

## Vakuum-Pufferspeicher für hohe solare Deckungsgrade

Hummelsberger Schlosserei GmbH  
Am Industriepark 5, 84453 Mühldorf  
Tel.: 08631/3657-0  
info@vakuum-pufferspeicher.de

in Kooperation mit



ZAE Bayern, Abt. 1  
Walther Meißner Str. 6, 85748 Garching  
Tel.: 089/ 329442-62  
beikircher@muc.zae-bayern.de

öffentlich gefördert von

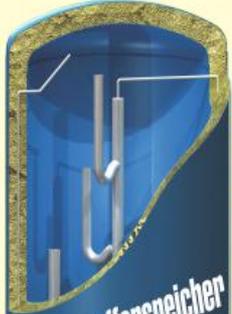
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Fkz: 0325964A)

Am Industriepark 5  
84453 Mühldorf  
Telefon (0 86 31) 36 57 - 0  
Telefax (0 86 31) 36 57 - 57

wir bringen Metall in Form!

**Hummelsberger**  
STAHL- UND METALLBAU

### Superisolierter Langzeitspeicher für Solarheizung



bis zu 10fach längere Auskühlzeiten  
Saisonale Wärmespeicherung  
auch mit Wärmepumpe zu betreiben  
Vakuumdämmung

### Der Sonnentank für trübe Tage

- Beratung
- Konstruktion
- Fertigung
- Montage

Vakuum-pufferspeicher



Information im Internet unter:

[www.hummelsberger-stahlbau.de](http://www.hummelsberger-stahlbau.de)  
[www.vakuum-pufferspeicher.de](http://www.vakuum-pufferspeicher.de)

## Unser Betrieb



Stahlbau



### Der Betrieb

40 Mitarbeiter  
Jahresumsatz 4 Mio. €



Balkone



Behälter



Vordach

# Standardtechniken zur Speicherisolation

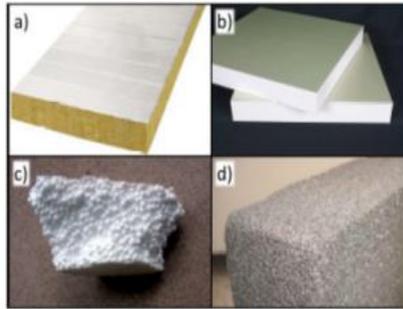


Figure 3.1: Conventional insulation materials: rock wool (a), polyurethane (b), polystyrene (c) and foam glass (d) [45, 46, 47, 48]

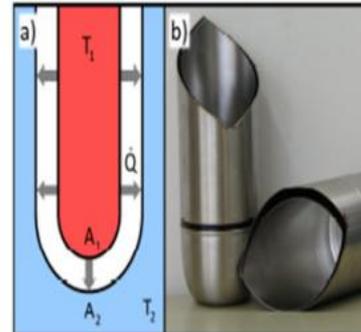
$\lambda$  in W/mK bei 20°C

foam glass	0.04...0.05	d
rock wool	0.032...0.045	a
polystyrene	0.03...0.05	c
polyurethane	0.024...0.035	b

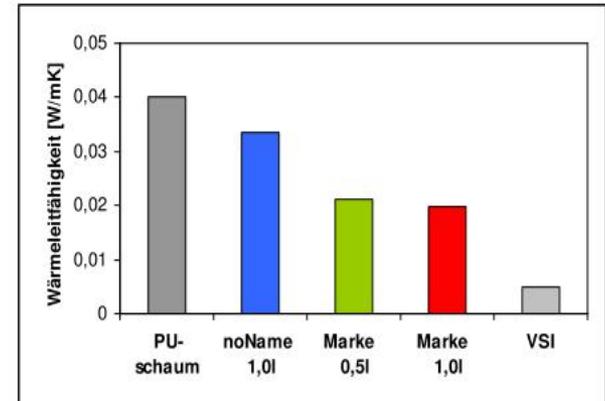
**Konventionelle Dämmung (trocken): 25-50 mW/mK**

**Vakuumisolation (VI-Thermoskanne): 20-30 mW/mK**

**Vakuum Superisolation (VSI) (-200°C): < 5 mW/mK**



VI



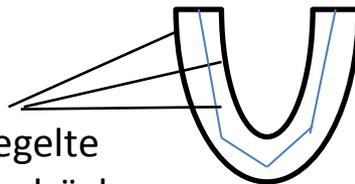
VSI

→ auch bei höheren Temperaturen nutzen

# Vakuumsuper-Isolation (VSI)

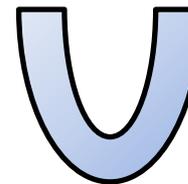
Folien-VSI

Pulver-VSI



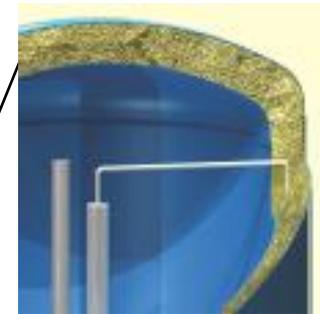
Viele parallele verspiegelte Oberflächen zur Unterdrückung der Strahlungswärme

