

CryoSol^{plus}

Paraffin/Wasser Dispersion zur thermischen Energiespeicherung und -verteilung

28.10.2014

Dr.-Ing. Barbara Zeidler-Fandrich



AGENDA

- Thermische Energiespeicherung bei Fraunhofer UMSICHT
- Thermische Speicher
- Phase-Change-Slurries
- Paraffin/Wasser Dispersion CryoSol^{plus}
- Latentkältespeicher ProSolarDSKM

Thermische Energiespeicherung bei Fraunhofer UMSICHT

Thermische Energiespeicher und Systeme

Phase Change Slurries

Thermische Kälte

Wärmespeicher

Technologie- und Systementwicklung



Thermochemische Speicher

Materialentwicklung

Materialcharakterisierung

Konzeptentwicklung



Thermische Energiespeicher

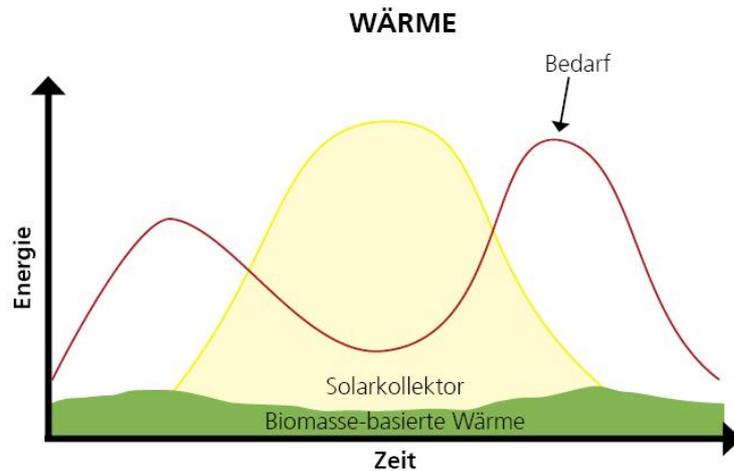
Hochtemperaturspeicher

Latentwärmespeicher

Thermochemische Speicher

Speicherintegration

Warum thermische Energiespeicherung?



Thermische Speicher

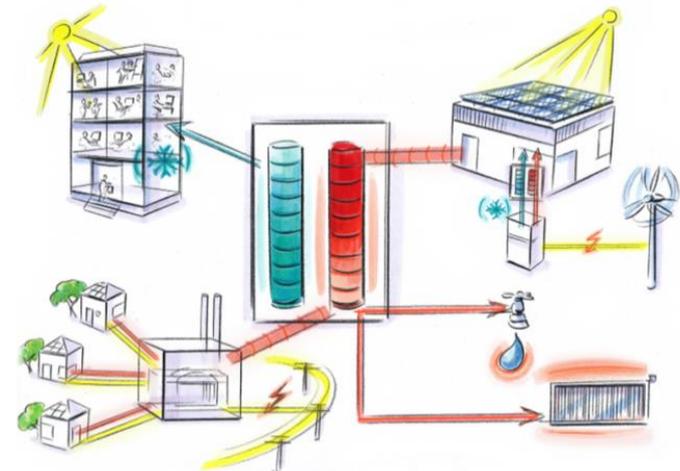
- ermöglichen die bessere Ausnutzung von Primärenergie
- entkoppeln Wärmeanfall und Wärmebedarf

Thermische Speicher mit

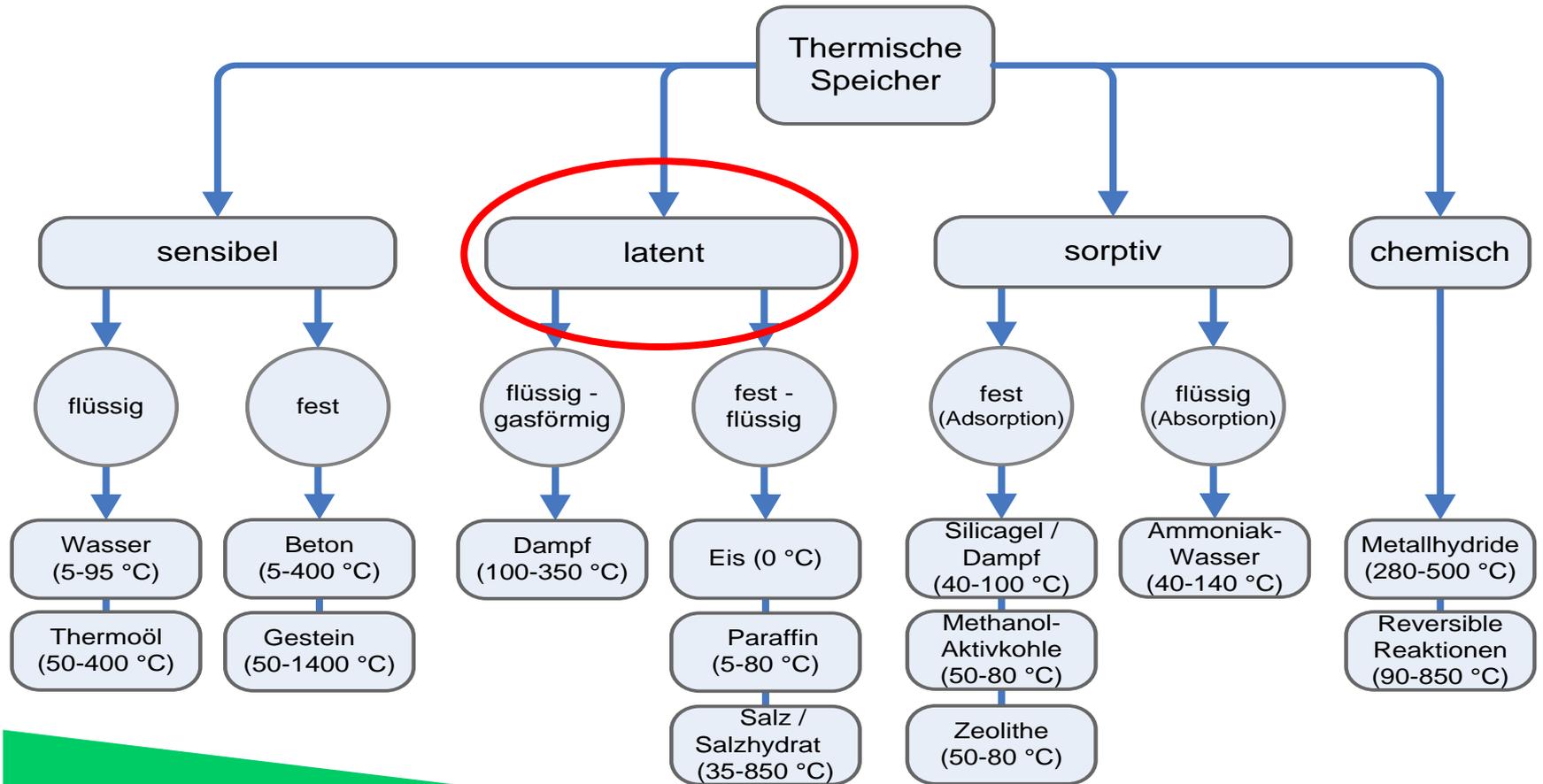
- Wärmepumpen
- Kraft-Wärme-Kopplung
- Nah-/Fernwärme
- Brauchwarmwasser
- Klimatisierung

