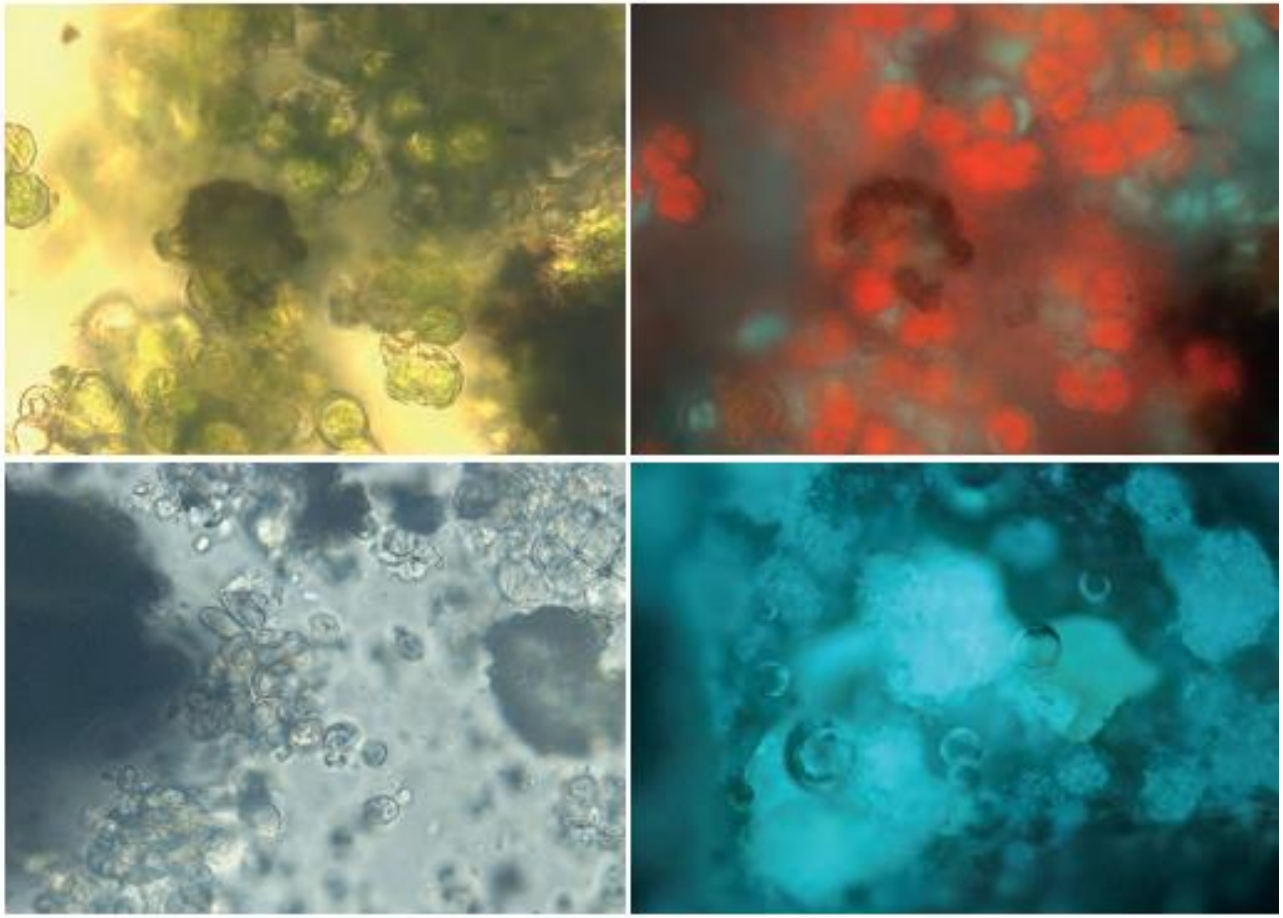




Deutscher Holz- und Bautenschutz verband ev

Beispiele

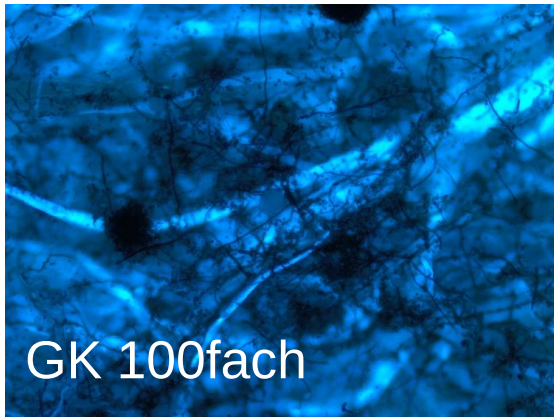
Erste Experimente mit Peroxid-Formulierungen

