

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
www.vakuum-pufferspeicher.de

Unser Betrieb



Stahlbau



Der Betrieb

40 Mitarbeiter
Jahresumsatz 4 Mio. €



Balkone



Behälter



Vordach

Standardtechniken zur Speicherisolation

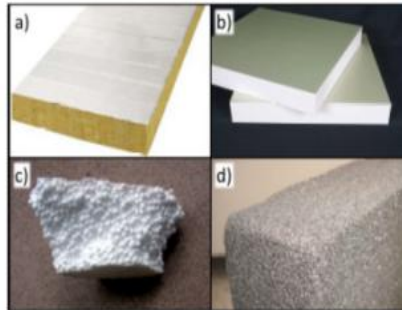


Figure 3.1: Conventional insulation materials: rock wool (a), polyurethane (b), polystyrene (c) and foam glass (d) [45, 46, 47, 48]

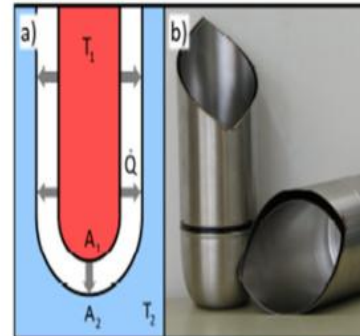
λ in W/mK bei 20°C

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

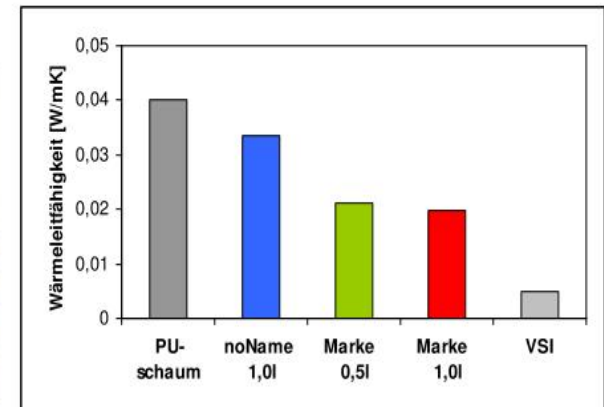
Konventionelle Dämmung (trocken): 25-50 mW/mK

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

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



VI



VSI

→ auch bei höheren Temperaturen nutzen

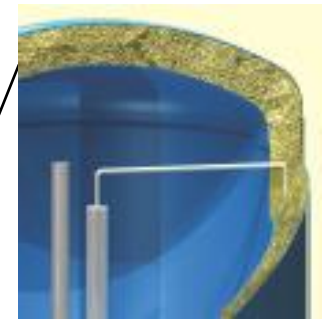
Vakuumsuper-Isolation (VSI)

Folien-VSI

Pulver-VSI

Viele parallele verspiegelte
Oberflächen zur Unterdrückung
der Strahlungswärme

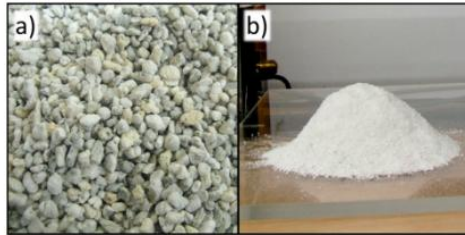
teuer



Pulver zur Extinktion
der Strahlungswärme

kostengünstiger

Vakuum-Superisolation mit Perlitpulver



- niedrige Dichte 30 – 100 kg/m³
- kleine Poren: 10 – 100 µm
- hochporös: 75 – 97 %
- hohe Extinktion

