



Methanisierung im Dreiphasen-System

J. Lefebvre, N. Trudel, S. Bajohr
Engler-Bunte-Institut des KIT - Bereich
Chemische Energieträger - Brennstoff-
technologie (EBI ceb)

Das im Jahre 2010 von der Bundesregierung erarbeitete Energiekonzept sieht vor, bis 2050 80 % des Stromverbrauches durch erneuerbare Energien zu decken. Der heutige Anteil liegt bei 25 %. Bereits bis 2020 soll dieser Anteil auf 35 % erhöht werden. Die wichtigsten Energielieferanten bei der Umsetzung dieser Ziele sind, neben Biomasse und Wasserkraft, vor allem Solar- und Windenergie. Diese jedoch unterliegen den natürlichen Schwan-

in Zukunft ausgeglichen werden. Hier bringt der Power-to-Gas-Prozess (PtG), bei dem aus Kohlenstoffmonoxid oder Kohlenstoffdioxid und Wasserstoff Methan (SNG = Synthetic Natural Gas) erzeugt wird (siehe Abb. 1) einen enormen Vorteil mit sich: durch die bereits existierenden Erdgasnetze, kann die gespeicherte Energie in ganz Deutschland verteilt werden. Der benötigte Wasserstoff wird durch Elektrolyse aus regenerativem Strom erzeugt. Als Kohlenstoffquelle können Synthesegase aus der Biomassevergasung, aber auch Abgase aus Kraftwerken und andere Industrieabgase dienen. Es existieren bereits viele Forschungs-

trägerflüssigkeit, die diese Schwankungen dämpft.

Ein favorisiertes Reaktorkonzept hierfür ist die Blasensäule. Die ablaufenden Mechanismen bei der Methanisierung in einer Blasensäule sind jedoch nicht ausreichend erforscht. Neben hydrodynamischen Untersuchungen muss die Reaktionskinetik untersucht werden. Diese ist vor allem für die Vergleichbarkeit der Reaktorkonzepte und die Anlagenauslegung wichtig. Zwar ist die Methanisierungsreaktion schon sein Anfang des 20. Jahrhunderts bekannt und während der Ölkrise in den 1970er Jahren wurde die Reaktionskinetik intensiv erforscht, jedoch bislang nicht in Anwesenheit einer flüssigen Phase.

Um diese Untersuchungen durchzuführen, wurde das Konzept der Dreiphasen-Methanisierung weiter vereinfacht. In einem als ideal angenommenen Rührkesselreaktor (Autoklav, siehe Abb. 2), der eine integrale Bilanz zulässt, wurden die Einflüsse der Gaszusammensetzung bei einem CO_2 -Partialdruck von 1 bar untersucht. Außerdem wurde der Temperatureinfluss

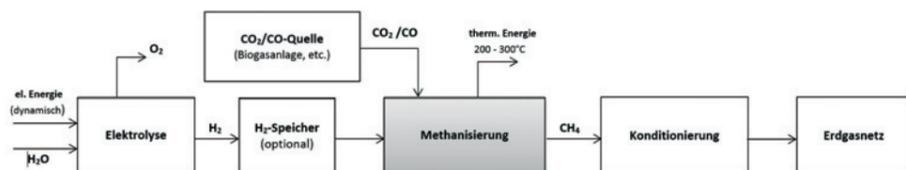


Abb. 1: Prozesskette zur Erzeugung von Synthetic Natural Gas (SNG)

kungen des Wetters, wodurch Phasen des Energieüberschusses, sowie Phasen des Energiemangels entstehen. Um diese unvermeidbaren Schwankungen in der Produktion in Einklang mit dem Verbrauch zu bringen, wird in den letzten Jahren intensiv an Energiespeicherkonzepten gearbeitet. Elektrische und mechanische Speicher können maximal tägliche Schwankungen regulieren. Um saisonale Schwankungen auszugleichen, sind chemische Speicher geeignet. Ein weiterer Vorteil der chemischen Speicher ist die Transportfähigkeit der chemischen Energieträger. Vor allem durch die Möglichkeit von Offshore-Windparks hat der Norden Deutschlands einen deutlichen Vorteil gegenüber dem Süden. Auch dieses Gefälle muss

projekte zum Thema Methanisierung. Dabei wird zwischen biologischer und katalytischer Methanisierung unterschieden. Die katalytische Methanisierung in einem Festbettreaktor ist bis heute allerdings die einzige bereits kommerziell genutzte Technologie. Gerade die starken Lastwechsel, die der regenerative Strom mit sich bringt, sind jedoch auch hier ein Problem. Ein schwankender Feedgasstrom führt, durch die exotherme Reaktion der Methanisierung, zu starken Temperaturschwankungen im Reaktor, die ausgeglichen werden müssen, um einen konstanten Umsatz zu gewährleisten. Dafür muss die Wärmeleitung im Reaktor optimiert werden. Ein Ansatz hierfür ist die Verlegung der Reaktion in eine Wärme-



Abb. 2: Versuchsaufbau zur Dreiphasenmethanisierung im Rührkesselreaktor bzw. Autoklaven

auf die Reaktionsgeschwindigkeit, den Reaktionsablauf und die Produktselektivitäten bei Temperaturen zwischen 260 °C und 320 °C untersucht. Die gewonnenen Ergebnisse wurden mit postulierten Ansätzen für die Reaktionskinetik verglichen, um so einen Ansatz zu finden, der die Ergebnisse zufriedenstellend beschreibt.

Vorbereitend wurden in derselben Anlage bereits unterschiedliche Wärmeträgeröle in Verbindung mit verschiedenen Katalysatoren auf ihre Stabilität untersucht. Des Weiteren wurden Versuche zur Löslichkeit, der an der Methanisierungsreaktion maßgeblich beteiligten Gase CO_2 , H_2 , H_2O und CH_4 in den verwendeten Flüssigphasen durchgeführt.

Bei dem Reaktor handelt es sich um einen Rührkesselreaktor, der Firma Büchi Glas Uster (Typ Versoklav). Er hat ein Fassungsvermögen von 1 L, ist aus rostfreiem Stahl gefertigt und für 60 bar und 400 °C ausgelegt. Der Autoklav ist mit einem Wärmeträgeröl oder anderen temperaturfesten Flüssigkeiten gefüllt, was eine isotherme Reaktionsführung in der Flüssigphase ermöglicht. In der Wärmeträgerflüssigkeit ist ein für die Methanisierung geeigneter Katalysator suspendiert. Die Temperatur in der Flüssigkeit wird über ein im Doppelmantel des Reaktors integriertes Temperiersystem geregelt. Für die ideale Durchmischung der Flüssigkeit sorgt ein sechsblättriger Scheibenrührer mit einer maximalen Drehzahl von 3000 1/min, der über einen wassergekühlten Magnetrührer angetrieben wird. Des Weiteren ist ein Stromstörer eingebaut. Über die Rührerwelle wird das für die Reaktion benötigte Gasgemisch direkt in die Flüssigkeit geleitet.

Über die Messung der Gaszusammen-

setzung am Eintritt und Austritt aus dem Reaktor können der Umsatz und die Reaktionsgeschwindigkeit der Methanisierungsreaktion ermittelt werden.