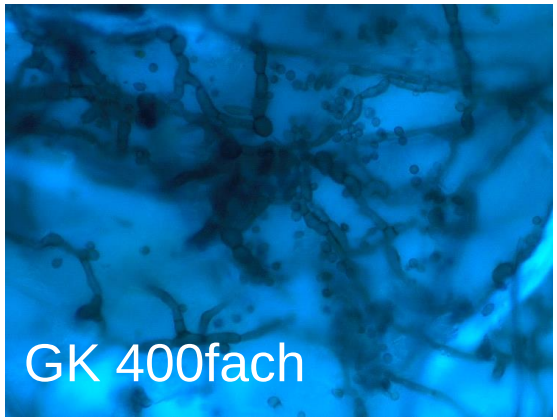


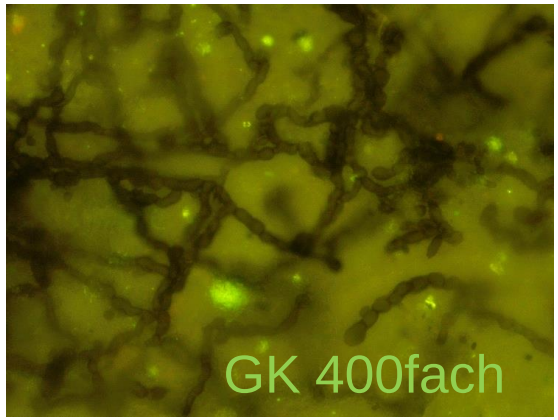
Deutscher Holz- und Bautenschutz verband ev

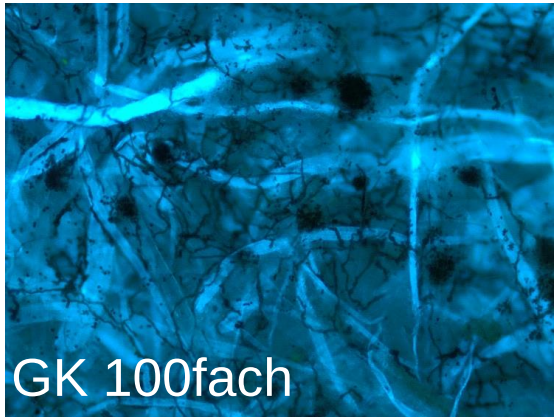
Beispiele

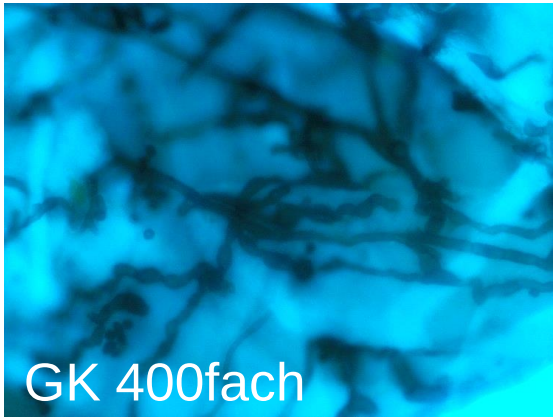
Behandlung mit Flächendesinfektionsmittel (Alkohole)

