

**Vermeidung von mikrobiellem Bewuchs auf Fassaden –
bauphysikalische Möglichkeiten**

- Hintergrund
- Vermeidungsstrategien
- rechnerische Untersuchungen
- Freilanduntersuchungen



Mikroorganismen auf Bauteiloberflächen

**Bewuchs/Aufwuchs auf Bauteiloberflächen ist
ist ein absolut natürlicher Umstand.**

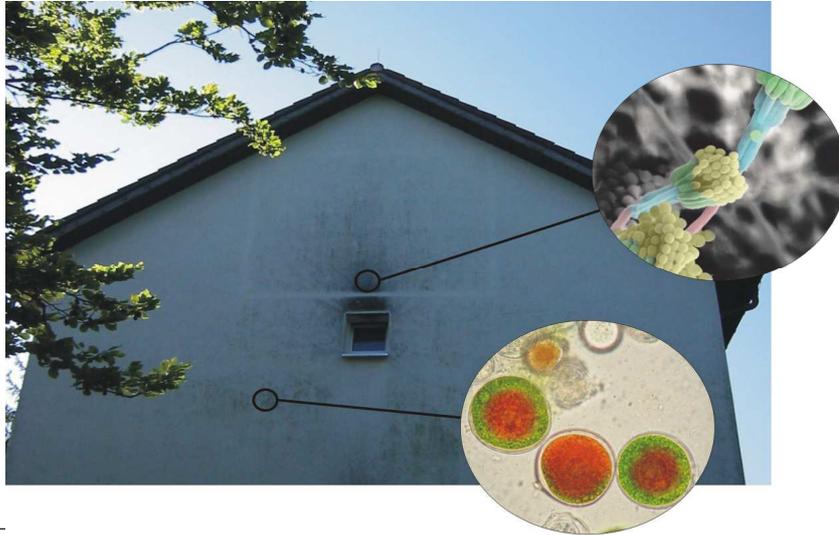
**Nahezu keine Oberfläche ist frei
von Mikroorganismen!**

Einschränkung:

- optische inakzeptabel
- gesundheitlich (Innenraum)
- materialtechnisch negativ

} „Befall“

Algen und Pilze auf Baustoffoberflächen



Algen und Pilze auf Baustoffoberflächen



Leopard

Tiger

Ursachen für mikrobiellen Befall

Beobachtung:

„Wachsende“ Belastung von Fassaden durch Algenbewuchs

Bessere Wärmedämmung:

- Erhöhung der Anzahl der Taupunkttemperaturunterschreitungen durch nächtliche Unterkühlung
- mehr Oberflächenfeuchte für mikrobielles Wachstum

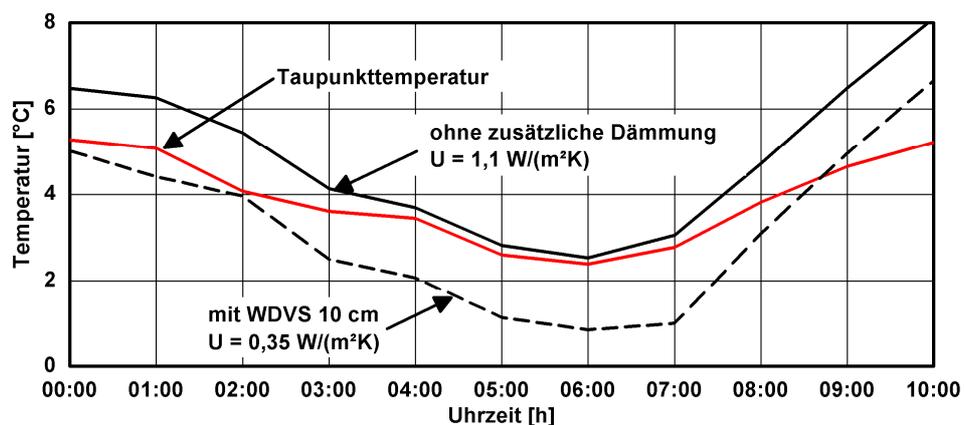
→ Annahme:

Taupunkttemperaturunterschreitungen maßgeblich für Bewuchsrisiko

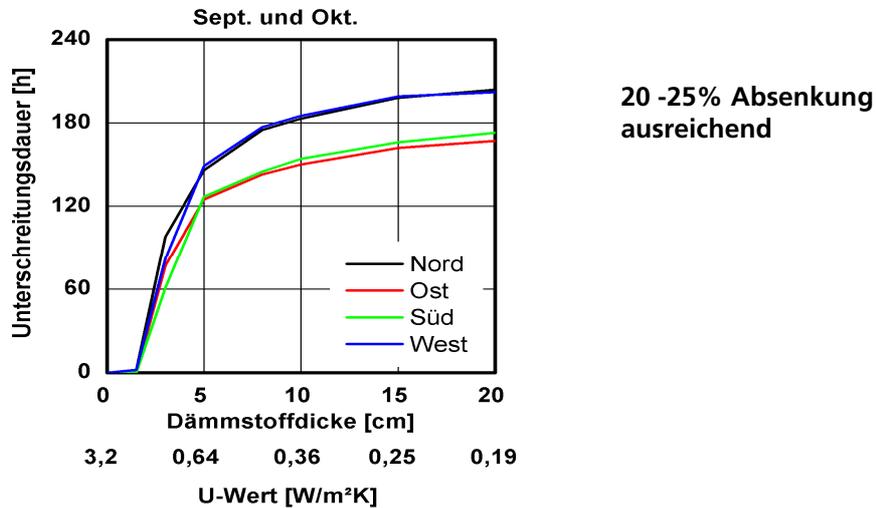
Begründung:

→ Bewuchs häufig auf schlagregenarmer Nordseite

Einfluss des Dämmstandards



Einfluss der Dämmstoffdicke



Bauphysikalische Verhinderungsstrategien

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

Änderung der strahlungstechnischen Oberflächeneigenschaften

Erhöhung der kurzwelligen Absorption (dunkle Farbe)

Verringerung der langwelligen Emission (IR-Effekt)

Erhöhung der Wärmespeicherkapazität

Dickputz

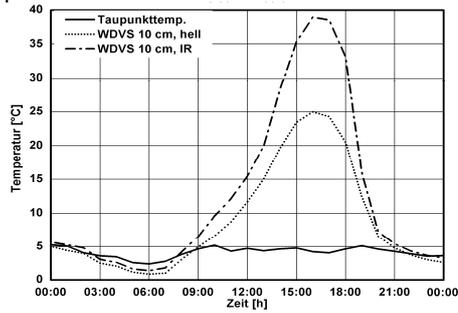
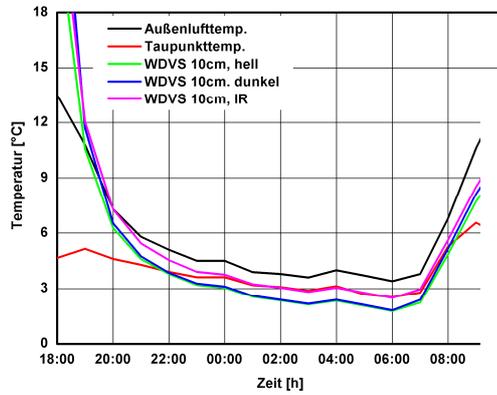
Dämmstoff höherer Wärmekapazität

Latentwärmespeicher (PCM)

Rechnerische Untersuchungen: Einfluss der Farbe und des IR-Effekts

Oberflächeneigenschaften:

Hell: $a = 0,4$; $\varepsilon = 0,9$
 Dunkel: $a = 0,6$; $\varepsilon = 0,9$
 IR: $a = 0,4$; $\varepsilon = 0,6$



