

Schimmel in Bibliotheken und Archiven

– Lösungsansätze für die Praxis

8. Tag der Bestandserhaltung Berlin Brandenburg
in Kooperation mit Universitätsbibliothek der Freien Universität Berlin

“Schimmel – Schutz und Kampf gegen mikrobiellen Befall”

Henry-Ford-Bau der Freien Universität Berlin

27. und 28. September 2018

Dr. Th. Warscheid

LBW - Bioconsult

Schwarzer Weg 27, 26215 Wiefelstede

0441/ 4089-202 (Fax -203);

warscheid@lbw-bioconsult.de

Mikrobielle Schadensprozesse an Kunstgütern

Schimmel in Bibliotheken und Archiven – Lösungsansätze für die Praxis

- gefährden in der Regel historische Kunstobjekte
- erzeugen Angst vor gesundheitlichen Belastungen
- erfahren häufig keine interdisziplinäre Ursachenerfassung
- werden eher desinfizierend oder keimtötend behandelt

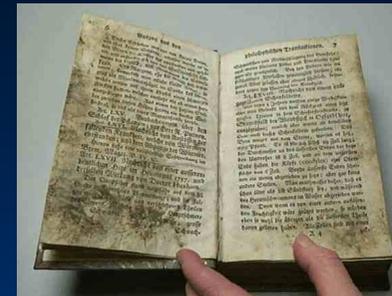
statt in einer interdisziplinären Gesamtsicht

- konservatorische Gefährdungspotentiale zu erkennen
- angemessene Hygienemaßnahmen zu ergreifen
- gezielte bauklimatische Verbesserungen umzusetzen
- nachhaltige Instandhaltungstrategien zu entwickeln

Mikroorganismen an Kulturgütern

Schimmel in Bibliotheken und Archiven – Lösungsansätze für die Praxis

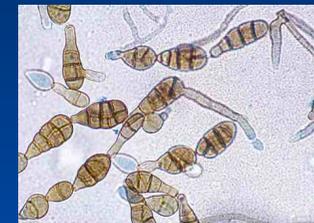
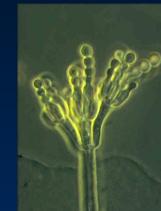
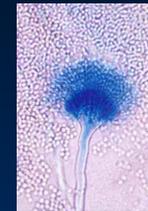
- Algen / Cyanobakterien
- Flechten
- **Schimmelpilze** / Hefen
- Bakterien / Aktinomyceten
- Anaerobe Mikroorganismen



Pilze auf Werkstoffoberflächen

Schimmel in Bibliotheken und Archiven – Lösungsansätze für die Praxis

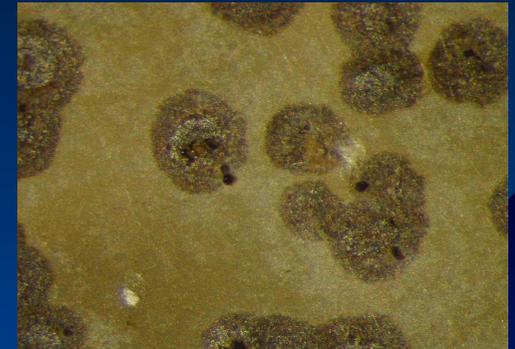
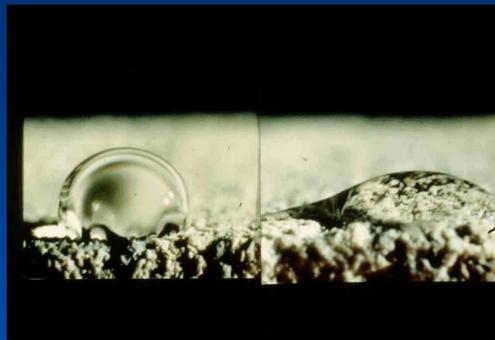
- Rhizopus / Mucor
- **Aspergillus** / **Penicillium** / **Fusarium**
- Paecilomyces / Trichoderma / **Stachybotrys** / Scopulariopsis / Wallemia / Botrytis / Verticillium / **Chaetomium** / **Acremonium**
- Alternaria / Cladosporium / Aureobasidium / Ulocladium / Phoma / Epicoccum
- Exophiala / Hormoconis
- Candida / Rhodotorula / Cryptococcus



