

Integriertes Schädlingsmanagement in Museen, Archiven und Bibliotheken



- **I**ntegrated: integriert und integrierend
- **P**est: Schädling, anthropozentrische Sammelbezeichnung für Konkurrenten um Nahrung und Materialien oder Gesundheitsgefährder
- **M**anagement: konkrete Organisation von Aufgaben und Abläufen

Was ist IPM?

„Bekämpfung von Schädlingen mittels einer Kombination geeigneter vorbeugender und bekämpfender Verfahren unter Berücksichtigung des Schädlingsbefalls, der ortsspezifischen Gegebenheiten sowie des Schutzgutes unter Abwägung biozidfreier Alternativen zur Minimierung des Biozideinsatzes“

(Quelle: UBA)

Kein Museum ist schädlingsfrei.

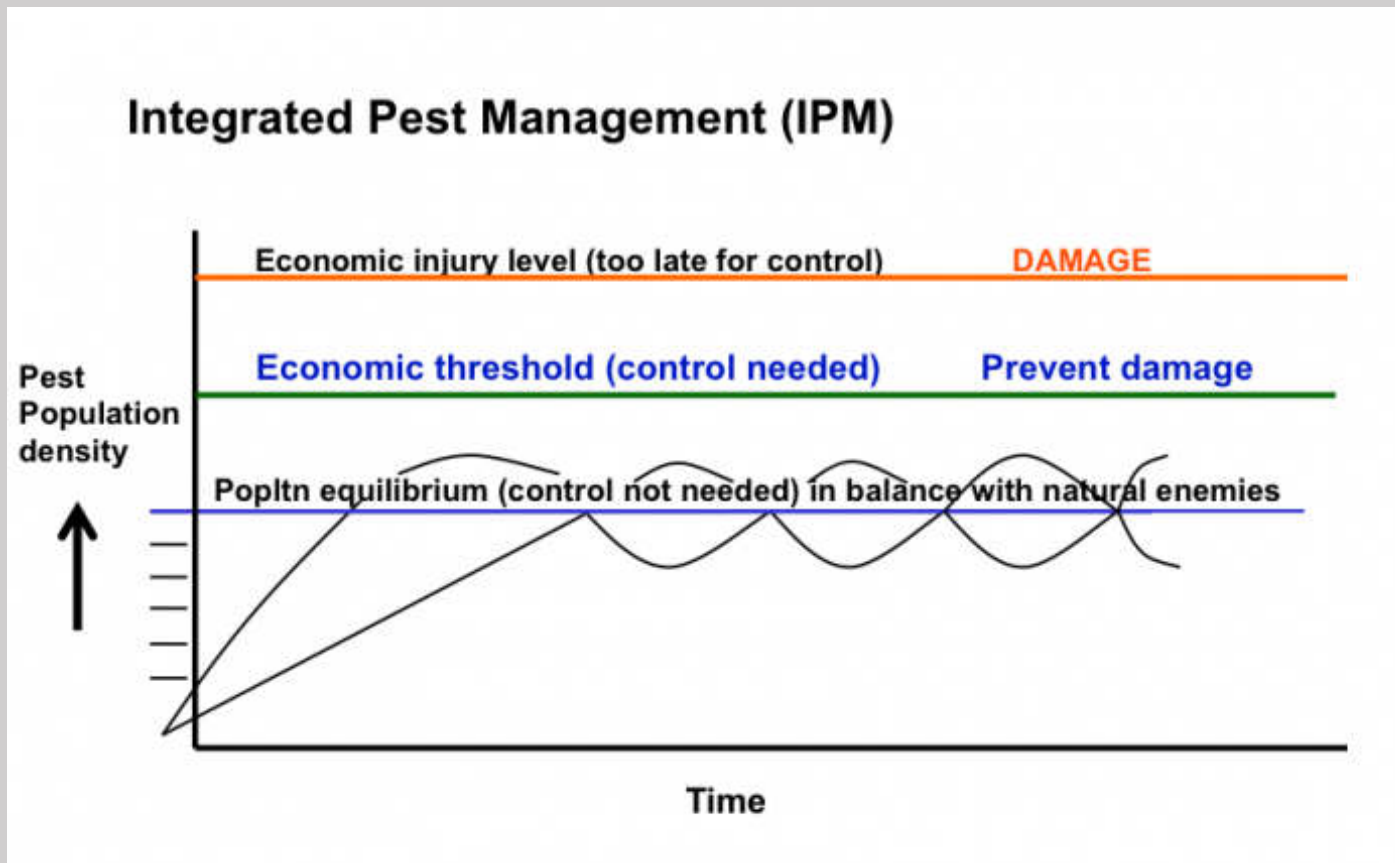


Museum Louvre Abu Dhabi



Staatliches Museum Schwerin

Schadschwellen im Museum?



(Heather Karsten, Science Education Resource Center Carleton)

Schädlingsbekämpfung

konventionell

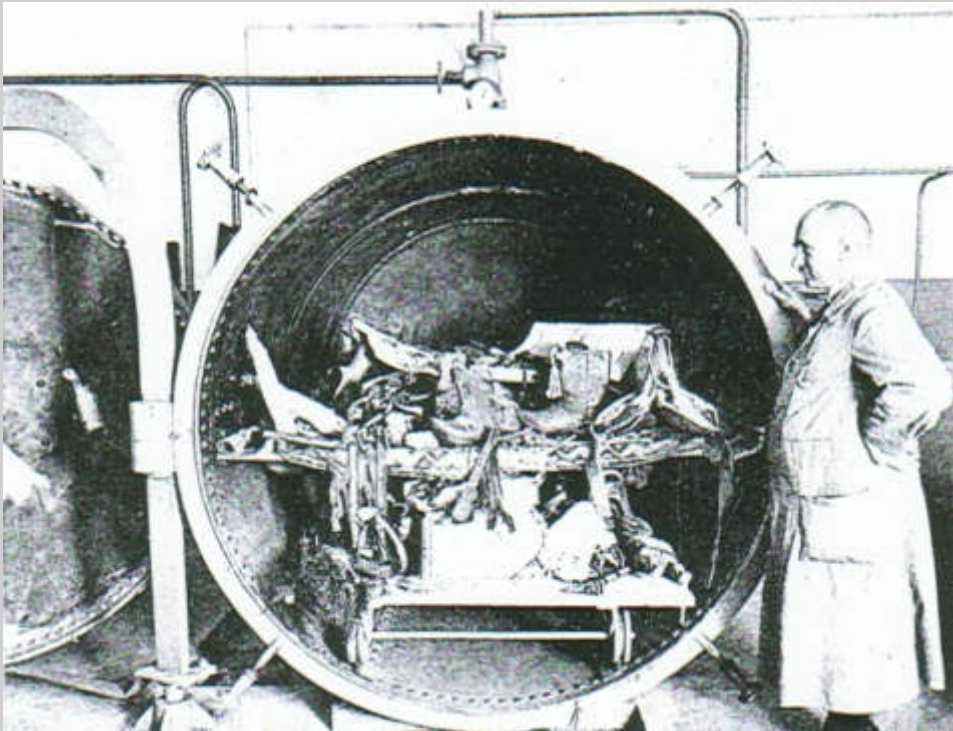
- anlassbezogenes Handeln
- Pestizideinsatz

integriert

- umfassende Analyse
ökologischer Ursache-Wirkung-
Beziehungen
- vorausschauende Vermeidung
von Problemsituationen

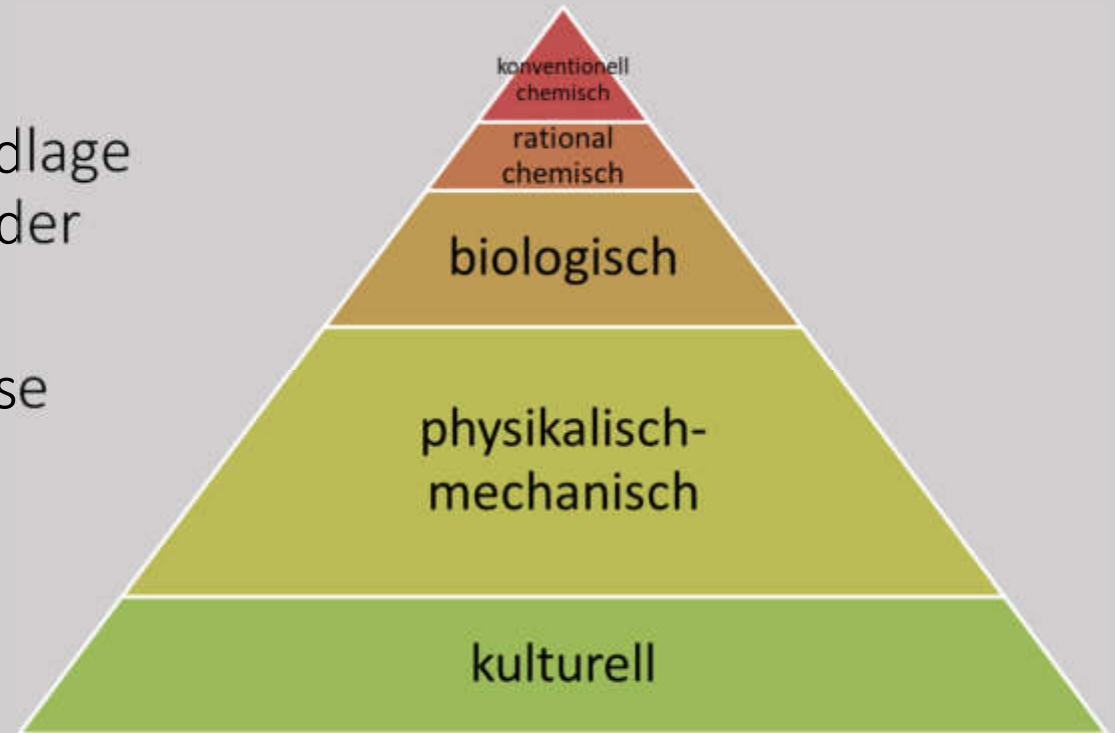


Chemisches Erbe



Was ist IPM?

