



Kanton Zürich
Direktion der Justiz und des Innern

Schimmelpilz Entstehung, Erkennung & Behandlung

Ines Rauschenbach
Abteilungsleiterin Beständeerhaltung

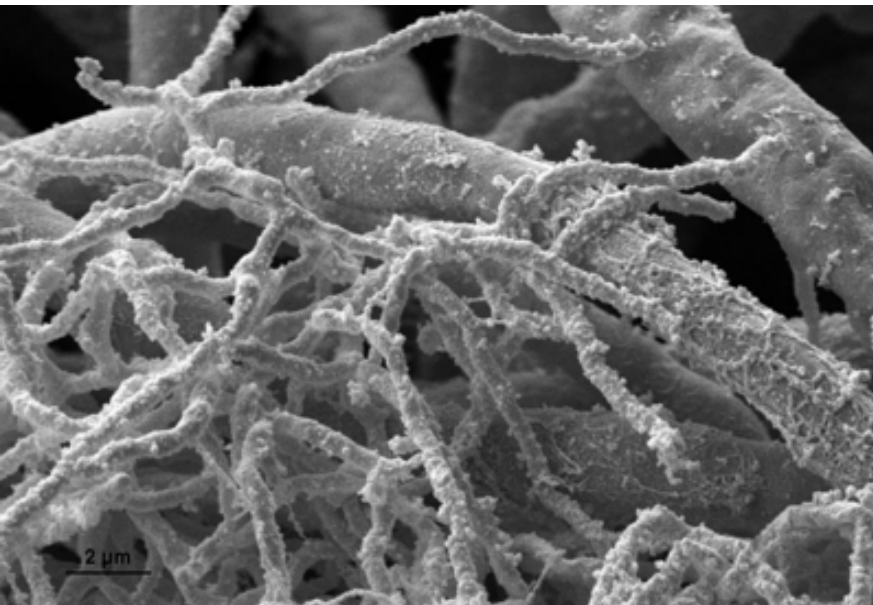
Was ist Schimmel?

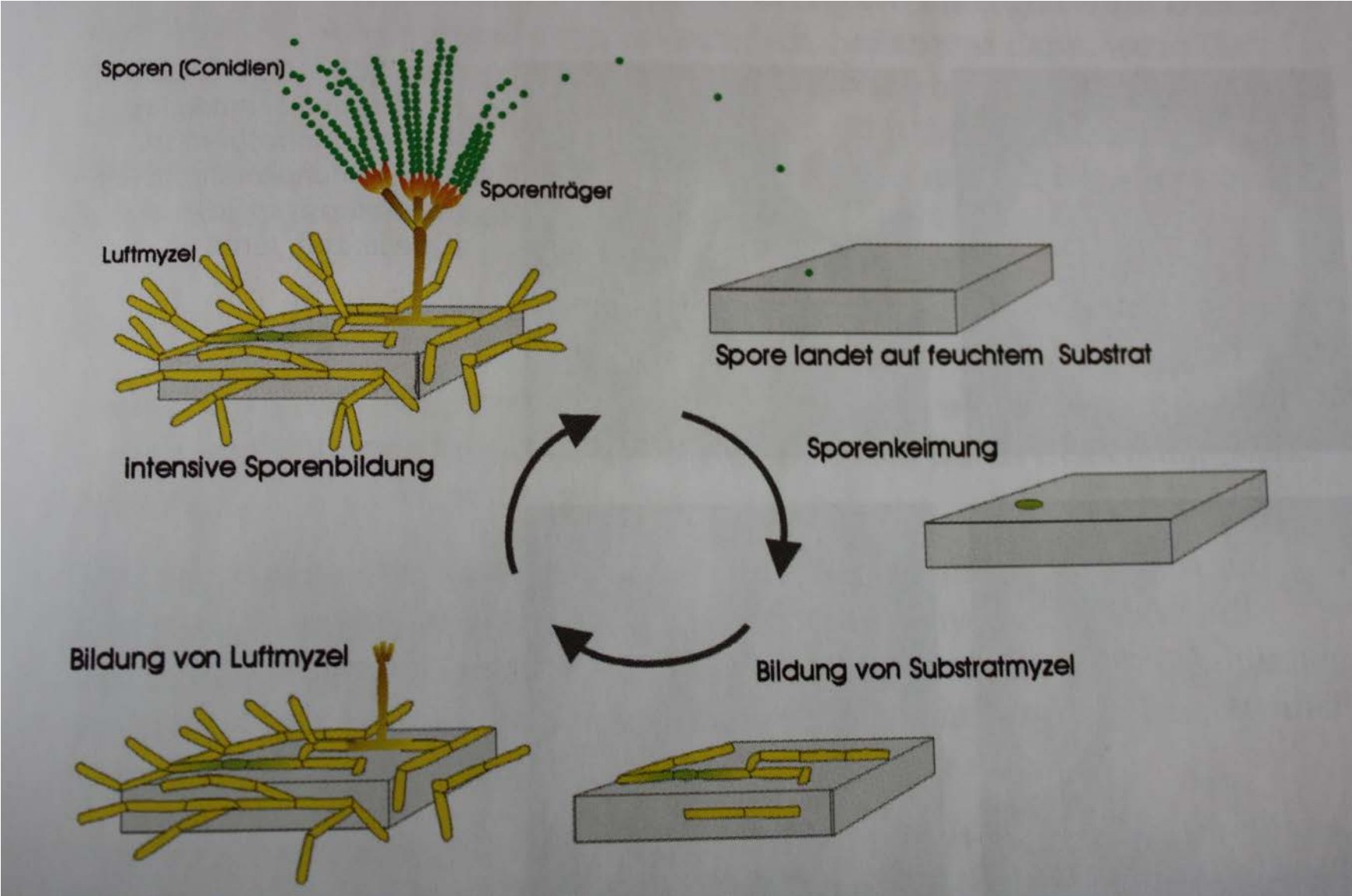
- Mikroorganismen
- Schimmelpilze, Hefen und Bakterien
- Hälfte der globalen Biomasse
- weder Tier noch Pflanze



Wie ist ein Schimmelpilz aufgebaut?

