

online | Vortrag-1 der Gesundheitstechnischen Gesellschaft am 16. Februar 2023.

Forschungs- und Entwicklungsprojekt InnoBES:

## Große Heißwasserspeicher – Untersuchung der Beladung mit und ohne Drallerzeugung

Felix Oestreich<sup>1</sup>, Matthias Viertel<sup>2</sup>, Thorsten Urbaneck<sup>1</sup>, Chemnitz

<sup>1</sup> TU Chemnitz Fakultät für Maschinenbau, Professur Technische Thermodynamik

<sup>2</sup> Harald Liebers Behälter-Apparatebau GmbH, Chemnitz

### Einleitung

Felix Oestreich M.Sc., TU Chemnitz, eröffnete die Veranstaltung mit seinem Vortrag über die neuesten Erkenntnisse aus dem FuE-Projekt InnoBES – Innovative Beladesysteme für schlanke Speicher [8]. Die Publikationen [9], [10], [11] enthalten ausführliche Darstellungen der Projekt-Ergebnisse zu Simulationen und Experimenten. Der Themenbeitrag fasst wichtige Aspekte des Referats zusammen.

Im anschließenden zweiten Vortrag stellte Alexander Neubauer M.Sc., Hermann-Rietschel-Institut, TU Berlin, ein Themengebiet seiner angestrebten Dissertation vor: *Heizleistungsprognosen mit Hilfe von maschinellem Lernen*

### Abstract

Schlanke Heißwasserspeicher (Druckbehälter) kommen u. a. in der Fernwärmeversorgung zum Einsatz. In schlanken Speichern treten bei der Beladung mit herkömmlichen radialen Diffusoren Strömungseffekte auf, die für den Aufbau der thermischen Schichtung nachteilig sind. Dadurch steigen die internen Verluste und die Speichereffizienz sinkt. Im Rahmen des FuE-Projektes InnoBES wurde basierend auf der Patentanmeldung der TU Chemnitz von *Platzer et al.* [3] die Beladung mit Drall erforscht. Dieser Beitrag vergleicht die Beladung mit herkömmlichem radialen Diffusor gegenüber einer neuartigen Diffusorkonstruktion mit Drallbeladung. Die Untersuchungen mit numerischer Strömungssimulation (CFD) zeigen das Verhalten im Diffusor und im Speicher mit Klöpperboden. Die Auswirkungen auf die thermische Schichtung werden mit bekannten Kennzahlen analysiert und ausgewertet.

### Problemstellung im Projekt InnoBES

Gegenstand der Untersuchung sind schlanke Druckspeicher mit Klöpperböden, sogenannte Heißwasserspeicher [1]. Charakteristisch sind Betriebstemperaturen bis 200 °C, Betriebsdrücke bis 20 bar, hohe Temperaturspreizungen zwischen Vor- und Rücklauf sowie ein hoher Schlankheitsgrad (große Speicherhöhe im Verhältnis zum Speicherdurchmesser). Nach dem Stand der Technik kommen radiale Diffusoren zur Beladung zum Einsatz. Sie erzeugen eine radiale Einlaufströmung. Insbesondere wegen der

geometrischen Verhältnisse im Speicher kommt es zu unterschiedlichen negativen Strömungseffekten, z. B. der Wandströmung [2]. Diese ruft großräumige, intensive Mischvorgänge hervor. Das ist nachteilig für den Aufbau der thermischen Schichtung [7] und der Qualität der thermischen Schichtung. Deshalb ist eine Optimierung der Beladung erforderlich. In der Patentanmeldung der TU Chemnitz schlägt *Platzer et al.* [3] die Beladung mit Drall vor. Im Gegensatz zum herkömmlichen radialen Diffusor generiert der radiale Diffusor mit Leitelementen eine rotierende Einlaufströmung [4]. Die Rotation der Einlaufströmung reduziert den auf die Speicherwand treffenden Impuls. Das soll zur Minderung der Mischvorgänge führen und die Qualität der thermischen Schichtung verbessern. Dies stellt ein zentrales Projektziel [8] dar.