**Mit IR tagsüber höhere
Maximaltemperaturen**

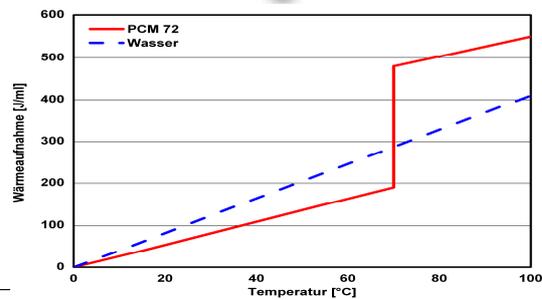
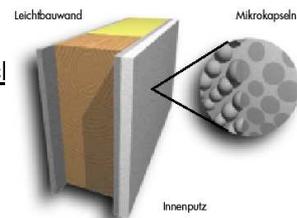
PCM (Phase Changing Material) - Latentwärmespeicher

Verwendete Materialien und deren Phasenwech

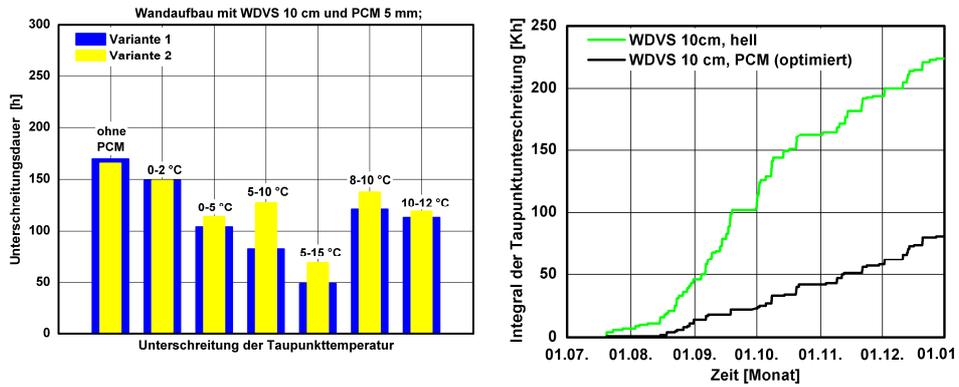
- Wässrige Salzlösungen (unter 0 °C)
- Paraffine (bis 120 °C)
- Salzhydrate (bis 120 °C)

Bisherige Einsatzgebiete:

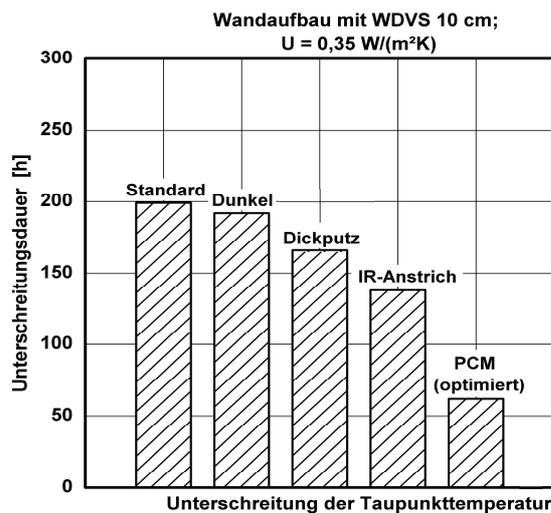
- Gipsinnenputz
- Heizungstechnik
- Kleidung



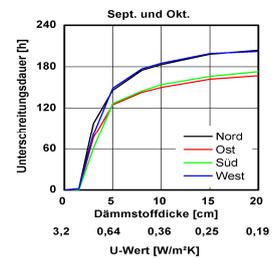
Optimierung von PCM (Phase Changing Materials)



Vergleich der unterschiedlichen Maßnahmen



20 -25% Absenkung
ausreichend

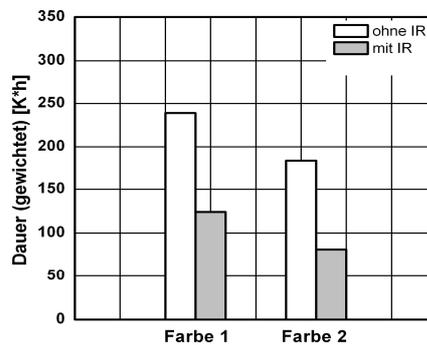


Freilanduntersuchungen



Freilanduntersuchungen

Einfluss des Anstrichs auf Dauer der Betauung (Westfassade)



