

ThermoShield:

**Dehumidification and keeping dry of the wall,
Protection against driving rain and rain enthalpy**

a document in English developed out of German masters, shortened abstracts by dib

Forschungen an der Thermo-Shield Farbe zur Anwendung bei der Denkmalpflege

Researches on the ThermoShield coating for using it in monument care

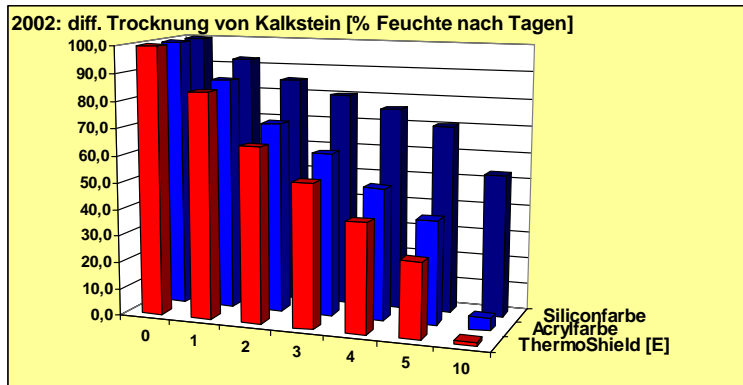


Bild 01: ThermoShield Exterior trocknet besser als die Siliconfarbe und die Acrylfarbe (2002) [1]
ThermoShield Exterior is drying better than the Silicone and the Acrylic paint

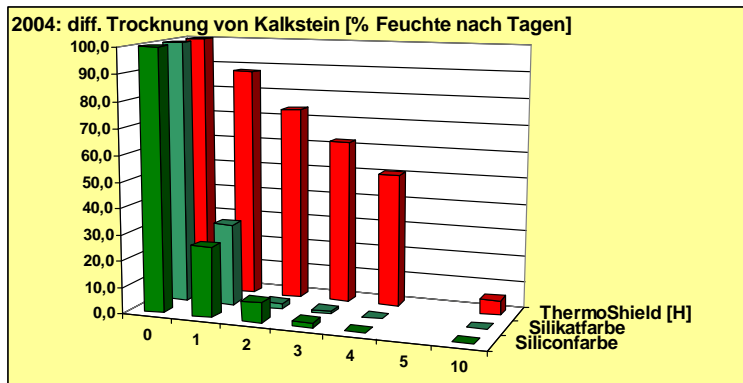


Bild 02: ThermoShield History trocknet sanfter als die Silikat- und die Siliconfarbe (2004) [2]
ThermoShield History is drying more gently than the Silicate and the silicone paint

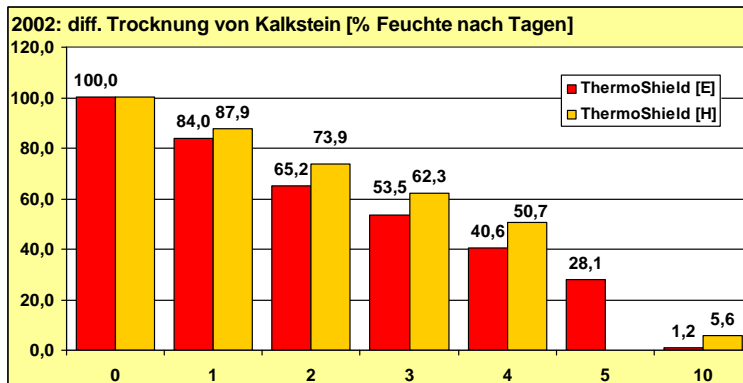


Bild 03: Vergleich der diffundiven Trocknung bei ThermoShield Exterior [E] und History [H] [2]
Comparison of the diffusive drying of specimen coated with ThermoShield Exterior and History

Bild = picture, figure

Untersuchungen zum w-Wert beschichteter Putzproben Researches concerning the w value of coated specimen

Vergleichsprodukte: ThermoShield History, Silikatfarbe „Granital“, Silikonfarbe „Amphisilan“

