

TECHNOLOGIEÜBERBLICK SOLARTURMSYSTEME FÜR HOCHTEMPERATURWÄRME

22. Sonnenkolloquium 10.07.2019, Köln

Deutsches Zentrum für Luft und Raumfahrt (DLR)
Institut für Solarforschung

Ralf Uhlig, Peter Schwarzbözl
Miriam Ebert, Lars Amsbeck



Knowledge for Tomorrow



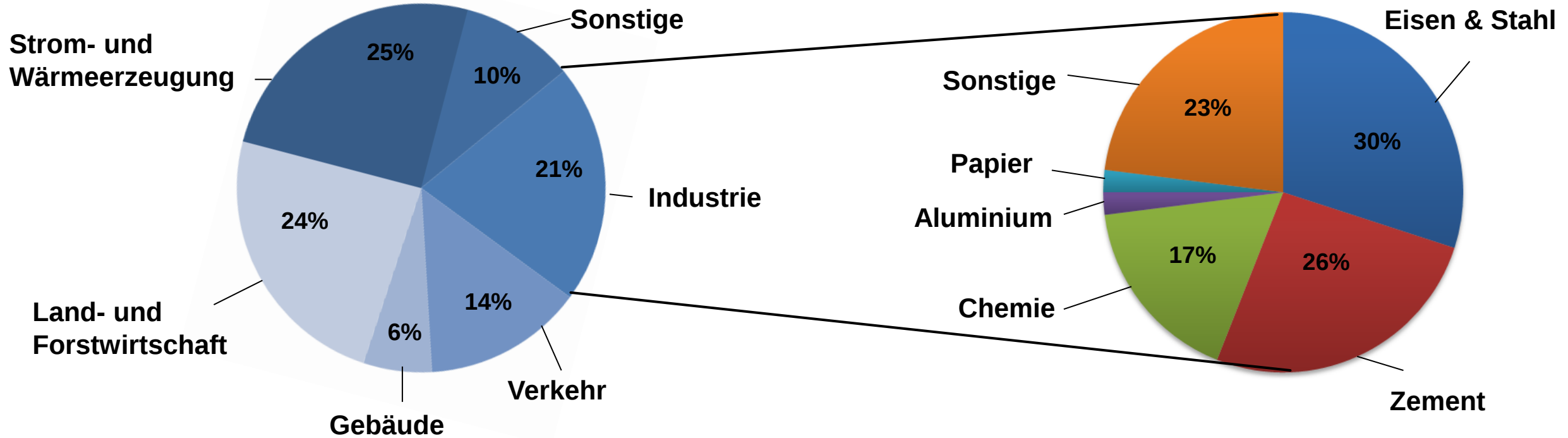
Überblick

- Motivation
- Solarturmsysteme für Hochtemperaturanwendungen
 - Flüssigsalzsysteme
 - Luftsysteeme
 - Partikelsysteme
- Beispiele für Anwendungen
- Zusammenfassung