teuer



Pulver zur Extinktion der Strahlungswärme

kostengünstiger

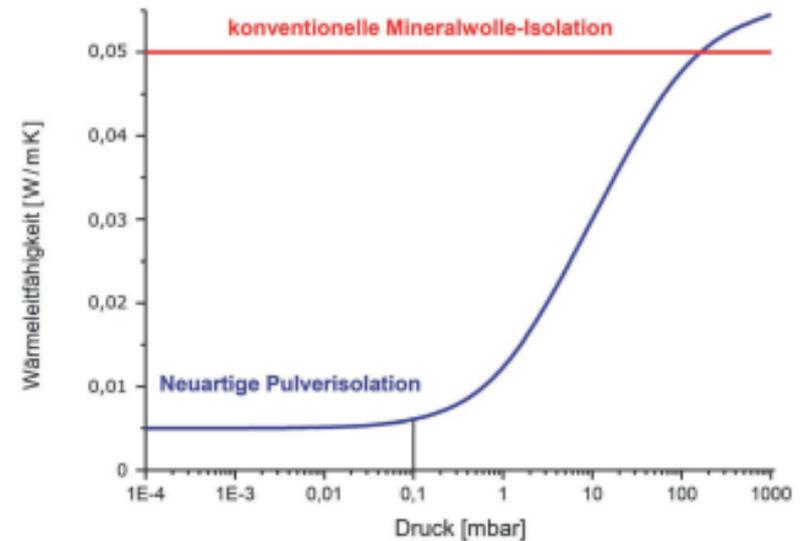
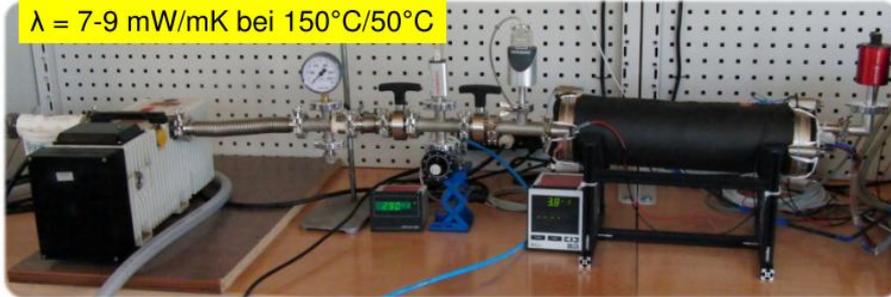


## Vakuum-Superisolation mit Perlitpulver



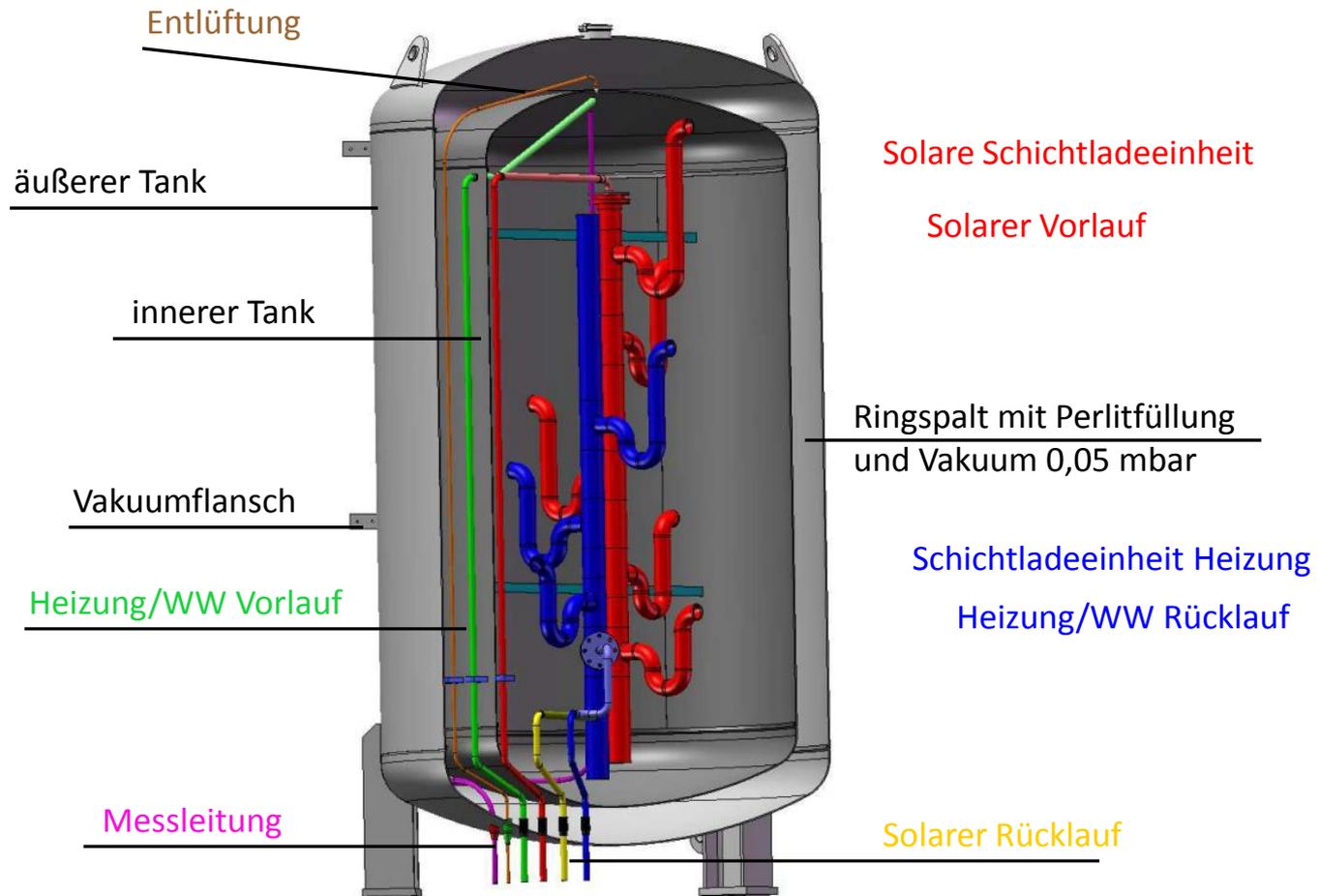
- niedrige Dichte 30 – 100 kg/m<sup>3</sup>
- kleine Poren: 10 – 100 µm
- hochporös: 75 – 97 %
- hohe Extinktion