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

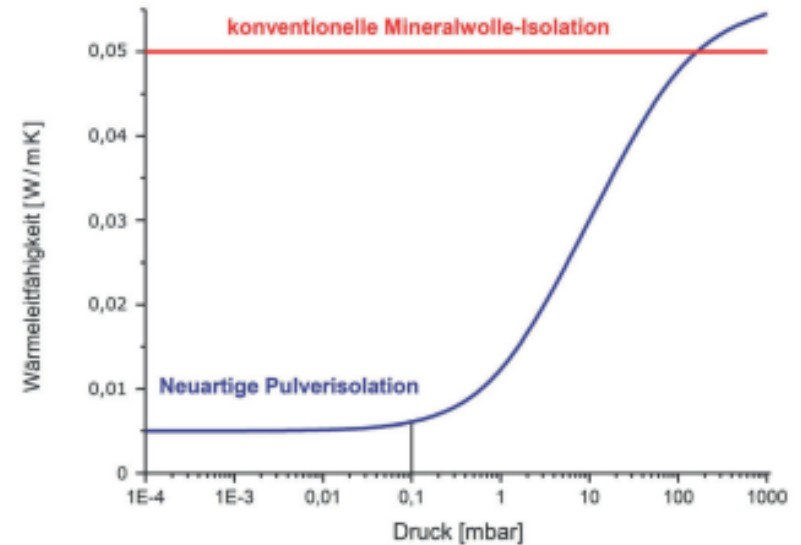
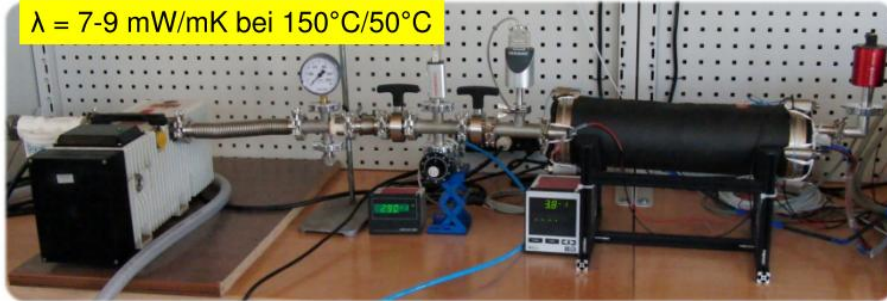
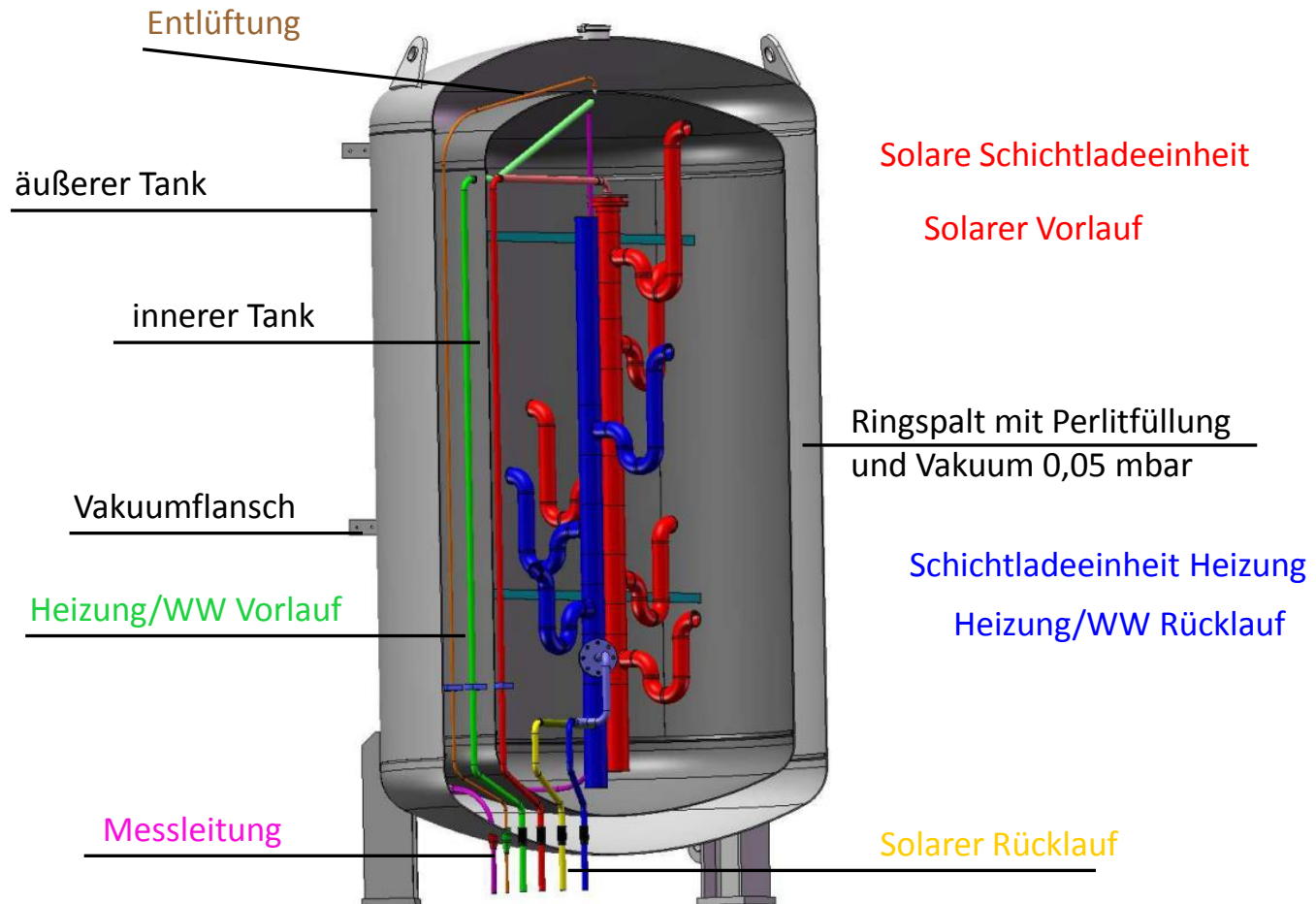


Abbildung 2: Druckabhängige Wärmeleitfähigkeit von mikroporösem Perlitpulver verglichen mit konventioneller Mineralwolle, jeweils bei 60 °C.

