

Bayerisches Zentrum für  
Angewandte Energieforschung e.V.

# Low-e Folien mit wärmereflektierenden Eigenschaften: Anwendungsspektrum und Emissionsgradbestimmung

J. Manara, M. Arduini, H.-P. Ebert



ZUSE-GEMEINSCHAFT



**FVEE** ForschungsVerbund  
Erneuerbare Energien  
Renewable Energy Research Association



ZAE BAYERN

## Einleitung

- Folien mit geringem Emissionsgrad  $\varepsilon$  (low-e)

## Anwendungsspektrum

- Wärmedämmung mittels Folienisolationen
- Funktionale Membranen in der textilen Architektur

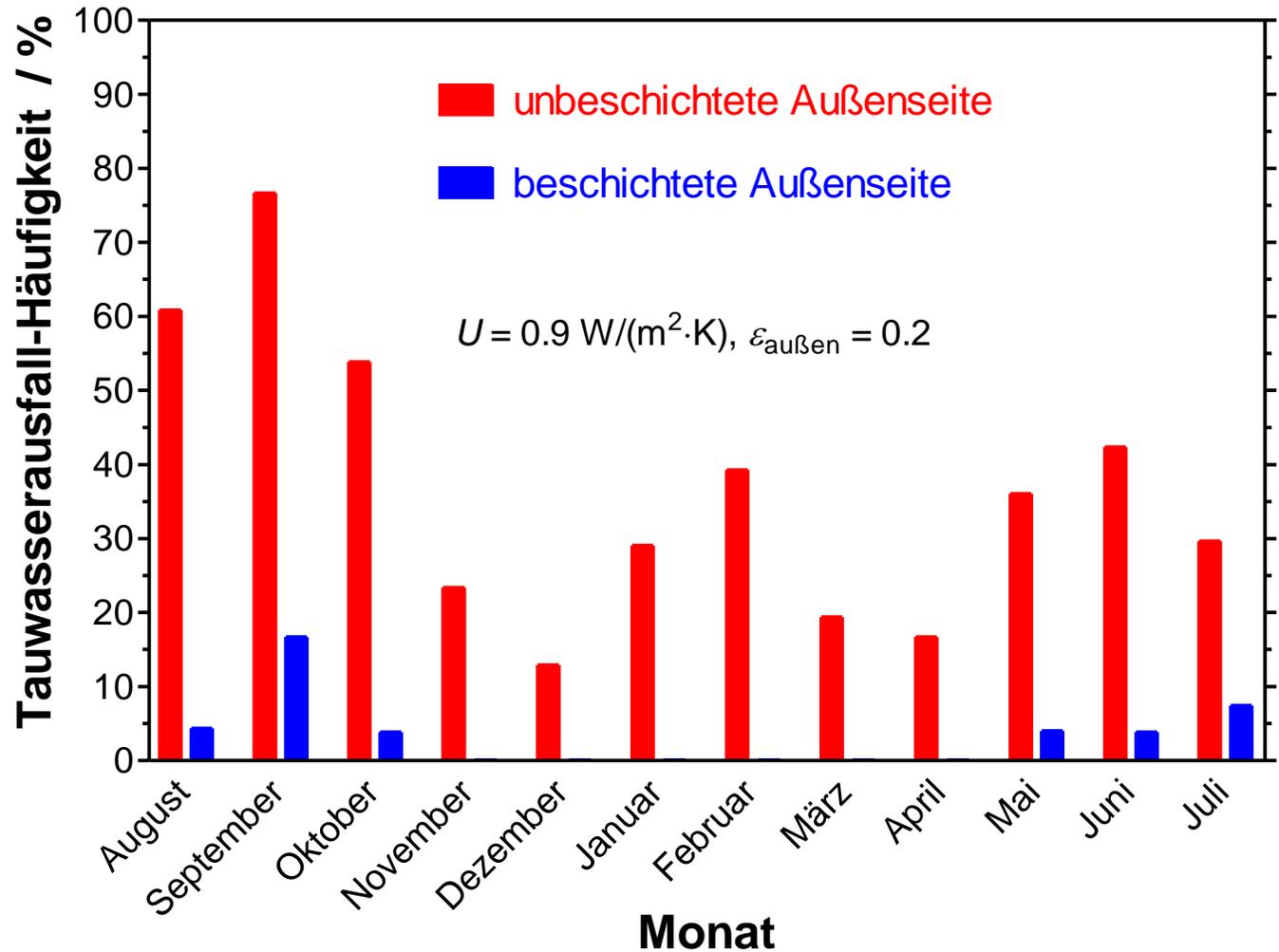
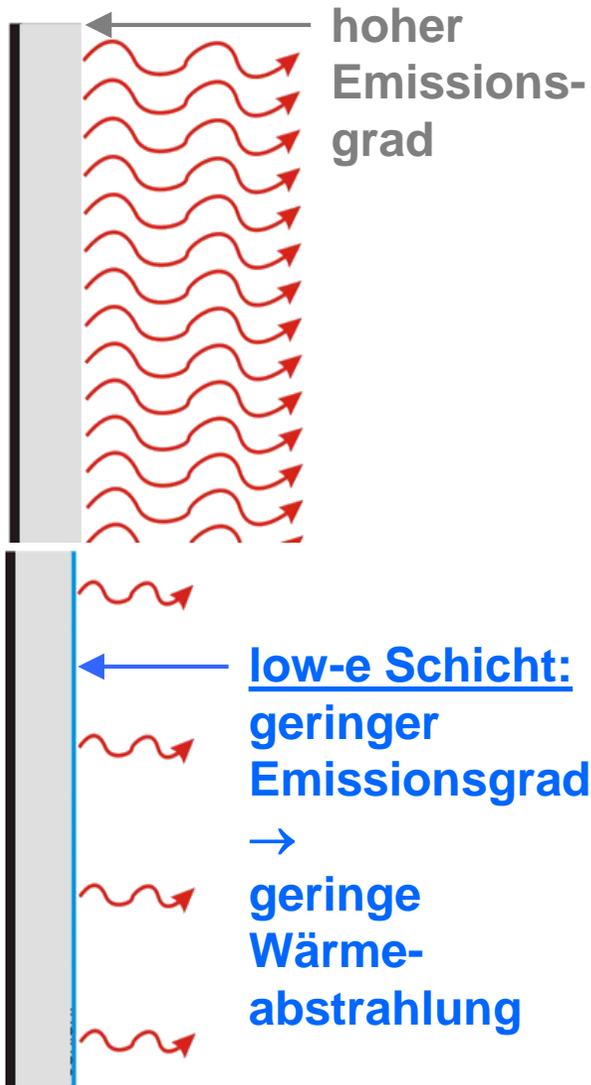
## Emissionsgradbestimmung

