

Institut für
Technische Thermodynamik

Auswirkung von Setzungseffekten und variabler Randporosität auf die Leistung von Hochtemperatur-Schütttspeichern

Joachim Hahn und Stefan Zunft
Thermische Prozesstechnik
Email: Joachim.Hahn@dlr.de

Hintergrund

Direktdurchströmte Feststoffspeicher ermöglichen effiziente und kostengünstige Lösungen für Druckluftspeicherwerke, für solarthermische Kraftwerke sowie zur Flexibilisierung fossiler Kraftwerke. Der Aufbau mit einem horizontal durchströmten Schüttinventar ermöglicht eine weitere Kostenreduktion, und mindert mechanische Risiken.

Strömungstechnische Aspekte

Allerdings bringt dieser Aufbau das Risiko ungleichmäßiger Strömungsverteilung und entsprechenden Leistungseinbußen mit sich. Ursachen sind dabei verringerte Randporositäten und Setzungseffekte in der Schüttung. Zur Quantifizierung der Auswirkungen wurden instationäre/zyklische CFD-Simulationen aufgesetzt und Parameterstudien durchgeführt.

Untersucht wurde der Ausschnitt eines rechteckigen Speichers, mit den Porositätsvarianten.

- **Feste Porosität (adiabat)**
- **Feste Porosität**
- **Verminderte Randporosität**
- **Setzung/Bypass**

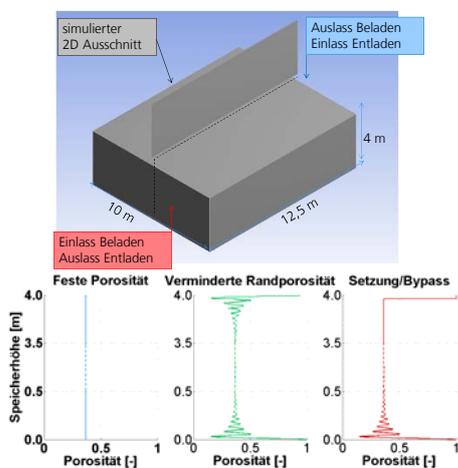


Abbildung 1: Untersucher Speicher

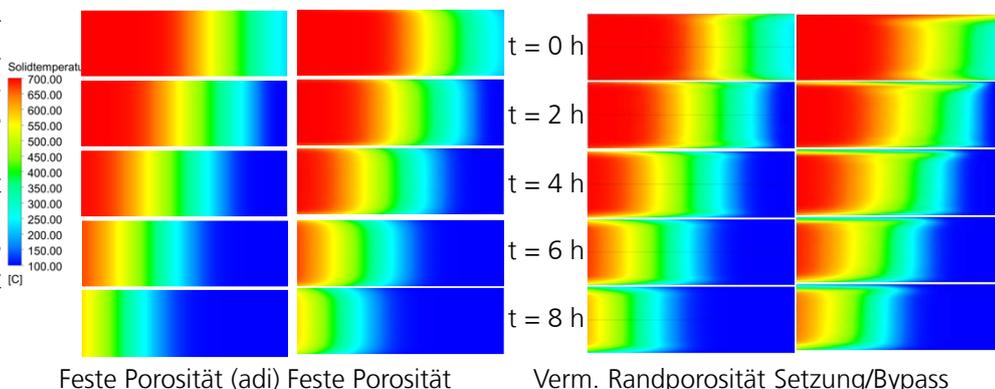


Abbildung 2: Temperaturprofile (Solid) Entladevorgang

Ergebnisse

Die Temperaturprofile zeigen, einen deutlichen Einfluss von verringerter Randporosität und Setzungseffekten auf die Temperaturverteilung im Feststoff. Auf Grund stärkerer Durchströmung, im Falle der Setzung gar Überströmung, der Randbereiche werden Teile des Fluidmassenstroms am Kern der Speichermasse vorbeigeführt und nehmen nicht vollständig am Wärmeaustausch teil. Dies führt zu einer schlechteren Be- sowie deutlich schlechteren Entladung und einer Abnahme der zyklisch eingespeicherten Wärmemenge, siehe Tabelle 1).

Fall	Wert
Feste Poro. (adiabat)	73,07 MWh
Feste Poro.	72,90 MWh (-0,24%)
Ver.Randporo.	71,75 MWh (-1,81%)
Setzung/Bypass	65,76 MWh (-10%)

Tabelle 1: zyklisch eingespeicherte Wärmemenge.

In den Randbereichen dringen wärmere bzw. kältere Fluidmassen stromabwärts vor und vermischen sich am Austritt. Im Falle des Entladens bedeutet dies einen Rückgang des Exergiegehalts des Entladestroms um **1,16%**, **3,2%** bzw. **13,07%**. Siehe hierzu Verlauf der Entladeaustritts-temperaturen Abbildung 3.

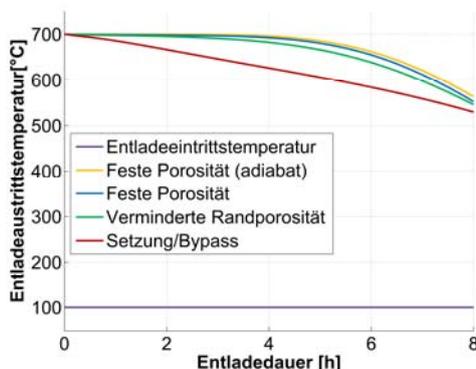


Abbildung 3: Entladeaustritts-temperatur über Entladedauer

Schlussfolgerungen

- Abfall der Speicherleistung durch verminderte Randporosität ist tolerabel.
- Abfall Speicherleistung durch Setzungseffekte ist signifikant und muss bei Auslegung berücksichtigt werden.

Knowledge for Tomorrow

Wissen für Morgen



Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt