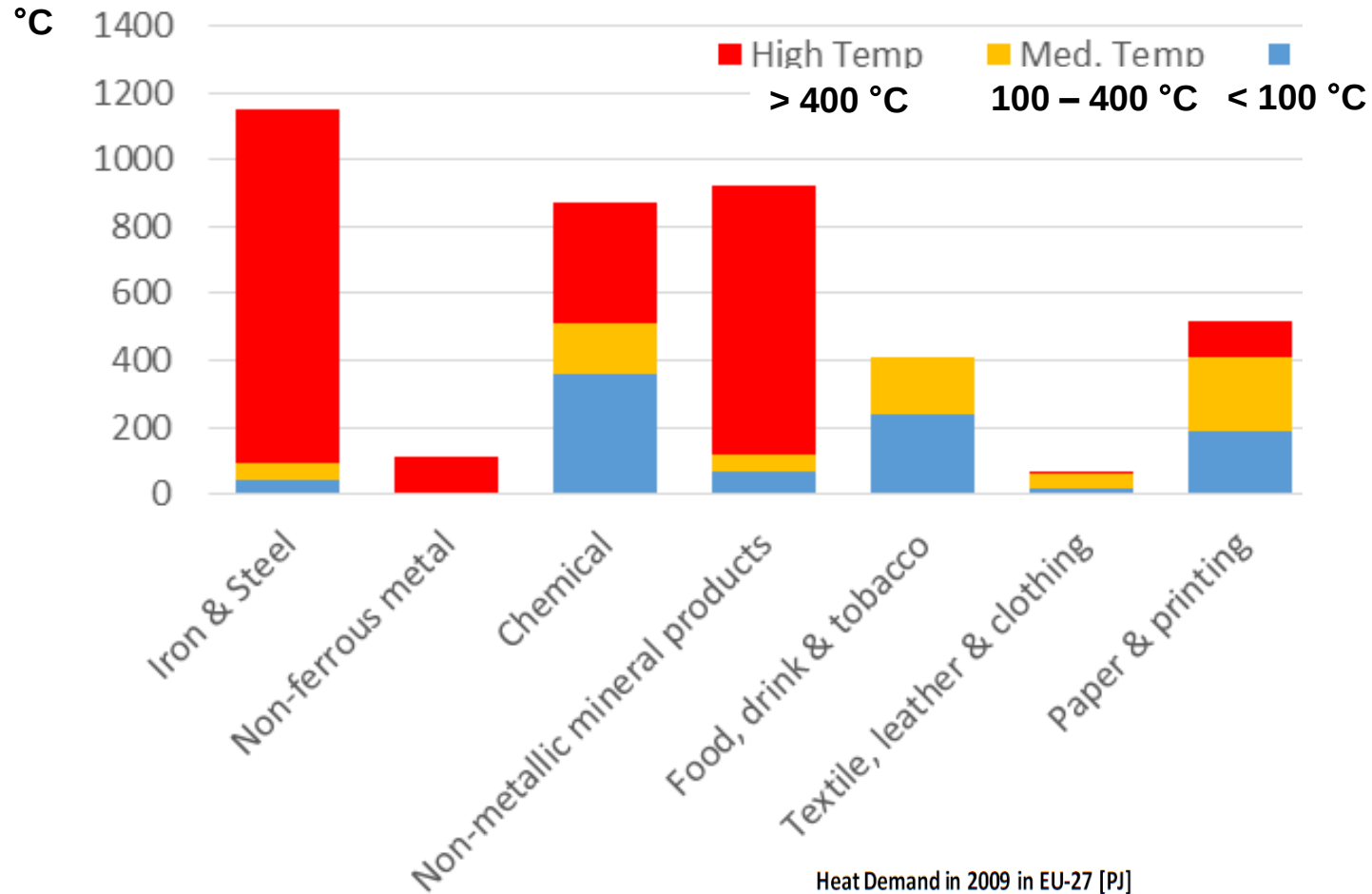
Motivation

- Ca. 21% der globalen CO₂ Emissionen aus Industrie (10.3 Gt/a) [\[IPCC 2014\]](#).
- Anteil Prozesswärme des industriellen Energiebedarfes ca. 80%
- Stahl- und Zementindustrie verursachen ca. 56% der Industrieemissionen. [\[IEA 2009\]](#).



Motivation

➤ Ca. 50% der Prozesswärmeanwendungen > 400 °C



Heat Demand in 2009 in EU-27 [PJ]