- ganzheitliches Konzept auf Grundlage wissenschaftlicher Erkenntnisse der Schädlingsbiologie und Ökologie
- Prävention und frühe, schrittweise Intervention
- kombinierte physikalische und biologische Verfahren
- Minimierung chemischer Bekämpfungsmittel
- unter Berücksichtigung ökonomischer Verhältnismäßigkeit



Integrierte
Kontrollmaßnahmen

Warum IPM?

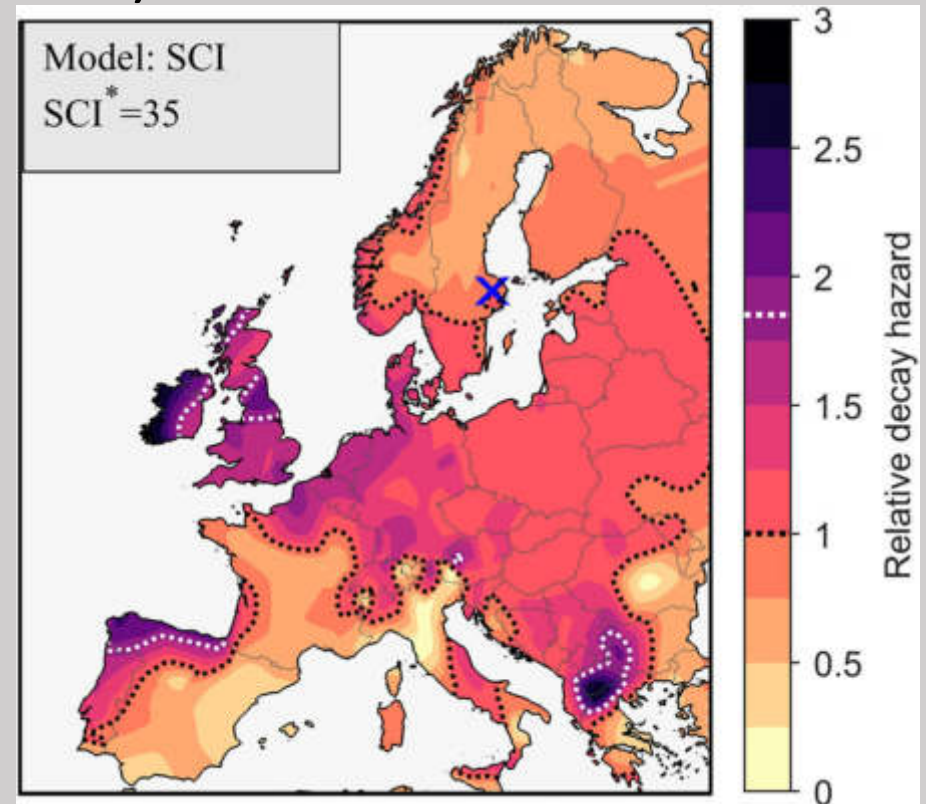
- Biozidbelastung für Menschen und Objekte
- Klimaveränderungen im Freiland und in Gebäuden
- Artenvielfalt und invasive Neobiota
- Umweltschutz
- Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit



Scheffer Climate Index (1971)

$$SCI = \frac{\sum_{Jan}^{Dec} [(T - 2)(D - 3)]}{16.7}$$

- Vergleichsmaß für klimaabhängigen mikrobiologischen Abbau oberirdischer Hölzer
- empirische Beziehung zwischen Makroklima und Zerfallsrate



Niklewski, Jonas; Brischke, Christian; Frühwald Hansson, Eva (2019). Numerical study on the effects of macro climate and detailing on the relative decay hazard of Norway spruce.

Wood Material Science & Engineering, (), 1–9. doi:10.1080/17480272.2019.1608296

Komfortklimawandel



um 1900



Zimmerwärme 16 °C (!) – „Zimmerluft soll 45 bis 80 % Feuchtigkeit enthalten“

Komfortklimawandel



heute

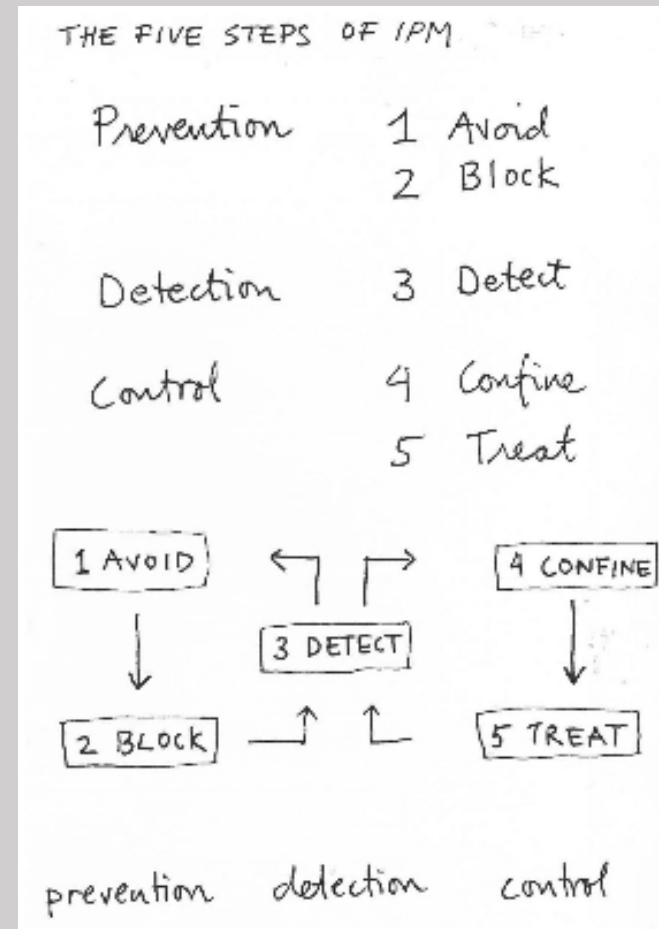
Komfortklima

Empfinden thermischer Behaglichkeit:

- Raumlufttemperatur
- Oberflächentemperatur der raumumschließenden Innenflächen
- Strahlungsanteil
- Wärmeableitung von Fußbodenoberflächen
- Luftgeschwindigkeit
- relative Feuchte der Raumluft



- Prävention
- Monitoring
- Identifizierung
- Behandlung und Entwesung





anoxische Totalbehandlung eines Archivmagazins nach Brotkäferbefall

Nachhaltigkeit

- IPM kontinuierlich und unbefristet
- Einsparungen bei Restaurierungen und Beschaffung
- sinnvolle Kosten-Nutzen-Analyse erst längerfristig
- ohne Drama
keine Aufmerksamkeit



- Raumklima
- Reinigung
- Gebäudeunterhalt
- Sammlungspflege

Vermeiden

Prävention

Aussperren

- Gebäudehülle
- Depotflächen
- Quarantäne

- Monitoring
- Schädlingsarten
- Abundanz

Bestimmen

- Populationsdynamik
- Schädigungspotential

- Lokalisieren
- Ursache ermitteln
- Hergang rekonstruieren

Isolieren

Intervention

Bekämpfen

- Wahl der Methode
- Umfang und Zeitraum

(nach Agnes Brokerhof, Cultural Heritage Agency of the Netherlands)

IPM Standard DIN EN 16790

EUROPÄISCHE NORM
EUROPEAN STANDARD
NORME EUROPÉENNE

SCHLUSS-ENTWURF
FprEN 16790

Februar 2016

ICS 97.195

Deutsche Fassung

Erhaltung des kulturellen Erbes - Integrierte
Schädlingsbekämpfung (IPM) zum Schutz des kulturellen
Erbes

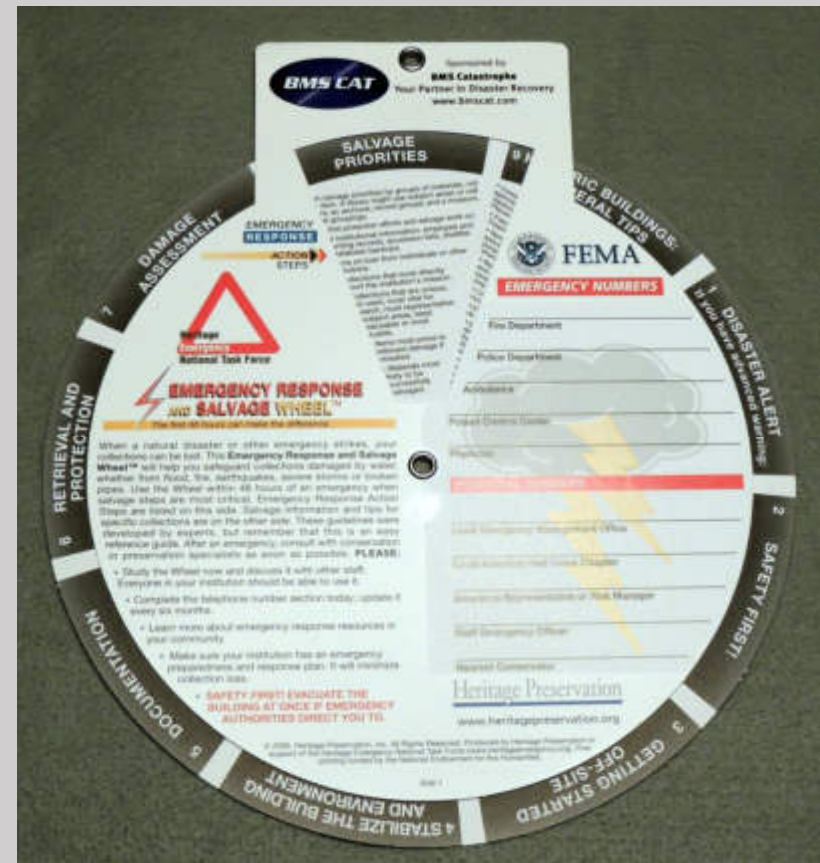
Conservation of cultural heritage - Integrated pest
management (IPM) for protection of cultural heritage

Conservation du patrimoine culturel - Gestion de lutte
intégrée contre les nuisibles (IPM) pour la protection
du patrimoine culturel

Dieser Europäische Norm-Entwurf wird den CEN-Mitgliedern zur formellen Abstimmung vorgelegt. Er wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 346 erstellt.