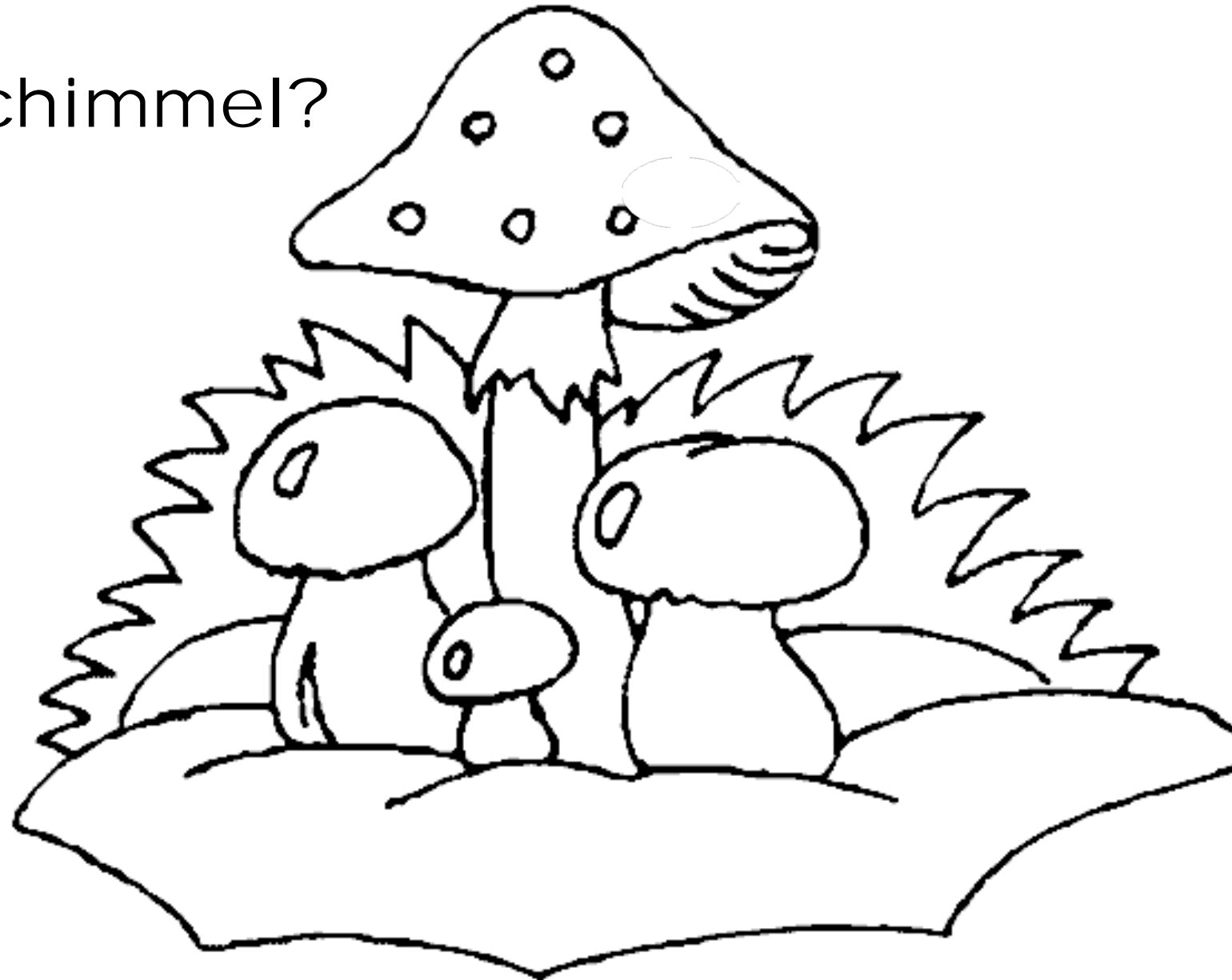
- Hyphen (fadenförmige Zellen)
- Myzel (Fadengeflecht)
- Sporen auf Sporenträgern (Fruchtkörper)





Wie entsteht Schimmel?

- Schimmelquelle
- Schimmelübertragung
- Wachstumsbedingungen



Schimmelquellen

- omnipräsent (Schimmel ist überall!)
- in der Luft
- auf Oberflächen
- überdurchschnittliche viele Sporen in Staub

Schimmelübertragung

- starke Luftzirkulation
- unmittelbarer Kontakt mit kontaminiertem Material
- Staubansammlungen
- Schimmel in der Bausubstanz

Wachstumsbedingungen

- Substrat
- Feuchtigkeit
- Temperatur / Licht

Wachstumsbedingung: Substrat

- Papier
- Holz
- Leder
- Pergament
- Staub
- stärkehaltige Klebstoffe (Appreturen, Rückenleimung)
- proteinhaltige Klebstoffe (Tierleime)
- Textilien (Einbandgewebe, Bundmaterialien)

Wachstumsbedingung: Feuchtigkeit

Ohne Wasser kein Leben!

- wichtigste Wachstumsbedingung für Schimmelpilze
- Anspruch nicht bei jedem Pilz gleich
- Luftfeuchtigkeit
- Wasser im Substrat

Temperatur / Licht



- sekundär für den Schimmelwachstum
- optimale Wachstumstemperatur unterschiedlich (zwischen -2 und 80 °C)
- Wachstumsgeschwindigkeit reduziert sich bei nicht idealer Temperatur



- Einfluss wissenschaftlich nicht belegt
- möglicher Stressfaktor für Schimmelpilze
- mögliche Reaktionen auf Licht
 - Wachstumshemmung
 - Wachstumssteigerung
 - Bildung von Farbstoffen

Welchen Schaden verursacht Schimmel?

- **Stoffwechselprodukte**

- Verfärbungen in Form von Pigmenten

Melanin = optische Beeinträchtigung

- **Säuren**

pH Wertänderung des Substrats

Schwächung der organischen Verbindung

- **Enzyme**

Proteasen, Lipasen, Cellulase, Pepsin

Zersetzten Proteine, Fette, Cellulose, Kohlenhydrate

Welchen Schaden verursacht Schimmel?

- Optische Beeinträchtigung durch Farbveränderung (irreversibel)

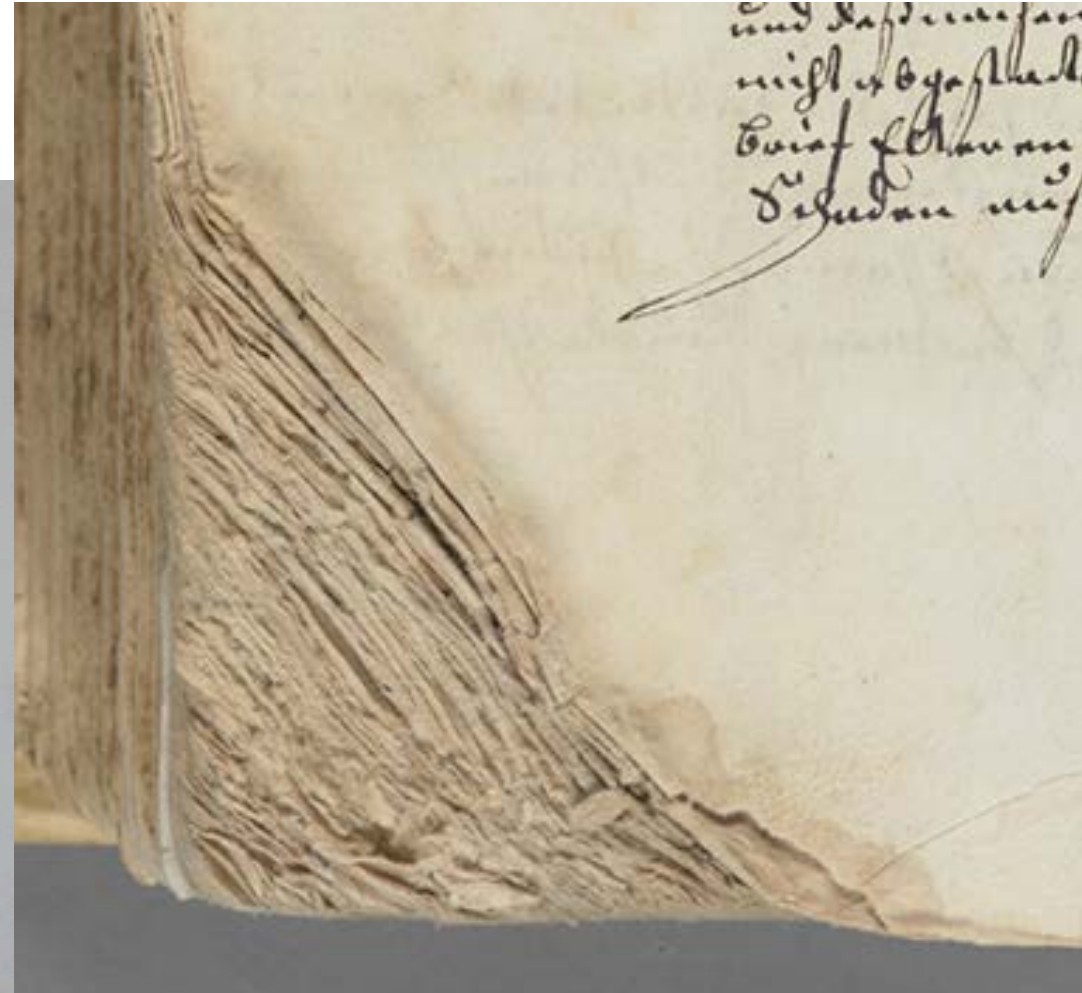


Welchen Schaden verursacht Schimmel?

