

Masterarbeit

Thema: Thermoökonomische Optimierung direkter sCO₂-basierter Geothermiekraftwerke unter Verwendung von Kältemaschinen

Geothermische Kraftwerke sind eine emissionsfreie und - im Gegensatz zu Windkraft und Sonnenenergie - grundlastfähige Alternative zu konventionellen Kraftwerken, da Erdwärme das ganze Jahr über schwankungsfrei zur Verfügung steht. Bei der Stromwandlung in einem Geothermie-Kraftwerk kommen üblicherweise konventionelle Methoden basierend auf Wasser/Dampf oder ORC-Kreisläufe als indirekte Systeme zum Einsatz. Eine alternative Technologie basierend auf überkritischem Kohlendioxid (sCO₂) ist seit einigen Jahren Gegenstand zahlreicher Forschungsarbeiten [1,2]. In der Literatur werden solche System CO₂ Plume Geothermal (CPG) oder Next Gen Geothermal Power (NGP) genannt.

Solche (NGP-) Systeme bieten mehrere thermophysikalische Vorteile im Vergleich zu konventionellen hydrothermalen Kraftwerken. Die Vorteile resultieren in einer effektiveren geothermischen Wärmeabfuhr und einem geringeren Bedarf an zusätzlicher Pumpenergie durch einen starken Thermosiphon-Effekt. Weiterhin bieten NGP-Systeme die Möglichkeit abgeschiedenes und unterirdisch gespeichertes CO₂ von fossilen Kraftwerken oder großen Industrieanlagen nachhaltig im Rahmen von CCUS zu nutzen. In vorhergehenden Arbeiten konnten für ein einfaches System bestehend aus einer Injektionsbohrung und vier Produktionsbohrung die thermodynamischen Vorteile bestätigt werden. Weiterhin wurde gezeigt, dass solche geothermischen Kraftwerke durch Skalierung hin zu größeren Systemen wirtschaftlich betrieben werden können.

Im Rahmen dieser Arbeit soll das Potential von sCO₂-basierten Kreisläufen in Geothermie-Kraftwerken für verschiedene geographische und saisonale Randbedingungen unter Verwendung von verschiedenen Kältemaschinen untersucht werden.

Grobe Arbeitsschritte:

- Literaturstudie (u.a. vereinfachte Abbildung von Kältemaschinen) (2 Wochen)
- Modellierung des geothermischen Kreislaufs mit natürlicher Kühlung
- Ergänzung des Kreislaufmodells um verschiedene Arten von Kältemaschinen
- Auswahl einer oder zwei optimaler Kältemaschinen und untersuchung der Effekte unter verschiedenen Randbedingungen
- Thermo-ökonomische Bewertung
- Dokumentation der Arbeit

Literatur

[1] Adams et al.: A comparison of electric power output of CO₂ Plume Geothermal (CPG) and brine geothermal systems for varying reservoir conditions, Applied Energy 140, 265-377 (2015)

[2] Randolph, J.B., Saar, M.O.: Coupling carbon dioxide sequestration with geothermal energy capture in naturally permeable, porous geologic formations: implications for CO₂ sequestration. Energy Procedia 4, 2206–2213, (2011)

Herr Michael Wechsung
Siemens Energy AG, Mülheim an der Ruhr
michael.wechsung@siemens-energy.com
+49 (173) 2525092