Solarturmsysteme für Hochtemperaturwärme

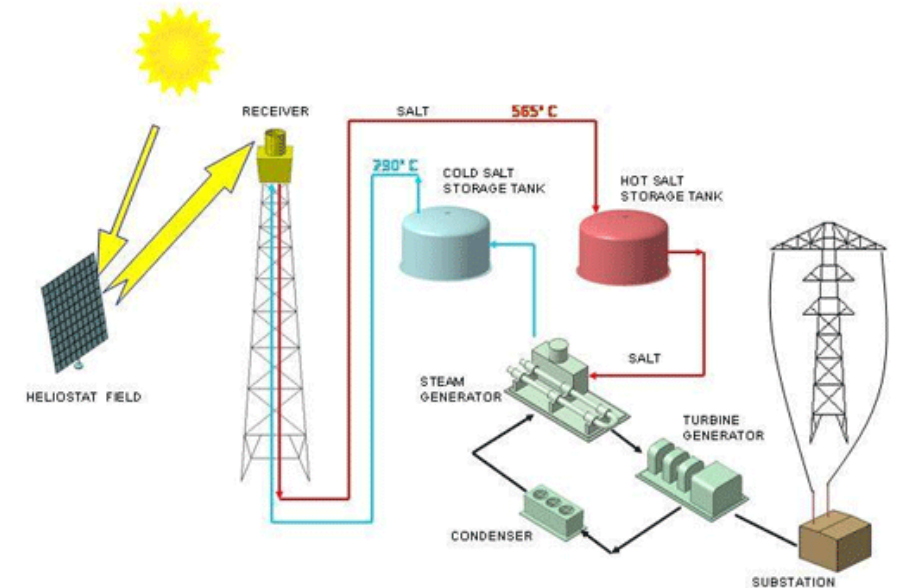
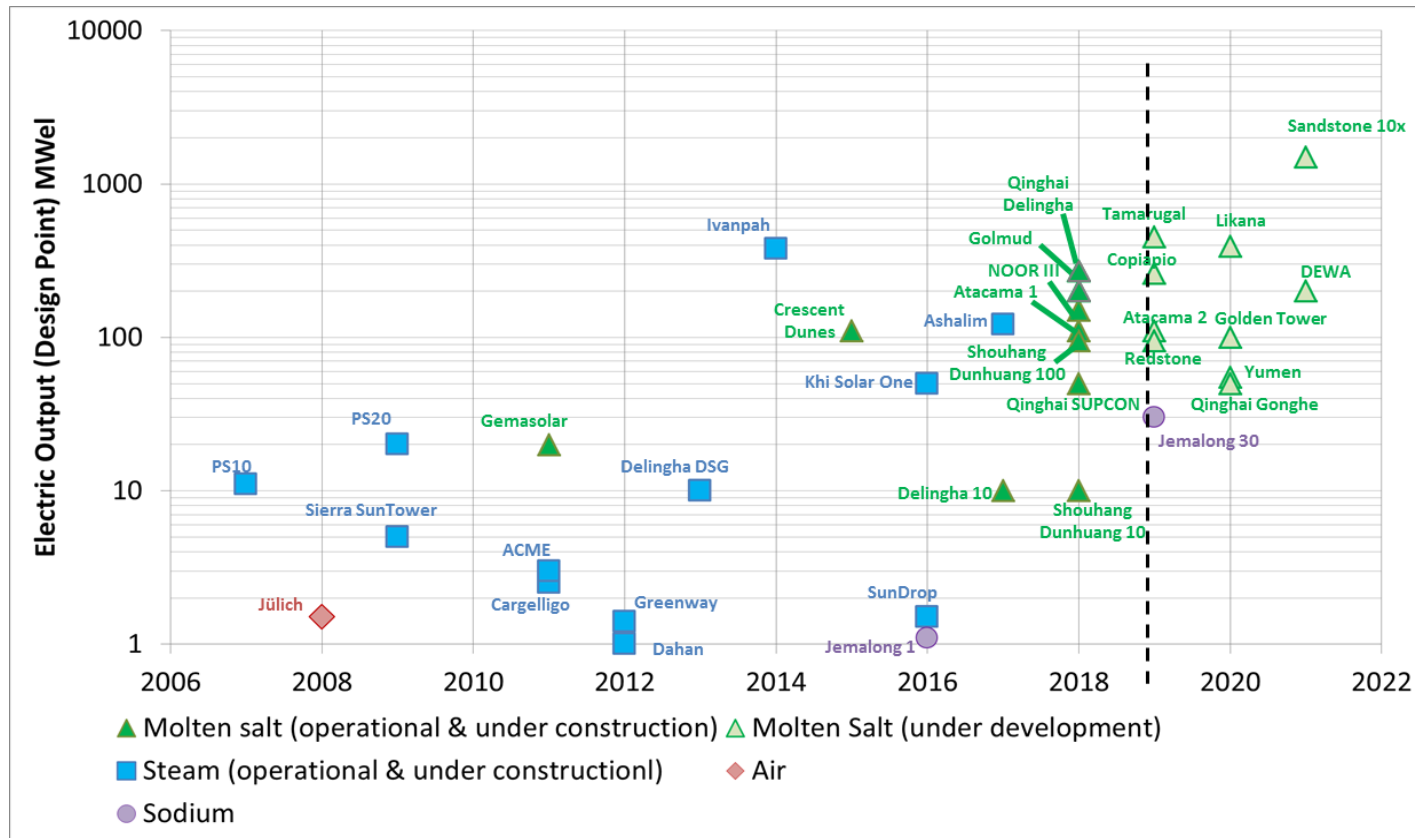
- Solarturmsysteme:
 - Temperaturen $> 1000\text{ °C}$
 - Hohe Wirkungsgrade
- Wärmeträger definieren nutzbarer Temperaturbereich
- Systemvorauswahl:
 - Temperaturen $> 400\text{ °C}$
 - 24/7 Betrieb durch thermische Speicher
 - Einfache Hybridisierbarkeit
 - Reifegrad für industrielle Umsetzung gegeben
- Folgende Solarturmsysteme werden betrachtet:
 - Flüssigsalz
 - Luft
 - Partikel



