

AeroPutz

Aerogelbasierte Hochleistungs-Dämmputz-Systeme

Rahmenprogramm »Vom Material zur Innovation«

Ausschreibung »KMU-innovativ I Nanotechnologie«

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

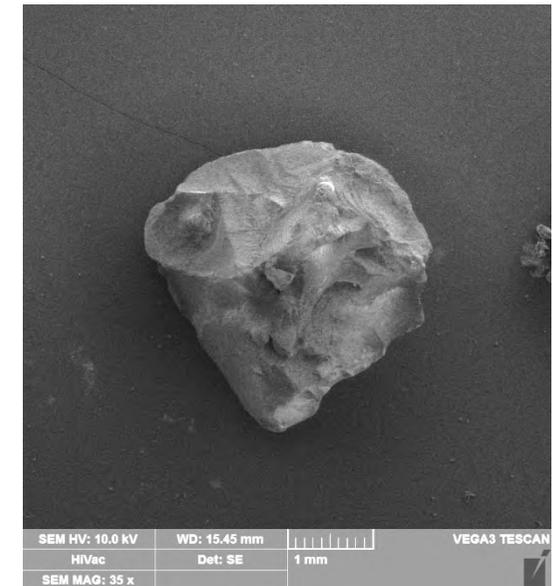
Aeroputz

Aerogelbasierte Hochleistungs-Dämmputz-Systeme

Christoph Dworatzky, PROCERAM GmbH & Co. KG
Dipl.-Ing. Andreas Sengespeick, Fraunhofer UMSICHT

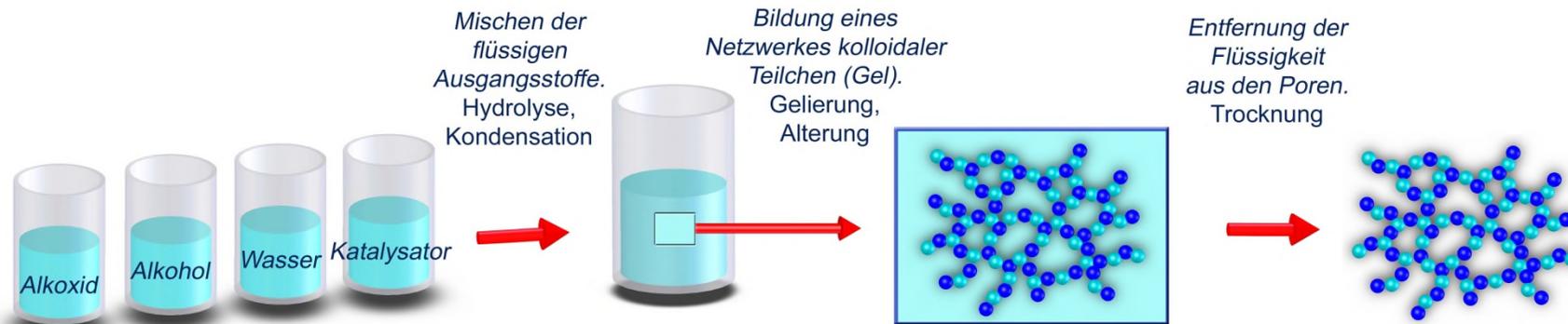
Aerogel Hochleistungs-Dämmputz - Wärmeisolierende Putze

- Einsatz von Mikro- und nanoskalig strukturierten Füllstoffen für eine hohe Wärmeisolation
- Perlite, Vermiculite, Glashohlkugeln, Aerogele
- Stoffeigenschaften der Aerogele sind einzigartig
- Porositäten bis 80 - 99%
- Porendurchmesser 10 - 50 nm
- Wärmeleitfähigkeiten λ 0,012 - 0,018 W/m*K
- Hohe Druckfestigkeiten
- Siliziumbasierte Aerogele sind chemisch inert



Aerogel Hochleistungs-Dämmputz - Aerogele

- Aerogele sind nanostrukturierte, offenporige Festkörper
- Hergestellt mittels Sol-Gel-Prozess
- Zumeist überkritische Trocknung



Quelle: Lisinski, DLR

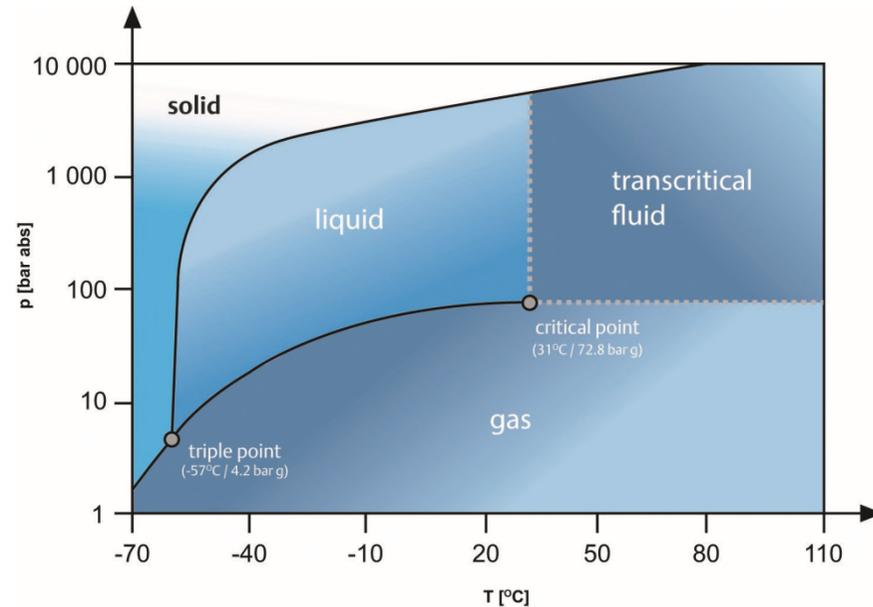
Aerogel Hochleistungs-Dämmputz - Aerogel Trocknung