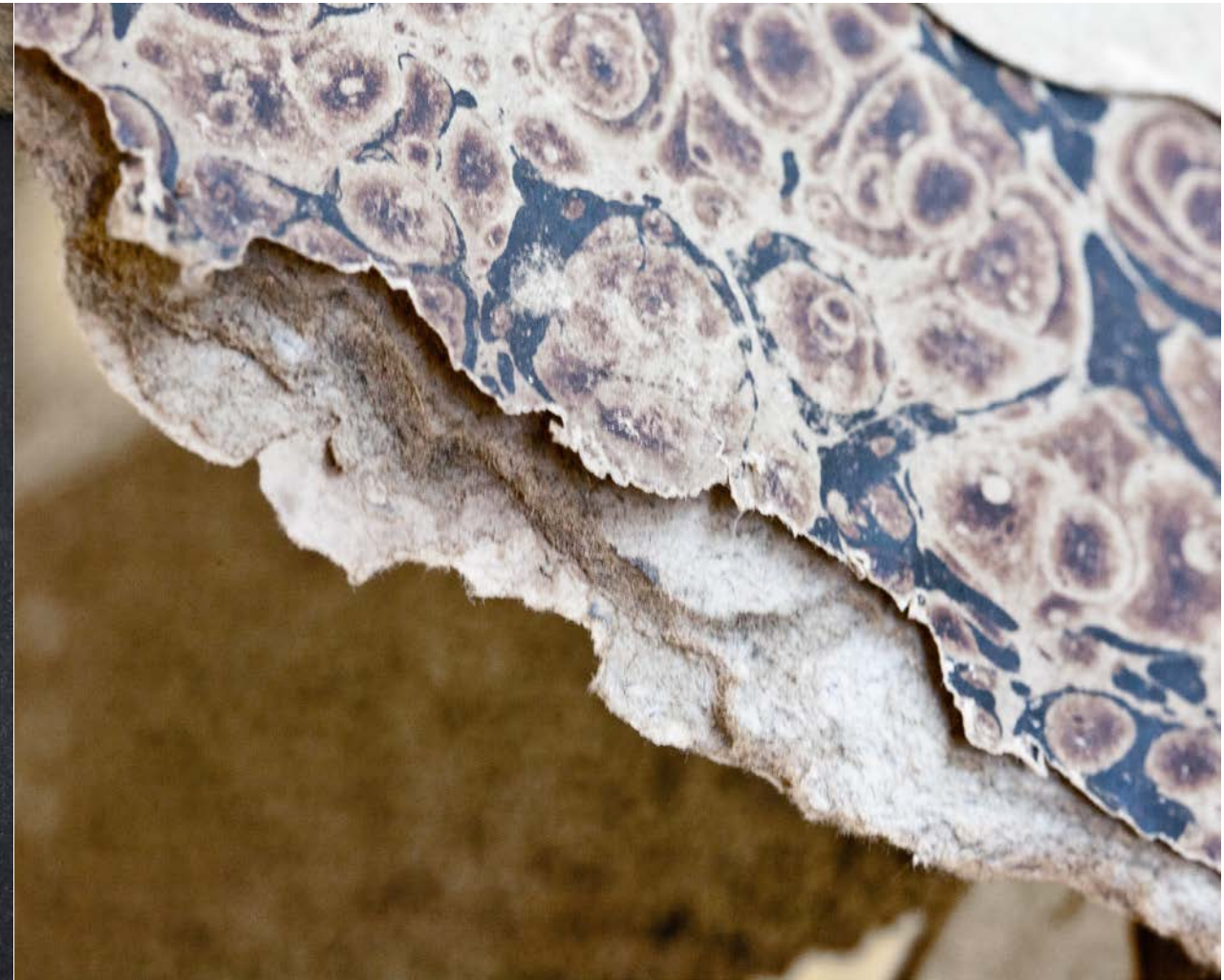


Welchen Schaden verursacht Schimmel?

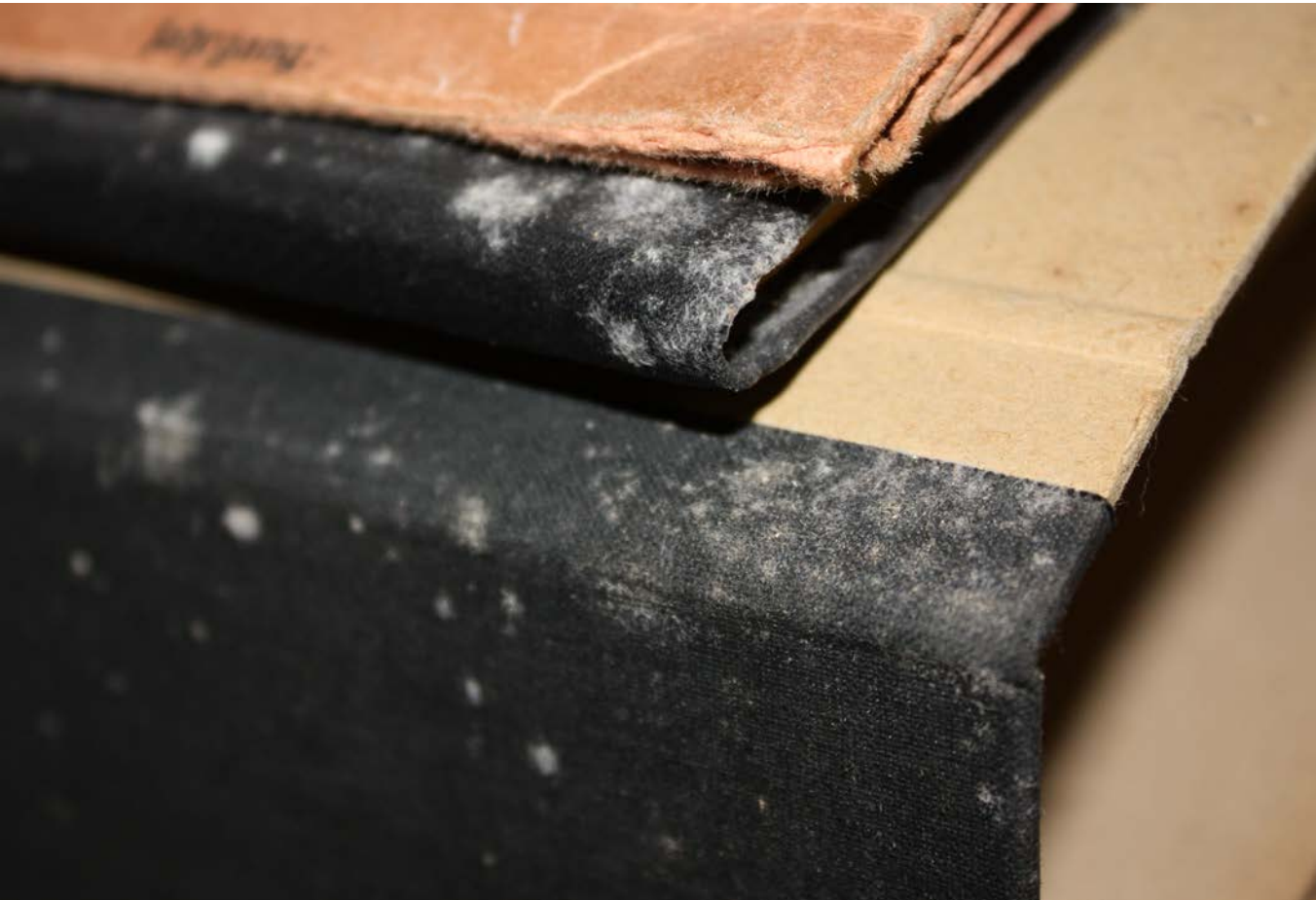
- Verlust der mechanischen Festigkeit
- Substanzverlust



