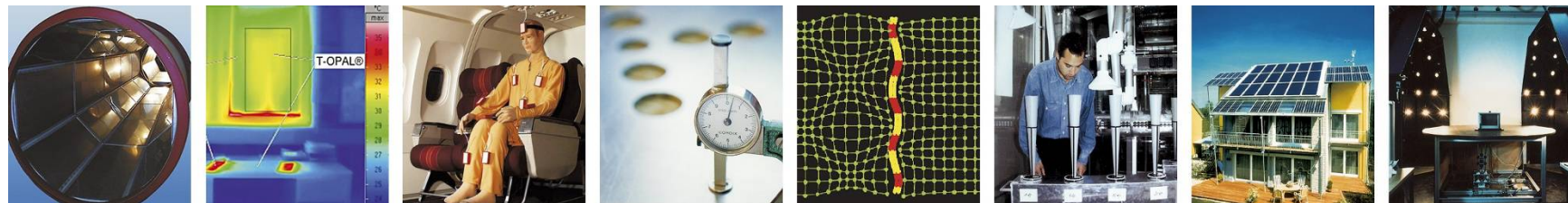

Aufwuchs an modernen Fassaden

Was wächst auf Gebäudeoberflächen?
Wolfgang Hofbauer

Auf Wissen bauen



Aufwuchs an modernen Fassaden

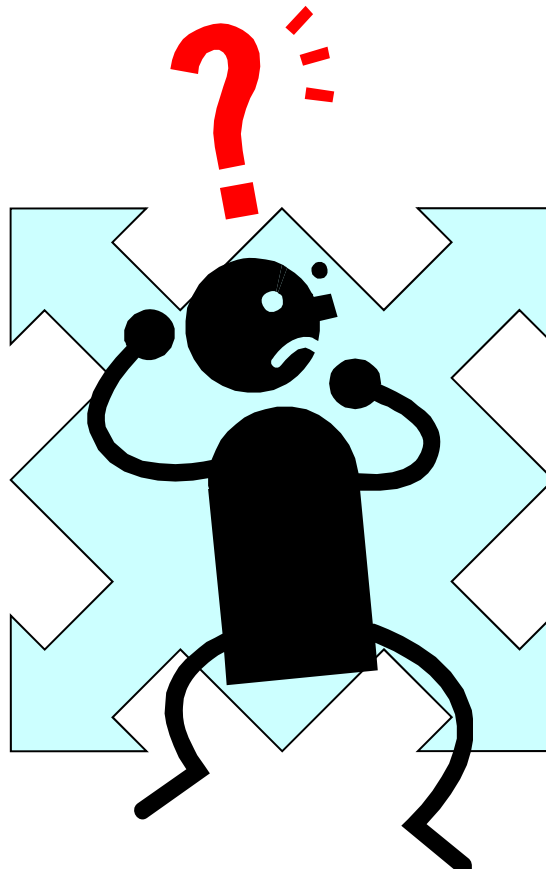
Inhalt

- Hintergrund
- Problematik
- Was wächst auf Fassaden?
- Vermeidung
 - Bauphysik
 - Chemische Maßnahmen - Biozide
 - Chemische Maßnahmen - Photokatalyse
 - Neuer Ansatz
- Zusammenfassung

Die großen „Märchen“ der letzten Jahre

Algen fressen Fassaden ???

**Algen im Norden –
Pilze im Süden ???**



**Erst Bakterien,
dann Algen
und Pilze ???**

**Rotalgen an
Fassaden ???**

Aufwuchs an modernen Fassaden



Rotlauf

Aufwuchs an modernen Fassaden



Schwarze Pest



Aufwuchs an modernen Fassaden



Grüne Gefahr



Aufwuchs an modernen Fassaden



Keine Oberfläche wird verschont

Keine Oberfläche ist steril!



Rechtliche Aspekte

- ***... Ein Außenputz, der nur Spuren normalen Verschleißes, der normalen Verwitterung und Verschmutzung durch die Umwelt zeigt, ist nicht mangelhaft. ...***

OLG München – Urteil vom 27.01.1999
(AZ: 27 U 415/89):

- ***... Eine Perpetuierung eines ehemals weißen Grundzustandes für alle Zeiten ist zweifellos nicht möglich. ...***

OLG Darmstadt – Urteil vom 07.08.2007
(AZ: 14 O 615/05):



**Derzeit uneinheitliche Rechtsprechung nach
welcher Zeit ein biologischer Bewuchs
ein Schaden oder ein natürliches Phänomen ist!**

Rechtliche Aspekte

- ***...Weist der Außenputz im Bereich der gesamten Fassade aufgrund von Algenbefalls wenige Jahre nach der Abnahme grau-blaue Verfärbungen auf, so handelt es sich um einen Baumangel. ...***

OLG München, Urteil vom 27.01.1999
(AZ: 27 U 415/98)

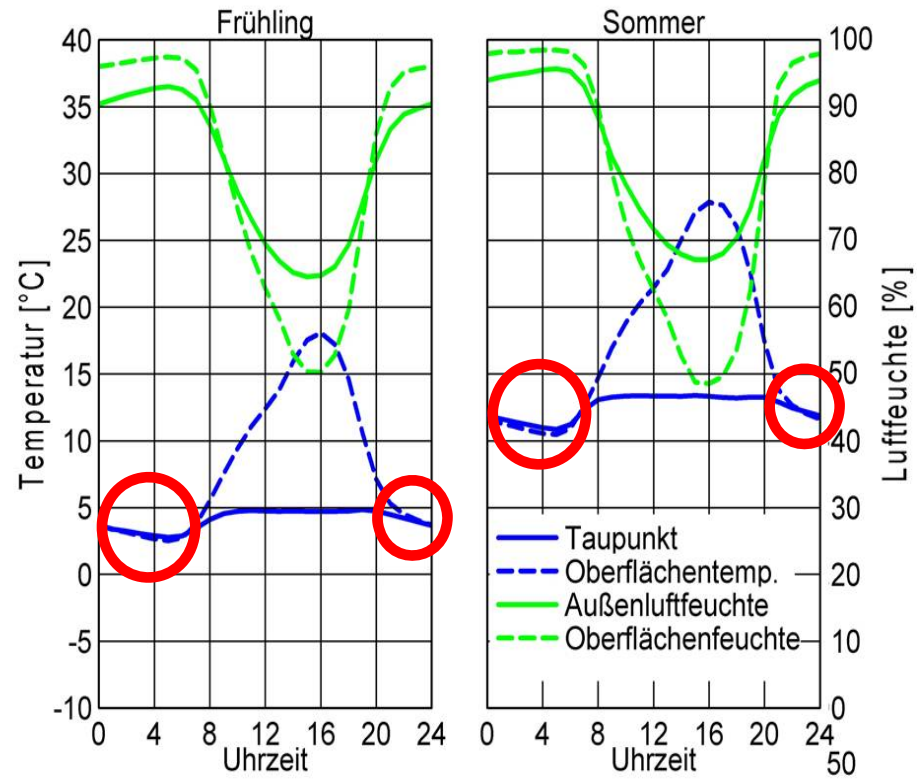
- ***...es ist nicht üblich, dass bereits nach 2-3 Jahren eine großflächige Reinigung der Fassade erforderlich wird (...) Dies beruht darauf, dass das streitige Objekt eine wärme gedämmte Fassade hat. ...***



Trend: unabhängig von technischen Gegebenheiten sowie vertrags- und fachgerecht ausgeführten Arbeiten wird das mangelfreie Werk als maßgeblich betrachtet.