Überkritische Trocknung

- Wasserfrei
- Erniedrigung der Oberflächenspannung

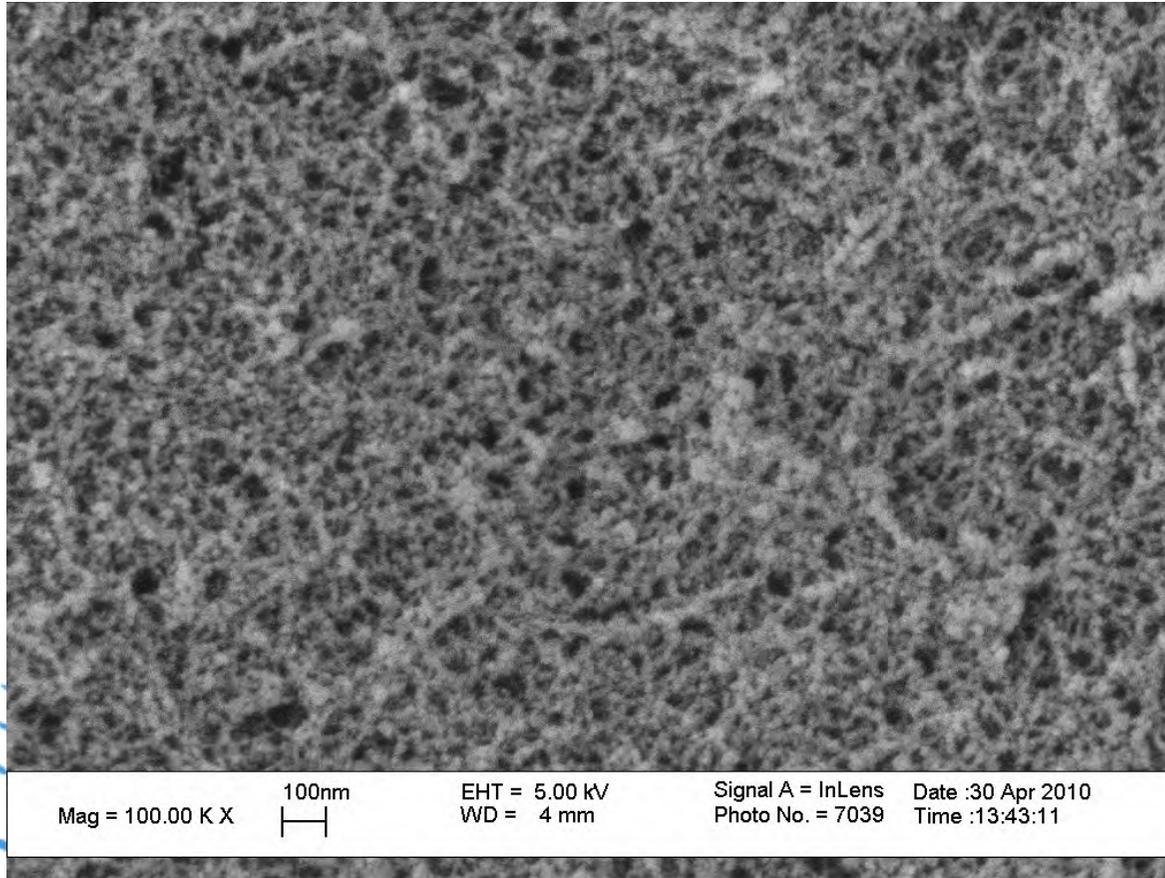
Unterkritische Trocknung

- Wasserfrei
- Lösungsmitteltausch
- Silanisierung



Quelle: Andreas Patenaude, ECT

Aerogel Hochleistungs-Dämmputz - Aerogele



Quelle: Lorenz Ratke, DLR

Aerogel Hochleistungs-Dämmputz - Anforderungsprofil Aerogele

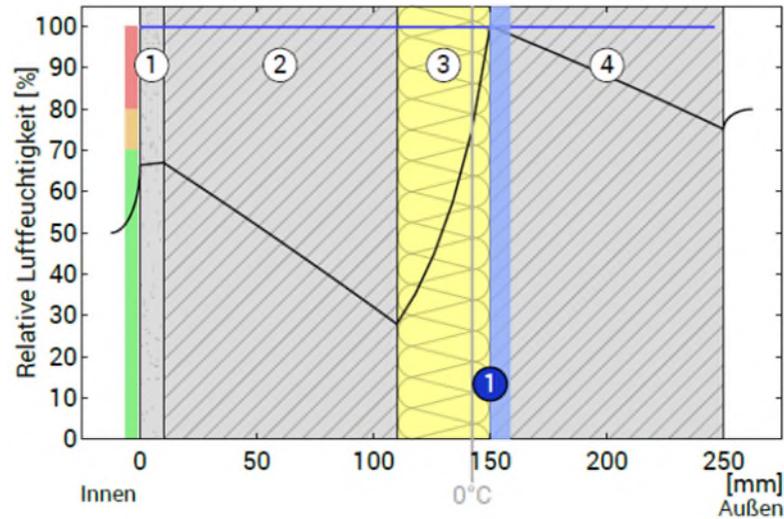
- **Wärmeleitfähigkeit** λ 0,01 – 0,02 W/m*K
- **Porosität** > 95%
- **Porengröße / Verteilung** < 68 nm
- **Druckfestigkeit** 0,1 N/mm²
- **Hydrophobizität** geringe prozentuale Wasseraufnahme
- **Dichte** 50 kg/m³
- **Wärmekapazität** 0,7 KJ/kg*K