Mikrobielle Schadensprozesse

Schimmel in Bibliotheken und Archiven – Lösungsansätze für die Praxis

- Ästhetischer Schaden
- Biokorrosion
- Biofouling
- Gesundheitliche Auswirkungen



Wachstumsfaktor: Feuchtigkeit

Schimmel in Bibliotheken und Archiven – Lösungsansätze für die Praxis

- Baufeuchte (i.e. Restfeuchte)
- Kondensationsfeuchte (i.e. Wärmebrücken)
- Heizung und Lüftung (i.e. Luftaustausch)
- Sorptionsisotherme (i.e. Materialien, Salze)
- Wasserschäden (i.e. Regen, Steigfeuchte)
- Makroklima (i.e. Gewässer, Nebel, Vegetation)

Probleme bei der Definition von Feuchtwerten für mikrobielles Wachstum

Schimmel in Bibliotheken und Archiven – Lösungsansätze für die Praxis

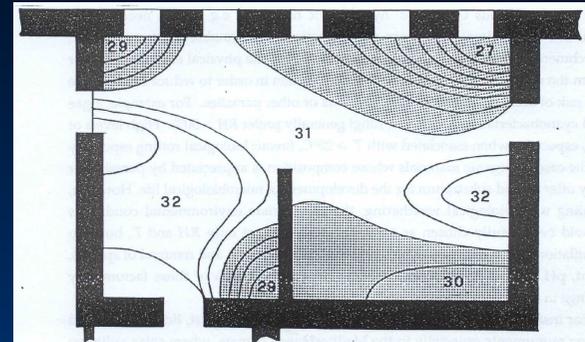
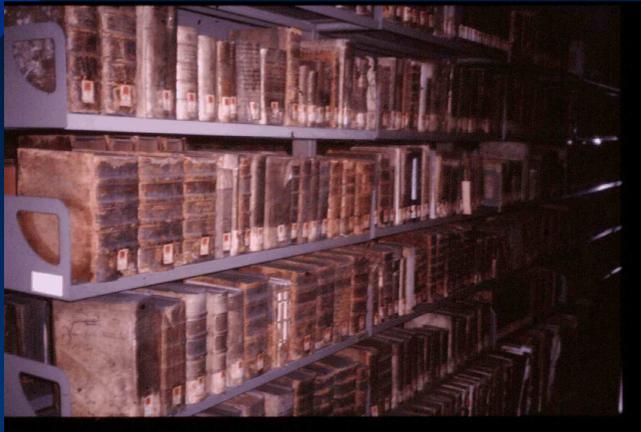


Fig.1.12 Dew point (DP, °C) in a horizontal cross section of the *Salon Carré* in the Painting Gallery of the Louvre Museum, Paris (21 February 1995, 9.30 a.m.). Four humidifiers are placed in corners of the room, and the clouds of moisture they release are shown by DP minima (shaded areas). Not all are equally active. The maxima of DP correspond to the inflow of air from the heating system.

