

WEGE ZUR KLIMANEUTRALITÄT IN ÖSTERREICHS INDUSTRIE

Thomas KIENBERGER¹, Christopher GRADWOHL¹

Österreich unterstützt das Ziel der Europäischen Union, gemäß dem Green Deal bis zum Jahr 2050 Klimaneutralität zu erreichen, indem die österreichische Bundesregierung in ihrem aktuellen Regierungsprogramm das noch ehrgeizigere Ziel verfolgt, das Wirtschaftssystem bis 2040 vollständig klimaneutral zu gestalten. Zur Erreichung dieser Ziele ist ein besonderes Augenmerk auf den österreichischen Industriesektor gerichtet, der für 34 % (25 Mt CO₂e, 2019) [1] der gesamten Treibhausgasemissionen (THG) Österreichs verantwortlich ist. Insgesamt betragen industrielle Prozesse aller Industriestandorte in Österreich etwa 37 % (139 TWh/a) [2] des gesamten Primärenergieverbrauchs. Dabei stellen die Sektoren Eisen- und Stahl, nichtmetallische Mineralstoffe, Chemie- und Petrochemie sowie Zellstoff- und Papier die energieintensivsten Sektoren dar. Und sind zusammen für 61 % (82 TWh im Jahr 2019) des gesamten Energiebedarfs und 79 % (21 Mt im Jahr 2019) der THG-Emissionen der Industrie verantwortlich [1].

In der österreichischen Industrie wurde bereits ein Wandel hin zu einem effizienteren, nachhaltigen und klimaneutralen Energiesystem eingeleitet, der zur Beschleunigung jedoch weitere Unterstützung erfordert. Um Stakeholder der produzierenden Industrie, politische Entscheidungsträger und Technologieanbieter zu unterstützen, müssen die Komplexitäten der Energiebereitstellung und -nutzung vereinfacht und ein klarer Weg für jeden Industriesektor identifiziert werden. Dafür wurden in einem Bericht des NEFI Innovationsverbundes [1] aktuelle industrielle Produktionsprozesse bewertet, die zukünftige Nutzung verschiedener Technologien prognostiziert und die daraus resultierenden Energiebedarfe und technologischen Pfade zusammengefasst. Basierend auf einem Ansatz, der den gesamten Energiebedarf berücksichtigt und sicherstellt, dass alle für die industrielle Produktion benötigten Energieflüsse einbezogen werden – einschließlich der Endenergieanwendungen sowie des Energieeinsatzes in industriellen Umwandlungseinheiten (z.B. Hochofen oder Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen) –, wurden drei Energie-Nachfrageszenarien bis 2050 entwickelt:

Business as usual (BAU): Dieses Szenario dient als Referenzszenario zur Bewertung der Wirksamkeit innovativer Technologien in den beiden untenstehenden Übergangsszenarien und wurde durch Extrapolation historischer Trends und wirtschaftlicher Entwicklungsprognosen ermittelt.

Pathway of industry (POI): Dieses Szenario spiegelt die Innensicht der Industrie mit Ihren aktuellen Transformationsplänen wider und ist das Ergebnis eines intensiven Dialogs mit führenden Industriebetrieben, die die Technologieeinsätze in ihren jeweiligen Sektoren unter aktuellen und vorhersehbaren Rahmenbedingungen bis 2030 bewertet haben. Die Entwicklung bis 2050 wurde dabei auf der Grundlage dieser Bewertung und unter Berücksichtigung der erwarteten Technologieverfügbarkeit extrapoliert.

Zero emission (ZEM): Dieses Szenario skizziert den Weg zu einer vollständig klimaneutralen industriellen Energieversorgung in Österreich bis zum Jahr 2050. Es basiert auf der Einführung bahnbrechender Technologien, die für jeden Sektor als vielversprechende Lösungen zur Bewältigung der Transformation identifiziert wurden. Zur Berechnung des Weges zu einer vollständig klimaneutralen Industrie, wird ein Backcasting-Verfahren angewendet, dass ausgehend von der angestrebten Klimaneutralität im Jahr 2050 rückwärtsgerichtet die notwendigen Schritte zur erfolgreichen Umsetzung dieses Ziels darlegt.