Welchen Schaden verursacht Schimmel?



Welchen Schaden verursacht Schimmel?



Ist das Schimmel?



Ist das Schimmel?



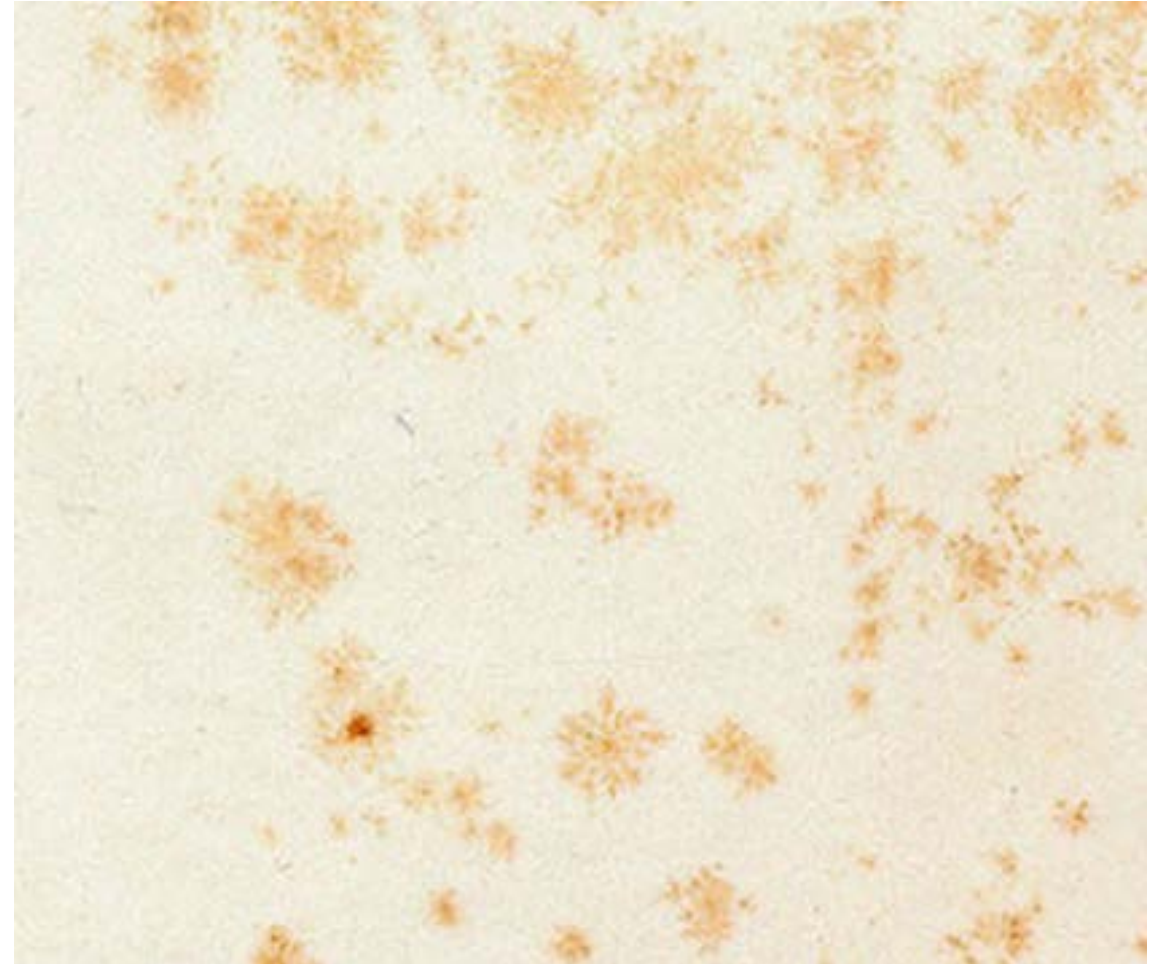
Foxing



Foxing



<https://manageyourart.com/tag/foxing/>



<https://www.flickr.com/photos/dotpattern/5475027037/in/photostream/>

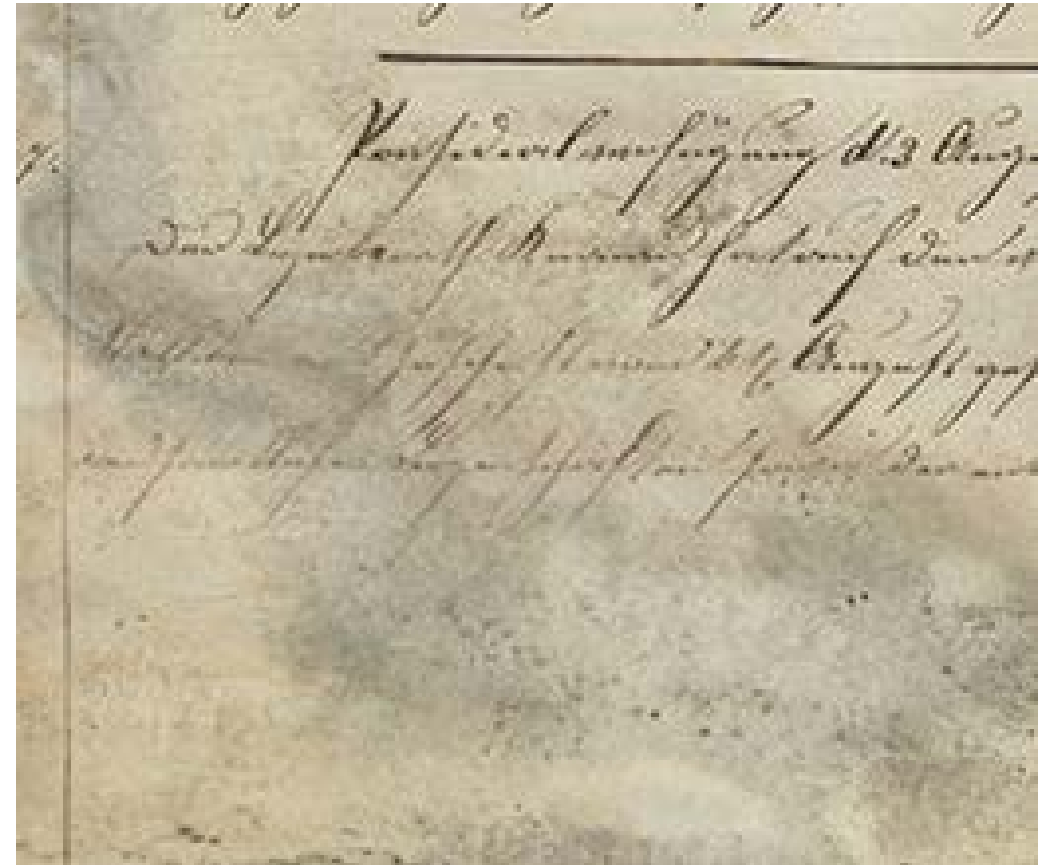
Ist das Schimmel?



<http://www.zfb.com/schimmelbeseitigung>



<https://de.wikipedia.org/wiki/Buch>



Erkennungsmöglichkeiten

- **spüren**
feuchte Oberflächen / feuchtes Papier
- **beobachten**
weisses Geflecht, Verfärbungen
- **riechen**
muffiger, pelziger Geruch

Wie erkenne ich Schimmel?

- unterschiedliche Farben
- flauschige Ablagerungen auf der Oberfläche
- aderartiges Netz auf dem Substrat
- Materialabbau des Substrats
- Geruch in Archivräumen



Mögliche Ursachen in Archiven

- Wasserschaden (Wasserleitungen, Hochwasser, feuchte Bausubstanz)
- zu hohe Luftfeuchtigkeit
- Kältebrücken
- Kondensationsfeuchte
- fehlende Luftzirkulation
- kein oder zu geringer Abstand zu Wänden
- unzureichende Archivhygiene
- fehlende Eingangskontrolle

Einfache sofort Massnahmen

- Archivalien von der Wand abrücken, genug Abstand zum Boden und Decke
- für mässige Luftzirkulation sorgen
- keine geschlossenen oder abgedichtete Regale, Schränke oder Schubladen
- intelligent Lüften (warme Aussenluft kühlt innen ab und rF erhöht sich stark)

Welche Behandlungsmethoden gibt es?

Grundsatz

- Ursache beseitigen
- Dekontamination
- Prävention

Welche Behandlungsmethoden gibt es?

- **Geruchsbeseitigung**
 - kaum möglich
 - Ozonbehandlung
- **Dekontamination**
 - mechanische Reduzierung des Schimmels
- **Sterilisation des Schimmels**
 - Gammabestrahlung