Prinzip und Konstruktion eines VSI-Solarspeichers

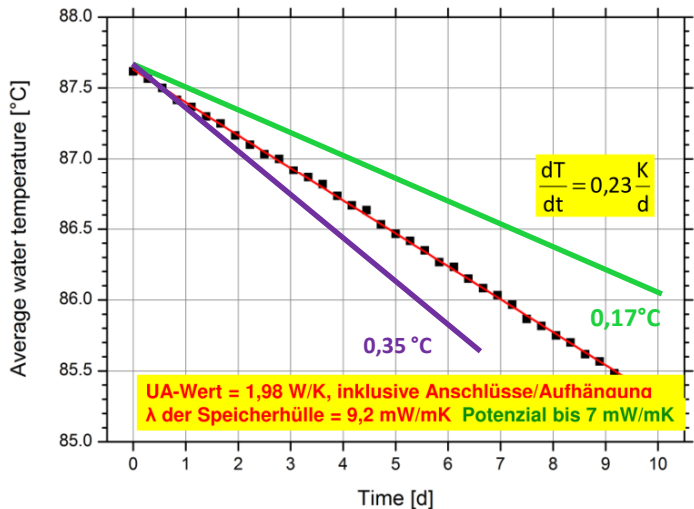


Experimente am Echtgrößen-Prototyp

16 m³ Wasser bei 90°C, 0°C Umgebung, 0,08 mbar Vakuumdruck, 20 cm Ringspalt

Konventionelle Speicher haben gewöhnlich

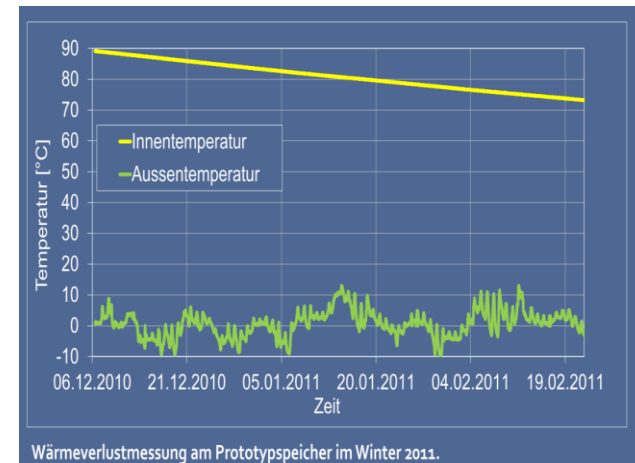
- Auskühlraten von 1-2 K pro Tag
- UA-Werte mit Anschlussverlusten > 10 W/K