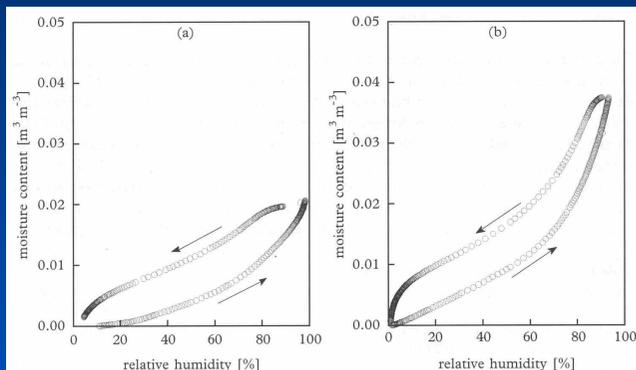
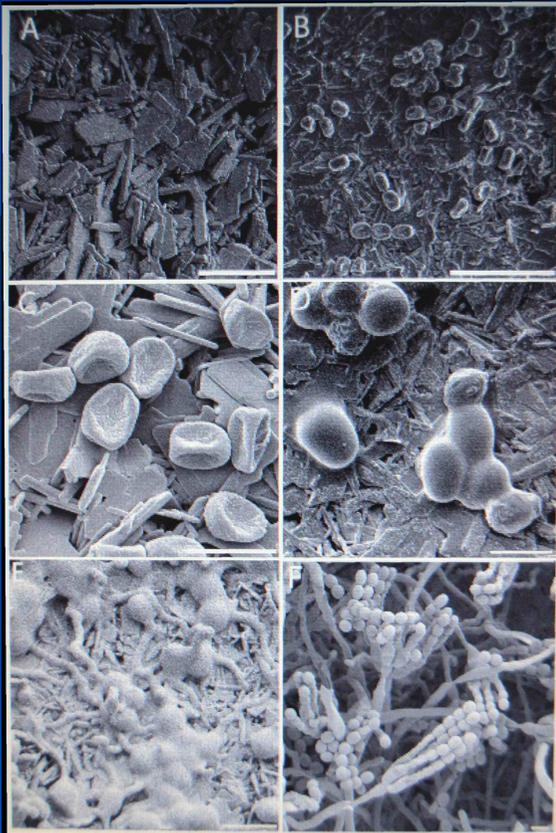


Figure IV. Sorption isotherms of (a) the porous waterborne acrylic paint (PVC=60%) and (b) the non-porous waterborne acrylic paint (PVC=30%) at a 25 °C temperature, resulting from sorption microcalorimetry.

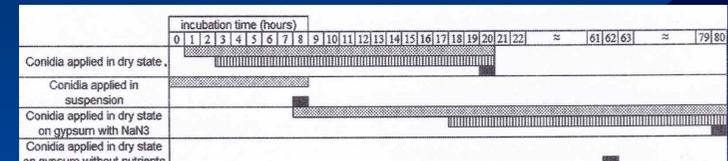
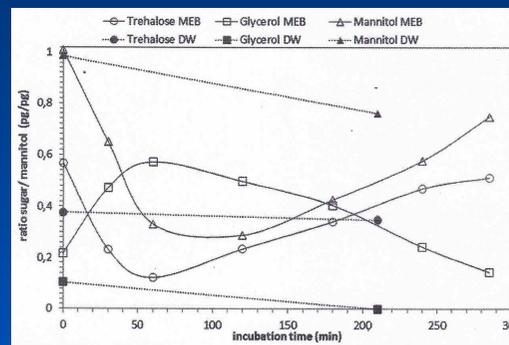


Verhalten von Schimmelpilzen auf Baustoffoberflächen

Schimmel in Bibliotheken und Archiven – Lösungsansätze für die Praxis



- Keimverhalten von trockenen Sporen und Sporensuspensionen unterschiedlich
- Luftgetragene Sporen mit geringem Wassergehalt und hohen Anteilen energiereicher Speicherstoffe
- Hygroskopische und viskose “Extrazelluläre Matrix” (ESM) als Schutz vor Austrocknung
- Initiale Feuchtigkeit und Nährstoffe notwendig

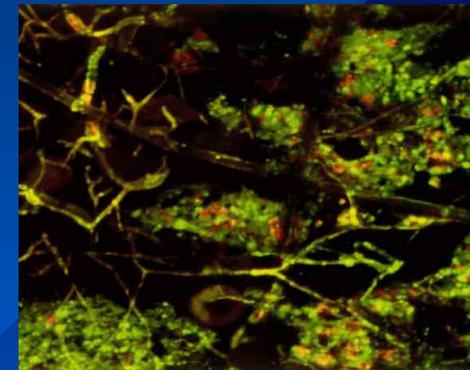


Quelle: M. Bekker, H. P. Huinink, O. C. G. Adan, R. A. Samson, T. Wyatt, and J. Dijksterhuis (2012) Production of an Extracellular Matrix as an Isotropic Growth Phase of *Penicillium rubens* on Gypsum. Applied and Environmental Microbiology. Vol 78 No. 19, 6930 - 6937.