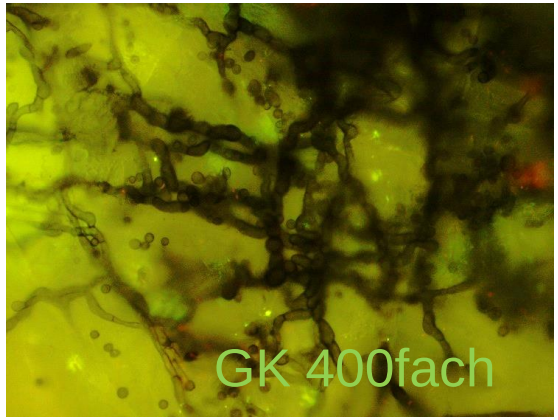








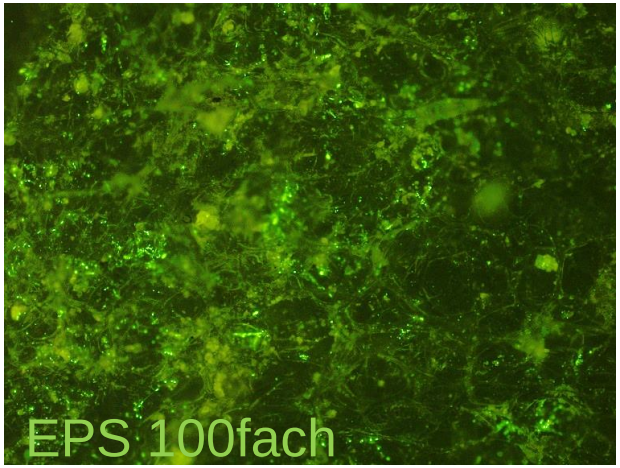


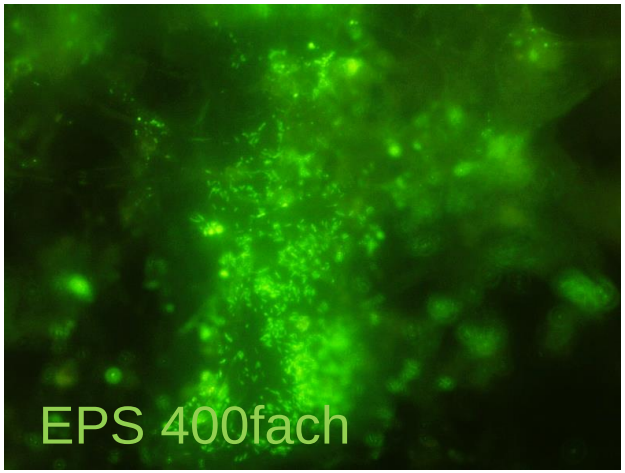


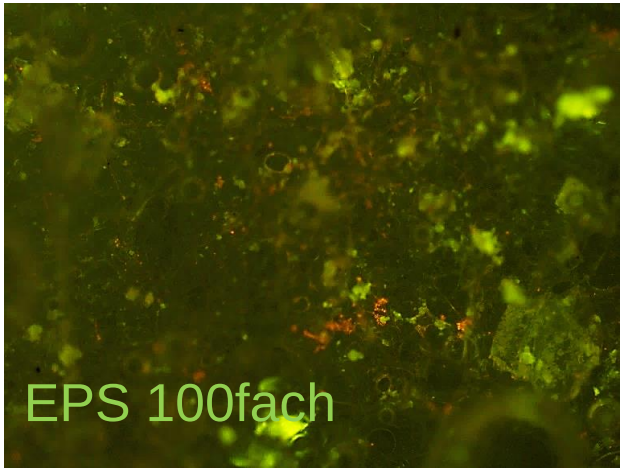
Deutscher Holz- und Bautenschutz verband ev

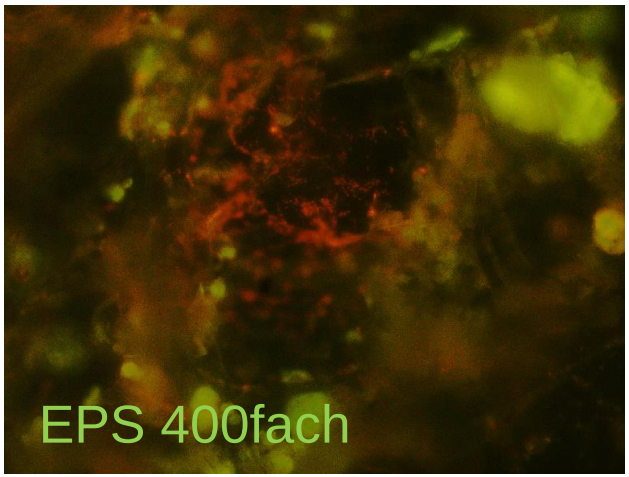
Beispiele

Behandlung mit Flächendesinfektionsmittel (Alkohole)









Beispiele

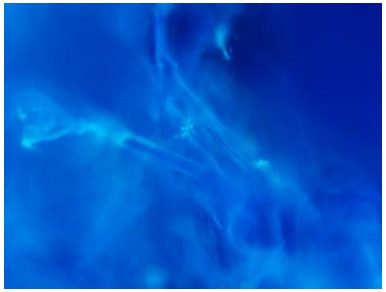
Nachkontrolle durch MICOR - 6 Räume nach Desi / Fäkalschaden

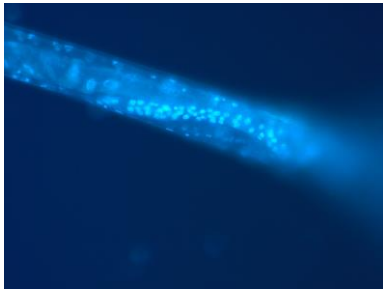
	Selektivnachweis Coliforme Keime			
Nr.	Escherichia coli	intestinale Enterococcen	Gesamtcoliforme	gram(-) Begleitflora
1	-	xxx	-	xxxx
2	-	-	-	x
3	-	xxx	xxxx	xxx
4	-	-	xxx	xxxx
5	-	xxxx	-	xxxx
6	-	-	xx	xxxx

Beispiele

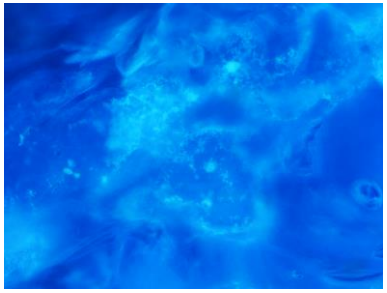
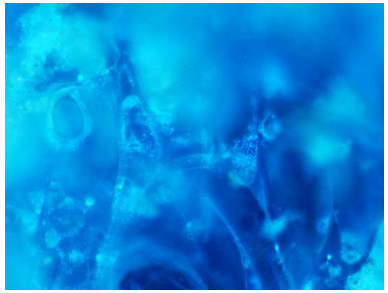
Nachkontrolle durch MICOR - 6 Räume nach Desi / Fäkalschaden