$\lambda = 7-9 \text{ mW/mK}$  bei 150°C/50°C



**Abbildung 2:** Druckabhängige Wärmeleitfähigkeit von mikroporösem Perlitpulver verglichen mit konventioneller Mineralwolle, jeweils bei 60 °C.

# Prinzip und Konstruktion eines VSI-Solarspeichers

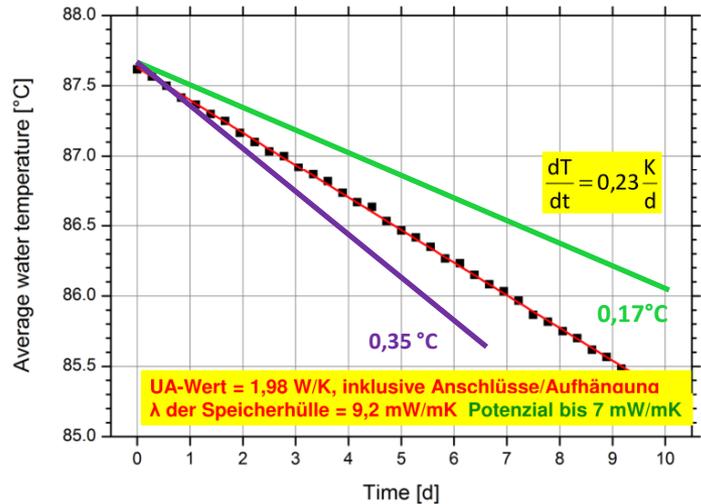


## Experimente am Echtgrößen-Prototyp

16 m<sup>3</sup> Wasser bei 90°C, 0°C Umgebung, 0,08 mbar Vakuumdruck, 20 cm Ringspalt