Notfallplanung

- Prioritäten setzen (Was zuerst?)
- Ablauf planen
- Verantwortlichkeiten regeln
- Kapazität für Objektsicherung vorhalten



IPM Workflow

- IPM-Richtlinien, spezifisch
- IPM-Koordinator
- Information für alle
- Weiterbildung für einige
- Leitungsebene einbinden
- IPM immer wieder überprüfen und anpassen

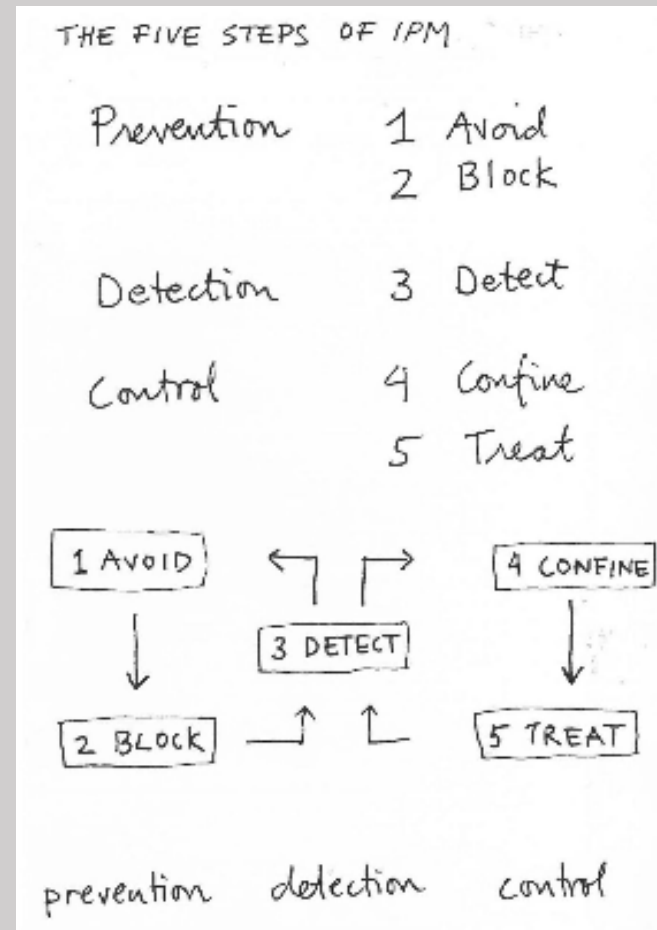


Prävention

Monitoring

Identifizierung

Behandlung und Entwesung



Prävention



IPM ist Teamarbeit.



Gebäudehülle

- Schwachstellen finden
- Versorgungstrakte kontrollieren
- Depottüren abdichten
- ausgewählte Fenster mit Gaze sichern
- Vogelabwehr



Klima

- Vermeiden von Wasserquellen
z.B. Kondenswasser
- Messen und Dokumentieren
- Klimasteuerung überwachen,
ggf. dezentralisieren
- Anpassen des Raumklimas
zu Ungunsten einer
Schädlingsentwicklung



Vegetation

- Dach- und Fassaden-Begrünung nur bei geeigneter Gebäudehülle und Pflege
- Zimmerpflanzen als Nahrung und Wasserquelle bedenken



Ordnung

- Vermeiden von Mikroklima
- Luftzirkulation gewährleisten
- Wandbereiche und Ecken freihalten
- gründliche Raumreinigung ermöglichen
(Abstand 15 cm!)



Transport und Verpackung

- IPM im Leihverkehr verankern
- mehrfach zu nutzende Verpackungen separat lagern
- Entwesungsroutine etablieren, z.B. Packdecken halbjährlich frieren
- nur wärmebehandelte Vollholzmaterialien verwenden



Transport und Verpackung

- Wärmebehandlung für Europool-Paletten und Transportkisten
- Technische Kammertrocknung bei 60 °C (Langzeitschutz?)
- IPPC-Standard (International Plant Protection Convention) für Holzwerkstoffe (Vollholz)
- ISPM 15: Richtlinien zur Regelung von Holzverpackungsmaterial im internationalen Handel





Raumreinigung

- Ansammlungen von Staub und Flusen vermeiden
- Reinigungsleistung und Turnus überprüfen
- Sonderreinigungen veranlassen



Müll und Abfälle

- Hausmüll und Gewerbeabfälle nicht im Gebäude zwischenlagern
- tägliches Leeren von Abfallbehältern



Prophylaktische Behandlung



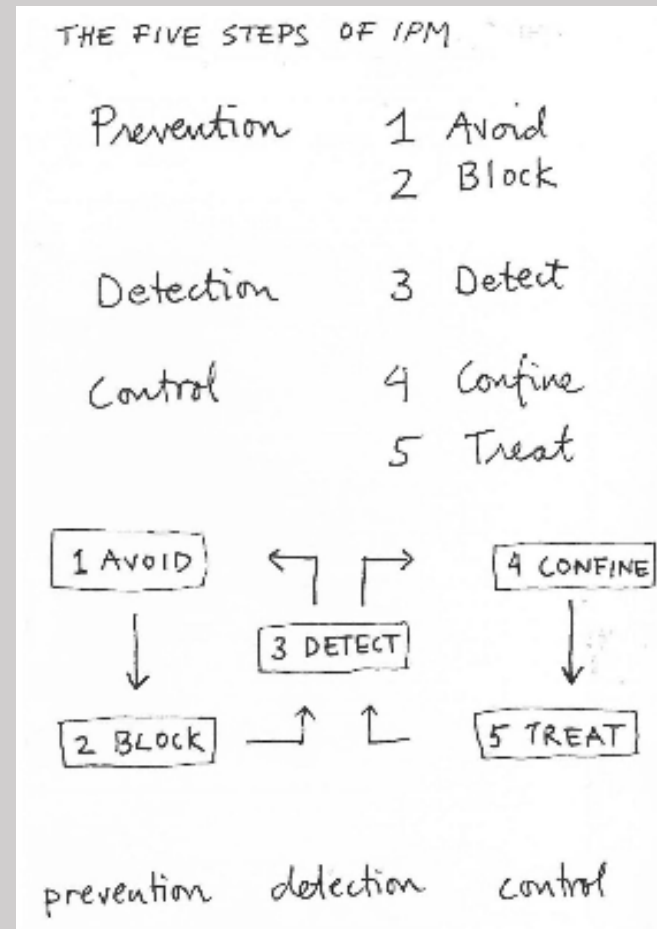
Anoxia mittels Sauerstoffabsorber:
Behandlung kleinerer Volumina in Umhüllung
aus Aluminium-Sperrschicht-Folie

Prävention

Monitoring

Identifizierung

Behandlung und Entwesung

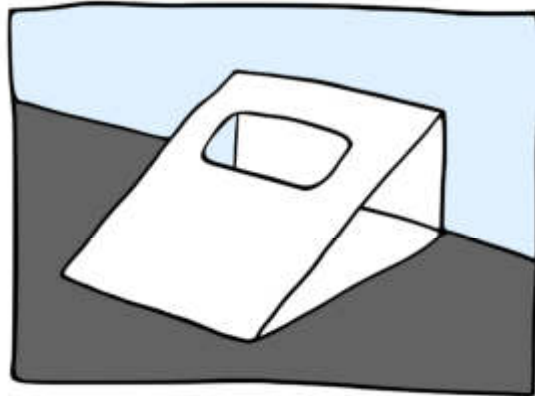


Visuelle Kontrolle

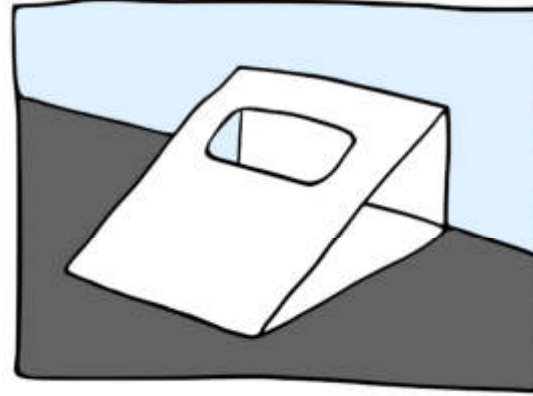
- regelmäßige Inspektion zur Früherkennung
- Fallenfänge saisonal veränderlich
- Auswertung ¼-jährlich
- Langzeitdokumentation der Daten