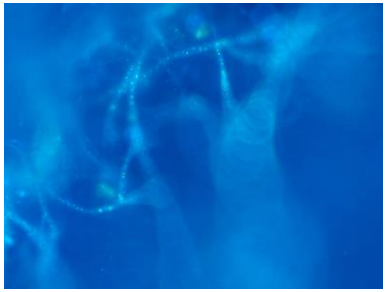
- Kontamination 2 und 4





- Eindeutige Besiedlung 1, 3, 5 und 6



Deutscher Holz- und Bautenschutz verband ev

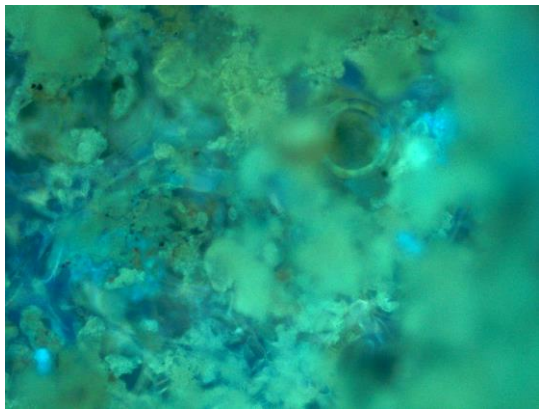
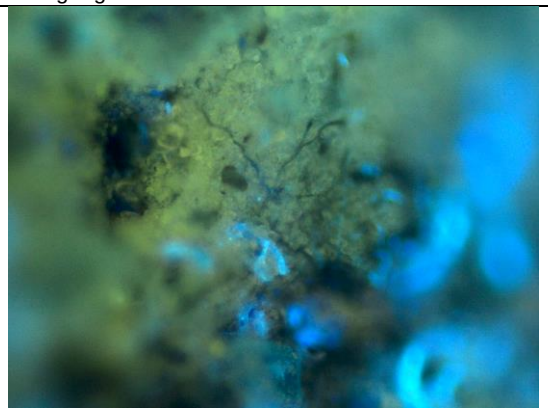
Beispiele

Bereitstellung von Proben für MICOR und ABIS

1 – 4 04.03.2021
5 – 8 02.06.2021
9 – 11 15.07.2021

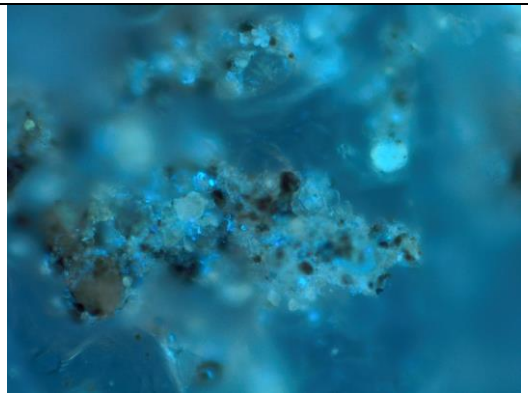
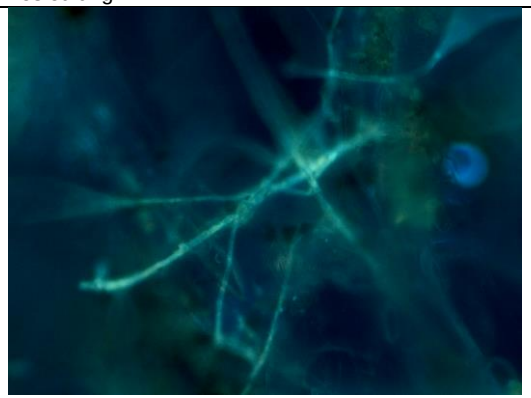
Beispiele

Bereitstellung von Proben für MICOR und ABIS

	MICOR	Abis
1	 Übergangsbereich Bakterien	geringer Befall, Kontamination oder bereits zurückentwickelt $4{,}2 \cdot 10^4$ KBE/g Kontamination/Besiedlung
2	 Besiedlung	massiver Schimmelpilzbefall, teils aktive Strukturen $3{,}6 \cdot 10^5$ KBE/g Besiedlung