Quelle: SOLARRESERVE.com

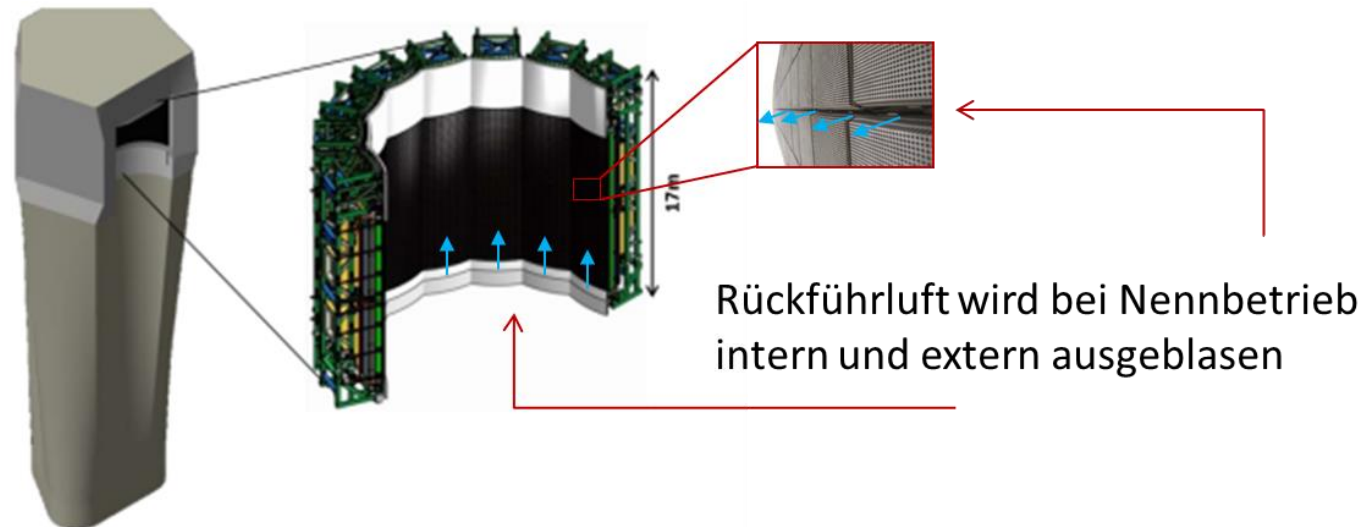
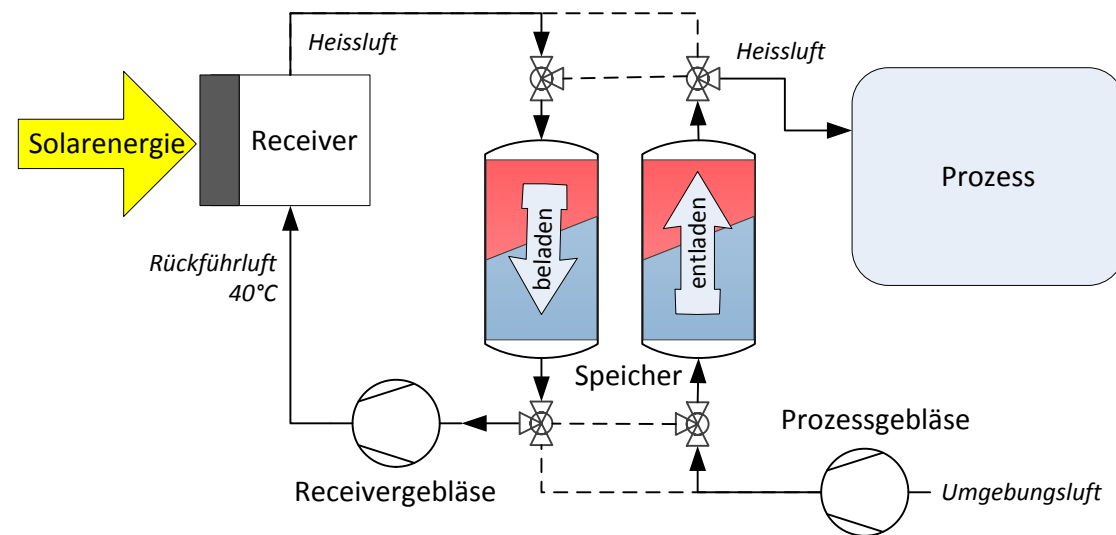
Solarturmsysteme mit Salzschnmelzen als Wärmeträger