Der Vergleich dieser Szenarien-Ergebnisse erlaubte wichtige Handlungsfelder zu identifizieren und no-regret Maßnahmen abzuleiten, um die (geringe) Lücke zwischen den THG des POI- und dem ZEM-Pfad zu schließen. Dabei ist anzumerken, dass es keine allumfassende Lösung zur Erreichung der Klimaneutralität gibt, jedoch konnte eine Reihe an vielversprechenden Kombinationen aus den folgenden Handlungsfelder identifiziert werden:

- Deutliche Verbesserung der Energieeffizienz und Elektrifizierung aller industriellen Prozesse
- Umstellung auf klimaneutrale Gase (Wasserstoff, Bio- und synthetisches CH₄)

¹ Montanuniversität Leoben, Franz-Josefstraße 18 8700 Leoben, thomas.kienberger@unileoben.ac.at, evt.unileoben.ac.at

- Technologien zur Kohlenstoffabscheidung
- Aspekte der Kreislaufwirtschaft um den Energiebedarf zusätzlich zu senken

Bei der Umsetzung der genannten Maßnahmen hin zur vollständigen Klimaneutralität zeigt sich, dass der Gesamtenergieverbrauch bis 2050 auf 168 TWh im POI- und 172 TWh im ZEM-Szenario ansteigen wird. Die Unterschiede ergeben sich hauptsächlich aus den technologischen Anwendungen bei der Gasversorgung. Im POI-Szenario setzt die Industrie stärker auf CH₄- und biomassebasierte Technologien, während im ZEM-Szenario der Fokus auf wasserstoffbasierten Technologien liegt. Es ist anzumerken, dass erneuerbare Gase nicht nur Erdgas substituieren, sondern auch Kohle im Eisen- und Stahlsektor sowie Naphta im Chemiesektor. Aus den Ergebnissen der Autoren aus [3] geht hervor, dass sich dadurch eine Gasnachfrage von 60 - 95 TWh ergeben wird. Weiterhin resümieren die Autoren aus [2, 4], dass in Österreich insgesamt ein technisches Potenzial an grünem Gas von etwa 64 TWh/a besteht, wovon 20 TWh erschlossen werden können. Daraus kann geschlossen werden, dass eine Anpassung der Infrastruktur notwendig ist, um zum einen die Importrouten zu erweitern und darüber hinaus erneuerbare Gase zu transportieren [5].

Der gestiegene Gesamtenergiebedarf reflektiert laut den Autoren aus [1] auch die zusätzliche Notwendigkeit von 49 TWh elektrischer Energie für Endenergieanwendungen in den Szenarien POI und ZEM, wobei die Wasserstoffproduktion hierbei nicht berücksichtigt wird. Neben den Bemühungen zur allgemeinen Elektrifizierung, wie etwa durch Wärmepumpen (+ 10-15 TWh), wird der Elektrizitätsbedarf insbesondere durch die Umgestaltung prozessemissionsintensiver Sektoren wie der Eisen- und Stahlindustrie (+ 5 TWh) sowie der Chemieindustrie (+ 3,5 TWh) getrieben. In diesen Sektoren führt die Einführung von Elektrolichtbogenöfen und CO₂-Abscheidungsanlagen zu einem signifikanten Mehrbedarf an elektrischer Endenergie. Laut den Autoren aus [5] soll der Mehrbedarf an Energie durch emissionsfreie Energieträger gedeckt werden. Dies wird durch einen Energiemix erreicht, der Photovoltaik, Laufwasser-, Pumpspeicher-, Gas-, Biomasse- und Windkraftwerke, sowie Abfallverwertung in der Höhe von 110 TWh im Jahr 2030 und 140 TWh im Jahr 2040 umfasst. Vor der verstärkten Integration erneuerbarer Energien und der Einbettung in das europäische Verbundnetz, zeigen Analysen des Stromübertragungsnetzes für das Jahr 2030 deutliche Notwendigkeiten für Netzverstärkungsmaßnahmen, insbesondere zwischen Ost- und Westösterreich [5].