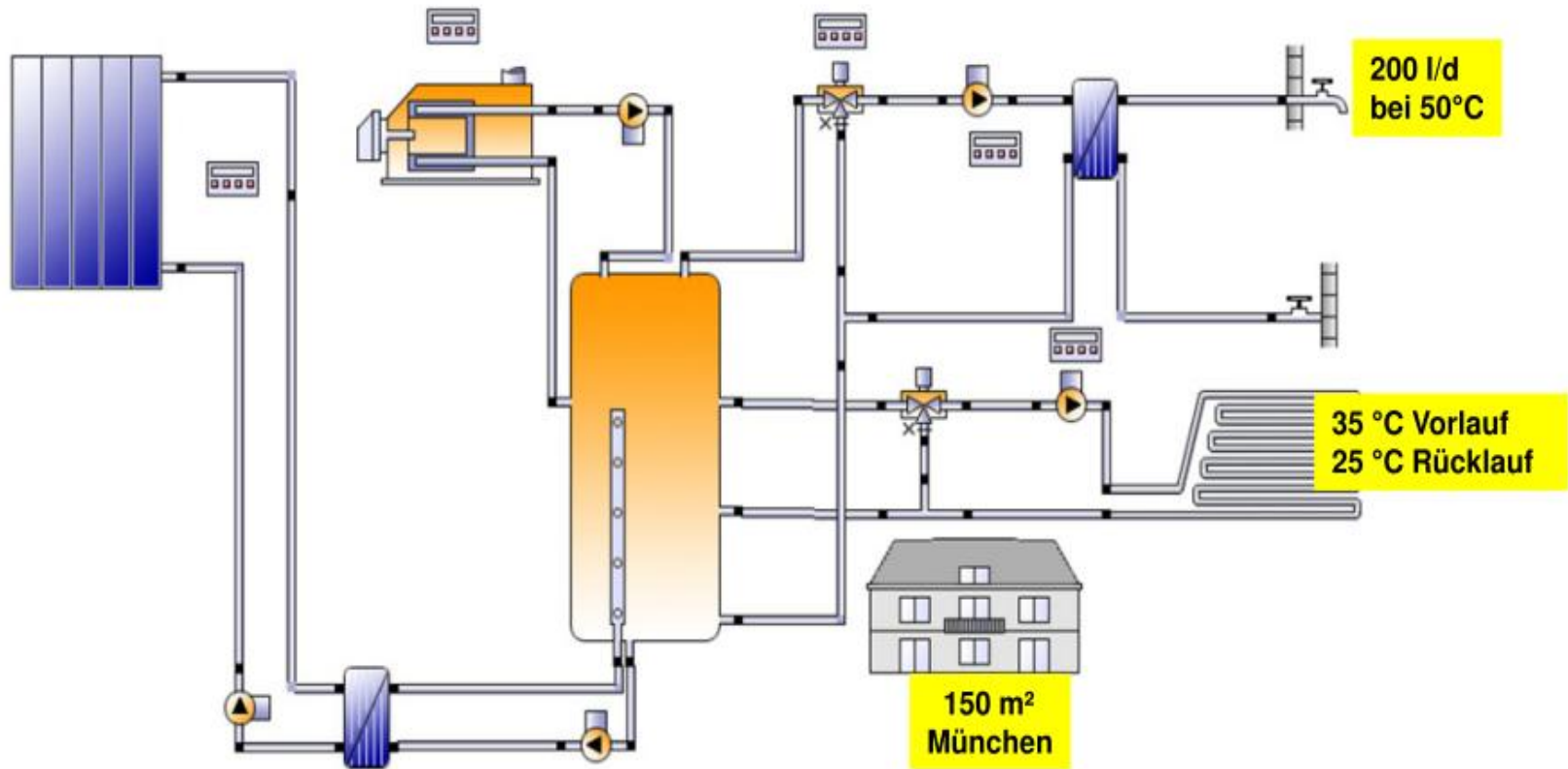
Nach 20 Jahren = 13 – 15 mW/mK



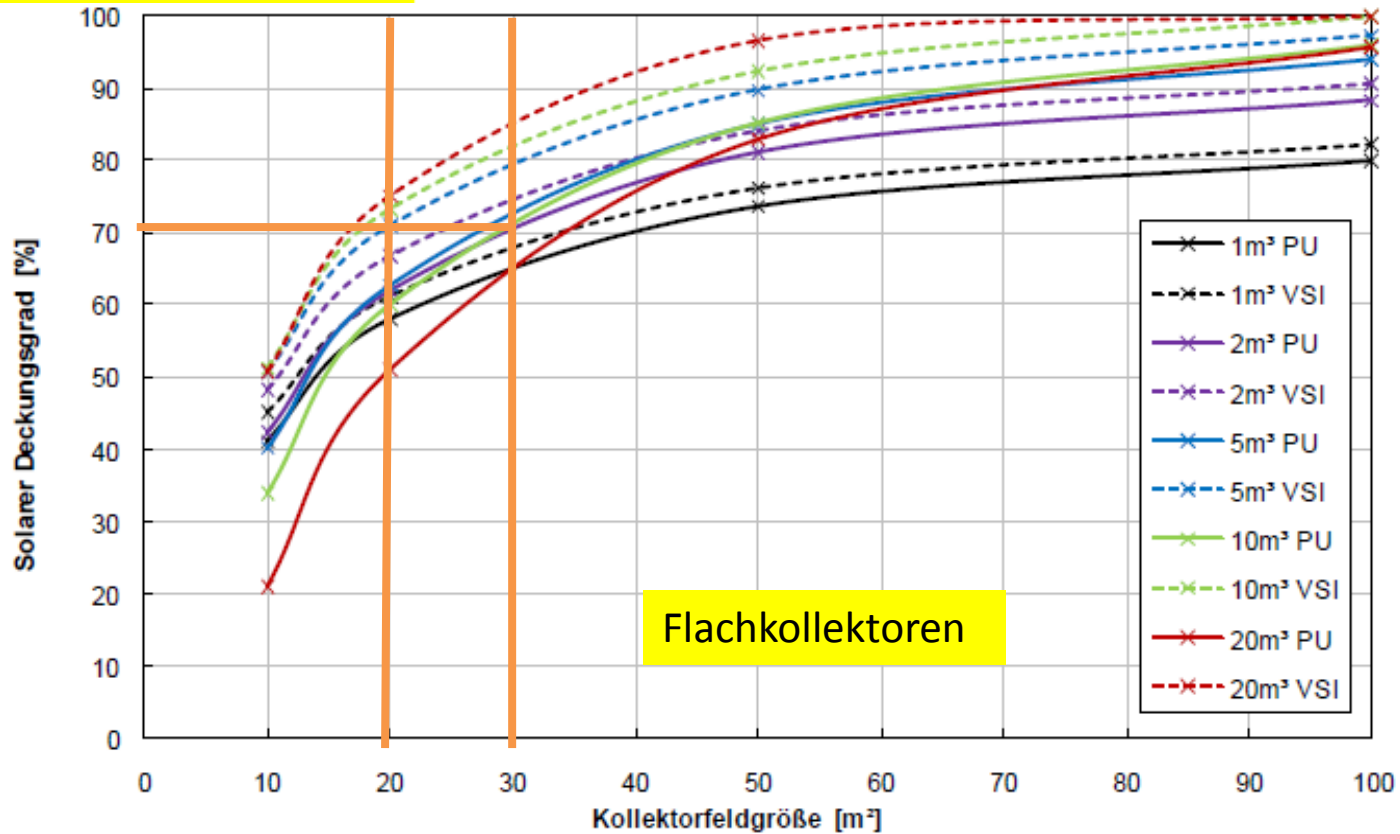
Messung von Abkühlrate dT/dt und $\Delta T = T_{\text{Speicher}} - T_{\text{Umgebung}}$ über 3 Monate



Systemsimulationen: Solaranlage EFH mit VSI-Speicher



HWB 25 kWh/m²a, „3 Liter-Haus“



Hohe solare Deckungsgrade

z.B. 30 m² Kollektoren 5 m³ PU – 72 %
 2 m³ VSI – 75 %
 20 m³ VSI – 85 %

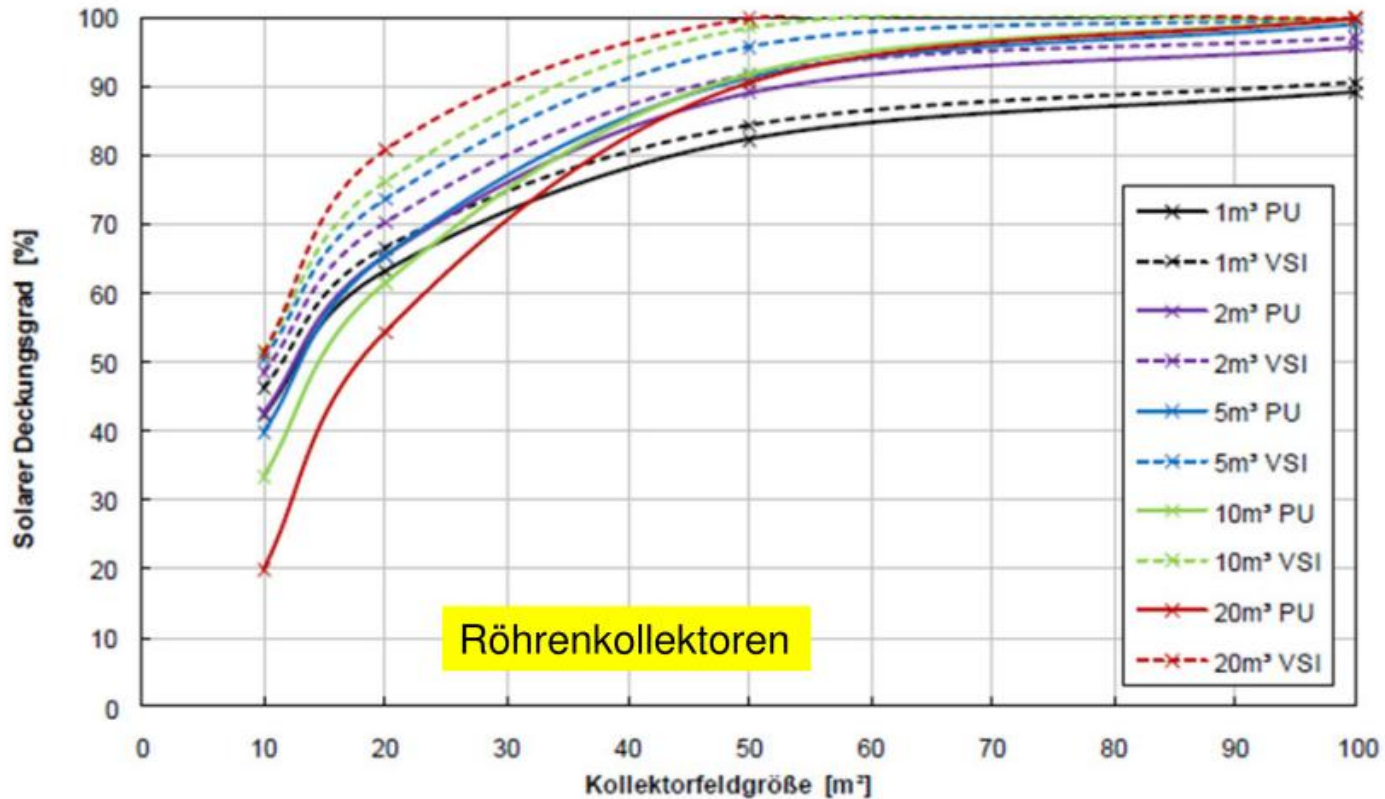
oder 20 m² Kollektoren mit 5 m³ VSI – 72 %

