



Hochschule
Zittau/Görlitz
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

FAKULTÄT
MASCHINENWESEN



Innovationen aus Zittau – Wärme effizient nutzen und speichern

Prof. Dr.-Ing. Jens Meinert

5. SAENA-Vernetzungsveranstaltung im Bereich Energieinnovation,
Dresden, 13.5.2022



Inhaltsverzeichnis

1. Motivation
2. Wärme effizient nutzen
3. Wärme effizient speichern



Hochschule
Zittau/Görlitz
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Prof. Dr.-Ing. Jens Meinert
Hochschule Zittau/Görlitz
Fakultät Maschinenwesen
Fachgebiet Technische Thermodynamik



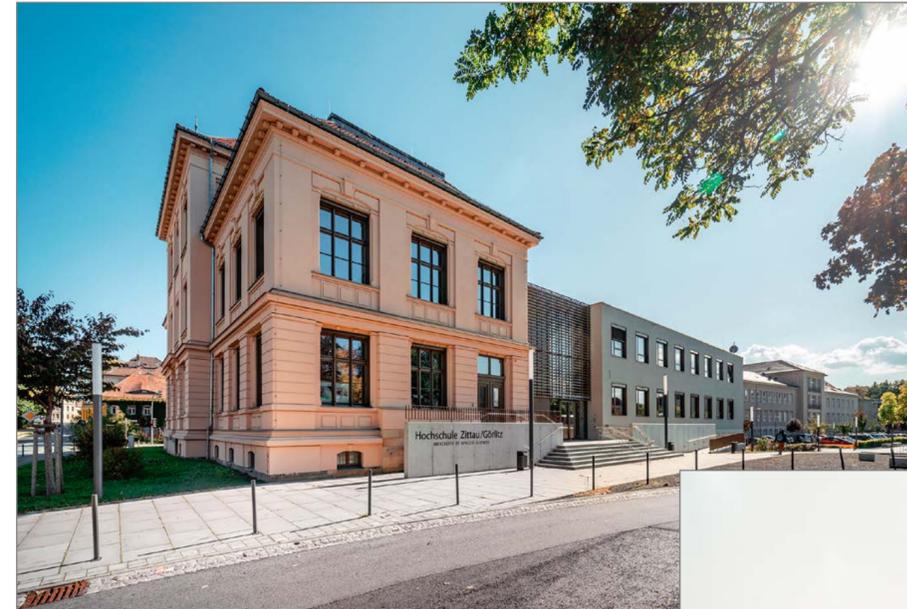
Hochschule
Zittau/Görlitz
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

FAKULTÄT
MASCHINENWESEN



Motto: Studieren ohne Grenzen

- **Hochschule Zittau/Görlitz** → Hochschule für angewandte Wissenschaften
- 2 Standorte im Dreiländereck Deutschland – Polen – Tschechien: Zittau und Görlitz
- ~3.000 Studierende in über 40 Bachelor-, Diplom- und Master-Studiengängen
- ~110 Professorinnen und Professoren in insgesamt 6 Fakultäten und 5 In-Instituten
- 3 Forschungsschwerpunkte, u. a. „Energie und Umwelt“



Was motiviert uns?

- Grafik zeigt Endenergieverbrauch (BRD, 2020) → gesamt ~2.300 Mrd. kWh
- davon ~1.200 Mrd. kWh **Wärme** → Industrie verbraucht ~450 Mrd. kWh Prozesswärme
- Anteil regenerativer Energiequellen an der Wärmeerzeugung bisher **~15 %**