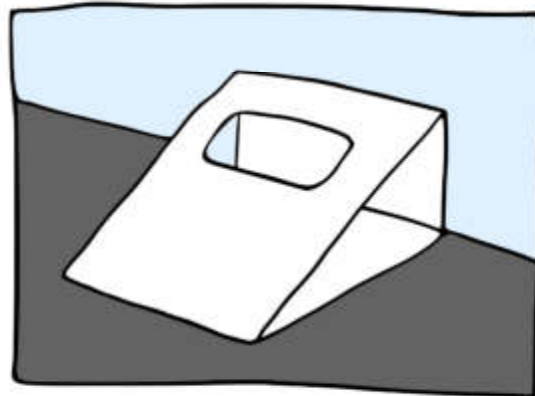
Month 1



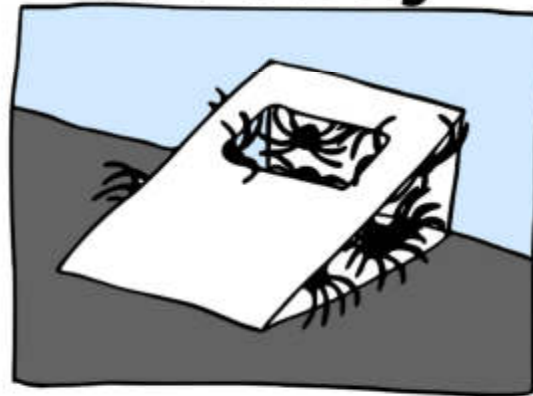
Month 2



Month 3



IPM Day

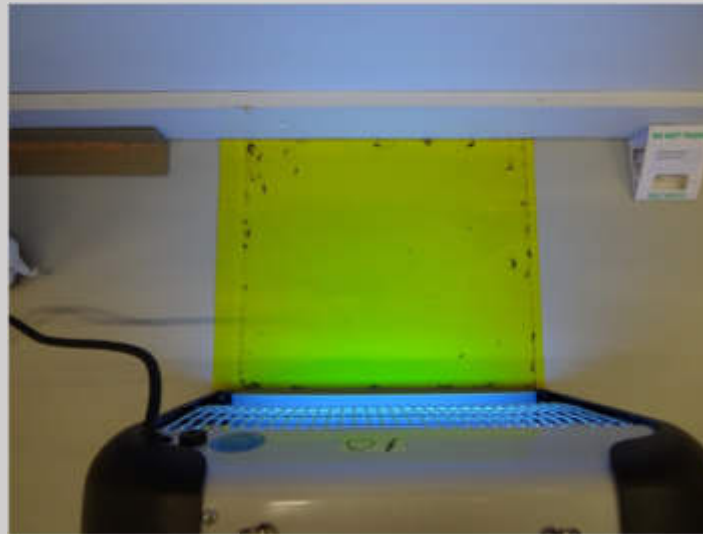


Insektenfallen



- Klebefallen
- Pheromonfallen
- Lichtfallen

Insektenfallen





Klebefallen

- neutral, ohne Lockstoff oder mit Fraßlockstoff
- systematisch in regelmäßigen Abständen verteilt und z.B. immer rechts und links von Türen
- austauschen, wenn Falle viele Insekten gefangen hat oder verstaubt ist



Pheromonfallen

- mit artspezifischem Sexuallockstoff
- Einzugskreis ca. 50 m in Innenräumen
- zu viele Fallen beeinträchtigen Orientierung
- meist Lockstoff für ♂♂
- Austausch häufiger, da Wirkung nachlässt
- Pheromonfallen am Boden fangen auch allgemein.



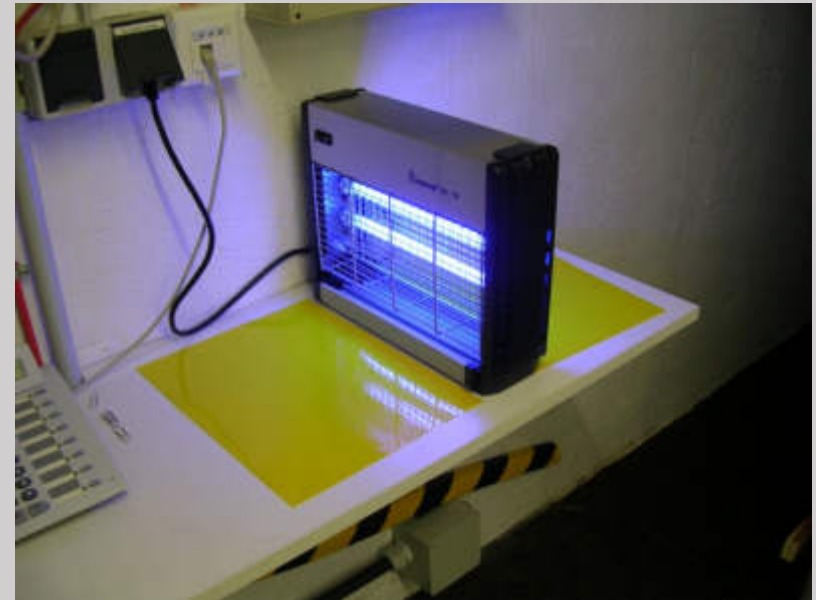


Pheromonfallen für Kleidermotten locken nur Männchen.



Lichtfallen

- UV-Lichtfallen in Kombination mit Gelbtafeln
- gegen Objektgefährdung
Auswahl von Standort und Lampenspektrum
- Notbeleuchtung beachten
- nur in wenigen Fällen zur Bekämpfung geeignet
z.B. Brotkäfer, Splintholzkäfer



Auswertung



| ANNO | | | | | | | | | | | |
|------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 58 | | | | | | | | | | | |
| 59 | | | | | | | | | | | |
| 60 | | | | | | | | | | | |
| 61 | | | | | | | | | | | |
| 62 | | | | | | | | | | | |
| 63 | | | | | | | | | | | |
| 64 | | | | | | | | | | | |
| 65 | | | | | | | | | | | |
| 66 | | | | | | | | | | | |
| 67 | | | | | | | | | | | |
| 68 | | | | | | | | | | | |
| 69 | | | | | | | | | | | |
| 70 | | | | | | | | | | | |
| 71 | | | | | | | | | | | |
| 72 | | | | | | | | | | | |
| 73 | | | | | | | | | | | |
| 74 | | | | | | | | | | | |
| 75 | | | | | | | | | | | |
| 76 | | | | | | | | | | | |
| 77 | | | | | | | | | | | |
| 78 | | | | | | | | | | | |
| 79 | | | | | | | | | | | |
| 80 | | | | | | | | | | | |
| 81 | | | | | | | | | | | |
| 82 | | | | | | | | | | | |
| 83 | | | | | | | | | | | |
| 84 | | | | | | | | | | | |
| 85 | | | | | | | | | | | |
| 86 | | | | | | | | | | | |
| 87 | | | | | | | | | | | |
| 88 | | | | | | | | | | | |
| 89 | | | | | | | | | | | |
| 90 | | | | | | | | | | | |
| 91 | | | | | | | | | | | |
| 92 | | | | | | | | | | | |
| 93 | | | | | | | | | | | |
| 94 | | | | | | | | | | | |
| 95 | | | | | | | | | | | |
| 96 | | | | | | | | | | | |
| 97 | | | | | | | | | | | |
| 98 | | | | | | | | | | | |
| 99 | | | | | | | | | | | |
| 100 | | | | | | | | | | | |

