

**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.**

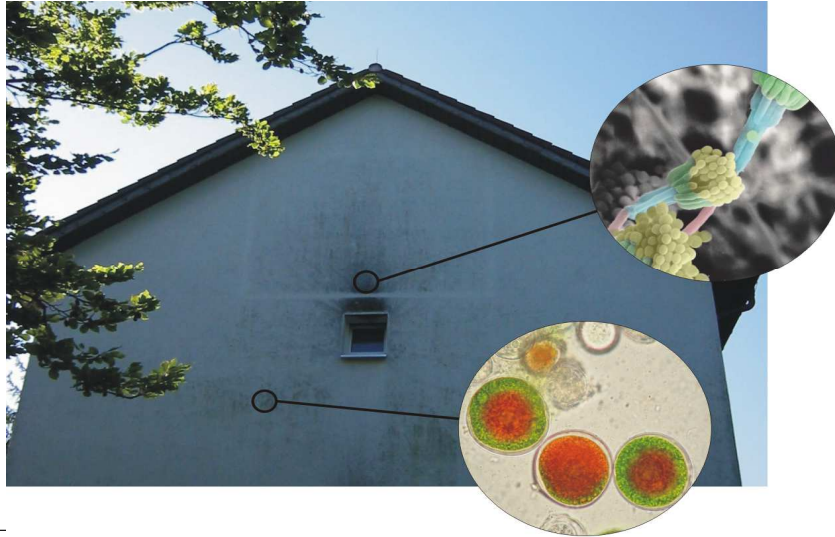
**Nahezu keine Oberfläche ist frei
von Mikroorganismen!**

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

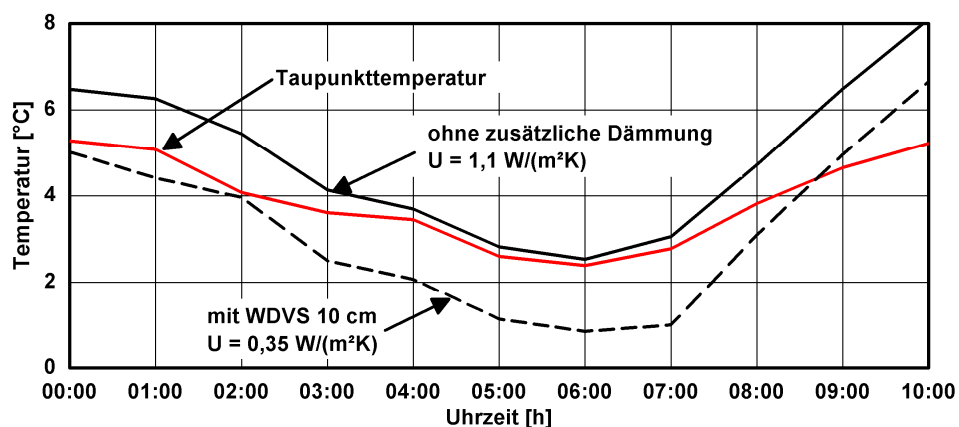
→ Annahme:

Taupunkttemperaturunterschreitungen maßgeblich für Bewuchsrisiko

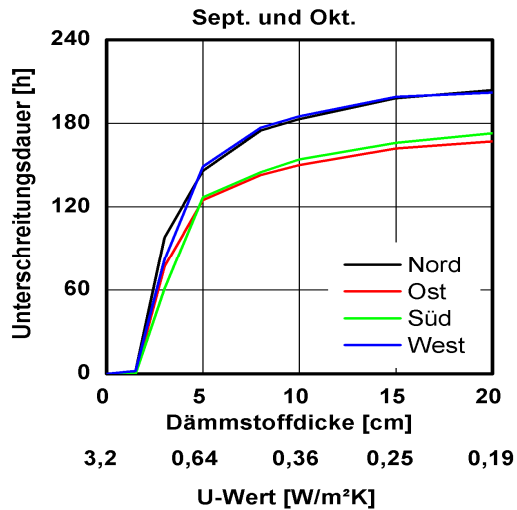
Begründung:

→ Bewuchs häufig auf schlagregenarmer Nordseite

Einfluss des Dämmstandards



Einfluss der Dämmstoffdicke



20 -25% Absenkung
ausreichend

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)

