

## Projekt Tes4seT

Entwicklung von Speichertechnologie für den Einsatz in  
Klimaanlagen für Schienenfahrzeuge

**LIEBHERR**



**TES4SET**  
Thermal Energy Storage

Copyright Liebherr 2016

14.09.2016

## Tes4seT

- Thermal energy storage for sustainable energy technology

Linie	Themengebiet
A	Sorption seasonal storage for buildings
B	Heat storage for car battery temperature conditioning
C	Storage for efficient energy systems in railway vehicles
D	Industrial waste heat recovery with novel thermochemical heat storage
E	Novel medium temperature PCMs for industrial applications



**TES4SET**  
Thermal Energy Storage

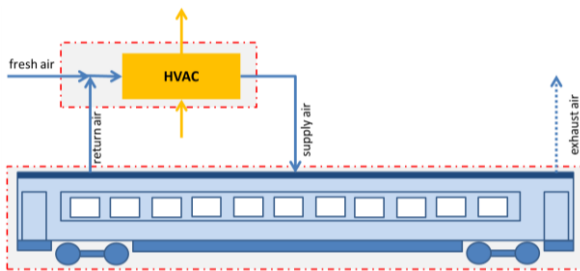
Copyright Liebherr 2016

2

**LIEBHERR**

## Überblick

- Verbesserung der kostengünstigen Teillastregelung durch Taktung
- Umgang mit Abwärmern von Klimaanlage in Untergrundbahnen
- Effizienzsteigerung der luftgestützten Klimaanlage für Schienenfahrzeuge



**LIEBHERR**

virtual vehicle

i2m  
creating business

TU  
Graz

AS/C  
Applied Simulation Center

Copyright Liebherr 2016

3

**LIEBHERR**

## Ziele

- Auswahl eines Speichermaterials und Entwicklung einer Systemkomponente zur
  - Steigerung der Effizienz konventioneller HVAC-Systeme (bei Taktung, nicht bei bspw. Drehzahlregelung)
  - Reduktion der Abwärme durch Untergrundbahnen in Tunneln
  - Steigerung der Effizienz der luftgestützten Klimaanlage
- Demonstration und Test der jeweiligen Komponente in realer Umgebung (System Klimaanlage)

Copyright Liebherr 2016

4

**LIEBHERR**

### Verbesserung Teillastverhalten

- Latentspeicher zur Glättung der Austrittstemperatur im Teillastbetrieb (Taktung) der Kälteanlagen (Synergie zur PKW-Start/Stop-Problematik)
- Realisierung eines effizienteren Teillastbetriebes: Takten des Verdichters, damit der Verdichter sich immer in seinem energetisch optimalen Betriebspunkt befindet
- Begrenzung der Anzahl der „Start/Stops“ des Verdichters (Lebensdauer)
- kurzzeitige Vermeidung der „Hochdruckabschaltung des Verdichters“ bei hohen thermischen Lasten (hohe Umgebungstemperatur)

---

5 **LIEBHERR**

Copyright Liebherr 2016

### Verbesserung Teillastverhalten

- Verbesserung des Teillastverhaltens durch:
  - Entladen des Speichers im Normalbetrieb (Kühlung)
  - Beladung des Speichers bei ausgeschaltetem Verdichter

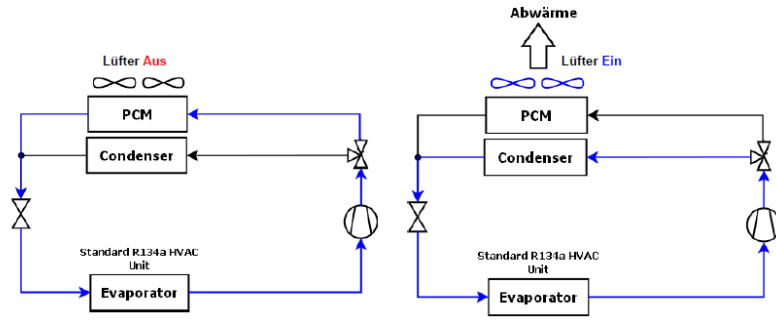
---

6 **LIEBHERR**

Copyright Liebherr 2016

## Reduktion der Abwärme in Tunneln

- Reduktion der Tunnelabwärme durch:
  - Reduktion der Abwärme der Kälteanlagen im Tunnel
  - Abwärme während Befahren des Tunnels speichern und im Freien wieder abgeben