...entkoppeln elektrischen und thermischen Energiefluss

...ermöglichen den Betrieb von thermischen Speichern als "elektrische Speicher"

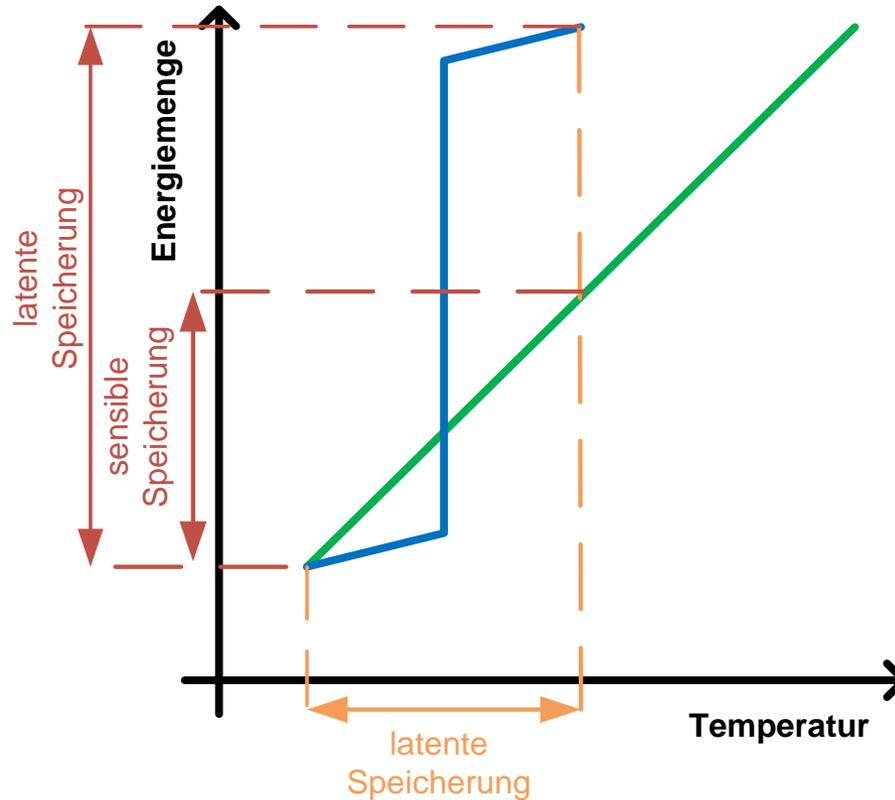


Möglichkeiten der thermischen Energiespeicherung



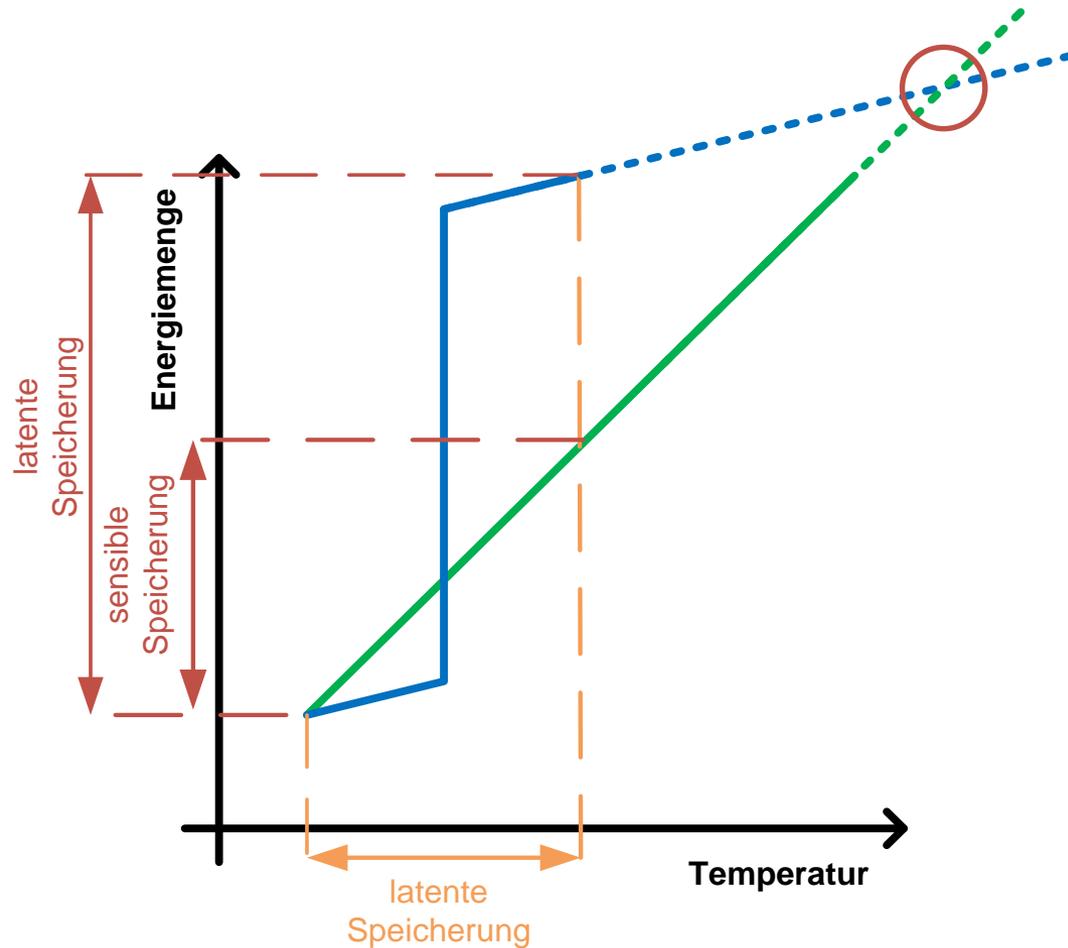
Verbreitung

Latente Wärmespeicherung



sensibler Wärmespeicher 
latenter Wärmespeicher 

Latente Wärmespeicherung



sensibler Wärmespeicher 
latenter Wärmespeicher 

Motivation zum Einsatz von PCS

- Thermische Energiespeicherung mit Wasser
 - Große Speichervolumina und Volumenströme
 - Große Temperaturspreizungen notwendig
- Thermische Energiespeicherung mit PCM
 - Hohe Energiespeicherdichte
 - Schlechter Wärmeübergang
 - Geringe Flexibilität der Speichersysteme
 - Höherer Apparatenaufwand / höhere Kosten
- PCS kombiniert Vorteile
 - Gute Energiespeicherdichte
 - Pumpfähig, mit gutem Wärmeübergang

Pumpfähige Dispersionen – Phase Change Slurries (PCS)

■ Eis/Wasser-Suspensionen (Ice-Slurries)

- Schmelzenthalpie 100 – 150 kJ/kg
- zur Erzeugung Temperatur $< 0\text{ °C}$ notwendig

Ice Slurries

Quelle: Fraunhofer UMSICHT