Compared products: brand names

Norm: PN-97/B-10106 „Putz und Baumörtel – Putzmassen für den verdünnten Putz“

Standard A Polish standard „Plaster and mortar – compounds for undiluted Plaster“

Probekörper: Putzproben 100 x 100 x 3 mm

Specimen Plaster specimen dimensions in mm

Messgerät: Präzisionswaage (0,01 g genau)

Device Precision balance (on 0.01 gram accurately)

Durchführung: Messung vor und nach 24 h Wasserkontakt

Performance Measurement before and after 24 h contact with water

Messwert 1: die Feuchteaufnahme nP [kg/m²]

Value 1 The uptake of moisture

Messwert 2: der w-Wert [kg / m² h^{1/2}]

Value 2 The w value

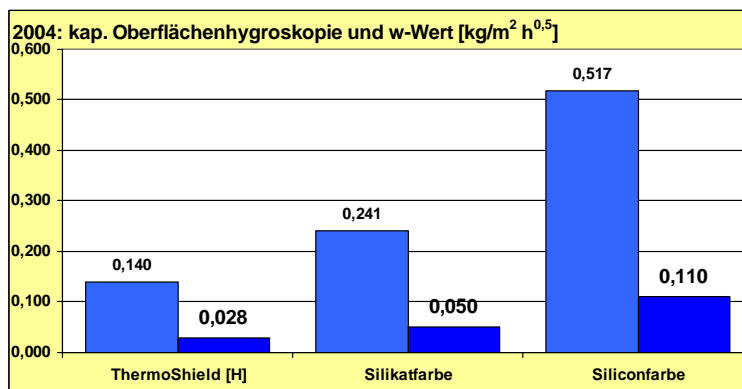


Bild 04: Feuchteaufnahme (Messwert 1) und w-Werte (Messwert 2) im Vergleich [3]
Moisture reception (measure value 1) and w values (measure value 2) compared

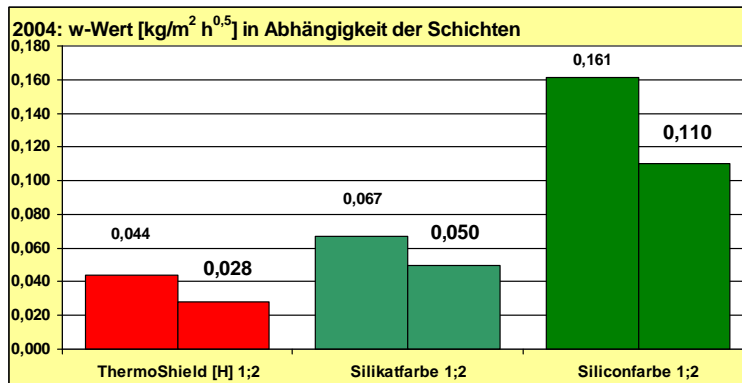


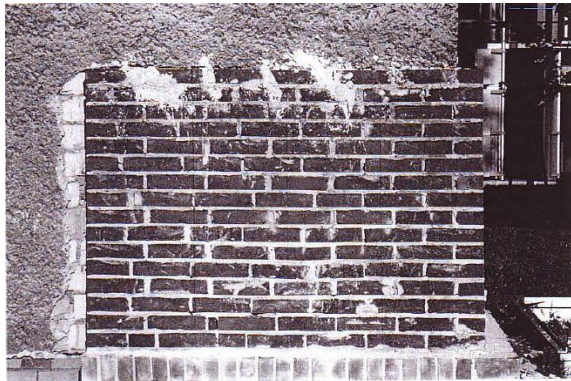
Bild 05: der w-Wert der der untersuchten Farben bei 1 und bei 2 Schichten [3]
The w value of the investigated coatings of 1 and 2 coats

„Die Untersuchungen habe ich auch mit anderen Verfahren durchgeführt, z.B. durch Tauchen ins Wasser von den auf allen Flächen bemalten Putzstücken, und dabei den Zuwachs der Probenmasse beobachtet. Doch hier beeinflusste der hydrostatische Flüssigkeitsdruck, was nicht den Fassadenfarben entspricht.“