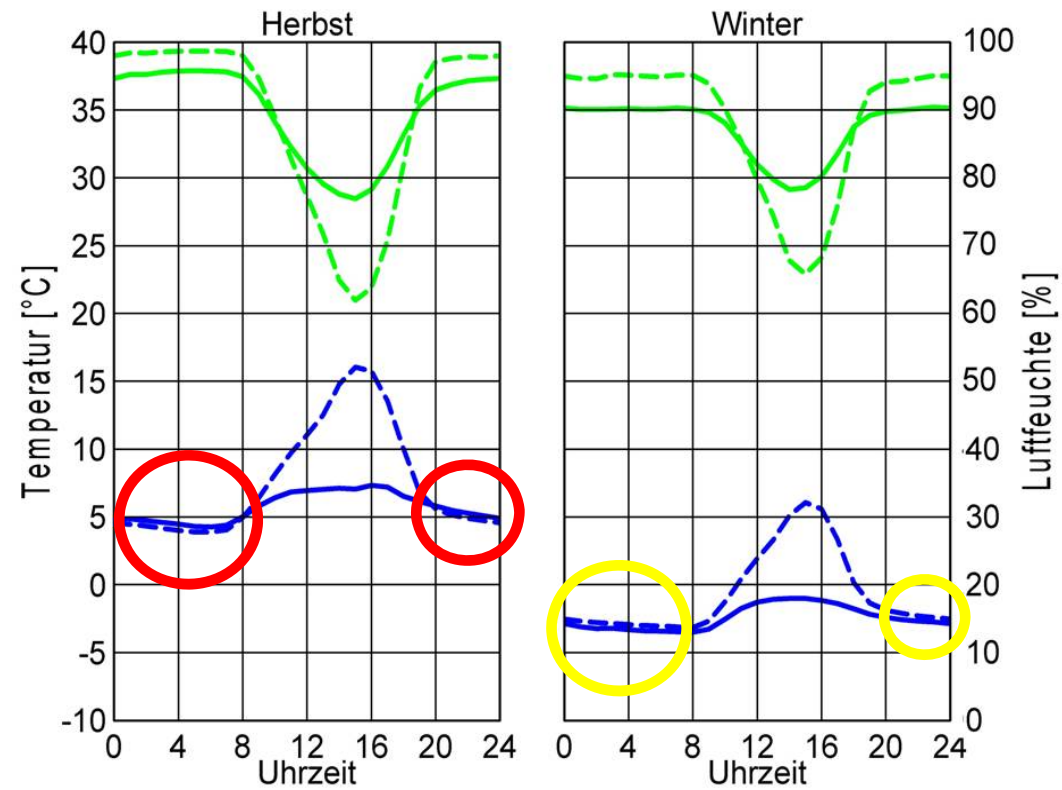
Bewuchs - Ursache

Taupunktunterschreitung



Bewuchs - Ursache

Taupunktunterschreitung



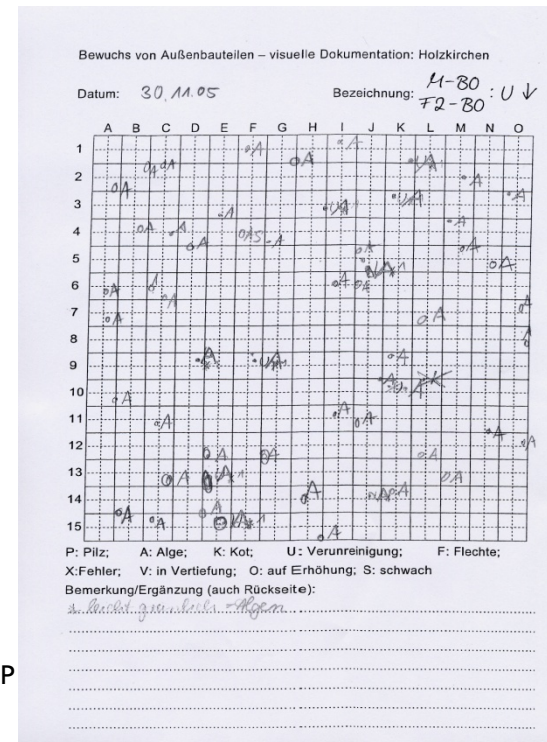
Aufwuchs an modernen Fassaden

Biologische Analyse



© Fraunhofer IBP

Prüfkörper in der Freibewitterungsanlage



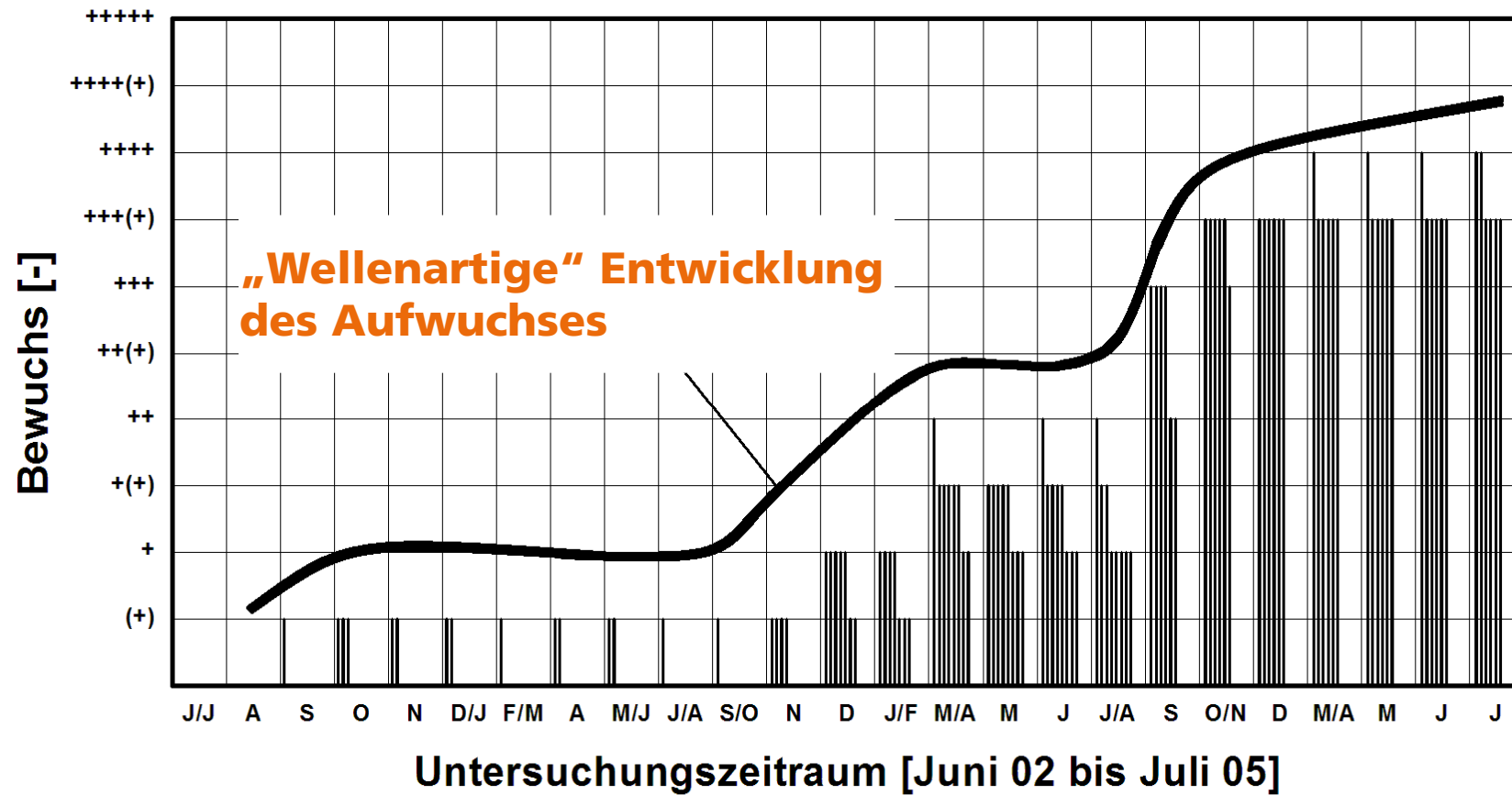
Aufnahmeraster

Aufwuchs an modernen Fassaden

Biologische Analyse

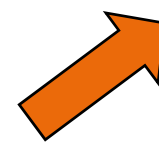
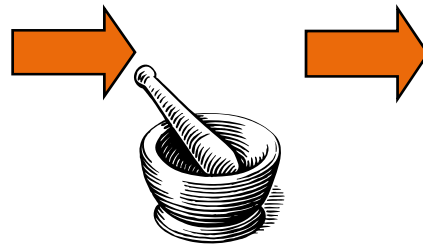
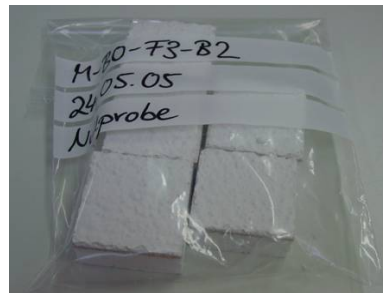
Stufe	Aufwuchsentwicklung
10	Aufwuchs/Verschmutzung sehr stark, über 87,5% bis 100% der Fläche sind insgesamt verschmutzt oder bewachsen
9	Aufwuchs/Verschmutzung stark bis sehr stark, über 75% bis 87,5% der Fläche sind insgesamt verschmutzt oder bewachsen.
8	Aufwuchs/Verschmutzung stark, über 62,5% bis 75% der Fläche sind insgesamt verschmutzt oder bewachsen
7	Aufwuchs/Verschmutzung deutlich bis stark, über 50% bis 62,5% der Fläche sind insgesamt verschmutzt oder bewachsen
6	Aufwuchs/Verschmutzung deutlich, über 37,5% bis 50% der Fläche sind insgesamt verschmutzt oder bewachsen
5	Aufwuchs/Verschmutzung mäßig bis deutlich, über 25% bis 37,5% der Fläche sind insgesamt verschmutzt oder bewachsen
4	Zahlreiche Punkte bzw. schütterere Flecken, gesamt ca. 5% bis 25% von Aufwuchs und Verschmutzung betroffen
3	Einige Punkte bzw. schütterere Flecken, Gesamtausdehnung unter ca. 5 %
2	2 bis wenige deutliche Punkte und/oder blasse – schütterere Flecken bzw. Ablaufspuren (Gesamtdeckung unter 5 %)
1	Nur 1 bis 3 kleine Punkte
0	Visuell kein Aufwuchs erkennbar

Zyklische Wachstumsvorgänge

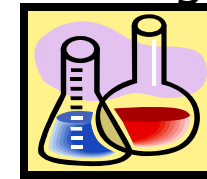


Aufwuchs an modernen Fassaden

Mikrobiologische Analyse



Ansetzen einer Verdünnungsreihe



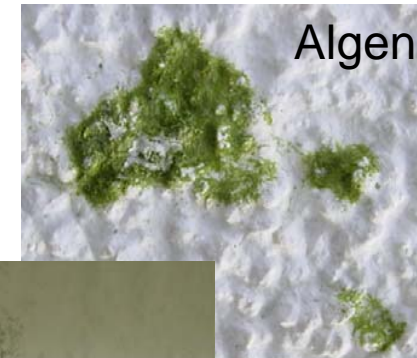
Ausbringen einer Streuprobe

Vorsichtiges Aufschließen der Farb- und Putzschicht unter sterilen Bedingungen

Was wächst auf Fassaden? Primäraufwuchs

■ Bisher bekannte Arten in der Primärbesiedelung:

■ Blaualgen:	20	Arten
■ Grünalgen:	75	Arten
■ andere Algen:	10	Arten
■ Flechten:	20	Arten
■ Moose:	10	Arten
■ Jochpilze:	10	Arten
■ Schlauchpilze:	10	Arten
■ imperfekte Pilze:	70	Arten
■ _____		
■ Insgesamt:	> 220	Arten von Organismen



