

METALLBASIERTE LATENTWÄRMESPEICHER ZUR INTEGRATION IN KRAFTWERKE MIT GEKOPPELTER WÄRME- UND PROZESSDAMPFVERSORGUNG

Lars Komogowski^{1,7}, Karsten Riedl², Stefan Beer³, Hartmut Maier⁴, Andreas Hornung^{1,5,6}

¹ Fraunhofer UMSICHT, Institutsteil Sulzbach-Rosenberg, 92237 Sulzbach-Rosenberg, ² Uniper Technologies GmbH, 45896 Gelsenkirchen, ³ Ostbayerische Technische Hochschule Amberg-Weiden, 92224 Amberg, ⁴ enolcon GmbH, 74321 Bietigheim-Bissingen, ⁵ Chair in Bioenergy, School of Chemical Engineering, College of Engineering and Physical Sciences, University of Birmingham, UK, ⁶ Univ.-Prof. für Hochtemperaturprozesstechnik, FAU Erlangen-Nürnberg
 Kontakt: Telefon⁷ +49 9661 908 490, E-Mail⁷ lars.komogowski@umsicht.fraunhofer.de

MOTIVATION

Konventionelle Kraftwerke bleiben mittelfristig ein wichtiges Element für eine stabile Energieversorgung. Gerade in Zeiten hohen Anteils von Erneuerbaren Energien ist eine wirtschaftliche Betriebsweise durch hohe Flexibilitätsanforderungen schwierig. Thermische Energiespeicher können in diesen Phasen zu einem verstetigten Anlagenbetrieb beitragen.

ZIELSTELLUNG

Im Verbundvorhaben „Thermische Speichermaterialien zur Flexibilisierung von industriellen Kraftwerken - TheMatIK“ untersuchen das FhI UMSICHT, enolcon, Uniper und die OTH Amberg-Weiden die Einbindungsmöglichkeiten von Latentwärmespeichern zur Flexibilisierung industrieller Kraftwerke mit gekoppelter Wärme- und Prozessdampfversorgung außerhalb des Wasser-Dampf-Kreislaufes. In Betracht kommen Optionen, die mit möglichst geringen Eingriffen in den Kraftwerksprozess umsetzbar sind.

Basis der Speichersysteme bilden metallbasierte Phasenwechselmaterialien, die entsprechend definierter Anforderungsprofile entwickelt und auf Zyklusstabilität getestet werden. Die Verwendung legierter Speichermaterialien ermöglicht eine gegenüber bisherigen Systemen höhere Speicherdynamik ohne Einsatz zusätzlicher Wärmeübertragungsstrukturen. Ein Speichersystem im Technikumsmaßstab zur Validierung durchgeführter CFD-Simulationen und Nachstellung der realen Kraftwerkseinbindungen bilden zusammen mit Gesamtprozesssimulationen und Potenzialabschätzungen der verschiedenen Einbindungen wichtige Bestandteile des Verbundvorhabens.

METHODIK

Als Ausgangsbasis zur Entwicklung des Speichersystems steht die Definition möglicher Einbindungen des Speichers in (bereits bestehende) industrielle Kraftwerke. In Betracht gezogen werden luft- und dampfgeführte Integrationskonzepte, die auf die Besicherung der Prozessdampfversorgung für externe Industriekunden des Kraftwerks und die Wärmeversorgung innerhalb des Kraftwerkes abzielen. Die Prozessdampfbesicherung zur Versorgung anliegender Industriebetriebe erzielte anhand der Verwendung eines mehrstufigen Bewertungsprozesses, angelehnt an den analytischen Hierarchieprozess nach Saaty, das höchste Umsetzungspotenzial aller definierter Einbindungen. Ausgearbeitete detaillierte Anforderungsprofile legen qualitative und quantitative Rahmenbedingungen an das Speichersystem fest. Einen Ausschnitt der Rahmenbedingungen und Anforderungen zeigt nebenstehende

Rahmenbedingungen		
Einsatz als	Quelle	Senke
Wärmeträgermedium	Dampf	Dampf
Temperatur	°C	410 / 296
Druck	bar	55 / 43
Anforderungen		
Kapazität	MWh	27
Beladung	h	48
Entladung	h	0,33
Häufigkeit	1/a	50
Dynamik	-	> < 1 Minute bis Volllast > kurze Totzeiten

Tabelle 1. Besondere Herausforderung dieser Einbindung sind die kurzen Totzeiten zwischen Beladung und Entladung sowie die damit einhergehende Notwendigkeit Prozessdampf in weniger als einer Minute bereitzustellen. Ein solches Speichersystem wird gestützt von CFD-Simulationen (**Abbildung 1**) im Technikumsmaßstab unter realen Kraftwerksbedingungen (**Abbildung 2**) Zyklentests unterzogen, welche die wiederholte Entladung des Speichers nachbilden. Die Beladung mit überhitztem Dampf wird in Absprache mit der Danpower GmbH als Betreiber des Biomasseheizkraftwerkes Sulzbach-Rosenberg während des Kraftwerksbetriebes untersucht.