Biofilme - die schützende Mikronische

Schimmel in Bibliotheken und Archiven – Lösungsansätze für die Praxis

- Verbesserung der mikrobiellen Lebensbedingungen
=> Feuchtigkeitspeicher, Temperatenausgleich,
Regulierung osmotischer und pH-relevanter Einflüsse
- Ionenaustauscherfunktion
=> vs. Biozide, Detergentien, Antikörper
- Katalytischer Einfluss auf Korrosionsprozesse



Wachstumsfaktor: Materialstruktur

Schimmel in Bibliotheken und Archiven – Lösungsansätze für die Praxis

- Oberflächenspannung (Hydrophobizität)
- Thermoplastische Eigenschaften ("Klebeeffekt")
- Diffusion (Rauigkeit / Porosität)
- Innere Oberfläche (Sorptionsisotherme)
- Wärmekapazität ("albedo"-Effekt, Masseeffekt)
- pH-Wert (Pufferkapazität)

Wachstumsfaktor: Nährstoffe

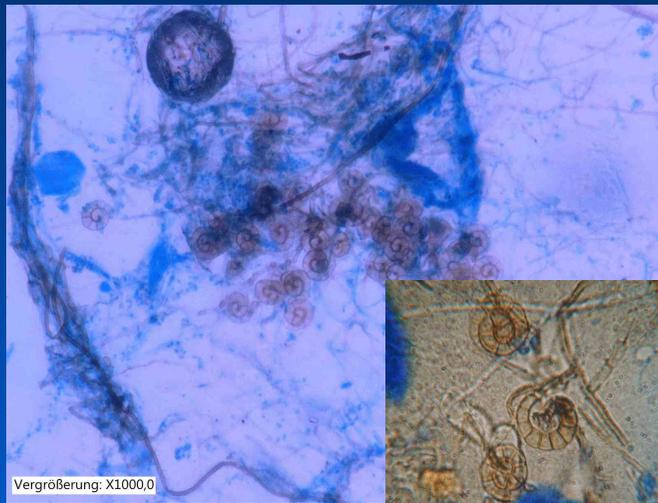
Schimmel in Bibliotheken und Archiven – Lösungsansätze für die Praxis

- Papier und Pappe
- Baumwolle, Leinen, Jute und Hanf
- Leime und Kleber
- Leder, Seide und Pergament
- Kunstfasern (Viskose)
- Photomaterialien (Cellulosetriacetat)
- Konservierungsmittel (Wachse, Öle, Biozide)
- Aerosole (Staub, VOC, Reinigungsadditive)



Schmutz - Feuchtesammler und Nährstoff

Schimmel in Bibliotheken und Archiven – Lösungsansätze für die Praxis





Peter-Friedrich-
Ludwig-Hospital
Oldenburg (Deutschland)

Königliche
Bibliothek
Kopenhagen (Dänemark)