- Solarturmkraftwerke mit Salzschnmelzen dominieren zur Zeit
- Salzschnmelze wird im Receiver von ca. 290 °C auf 565 °C erhitzt
- Speicherung in isolierten Tanks
- Prozesswärmenutzung durch Dampf oder erhitzte Luft möglich



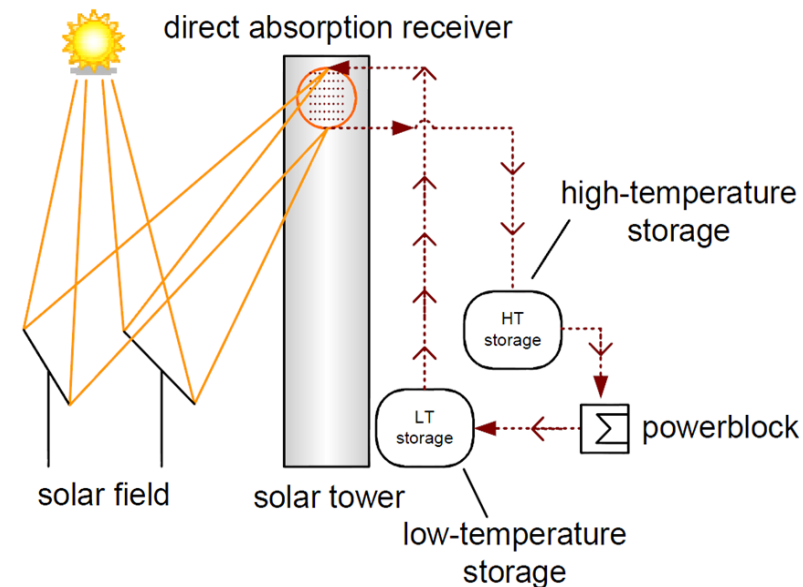
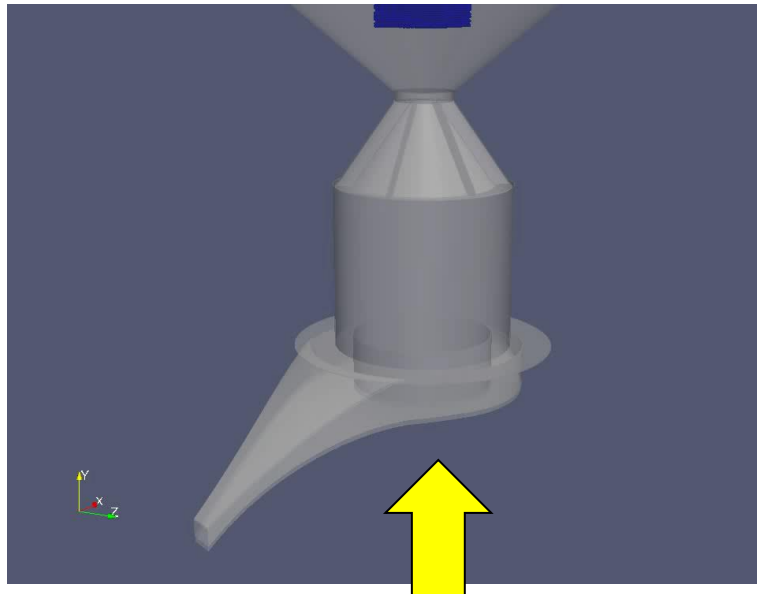
Solarturmsysteme mit Luft als Wärmeträger