■ Mikroverkapseltes Paraffin als Paraffin/Wasser-Suspension

- Schmelzenthalpie 50 – 80 kJ/kg
- Entwicklung der Kapselwand

Paraffin/Wasser-Suspension
(mikroverkapselt)

Quelle: Fraunhofer UMSICHT



■ Emulgiertes Paraffin als Paraffin/Wasser-Dispersion

- Schmelzenthalpie 50 – 90 kJ/kg
- Entwicklung der Rezeptur

Paraffin/Wasser-Dispersion
(emulgiert)

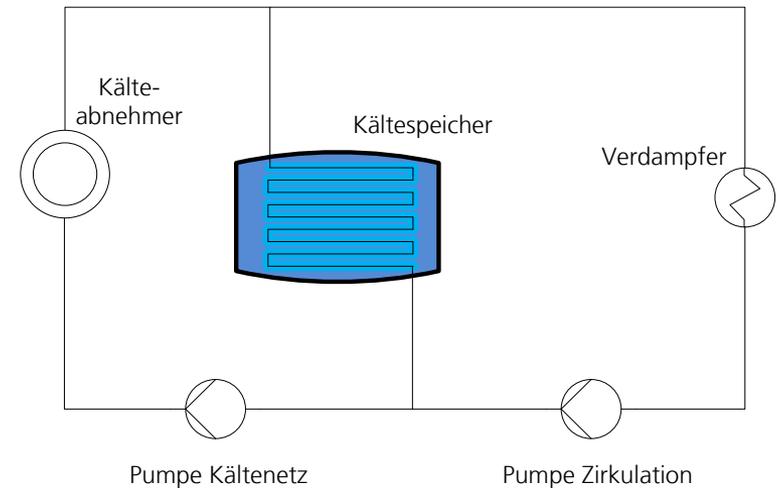
Quelle: Fraunhofer UMSICHT



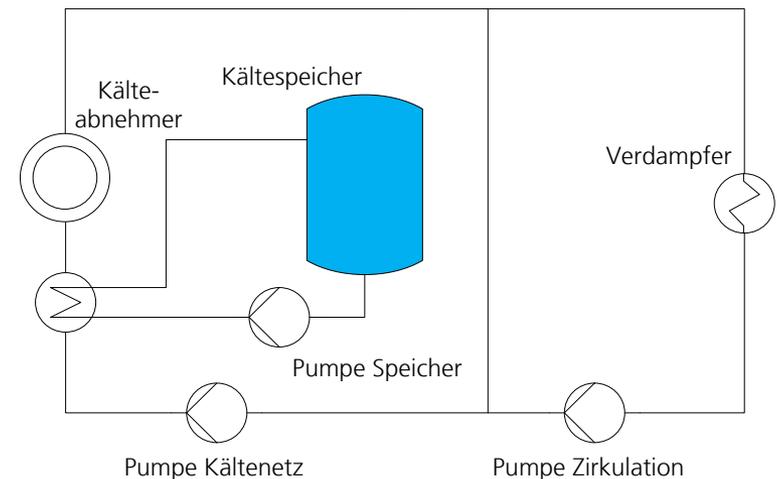
Motivation zum Einsatz von PCS in Speichern

- Erhöhung der Speicherkapazität
- PCM/Eis
 - Leistung wird durch Phasenwechsel verringert
 - „Isolierung“ der Wärmeübertragungsflächen durch Feststoffbildung
- PCS
 - Hohe Speicherleistung durch konvektive Wärmeübertragung
 - Temperaturschichtung oder ideale Durchmischung mit Rührwerk möglich

PCM/Eis Speicher

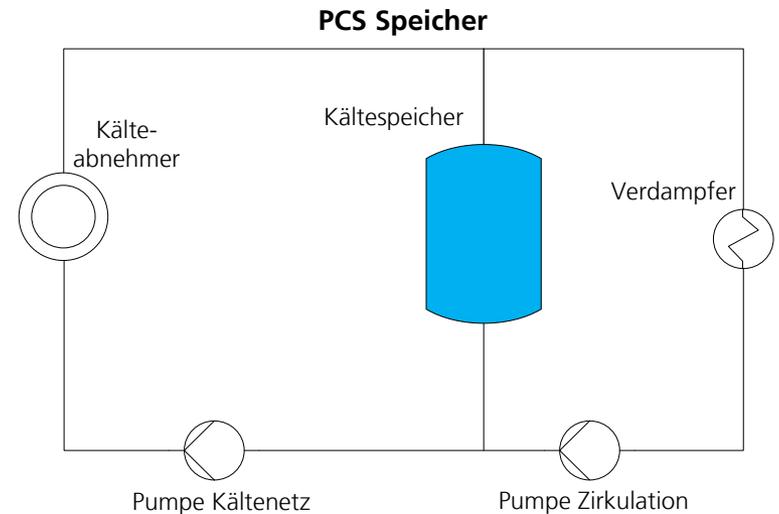


PCS Speicher



Motivation zum Einsatz von PCS in Speichern

- PCS
 - Betrieb mit direkter Durchströmung möglich
 - PCS als Speicher- und Transportmedium
 - Kein zusätzlicher verlustbehafteter Wärmetauscher notwendig
 - Konstantes ΔT bei der Wärmeübertragung erhöht treibende Temperaturdifferenz