Aerogel Hochleistungs-Dämmputz - Wärmeisolierende Putze

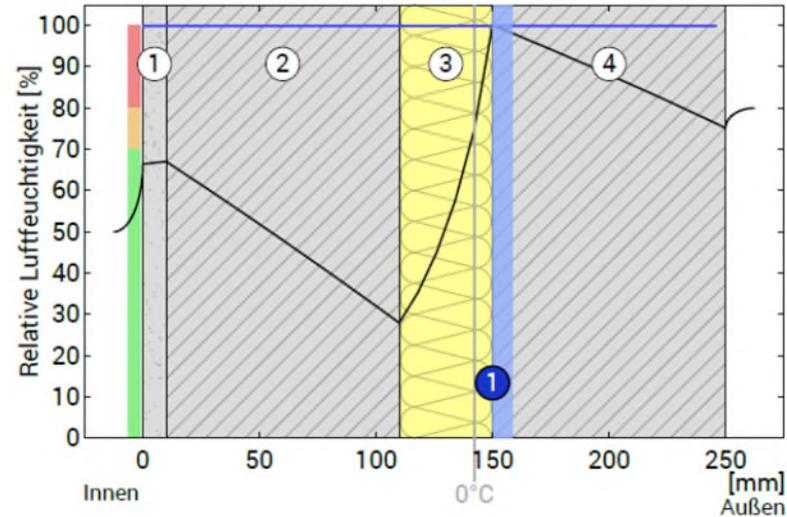
- Sanierung von Wohnungsbestand und Altbau
- Deutliche Reduzierung des U-Werts bei Auftragsstärken bis 60 mm
- WBS -70 Plattenbau 1970 - 1990
 - Taupunkt Verschiebung
 - Rücktrochnungsverhalten
 - Einfluss sd-Werte
 - Einfluss w-werte



Aerogel Hochleistungs-Dämmputz - Hygrothermische Berechnungen

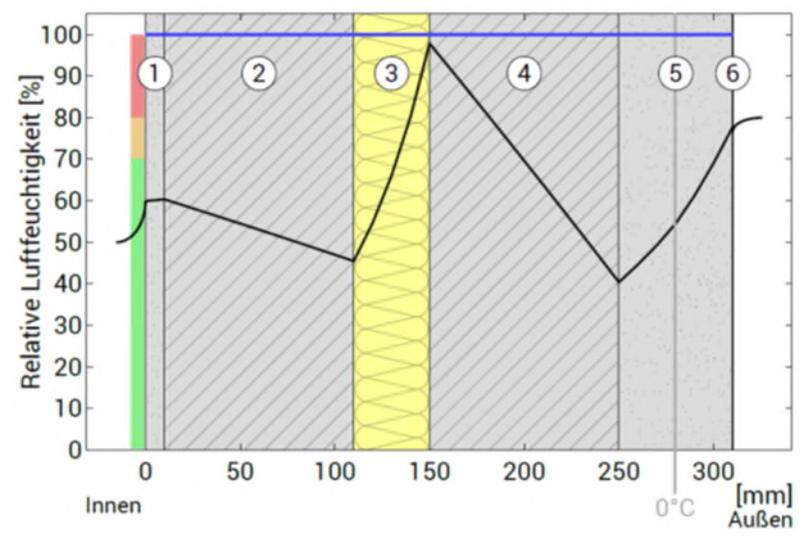


- Tauwasser: 0,120 kg/m²
- Trocknungsdauer: 32 Tage
- sd-Wert: 21,14 m
- Wandtemperatur: 15,5°C
- U-Wert: 0,79 W/m²*K

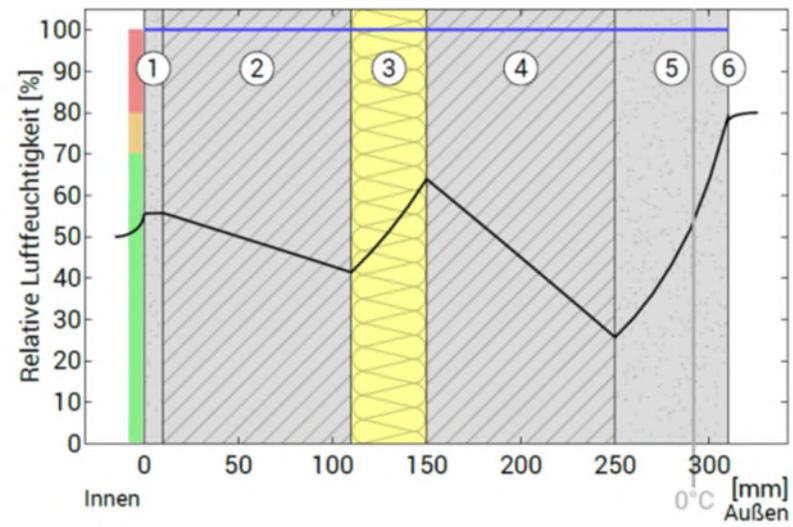


- Tauwasser: 0,121 kg/m²
- Trocknungsdauer: 72 Tage
- sd-Wert: 22,14 m
- Wandtemperatur: 15,5°C
- U-Wert: 0,79 W/m²*K