Problem: Feuchtehaushalt

Schimmel in Bibliotheken und Archiven – Lösungsansätze für die Praxis

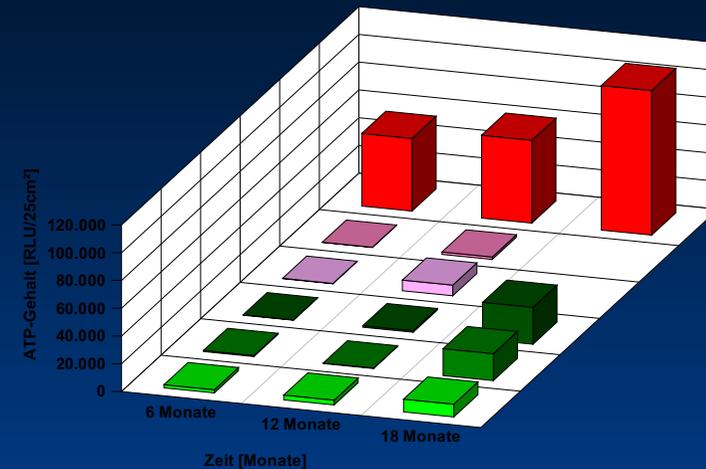


Lösung: Feuchtesorptive und mikrobiell-resistente Baustoffe

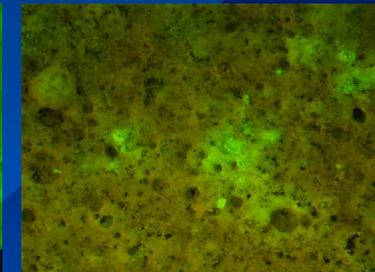
Schimmel in Bibliotheken und Archiven – Lösungsansätze für die Praxis



mit vorlaufender Pilzbeimpfung

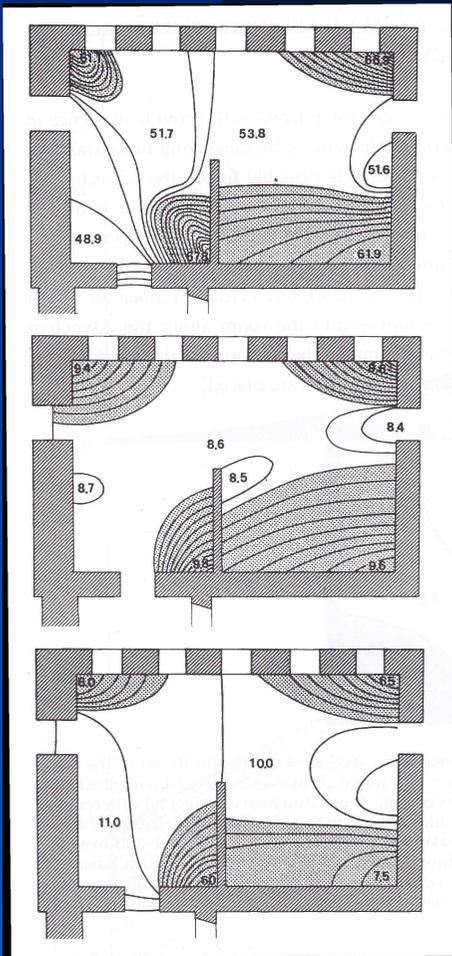


- Gipsputz
- Kalkzementputz
- Kalkputz ohne Bentonit
- Renovierungshaftputz
- Kalkputz + Kalkglätte
- Kalkputz



Problem: Luftbewegung und Oberflächentemperierung

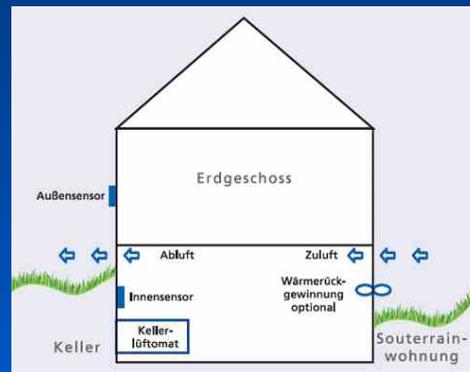
Schimmel in Bibliotheken und Archiven – Lösungsansätze für die Praxis