tagesschau

Verzicht auf Russlands Öl

26.4.2022

Planspiele für die Unabhängigkeit

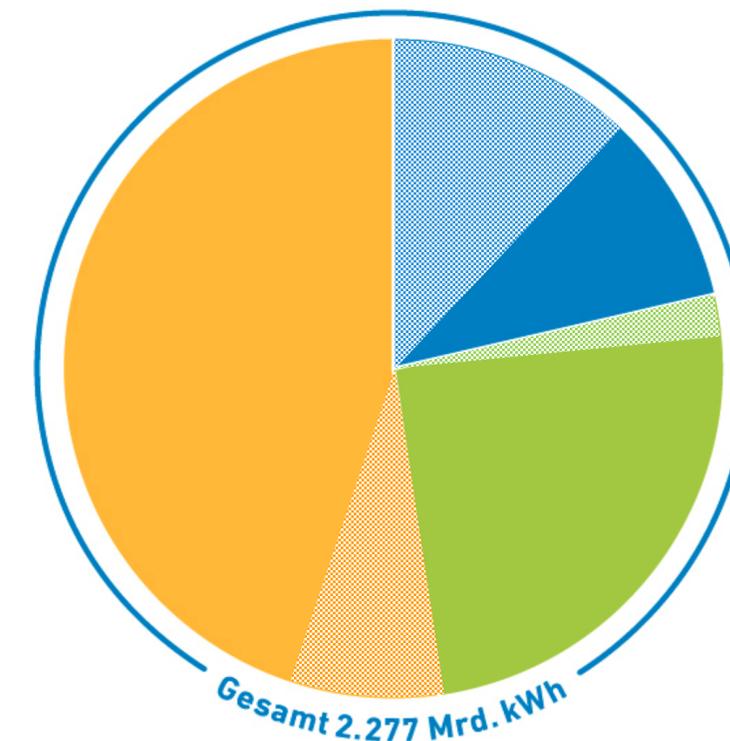
- **Einsparung** fossil erzeugter Wärme vor allem in der Industrie!

Endenergieverbrauch in Deutschland im Jahr 2020 nach Strom, Wärme und Verkehr

in Milliarden Kilowattstunden; der Stromverbrauch für Wärme und Verkehr ist im Endenergieverbrauch Strom enthalten.



Wärme und Kälte
(ohne Strom):
1.185,9 Mrd. kWh
52,1 % ●



Nettostromverbrauch:
487,7 Mrd. kWh
21,4 % ●



Verkehr (ohne Strom
und int. Luftverkehr):
603,5 Mrd. kWh
26,5 % ●

Quelle: eigene Darstellung auf Basis von AGEB, AGEE-Stat; Stand: 3/2021
© 2021 Agentur für Erneuerbare Energien e.V.

Wärme effizient nutzen ...

- Projekt **ANKIP** – Entwicklung von **AbwärmeNutzungs-Konzepten** für **Industrielle Prozesse**

- Arbeitsschritte:

2021

- Abwärmepotenziale in der Oberlausitz
- Komponenten-Datenbank
- Checkliste für Prozessanalyse
- Auswahlkriterien für Abwärmekonzepte
- Wärmetechnische und wirtschaftliche Auslegung

2024

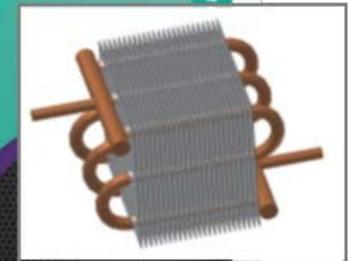
- Validierung und Optimierung der Werkzeuge