Referenzsammlung

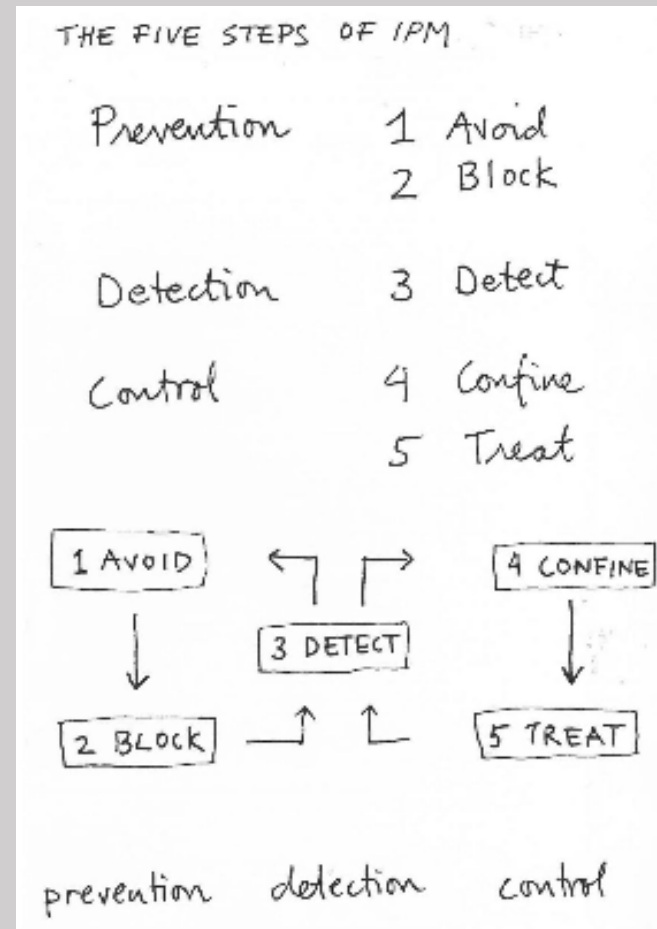


Prävention

Monitoring

Identifizierung

Behandlung und Entwesung





Musikinstrumenten-Museum Berlin - Insektenklebefalle mit Freilandfauna

Schädlinge

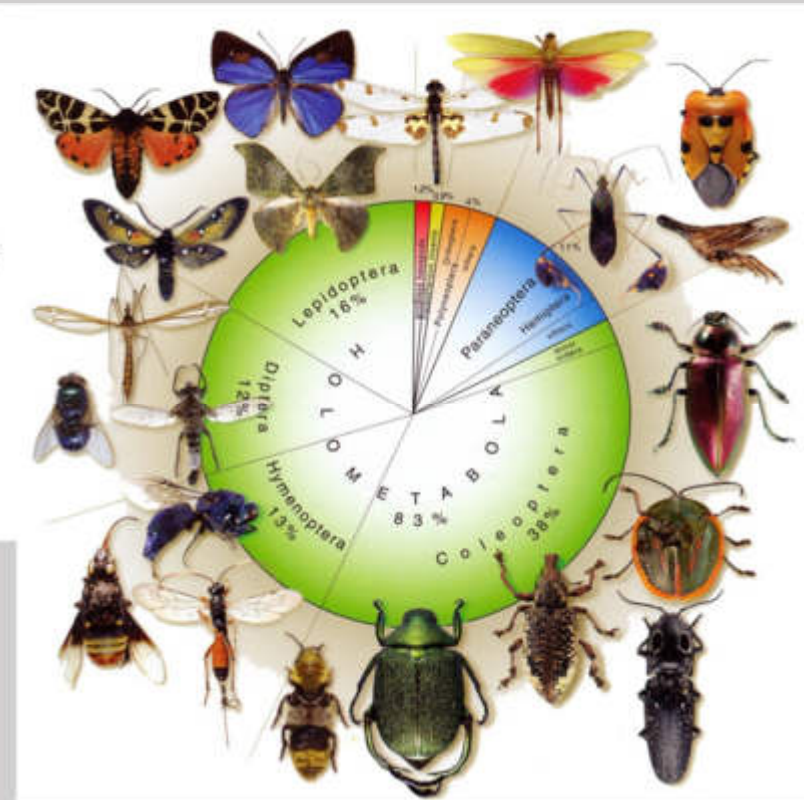
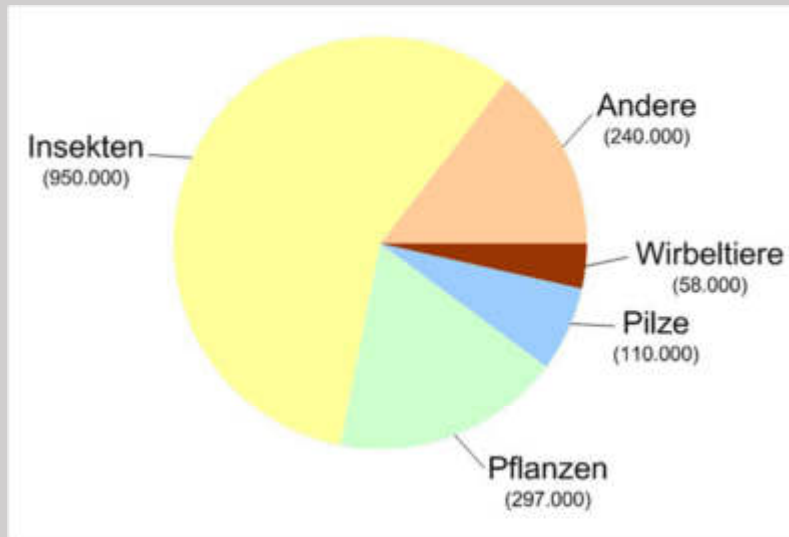
- Insekten
- Pilze
- Nager
- Vögel und Fledermäuse
- Algen und Bakterien
- (Menschen)





Biologischer Schadfaktor:
Museumsbesucher

Insekten



- 2/3 aller Tierarten
- < 500 Arten Museumsschädlinge

Sammlungsschädlinge

- Kulturfolger
- Kosmopoliten
- Spezialisten
- Erfolgsmodelle der Natur



Museumskäfer *Anthrenus museorum*

Schädlingsbiologie ist Ökologie.



Jason Dodge
geb. 1969 in Newton, Pennsylvania; lebt in Berlin
aquamarine inside of an owl
Courtesy der Künstler und Löttgenmöljer

- Beispiel Teppichkäfer: Abbau Keratin-haltiger Materialien
Vogelnester, Gewölle, Felle, Federn, Kadaver
- Konflikt: Kunstobjekt und Kulturerbe oder Nahrungsressource

Holzschädlinge Nagekäfer (Anobiidae)

- Holz- (und Vorrats-)schädlinge
- Zelluloseaufschluss über Darmsymbionten
- Entwicklungszyklus ½ bis 3 Jahre
- Reproduktionsrate < 100 x

Gemeiner Nagekäfer, Brotkäfer,
Brauner Nagekäfer, Diebskäfer
(Archivschädling)



Splintholzkäfer (Lyctidae)

- junges Laubholz, nährstoffreiches Splintholz, tropische Weichhölzer (z.B. Limba)
- Parkett, Bilderrahmen, Transportkisten
- Entwicklungszyklus 6 bis 18 Monate
- Reproduktionsrate ca. 50 x

Brauner Splintholzkäfer, Parkettkäfer,
Nordamerikanischer Splintholzkäfer



Textilschädlinge

Speckkäfer (Dermestidae)

- Befall tierischer und pflanzlicher Materialien
- Verwertung von Keratin aus Federn und Haaren
- Wasserbedarf über Metabolismus möglich

Brauner Pelzkäfer, Gefleckter Pelzkäfer, Berlinkäfer, Australischer Teppichkäfer, Wollkrautblütenkäfer, Museumskäfer



Echte Motten (Tineidae)

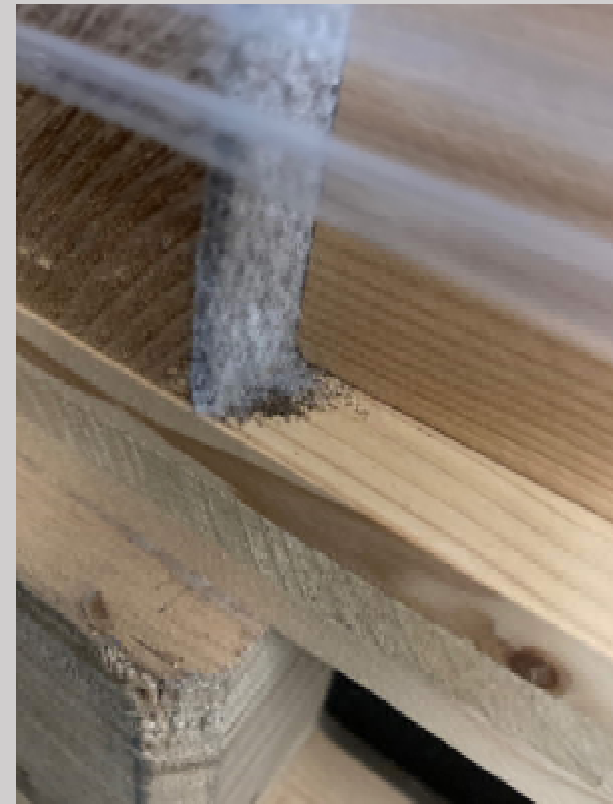
- schädlich an Wolle, Teppichen, Pelzen, Federn
 - Entwicklungszyklus 4 bis 10 Monate
 - Reproduktionsrate 100 – 200 x
 - Wasserbedarf über Stoffwechsel
- Kleidermotte, Pelzmotte, Nestermotte





Textilschädlinge

Beispiel Kleidermotte *Tineola bisselliella* (Hummel)



Archivschädlinge

Brotkäfer *Stegobium paniceum* (L.)



Größe: 2 bis 3 mm

Papierschädlinge Fischchen (Zygentoma)



Silberfischchen *Lepisma saccharinum*



Papierfischchen *Ctenolepisma longicaudatum*



> 35 Arten Schadinsekten in der SPK

Schadnager



Schadnager



Indikatoren

- Zeigerarten für Schimmelpilzvorkommen, erhöhte Feuchtigkeit und schlechte Reinigung



Moderkäfer



Staubläuse



Asseln



Tausendfüßer



Schmetterlingsfliegen

Identifizieren



Referenzmaterialien und Fachwissen

Fraßspuren / Exkreme



Trockenholztermite *Cryptoterme brevis*



Brauner Nagekäfer *Nicobium castaneum*



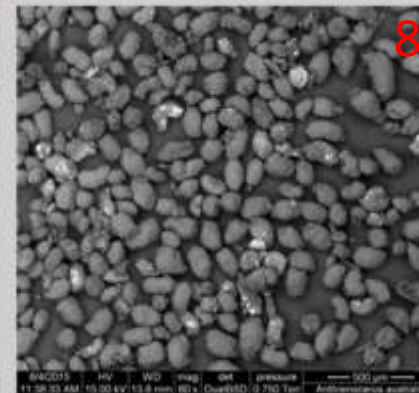
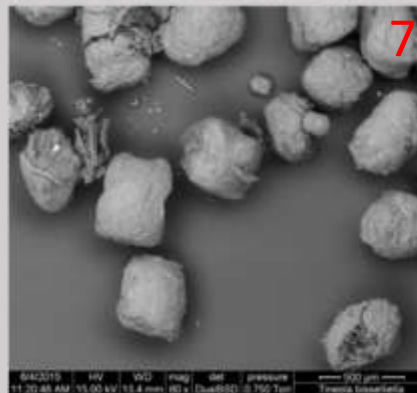
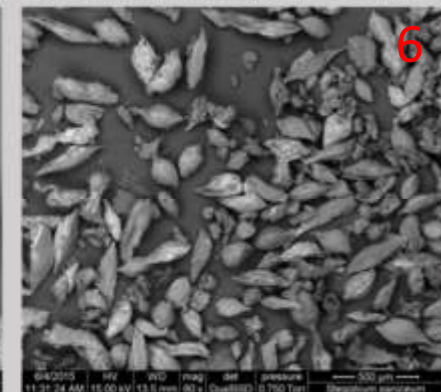
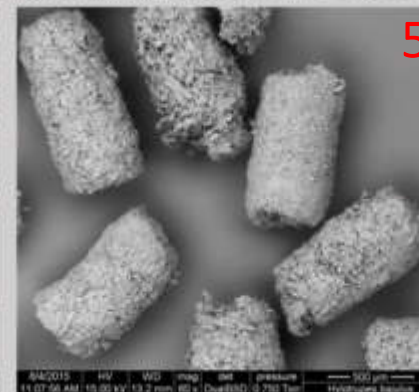
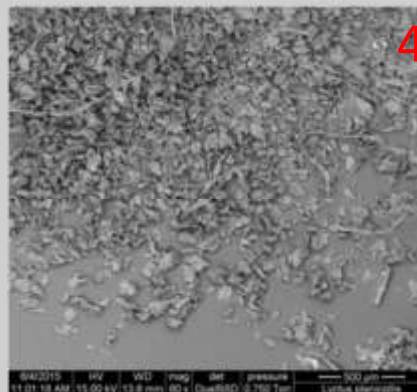
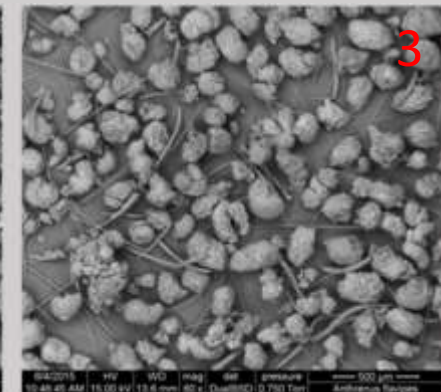
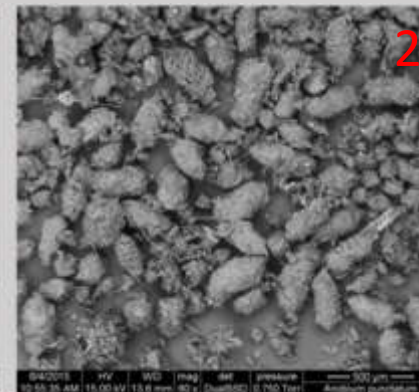
Brotkäfer *Stegobium paniceum*



