

Modell zur Abschätzung der Funktionsdauer von VIP's

D. Kraus,

H. Schwab, U. Heinemann und J. Fricke

ZAE Bayern

Eigenschaft des VIP → Dämmwert

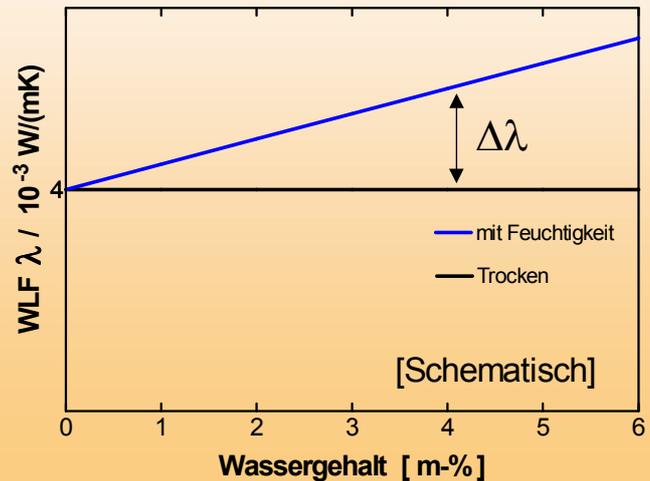
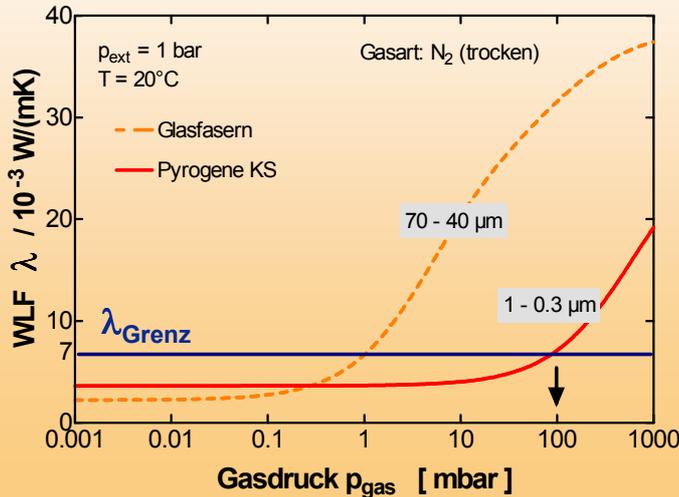
Wärmeleitfähigkeit der VIP ←

$$\lambda_{ges} = \lambda_{evak} + \lambda_{Gas,trocken} (p_{Gas,trocken}) + \lambda_{Wasser} (m\%)$$

Funktionsdauer

Zeitraum, in dem die Paneele eine bestimmte zulässige Grenzwärmeleitfähigkeit λ_{Grenz} nicht überschreiten.

$$\lambda_{evak} + \int_0^t \frac{d\lambda_{ges}}{dt} (p_{Gas,trocken}(t), m\%(t)) dt \leq \lambda_{Grenz}$$



Veränderung des Gasdruckes (Sorption und Permeation)

Desorptions- und Adsorptionsprozesse
(Vorgänge im VIP)

- Kernmaterialien
- Pyrogene Kieselsäure**
- Ausgas - Prozesse
 - Siegelnaht
 - Hülle, Kern
- Kernmodifizierung
 - Getter
 - Trockenmittel

Eindringen von Gasen durch die Hülle
(Umgebungsbedingungen)

Metallisierte Hochbarrierefolie

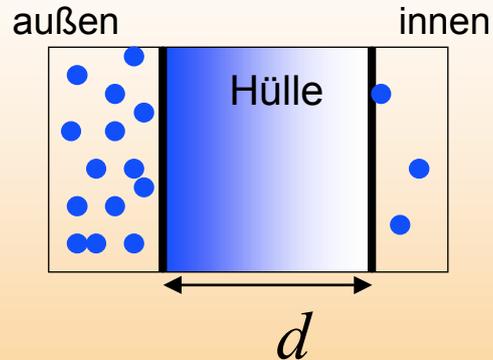
- **Flächen-**bezogener Wert
- **Längen-**bezogener Wert (Kanten, Siegelnähte)
- **Punktuelle** Fehlstellen

Lösungsdiffusion

Durchlässigkeit:

$$Q = \frac{S \cdot D}{d}$$

S: Löslichkeit
D: Diffusivität



Gesamte Durchlässigkeit:

$$Q_{\text{ges, Gas}}(T) = Q_{\text{F, Gas}}(T) \cdot F + Q_{\text{L, Gas}}(T) \cdot L + Q_{\text{P, Gas}}(T)$$

Trockene Gase:

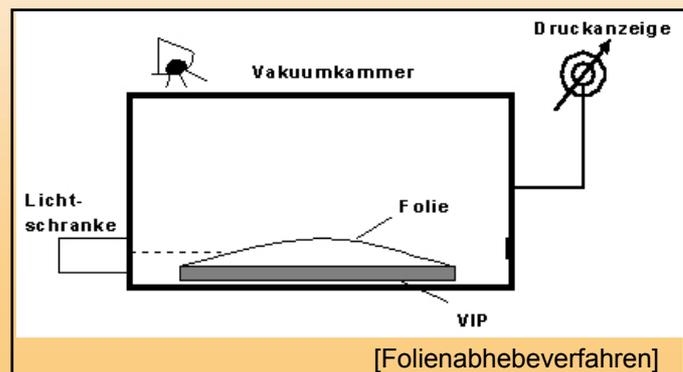
Druckzunahme

$$\Delta p_{\text{Luft}} = p_{\text{atm}} - p_{\text{innen}} \cong 1 \text{ bar}$$

$$\frac{d}{dt} p_{\text{Luft}} \sim Q_{\text{ges, Luft}} \cdot \Delta p_{\text{Luft}}$$

Messung von $p(t)$
[z.B. Folienabhebeverfahren]

$Q_{\text{ges, Luft}}$



Wasserdampf:

Massenzunahme

Wasser wird vom **hygroskopischen Kern** adsorbiert

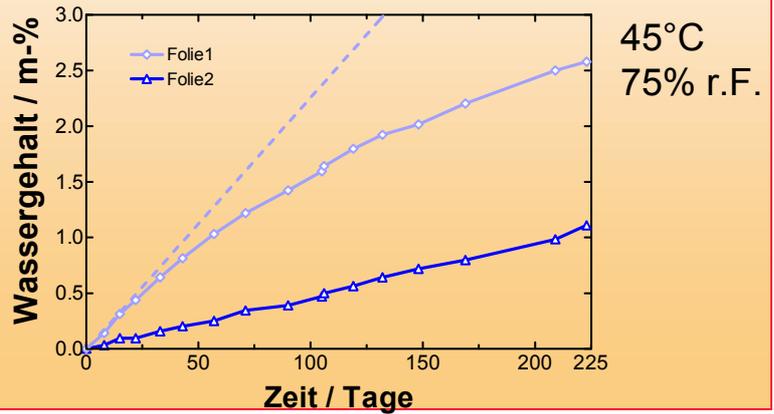
$$p_{Satt, aussen} (23^{\circ}C) \approx 28 \text{ mbar}$$

$$\frac{d}{dt} m_{Wasser} \sim Q_{ges, Dampf} \cdot \Delta p_{Dampf}$$

Messung von $m(t)$

$$Q_{ges, Dampf}$$

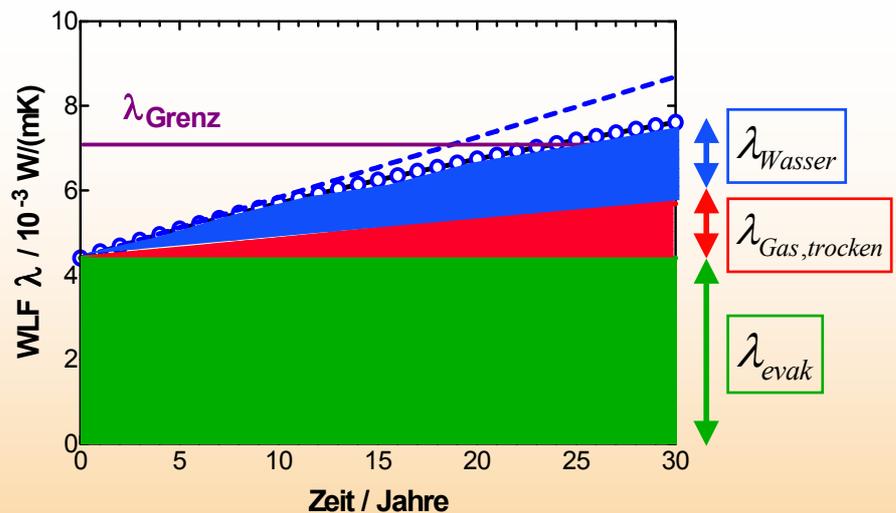
Testpaneele: (20 x 20 x 1) cm



Zahlenbeispiel und Danksagung

T = 23°C
75 % r.F.
(100 x 50 x 2) cm

$\Delta p \approx 1 \text{ mbar / a}$
 $\Delta X_{Wasser} \approx 0,2 \text{ m% / a}$
(anfänglich [!])



Funktionsdauer dieses Paneels: 25 Jahre

[mit diesen Randbedingungen und $\lambda_{Grenz} = 7 \cdot 10^{-3} \text{ W/m}\cdot\text{K}$]

Gefördert mit Mitteln des
Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit
unter dem Förderkennzeichen 0327321E