Quelle: Dario Camuffo



Quelle: Energy-COM



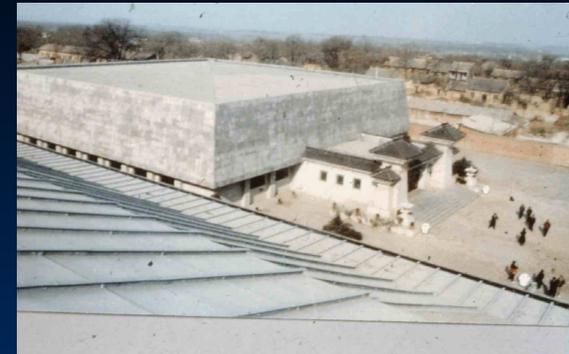
Quelle: Wolfgang Schürings



Quelle: Pluggit

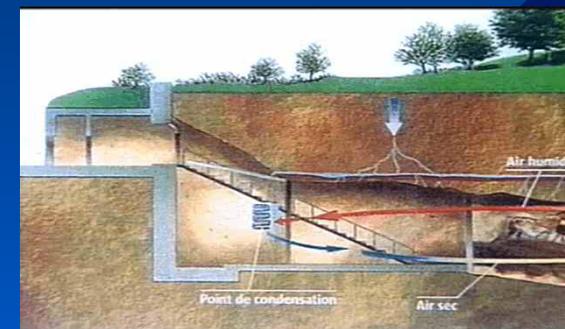
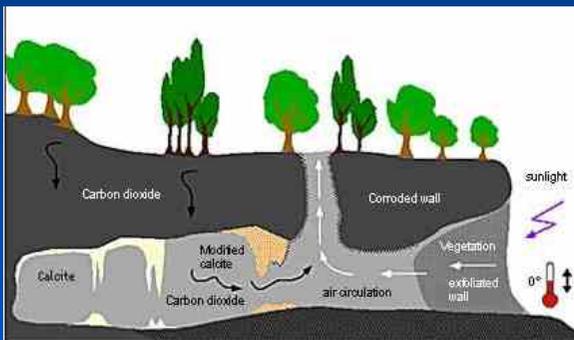
Lösung: Luftbewegung

Schimmel in Bibliotheken und Archiven – Lösungsansätze für die Praxis



Lösung: Klimastabilisierung

Schimmel in Bibliotheken und Archiven – Lösungsansätze für die Praxis



Interdisziplinäre Anamnese und Analyse

Schimmel in Bibliotheken und Archiven – Lösungsansätze für die Praxis

- **Objektanamnese** *Bauschadenssituation*
Archivmaterial / Konstruktion / Wärmeschutz / Makroklima / Nutzung / Baustoffe / Schäden / Sanierungsziel
- **Bauphysik** *Temperatur -Feuchte*
Feuchtigkeitseintrag / Feuchteschutz / Hygrothermik / Wärmebrücken / Lüftung / Heizung / Sorptionsfeuchte
- **Mikrobiologie** *Gefährdungsabschätzung*
Mikroskopie / Materialanalyse / Luftkeimuntersuchung / Taxonomie / Stoffwechselaktivität / Toxikologie
Kritisch: Keimzahl / Schimmelhund / MVOC / Mykotoxine
- **Medizin** *Gefährdungsbeurteilung*
Biochemische Diagnostik / Immunologie / ELISA

Maßnahmenkatalog zur Vermeidung mikrobieller Schäden in Sammlungen

Schimmel in Bibliotheken und Archiven – Lösungsansätze für die Praxis

- Staubvermeidung
- Regelmäßige Reinigung von Archivalien mit HEPA-Sauger
- Trennung und Vermeidung von organischen Baustoffen
- Feuchte-sorptive Wandbeschichtungen
- Klimakontrolle und Ventilation
- Minimaler Biozideinsatz