Emissionsgrad IR 0.6

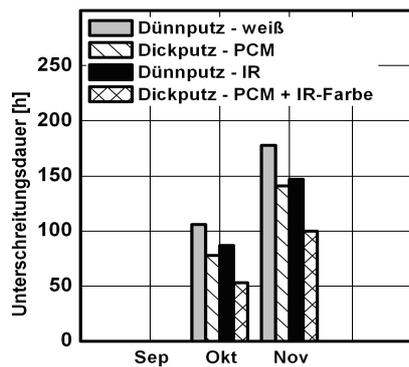
Reduzierung um 40 – 50 %

Freilanduntersuchungen



Aussenluft	19.9 °C	Nordstrahlung	175 W/m ²	Temp.Abstrahlung	21 °C	langw. Abstrahlung	44.3 W/m ²								
Feld 1	Dickputz 8 mm hellgrau PCM $\epsilon = 0.96$ $\alpha = 0.39$	Feld 2	Dickputz 8 mm hellgrau PCM + IR $\epsilon = 0.74$ $\alpha = 0.39$	Feld 3	Dünnputz 3 mm hellgrau PCM $\epsilon = 0.96$ $\alpha = 0.39$	Feld 4	Dünnputz 3 mm hellgrau PCM + IR $\epsilon = 0.74$ $\alpha = 0.39$	Feld 5	Dünnputz 3 mm hellgrau IR $\epsilon = 0.74$ $\alpha = 0.39$	Feld 6	Dünnputz 3 mm hellgrau $\epsilon = 0.96$ $\alpha = 0.39$	Feld 7	Dünnputz 3 mm weiß $\epsilon = 0.96$ $\alpha = 0.23$	Feld 8	Dünnputz 3 mm weiß $\epsilon = 0.95$ $\alpha = 0.17$
GS2T	17.4 °C	GS2T	18.0 °C	GS2T	17.5 °C	GS2T	17.8 °C	GS2T	18.1 °C	GS2T	17.8 °C	GS2T	17.4 °C	GS2T	17.2 °C
AOF11	22.8 °C	AOF11	22.7 °C	AOF11	22.4 °C	AOF11	23.0 °C	AOF11	23.4 °C	AOF11	22.6 °C	AOF11	20.5 °C	AOF11	19.8 °C
AOF12	22.1 °C	AOF12	22.7 °C	AOF12	22.4 °C	AOF12	23.0 °C	AOF12	22.8 °C	AOF12	22.6 °C	AOF12	20.5 °C	AOF12	19.7 °C
GS1WS	-1.6 W/m ²														
AOFWS	-4.9 W/m ²														
Regensensor_Ost														Regensensor_West	