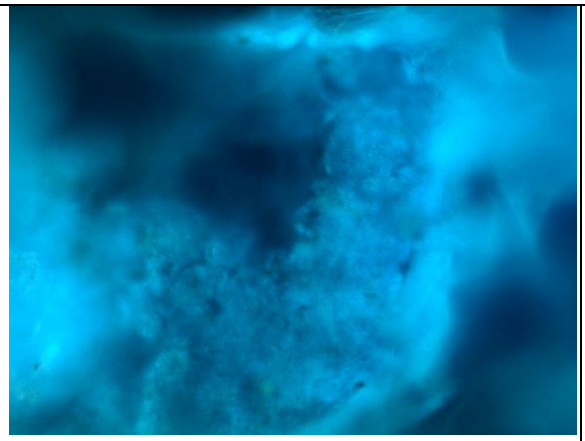
Beispiele

Bereitstellung von Proben für MICOR und ABIS

3	 Bakterienbiofilme/ Pilze Besiedlung	starker Schimmelpilzbefall, schlechter Zustand $2{,}5 \cdot 10^6$ KBE/g starke Besiedlung
4	 Besiedlung	starker Schimmelpilzbefall, teils in der Tüte entstanden $1{,}1 \cdot 10^5$ KBE/g Besiedlung

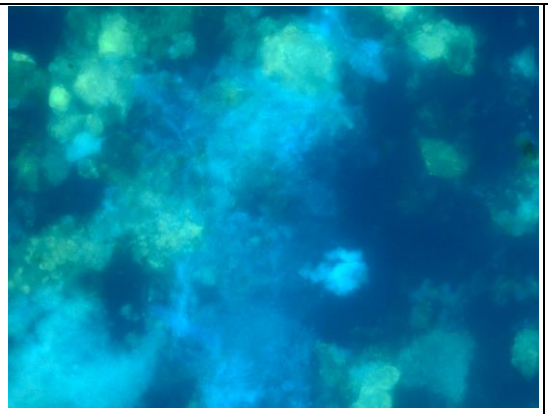
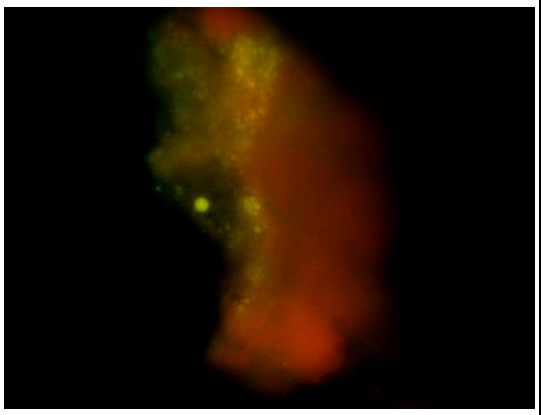
Beispiele

Bereitstellung von Proben für MICOR und ABIS

5	 Bakterienbiofilm, Pilzsporen Besiedlung (alt)	keine Schimmelpilzstrukturen, aber Bakterienbefall $2{,}0 \cdot 10^3$ KBE/g Hintergrund

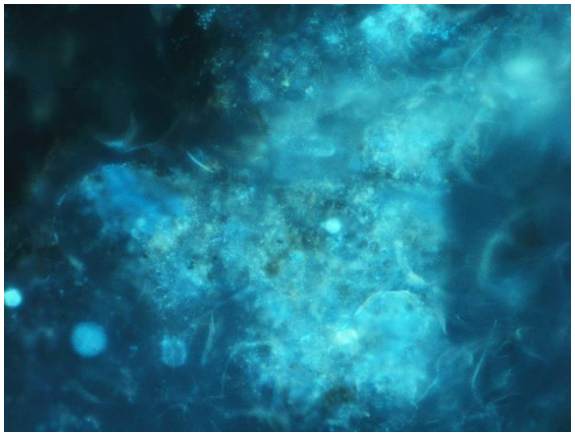
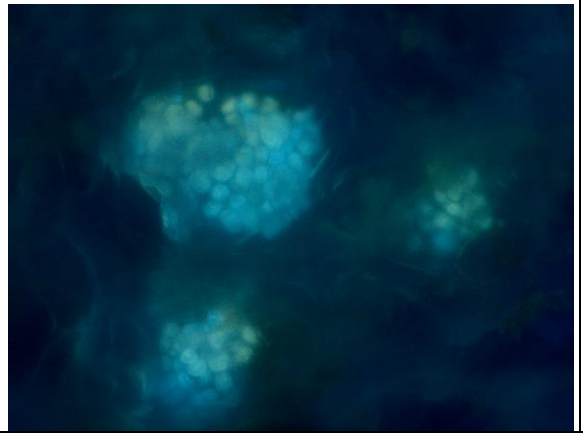
Beispiele

Bereitstellung von Proben für MICOR und ABIS

6	  Bakterienbiofilme, teilweise hohe Letalität Besiedlung	Reste eines Schimmelbefalls mit Hinweisen auf Abbau durch Bakterien und Milben, starker Bakterienbefall $1{,}0 \cdot 10^3$ KBE/g Hintergrund