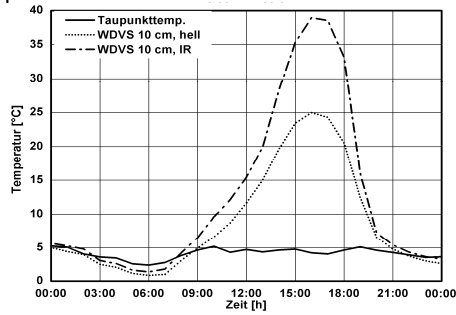
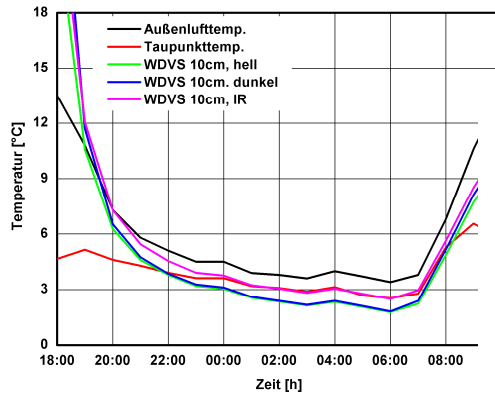
Rechnerische Untersuchungen: Einfluss der Farbe und des IR-Effekts

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**

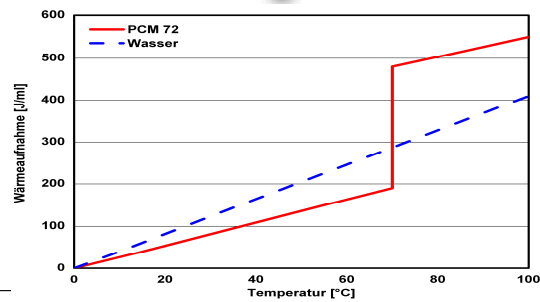
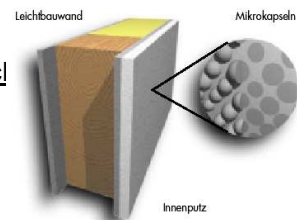
PCM (Phase Changing Material) - Latentwärmespeicher

Verwendete Materialien und deren Phasenwec

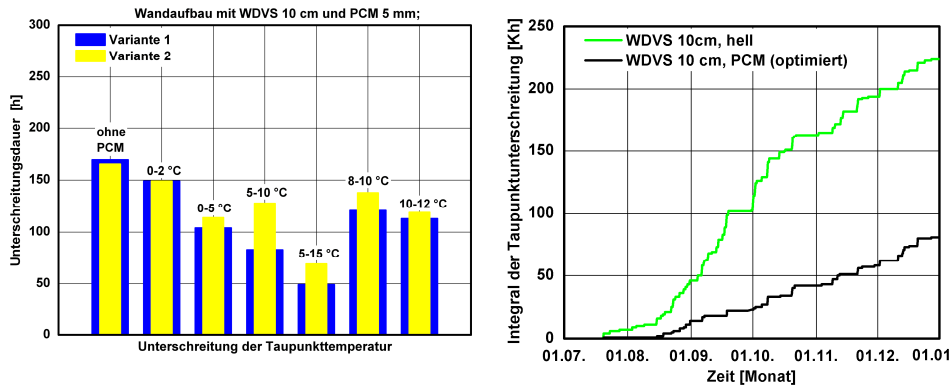
- Wässrige Salzlösungen (unter 0 °C)
- Paraffine (bis 120 °C)
- Salzhydrate (bis 120 °C)

Bisherige Einsatzgebiete:

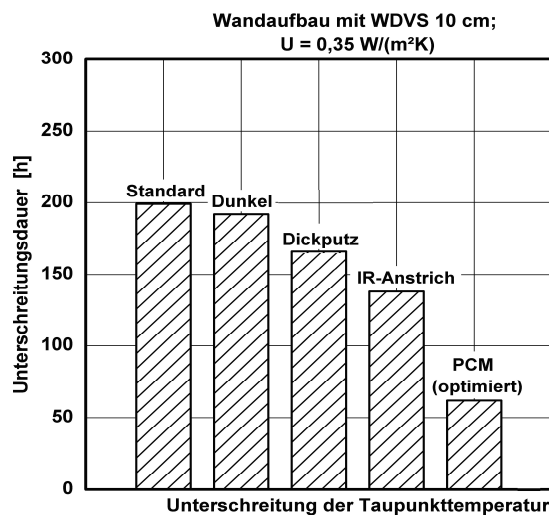
- Gipsinnenputz
- Heizungstechnik
- Kleidung



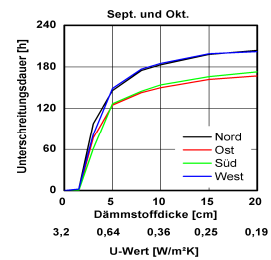
Optimierung von PCM (Phase Changing Materials)