Um neben den genannten Bestrebungen eine vollständige Klimaneutralität zu erreichen, werden Maßnahmen rund um die Kohlenstoffabscheidung unerlässlich sein. Dabei wird zwischen Carbon Capture and Utilization (CCU) von beispielsweise biogenen Emissionen und Carbon Capture and Storage (CCS) von schwer zu vermeidenden Emissionen, wie geogenen Emissionen, unterschieden [6]. In den beschriebenen Szenarien aus [1] wird dabei angenommen, dass der chemische und petrochemische Sektor als notwendige CO₂-Senke für bis zu 5 Mt CO₂ (netto) dient, um die verbleibenden Treibhausgasemissionen aus anderen produzierenden Industrien – wie dem Sektor nichtmetallische Mineralstoffe – auszugleichen.

Abschließend wird Anhand einer Studie aus [7] zur Kreislaufwirtschaft im industriellen Sektor gezeigt, dass in der Eisen- und Stahlindustrie durch Änderungen des Produktionsweges vom Hochofenverfahren zur wasserstoffbasierten Direktreduktion (DRI) und den Einsatz im Elektrolichtbogenofen (EAF), eine signifikante Reduktion von CO₂-Emissionen erreicht werden kann. Dabei ermöglicht der Elektrolichtbogenofen die effiziente Verwertung von Eisenschrott, wobei laut der Studie bei einer konstanten Stahlproduktion bis 2040 die Schrott-zu-Rohstoff-Substitution auf bis zu 50% gesteigert und der Primärenergiebedarf entsprechend reduziert werden kann. Durch die Kombination der Kreislaufwirtschaftsmaßnahme mit der Rohstahlerzeugung durch das Direktreduktionsverfahren lässt sich der Energieverbrauch um 15,4 TWh senken, was einer Reduktion auf 57% im Vergleich zu 2019 entspricht.

Basierend auf den identifizierten Handlungsfeldern hin zu einem klimaneutralen industriellen Energiesystem kann festgehalten werden, dass spezifische Technologien im industriellen Sektor schnell erforscht, entwickelt, demonstriert und umgesetzt werden müssen, um die Klimaziele zu erreichen. Forschung, Entwicklung und die Demonstration neuer Technologien sind darüber hinaus entscheidend für eine schnelle Implementierung in der Industrie, wobei Bemühungen in beiden Bereichen intensiviert und beschleunigt werden müssen.

Referenzen

- [1] Nogovnak, P.; Kienberger, T; et al. Pathway to industrial decarbonisation: Scenarios for the development of the industrial sector in Austria. 2022
- [2] Sejkora et al., Exergy as Criteria for Efficient Energy Systems – A Spatially Resolved Comparison of the Current Exergy Consumption, the Current Useful Exergy Demand and Renewable Exergy Potential, *Energies*, 2020
- [3] Baumann et al, Erneuerbares Gas in Österreich 2040, BMK 2021
- [4] Kühberger et al, Grünes Gas Steiermark – Berechnung von Bandbreiten erschließbarer Potenziale an Biomethan und Synthetic Natural Gas (SNG) aus Reststoffen unter Einbindung eines Stakeholderprozesses, 2022
- [5] *Integrierter österreichischer Netzinfrstrukturplan: Entwurf zur Stellungnahme*, BMK 2023
- [6] Hochmeister et al.: Carbonmanagement für ein klimaneutrales Österreich, 2024
- [7] Kienberger et al.: Systematisches Zusammenwirken von Dekarbonisierung und Kreislaufwirtschaft am Beispiel der österreichischen Industrie, 2022