Freilanduntersuchungen



Verbesserung: 1. Herbst

IR: bis ca. 20 %
PCM: bis ca. 30 %
PCM+IR: bis ca. 50 %

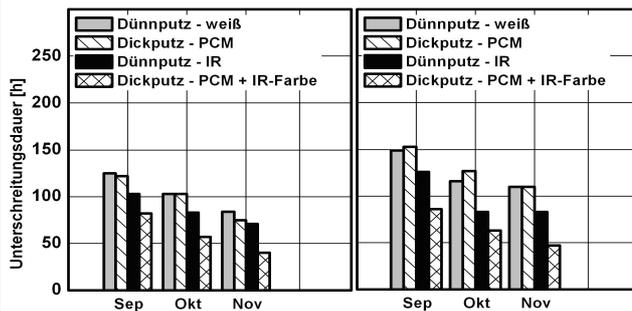
Emissionsgrad IR 0.74
10 M.-% PCM

Freilanduntersuchungen

Verbesserung: 1. Herbst

IR: bis ca. 20 %
 PCM: bis ca. 30 %
 PCM+IR: bis ca. 50 %

Mittl. Außentemperatur 5° C



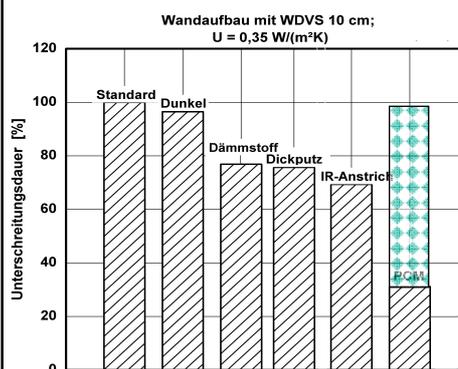
Umschlagspunkt PCM: ca. 6°C

Verbesserung: 2. + 3. Herbst

IR: bis ca. 20 %
 PCM: bis ca. 5 %
 PCM+IR: bis ca. 45 %

Mittl. Außentemperatur 10° C

Vergleich der unterschiedlichen Maßnahmen



PCM:

- im Freilandversuch stark schwankende Ergebnisse wegen unterschiedlichen Klimabedingungen

- Praxiseinsatz fragwürdig

IR:

- deutliche reduzierte der Tauwasserzeiten
- einfach nachträglich anwendbar

- bisher keine rein weißen IR-Beschichtungen realisierbar

- Dauerhaftigkeit zu verbessern

Bauphysikalische Verhinderungsstrategien

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

Änderung der strahlungstechnischen Oberflächeneigenschaften

Erhöhung der kurzwelligen Absorption (dunkle Farbe)
Verringerung der langwelligen Emission (IR-Effekt)

Erhöhung der Wärmespeicherkapazität

Dickputz
Dämmstoff höherer Wärmekapazität
Latentwärmespeicher (PCM)

Optimierung der hygrischen Eigenschaften der Außenoberfläche

Optimierung der hygrischen Eigenschaften

Annahme: nur Feuchte auf der Oberfläche bioverfügbar

Extreme Hydrophobie

→ geringe Regenwasseraufnahme

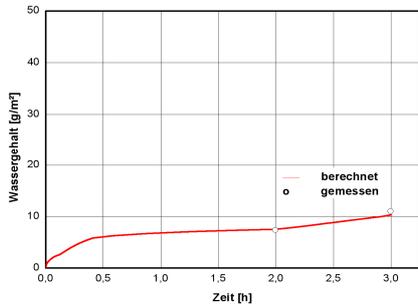
→ Tauwasser verbleibt
länger an Oberfläche

Welche hygrischen Eigenschaften
sind optimal ??

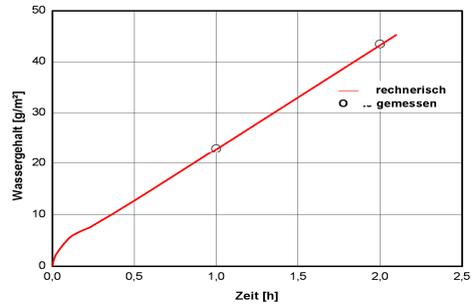


Validierung durch Laborversuche

Zeitlicher Verlauf der Oberflächenfeuchte:



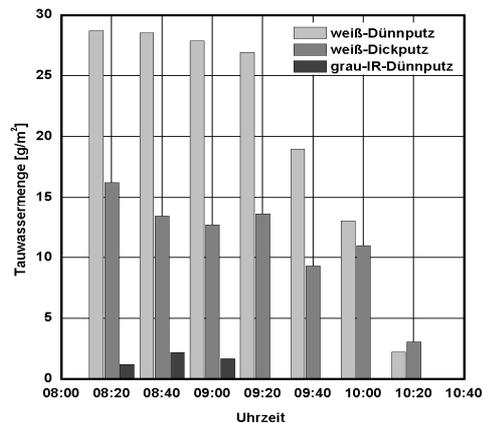
Dispersions-Silikat-Anstrich



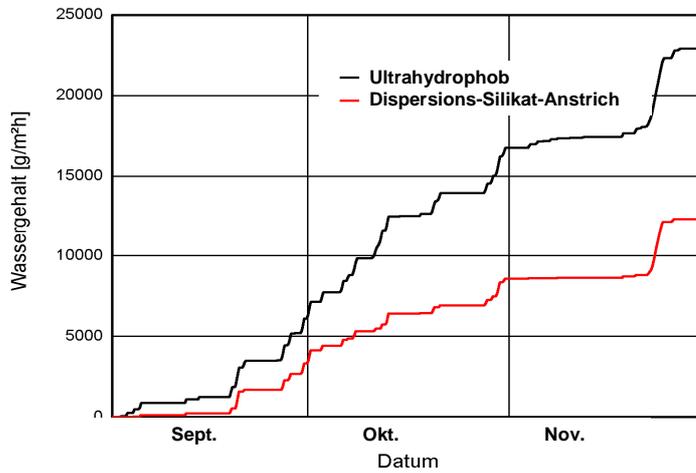
ultra-hydrophober Anstrich

Freilanduntersuchungen

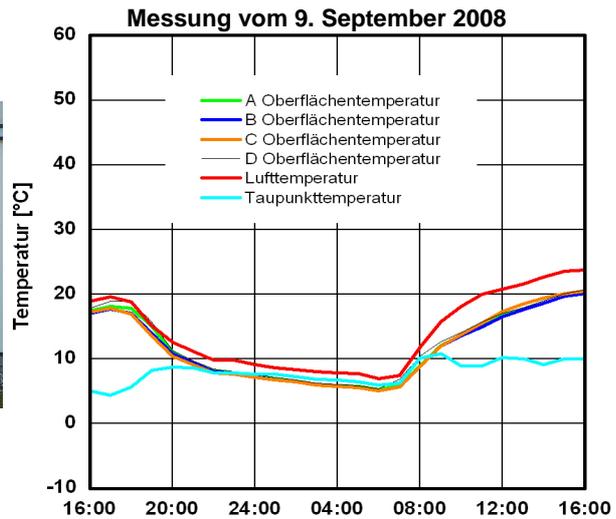
Bestimmung der Menge des Oberflächenwassers



Berechnungsergebnisse Nordwand

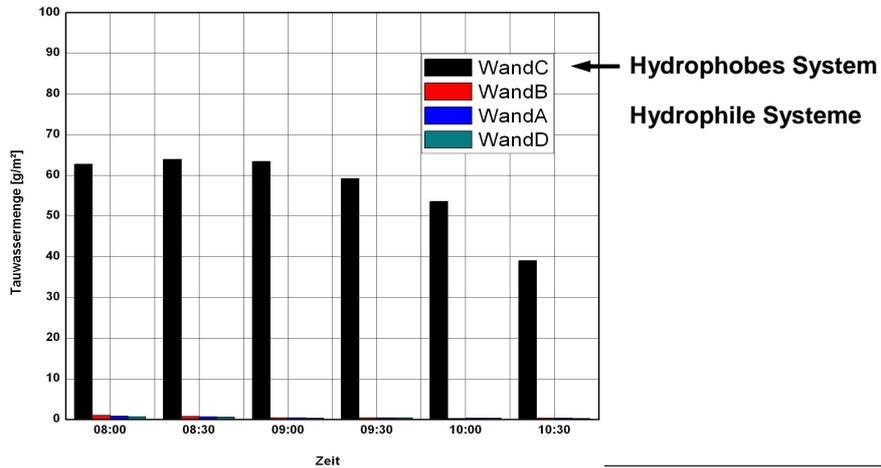


Freilandversuch Nordwand



Freilandversuch Nordwand

Messung vom 9. September 2008



Zusammenfassung

Wachstumsvoraussetzungen von Algen:

Nährboden, Temperatur und Feuchte; für Algen auch Licht

Vielfältige Zusammenhänge zwischen Bewuchs und Einflussgrößen

Annahmen:

1. ausreichendes Vorhandensein von Wasser
wesentlich für Bewuchsrisiko
2. nur auf der Oberfläche befindliches Wasser
ist für Bewuchs verfügbar

Neue Lösungsansätze Erfolg versprechend:

IR-Anstrich
„Hydrophile Oberfläche“