Vergleich der unterschiedlichen Maßnahmen



20 -25% Absenkung
ausreichend

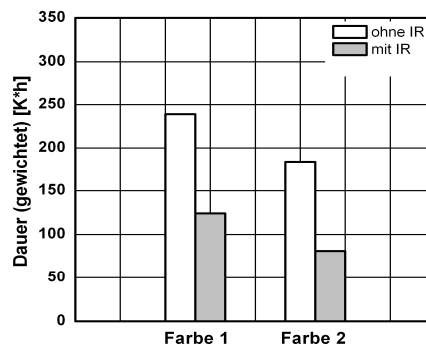


Freilanduntersuchungen



Freilanduntersuchungen

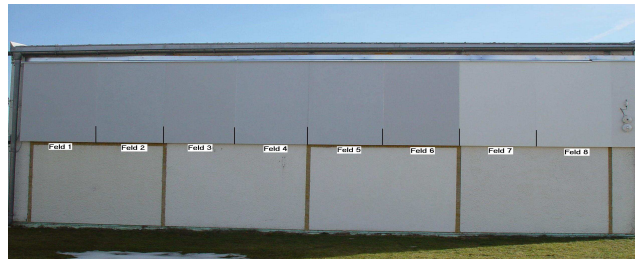
Einfluss des Anstrichs auf Dauer der Betauung (Westfassade)



Emissionsgrad IR 0.6

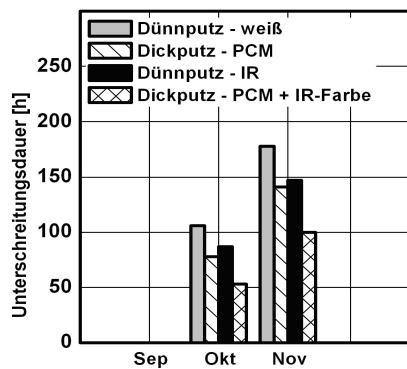
Reduzierung um 40 – 50 %

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 %

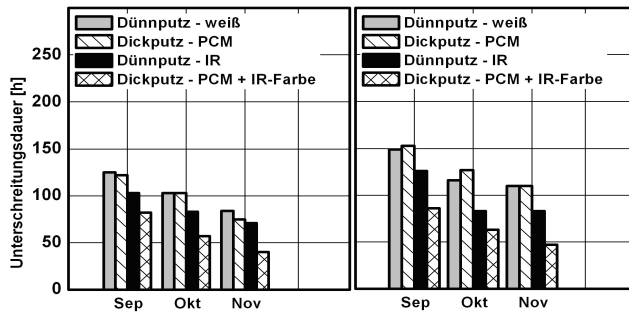
Mittl. Außentemperatur 5° C

Umschlagspunkt PCM: ca. 6°C

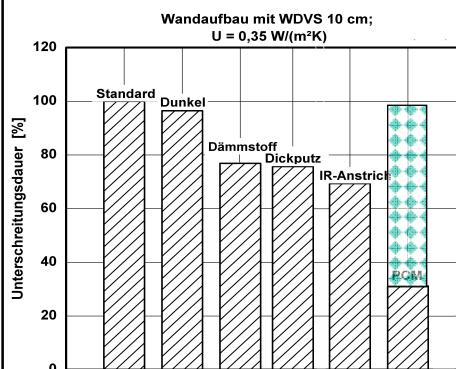
Verbesserung: 2. + 3. Herbst

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

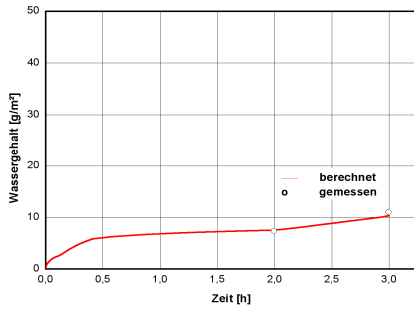
→ Tauwasser verbleibt
länger an Oberfläche

Welche hygrischen Eigenschaften
sind optimal ??