Beispiele

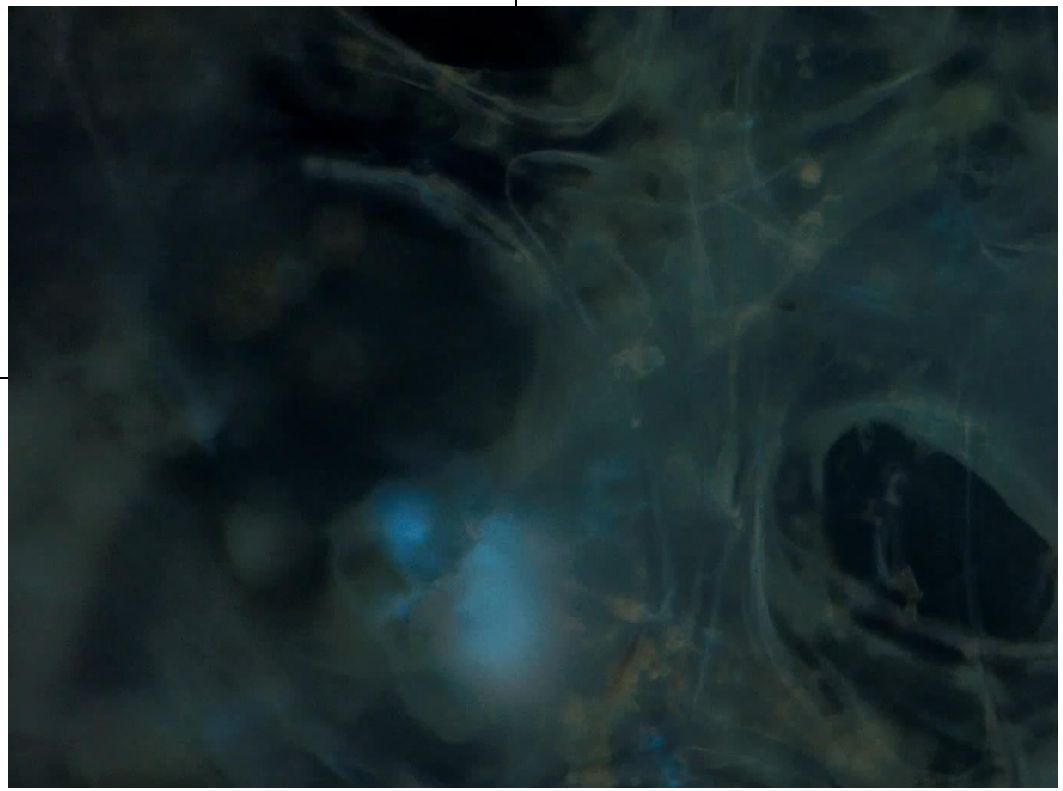
Bereitstellung von Proben für MICOR und ABIS

7	 Bakterien/Pilzbiofilme Besiedlung 	oberflächlich kein ausgeprägter Befall, Hinweis auf Kontamination über Randfuge (*Stachybotrys*), starker Befall in den Kügelchen $1{,}4 \cdot 10^4$ KBE/g Kontamination/Besiedlung

Beispiele

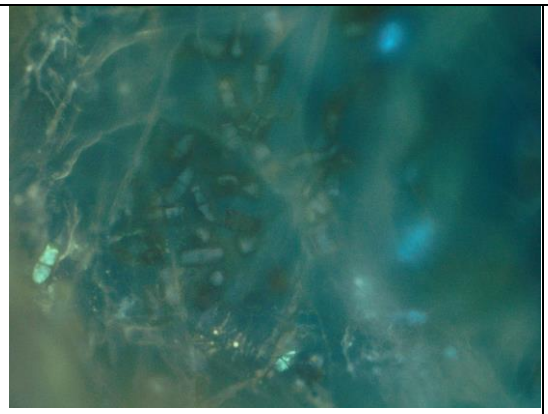
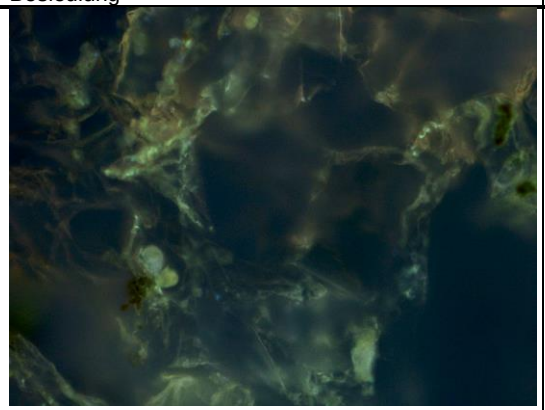
Bereitstellung von Proben für MICOR und ABIS

8	massive Besiedlung mit Actinomyceten	wenig Pilzbestandteile, eher Bakterienbefall