Trockenreinigung

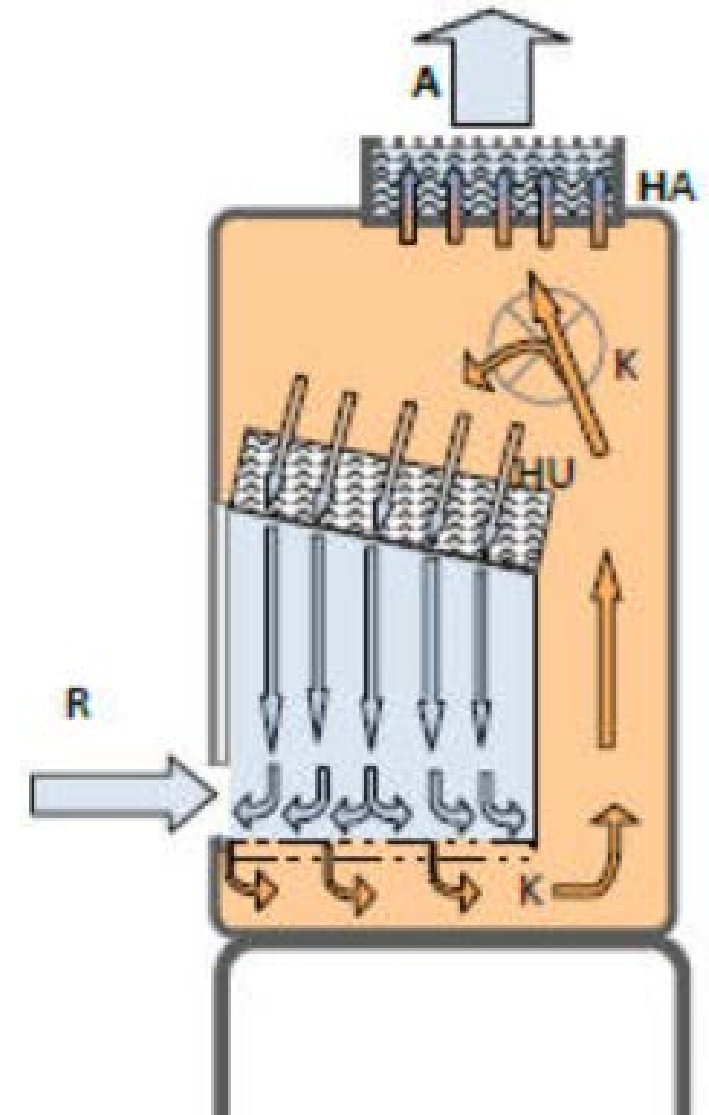


Trockenreinigung

- Reinraumwerkbänke
- PSA (Schutzausrüstung) !



▢ Direktion der Justiz
und des Innern



Trockenreinigung

- Latexschwamm / Wallmaster
- Mikrofasertücher
- Pinsel
- Staubsauger (Sicherheitssauger od. HEPA Filter)



Reinigungserfolg mit dem ATP/AMP Messgerät messen

Trockenreinigung

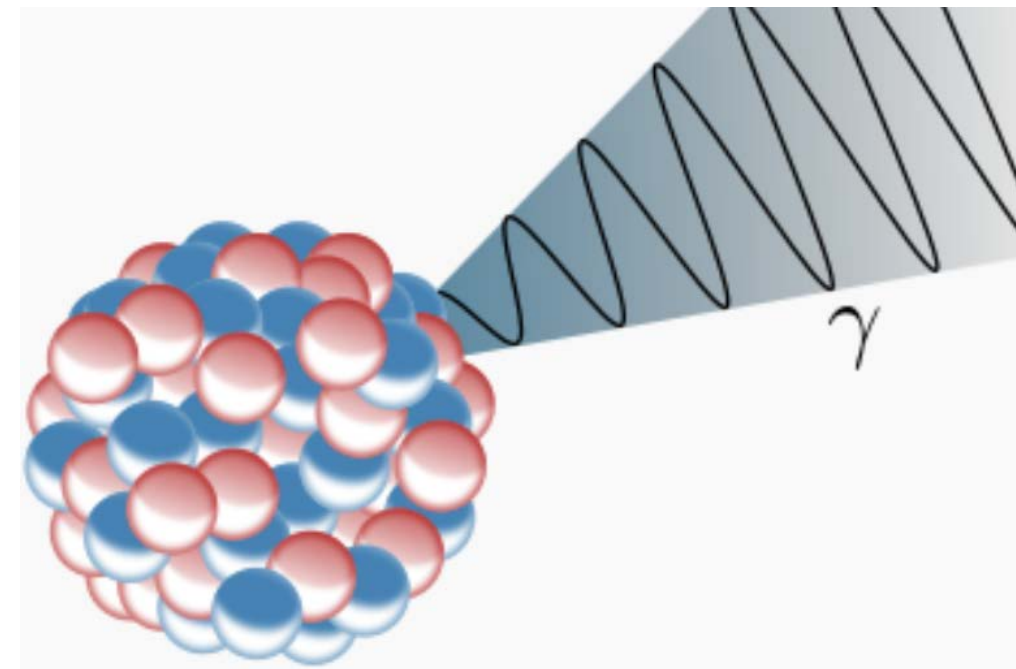
- Entfernung von Sporen und Hyphen
 - Oberflächenbehandlung
 - Reduzierung auf eine normale Grundbelastung
 - in 95% die geeignete Methode
 - Reduktion des Gesundheitsrisiko
-
- neu Infektion durch Stäube und erneuter Schimmelwachstum bei hoher Luftfeuchtigkeit ist garantiert
 - kein Langzeitschutz vor Schimmel

Trockenreinigung

**Die Behandlung ist abgeschlossen und
das Objekt wieder benutzbar!**

Gammabestahlung

- elektromagnetische Strahlung (besonders durchdringend)
- Sterilisation von Mikroorganismen
- Wirksamkeit wissenschaftlich gesichert
- Alterung des Papiers um ca. 120 Jahre



Gammabestahlung

- Sporen sind nicht mehr keimfähig
- gesundheitliche Gefährdung geht auch von sterilisierten Pilzbestandteilen aus
- mechanische Abreinigung der abgetöteten Pilzbestandteilen ist obligatorisch

- neu Infektion durch Stäube und erneuter Schimmelwachstum bei hoher Luftfeuchtigkeit ist garantiert
- kein Langzeitschutz vor Schimmel