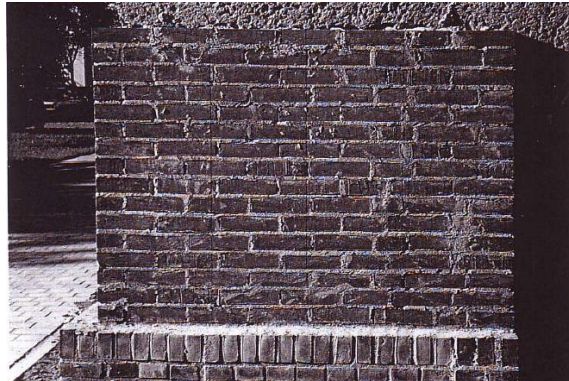
„The study I made by other proceedings too, i.e. by diving into the water of plaster specimen, coated on all surfaces, and I observed the growth of the specimen mass thereby. But hereby the hydrostatic pressure influenced, what is not in accordance with coating on facades.“

Source for all: [3]

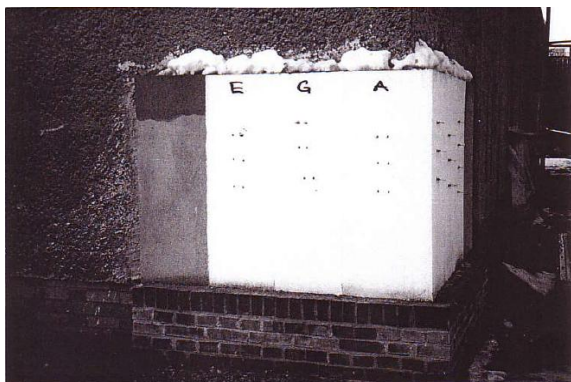
Studies of the GWD in 2001 about the drying behaviour of compared coatings in practice



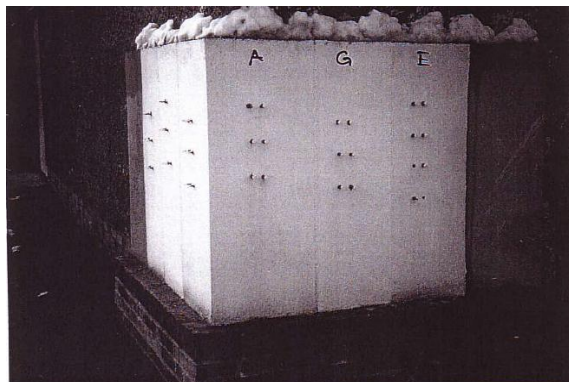
no plastered South wall



no plastered East wall

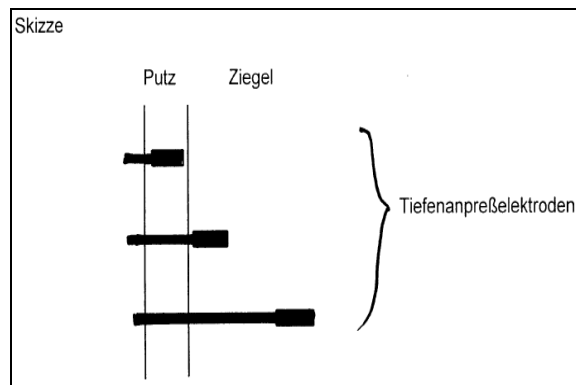


plastered South wall



plastered East wall

E = ThermoShield Exterior, G = Granital, A = Amphisilan



depth contact pressuring electrodes

„Nach diesen Erstmessungen ergibt sich, daß hinter Exterior (Thermo-Shield) die Oberfläche um die Hälfte trockener ist als bei den anderen beiden Anstrichen (Keim Granital und Caparol Amphisilan). Die letzteren Anstriche verhalten sich ähnlich.“

„After this measurements in the first point to, that behind Exterior (ThermoShield) the surface was at half dryer than behind the both other coatings (Keim Granital und Caparol Amphisilan). The both last behave similar.“