© Fraunhofer IBP

Was wächst auf Fassaden? Lebende Datenbank

Referenzkultursammlung ca. 650 Stämme



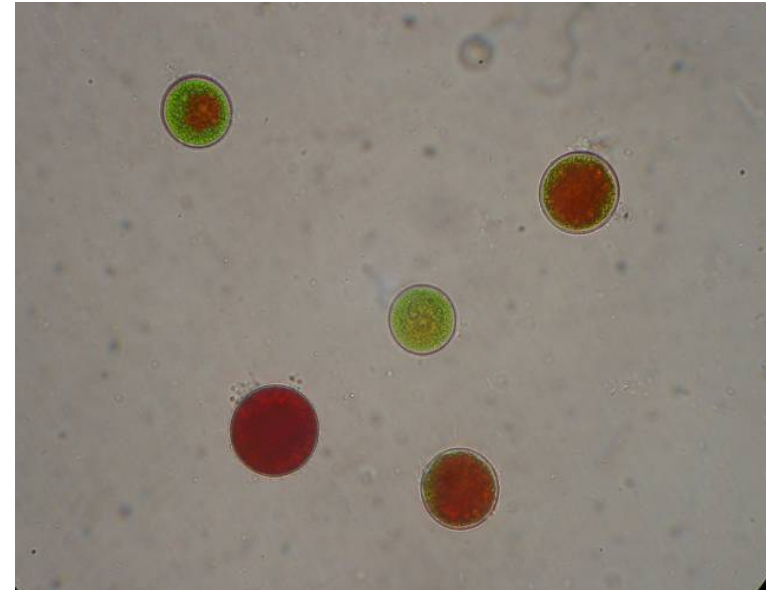
© Fraunhofer IBP

Algen



Schimmelpilze

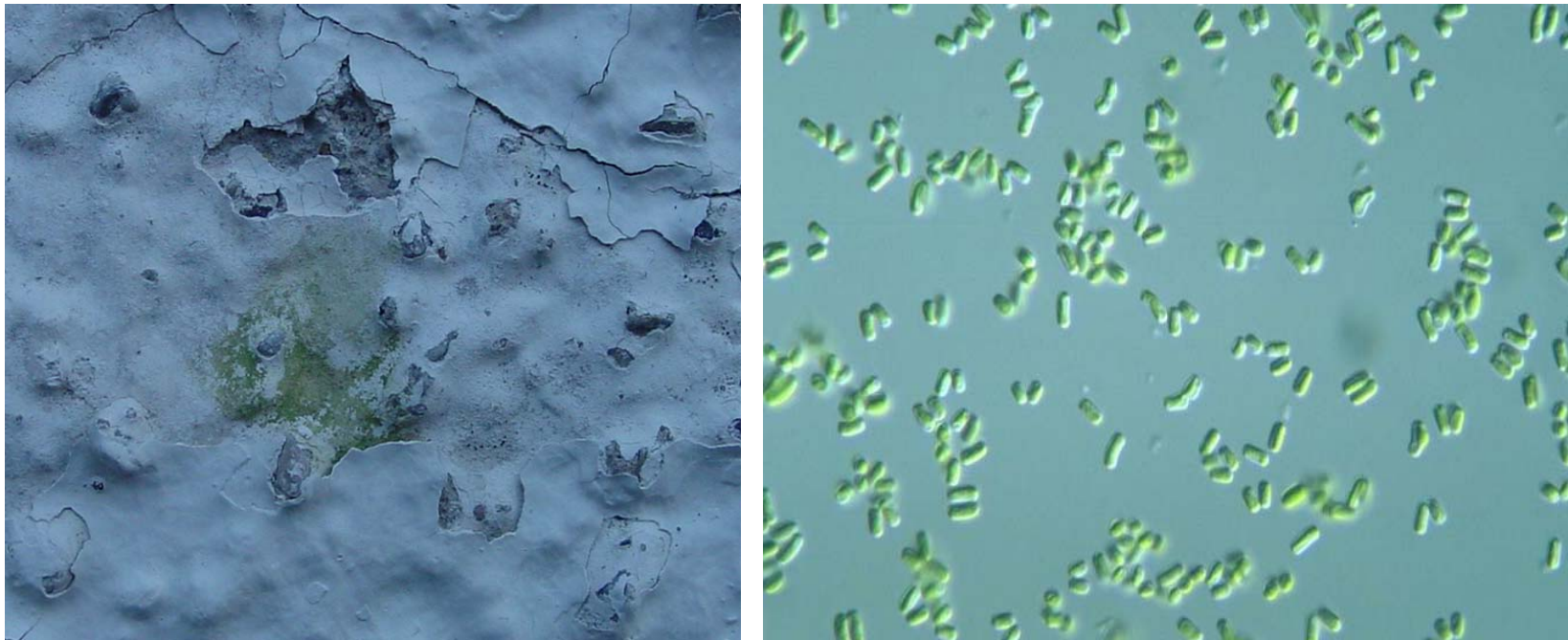
Was wächst auf Fassaden? Aufwuchsanalyse



© Fraunhofer IBP

**Blutregenalge (*Haematococcus pluvialis*) und andere Algen
auf einem Fensterbrett**

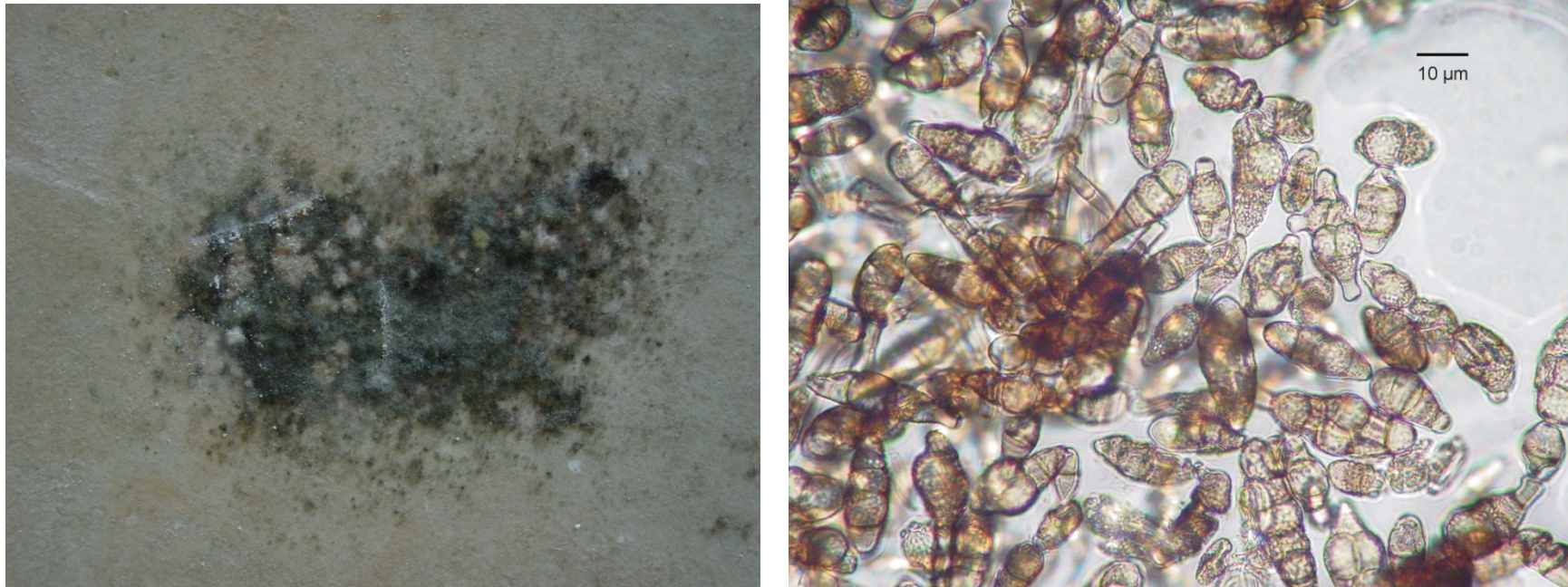
Was wächst auf Fassaden? Aufwuchsanalyse