>>> 50 % Ersparnis Speichergröße

>>> 33 % Ersparnis Kollektorfläche

<-> mehr als 50 m² erforderlich mit PU Speicher für 85% Deckung

HWB 25 kWh/m²a, „3 Liter-Haus“



Solarer Deckungsgrad

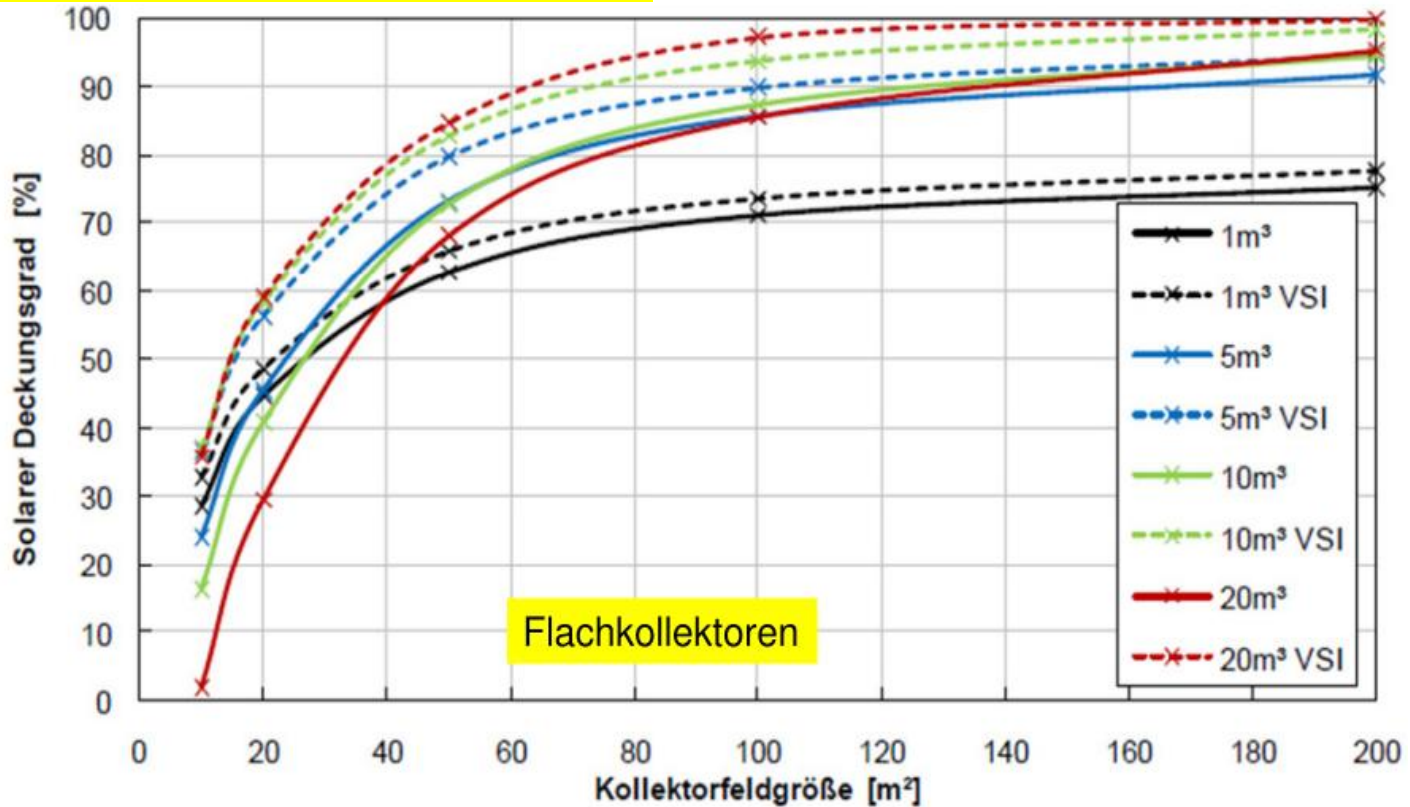
z.B. 50 m² Kollektoren 20 m³ PU – 90 %
 20 m³ VSi – 100 %