Source for all: [4]

Regen, Feuchte, Enthalpie, Energiebilanz

Teil 1.1: Exzerpt aus [5], Suchwort: „Regen“

Part 1.1: Excerpt of [5], searching term „rain“

aus Verzeichnis der Formelzeichen:

Out of the directory of the formula signs:

R_N [kg/m ² s] Normalregen		normal rain
R_S [kg/m ² s] Schlagregen		driving rain
r_s [s/m] positionsspezifischer Schlagregenkoeffizient		position specific driving rain coefficient
Außenlufttemperatur	2.0 °C	outside air temperature
Weststrahlung	40 W/m ²	West radiation (solar)
Schlagregensumme	200 kg/m ²	driving rain sum
Raumlufttemperatur	20 °C	inside air temperature
Absorption (short wavelength)	0.7	
U value of the wall	0.5 W/m ² K	

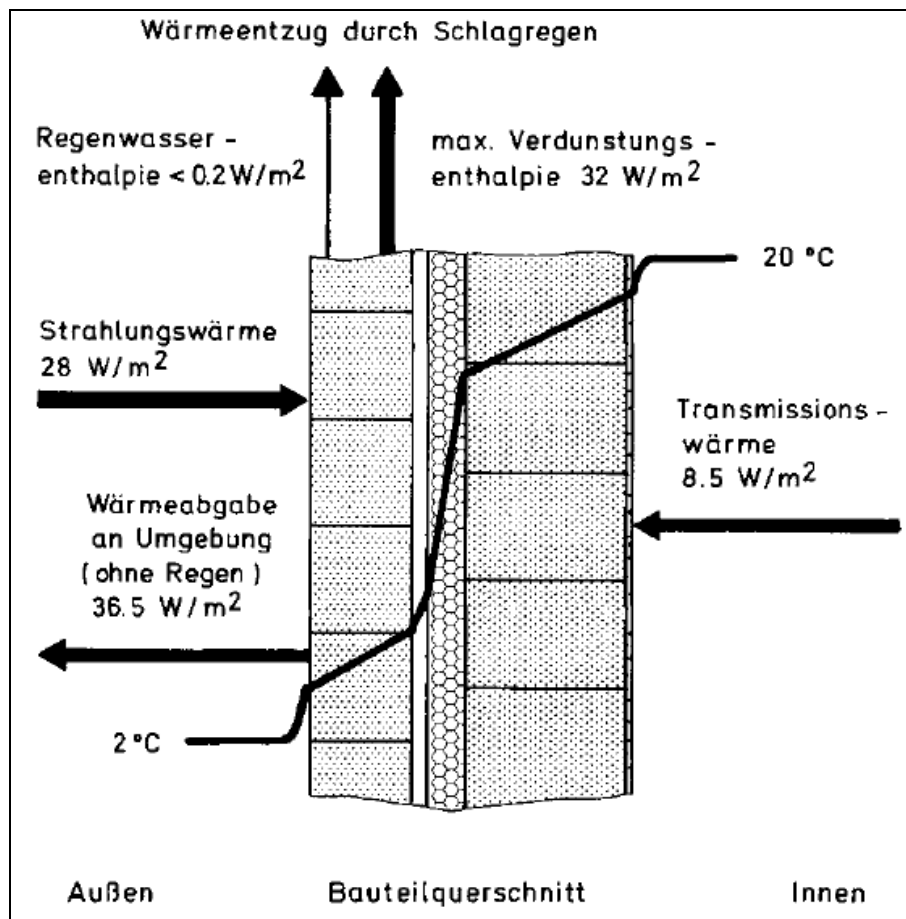


Bild 23

Schematische Darstellung der stationären Wärmebilanz einer zweischaligen Außenwand im Winterhalbjahr unter Münchner Klimabedingungen. Im Vergleich zur Strahlungs- und Transmissionswärme ist der mittlere Wärmeentzug durch Regenwasserpenetration der Wetterseite selbst bei hoher Schlagregenbelastung vernachlässigbar klein. Nicht zu vernachlässigen ist jedoch der Wärmeentzug durch die anschließende Verdunstung des Regenwassers.