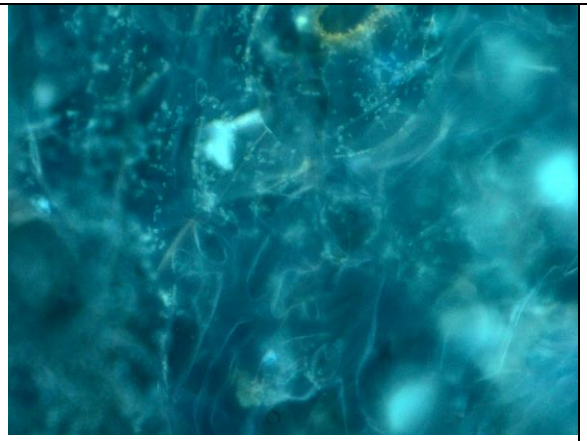
Beispiele

Bereitstellung von Proben für MICOR und ABIS

9	 Besiedlung	kein ausgeprägter Befall, wenige Schimmelpilzstrukturen kein Wachstum
11	 Übergangsbereich Bakterien	kein ausgeprägter Befall, wenige Schimmelpilzstrukturen $2{,}0 \cdot 10^3$ KBE/g Hintergrund

Beispiele

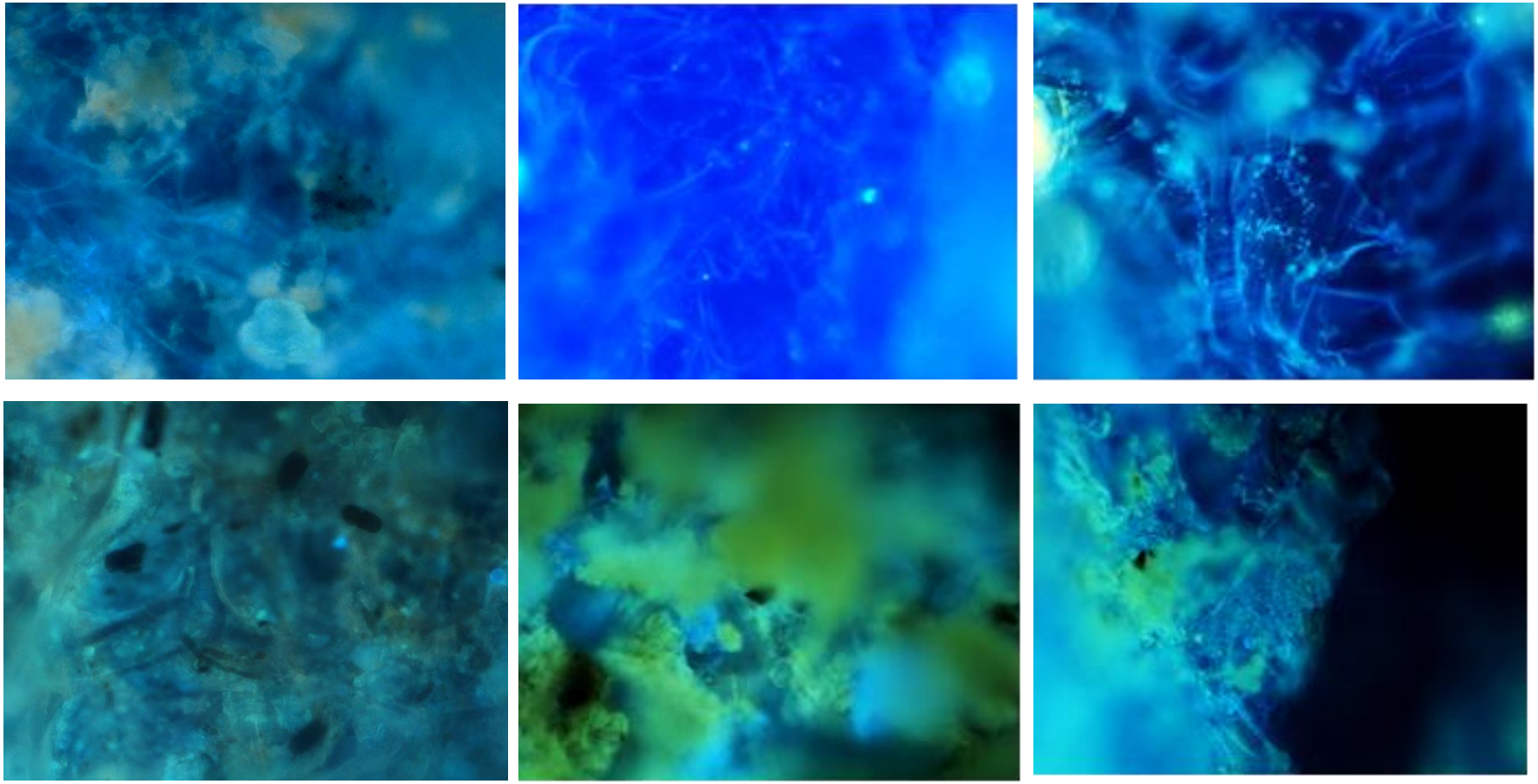
Bereitstellung von Proben für MICOR und ABIS