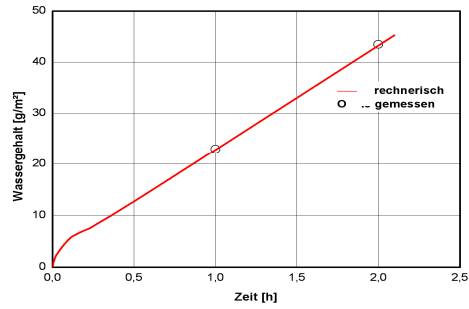


Validierung durch Laborversuche

Zeitlicher Verlauf der Oberflächenfeuchte:



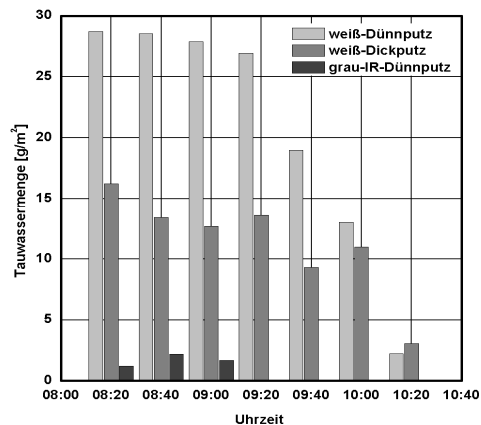
Dispersions-Silikat-Anstrich



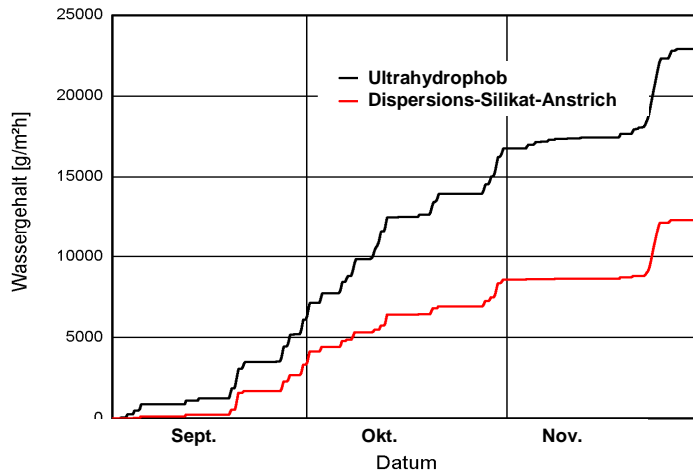
ultra-hydrophober Anstrich

Freilanduntersuchungen

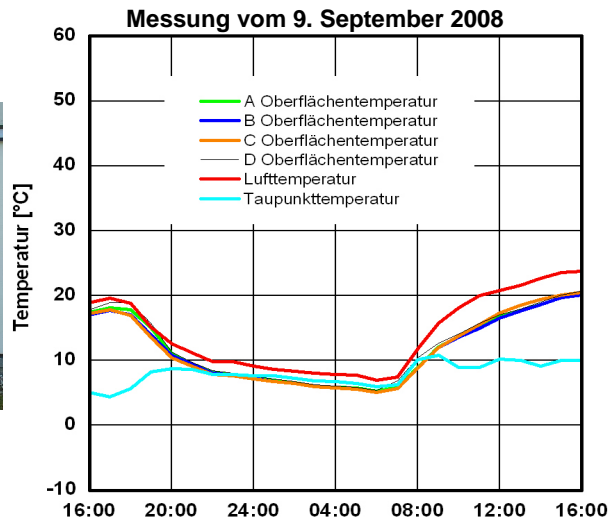
Bestimmung der Menge des Oberflächenwassers



Berechnungsergebnisse Nordwand

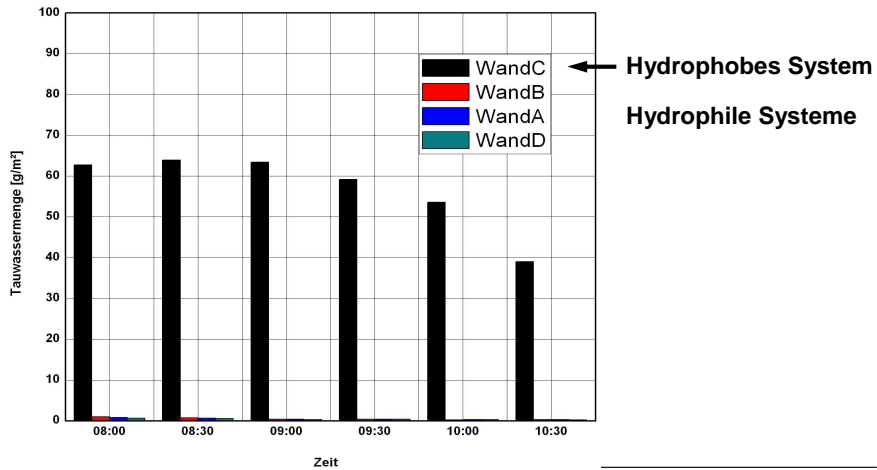


Freilandversuch Nordwand



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“