Aerogel Hochleistungs-Dämmputz - Hygrothermische Berechnungen



- Frei von Tauwasserbildung
- Trocknungsdauer: 0 Tage
- sd-Wert: 21,60 m
- Wandtemperatur: 17,1°C
- U-Wert: 0,49 W/m²*K



- Frei von Tauwasserbildung
- Trocknungsdauer: 0 Tage
- sd-Wert: 21,48 m
- Wandtemperatur: 18,3°C
- U-Wert: 0,28 W/m²*K

Aerogel Hochleistungs-Dämmputz - Anforderungsprofil

- **Wärmeleitfähigkeit:** λ 0,02 – 0,03 W/m*K
- **Dichte:** ca. 220 kg/m³
- **Druckfestigkeit:** ca. 0,4 N/mm²
- **W-Werte Beschichtung:** < 0,5 Kg/m²*h0,5
- **Sd-Werte Beschichtung:** < 0,1 m
- **Schichtaufbau**

Aerogel Hochleistungs-Dämmputz - Wärmeisolierende Putze

Messungen sd-Werte, w-Werte nach DIN EN ISO 7783-2

	w-Wert ^{24h} [g/m ² *h ^{0,5}]	sd-Werte [m]	Bemerkung
Aerogel Kalkputz	3,78	---	Ohne Fassadenbeschichtung
Silikatfarbe	0,33	< 0,01	Silikatfarbe
Kunststoffdispersionsfarbe	0,08	0,70	Acrylat Dispersionsfarbe
Silikonharzfarbe 01	0,13	0,44	Silikonharzfarbe
SW028B	0,04	0,04	Acrylat Dispersionsfarbe

Aerogel Hochleistungs-Dämmputz - Wärmeisolierende Putze

Messungen Wärmeleitfähigkeit

	Wärmeleitfähigkeit [W/m*K]	Bemerkung
Referenz Material	0,027 - 0,031	Fixit 222
Putz Light	0,054 - 0,084	Aerogel-Putze mit hoher mechanischer Druckfestigkeit
Putz High Performance	0,026 – 0,036	Aerogel-Putze mit geringen Wärmeleitfähigkeiten
Aerogel-Water	0,027 – 0,038	hydrophobierte Aerogel-Putze für den Sockelbereich