Picture 23:

Scheme of the heat energy balance of a two peeled outer wall, in climate conditions of Munich region. Compared to the radiation- and to the transmission heat, the average heat loss by penetration of rain water on the weather side is very small, even in case of high driving rain load. Not ignorable is the heat loss due to the following vaporisation of the rain water.

[Erläuterungen zum Bild:

explanations to the picture

Wärmebilanz:

heat balance

1. Wärmeentzug durch Schlagregen

heat loss by driving rain1.1 Regenwasserenthalpie - 0,2 W/m²**rain water enthalpy**1.2 max. Verdunstungsenthalpie - 32,0 W/m²**max. vaporisation enthalpy**2. Wärmeabgabe an Umgebung (ohne Regen) - 36,5 W/m²**heat giving away (without rain)**3. Transmissionswärme - 8,5 W/m²**transmission heat**4. Strahlungswärme + 28,0 W/m²**radiation heat**Saldo - 49,2 W/m²**balance**

Man beachte: die max. Verdunstungsenthalpie beträgt ca. das Vierfache der Transmissionsverluste! Zum Verständnis des Zeitfaktors: beschrieben ist eine „über das Winterhalbjahr gemittelte Wärmebilanz“, [M.B.].

Note: the maximum vaporisation enthalpy is the fourfold of the transmission loss! For comprehension of the time factor: described is a “heat balance over the winter half year”, [M.B.].

Some formulas:

$$R_s = r_s (v (RN (33)$$

R_s [kg/m²s] Schlagregenbelastung des Fassadenausschnitts
Driving rain load of the facades part

RN [kg/m²s] Normalregen
Normal rain

r_s [s/m] positionsspezifischer Schlagregenkoeffizient
Position specific driving rain coefficient

v [m/s] Windgeschwindigkeit senkrecht zur Fassade
Wind speed perpendicular to the facade

$$g_w \square ar (R (34)$$

g_w [kg/m²s] Oberflächenflüssigtransportstromdichte
Fluid transport flux density on surface

R [kg/m²s] Niederschlagsbelastung senkrecht zur Bauteiloberfläche
Rain load perpendicular to the building part surface

ar [-] Niederschlagsabsorptionszahl
Rain absorption value

Teil 1.2: Exzerpt aus [5], Suchwort: „Enthalpie“

Part 1.2: Excerpt of [5], searching term „enthalpy“

aus Verzeichnis der Formelzeichen:

Out of the directory of the formula signs:

H [J/m³] Gesamtenthalpie
Total enthalpy

H_s [J/m³] Enthalpie des trockenen Baustoffes
Enthalpy of the dry construction material

H_w [J/m³] Enthalpie der Baustoffeuchte
Enthalpy of the construction material moisture

h_e [J/kg] spezifische Schmelzenthalpie von Wasser
Specific smelting enthalpy of water

h_v [J/kg] spezifische Verdunstungsenthalpie von Wasser
Specific vaporisation enthalpy of water

$$H_s = \rho_s c_s \vartheta \quad (25)$$

H_s [J/m ³]	Enthalpie des trockenen Baustoffes Enthalpy of the dry construction material
ρ_s [kg/m ³]	Rohdichte des Baustoffes Raw density of the construction material
c_s [J/kgK]	spezifische Wärmekapazität des Baustoffes Specific heat capacity of the construction material
ϑ [°C]	Temperatur Temperature

$$H_w = \left[(w - w_e)c_w + w_e c_e - h_e \frac{dw_e}{d\vartheta} \right] \cdot \vartheta$$