- Erhitzung Umgebungsluft in keramischen Wabenkörper (700°C)
- Rückfuhrluft (untere Prozesstemperatur) zur Kühlung der Struktur.
- Wiedereinsaugen der Rückfuhrluft ermöglicht hohe Wirkungsgrade (90%)
- Druckloser Speicher mit keramischen Körpern als Speichermaterial
- Speicher kann modular ausgeführt werden
- Modulare Speichereinheiten ermöglichen Wärmetransport (z.B. per LKW)



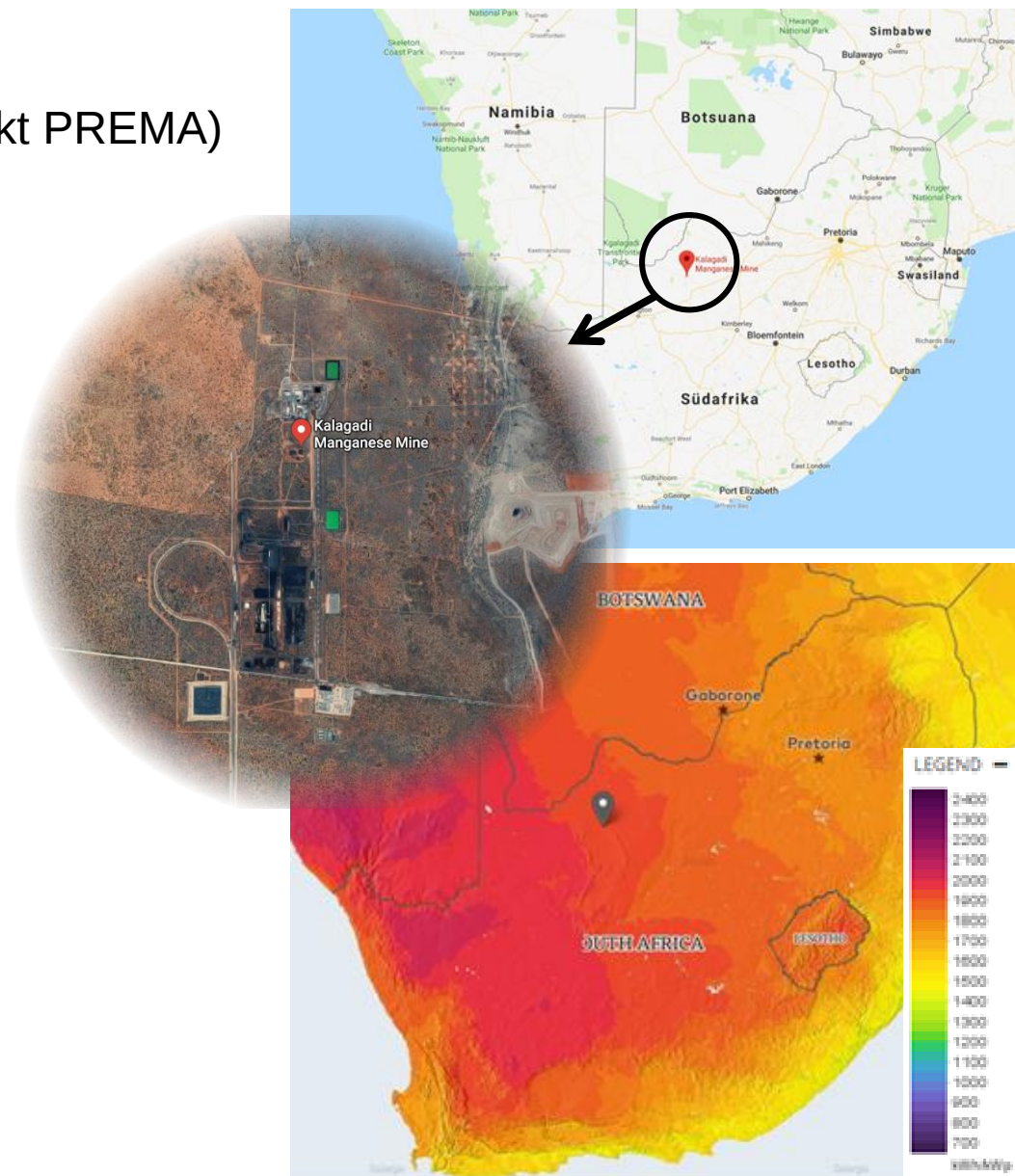
Solarturmsysteme mit keramischen Partikeln als Wärmeträger