Aerogel Hochleistungs-Dämmputz

Praktisches Ausführungsbeispiel an einem Plattenbau















raxisbeispiel Plattenbau Berlin - Video

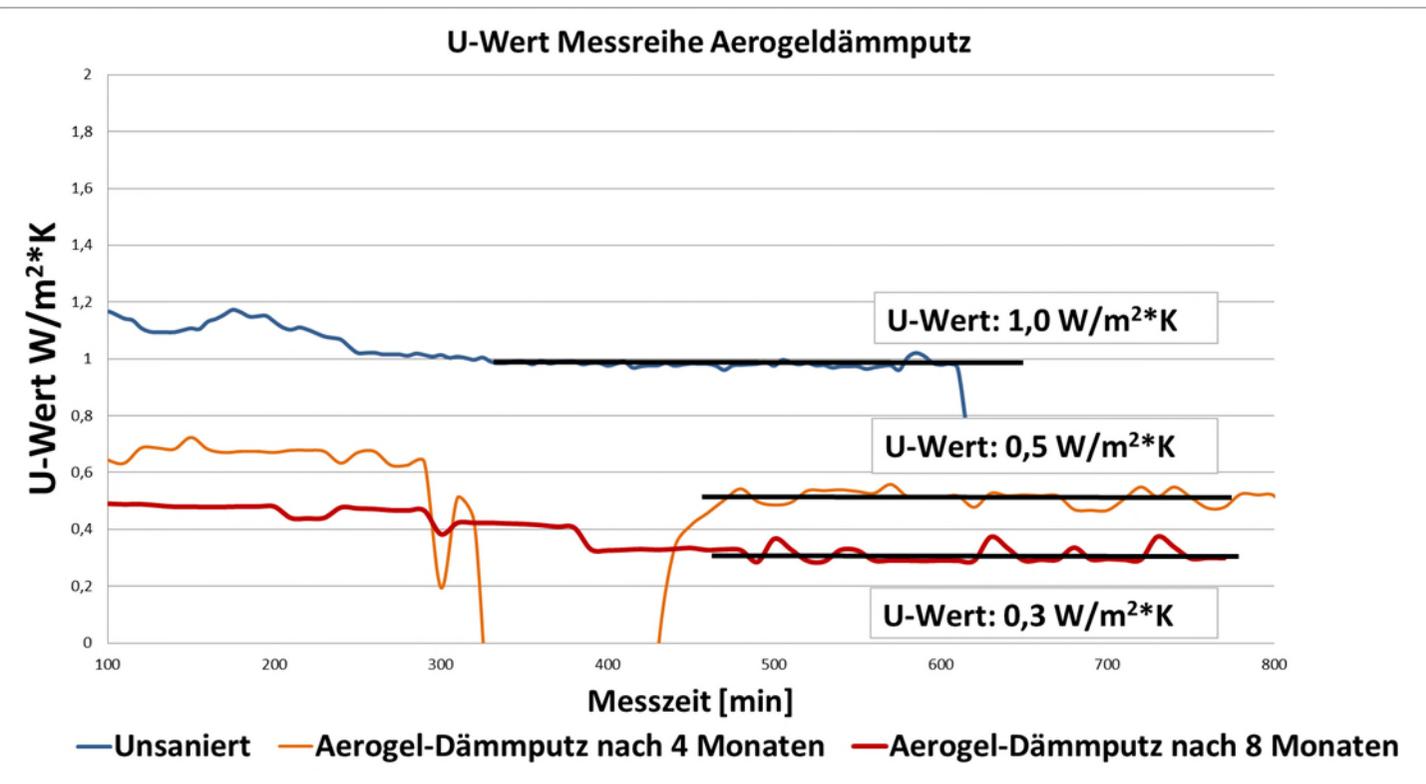


Aerogel Hochleistungs-Dämmputz - U-Wert-Messungen

- Temperaturdifferenz-Methode Testo 635, 0,1 K Empfindlichkeit
- Außentemperatur, Wandtemperatur, Raumtemperatur
- Messzeiträume 8 - 12 Std. über Nacht
- Temperaturdifferenz zwischen Außen- und Raumtemperatur $> 15^{\circ}\text{C}$
- Konstante Messbedingungen
- Keine direkte Sonneneinstrahlung
- Keine Heizstrahlung im Messbereich

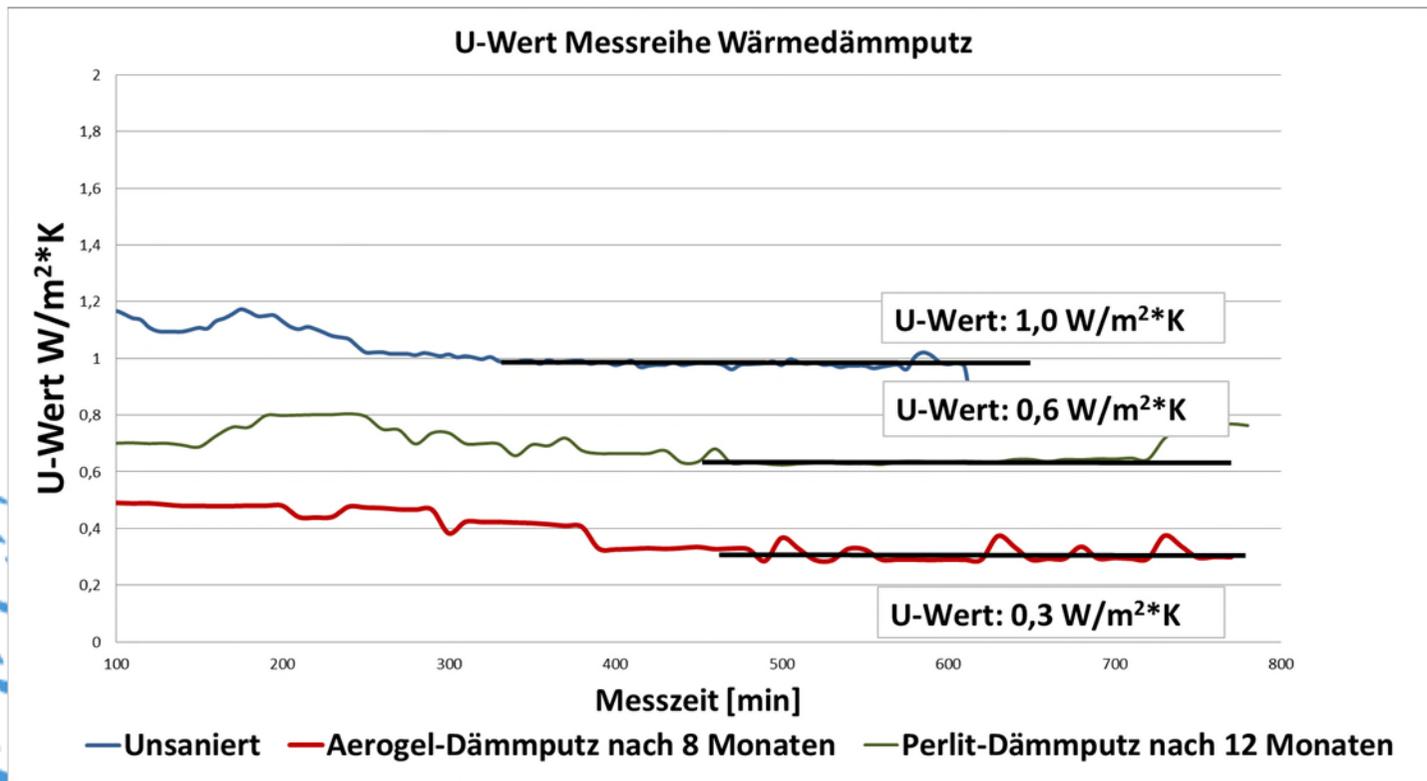
Aerogel Hochleistungs-Dämmputz - U-Wert-Messungen Testo

- Sanierung eines Plattenbaus in Berlin, Baujahr 1990
- Auftragsstärke von 60 mm



Aerogel Hochleistungs-Dämmputz - U-Wert-Messungen

- Arcada-Rapid-U-value-Meter, Messung der Wärmeströmung
- Testo 635-2, Temperaturdifferenzmethode



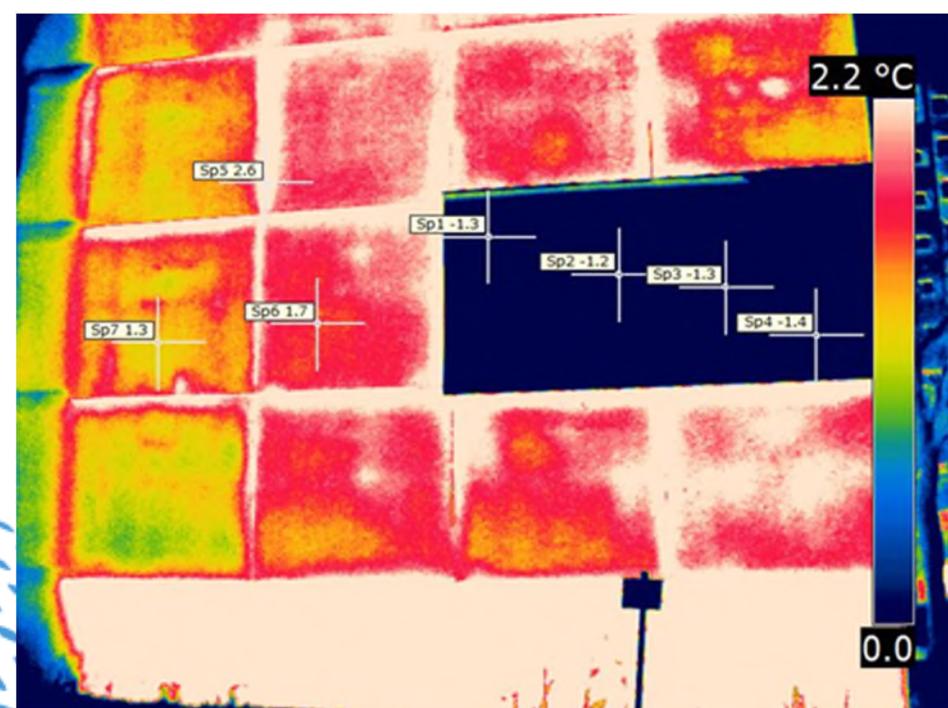
Aerogel Hochleistungs-Dämmputz - IR-Aufnahmen

- IR-Aufnahmen mittels Kamera FLIR Systems SC620, < 40 mK Empfindlichkeit
- Aufnahmezeit in späten Abend-/ frühen Morgenstunden
- Keine Sonneneinstrahlung
- Bewölkter Himmel
- Differenz Außentemperatur - Raumtemperatur > (10 ... 20)°C
- Trockene Witterung und Windverhältnisse < 2 m/s
- Innenräume gleichmäßig temperiert

