

Prozessdesign und theoretische Evaluation eines Twin-Reaktor-Systems

Analyse des Potentials einer Wärmerückgewinnung beim «SmartCat» und Umsetzungsempfehlungen

Studentin



Jasmin Fawaz

Ausgangslage: Aufgrund des Klimawandels und der Verteuerung der fossilen Ressourcen steigt die Nachfrage nach erneuerbaren Energieträgern mit geringerem CO₂-Ausstoss. Ein innovatives Verfahren zur CO₂-Speicherung und -Nutzung wird an der OST verfolgt. Dabei wird durch die sorptionskatalytische Umsetzung von Kohlendioxid (CO₂) hochwertiges, erneuerbares Methan (CH₄) produziert, welches eine nachhaltige Alternative zu fossilem Erdgas darstellt. Die Anlage zum Betrieb des «SmartCat»-Katalysators besteht aus zwei gleich aufgebauten Reaktoren (Twin-Reaktor-System), in welchen die Prozessschritte der Methanisierung und der Regeneration, d.h. Trocknung des Katalysators, alternieren (siehe Abb. 1). Dieses Twin-Reaktor-System bietet nebst der unterbrechungsfreien Produktion des Methans den Vorteil, dass zeitgleich an verschiedenen Orten im System eine Wärmezufuhr und eine Wärmeabfuhr stattfindet, was eine Wärmerückgewinnung zur energetischen Optimierung der Anlage nahelegt. Daher wurde im Rahmen dieser Arbeit die Anlage auf das Potential einer solchen Wärmerückgewinnung geprüft und die Frage beantwortet, ob der Prozess autotherm realisierbar ist. Zudem wurden konkrete Umsetzungsempfehlungen abgegeben.

Vorgehen: Nach einer Analyse der nutzbaren Wärmequellen (siehe Abb. 2) und Wärmesenken wurde mit den gewonnenen Erkenntnissen ein zunächst einfaches theoretisches Modell der Wärmerückgewinnung erstellt. Im Zuge dessen wurden mit dem Zweck, die Modellkomplexität gering zu halten, diverse Vereinfachungen gemacht. Auch wurden einige Annahmen im Rahmen der Modell-Entwicklung getroffen und integriert, um die Wärmerückgewinnung und die thermische Isolation sowie die optimale Betriebsweise der Anlage grosstechnisch auszulegen. Aus diesen Vereinfachungen und Annahmen erfolgen eine epistemische Modell- und Parameterunsicherheit, welche für eine korrekte Einordnung des Ergebnisses detailliert beurteilt wurden.

Ergebnis: Es besteht ein hohes Potential für eine erfolgreiche Integration einer Wärmerückgewinnung im eingesetzten «SmartCat»-Konzept in der Twin-Reaktor-Ausführung. Der Prozess ist unter den gemachten idealen Annahmen autotherm realisierbar (siehe Abb. 3). Trotz der vorhandenen Modell- und Parameterunsicherheit, welche sich auf die Autothermie der Anlage auswirken, konnte eine gute, erste Abschätzung der nutzbaren Wärmen und der Wärmesenken gemacht werden. Eine Weiterverfolgung der technischen Planung und Umsetzung der Wärmerückgewinnung für den «SmartCat» wird stark empfohlen. Potential für die Weiterentwicklung des erstellten Modells für eine bessere Analyse der betrachteten Fragestellung besteht vordergründig bei der Modellierung des Adsorptions- und Desorptionsprozesses. Zudem sollten die Informationslücken im Modell, welche von den fehlenden

Design-Parametern der Anlage herrühren, durch eine technische Auslegung der Wärmerückgewinnung geschlossen werden. Diese sollte die Wärmeverluste durch gezielte Dimensionierung, Geometrie, Bauteil- und Materialwahl minimal halten. Ergänzend empfiehlt sich, die idealen Betriebsbedingungen und die ideale Betriebsweise des «SmartCat»-Konzepts für eine Effizienzsteigerung mit Fokus auf eine Minimierung des Wärmebedarfs im Rahmen einer weiteren Analyse zu ermitteln.

Abb. 1: Anlageschema des «SmartCat»-Twin-Reaktorsystems, mit Prozessreaktor zur Methanisierung & Regeneration.
Autor: Prof. Dr. Andre Heel

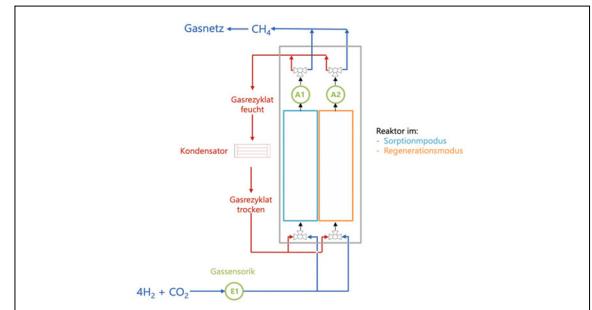


Abb. 2: Vergleich der nutzbaren Wärmen. Blau: Genutzte Wärmen. Grau: Nicht genutzte Wärmen.
Eigene Darstellung

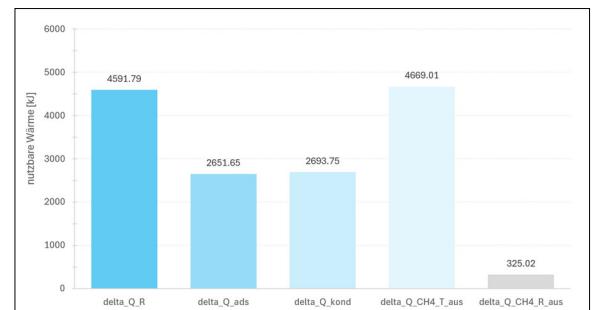


Abb. 3: Vergleich der genutzten Wärmen & Wärmesenken. Blau: Genutzte Wärmen. Rot: Wärmeverluste. Orange: Wärmebedarf.
Eigene Darstellung



Referent
Prof. Dr. Andre Heel

Korreferent
Dr. Juan Pablo Carbajal

Themengebiet
Umwelttechnik
allgemein,
Energietechnik
allgemein, Thermo- und
Fluidodynamik, Physik
allgemein