Tabelle 1 – Rahmenbedingungen & Anforderungen der Prozessdampfbesicherung

ZWISCHENERGEBNISSE

Eigenschaft	Einheit	Wert	Kennwert	Einheit	Wert
Phasenwechseltemperatur	°C	381	Energiedichte	kWh/m ³	300
Phasenwechselenthalpie	kJ/kg	120	Energie pro Rohrlänge	kWh/m	9
Dichte	kg/m ³	6870	Leistung	kW	160
Wärmeleitfähigkeit	W/mK	130	Füllgrad	%	99

Tabelle 2 – PCM-Eigenschaften

Tabelle 3 – Speicherkennwerte

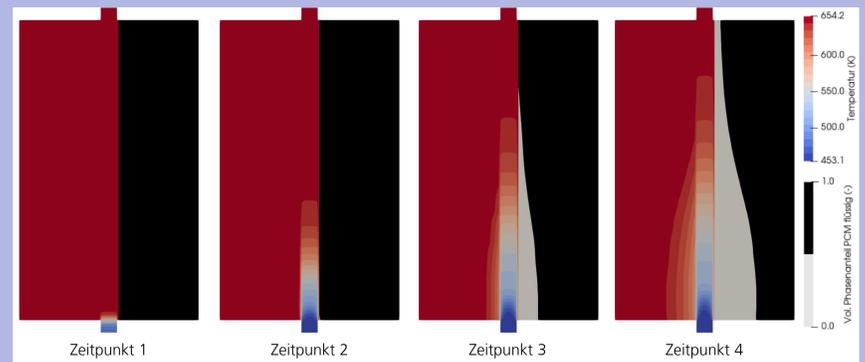


Abbildung 1 – 2D-CFD-Simulation der Entladung zur Prozessdampfbesicherung

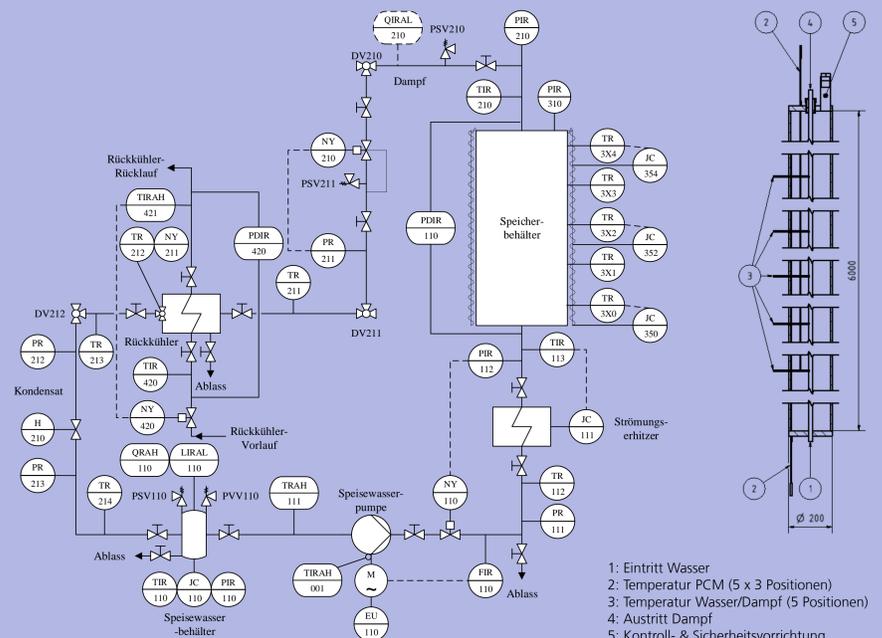


Abbildung 2 – links: Fließschema des Versuchsstandes; rechts: Schnitt des Speicherbehälters

ZUSAMMENFASSUNG

- Analyse verschiedener Einsatzmöglichkeiten auf Basis realer Kraftwerksdaten
- Detaillierte Anforderungsprofile aller Einsatzmöglichkeiten
- Entwicklung metallischer PCM und dazugehöriger Verkapslung
- CFD-Simulationen der Einsatzmöglichkeiten
- Zyklusstabilitätsuntersuchung im Technikumsmaßstab
- Prozesssimulation der Speicherintegration in den Kraftwerksprozess
- Detaillierte Verwertungskonzepte des entwickelten Speichersystems
- Handlungsempfehlung bzgl. der ökologischen und ökonomischen Anwendbarkeit