Kleidermotte *Tineola bisselliella*

Insektenfraß/ Exkrememente

- 1) Trockenholztermite
- 2) Gemeiner Nagekäfer
- 3) Polsterwarenkäfer
- 4) Splintholzkäfer
- 5) Hausbockkäfer
- 6) Brotkäfer
- 7) Kleidermotte
- 8) Australischer Teppichkäfer

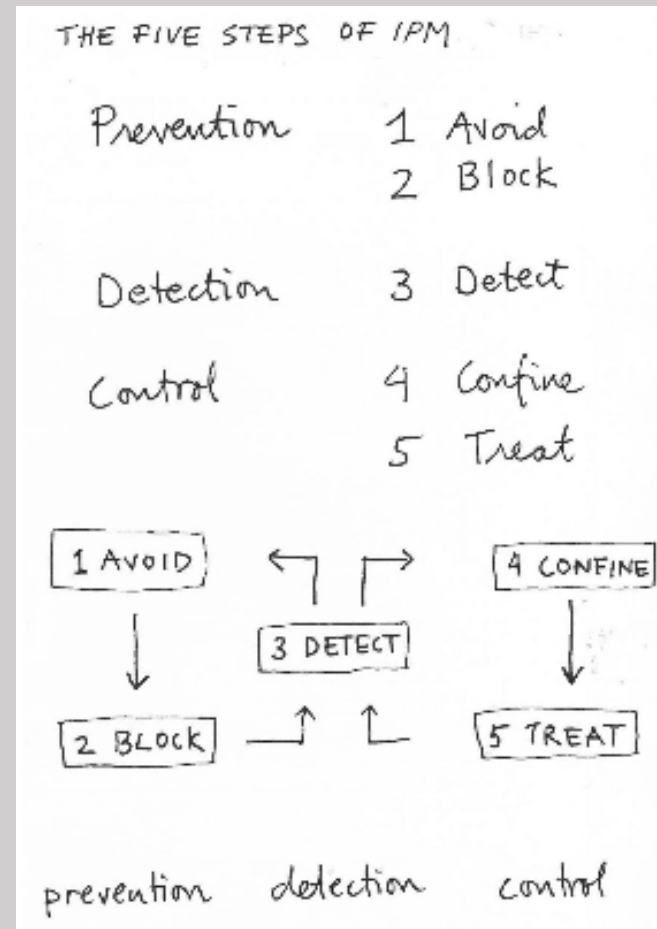


Prävention

Monitoring

Identifizierung

Behandlung und Entwesung



Verfahren der Bekämpfung

- Anoxia: Stickstoffanreicherung, Sauerstoffentzug
- thermische Verfahren: Gefrieren, Wärme, Mikrowellen
- biologische Antagonisten, Nützlinge
- UV-Lichtfallen + Gelbtafeln
- Pheromon-Verwirrtechnik
- Diatomeenerde
- Repellentien
- natürliche, chemische Insektizide, synthetische Pestizide, gasförmige Biozide, Entwicklungshemmer
- Rodentizide



Anoxia

- Entzug von Sauerstoff aus der Umgebungsluft bzw. Anreicherung von Stickstoff
(Normalluft: 78 % N₂, Partialdruck 791 hPa)
- N₂-Generatoren
(PSA – Pressure Swing Absorption)
- Stickstoff aus Druckgasflaschen
- O₂-Scavenger
(Chemische Bindung an Eisen-Ionen)



Anoxia

Voraussetzungen:

- gasdichter Abschluss zur Umgebung (Kammer oder Folienverpackung)
- OTR und WTR materialspezifisch
- Regulierung der Luftfeuchte
- lange Behandlungsdauer von 2 bis 6 Wochen in Abhängigkeit von der Temperatur



Liste der in Deutschland zugelassenen Biozidprodukte in der Produktart 18 (Insektizide, Akarizide und Produkte gegen andere Arthropoden)

| Name des Biozidproduktes | Zulassungsnummer | Wirkstoff(e) | Ende der Zulassung | Verwendung | Einstufung | Weitere Informationen |
|--|---------------------|--------------|--------------------|--|---|-----------------------|
| recozit Ameisenköderdose | DE-2014-A-18-00004 | Spinosad | 31.10.2022 | Köderlösung (auf Zellulosepad) in gebrauchsfertiger Köderdose zur Anwendung gegen Ameisen in und um Gebäude durch nicht-berufsmäßige Verwender, berufsmäßige Verwender und sachkundige Verwender. | R52/53: Schädlich für Wasserorganismen, kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben/ Nach CLP: H412 Schädlich für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung | - |
| Rentokil CO2 Controlled Atmosphäre | DE-0010866-18 | Kohlendioxid | 31.10.2022 | Verdichtetes Gas zur Anwendung gegen diverse Insekten im Innenraum durch berufsmäßige Verwender, die speziell in der Kohlendioxidbegasung geschult sind. Gemäß Artikel 89 Absatz 4 der Verordnung (EU) Nr. 528/2012 gelten für die Umsetzung der Bestimmungen der Zulassung eine Frist für die Bereitstellung auf dem Markt bis zum 31.08.2016 sowie eine Frist für die Verwendung bis zum 04.03.2017. | H280 Enthält Gas unter Druck; kann bei Erwärmung explodieren. | - |
| Rentokil N2 Controlled Atmosphäre | DE-2013-MA-18-00001 | Stickstoff | 31.08.2021 | Begasungsmittel zur Verwendung im Innenbereich durch sachkundige Verwender; Zielorganismen: diverse Insekten und Milben | Nach CLP: H280: Enthält Gas unter Druck; kann bei Erwärmen explodieren. | - |
| SumiOne® Elektro- Mückenstecker | DE-2014-MA-18-00001 | Metofluthrin | 26.03.2015 | Gebrauchsfertige, lösemittelbasierende Formulierung zur Anwendung im Innenraum durch nicht-berufsmäßige Verwender gegen Culicidae (inklusive Moskitos). Das Biozidprodukt darf noch bis zum 27.04.2015 auf dem Markt bereitgestellt und weiter verwendet werden. | Xn: Gesundheitsschädlich / N: Umweltgefährlich / R65: Gesundheitsschädlich: kann beim Verschlucken Lungenschäden verursachen / R50/53: Sehr giftig für Wasserorganismen, kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben. | - |

Stickstoff als biozider Wirkstoff klassifiziert
(EU Biozid-Verordnung 528/2012)

baua:

Bundesanstalt für Arbeitsschutz
und Arbeitsmedizin
Federal Institute for Occupational
Safety and Health

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Postf. 17 04 02, D-44061 Dortmund

Bundesstelle für Chemikalien
Federal Office for Chemicals

Friedrich-Henkel-Weg 1 – 25
44149 Dortmund
Deutschland / Germany

Kontakt / Contact:
chemg@baua.bund.de

Aktenzeichen. / Our reference(s):
5.0-710 05/18.00037

Dortmund, 10.08.2023

**Allgemeinverfügung zur Zulassung eines Biozidprodukts gemäß Artikel 29 der Verordnung (EU)
Nr. 528/2012¹ mit *in-situ* hergestelltem Stickstoff zum Schutz des kulturellen Erbes²**

Hiermit gibt Bundesstelle für Chemikalien als zuständige Behörde gemäß §12b Absatz 2 Punkt 4 ChemG die Zulassung eines Biozidproduktes mit *in-situ* hergestelltem Stickstoff zum Schutz des kulturellen Erbes bekannt.

Sofern nicht nach dieser Allgemeinverfügung verfahren werden kann, ist eine Einzelzulassung durch die Bundesstelle für Chemikalien erforderlich.