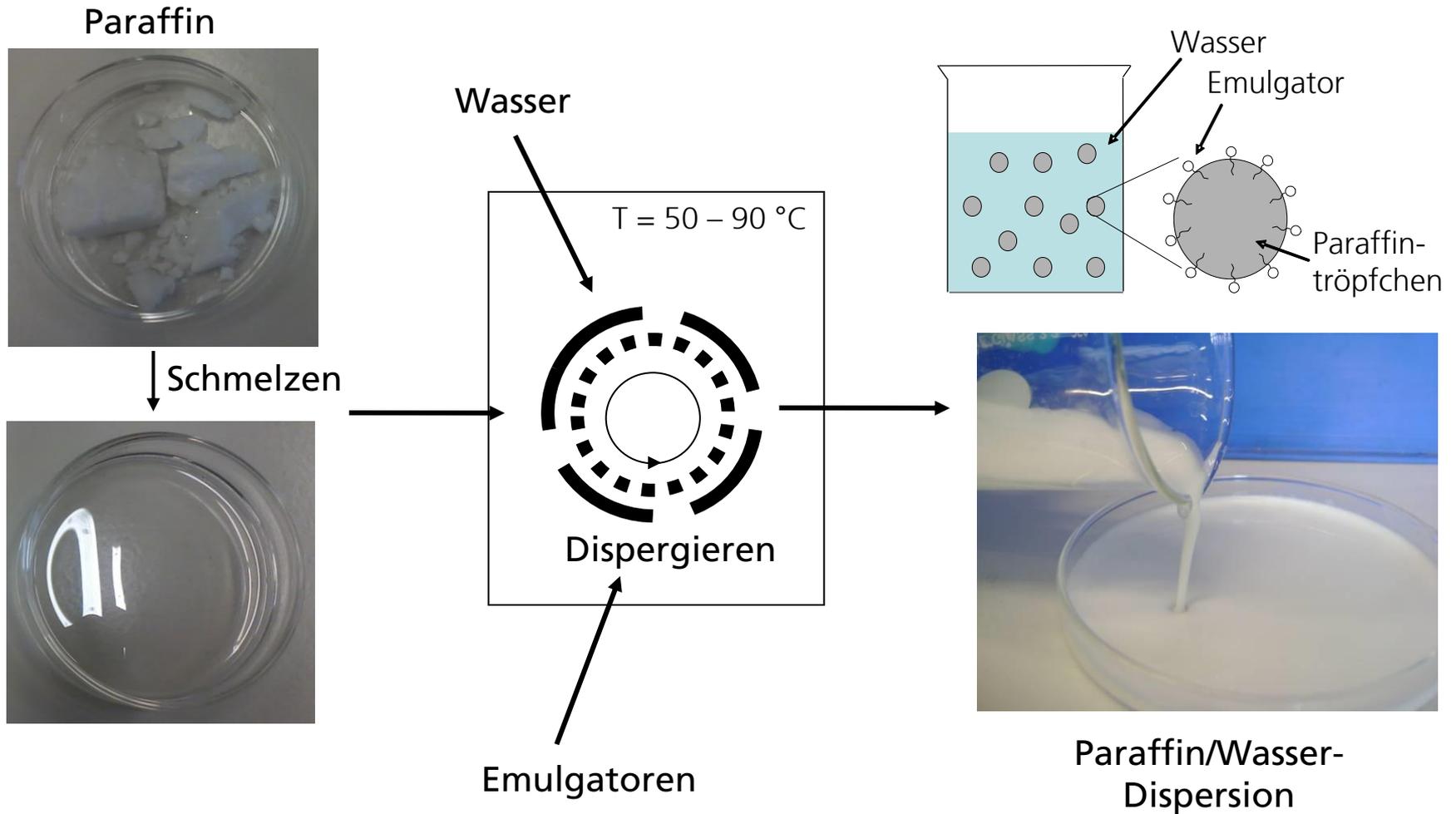


Paraffin/Wasser Dispersion CryoSol^{plus}

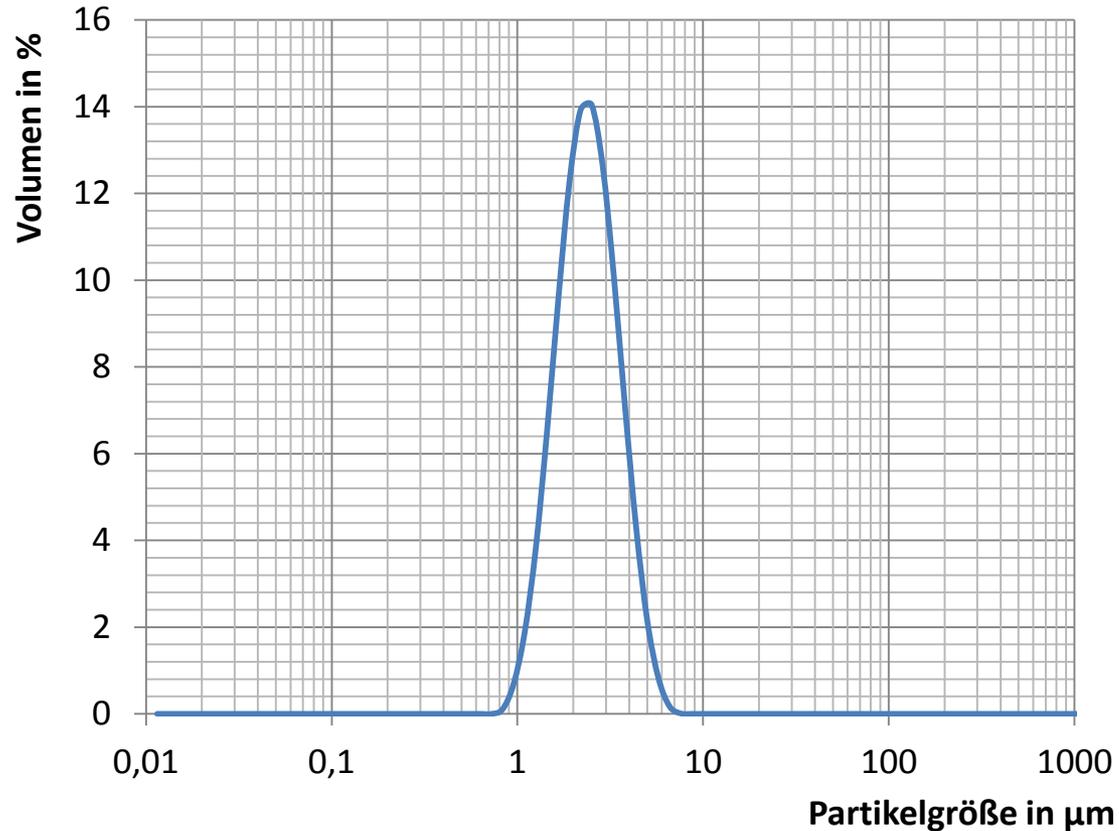
CryoSol^{plus} – Dispersion von Paraffin in Wasser