Konventionelle Speicher haben gewöhnlich

- Auskühlraten von 1-2 K pro Tag
- UA-Werte mit Anschlussverlusten > 10 W/K



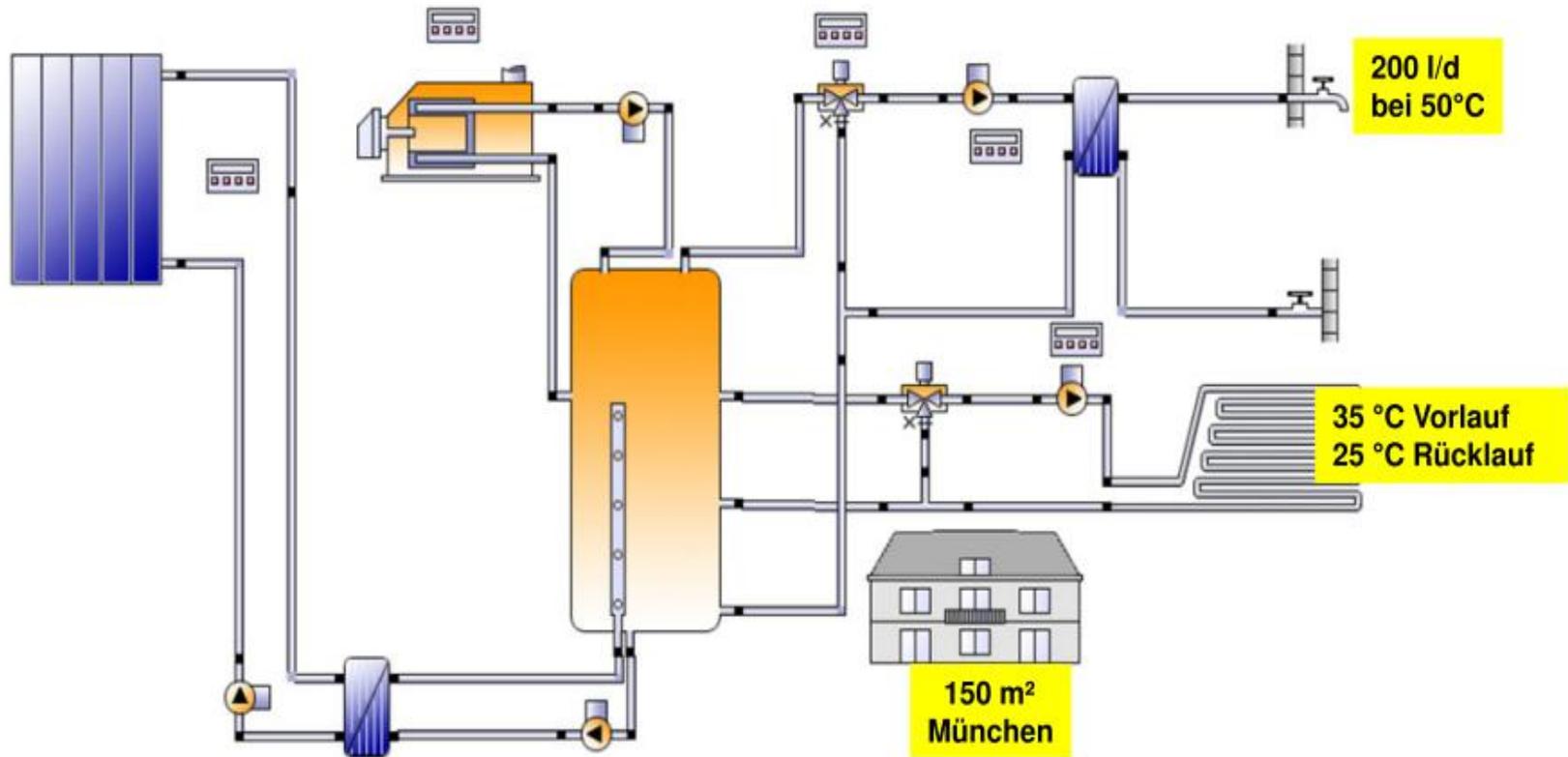
Nach 20 Jahren = 13 – 15 mW/mK



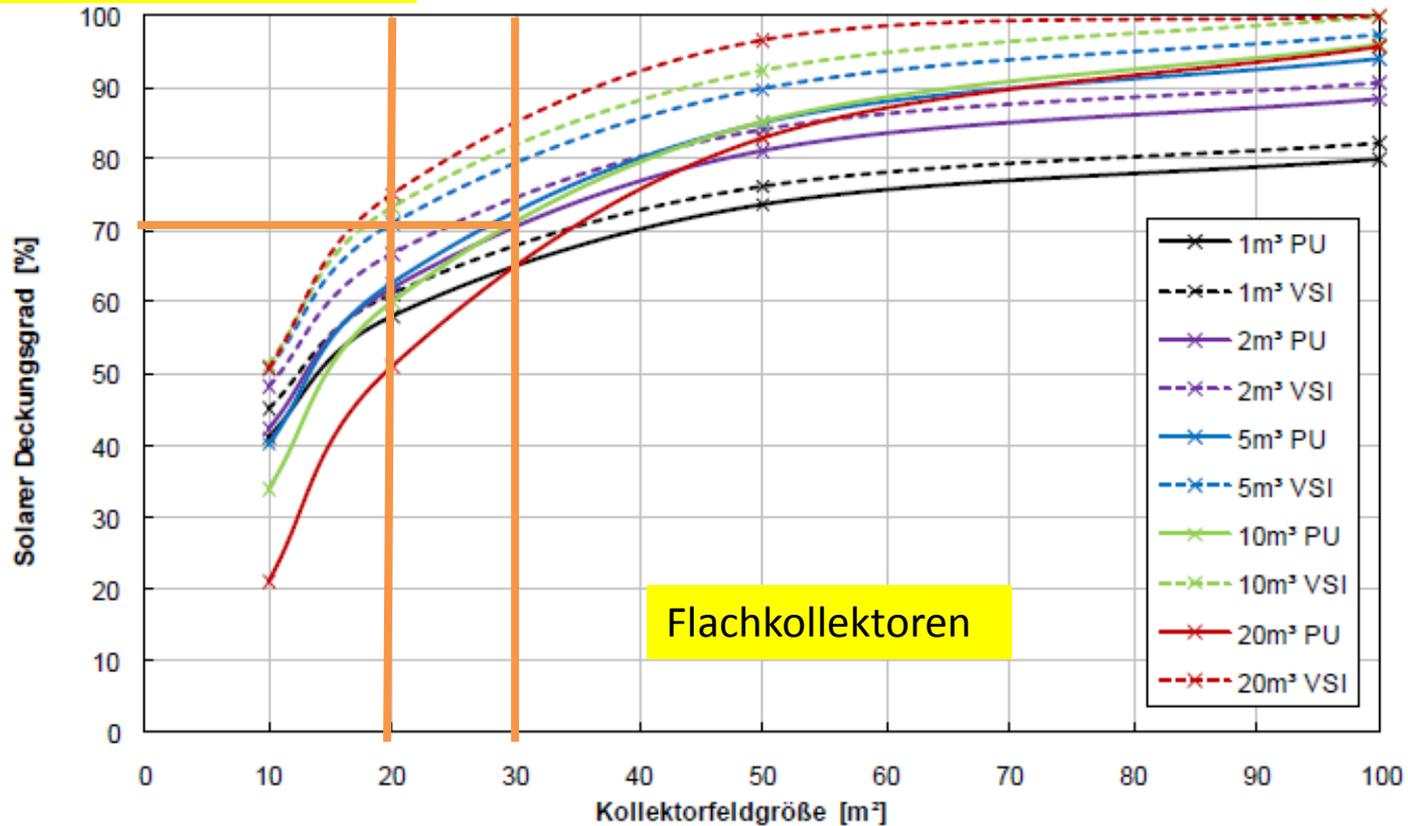
Messung von Abkühlrate  $dT/dt$  und  $\Delta T = T_{\text{Speicher}} - T_{\text{Umgebung}}$  über 3 Monate



## Systemsimulationen: Solaranlage EFH mit VSI-Speicher



## HWB 25 kWh/m<sup>2</sup>a, „3 Liter-Haus“



### Hohe solare Deckungsgrade

z.B. 30 m<sup>2</sup> Kollektoren    5 m<sup>3</sup> PU – 72 %  
    2 m<sup>3</sup> VSI – 75 %  
    20 m<sup>3</sup> VSI – 85 %

oder 20 m<sup>2</sup> Kollektoren mit 5 m<sup>3</sup> VSI – 72 %

>>> 50 % Ersparnis Speichergröße

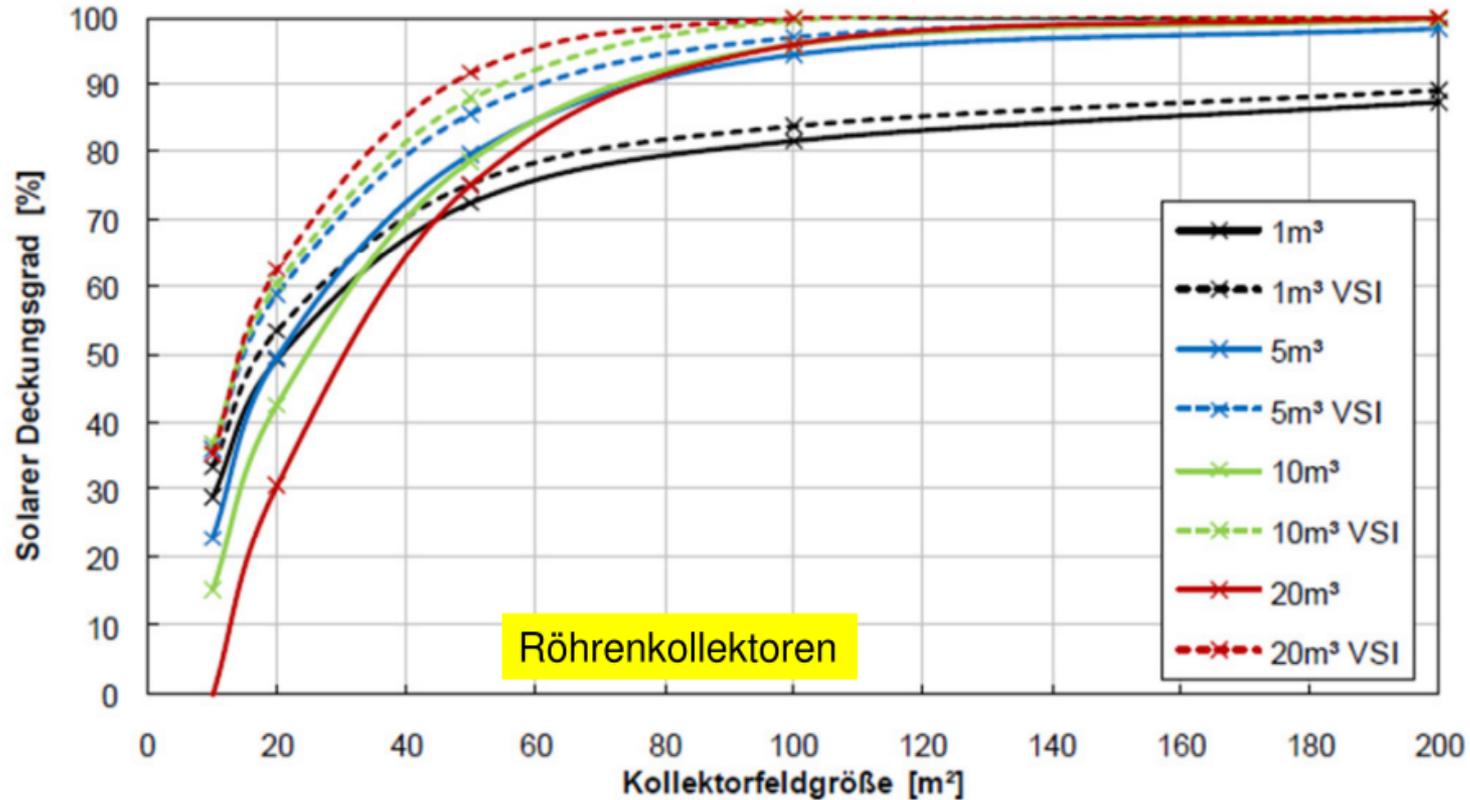
>>> 33 % Ersparnis Kollektorfläche

<-> mehr als 50 m<sup>2</sup> erforderlich mit PU Speicher für 85% Deckung