- Hochgenaue Bestimmung des Emissionsgrades (spektral und gesamt) als wesentlicher Parameter der Folien und deren Dämmwirkung

# REDUKTION DES TAUWASSERAUSFALLS



**ZAE BAYERN**  
Bayerisches Zentrum  
für Angewandte  
Energieforschung



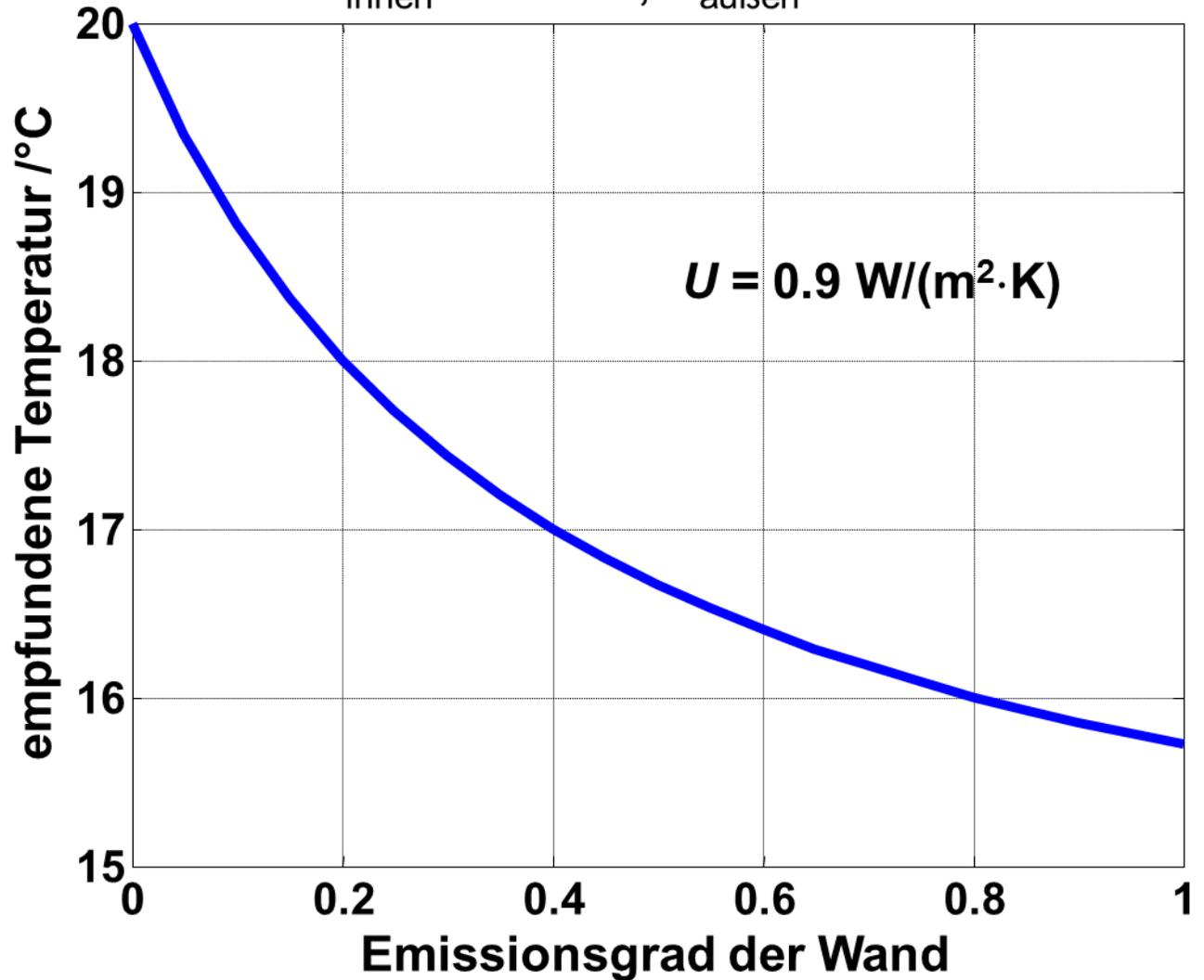
H.J. Gläser: Dünnschichttechnologie auf Flachglas. Verlag Karl Hofmann, Schorndorf, 1999