- Phasenwechselmaterial Paraffin mit hoher Schmelzenthalpie
 - Transportmedium Wasser für die Fließfähigkeit und Verbesserung des Wärmeaustauschs
 - Keine Verkapselung, Stabilisierung mit Tensiden
 - Nicht toxisch, nicht brennbar
-
- Verglichen zu Wasser 2-3 fache Menge Energie speicherbar
 - Guter Wärmeaustausch
 - Quasi-konstante Temperatur im Phasenwechsel
 - Energiespeicher und -transport

Herstellung der Paraffin/Wasser-Dispersion CryoSol^{plus}

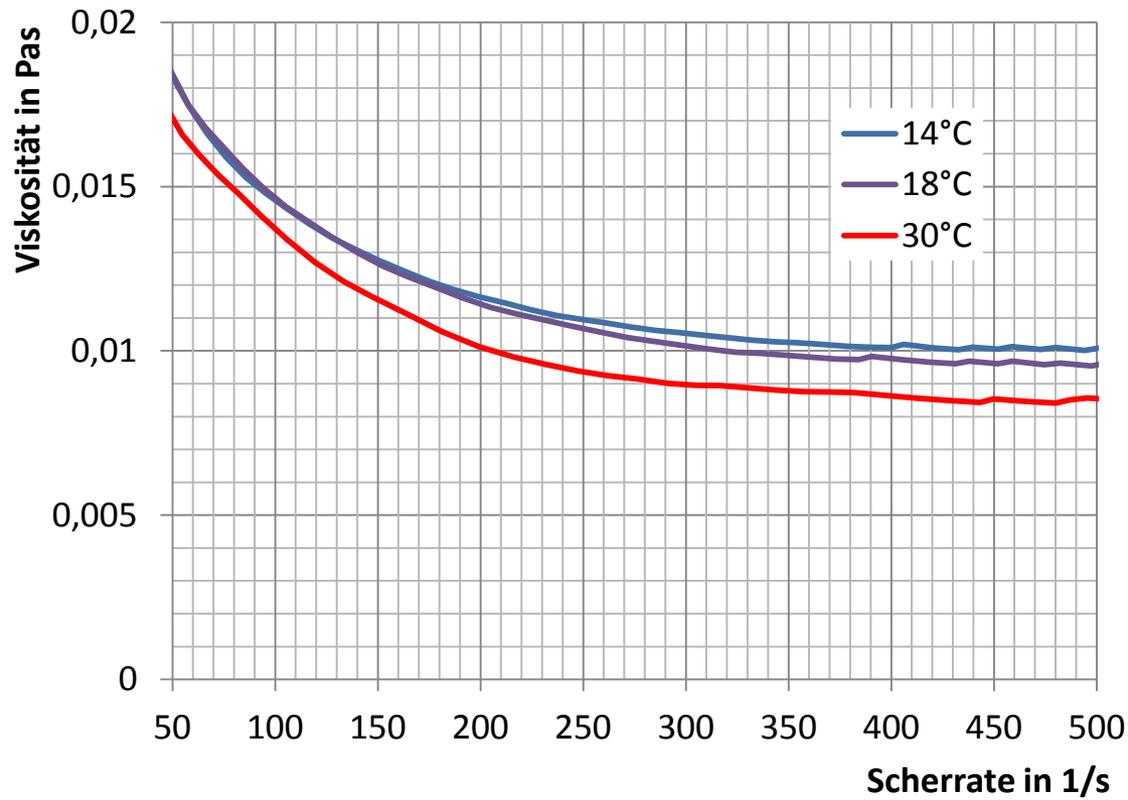