oder 33 m² Kollektoren mit 10 m³ VSi – 90 %

>>> 50 % Ersparnis Speichergröße

>>> 30 % Ersparnis Kollektorfläche

HWB 50 kWh/m²a, „Neubau nach ENEC 2009“



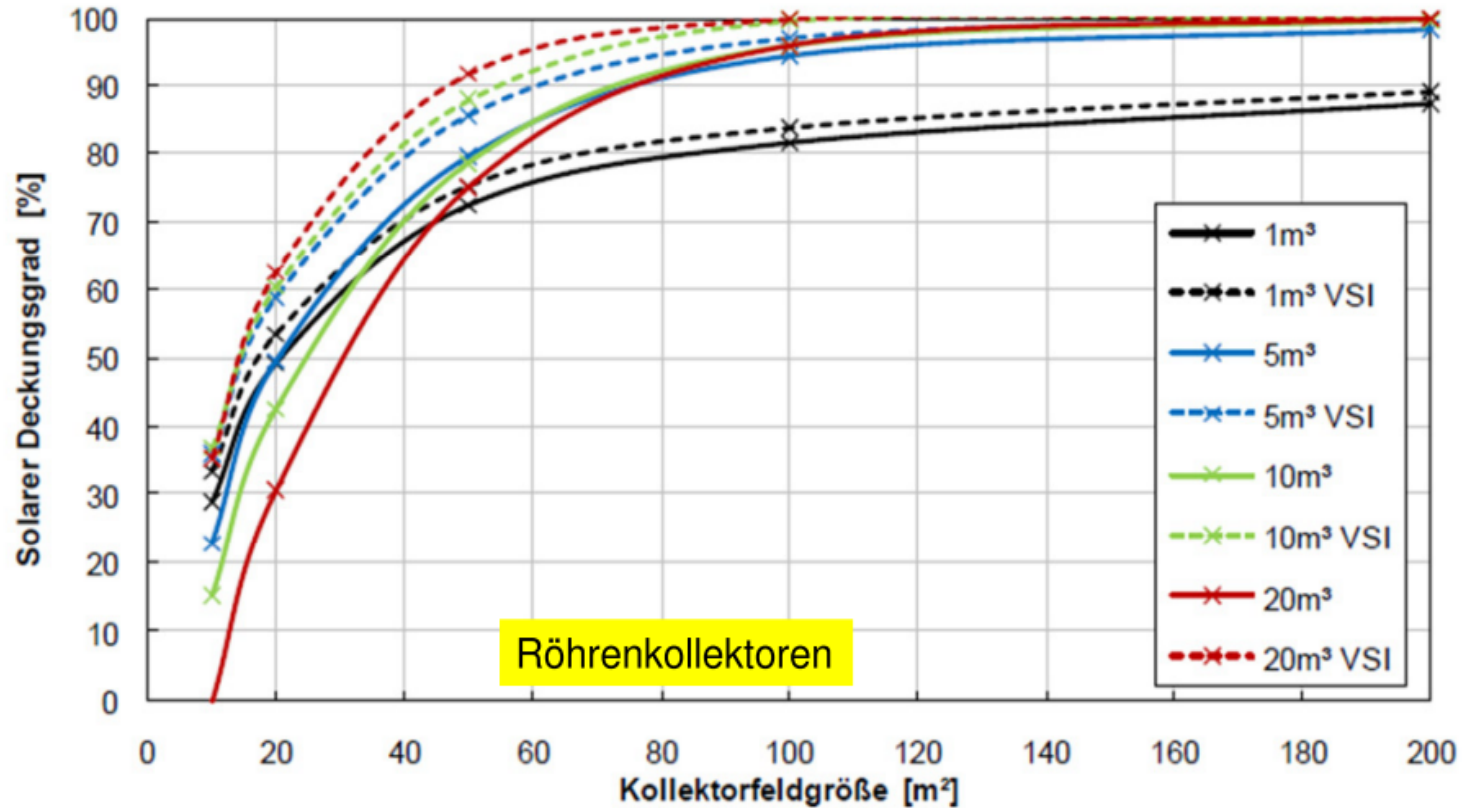
Solarer Deckungsgrad

z.B. 50 m² Kollektoren 20 m³ PU – 68 %
 20 m³ VSi – 85 %
oder 25 m² Kollektoren mit 10 m³ VSi – 68 %