10	 Besiedlung	starker, frischer Befall $1{,}5 \cdot 10^6$ KBE/g starke Besiedlung

Deutscher Holz- und Bautenschutz verband ev

Beispiele

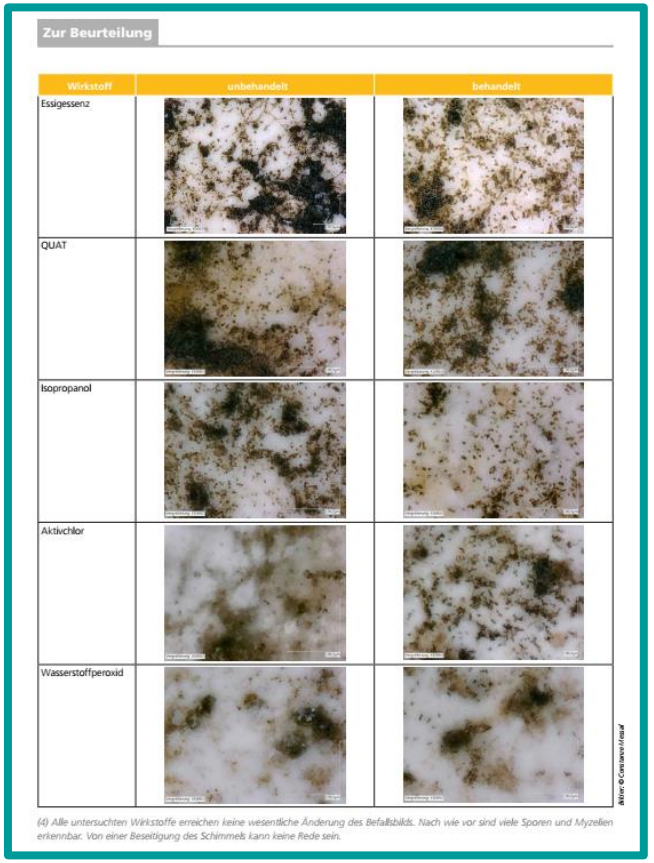
Präventive Behandlung mit kommerziellen Produkten (3 Baustellen)



Beispiele

Falsches Biozid?

(1) Sinn oder Unsinn? Die Anwendung von Desinfektionsmitteln zur Beseitigung eines Schimmelbefalls in Gebäuden erscheint auf der ersten Blick als einfache Lösung. Die Wirksamkeit muss jedoch angezweifelt werden.



(4) Alle untersuchten Wirkstoffe erreichen keine wesentliche Änderung des Befallsbilds. Nach wie vor sind viele Sporen und Myzelien erkennbar. Von einer Beseitigung des Schimmels kann keine Rede sein.

Deutscher Holz- und Bautenschutz verband e.V.

Nebenwirkungen biozider Anwendungen

- Fehlreaktionen mit Non-Targets
- Bildung von unerwünschten Reaktionsprodukten insbesondere bei RO-Spezies
- Einfluss von Bioziden auf die Toxinproduktion – Biozide als Stimuli/ Trigger der Mykotoxinsynthese, insbesondere bei subletalen Dosen/ Stellung Wasserstoffperoxid
- …

Ergebnis der Biozidanwendung: Reduktion der Keimfähigkeit und damit eine geringere Anzahl an KBE/g - Biomasse bleibt erhalten.

Und nun? Geht es nur darum, die Keimfähigkeit herabzusetzen?

- Die Keimfähigkeit der Biomasse wird jedoch auch durch die Trocknung erreicht. (siehe Probe 6)
- Macht es dann einen Unterschied, dass die Biomasse nicht mehr keimfähig ist, weil sie chemisch oder hygrothermisch behandelt wurde? Was ist günstiger? Schneller?
- Was, wenn es dann auch noch schief geht? Lohnt der Aufwand bezüglich Kosten, Zeit, Nachhaltigkeit?

Brauchen wir dann die Desinfektion?

Deutscher Holz- und Bautenschutz verband ev

Brauchen wir dann die Desinfektion?

Dann wäre da noch die Sache mit der Gewährleistung, den Anwälten, dem Wertverlust, den Ausführenden, Korrosion etc.

Pumpeffekt – nächstes Mal!

Laborhopping/ Methoden

Lösung?

Abschottung als Sonderlösung? Ergebnisse der Podiumsdiskussion vom 10. Deutschen Schimmelpilztag in Neuss

Es schreibt für Sie:

Prof. Dr. rer. nat.
Constanze Messal

HAWK Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst – Hildesheim/ Göttingen/Holzminden

Fakultät Bauen und Erhalten
Lehrstuhl für Mikrobiologie in der Restaurierung

Bismarckplatz 10–11 · 31135 Hildesheim
Telefon: (05121) 881383
E-Mail: messal@dhbv.de

Dankeschön!