-
- Umsetzung in „Hardware“



GEFÖRDERT VOM

Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



Bildquelle: www.nantu.de



DESIGNER
V1.0

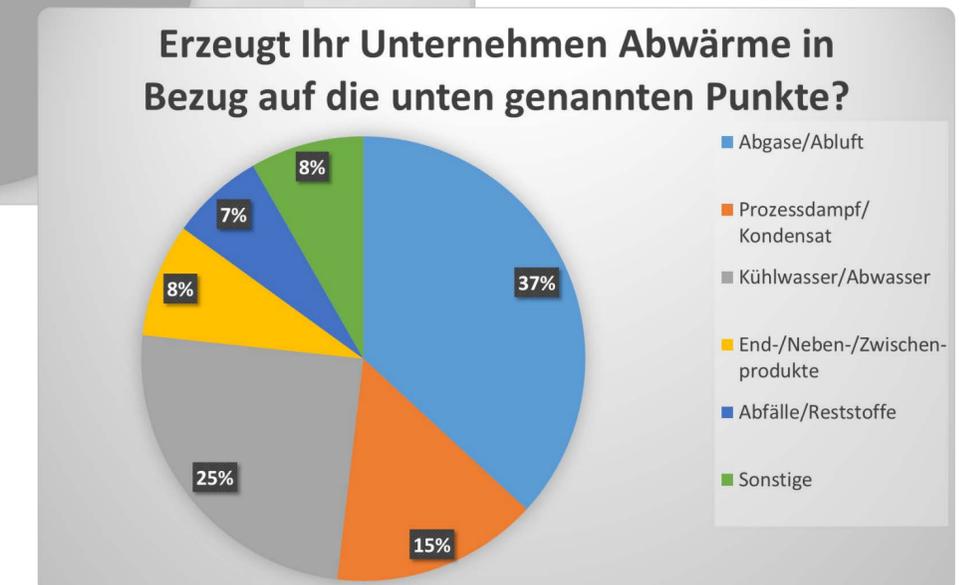
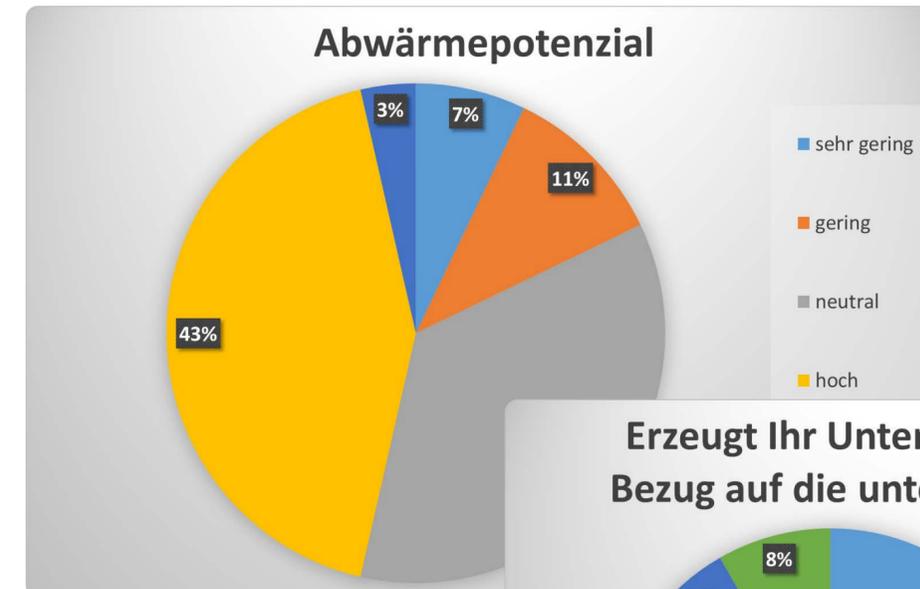
Wärme effizient nutzen ...

- Bisher:
 - Erstellen einer Unternehmensdatenbank (807)
 - Umfrage mittels Online-Fragebogen (136)
 - Rückläufe (> 60) → Auswertung aller Informationen
- Unternehmen decken Wärmebedarf zu 80 % aus fossilen Energieträgern → Abwärmepotenziale in Form von ...
 - ... Kühl-/Abwasser bei $T < 100\text{ °C}$
 - ... Abgas, Heißluft, Prozessdampf, Kondensat bei $T < 300\text{ °C}$
- Aktuell: Erstellen der Komponentendatenbank
- Sommer 2023: Durchführung eines **Industrieworkshops**
 - Vorstellung der entwickelten Werkzeuge → Suche nach Unternehmen für Validierungsphase



ANKIP- Entwicklung von Abwärme-Nutzungskonzepten für Industrielle Prozesse

UMFRAGE zur Erfassung von ABWÄRMEPOTENZIALEN



Bildquelle: Adobe Stocks

Wärme effizient speichern ...

- Wärmespeicher überbrücken **zeitliche** (ggf. örtliche) Diskrepanzen zwischen Wärmebereitstellung und -bedarf
 - Abwärme → zeitversetzte Nutzung
- Es existieren 4 Speichertechnologien:
 - **Sensible Wärmespeicher**
 - **Latentwärmespeicher**
 - Sorptive Wärmespeicher
 - Thermochemische Wärmespeicher
- Seit 2014: Entwicklung von Latentwärmespeichern auf Basis klassischer Wärmeübertrager-Technologien
- Ab 2023: Entwicklung sensibler Zweistoff-Hochtemperatur-Wärmespeicher für Industrieprozesse