© Fraunhofer IBP

Die Stäbchen-Grünalge (*Stichococcus bacillaris*) unter einem Anstrich

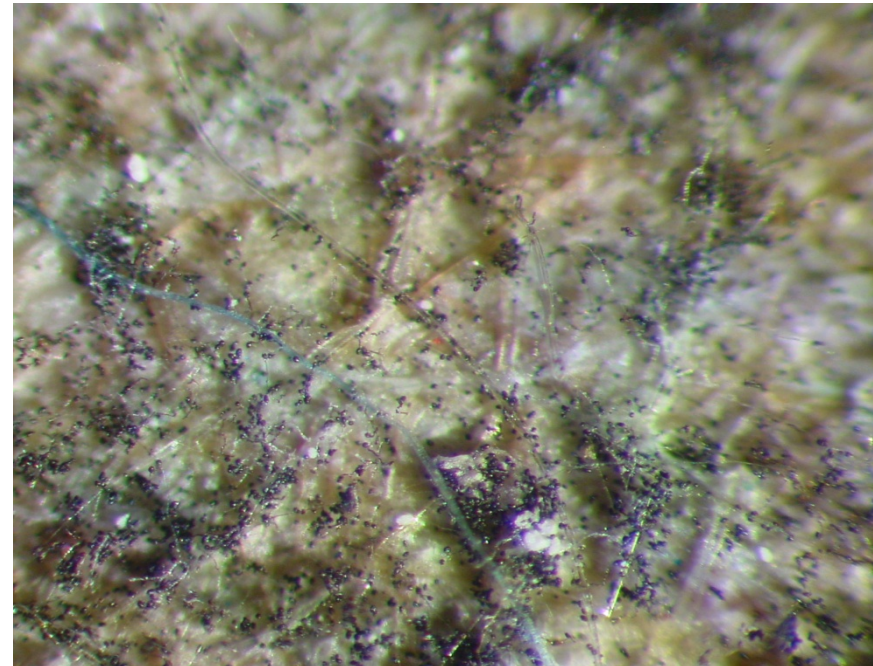
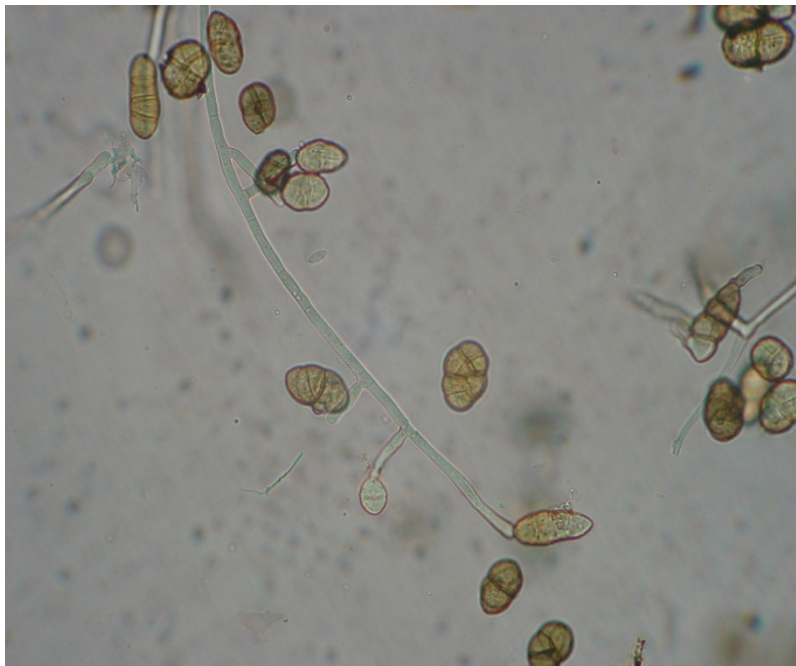
Was wächst auf Fassaden? Aufwuchsanalyse



© Fraunhofer IBP

Alternaria-Schwarzsimmel (*Alternaria alternata*) auf einer Baustoffoberfläche.

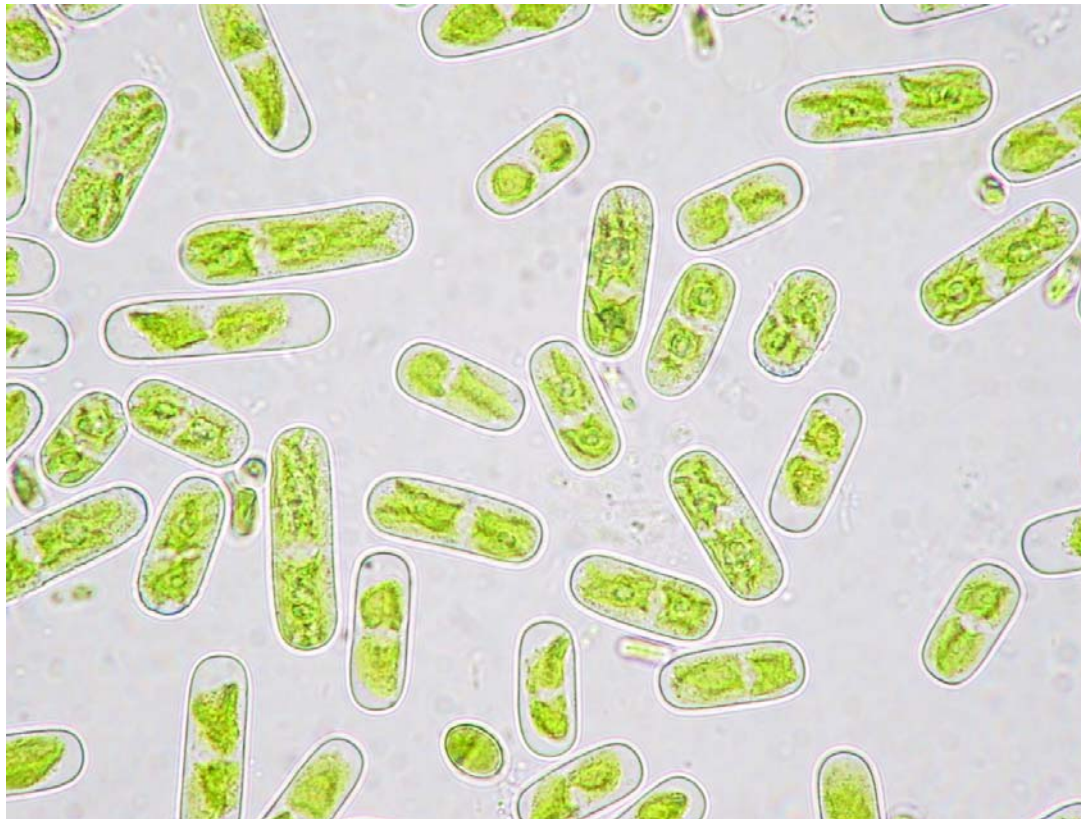
Was wächst auf Fassaden? Aufwuchsanalyse