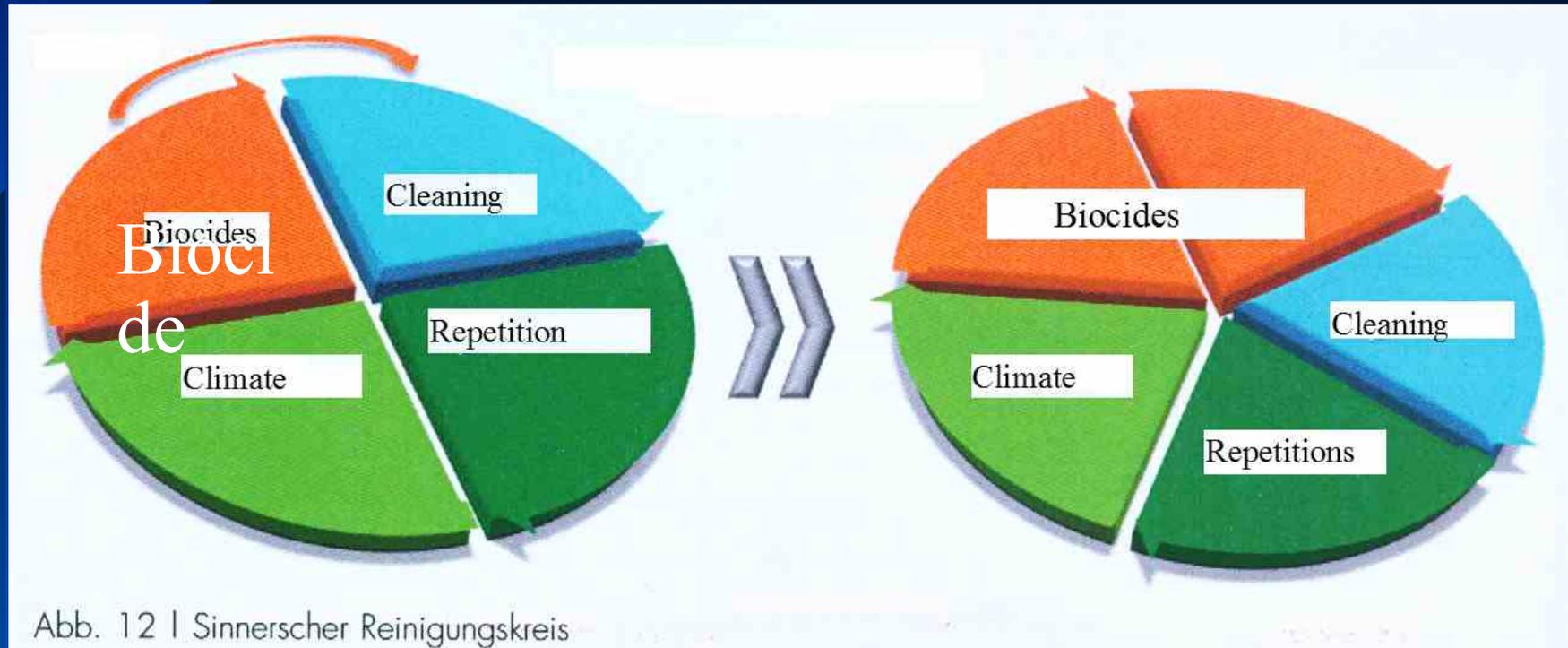
Sammlungspflege und präventive Konservierung (Eibl, 2008)

Schimmel in Bibliotheken und Archiven – Lösungsansätze für die Praxis

- **Risikobewertung Staub und Luftschadstoffe**
Staubvermeidung (Partikelgröße, Transport, Deposition)
Haustechnik (Temperatur, Feuchte, Ventilation, Filter)
Werkstoffe (Sorptions-, Plastizität), Besucher (Kleidung, Wege)
- **Risikobewertung Gebäudereinigung**
Reinigungsmethoden (HEPA, Mikrofaser, Nassreinigung)
Reinigungsintervalle (Grund-, Unterhalts- und Teilfläche)
Reinigungsprodukte (Reinigungsmittel, Pflegemittel)
Sinnerscher Reinigungskreis
Chemie -Mechanik -Temperatur -Zeit
- **Risikomanagement**
bedeutet interdisziplinäre Kommunikation!

“Sinnerscher Reinigungszyklus”

Schimmel in Bibliotheken und Archiven – Lösungsansätze für die Praxis



Reinigung - Klima - Chemie - Wiederholung

Schlußbetrachtungen

Schimmel in Bibliotheken und Archiven – Lösungsansätze für die Praxis

- Interdisziplinäre Risikoanalyse
d.h. NACHDENKEN bevor man handelt !!!
- Differenzierte Betrachtung und Bewertung
verschiedenartiger Expositionsbedingungen für
mikrobielle Schadensprozesse in Sammlungen
- Bauklimakontrolle und Erhaltung einer
Gleichgewichtssituation vs. Biozideinsatz
- Intelligenter Belüftungs- und Entfeuchtungssysteme
- Feuchtesorptive und mikrobiell resistente
Baustoffe und Beschichtungen