# ERHÖHUNG DER THERMISCHEN BEHAGLICHKEIT

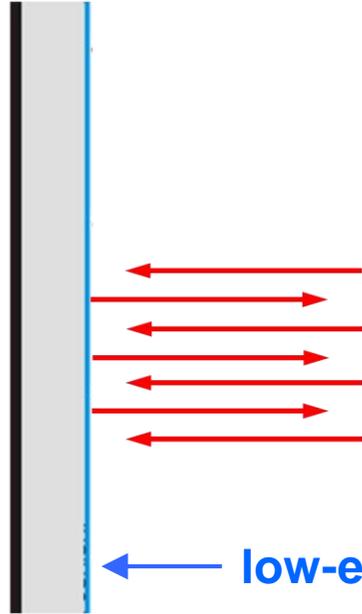


ZAE BAYERN  
Bayerisches Zentrum  
für Angewandte  
Energieforschung

$$T_{\text{innen}} = 20 \text{ °C}, T_{\text{außen}} = -10 \text{ °C}$$



$$U = 0.9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$



← low-e Schicht  
→  
hohe  
Wärmereflexion

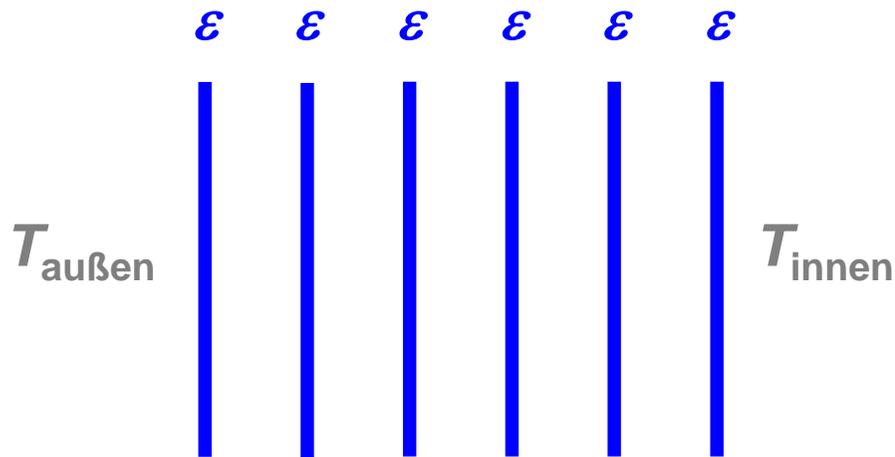
# VERBESSERUNG DER WÄRMEDÄMMUNG



ZAE BAYERN  
Bayerisches Zentrum  
für Angewandte  
Energieforschung

Wärmestrom durch Wärmestrahlung  $q_{\text{Strahlung}}$

$$q_{\text{Strahlung}} = \frac{1}{n \cdot \left(\frac{2}{\varepsilon} - 1\right)} \cdot \sigma \cdot (T_{\text{innen}}^4 - T_{\text{außen}}^4)$$