H_w [J/m ³]	Enthalpie der Baustofffeuchte Enthalpy of the construction material moisture
c_w [J/kgK]	spezifische Wärmekapazität des flüssigen Wassers Specific heat capacity of fluid water
c_e [J/kgK]	spezifische Wärmekapazität des Eises Specific heat capacity of ice
h_e [J/kg]	spezifische Schmelzenthalpie (Schmelzwärme) Specific smelting enthalpy (smelting heat)
w [kg/m ³]	Gesamtwassergehalt Total water content
w_e [kg/m ³]	Gehalt des gefrorenen Wassers Content of frozen water
ϑ [°C]	Temperatur Temperature

$$H = H_s + H_w \quad (42)$$

H [J/m ³]	Gesamtenthalpie Total enthalpy
H_s [J/m ³]	Enthalpie des trockenen Baustoffes Enthalpy of the dry construction material
H_w [J/m ³]	Enthalpie der Baustofffeuchte Enthalpy of the construction material moisture

$$q = -\lambda \nabla \vartheta \quad (43)$$

q [W/m ²]	Wärmestromdichte Heat flux density
λ [W/mK]	Wärmeleitfähigkeit des feuchten Baustoffes Heat conductivity of the moist construction material
ϑ [°C]	Temperatur Temperature

Similar Themes and formulas: see [6].

Precipitation as a part of the weather

Niederschläge als Teil des Wetters

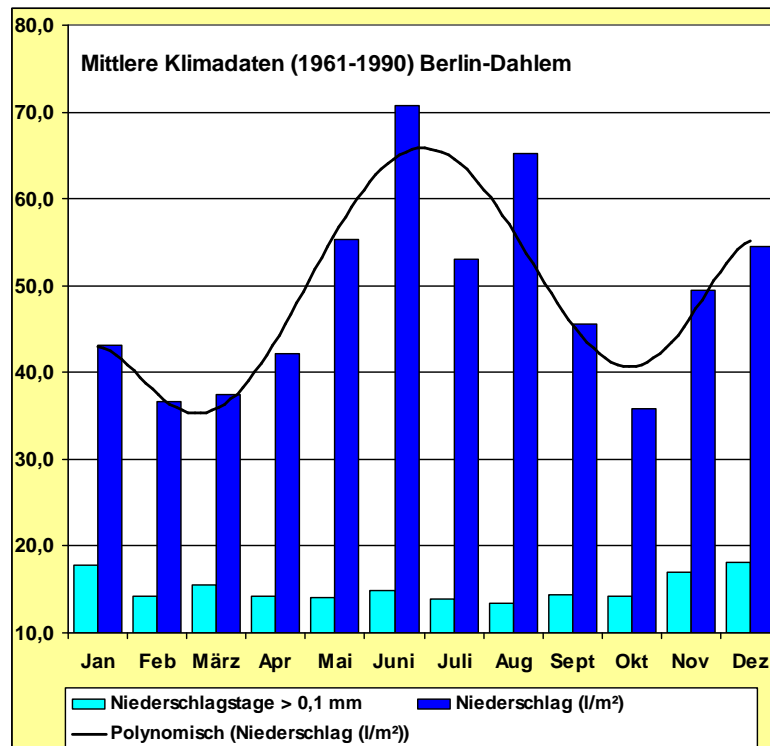
	Jan	Feb	März	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dez	Jahr
Lufttemperatur (°C)	-0,4	0,6	4,0	8,4	13,5	16,7	17,9	17,2	13,5	9,3	4,6	1,2	
Absolute Höchsttemperatur (°C *)	15,2	18,6	25,1	30,9	33,2	35,0	37,8	37,7	34,2	27,5	19,5	15,7	37,8
Mittlere tägliche Höchsttemperatur (°C)	1,8	3,5	7,9	13,1	18,6	21,8	23,1	22,8	18,7	13,3	7,0	3,2	12,9
Absolute Tiefsttemperatur (°C *)	-21,0	-26,0	-16,5	-6,7	-2,9	0,8	5,4	4,7	-0,5	-9,6	-16,1	-20,2	-26,0
Mittlere tägliche Tiefsttemperatur (°C)	-2,9	-2,2	0,5	3,9	8,2	11,4	12,9	12,4	9,4	5,9	2,1	-1,1	5,1
Eistage	9,2	5,9	1,3	<0,1	0	0	0	0	0	<0,1	1,3	7,2	24,8
Frosttage	19,9	17,6	12,6	3,4	0,2	0	0	0	<0,1	1,3	8,4	17,0	80,3
Heiztage	31,0	28,0	31,0	29,8	13,2	3,9	0,8	0,7	9,4	31,0	30,0	31,0	239,8
Sommertage	0	0	<0,1	0,4	3,3	7,8	10,3	9,1	2,1	0,1	0	0	33,1
Heiße Tage	0	0	0	0,1	0,2	1,2	2,5	1,6	0,1	0	0	0	5,6
Niederschlagstage $\geq 0,1$ mm	17,8	14,3	15,5	14,2	14,0	14,9	13,9	13,4	14,4	14,3	17,0	18,2	181,9
Niederschlag (l/m ²)	43,2	36,6	37,5	42,2	55,3	70,7	53,1	65,3	45,5	35,8	49,5	54,5	589,2
Windgeschwindigkeit (m/s)	3,4	3,5	3,8	3,3	3,1	3,0	2,9	2,8	2,8	2,9	3,3	3,3	3,2
Sonnenhöchststand (* am 15. des M.)	16,4	24,8	35,4	47,3	56,4	60,8	59,1	51,6	40,6	29,0	19,0	14,3	37,5
Sonnenscheindauer (Stunden)	45,4	72,3	122,1	157,7	221,6	220,9	218,0	210,2	156,3	110,8	52,4	37,4	1624,8
Sonnenscheindauer (Stunden/Tag)	1,5	2,6	3,9	5,3	7,1	7,4	7,0	6,8	5,2	3,6	1,7	1,2	4,4
Globalstrahlung (W/m ²)	23	48	98	142	195	217	198	160	122	65	27	17	110
Globalstrahlung (kWh/m ² je Tag)	0,52	1,14	2,34	3,39	4,66	5,18	4,73	3,82	2,91	1,55	0,64	0,40	2,62