Eigenschaften des PCS CryoSol^{plus}



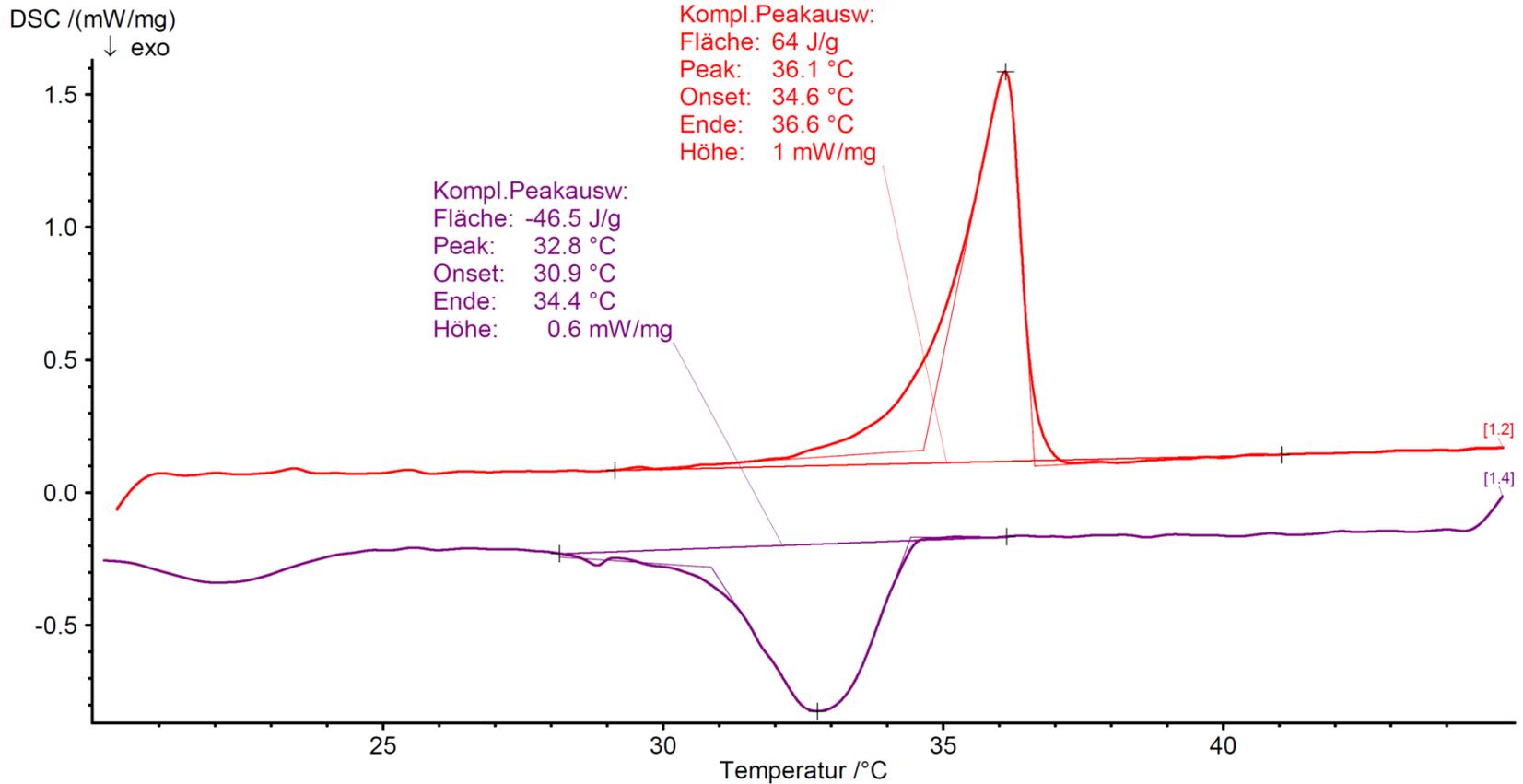
Partikelgrößenverteilung einer Dispersion mit 30 % Paraffinanteil

Eigenschaften des PCS CryoSol^{plus}



Viskosität der Dispersion mit 30 % Paraffinanteil (Schmelzpunkt 18 °C) bei verschiedenen Temperaturen

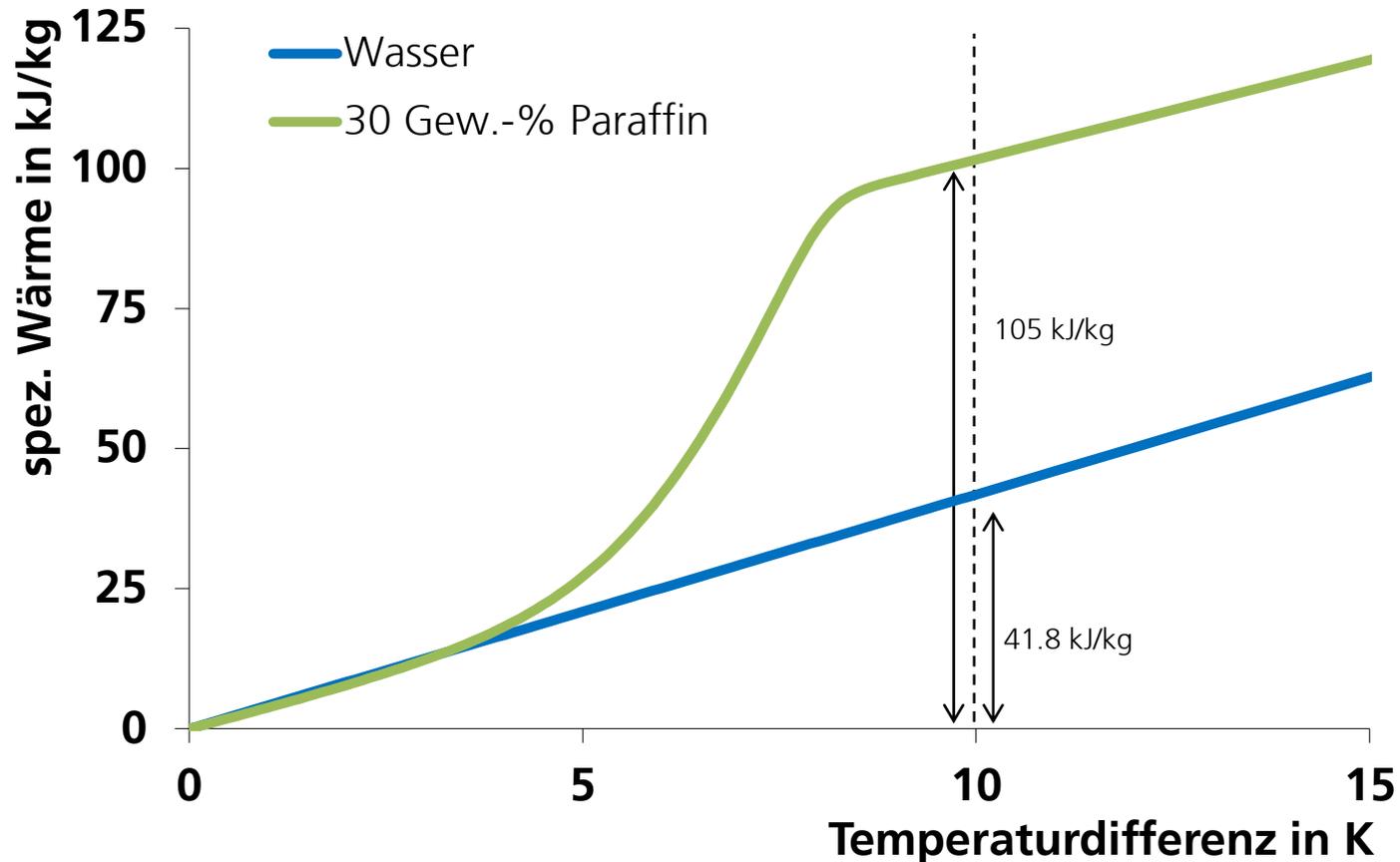
Eigenschaften des PCS CryoSol^{plus}



DSC-Messung einer Dispersion mit 30 % Paraffinanteil (C-20er Kettenlänge) [2 K/min]

