

# **WASSERSTOFFTECHNOLOGIEN IN DER CHEMIEINDUSTRIE CHANCEN UND POTENTIALE UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DER ALTERSSTRUKTUR**

**Marius NEUWIRTH<sup>1</sup>, Tobias FLEITER<sup>1</sup>, Andrea HERBST<sup>1</sup>, Matthias REHFELDT<sup>1</sup>**

## **Motivation und zentrale Fragestellung**

Die deutsche Bundesregierung hat im Rahmen der Billigung des Klimaschutzgesetzes im November 2019 feste Ziele gesetzt. Darin ist eine Reduzierung der Treibhausgasemission um 55 % bis zum Jahr 2030 im Vergleich zum Basisjahr 1990 und die Klimaneutralität bis 2050 beschlossen [1]. Mit ca. 23% der Gesamtemissionen in Deutschland ist der Industriesektor einer der großen emittierenden Sektoren, der knapp 30% des Endenergiebedarfs ausmacht und dabei überwiegend fossile Energieträger nutzt [2, 3]. Speziell die Dekarbonisierung der energieintensiven Industriebranchen ist aufgrund deren hohen Emissionen wegen der technischen Restriktionen mit aktuellen Technologien sowie den entsprechenden chemischen Reaktionen für das Erreichen der deutschen und europäischen Klimaziele (Reduktion der Treibhausgasemissionen um 95% bis zum Jahr 2050) besonders relevant. Hierfür müssen erhebliche Anstrengungen unternommen werden, um den Einsatz fossiler Brennstoffe in den einzelnen Prozessrouten in den nächsten Jahrzehnten zu reduzieren.

Die direkte und indirekte Nutzung von Strom basierend auf erneuerbaren Energien kann eine wichtige Rolle in der Dekarbonisierung der Industrie einnehmen [5]. Große Potentiale und Möglichkeiten für die Zukunft liefern hierbei speicherbare Stoffe, die hinsichtlich der ambitionierten Ziele bis 2030 bereits kurzfristig in aktuelle Systeme und Prozesse eingebunden werden können. Eine bedeutende Rolle wird dafür Wasserstoff zugeschrieben, da dessen Nutzung sowohl als Energieträger als auch für die stoffliche Nutzung in verschiedenen industriellen Prozessrouten vielversprechend ist. Als speicherbares Medium kann Wasserstoff zudem als Energiespeicher zum Ausgleich von Fluktuationen bei der Erzeugung erneuerbarer Energien in der Zukunft dienen [6].

Eine der wichtigsten Branchen mit großen Potentialen für die Wasserstoffnutzung stellt die Chemieindustrie dar. Insbesondere die Herstellungsverfahren von Grundstoffchemikalien (z.B. Ammoniak und Methanol) zeigen Ansatzmöglichkeiten für eine wasserstoffbasierte Transformation.

## **Methodische Vorgehensweise**

Die Modellierungsplattform FORECAST (<https://www.forecast-model.eu>) zielt darauf ab, langfristige Szenarien für den zukünftigen Energiebedarf einzelner Länder und Weltregionen bis 2050 zu entwickeln [4]. Die Basis bildet ein bottom-up- Modellierungsansatz, der die Dynamik von Technologien und sozioökonomischen Faktoren berücksichtigt. Mehr als 80 energieintensive Prozesse werden explizit betrachtet, während andere Technologien und energiebetriebene Geräte als Querschnittstechnologien modelliert werden. Einsparmöglichkeiten (inkrementelle Änderungen und neue Produktionsprozesse) entfalten ihren Einfluss auf den Energieverbrauch und die Treibhausgasemissionen, indem sie durch den modellierten Technologiebestand diffundieren und so den spezifischen Energieverbrauch oder die spezifischen prozessbezogenen Emissionen einzelner Produktionsprozesse reduzieren.

Eine Evaluierung der aktuellen Technologien und Prozesspfade, speziell im Bereich der Ammoniak- und der Methanol- Herstellung, führen unter Nutzung einer Standortdatenbank zu Erkenntnissen über den Status quo. Die Kenntnis über die Altersstruktur des Anlagenbestandes und die Betrachtung der Diffusion von heute noch nicht marktreifen Technologien unter Nutzung von erneuerbar erzeugtem

---

<sup>1</sup> Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (ISI), Breslauer Str. 48, +49 721 6809-528, [Marius.Neuwirth@isi.fraunhofer.de](mailto:Marius.Neuwirth@isi.fraunhofer.de), <http://www.isi.fraunhofer.de>, <http://www.forecast-model.eu>

<sup>2</sup> Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (ISI), Breslauer Str. 48, +49 721 6809-208, [Tobias.Fleiter@isi.fraunhofer.de](mailto:Tobias.Fleiter@isi.fraunhofer.de), <http://www.isi.fraunhofer.de>, <http://www.forecast-model.eu>

Wasserstoff führt zu einer möglichen Transformation der chemischen Industrie in Deutschland zur Einhaltung kurzfristiger und langfristiger Klimaziele.

## Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Die präsentierten Ergebnisse diskutieren die Transformation der deutschen Chemieindustrie ausgehend von einem Dekarbonisierungsszenario, das im Einklang mit den politischen Rahmenbedingungen bis zum Jahr 2050 steht. Untersucht werden Aussagen und Sensitivitäten in Bezug auf Energiebedarf, verfügbare Technologien, Potential- und Kostenannahmen. Dabei werden anhand von in der Literatur aufgeführten Technologien mit großen Potentialen für die Nutzung Wasserstoff deren mögliche Marktdiffusion und entsprechende Transformationspfade der chemischen Industrie unter Einbeziehung der standortspezifischen Altersstruktur des Anlagenbestandes getroffen. Wichtige Aspekte für die Beurteilung der Diffusion der Technologien stellen Marktreife und Kosten und Infrastruktur dar.

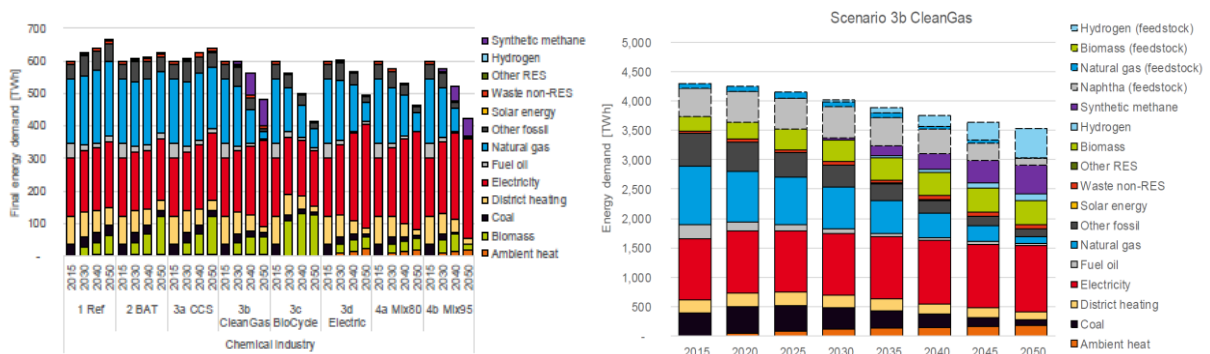


Abbildung 1: Energiebedarf der deutschen Industrie anteilig für die jeweiligen Energieträger der chemischen Industrie (links) und bis zum Jahr 2050 anhand eines ausgewähltes Gasszenarios (rechts) [7]

## Referenzen

- [1] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG), Pressemitteilung Nr.204/2019, [https://www.bmu.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Download\\_PDF/Gesetze/gesetzese Entwurf\\_bundesklimaschutzgesetz\\_bf.pdf](https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Gesetze/gesetzese Entwurf_bundesklimaschutzgesetz_bf.pdf) (zuletzt aufgerufen am 6.12.2019)
- [2] Umweltbundesamt auf Basis AG Energiebilanzen, Auswertungstabellen zur Energiebilanz der Bundesrepublik Deutschland 1990 bis 2017, Stand 07/2018, <https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/energieverbrauch-nach-energetraegern-sektoren> (zuletzt aufgerufen am 6.12.2019)
- [3] Umweltbundesamt, Nationale Treibhausgas-Inventare 1990-2017 und Zeitnauschätzung für 2018 aus UBA- Presseinformation 9/2019, <https://www.umweltbundesamt.de/indikator-emission-von-treibhausgasen#textpart-1> (zuletzt aufgerufen am 6.12.2019)
- [4] Fleiter et al., "A methodology for bottom-up modelling of energy transitions in the industry sector: The FORECAST model", In Energy Strategy Reviews 22 (2018) 237-254, Karlsruhe
- [5] Möst et al. (to be published): The Future European Energy System - Flexibility Options and Technological Progress. Springer.
- [6] Hartner et al. (2019), D.5.8: WP5 Summary report - Energy systems: Demand perspective: A report compiled within the H2020 project SET-Nav (work package 5)
- [7] Fleiter, T.; Herbst, A.; Rehfeldt, M.; Arens, M. (2019): Industrial Innovation: Pathways to deep decarbonisation of Industry. Part 2: Scenario analysis and pathways to deep decarbonisation. ICF and Fraunhofer ISI