Biologische Antagonisten

- Schlupfwespen
Ei- und Larval-Parasitoide
z.T. spezifische Wirtsart
- Raubwanzen (Prädatoren)
- entomopathogene Pilze



Nützlingseinsatz

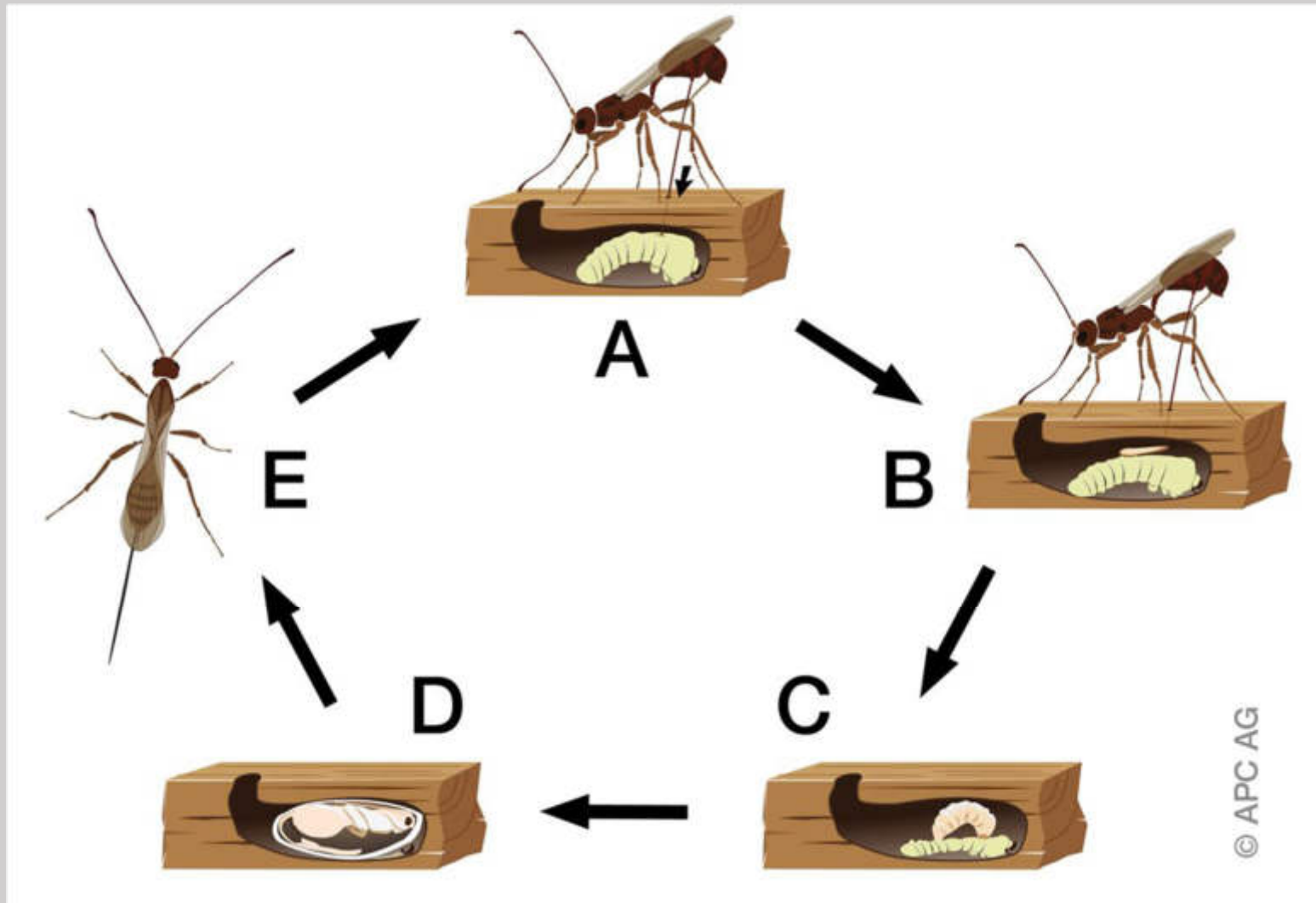
- Ausbringung massenhaft und kontinuierlich, auch prophylaktisch
- geeignetes Klima wichtig
- physische Wirtserreichbarkeit erforderlich
- Grenzen: Pestizid belastete Umgebung (einschränkt als Biotest)
- Kontrolle: Langzeit-Monitoring



Ameisenwespchen (Bethyilidae)
Plattwespe *Cephalonomia gallicula*

Larvalparasitoid an
Gemeinem Nagekäfer *Anobium punctatum*
Brotkäfer *Stegobium paniceum*
Tabakkäfer *Lasioderma serricorne*