- Massenprodukt für Öl- und Gasförderung (Bauxit)
- Temperaturen bis 1000 °C möglich, keine untere Temperaturgrenze
- CENTREC® Technologie ermöglicht:
 - Konstante Auslasstemperatur durch Drehzahlregelung
 - Direkte Absorption der Solarstrahlung:
 - Hohe Wirkungsgrade im Receiver (geringere Übertemperaturen)
 - Reduktion kostenintensiver Materialien



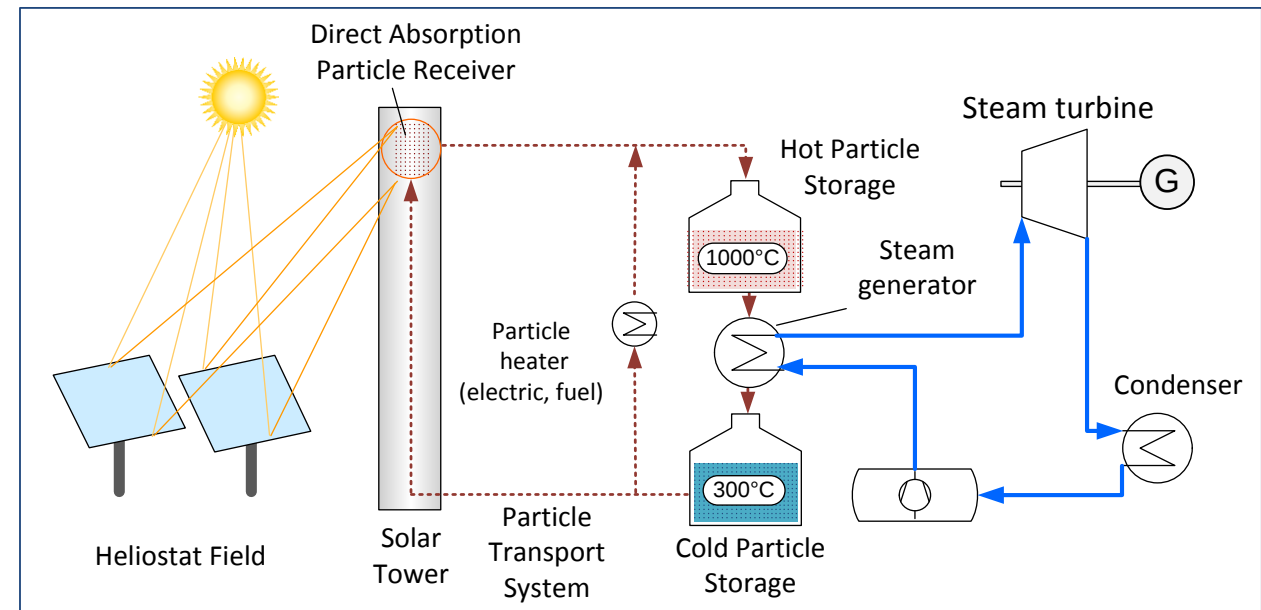
Prozesswärmeanwendungen Beispiel I

- Sinteranlage für Manganerzeugung in Süd Afrika (EU-Projekt PREMA)
- Möglichkeit zur Integration solarer Prozesswärme:
 - Entzündung des Sinterkuchens
 - Bisher: Dieseldbrenner mit 5 MW_{th} (1200°C)
 - Vorwärmung der Luft für Dieseldbrenner