© Fraunhofer IBP

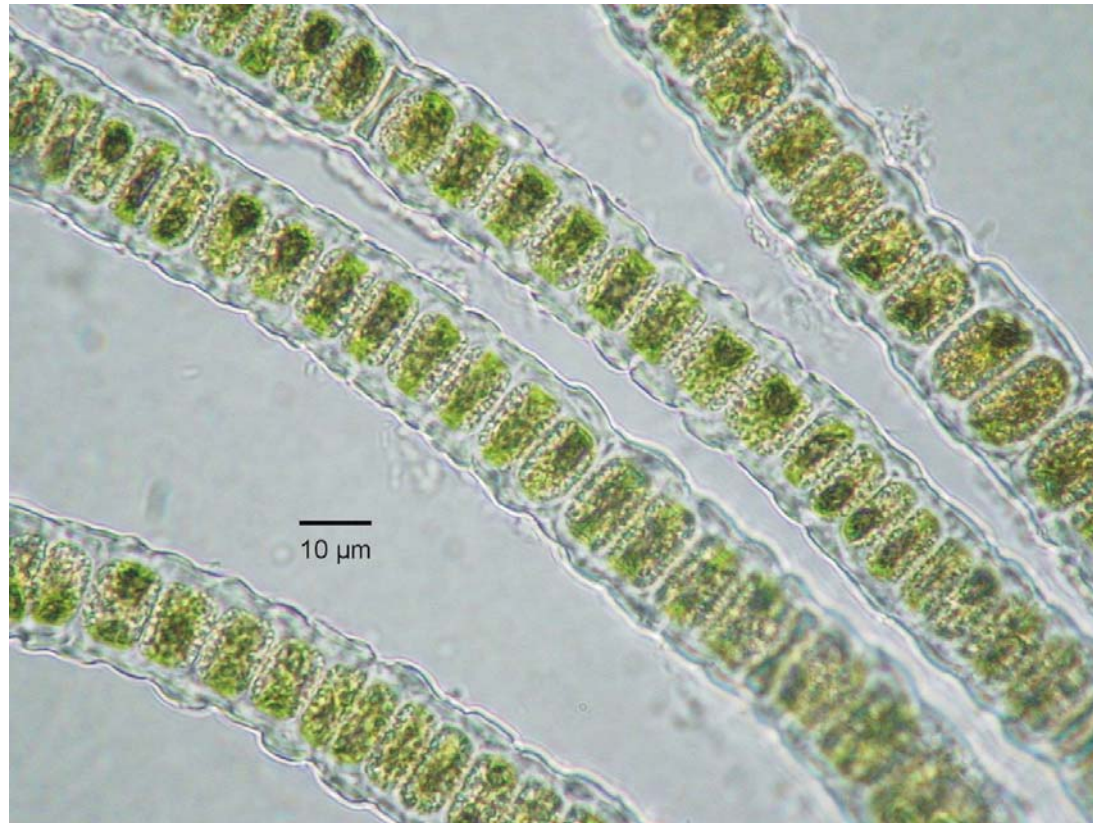
Ulocladium-Schwarzsimmel (*Ulocladium chartarum*) auf einer Baustoffoberfläche.

Was wächst auf Fassaden? Aufwuchsanalyse



Cylindrocystis brebissonii

Was wächst auf Fassaden? Aufwuchsanalyse



Klebsormidium crenulatum

Was wächst auf Fassaden? Aufwuchsanalyse



Xanthoria parietina

Wachstumsvoraussetzungen für Mikroorganismen an Fassaden

- Feuchte > 70 (68)% r.F.
- Temperatur – 5 (– 10)°C bis + 57°C
- pH-Wert < 11
- organische Nährstoffe (heterotrophe Organismen)
- keimfähige Sporen

Aufwuchs an modernen Fassaden

Risikofaktoren

- Standort - Mikroklima
- Umgebung („Infektionsdruck“)
- Nährstoffangebot
- Konstruktion
- Bauausführung
- ...

Aufwuchs an modernen Fassaden Vermeidung – Bauphysik

Konstruktive Maßnahmen (Dachüberstände, Sträucher weg,...)

Erhöhung der Wärmespeicherkapazität

Dämmstoff höherer Wärmekapazität

Dickputz

Latentwärmespeicher (PCM)

Änderung der strahlungstechnischen Oberflächeneigenschaften

Erhöhung der kurzwelligen Absorption (dunkle Farbe)

Verringerung der langwelligen Emission (IR-Effekt)

Optimierung der feuchtetechnischen Materialeigenschaften

Sorptionsisotherme (Ausgleichsfeuchte)

Kapillare Wasseraufnahme (w-Wert)

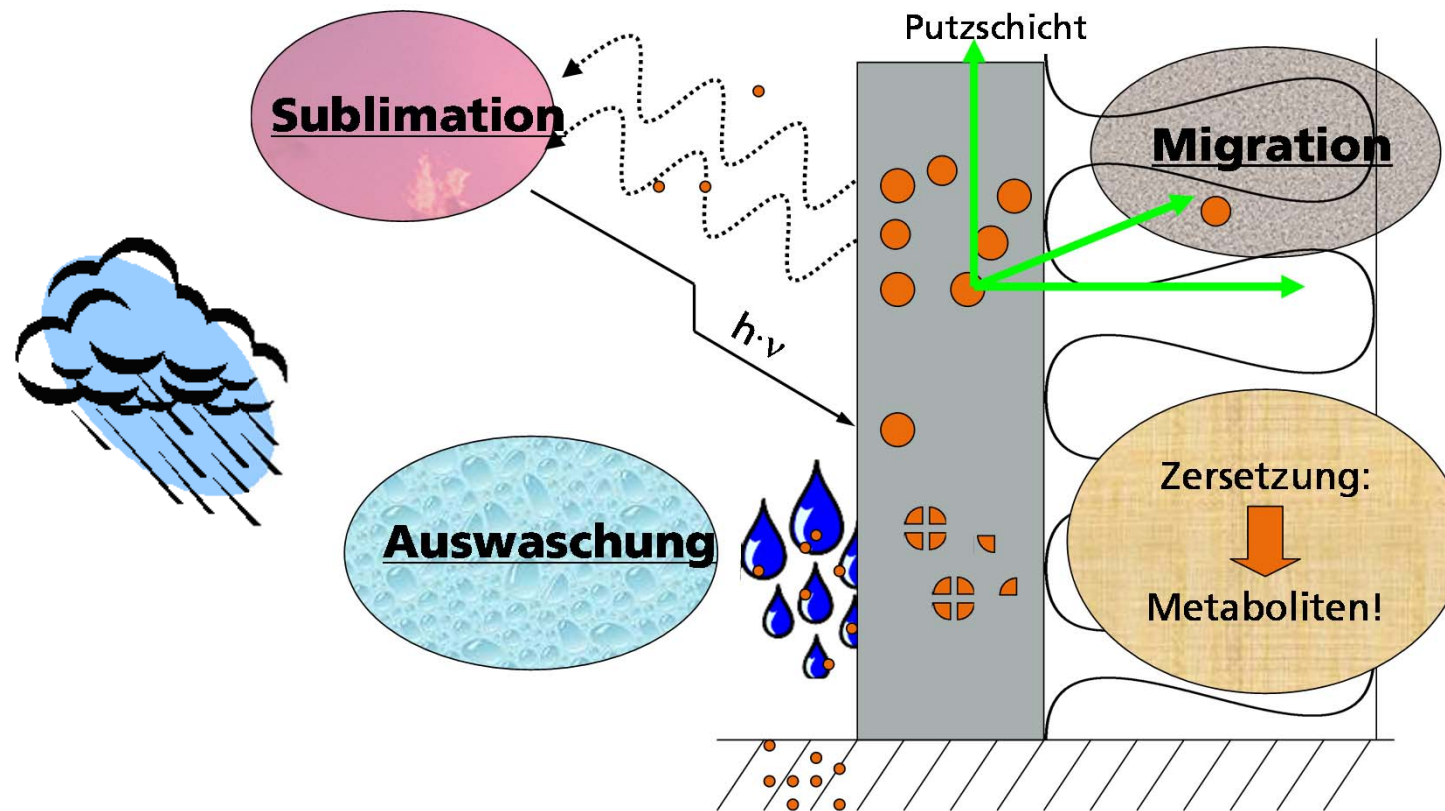
**Bauphysikalische Maßnahmen nicht immer ausreichend um
mikrobiellen Bewuchs von Fassaden zu verhindern**