>>> 50 % Ersparnis Speichergröße

>>> 50 % Ersparnis Kollektorfläche

HWB 50 kWh/m²a, „Neubau nach ENEC 2009“



Solarer Deckungsgrad

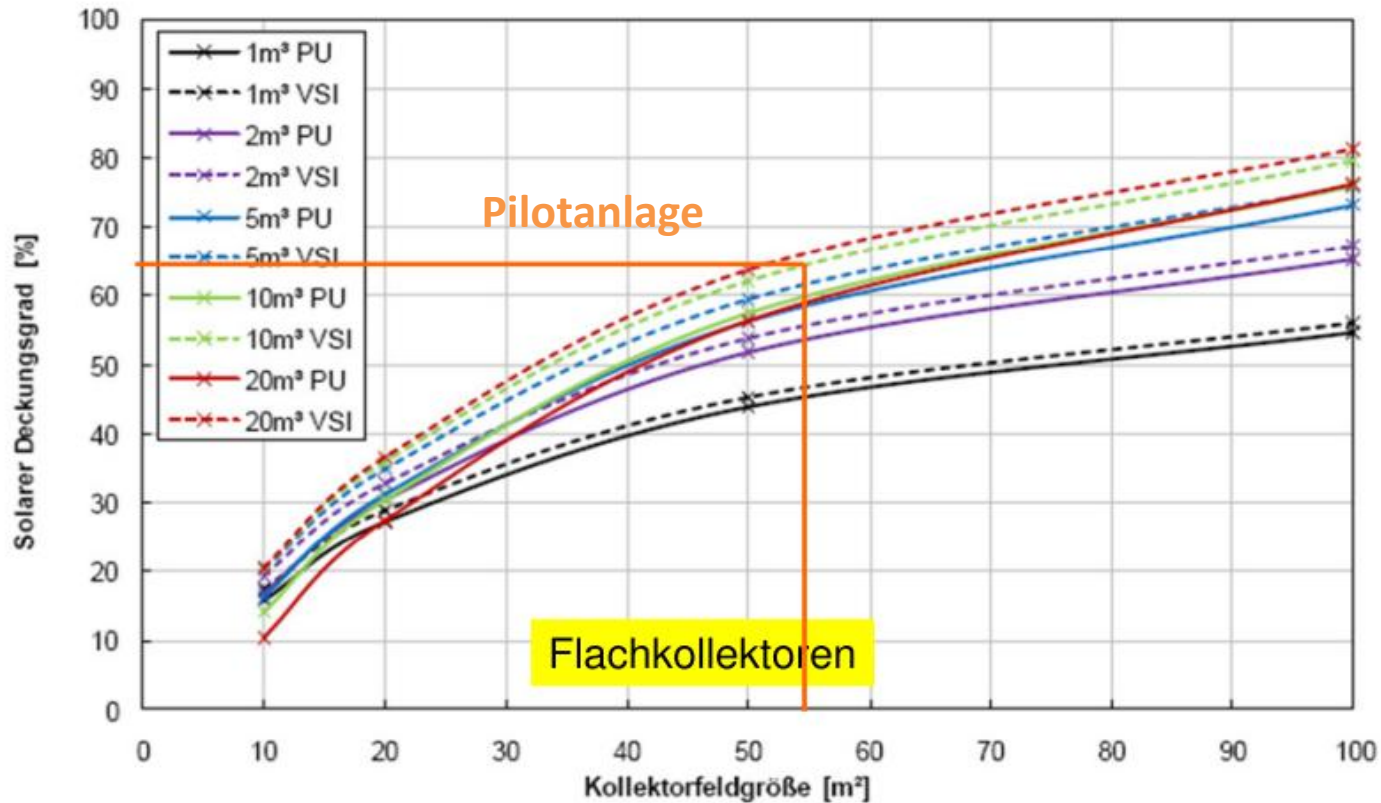
z.B. 40 m² Kollektoren 20 m³ PU – 65 %

 20 m³ VSi – 85 %

oder 22 m² Kollektoren 10 m³ VSi – 82 %

>>> 45 % Ersparnis Kollektorfläche

HWB 150 kWh/m²a, „Altbau“



Solarer Deckungsgrad

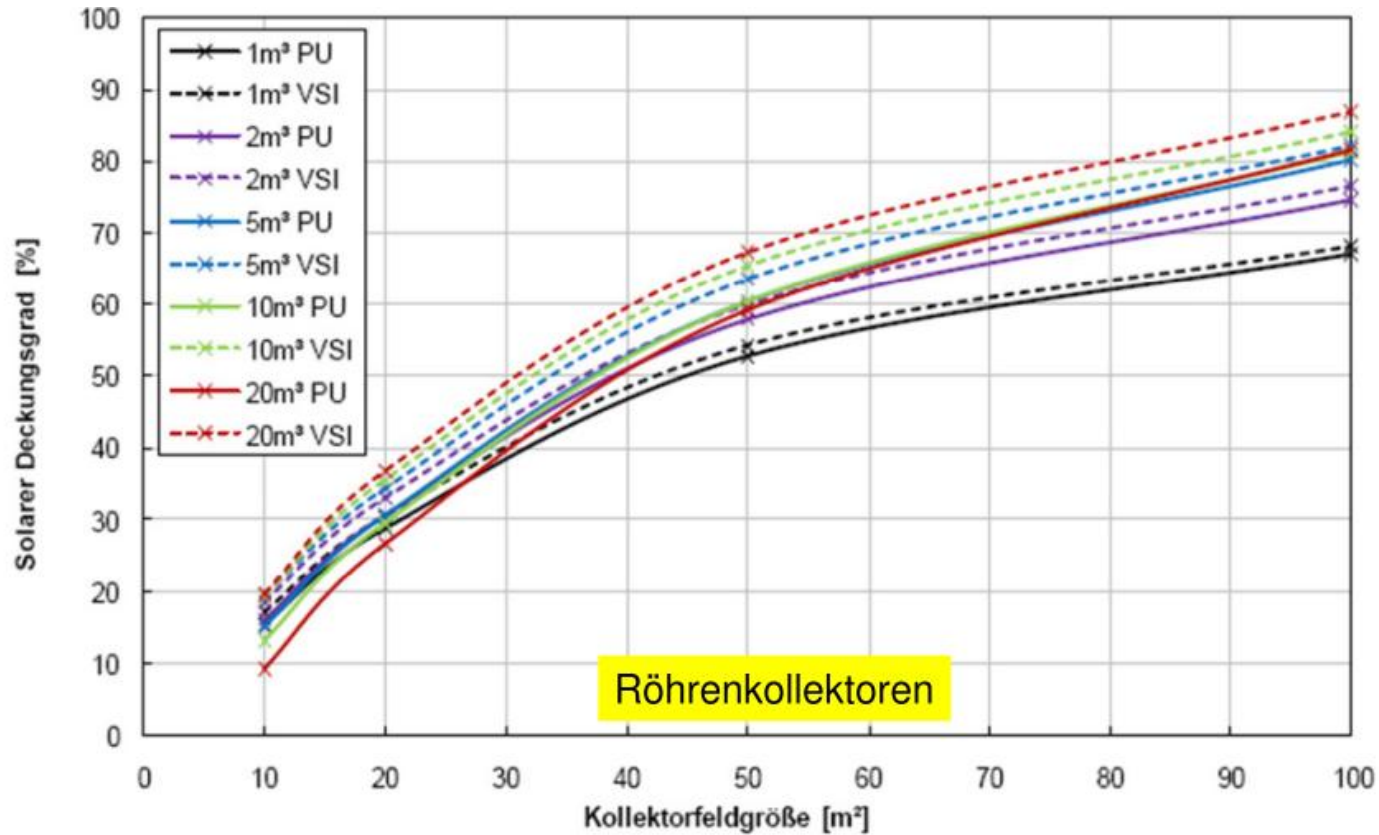
z.B. 70 m² Kollektoren 20 m³ PU – 65 %

 20 m³ VSi – 65 %