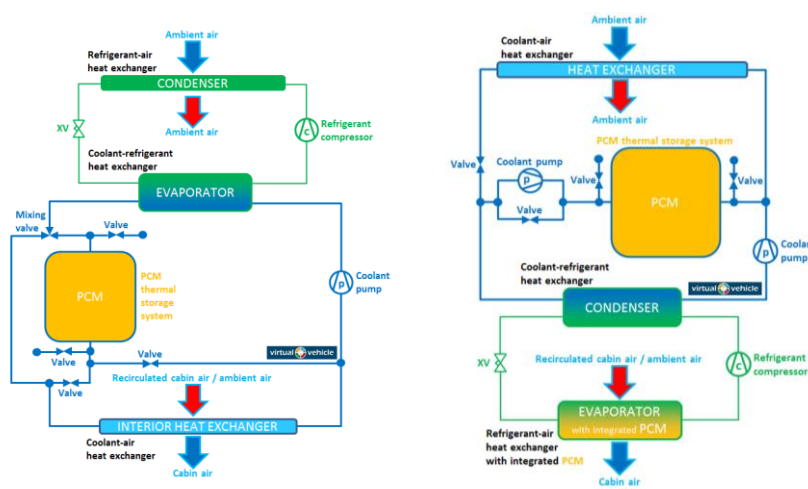


7

**LIEBHERR**

Copyright Liebherr 2016

## Architekturen Teillast und Tunnelabwärme

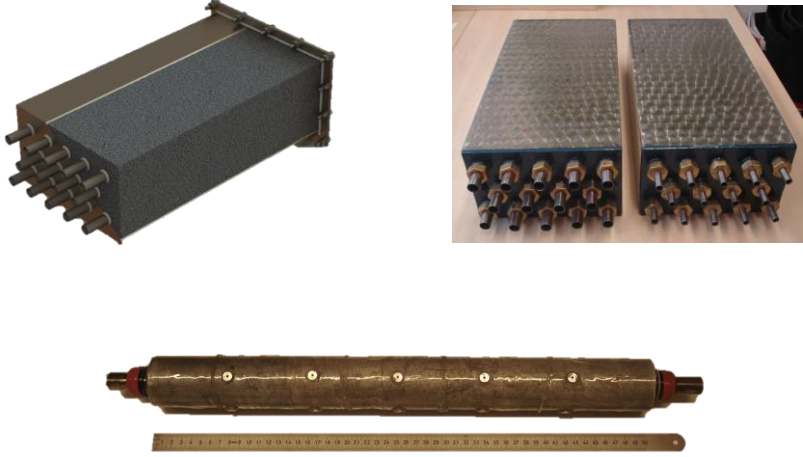


8

**LIEBHERR**

Copyright Liebherr 2016

### Übersicht Versuche



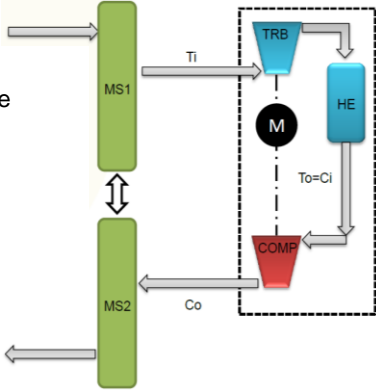
10

**LIEBHERR**

Copyright Liebherr 2016

### Verbesserung Air Cycle System (ACS)

- Durch eine Trocknung der Prozessluft vor dem Turbineneintritt könnte eine Effizienzsteigerung durch Reduktion der erforderlichen Expansionsarbeit erzielt werden
- bis zu 20% reduzierte Leistungsaufnahme
- aber zusätzliche Kühlung notwendig




11

**LIEBHERR**

Copyright Liebherr 2016

### Übersicht Versuche

---



12

**LIEBHERR**

Copyright Liebherr 2016

---

**Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit**

---

13

**LIEBHERR**

Copyright Liebherr 2016

- 
- © Liebherr-Aerospace 2016. Alle Rechte vorbehalten.  
Kein Teil dieses Dokumentes darf in irgendwelcher Form wiedergegeben oder unter Verwendung irgendwelcher Übermittlungsmittel übermittelt werden, einschließlich der Herstellung von Photokopien, der Herstellung von Aufnahmen und sämtlicher anderer Formen der Speicherung und Wiedergabe, ohne zuvor die schriftliche Genehmigung der Liebherr-Aerospace erhalten zu haben.
  
  - © Liebherr-Aerospace 2016. Tous droits réservés.  
Aucune partie de ce document ne peut être reproduite ou transmise sous quelque forme que ce soit ou par n'importe quel moyen de reproduction ou transmission, électronique ou mécanique y compris photocopies, enregistrements et toute autre forme de mémorisation et transmission, sans préalablement avoir obtenu l'accord écrit de Liebherr-Aerospace à cet effet.
  
  - © Liebherr-Aerospace 2016. All rights reserved.  
No part of this document may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopy, recording, or any information storage and retrieval system, without prior written permission from Liebherr

Copyright Liebherr 2016