Aerogel Hochleistungs-Dämmputz - IR-Aufnahmen

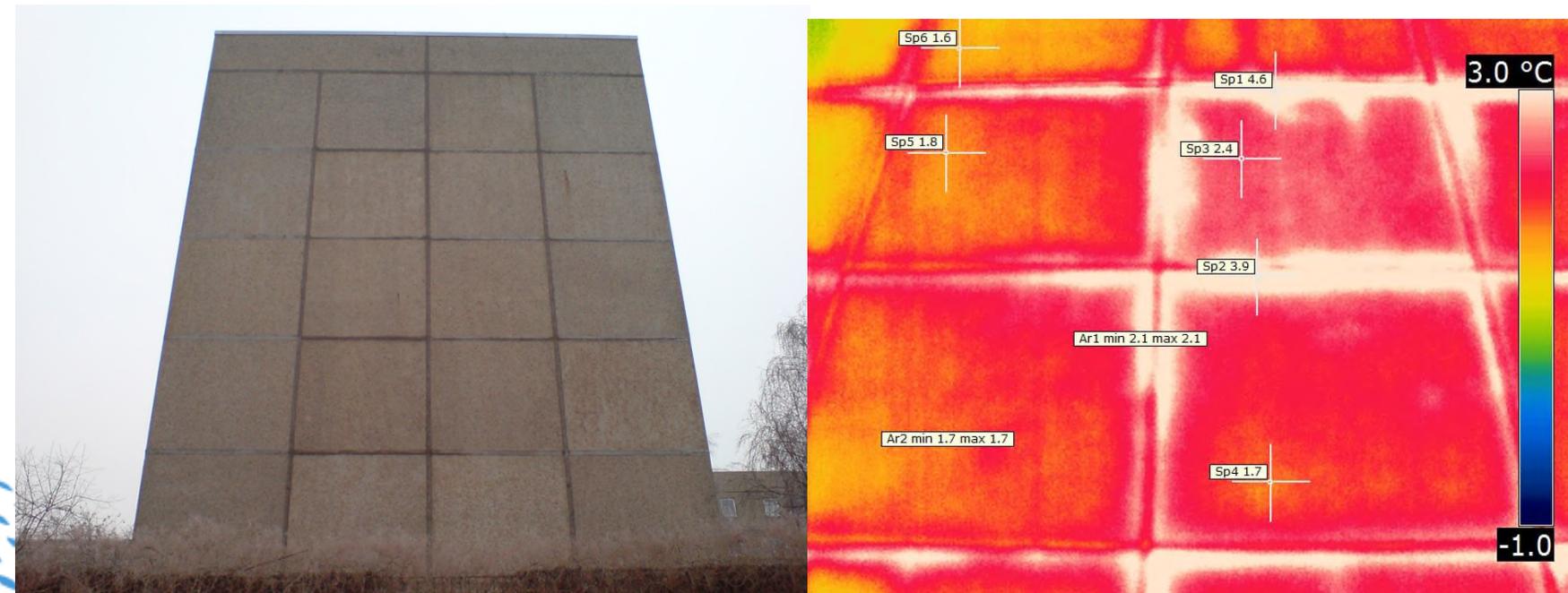
Einsatz mineralischer Aerogel Dämmputz

Temperaturdifferenzen Oberflächentemperatur
sanier/unsanier bis 4,0 K



Aerogel Hochleistungs-Dämmputz - IR-Aufnahmen

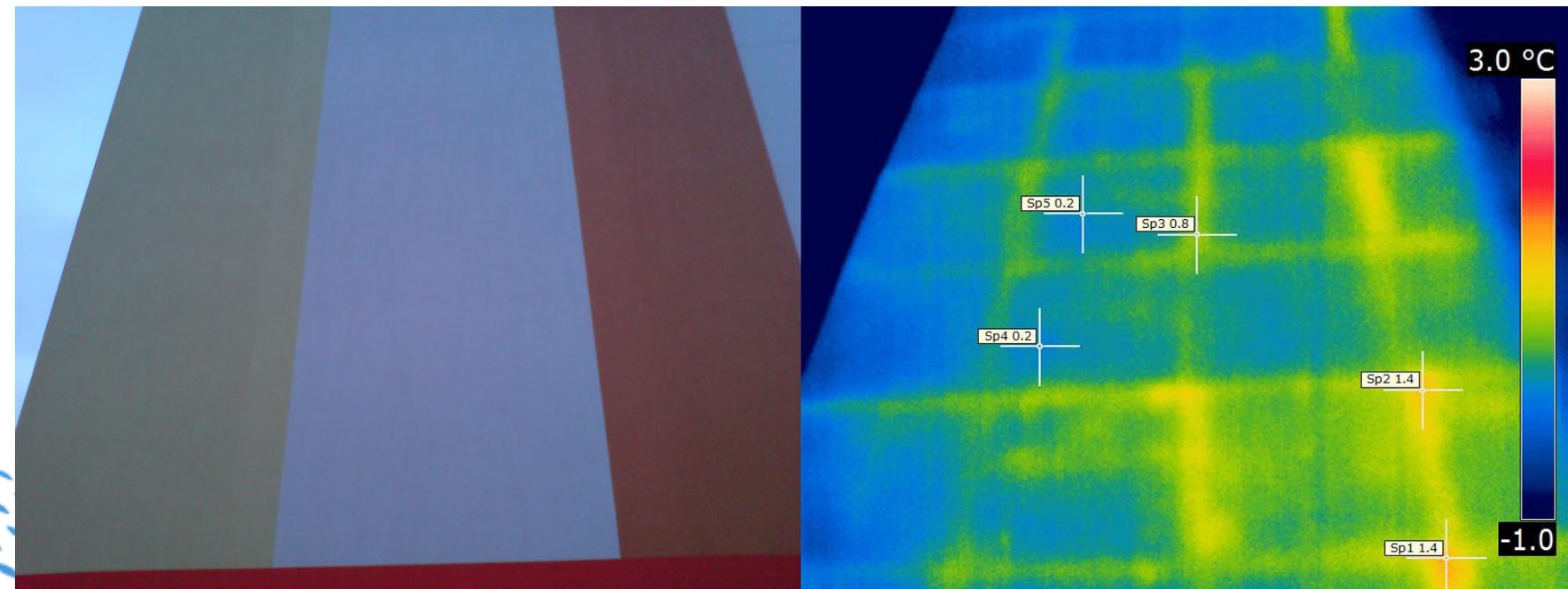
Unsanierter Giebelwand eines Plattenbaus, Baujahr 1990. Aufnahmen vom 16.01.17



- Maximale Oberflächentemperatur: 4,6 °C
- Mittlere Oberflächentemperatur: 1,8 °C