HWB 50 kWh/m<sup>2</sup>a, „Neubau nach ENEC 2009“



### Solarer Deckungsgrad

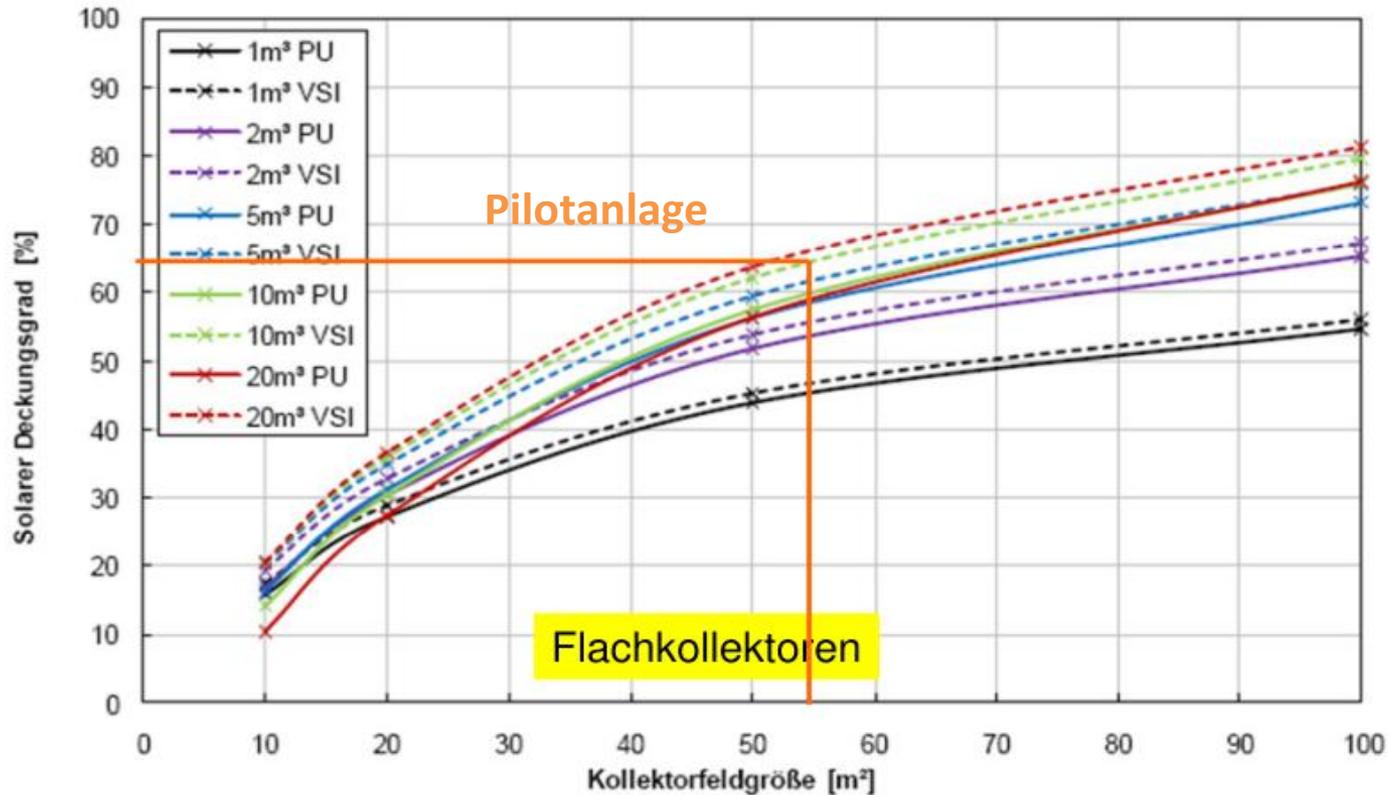
z.B. 40 m<sup>2</sup> Kollektoren      20 m<sup>3</sup> PU – 65 %

   20 m<sup>3</sup> VSi – 85 %

oder 22 m<sup>2</sup> Kollektoren      10 m<sup>3</sup> VSi – 82 %

**>>> 45 % Ersparnis Kollektorfläche**

## HWB 150 kWh/m<sup>2</sup>a, „Altbau“



### Solarer Deckungsgrad

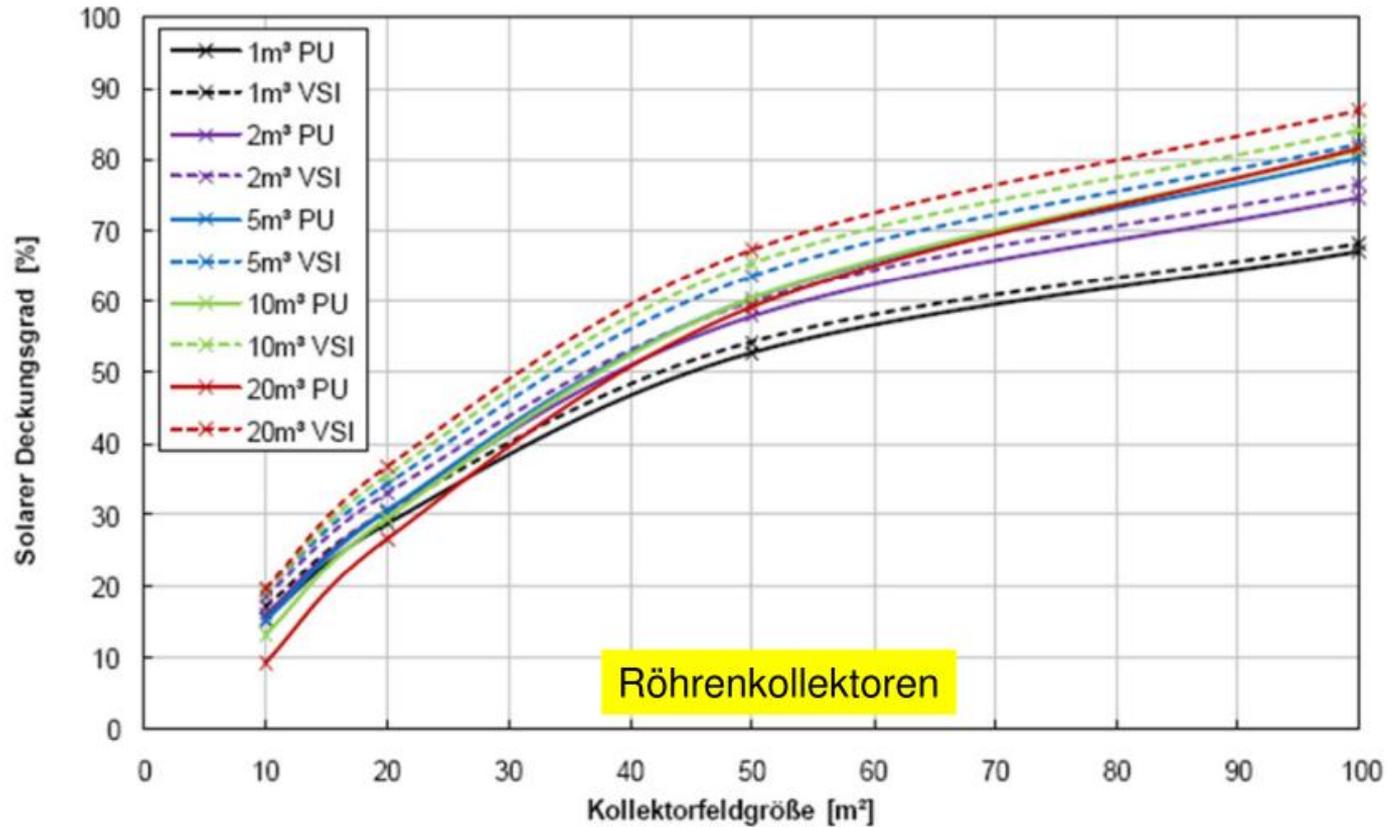
z.B. 70 m<sup>2</sup> Kollektoren 20 m<sup>3</sup> PU – 65 %

20 m<sup>3</sup> VSi – 65 %

oder 55 m<sup>2</sup> Kollektoren mit 10 m<sup>3</sup> VSi – 65 %

**>>> 20 % Ersparnis Kollektorfläche**

HWB 150 kWh/m<sup>2</sup>a, „Altbau“



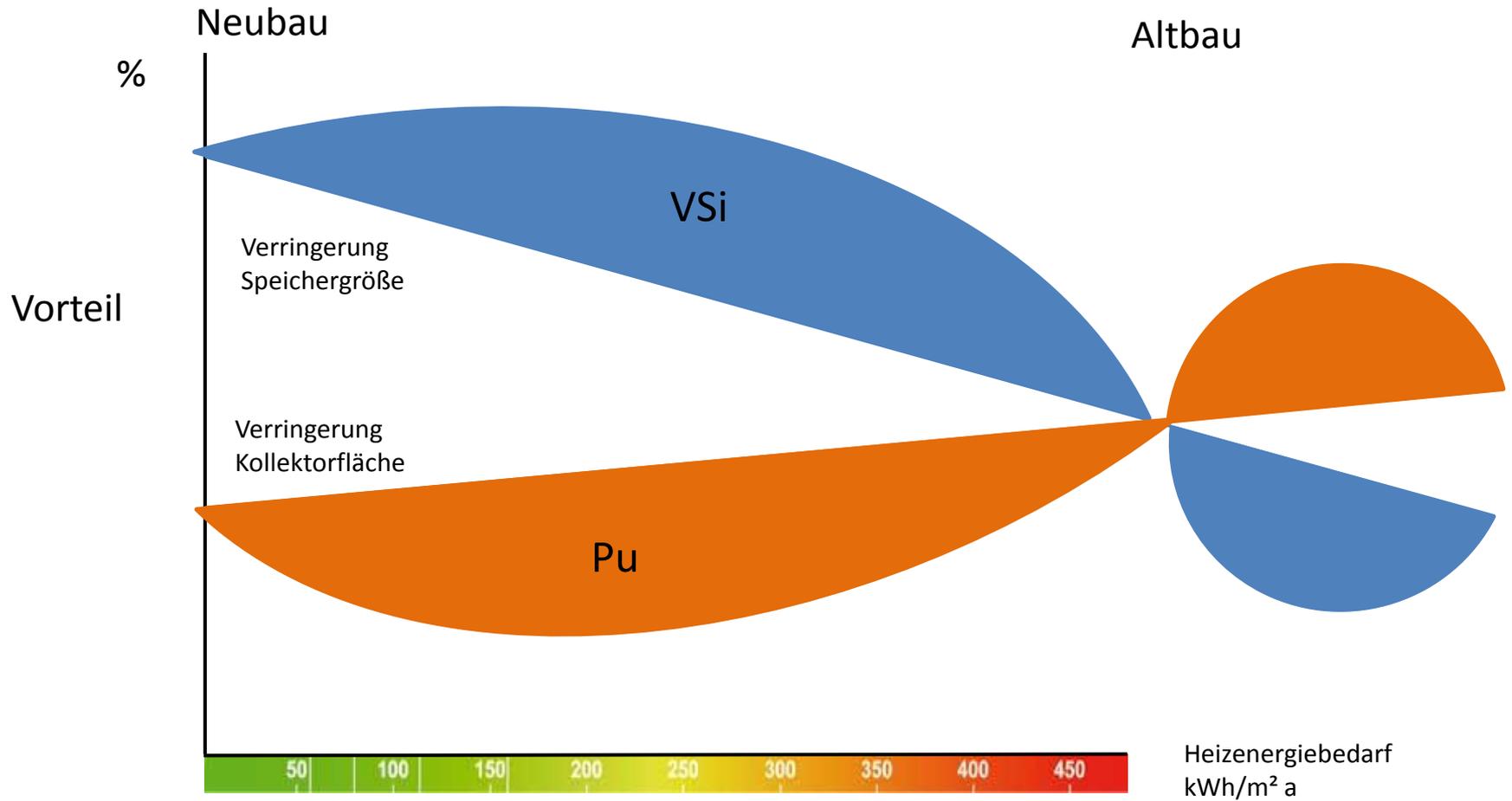
### Solarer Deckungsgrad

z.B. 60 m<sup>2</sup> Kollektoren 20 m<sup>3</sup> PU – 65 %

10 m<sup>3</sup> PU – 65 %

oder 48 m<sup>2</sup> Kollektoren mit 10 m<sup>3</sup> VSi – 65 %

**>>> 20 % Ersparnis Kollektorfläche**



## Zusammenfassung Simulationsergebnisse

- 1. VSI-Speicher spart Kollektorfläche und/oder Speichervolumen:**
  - je größer desto mehr
  - Sprung von  $1 \text{ m}^3 \rightarrow 5 \text{ m}^3$  am größten
  - VSi Speicher erhöht Lebensdauer der Anlage
  - Langzeitbeständigkeit 6 – 8 mm Stahlblechdicke
  - Kein Schrumpfen und Einfeuchten der Isolation
- 2. Überdimensionierter konventioneller Speicher schädlich für Deckung**
- 3. Röhrenkollektor erreicht bei gleichen Bedingungen typischerweise 10 %-Punkte mehr Deckung als Flachkollektor**
- 4. 50% Deckung zwar mit  $1 \text{ m}^3$  konventioneller Speicher erreichbar**
- 5. Aber höhere Deckung 50 bis 100% („Aktivsolarhaus“) sinnvoll nur mit**