Tabelle 2: Mittlere Klimadaten (1961-1990) Berlin-Dahlem [7]

Table 2: average climate data (1961-1990) Berlin-Dahlem [7]

In der Tabelle nicht enthalten sind die Angaben für den Wasserdampf in der Luft.

Not included in the table are the values of water steam in the air.



Graph of precipitation, data source is table 2 above [7], made by the author.

ThermoShield reduces the risk of mould growing

ThermoShield verringert das Risiko der Ansiedlung von Schimmelpilzen

“Consequently, this reduces thermal bridging and the risks of fungal growth. The coating may act as a hygric 'diode', adapting it's water vapour permeability to transient relative humidity (R.H.) conditions.” [8]

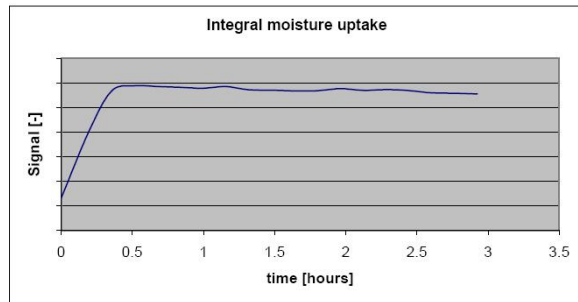


Bild a: integrale Feuchteaufnahme von ThermoShield, aus [8]

Picture a: integrated moisture reception of ThermoShield from [8]



Bild b: praktische Ergebnisse der Schimmelprophylaxe aus Feldversuchen [8]

Picture b: practical results of mould prophylaxis from field tests [8]

ThermoShield reduziert die Wärmebrücken sowie das Risiko von Schimmelwachstum. Die Beschichtung wirkt als eine Hygrische Diode. Dieses Alleinstellungsmerkmal von ThermoShield bezieht sich auf die Wasserdurchlässigkeit bezüglich veränderlicher Bedingungen der relativen Luftfeuchte. Die Kurve in Bild a verdeutlicht zugleich den besonderen w-Wert von ThermoShield, der im Unterschied zu herkömmlichen Farben quantitativ begrenzt ist.

