

## Masterarbeit

**Thema:** Thermoökonomische Optimierung direkter sCO<sub>2</sub>-basierter Geothermiekraftwerke für Wärmeauskopplung

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 (sCO<sub>2</sub>) ist seit einigen Jahren Gegenstand zahlreicher Forschungsarbeiten [1,2]. In der Literatur werden solche System CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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 sCO<sub>2</sub>-basierten Kreisläufen in Geothermie-Kraftwerken in Wärmeanwendungen (Fernwärme und Prozesswärme) zu wie kombinierten Kraft-Wärmeanwendungen untersucht werden. Während NGP Anlagen grundsätzlich für die gemeinsame Strom- und Wärmebereitstellung geeignet sind, stellen die verhältnismäßig geringen erzielbaren Temperaturen am Produktions-Bohrkopf (<100°C) eine Herausforderung für die Versorgung von konventionellen Fernwärmenetzen oder Industrieprozessen dar [3]. Jedoch könnte die Kombination von NPG mit indirekten und/oder direkten Wärmepumpenkonzepten zur Anhebung der Temperatur ein vielversprechender Ansatz zur Wärmeversorgung darstellen, welche im Rahmen der Arbeit untersucht und bewertet werden sollen. .

### Grobe Arbeitsschritte:

- Einarbeitung & Literaturstudie
- Modellierung des geothermischen Kreislaufs mit natürlicher Kühlung
- Ergänzung des Kreislaufmodells um verschiedene Arten von Wärmepumpen.
- Thermoökonomische Bewertung
- Dokumentation der Arbeit

### Literatur

[1] Adams et al.: A comparison of electric power output of CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub>sequestration. Energy Procedia 4, 2206–2213, (2011)

[3] Schifflechner et al.: CO<sub>2</sub> Plume Geothermal (CPG) Systems for Combined Heat and Power Production: an Evaluation of Various Plant Configurations. Therm. Sci. 31, 1266–1278 (2022)

Herr Michael Wechsung

Siemens Energy AG, Mülheim an der Ruhr  
[michael.wechsung@siemens-energy.com](mailto:michael.wechsung@siemens-energy.com)  
+49 (173) 2525092