Wärmeinhalt
maximieren

Wärmeleistung
optimieren

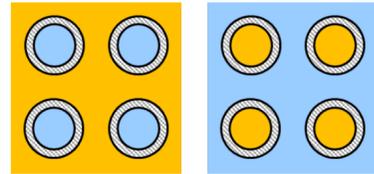
Baugröße
minimieren

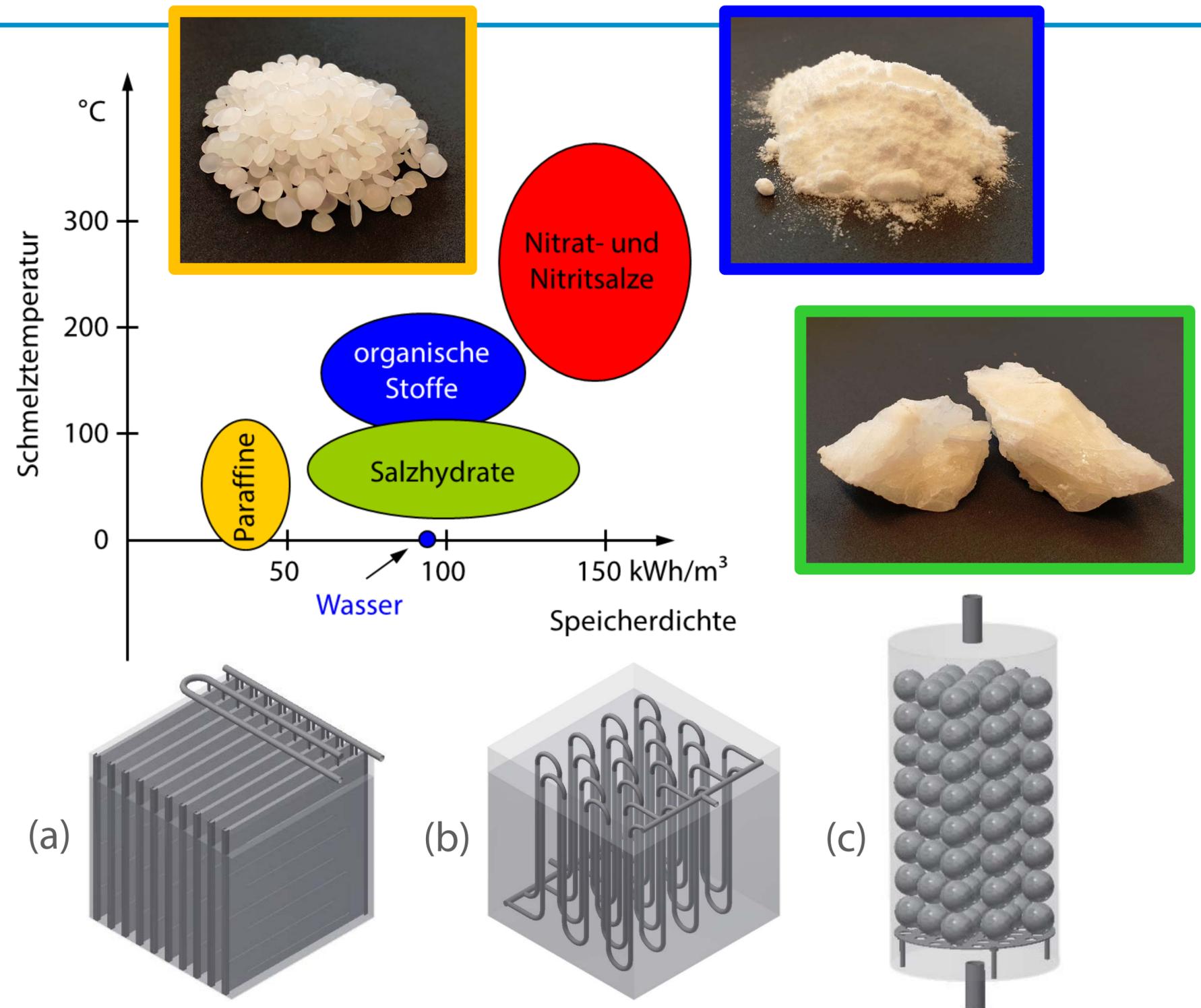
Temperaturniveau
anpassen

Wirtschaftlichkeit
erreichen

Umweltverträglichkeit
sicherstellen

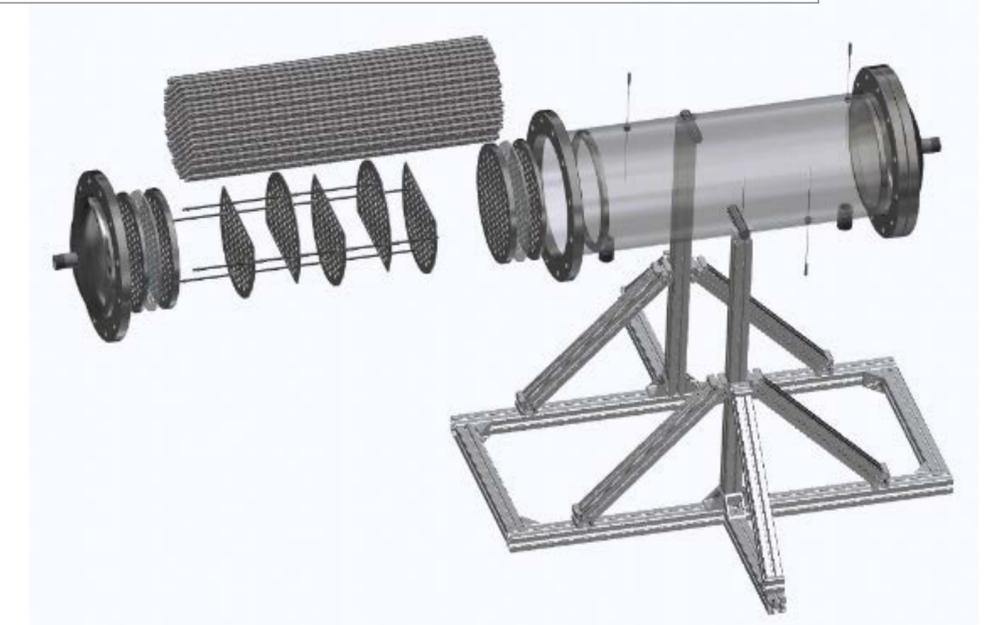
Wärme effizient speichern ...

- Entwicklung von Latentwärmespeichern
 - Nutzung des Phasenwechsels fest/flüssig → Phasenwechselmaterialien (PCM)
 - Bestimmung der thermophysikalischen Stoffgrößen für die ...
- ... wärmetechnische Auslegung der Speicher in verschiedenen Ausführungen
 - (a) Plattengeometrie
 - (b) Rohrbündelgeometrie → 
 - (c) Verkapselte PCM → Hybridspeicher (sensibel/latent)