ThermoShield entfeuchtet die Wand und hält sie trocken. Aufgrund der Mikroporenstruktur finden die hygrischen Transportprozesse gerichtet statt. Die Anhebung der Oberflächentemperatur und deren Vergleichmäßigung mindern infolge Taupunktverschiebung das Risiko von Schimmelpilzbefall. Gleichzeitig wird die thermische Behaglichkeit spürbar verbessert. [2] [3]

ThermoShield reduces heat bridges, and the risk of mould growing too. The coating acts as a hygric diode. This standalone characteristic of ThermoShield refers to water permeability concerning changes of the relative air humidity. The curve in picture a clarify the very special w-value of ThermoShield, that is limited in comparison to other common coatings.

ThermoShield does dry the wall and keeps it dry. Due to the micro porous structure the hygric transport processes are happening directed. The raising of the surface temperature and their equalisation minder the risk of mould growing, as a result of the shifting of the condensation point.

Sources / Literature

- [1] Magisterin Dorota Sobkowiak, Techniker G. Zabłowski: Forschungen an der Thermo-Shield Farbe zur Anwendung bei der Denkmalpflege, PPKZ, Torun, 2002 [ThermoShield Exterieur]
- [2] Magisterin Dorota Sobkowiak, Techniker G. Zabłowski: Forschungen an der Thermo-Shield Farbe zur Anwendung bei der Denkmalpflege, PPKZ, Torun, 2004 [ThermoShield History]
- [3] Magisterin Dorota Sobkowiak, Techniker G. Zabłowski: „Untersuchungen zur oberflächigen Hygroskopie und zum oberflächigem Hygroskopiefaktor von Putzproben, die mit einer Fassadenfarbe beschichtet sind“, PPKZ, Torun, 23.05.2004
- [4] Dipl.-Chem. Detlef G. Ullrich, Dipl.-Ing. Lutz Reimann, Dipl.-Ing. Thomas Reuthe: "ZWISCHENBERICHT MUSTERWAND ÜBERPRÜFUNG AUSTROCKNUNGS-VERHALTEN ANSTRICHE", Bericht Nr. 00/083, GWD, Gesellschaft für Wissenstransfer in der Gebäude-Diagnostik mbH Berlin, Berlin, 08.01.2001
- [5] Künzel 1994: „Verfahren zur ein- und zweidimensionalen Berechnung des gekoppelten Wärme- und Feuchtetransports in Bauteilen mit einfachen Kennwerten“, von der Fakultät Bauingenieur- und Vermessungswesen der Universität Stuttgart zur Erlangung der Würde eines Doktor-Ingenieurs (Dr.-Ing.) genehmigte Abhandlung, vorgelegt von Dipl.-Ing. Hartwig M. Künzel aus Tegernsee, Lehrstuhl für Konstruktive Bauphysik der Universität Stuttgart, 1994
- [6] Krus 1995: „Feuchtetransport- und Speicherkoefizienten poröser mineralischer Baustoffe. Theoretische Grundlagen und neue Meßtechniken“, von der Fakultät Bauingenieur- und Vermessungswesen der Universität Stuttgart zur Erlangung der Würde eines Doktor-Ingenieurs (Dr.-Ing.) genehmigte Abhandlung, vorgelegt von Dipl.-Ing. Martin Krus, Universität Stuttgart, 1995
- [7] Beilagen zur Berliner Wetterkarte (KBD), Institut für Meteorologie der Freien Universität Berlin; Hupfer, P. und Chmielewski, F.-M.: Das Klima von Berlin, 1990; Legende: *) 1909-1999
- [8] ir. M. M. Sanders: "Performance of Thermo-Shield Interior", TNO report 2005-BCS-R0135, TNO Built Environment and Geosciences, Delft, Netherlands, 08.04.2005
- [9] Protokoll über Messung des thermischen Raumklimas im Gebäude der Deutschen Welle in 53113 Bonn, Kurt-Schumacher-Str. 3, TFH Berlin, 06.09.2005 - berichtet in: dib: "Die Raumklima-Analyse vom 01. und 02.09.2005 bei der Deutschen Welle in Bonn", SICC GmbH, 16.09.2005