$n$ : Anzahl der Spalte

$\varepsilon$ : Emissionsgrad der Folien

$\sigma$ : Stefan-Boltzmann-Konstante

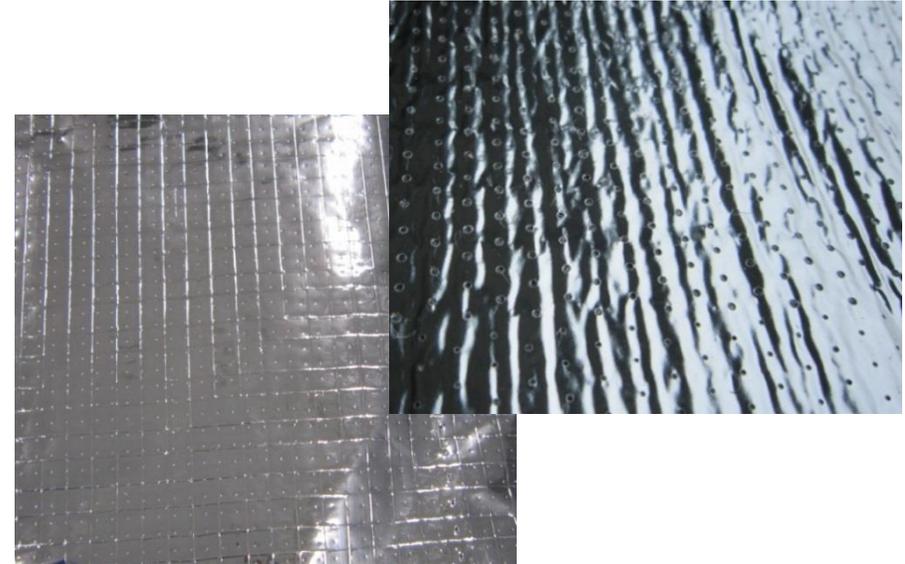
# FOLIENDÄMMUNGEN



ZAE BAYERN

Bayerisches Zentrum  
für Angewandte  
Energieforschung

## Mehrlagige Foliendämmungen mit low-e Folien und Abstandshaltern



Low-e Oberflächen  
mit Emissionsgraden  
 $\varepsilon < 0,1$

© ACTIS

# MEMBRANEN MIT LOW-E BESCHICHTUNGEN



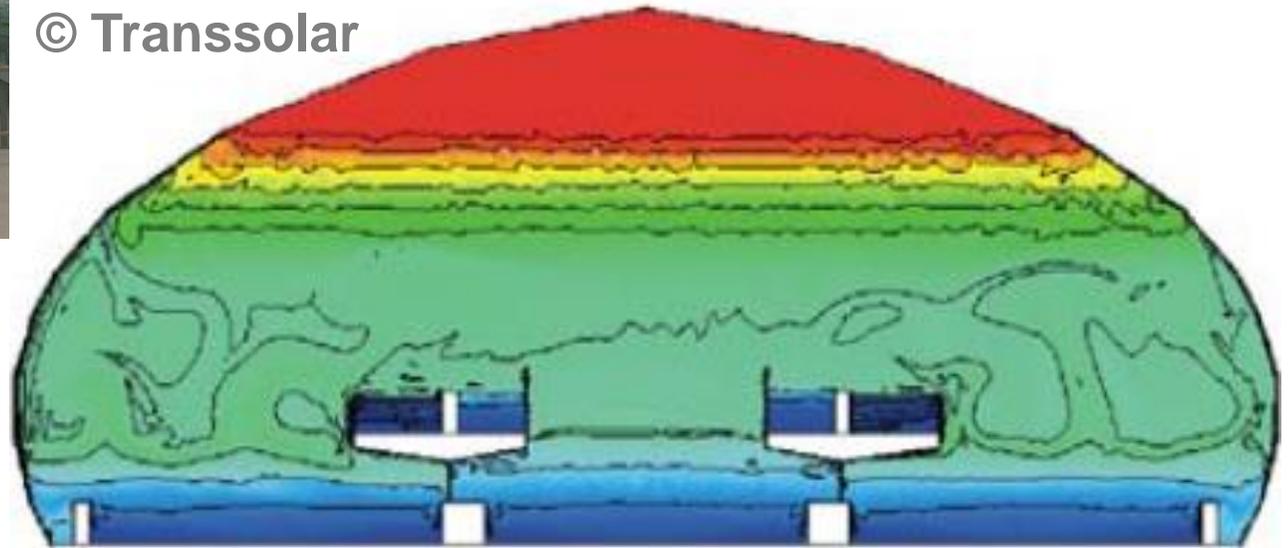
ZAE BAYERN

Bayerisches Zentrum  
für Angewandte  
Energieforschung



Reduktion der Wärmeabstrahlung  
durch eine low-e Beschichtung.