Eigenschaften des PCS CryoSol^{plus}

Vergleich der spezifischen Wärmespeicherung von Wasser, PCS

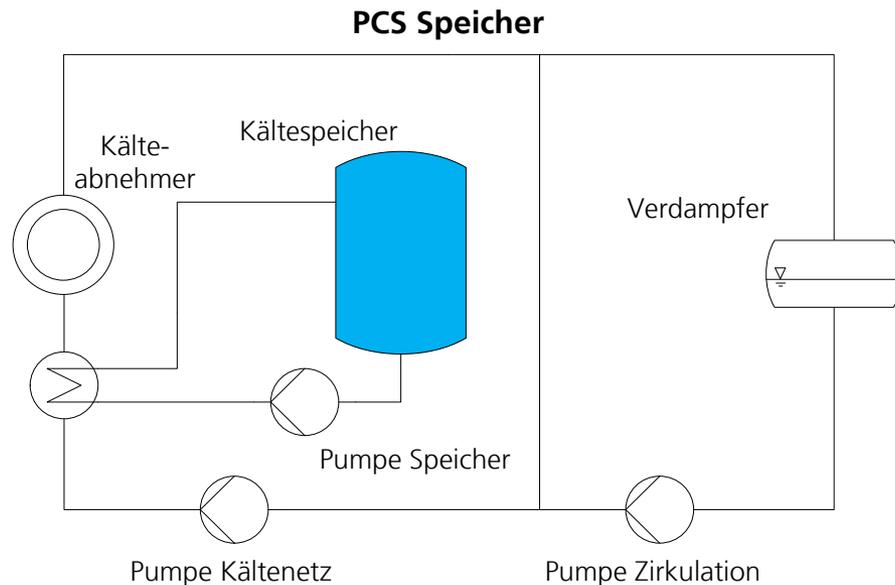


Eigenschaften des PCS CryoSol^{plus}

- Speicherbare Energie
 - Je nach Konzentration 50 bis 90 kJ/kg (+ 3.2 kJ/kgK)
- Schmelzpunkte
 - Paraffinabhängig, aber weitestgehend frei einstellbar
 - Derzeit verfügbare Rezepturen bei: 11, 18, 21, 28, 36, 44 °C
- Partikelgrößen zwischen 1-10 µm
- Viskosität zwischen 10-30 mPa s

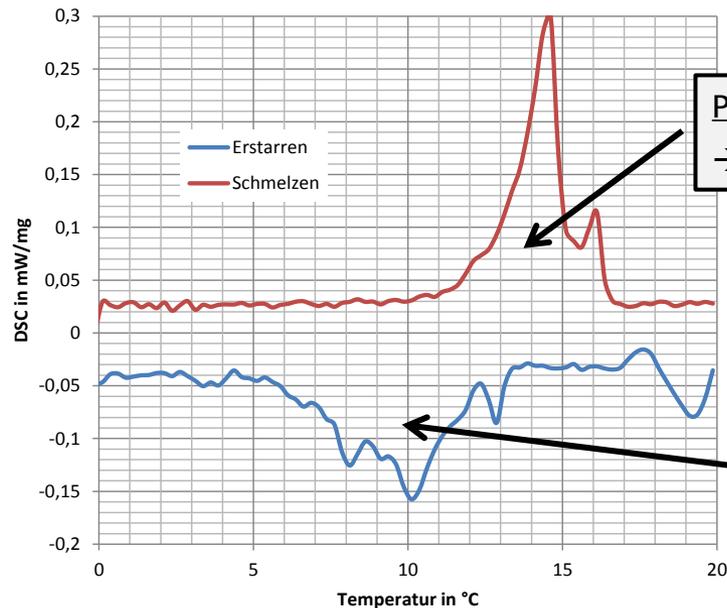
Latentkältespeicher ProSolarDSKM

- Speichervolumen: 1,5 m³
- Paraffinanteil 30 % (Mischung aus 2 Paraffinen)
- Schmelzwärme: 55 kJ/kg
- Spez. Wärmekapazität: 3,5 kJ/kgK
- Speicherkapazität: ca. 25 kWh



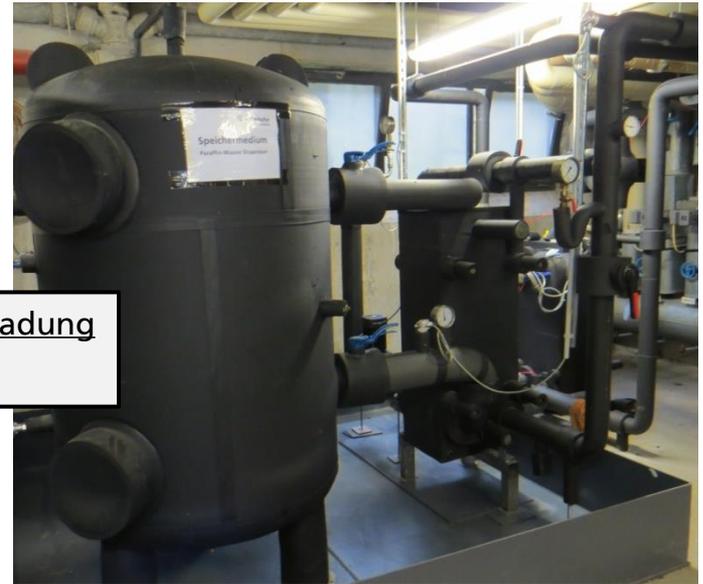
Latentkältespeicher ProSolarDSKM

- Speichervolumen: 1,5 m³
- Paraffinanteil 30 % (Mischung aus 2 Paraffinen)
- Schmelzwärme: 55 kJ/kg
- Spez. Wärmekapazität: 3,5 kJ/kgK
- Speicherkapazität: ca. 25 kWh