  - $> 5 \text{ m}^3$  Volumen
  - VSI-Speicher
- 6. VSI Speicher vermeidet Hauserwärmung im Sommer**
  - Spart Grundfläche
- 7. VSI Speicher kann extern aufgestellt oder eingegraben werden**
  - Vorteil bei Altbauten
  - Scheune, Garage usw.

## Ausblick

- **Prüfung des Einsatzes einer Wärmepumpe zur Speicherauskuhlung**
- **Ausweitung der Anwendungstemperatur auf 150°C**
- **Realisierung des Potenzials von heute 9,2 mW/mK auf 7 mW/mK**
- **Weiterentwicklung des Schichtenladers**
  1. **Laborexperimente**
  2. **Echtgrößentest**
- **Messtechnische Überwachung der Pilotanlage Bergen Winter 2011/12**

**EFH Bergen a. Chiemsee, 230 m<sup>2</sup> WF, 55 m<sup>2</sup> Flachkollektoren**



11 m<sup>3</sup> VSI-Speicher

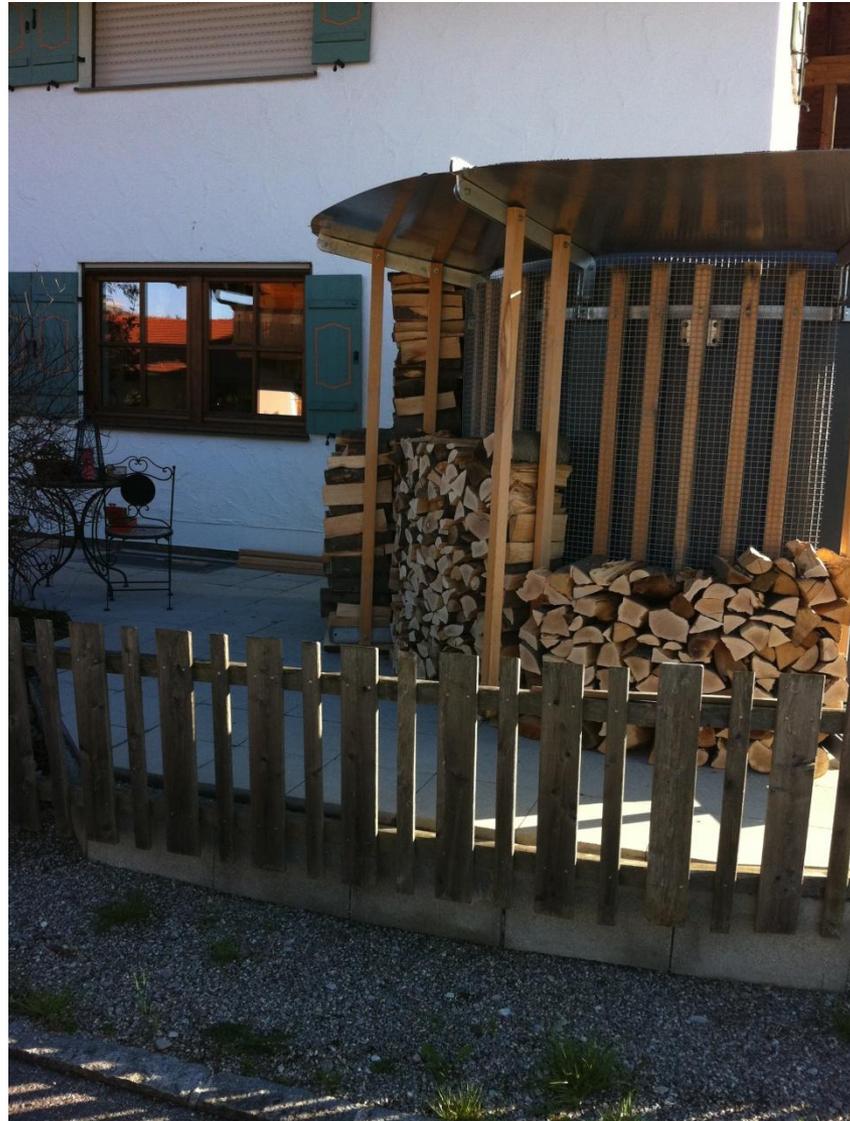














**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**

**Hummelsberger Schlosserei GmbH**  
**Am Industriepark 5, 84453 Mühldorf**  
**Tel.: 08631/3657-0**  
**info@vakuum-pufferspeicher.de**



**Bayerischer  
Staatspreis**



**63. Internationale  
Handwerksmesse  
München 2011**