© Transsolar



**New Bangkok  
International Airport**  
Arch.: Murphy/Jahn  
Umsetzung: Hightex GmbH

# MEMBRANEN MIT LOW-E BESCHICHTUNGEN



ZAE BAYERN

Bayerisches Zentrum  
für Angewandte  
Energieforschung

## Eishalle in Landsberg am Lech



# CHARAKTERISIERUNG VON LOW-E FOLIEN

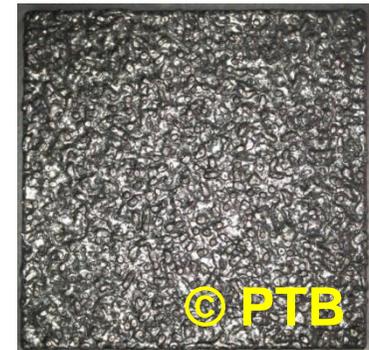


**ZAE BAYERN**  
Bayerisches Zentrum  
für Angewandte  
Energieforschung

## EU-Projekt:

Improvement of emissivity measurements on reflective insulation materials  
(EMIRIM – FKZ: 16NRM06)

Verbesserung der Messverfahren zur Realisierung  
geringer Messunsicherheiten für low-e Folien

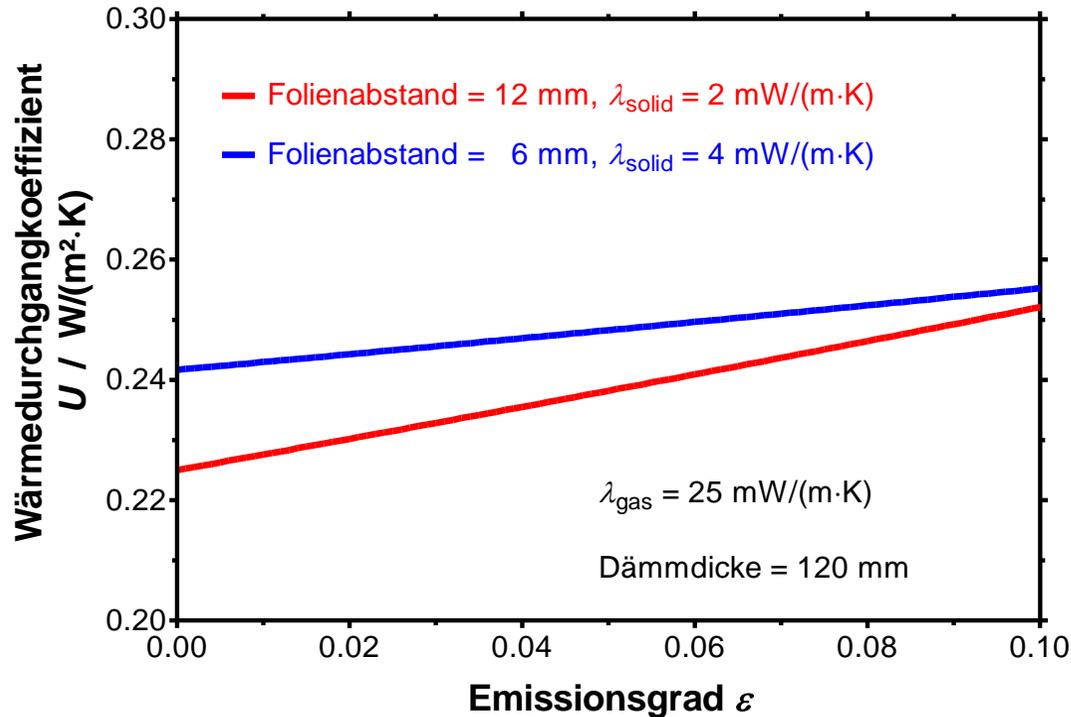


# CHARAKTERISIERUNG VON LOW-E FOLIEN



ZAE BAYERN  
Bayerisches Zentrum  
für Angewandte  
Energieforschung

Unterschiede bei verschiedenen Messverfahren  
an beschichtete Folien für Emissionsgrade  $\varepsilon < 0,1$



U-Wert abhängig vom  
Emissionsgrad der Folien:

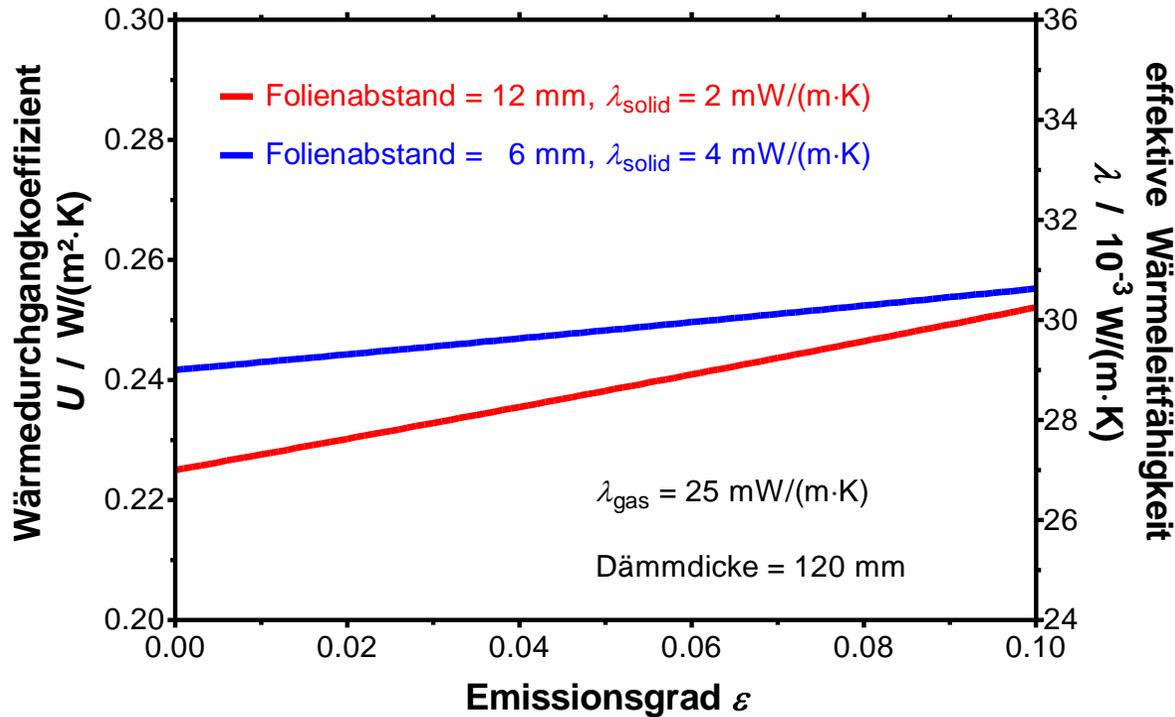
Variation bis zu 12 %

# CHARAKTERISIERUNG VON LOW-E FOLIEN



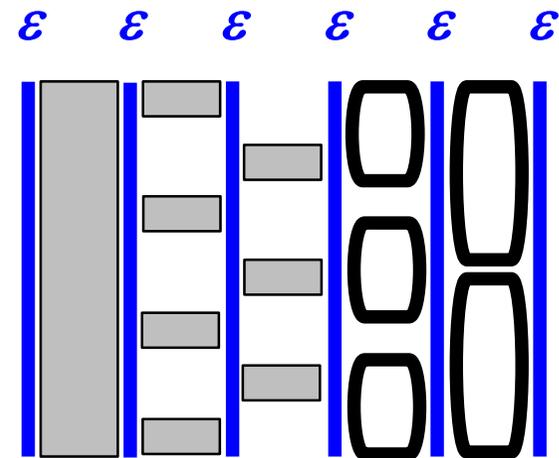
**ZAE BAYERN**  
Bayerisches Zentrum  
für Angewandte  
Energieforschung

Unterschiede bei verschiedenen Messverfahren  
an beschichtete Folien für Emissionsgrade  $\varepsilon < 0,1$



U-Wert abhängig vom  
Emissionsgrad der Folien:

Variation bis zu 12 %

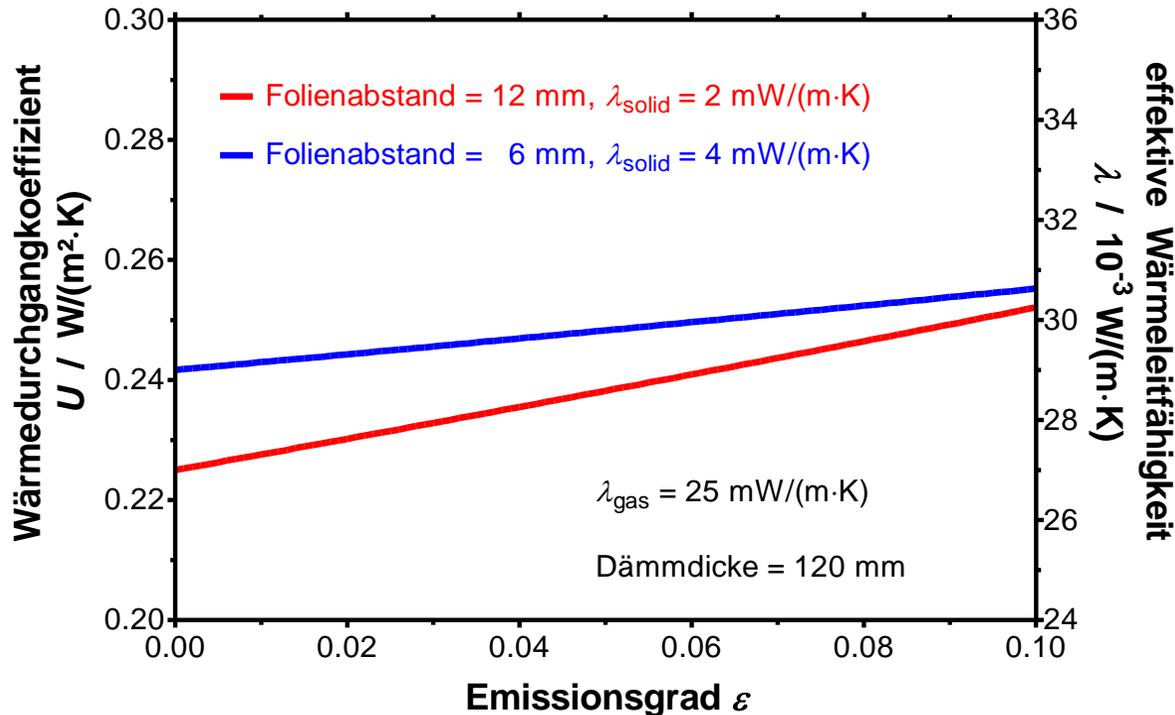


# CHARAKTERISIERUNG VON LOW-E FOLIEN



ZAE BAYERN  
Bayerisches Zentrum  
für Angewandte  
Energieforschung

Unterschiede bei verschiedenen Messverfahren  
an beschichtete Folien für Emissionsgrade  $\varepsilon < 0,1$



U-Wert abhängig vom  
Emissionsgrad der Folien:

Variation bis zu 12 %



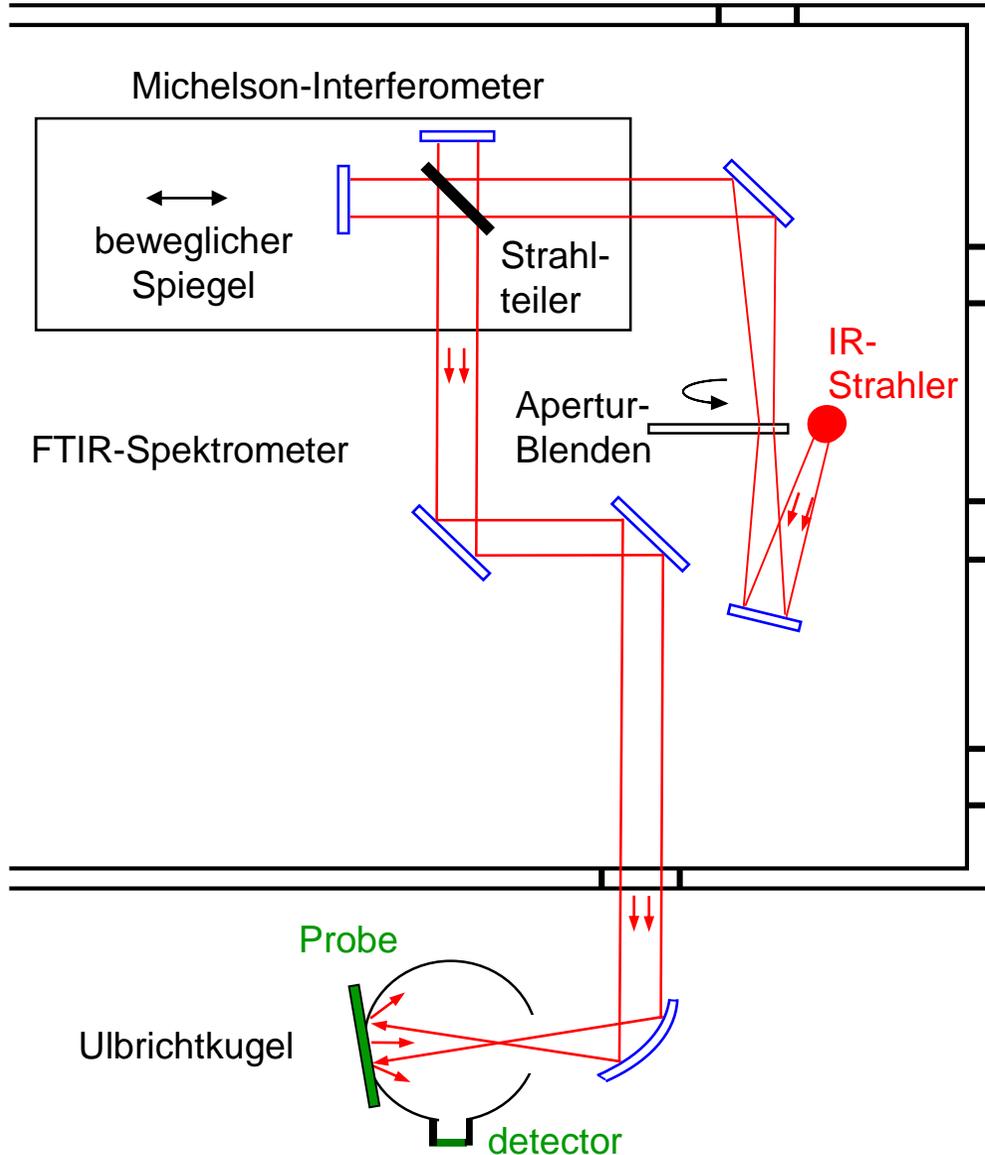
Beitrag zur Überarbeitung  
der Norm EN 16012  
und Kooperation mit dem  
Normungsgremium  
CEN/TC 89/WG 12