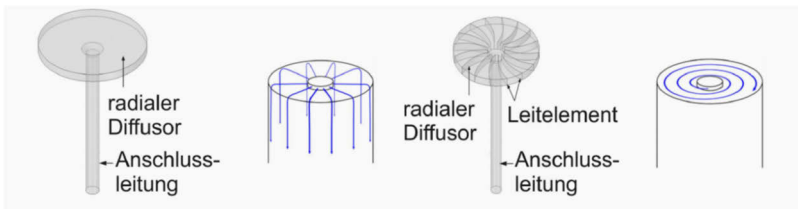


Bild 1: Radialdiffusor ohne und mit Leitelementen

## Methodik und Strömungssimulation

Die numerische Strömungssimulation erfolgte mit ANSYS CFX [5]. Um den Rechenaufwand und den Modellierungsaufwand zu reduzieren, wurde das Rechengebiet auf ein Segment und die oberen 30 % der Speicherhöhe beschränkt. Die Variantenstudie beinhaltet ideale Einlassrandbedingungen (Variante a), die Simulation des Diffusormodells und dessen Verwendung als Einlassrandbedingung (Variante b). Die Konfigurationen des radialen Diffusors umfassen den herkömmlichen radialen Diffusor (RD) und den radialen Diffusor mit Leitelementen (RD LE) mit 32 bzw. 128 Leitelementen und einem Drallwinkel von  $10^\circ$  bzw.  $50^\circ$ . Für die Datenauswertung kam Matlab [6] zur Anwendung.

## Ergebnisse und Fazit

Das Geschwindigkeitsfeld im Speicher zeigt u. a. den Verlauf der Wandströmung [11]. Der Vergleich der Konfigurationen (*RD b* und *RD LE 128  $50^\circ$  b*) belegt, dass die Beladung mit Drall zu einer signifikanten Abschwächung des Wandstrahls führt. Die obere Speichermasse erfährt dann zusätzlich zu den bisher bekannten Effekten eine horizontale Rotationsbeschleunigung. Die Vorteilhaftigkeit der Beladung mit Drall ist auch anhand der Entwicklung der mittleren Höhe der Übergangsschicht über die Beladedauer nachweisbar. *RD LE 128  $50^\circ$*  führt zu einer geringeren Höhe der Übergangsschicht in Variante a und b. Die Bewertung der thermischen Schichtung mit Kennzahlen (mittlere Höhe der Übergangsschicht, maximaler Temperaturgradient, mittlere Temperatur der warmen Zone) zeigt, dass die Variante *RD LE 128  $50^\circ$  b* zu einer Verbesserung gegenüber der Beladung ohne Drall führt.

Im Leitkanal treten komplexe Strömungseffekte wie der Görtler-Wirbel auf [11]. Die Diffusorgestaltung nimmt hohen Einfluss auf die Qualität der thermischen Schichtung. Die Beladung mit Drall verursacht eine Rotation der oberen Speichermasse. Eine höhere Anzahl an Leitelementen hat sich hierbei als günstig erwiesen. Ein größerer Drallwinkel hat Vorteile gegenüber einem kleinen Drallwinkel.

Insgesamt führt die Beladung mit Drall zur Verbesserung der Qualität der thermischen Schichtung in schlanken Heißwasserspeichern.

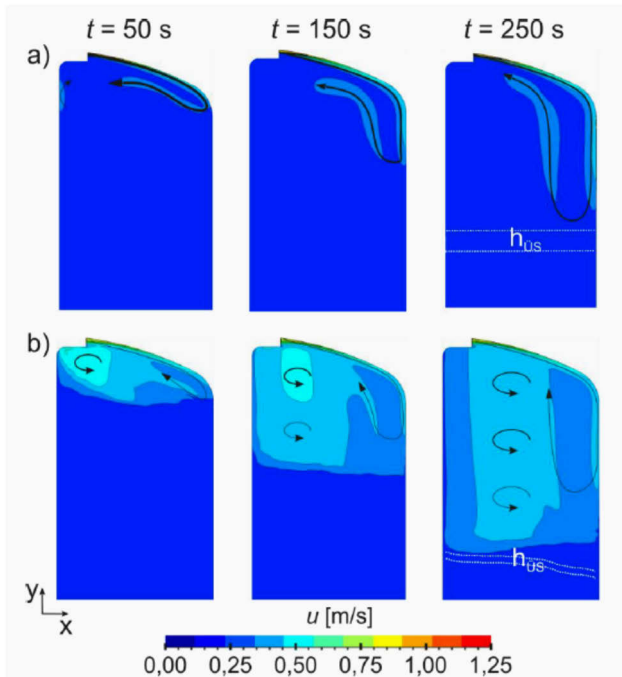


Bild 2: Geschwindigkeitsfelder im Speicher

## Danksagung



Diesem Beitrag liegt das Kooperationsprojekt Innovative Beladesysteme für schlanke Speicher (InnoBES) [8] zugrunde.