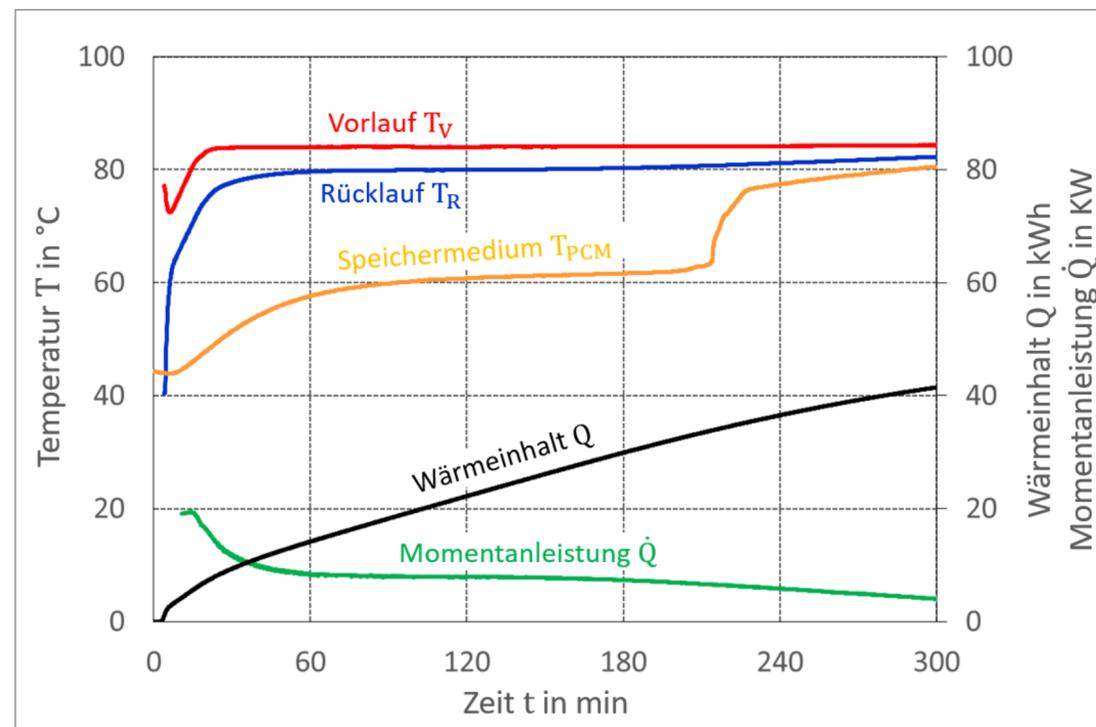
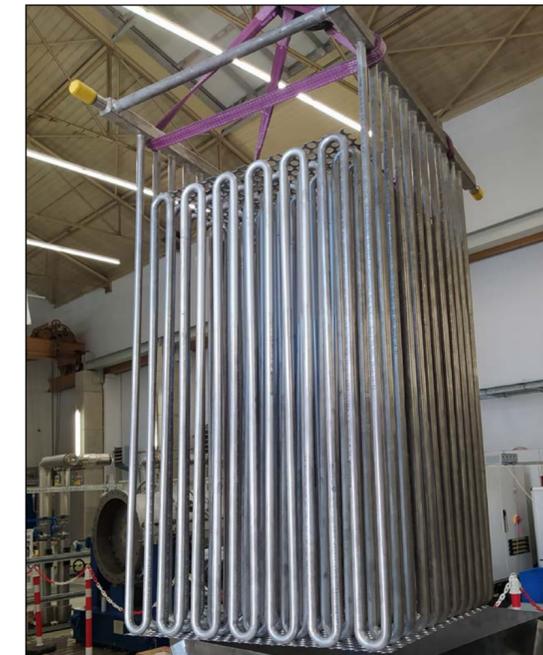
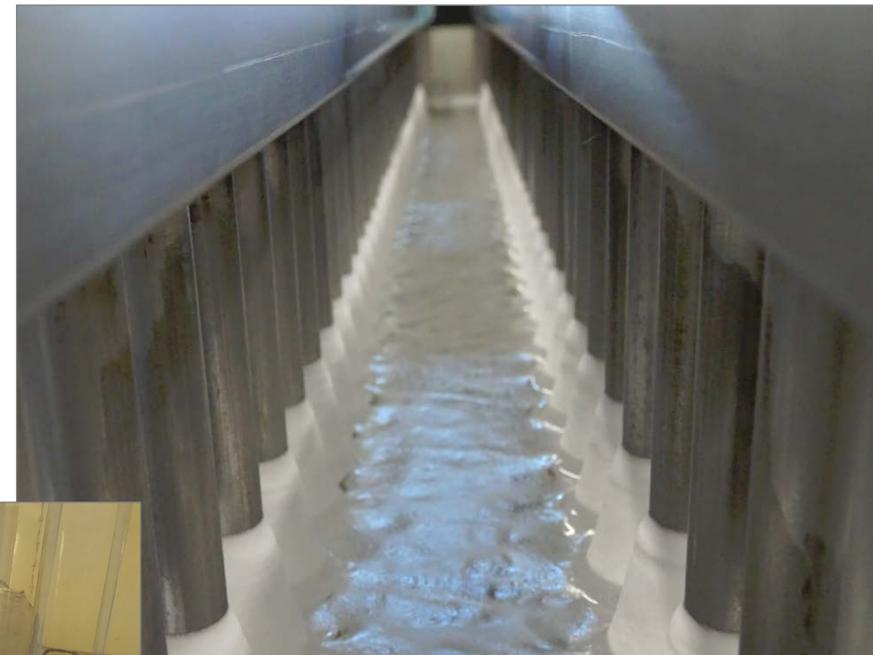
Wärme effizient speichern ...

- Latentwärmespeicher auf Basis einer **Rohrbündelgeometrie**
- Anwendung in dezentralen thermischen Energiesystemen
- Entwicklung eines modularen Rohrbündel-Latentwärmespeichers
- Fertigung und Untersuchung zweier 50 kWh-Latentwärmespeicher
 - PCM 70 °C (je ein Speicher mit organischem und anorganischem PCM), Leistung ~10 kW
 - Test im Zittauer Kraftwerkslabor
 - Praxiseinsatz am Holzgas-BHKW → Optimierung des Anfahrverhaltens
 - Weiterverwendung in Normungsprojekt



Wärme effizient speichern ...