# VERFAHREN ZUR MESSUNG DES EMISSIONSGRADES



ZAE BAYERN

Bayerisches Zentrum  
für Angewandte  
Energieforschung



ZAE Bayern:  
indirekte Messung  
mittels Ulbrichtkugel

PTB:  
direkte Messung  
beheiztem Probenhalter

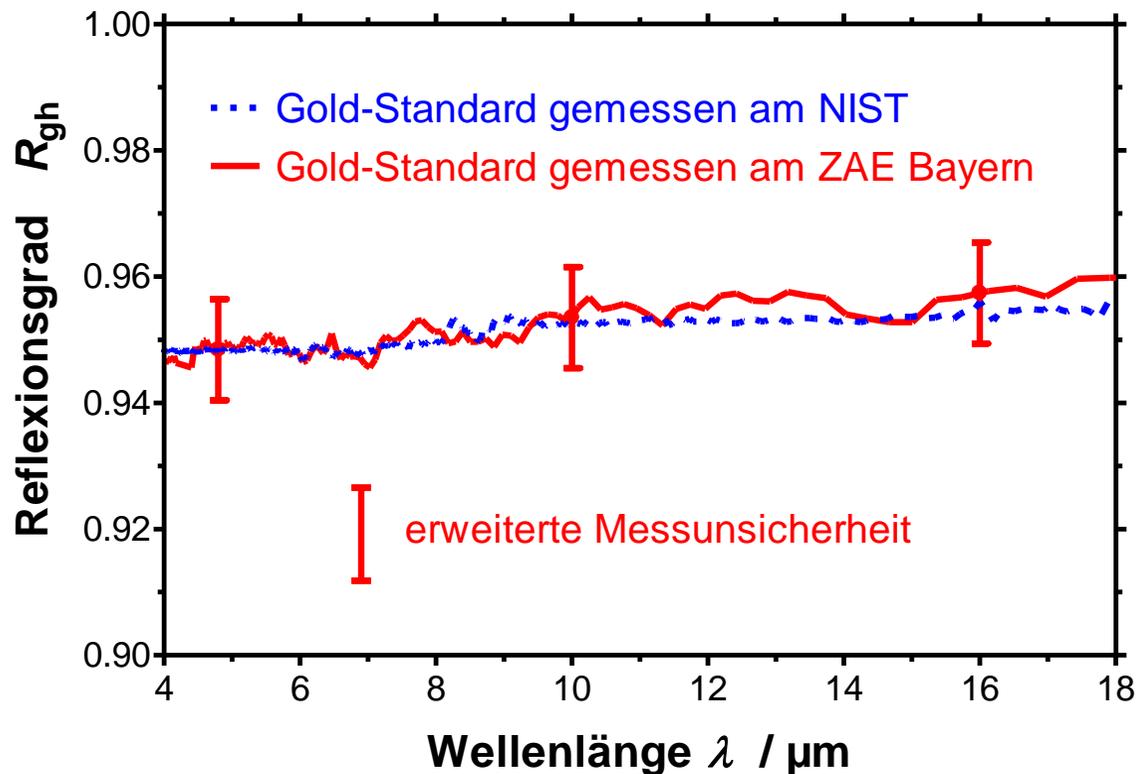


# CHARAKTERISIERUNG VON LOW-E FOLIEN



ZAE BAYERN  
Bayerisches Zentrum  
für Angewandte  
Energieforschung

## Charakterisierung von Proben mittels Ulbrichtkugel



Durchführung von Untersuchungen an

- Folien und
- maßgeschneiderten Referenzproben

# ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

## Hohes Anwendungspotenzial von low-e Beschichtungen

- Foliendämmungen
- Textile Architektur

## Emissionsgradbestimmung zur Quantifizierung der Eigenschaften

- Produktklassifizierung nach Norm (z.B. EN 16012)
- Bewertung der Energieeffizienz im Gebäude

## Aktuelle Aktivitäten

- Entwicklung von Messprozeduren zur Durchführung von zuverlässigen und genauen Emissionsgradbestimmungen

# EMPIR



The EMPIR initiative is co-funded by the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme and the EMPIR Participating States

# Vielen Dank!

MIT SONNE UND VERSTAND.

© ZAE Bayern

[jochen.manara@zae-bayern.de](mailto:jochen.manara@zae-bayern.de)



**ZAE BAYERN**

Bayerisches Zentrum  
für Angewandte  
Energieforschung