Phasenwechsel Entladung
→ 12 – 16°C

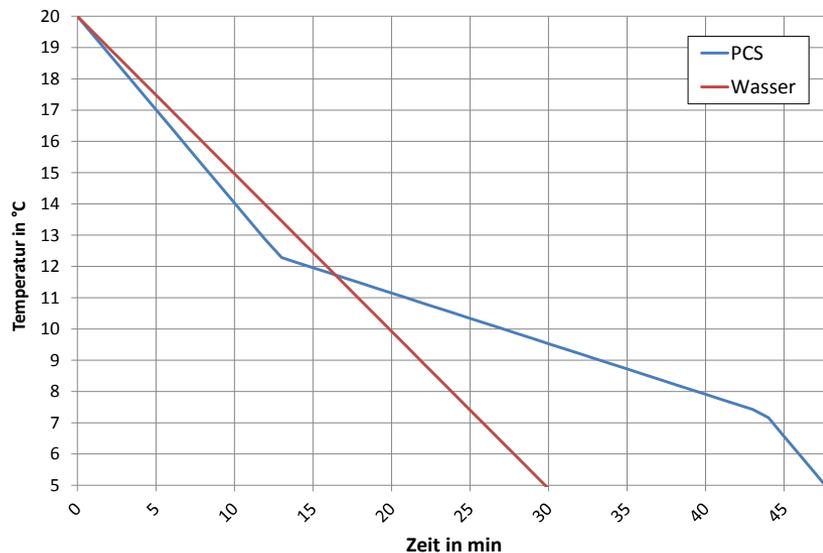
Phasenwechsel Beladung
→ 7 - 12°C



Latentkältespeicher ProSolarDSKM

- Speichervolumen: 1,5 m³
- Paraffinanteil 30 % (Mischung aus 2 Paraffinen)
- Schmelzwärme: 55 kJ/kg
- Spez. Wärmekapazität: 3,5 kJ/kgK
- Speicherkapazität: ca. 25 kWh

Beladung des Speichers (Ladeleistung 50 kW)

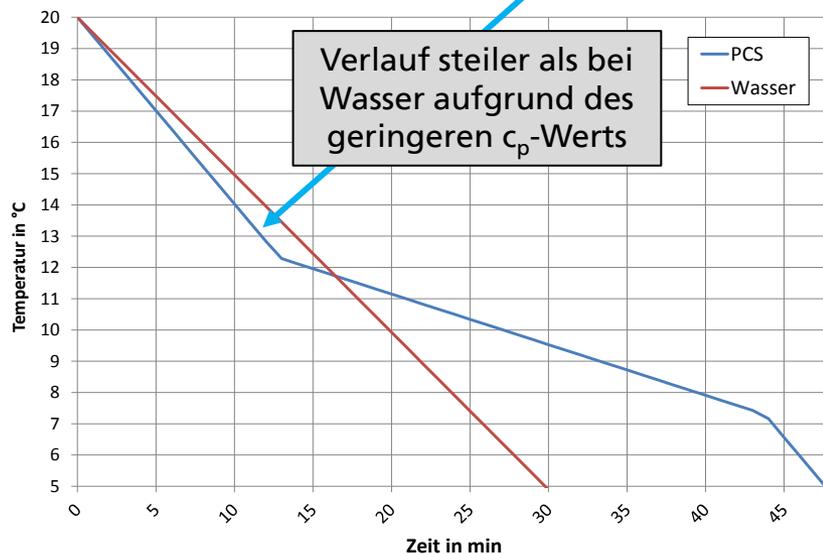


Ein vergleichbarer Kaltwasserspeicher hat eine Speicherkapazität von ca. 9 kWh (bei $\Delta T = 5 \text{ K}$)!

Latentkältespeicher ProSolarDSKM

- Speichervolumen: 1,5 m³
- Paraffinanteil 30 % (Mischung aus 2 Paraffinen)
- Schmelzwärme: 55 kJ/kg
- Spez. Wärmekapazität: 3,5 kJ/kgK
- Speicherkapazität: ca. 25 kWh

Beladung des Speichers (Ladeleistung 50 kW)

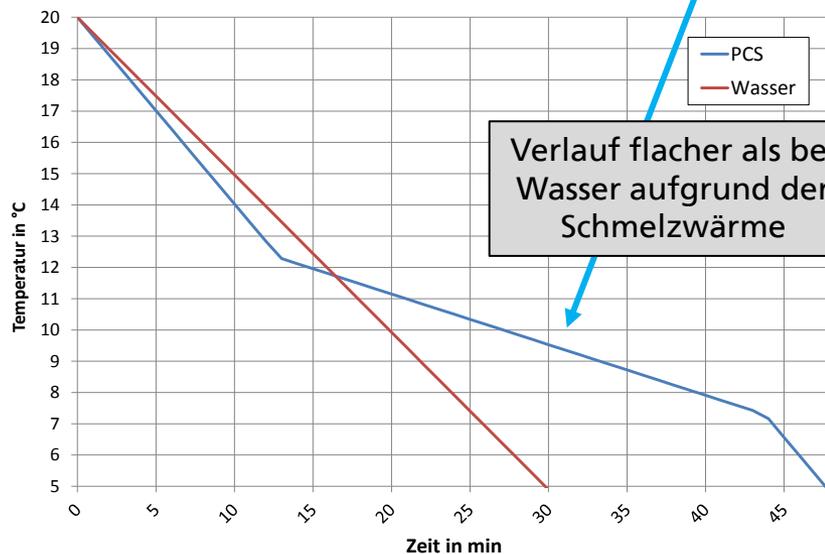


Ein vergleichbarer Kaltwasserspeicher hat eine Speicherkapazität von ca. 9 kWh (bei $\Delta T = 5 \text{ K}$)!

Latentkältespeicher ProSolarDSKM

- Speichervolumen: 1,5 m³
- Paraffinanteil 30 % (Mischung aus 2 Paraffinen)
- Schmelzwärme: 55 kJ/kg
- Spez. Wärmekapazität: 3,5 kJ/kgK
- Speicherkapazität: ca. 25 kWh

Beladung des Speichers (Ladeleistung 50 kW)



Ein vergleichbarer Kaltwasserspeicher hat eine Speicherkapazität von ca. 9 kWh (bei $\Delta T = 5 \text{ K}$)!

FRAUNHOFER UMSICHT

Thermal Energy Storage

**Thank you very much
for your attention!**

Contact:

Fraunhofer UMSICHT

Osterfelder Str. 3
46047 Oberhausen
Germany

E-mail: info@umsicht.fraunhofer.de
Internet: <http://www.umsicht.fraunhofer.de>

Dr.-Ing. Barbara Zeidler-Fandrich

Phone: +49 208-8598-1143
E-mail: barbara.zeidler-fandrich@umsicht.fraunhofer.de



Foto: photocase.de