- Entwicklung und Test eines **42 kWh** Latentwärmespeichers zur Abwärmenutzung für die Trocknung von Naturfasern
- Rohrbündel-Bauweise



Typ:	Rohrbündel-LWS
Speichermedium:	ATP64
Arbeitstemperaturdifferenz:	45 °C bis 80 °C
Nutzbarer Wärmeinhalt:	42 kWh
Abmessungen B x T x H:	900 x 900 x 1440 mm ³
Nutzbare vol. Energiedichte:	36 kWh/m ³
Masse:	790 kg
Nutzbare grav. Energiedichte:	0,0532 kWh/kg



Wärme effizient speichern ...

- **Wärmespeicher-Versuchsanlage** im Zittauer Kraftwerkslabor
- Prozessthermostat (derzeit **30 kW** Heiz- und **15 kW** Kälteleistung)
- 3 sensorisch voll ausgestattete Messplätze → $-20\text{ °C} < T < 100\text{ °C}$
 - Behälterspeicher
 - Universalmessplatz (Testspeicher)
 - Praktikumsspeicher
- Um-/Aufrüstung der Anlage für Temperaturen von -20 °C bis 350 °C und deutlich höhere Leistungen
 - Investmittel des Bündnisses L&T für 2022



Wärme effizient speichern ...

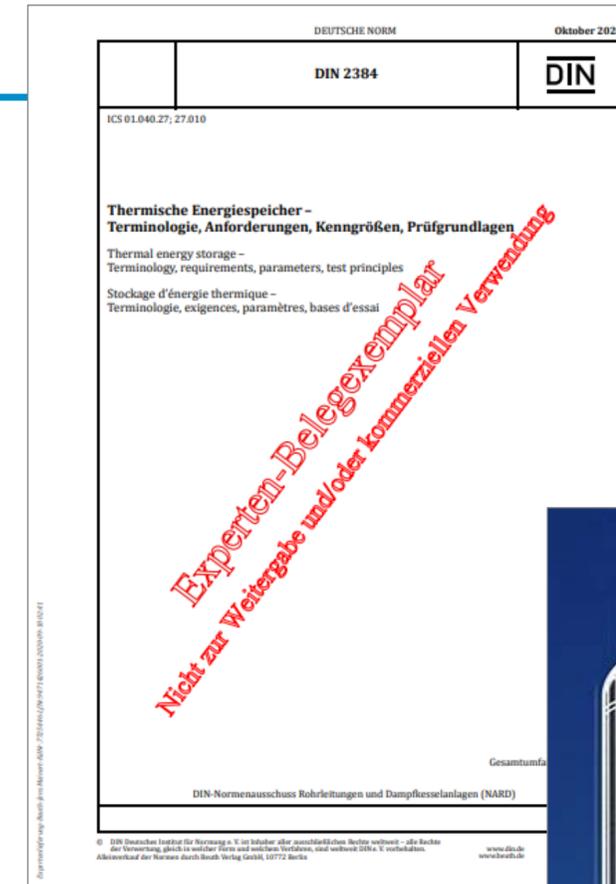
- **VKTES** – Entwicklung von **V**ergleichs**K**ennzahlen für **T**hermische **E**nergie**S**peicher
 - Normungsprojekt (WIPANO/BMWK, seit 09/2021)
 - Schaffung vergleichbarer Kennzahlen für alle Arten von Wärme-/Kältespeichern für Anlagenplaner
 - Ziel: Implementierung in VDI 4657 Blatt 2

- **EDWENIA** – Entwicklung **D**ruckloser **W**ärmespeicher für die **E**ffiziente **N**utzung **I**ndustrieller **A**bwärme
 - Sensible Zweistoff-Wärmespeicher für industrielle Prozesswärme bis 350 °C
 - Kombination Thermoöl und Mineralgestein

Weiteres & Ausblick

DIN 2384

Thermische Energiespeicher –
Terminologie, Anforderungen,
Kenngrößen, Prüfgrundlagen





Besten Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Prof. Dr.-Ing. Jens Meinert
Fachgebiet Technische Thermodynamik
Fakultät Maschinenwesen

www.f-m.hszg.de

j.meinert@hszg.de



Hochschule
Zittau/Görlitz
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

FAKULTÄT
MASCHINENWESEN