Vermeidung – Chemische Maßnahmen – Biozide

Moderne Putze mit Wirkstoffausrüstung



Vermeidung – Chemische Maßnahmen – Biozide



Vermeidung – Chemische Maßnahmen – Biozide

Interdisziplinäres Projekt

Wirksamkeit und Dauerhaftigkeit von Bioziden in Fassaden

350 Prüfkörper auf Basis von WDVS für 4 Jahre an zwei Standorten in Deutschland exponiert.



© Fraunhofer IBP

- Ernthofen/Oberramstadt
- Holzkirchen

Komponenten der biologischen Untersuchungen:

- Monatliche visuelle Begutachtung
- Mikrobiologische und taxonomische Untersuchungen
- Physiologische Untersuchungen

Vermeidung – Chemische Maßnahmen – Biozide

Interdisziplinäres Projekt

- Unterschiedliche Biozidkombinationen in unterschiedlichen Modellrezepturen von Putzen und Anstrichen
- Entweder Putz oder Anstrich ausgerüstet
- Nicht ausgerüstete Vergleichsvarianten

<i>Obligate Komponenten</i>	<i>Variable Komponenten</i>
Terbutryn	Carbendazim
	Dichloro-Octylisothiazolinon (DCOIT)
Octylisothiazolinon (OIT)	Iodopropynylbutylcarbamate (IPBC)
	Zink-pyrrithion

Konzentrationen der Biozidkombinationen:

- 0,5 Masse-% Putze
- 1,0 Masse-% Anstriche

Vermeidung – Chemische Maßnahmen – Biozide

Interdisziplinäres Projekt - Ergebnisse

- Höhere biologische Diversität auf Varianten ohne Biozid
- Deutlich weniger Arten auf Varianten mit Biozid
- Lücken im Aktivitätsspektrum bestimmter Biozidkomponenten
→ Auftreten typischer Arten.
- Auf Varianten mit dem Biozid Carbendazim hoch dominant:
 - *Alternaria* spp.
 - *Ulocladium* spp.
- Auf Varianten mit Bioziden fast ausschließlich Algen der Gattung *Diplosphaera* – höhere Toleranz.