Aerogel Hochleistungs-Dämmputz - IR-Aufnahmen

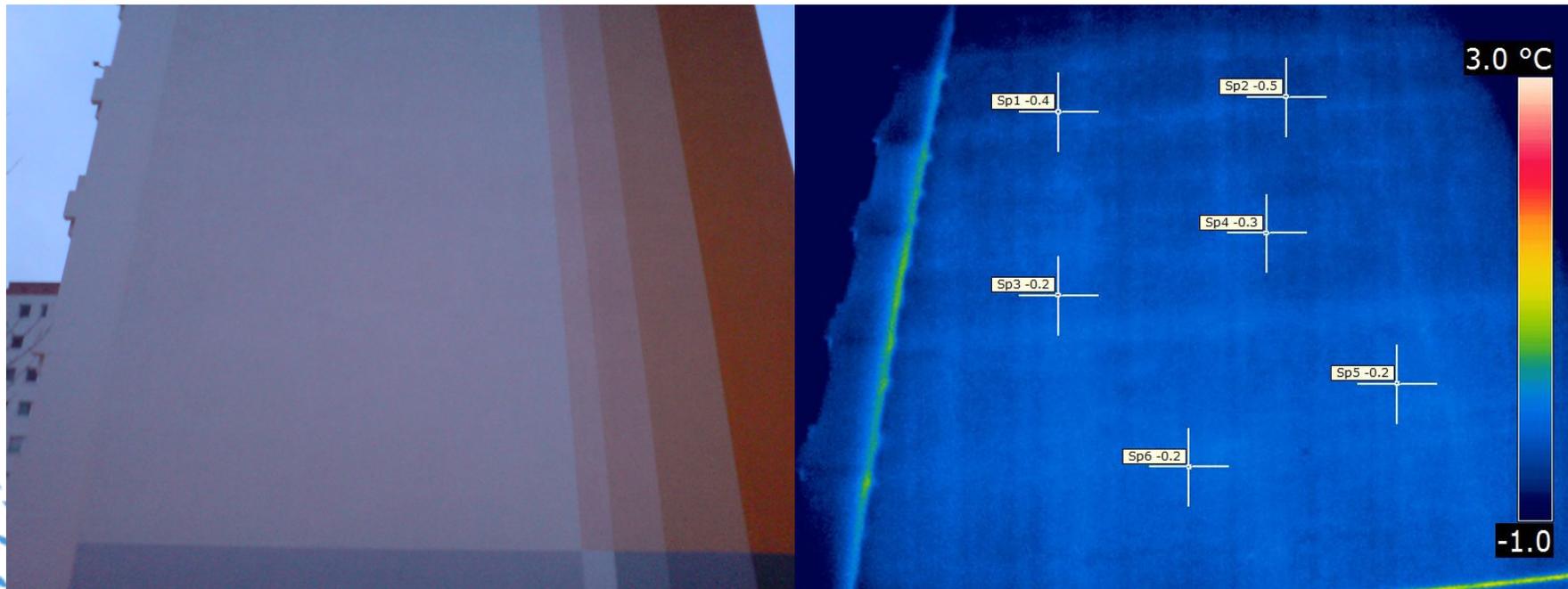
Mit Perlit sanierte Giebelwand eines Plattenbaus, Baujahr 1990. Aufnahmen vom 16.01.17



- Maximale Oberflächentemperatur: 1,4°C
- Mittlere Oberflächentemperatur: 0,2°C

Aerogel Hochleistungs-Dämmputz - IR-Aufnahmen

Mit Aerogel sanierte Giebelwand eines Plattenbaus, Baujahr 1990, Aufnahmen vom 16.01.17



- Maximale Oberflächentemperatur: $-0,2^{\circ}\text{C}$
- Mittlere Oberflächentemperatur: $-0,3^{\circ}\text{C}$

Aerogel Hochleistungs-Dämmputz – Fazit wärmeisolierende Putze

- Sanierung eines Plattenbaus in Berlin Baujahr 1990
- U-Wert ohne Wärmedämmputz ca. $1,0 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$
- U-Wert Perlit-Dämmputzsystem in 40 mm Stärke bis zu $0,6 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$
- U-Wert Aerogel-Dämmputzsystem in 60 mm Stärke bis zu $0,3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$
- Der Wärmedurchgang konnte im Vergleich zum Ausgangszustand durch einen Auftrag von 60 mm Aeroputz Hochleistungs-Dämmputzsystem auf ein Drittel gesenkt werden.

Untergrundvorbereitung



Fläche abgeklebt und gut
vorgenässt.

Untergrundvorbereitung



Vorspritzmörtel zur Verbesserung der Haftung und zur Egalisierung des Saugverhaltens aufgebracht.

ämmputzlage



**Dämmputzlage mit Aerogel
Hochleistungs-Dämmputz
aufgebracht.**

ämmputzlage



Dämmputzlage vor Wind und zu rascher Trocknung schützen.

ämmputzlage



Nach Einhaltung der Trocknungszeit Folie entfernen.

ämmputzlage



Fläche abrabottiert (geglättet und Oberfläche aufgeraut). Mineralischen Untergrundstabilisator aufgebracht.

Armierungsschicht



**Armierungsschicht mit Spezial
Einbettmörtel und Spezial
Glasgewebegitter erstellt.
(Oberfläche leicht aufgeraut
zur Haftungsverbesserung).**

berputz



Aufteilung der Oberputze

ertigstellung der Musterfläche



Kontakt/ Ansprechpartner

Christoph Dworatzky
Geschäftsführer, Leiter Technik
Telefon: +49-(0)211-24 79 25-0
E-Mail: dworatzky@cerabran.com

PROCERAM GmbH & Co. KG
Tiefenbroicher Weg 35
D-40472 Düsseldorf
E-Mail: info@cerabran.com
Internet: www.cerabran.com

Dipl.-Ing. Andreas Sengespeick

Telefon: +49-(0)208-85 98-1157
E-Mail: andreas.sengespeick@umsicht.fraunhofer.de

Fraunhofer UMSICHT
Osterfelder Straße 3
D-46047 Oberhausen
E-Mail: info@umsicht.fraunhofer.de
Internet: www.umsicht.fraunhofer.de