Das Verbundvorhaben wird über die AiF im Rahmen des Zentralen Innovationsprogramms Mittelstand (ZIM) durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert (ZF4746701ST9, ZF4147603ST9). Besonderer Dank gilt Herrn Dr. Ralf Hartmann von der AiF.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Die Bearbeitung des Projektes erfolgt in Kooperation mit der Fa. Harald Liebers Behälter-Apparatebau GmbH. Projektlaufzeit: 2019 bis 2022.

## Quellen

- [1] Urbaneck, T.: Water Tank Stores for Medium/Large Applications, Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences, Elsevier, 2020. - ISBN 9780124095489.
- [2] Lohse, R.; Urbaneck, T.; Brämer, C.; Platzer, B.: Effects during loading of hot water storages with a high aspect ratio. Euro Heat & Power, English Edition. 2012, 9, Nr. 3, S.42–47. ISSN 1613–0200
- [3] Patentanmeldung: Platzer, B.; Findeisen, F.; Urbaneck, U.; Winkler, T.: Verfahren und Vorrichtung zum Be- und/oder Entladen eines thermischen Energiespeichers. Deutsches Patent, 2017120716373300DE. Anmeldung eingegangen am: 07.12.2017.
- [4] Mücke, J. M.; Urbaneck, T.: Projektantrag Innovative Beladesysteme für schlanke Speicher (InnoBeS), 2019.
- [5] ANSYS, Inc.: ANSYS CFX 2019 R2. Canonsburg (USA), 2019.
- [6] MathWorks Inc., Matlab R2022a, Massachussets (USA), 2022.
- [7] Urbaneck, T.; Möller, H.; Kressner, T.; Platzer, B.: Kaltwasserspeicher mit radialen Diffusoren. Teil 2a: Schichtungsaufbau im Nahfeld - Grundlagen, Physik, Simulation. HLH Lüftung/Klima Heizung/Sanitär Gebäudetechnik 60. Jg. (2009) Heft 6 S. 32-36. – ISSN 1436-5103.
- [8] Urbaneck, T. et al.: [www.innobes.de](http://www.innobes.de). Internetseite des Projektes, 27.10.2022.
- [9] Kroll, U.; Mücke, J.; Urbaneck, T.; Platzer, B.: Radiale Diffusoren mit Drallerzeugung für schlanke Speicher - Teil 1: Grundlagen und Aufbau des Versuchsstands. HLH Lüftung/Klima Heizung/Sanitär Gebäudetechnik VDI Fachmedien 71. Jg. (2020) Heft 5-6 S. 43-47. - ISSN 1436-5103.
- [10] Kroll, U., Mücke, J., Urbaneck, T., Platzer, B.: Radiale Diffusoren mit Drallerzeugung für schlanke Speicher - Teil 2: Vorstellung und Auswertung der experimentellen Ergebnisse. HLH Lüftung/Klima Heizung/Sanitär Gebäudetechnik VDI Fachmedien 71. Jg. (2020) Heft 7-8, S. 56-61. - ISSN 1436-5103.
- [11] Oestreich, F., Viertel, M., Urbaneck, Th.: Große Heißwasserspeicher – Untersuchung der Beladung mit und ohne Drallerzeugung. Mitteilungen der Gesundheitstechnischen Gesellschaft (GG), in: GG | Nachrichten 01-2023, 74. Jg. (2023), Beilage Praxisempfehlungen. – ISSN 2366-3960.

## Referent | Autor

Felix Oestreich M.Sc., Technische Universität Chemnitz  
Fakultät für Maschinenbau Professur Technische Thermodynamik  
[Felix.Oestreich@mb.tu-chemnitz.de](mailto:Felix.Oestreich@mb.tu-chemnitz.de)



## Copyright © 2023

Gesundheitstechnische Gesellschaft (GG) – Technisch-wissenschaftliche Vereinigung

[ggberlin.de](http://ggberlin.de)