

KONFIGURATIONS- UND LEISTUNGSVERGLEICH VON HOCHTEMPERATURWÄRMEPUMPEN ZUR BIOGAS-AUFBEREITUNG

Michael LAUERMANN¹, Gerwin DREXLER-SCHMIED¹, Franz HELMINGER¹

Einleitung

Das neuartige Temperaturwechseladsorptionsverfahren (engl. temperature swing adsorption, kurz TSA) ermöglicht eine effiziente und kostengünstige Abtrennung von CO₂ zur kontinuierlichen Aufbereitung von Biogas. Ein wesentlicher Teil der Adaptierung des TSA-Prozesses besteht in der Entwicklung innovativer Wärmeverschalungskonzepte, optimierter Wärmeübertragerdesigns und dem Einsatz von Wärmepumpentechnik. Der Einsatz von sogenannten Hochtemperaturwärmepumpen ist geradezu prädestiniert, da im TSA-Prozess Wärme auf niedrigem Temperaturniveau aus dem Prozess abzuführen ist und Wärme bei hohem Temperaturniveau dem Prozess zuzuführen ist. Bei der Entwicklung von Wärmepumpen zum Einsatz im TSA Prozess zur Biogas-Aufbereitung ist von Verdampfungstemperaturen zwischen 25°C und 40°C und von Kondensationstemperaturen zwischen 110°C und 125°C auszugehen.

Methode

In der vorliegenden Arbeit wurden unterschiedliche Konfigurationen und Kombinationen von Wärmepumpenkreisläufen und Kältemitteln untersucht, wobei in einer Vorauswahl einige Kältemittel ausgewählt wurden. Diese Vorauswahl wurde anhand von wirtschaftlichen Parametern, umweltrelevanten Parametern und technischen Parametern durchgeführt. Die unterschiedlichen Wärmepumpenkreise wurden mit den vorausgewählten Kältemitteln kombiniert und deren Modelica™-Modelle mittels Dymola erstellt, simuliert und miteinander verglichen. Es wurde eine Vielzahl verschiedener Wärmepumpenkreisläufe getestet, wie z.B.: Ejektorschaltungen oder Kaskaden. Jeder Kreislauf wurde im relevanten Betriebsbereich simuliert und Kennzahlen, wie COP (engl. coefficient of performance) und Leistungen, ermittelt.

Ergebnisse

Bezüglich des COP konnten unter anderem drei Erkenntnisse gewonnen werden:

- (1) Im möglichen Betriebsbereich des TSA-Prozesses wurden COPs von 2,3-5,7 erreicht.
- (2) COP-Verschiebungen, das heißt sämtliche COP-Werte eines Kreises liegen ober- oder unterhalb eines anderen Kreises.
- (3) COP-Verteilung, das heißt die COPs eines Kreises liegen weiter oder weniger weit auseinander als die eines anderen Kreises.

Bezüglich der erzielten Kälte bzw. Heizleistung waren bei einstufiger Verdichtung mit n-Butan signifikant höhere Leistungen erreichbar als mit R1234zeZ, wobei hier immer gleiche Verdichter eingesetzt wurden. Sowohl bei COP als auch bei den erzielten Leistungen war ein erwarteter Abfall hin zu größeren Verdampfertemperaturspreizungen zu beobachten. Um eine Empfehlung abgeben zu können ist es notwendig die Kosten zu bestimmen, das heißt Investition, Betrieb, Wartung, Energie, was in der vorliegenden Arbeit grob behandelt wird.

¹ AIT Austrian Institute of Technology GmbH, Center for Energy, Thermal Energy Systems, Giefinggasse 2, 1120 Wien, michael.lauerma@ait.ac.at, www.ait.ac.at