oder 55 m² Kollektoren mit 10 m³ VSi – 65 %

>>> 20 % Ersparnis Kollektorfläche

HWB 150 kWh/m²a, „Altbau“



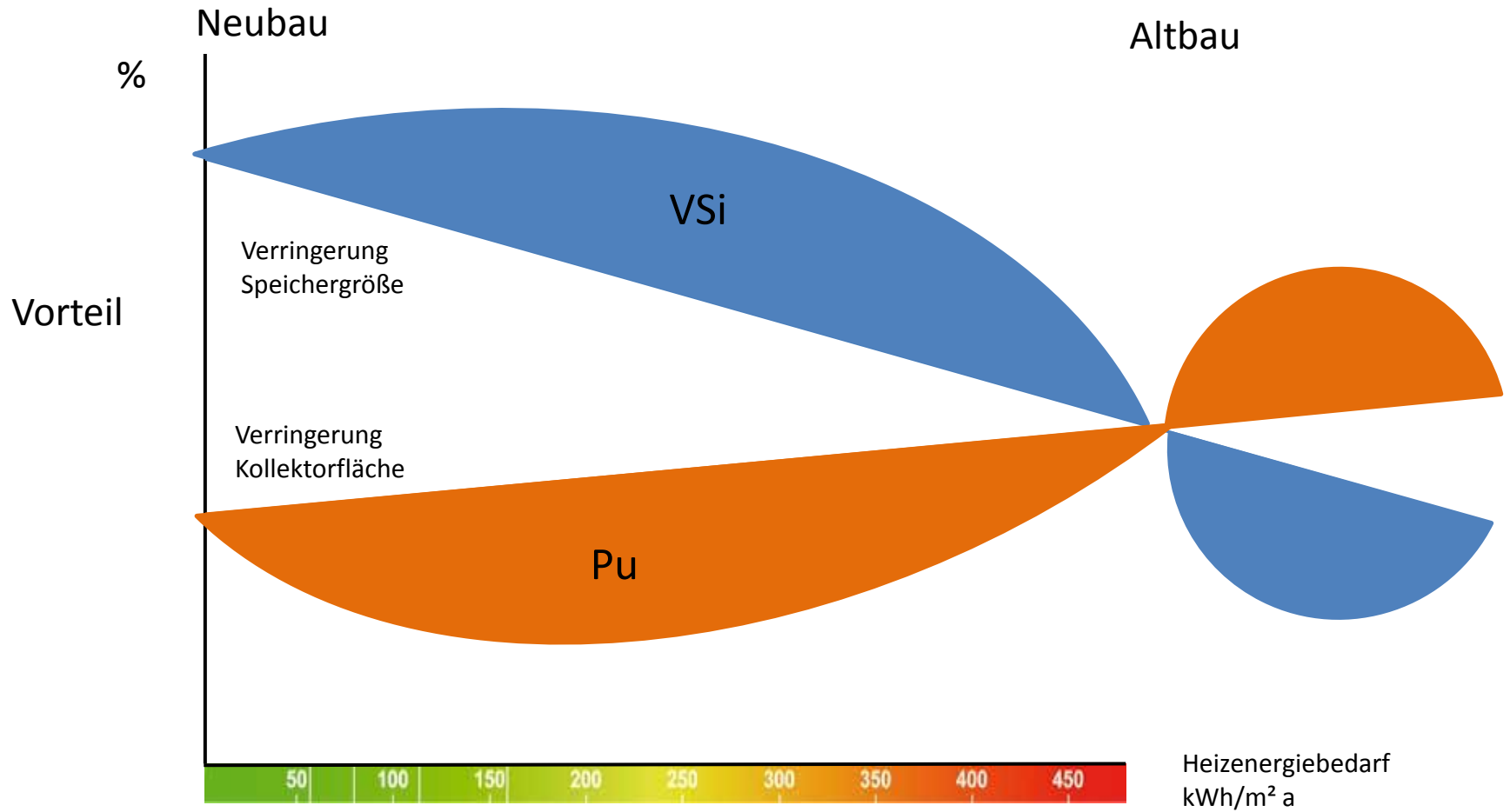
Solarer Deckungsgrad

z.B. 60 m² Kollektoren 20 m³ PU – 65 %

10 m³ PU – 65 %

oder 48 m² Kollektoren mit 10 m³ 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 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 m² WF, 55 m² Flachkollektoren



11 m³ 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**