Spathius exarator gegen *Anobium punctatum*

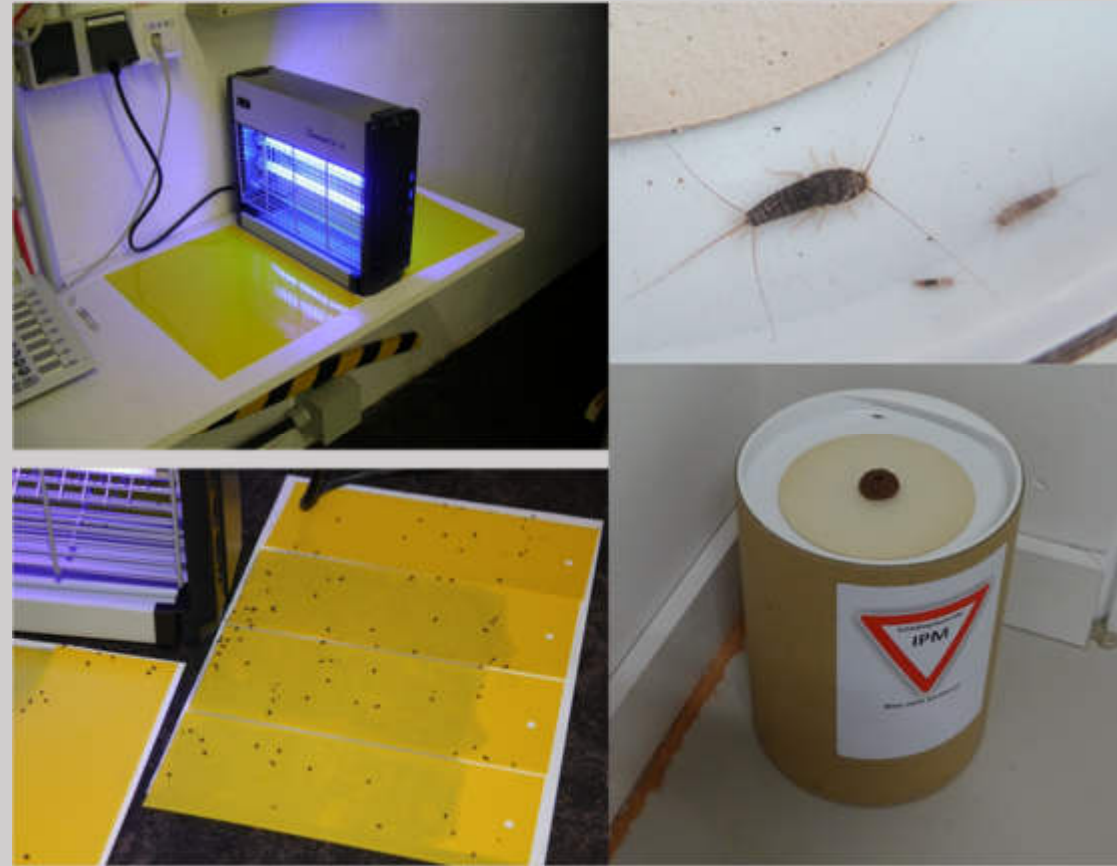


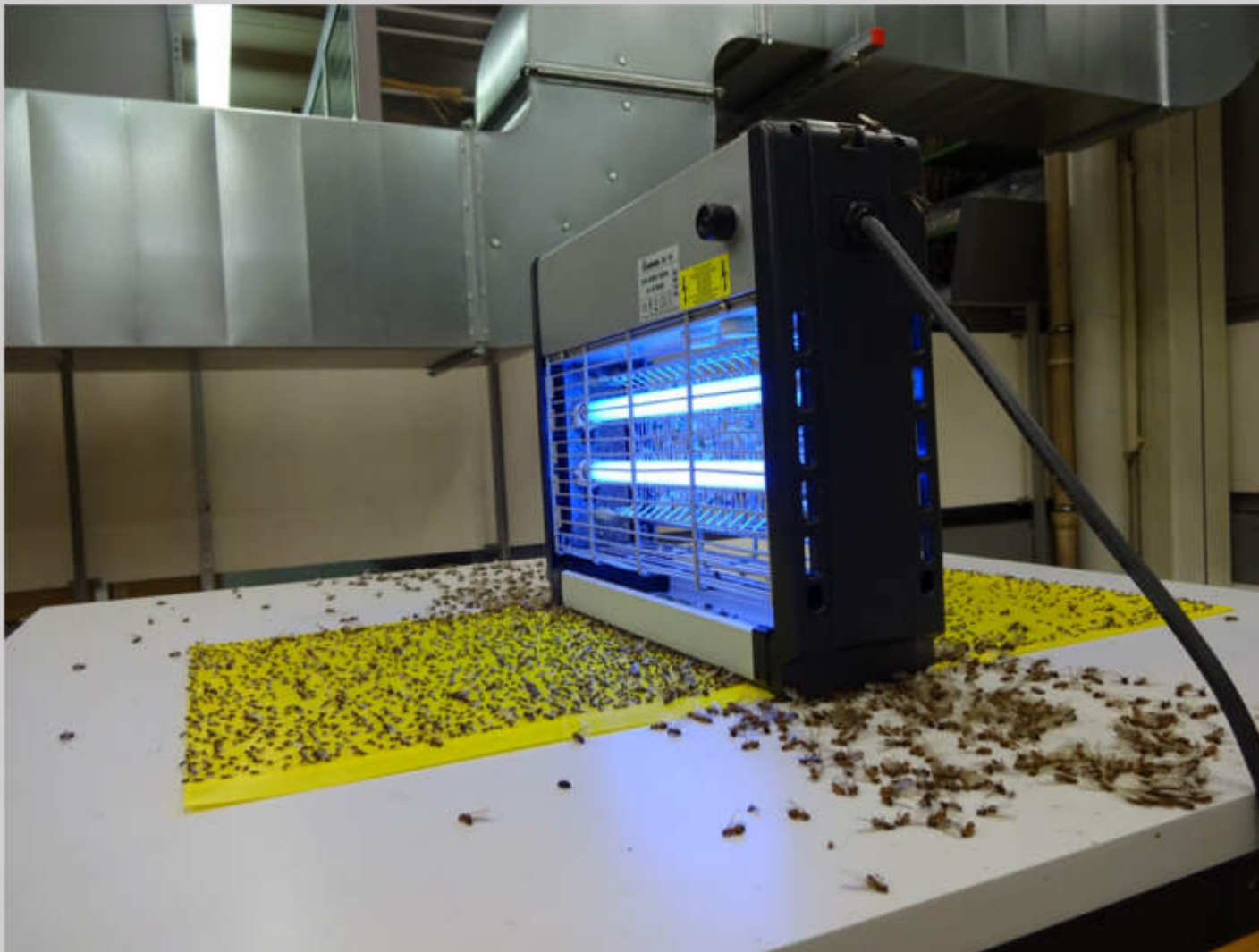
Spathius exarator



Masstrapping

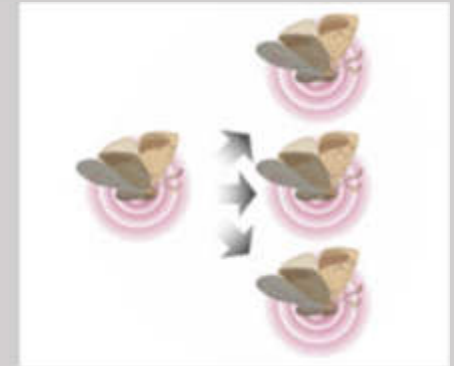
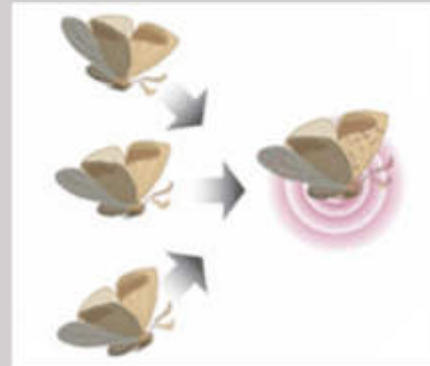
- nur in wenigen Fällen zur Bekämpfung geeignet:
 - Brotkäfer
 - Splintholzkäfer
 - Papierfischchen
- UV-Lichtfallen in Kombination mit Gelbtafeln
- Lebendfallen für Papierfischchen





Pheromon-Verwirrtechnik

- Störung von Partnerfindung und Fortpflanzung

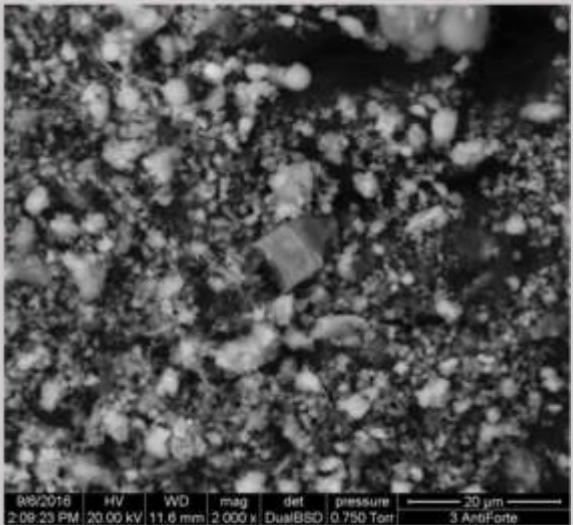
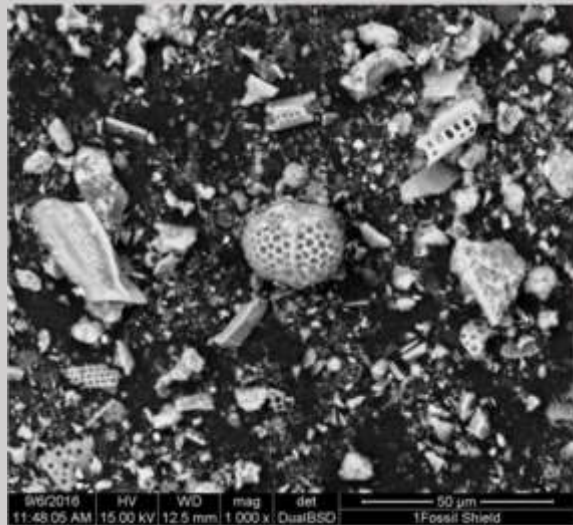
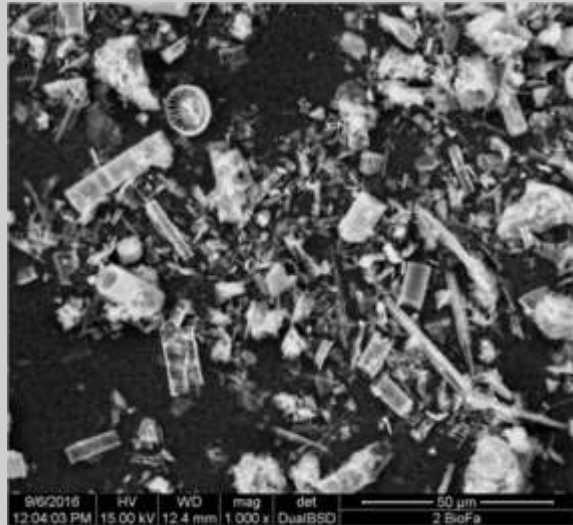


- synthetisches Pheromon maskiert Männchen zu Super-Weibchen

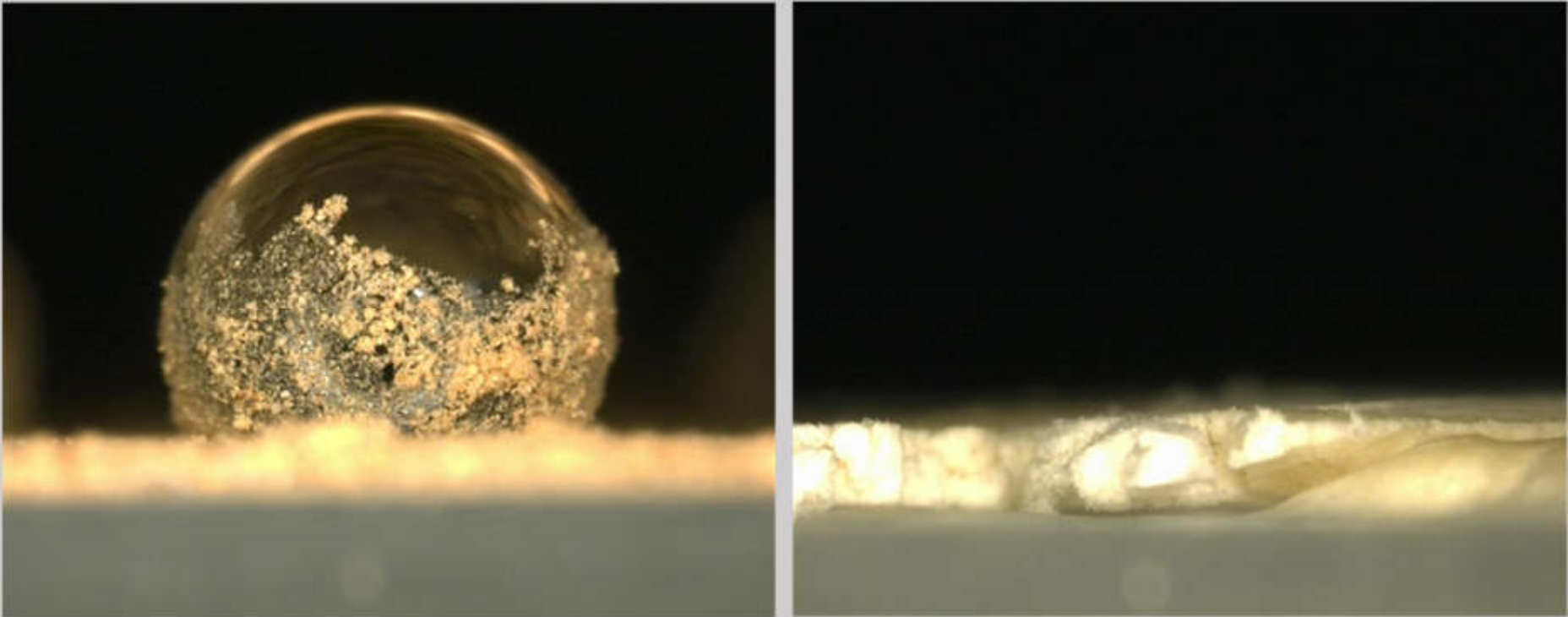
Diatomeenerde

- Kieselgur, fossile Kieselalgen
- hauptsächlich amorphes Siliciumdioxid
- Wirksamkeit über Austrocknung
- Eignung nur für geschlossene und trockene Bereiche
- lipophil bis hydrophil, je nach Herkunft und Zusammensetzung





Diatomeenerde



insektizide Wirksamkeit nur bei lipophiler Beschaffenheit

Archivschädlinge

Papierfischchen

- Entwicklungsstop bei 11 °C
- Überleben Adulter knapp über dem Gefrierpunkt
- kein Überwinden glatter Oberflächen (Rautiefe Rz < 1,7 µm)
- keine natürliche Antagonisten zur biologischen Schädlingsbekämpfung
- Diatomeenerde (Kieselgur)





Rodentizide

Befall durch den Braunen Pelzkäfer *Attagenus smirnovi*



Befall durch Brotkäfer *Stegobium paniceum*



5th International IPM Conference for Cultural Heritage 2024 Berlin

18. bis 20. September 2024 Humboldt Forum Berlin