



**Diplomand
Dozent
Projektpartner
Experte
Themengebiet**

**Duss Andrin
Prof. Dr. Wellig Beat
Institut IME, CC TEVT, FG TEVT
Dr. Grüniger Andrea
Energien, Fluide und Prozesse**

Negativ-Emissionen: CO₂ - Abscheidung in einem Holzheizkraftwerk

Ausgangslage

Eine grosse Herausforderung der Zukunft und wichtiger Beitrag zum Erreichen der Klimaziele des Bundes sind so genannte Negativ-Emissionen. Diese Bachelor-These untersucht die Thematik der CO₂-Abscheidung mittels Absorption in einem Holzheizkraftwerk (HHKW). Das betrachtete HHKW erzeugt durch Verbrennung von regional angeliefertem Altholz und Waldhackschnitzeln CO₂-neutralen Strom und Wärme. Die Wärme wird auf zwei Temperaturniveaus genutzt. Da je nach Umgebungstemperaturen ein variierender Bedarf an Fernwärme besteht, ist im Sommer eine Rückkühlung notwendig. Ziel dieser Bachelor-These ist zu prüfen, wie mit einer Absorptionsanlage (Abb. 1) das CO₂ durch Verwendung der ungenutzten thermischen Energie aus dem Rauchgas abgeschieden werden kann. Das optimale Design der Absorptionsanlage, ihr Betriebsbereich und die technisch-wirtschaftliche Bewertung sind dabei von besonderem Interesse.

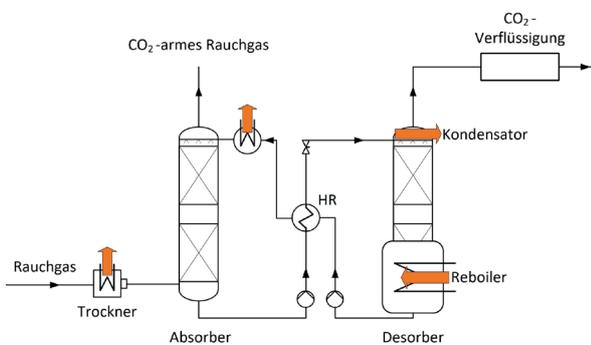


Abb. 1: Vereinfachtes Schema einer Absorptionsanlage zur CO₂-Abscheidung aus einem Rauchgas mit den benötigten Energieströmen

Vorgehen

Die CO₂-Absorptionsanlage wird in verschiedenen Auslegungsgrössen in der Simulationssoftware CHEMCAD modelliert, bewertet und die Betriebsdaten bestimmt. Zusammen mit den Betriebsdaten des HHKW und dem Prozess- und Fernwärmebedarf werden die jährlich abgeschiedenen CO₂-Mengen (Abb. 2) sowie der thermische und elektrische Energiebedarf berechnet. Zusätzlich werden die Investitions- und Betriebskosten der Absorptionsanlage berechnet. Für die Betrachtung der Transport- und Speicherkosten werden zwei Szenarien verwendet. Mögliche Veränderungen des CO₂- sowie des Strompreises und deren Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit der Anlage werden in einer Sensitivitätsanalyse überprüft (Abb. 3).

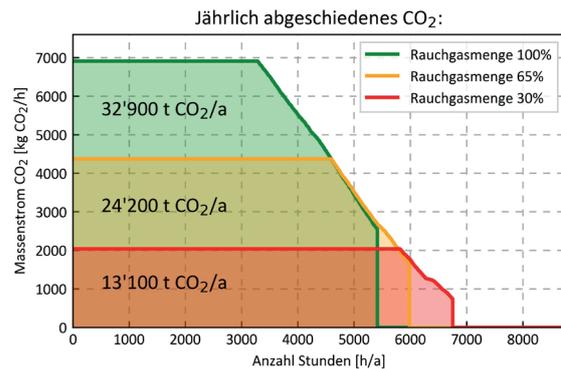


Abb. 2: Jährlich abgeschiedenes CO₂ bei verschiedenen behandelten Rauchgasmengen

Ergebnis

Die abgeschiedene Menge CO₂ variiert je nach Anlagegrösse zwischen 22 und 53 % am gesamten emittierten CO₂ des HHKW. Abhängig vom betrachteten Entwicklungsszenario betragen die Kosten für die Abscheidung, Kompression, Transport und Speicherung einer Tonne CO₂ rund 93 bis 169 CHF. Die Sensitivitätsanalyse zeigt die einflussreichsten Randbedingungen und deren Auswirkung (Abb. 3). Die Ergebnisse bestätigen: Die Entwicklung des CO₂- und Strompreises sowie die Entwicklung der politischen Rahmenbedingungen entscheiden über den wirtschaftlichen Erfolg der CO₂-Abscheidung im HHKW.

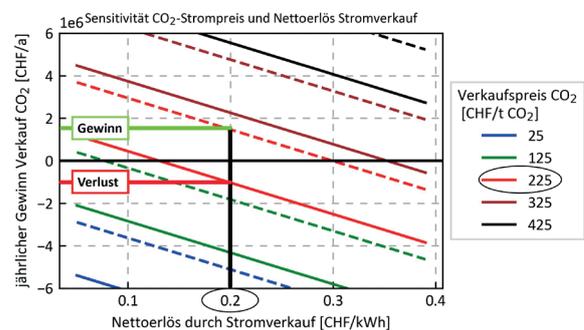


Abb. 3: Sensitivitätsanalyse Veränderung CO₂-Preis und Nettoerlös-Stromverkauf im kurzfristigen (durchgezogen, Transport auf Schiene und Strasse) und langfristigen Szenario (gestrichelt, Pipeline-Transport). Beispielsweise bei einem Nettoerlös durch den Stromverkauf von 0.20 CHF/kWh und einem CO₂-Verkaufspreis von 225 CHF/t CO₂ entsteht beim kurzfristigen Szenario ein Verlust und beim langfristigen Szenario ein Gewinn