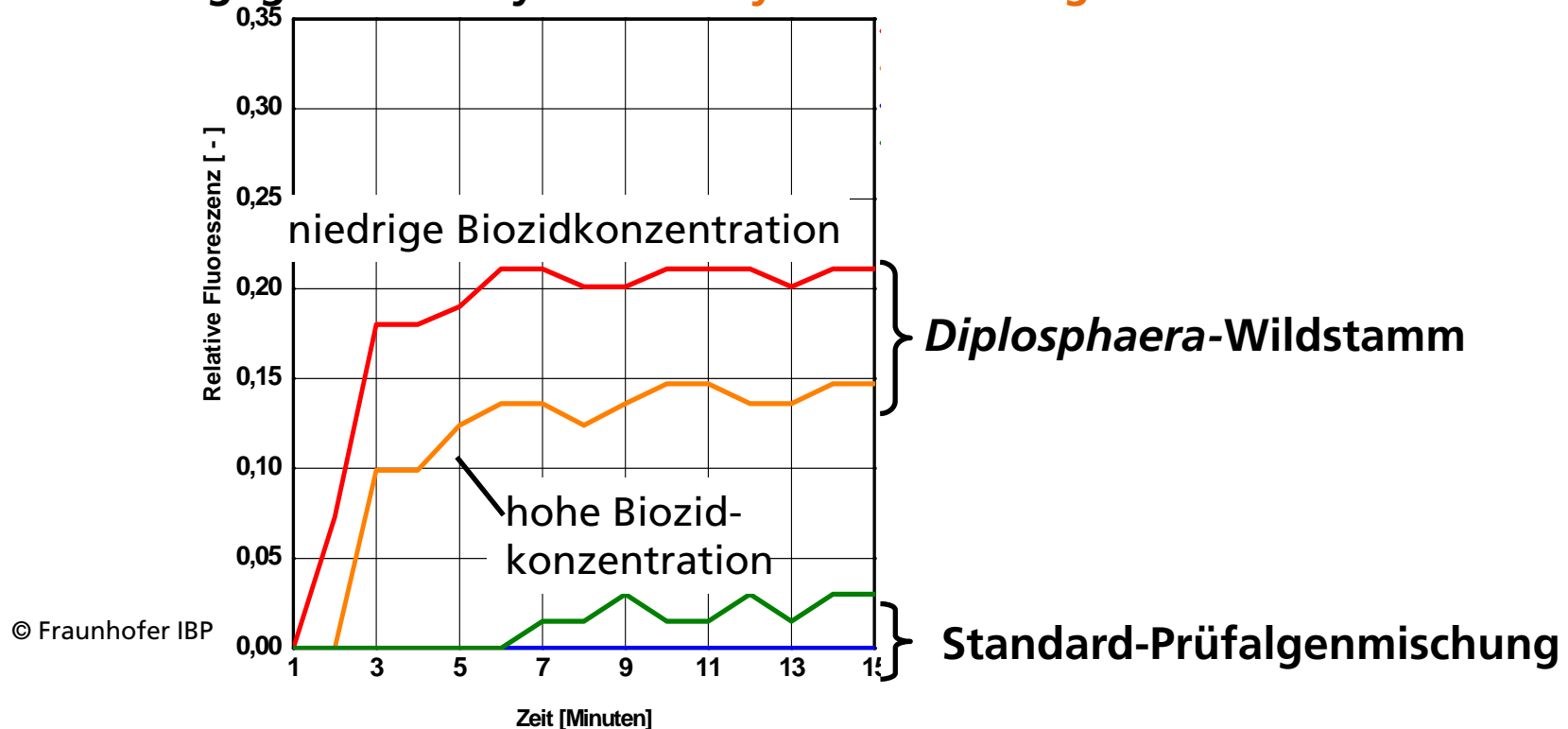


**Bedeutung höherer Toleranzen:
≠ Resistenzen
Bessere Technologien verwenden!**

Vermeidung – Chemische Maßnahmen – Biozide

Interdisziplinäres Projekt - Ergebnisse

Toleranz gegen Terbutryn - Photosyntheseleistung



Diplosphaera-Wildstamm wesentlich toleranter als eine Standard-Prüfalgemischung

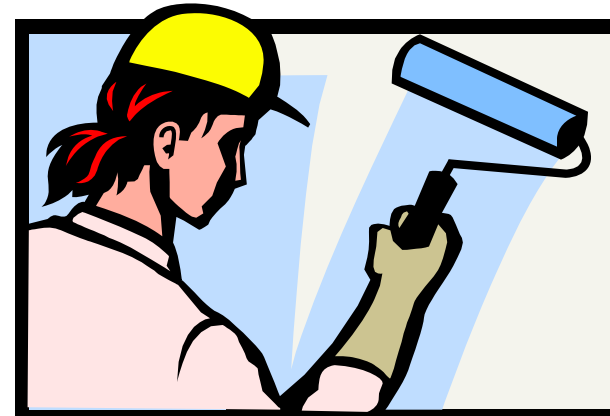
Vermeidung – Chemische Maßnahmen – Biozide

Interdisziplinäres Projekt - Ergebnisse

- Biozid ausgerüstete Farben schützen Fassaden effektiv aber zeitlich begrenzt gegen unerwünschten Aufwuchs von Mikroorganismen.
- Generell zeigten Systeme mit Farbanstrich bessere Ergebnisse als Systeme ohne Farbanstrich.



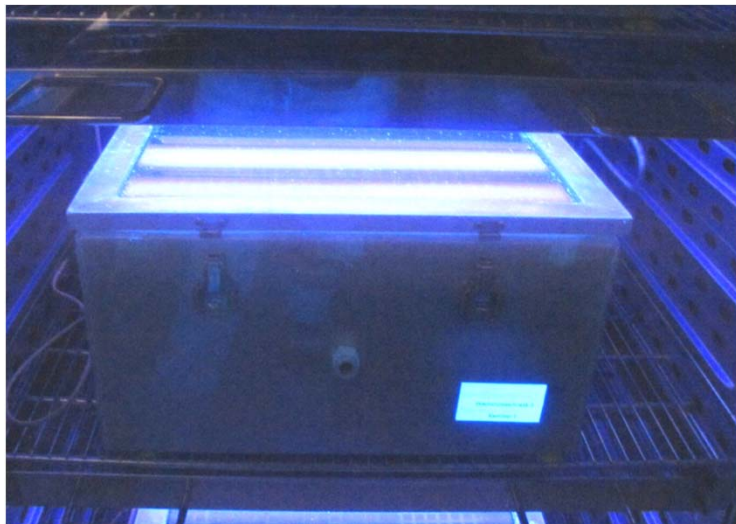
**Wenn nur die Farbe
mit Bioziden ausgerüstet ist
und nicht die darunter liegende
Putzschicht,
kann der absolute Betrag
der notwendigen
Biozide
signifikant reduziert werden.**



- Bilanzlücke muss noch geklärt werden

Vermeidung – Photokatalyse

Photokatalyse kann die Anzahl der keimfähigen Sporen an der Oberfläche verringern



© Fraunhofer IBP

Testkammer mit UVA Bestrahlung



Testkammer ohne Bestrahlung

Aufwuchs an modernen Fassaden

Vermeidung – neuer Ansatz

- Deutsches Patent DE102009035656A1 03.02.2011
- Außenfassade beheizt, um Dauer der Taupunktunterschreitung zu verkürzen
- ?

Zusammenfassung

- Wachstum von Mikroorganismen an modernen Fassaden ist eine ernstzunehmende Problematik
- Insgesamt läßt sich eine erstaunlich hohe Diversität von Algen, Pilzen, Flechten, Moosen feststellen
- Das Mikroklima und unmittelbare Umgebungseinflüsse („Infektionsdruck“, Bauweise, Ausführung, etc.) stellen wichtige Ursachen für unerwünschtes Wachstum von Mikroorganismen dar
- Verschiedene Ansätze, wie Feuchtemanagement, biozide Wirkstoffe und Photokatalyse, etc. dienen der Vorbeugung. Jeder Ansatz hat Vor- und Nachteile

Förderung

Gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages über den Projektträger Jülich im Rahmen des Projekts

„Energieoptimiertes Bauen: Entwicklung innovativer Produkte zur Vermeidung von Algenbewuchs auf Bauteiloberflächen“

unter der Fördernummer 0329663G.

Sowie zahlreichen weiteren Forschungspartnern

www.fassadenforschung.de

Verbesserung der Umwelteigenschaften von Wärmedämmverbundsystemen (WDVS)

In Deutschland werden über 60 % der Energie in Gebäuden verbraucht. Entsprechend hoch sind dort auch die Einsparpotentiale. Wärmedämmverbundsysteme können die Heizkosten und damit den Ausstoß klimaschädlicher Gase deutlich senken. Aber auch die Umwelteigenschaften dieser Systeme und ihr Einfluss auf das Aussehen der Gebäude sind wichtige Kriterien. Das Umweltbundesamt fördert ein Forschungsvorhaben mit dem Titel „**Verbesserung der Umwelteigenschaften von Wärmedämmverbundsystemen (WDVS) - Evaluierung der Einsatzmöglichkeiten biozidfreier Komponenten und Beschichtungen**“. Das Fraunhofer Institut für Bauphysik IBP führt dieses Forschungsvorhaben durch. Nähere Informationen zum Forschungsvorhaben finden Sie in der beigefügten Projektbeschreibung.

Beispiele



Kleiner Aufwand – großer Nutzen!

Ihre Angaben werden helfen, diejenigen Einflussfaktoren zu ermitteln, die das Aussehen der Fassade beeinflussen. Dazu benötigen wir neben technischen Einzelheiten der Fassadenbeschichtungen und WDV-Systeme auch Angaben zur Art des Gebäudes, seiner geografischen Lage und Ausrichtung, etc. Wir möchten sowohl optisch einwandfreie Gebäude (frei von Aufwuchs) als auch Objekte, die Bewuchs oder Verfärbungen zeigen, betrachten.

Dauert nur wenige Minuten!

Bitte füllen Sie den **Fragebogen** sorgfältig aus. Für nähere Erläuterungen haben wir Freitext-Felder vorgesehen. Die uns übermittelten Daten werden vertraulich behandelt und ausschließlich in anonymisierter Form ausgewertet und dargestellt. Wir würden uns freuen, wenn Sie einer Begutachtung Ihrer Fassade durch Experten des IBP zustimmen würden. Es entstehen Ihnen damit keine Kosten.

[> zum Fragebogen](#)



Das Projekt wird durchgeführt im Auftrag des Umweltbundesamtes.



[> Fragebogen](#)

[> Projektbeschreibung](#)

Sollten Sie Fragen haben, wenden Sie sich bitte jederzeit an uns über die u.g. angegebene Adresse.

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP
Stichwort Fassadenforschung
Fraunhoferstraße 10
83626 Valley
Tel.: 08024-643-399
Fax: 08024-643-5399
info@fassadenforschung.de