Prozesswärmeanwendungen Beispiel II

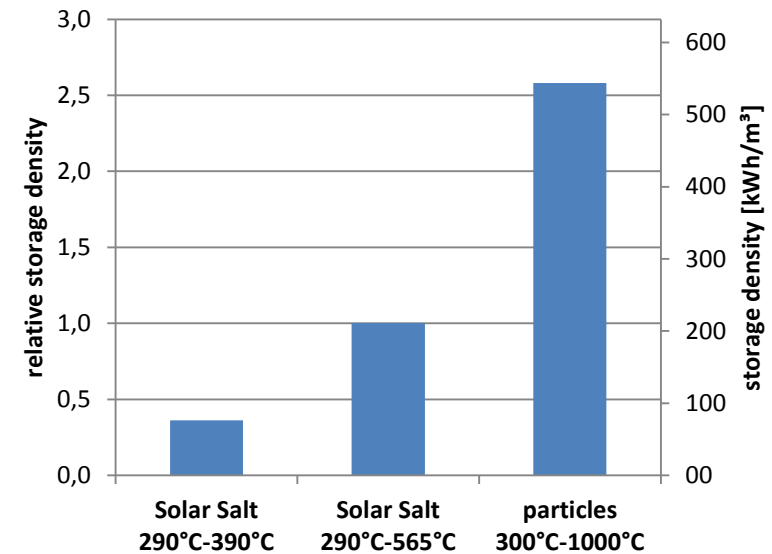
- EU-Projekt HIFLEX: Prozesswärme zur Herstellung von Pasta (Barilla in Foggia, Italien)
- Integration solarer Prozesswärme durch Kraft-Wärme-Kopplung:
 1. Solares Partikelsystem (24h Speicher) zur Dampferzeugung (620 °C / 250 Bar)
 2. Stromerzeugung mittels Dampfturbine
 3. Erzeugung von Druckheißwasser (135 °C / 3.6 Bar) für den Trocknungsprozess



(Innerhalb HIFLEX nur Dampferzeugung und Drosselung für Prozessanwendung → Ziel Demonstration der Technologie)

Prozesswärmeanwendungen Beispiel II

- Nutzung der hohen Temperaturen (900 °C) der Partikel für:
 - Stromerzeugung mit hohem Wirkungsgrad (Dampfturbine)
 - Hohe Speicherdichten (2x größer als Solar Salt)
- Flexibles System:
 - Überschüssiger Strom aus dem Netz wird thermisch gespeichert
 - Rückverstromung und Nutzung der Prozesswärme nach Bedarf
 - Hybridisierung garantiert Verfügbarkeit



Zusammenfassung

- Industrie verursacht ca. 21% der globalen CO₂ Emissionen
- Ca. 80% des Energiebedarfes in der Industrie ist Prozesswärme
- Ungefähr 50% der Prozesswärmeanwendungen benötigen Temperaturen > 400 °C
- Solarturmsysteme ermöglichen sehr hohe Temperaturen (> 1000 °C) bei hohen Wirkungsgraden
- Systeme mit Salzschnelzen sind in der industriellen Umsetzung (Stromerzeugung)
- Luft- und Partikelsysteme können Prozesswärme bei hohen Temperaturen bereitstellen (> 700 °C)
- Thermische Speicher können auch zur Flexibilisierung eingesetzt werden (Wärmespeicherkraftwerk)



Danke für Ihre Aufmerksamkeit!



Quelle: SOLARRESERVE.com

This work was partly supported by the Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (BMWi) based on a decision of the German Bundestag. Funding codes: 0325733A, 0325655, 0325756.

Supported by:



Federal Ministry
of Economics
and Technology

on the basis of a decision
by the German Bundestag



Knowledge for Tomorrow