Zusammenfassung Behandlungsmethoden

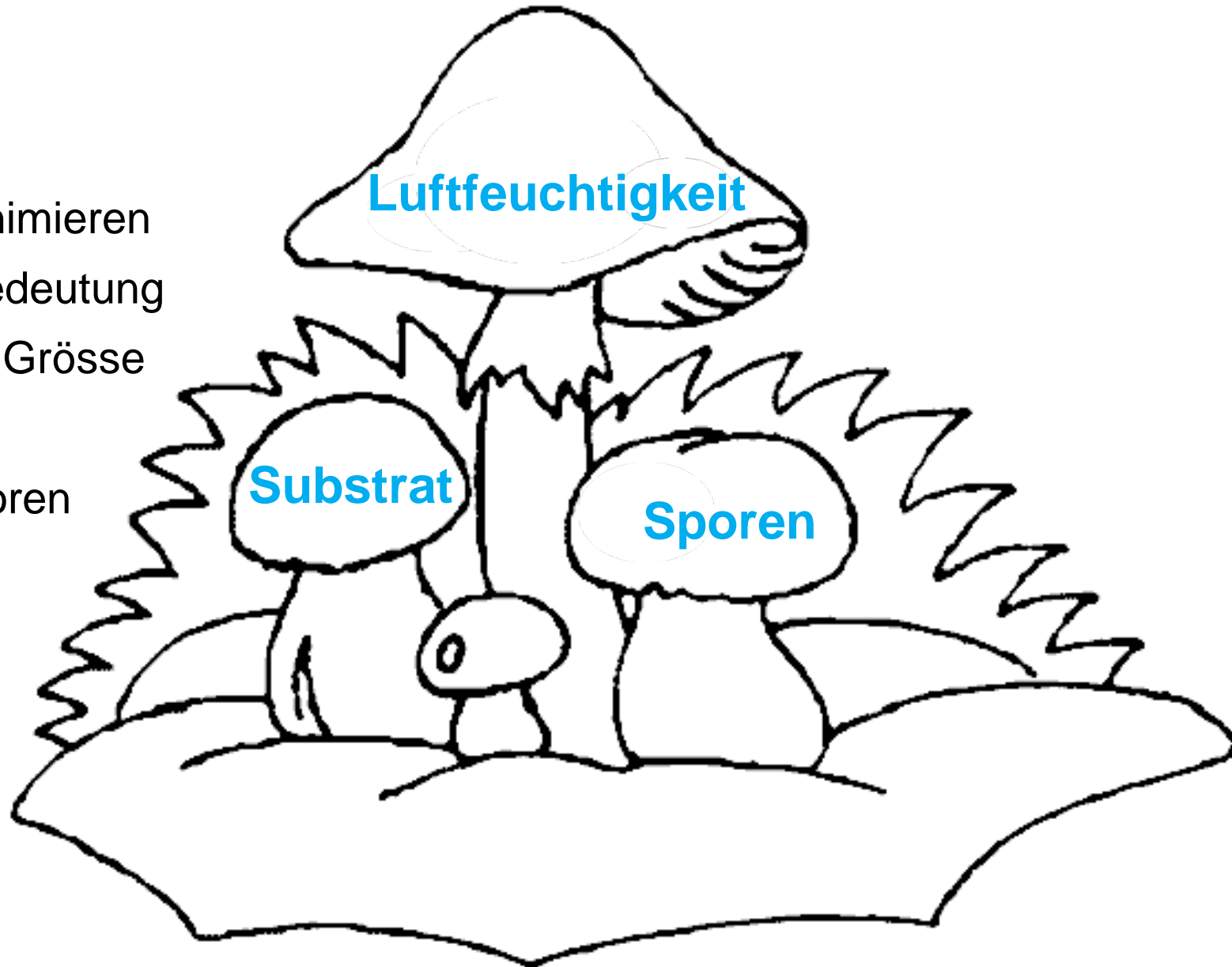
- mechanische Abreinigung notwendig und ausreichend
- dienstleistungsunabhängige Beratung suchen
- wissenschaftlich nicht gesicherte Methoden ablehnen
- Mehrwert einer Sterilisation hinterfragen

- **Keine Begasungen!**
- **Kein nasses Abwischen mit Desinfektionsmitteln!**

Bei unzureichender Sammlungspflege erneuter Schimmelwachstum möglich!

Prävention

- Wachstumsfaktoren minimieren
- Licht untergeordnete Bedeutung
- Nährsubstrat konstante Grösse
- Luftfeuchtigkeit und Sporen



Prävention

- Massnahmen am Bestand
- Massnahmen an der Infrastruktur
- Sammlungspflege

Prävention / Bestand

- Neueingänge reinigen, überwachen (konservatorische Kontrolle)
- Leihgaben vom Bestand trennen
- saubere Benutzung (Hände waschen)
- keine Pflanzen oder Lebensmittel in Archivräumen
- Notfallplan (Wasserschaden / Pilzentwicklung)



Prävention / Infrastruktur

- Klima
- konstantes Raumklima ($\leq 55\%$ rF / $\leq 18^\circ\text{C}$)
- **objektnahe rF nicht über 60%**
- Mikroklima verhindern (Bauphysik, Kältebrücken)
- Einrichtung der Magazinräume (Luftzirkulation)
- Material der Magazineinrichtung

Prävention / Sammlungspflege

Sammlungspflege bedeutet...

- ... regelmässiges reinigen des Bestandes
- ... regelmässiges reinigen der Infrastruktur
- ... regelmässige Kontrolle und Wartung der Klimaanlage
- ... archivtaugliche Verpackungen
- ... den Bestand regelmässig auf Schimmel kontrollieren



Schimmelstraße

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!