

TECHNO-ÖKONOMISCHE OPTIMIERUNG INDUSTRIELLER MULTIENERGIESYSTEME

Lukas Wechner^{1*}, Thomas Kienberger¹

Einleitung und Zielsetzung

Die Defossilisierung des Industriesektors in Österreich ist ein zentraler Baustein zur Erreichung der nationalen Klimaneutralitätsziele bis 2040 sowie des Clean Industrial Deal. Die österreichische Industrie trägt zu 44 % (30,4 Mio. t CO₂e im Jahr 2023 [1]) der gesamten österreichischen Treibhausgasemissionen bei und macht rund 28 % (79,8 TWh/a im Jahr 2024 [2]) des energetischen Endverbrauchs aus. Zu den energieintensivsten Sektoren die auch im EU-Emission Trading System abgebildet sind zählen unter anderem die Eisen- und Stahlerzeugung, der Abbau und die Aufbereitung nichtmetallischer Mineralien, die chemische und petrochemische Industrie sowie die Zellstoff- und Papierindustrie. Zusammen sind diese Bereiche für 80 % (24,4 Mio. t im Jahr 2023) der Treibhausgasemissionen des Industriesektors verantwortlich [1]. Die Industrie spielt außerdem eine wichtige Rolle bei der Sicherung der sozioökonomischen Entwicklung der österreichischen Wirtschaft und erwirtschaftete im Jahr 2023, 25 % des nationalen BIP (119,46 Mrd. EUR) bei 24,9 % (ca. 1,02 Mio.) Vollzeitbeschäftigungsäquivalenten [3]. Um die Defossilisierung unter Berücksichtigung dieses Spannungsfeldes sowie des internationalen Handels bestmöglich zu unterstützen, wird ein Multienergiesystem-Modell entwickelt.

Forschungsbedarf

Bisherige Energiesystem-Modelle fokussieren sich häufig auf die Bereitstellung und Übertragung von elektrischer Energie unter Einbezug von Sektorkopplungsmöglichkeiten wie „Power to Gas“ oder „Power to Heat“. Hierbei werden die Industriesektoren oftmals einzeln betrachtet, um Infrastrukturbedarfe für die jeweiligen Energieträger zu bestimmen. Diese Industriesektoren sind innerhalb Österreichs und auch über die Grenzen hinweg stark verflochten und zeichnen sich durch komplexe Liefer- und Wertschöpfungsnetze aus. Veränderungen und Prozessumstellungen, wie sie im Zuge der Defossilisierung auftreten, wirken somit nicht nur auf den Industriesektor, in dem die Umsetzung stattfindet, sondern über die Vorkette an Rohstoffen und Zwischenprodukten sowie über die nachfolgende Kette ihrer Produkte auch auf die anderen Industriesektoren. Bestehende Synergien und kaskadische Nutzungen von Energieträgern und Nebenprodukten sind dadurch ebenso von den Veränderungen betroffen. Dies ist für den Energieträgereinsatz und die CO₂ Emissionen aber auch für die Standortsicherung und Resilienz österreichischer und innoereuropäischer Liefer- und Wertschöpfungsketten relevant.

Methodik und erwartete Ergebnisse

Um diese Fragestellungen zu beantworten, wird ein Optimierungs-Modell entwickelt. Dieses Modell baut auf dem Bericht des NEFI Innovationsnetzwerks [4] auf, welcher industrielle Produktionsprozesse unter Einbezug zukünftiger Technologien bewertet. Die Industriesektoren werden in ihre Hauptstandorte und deren Hauptprozesse aufgeschlüsselt und mathematisch anhand von Knoten abgebildet. Die Energiebedarfe sowie die Verknüpfung der Industriesektoren untereinander anhand ihrer Materialflüsse werden durch Kanten modelliert wie in Abbildung 1 schematisch dargestellt.

¹ Montanuniversität Leoben, Franz-Josefstraße 18 8700 Leoben, lukas.wechner@unileoben.ac.at, thomas.kienberger@unileoben.ac.at, www.evt.unileoben.ac.at, <https://www.nefi.at/de/>

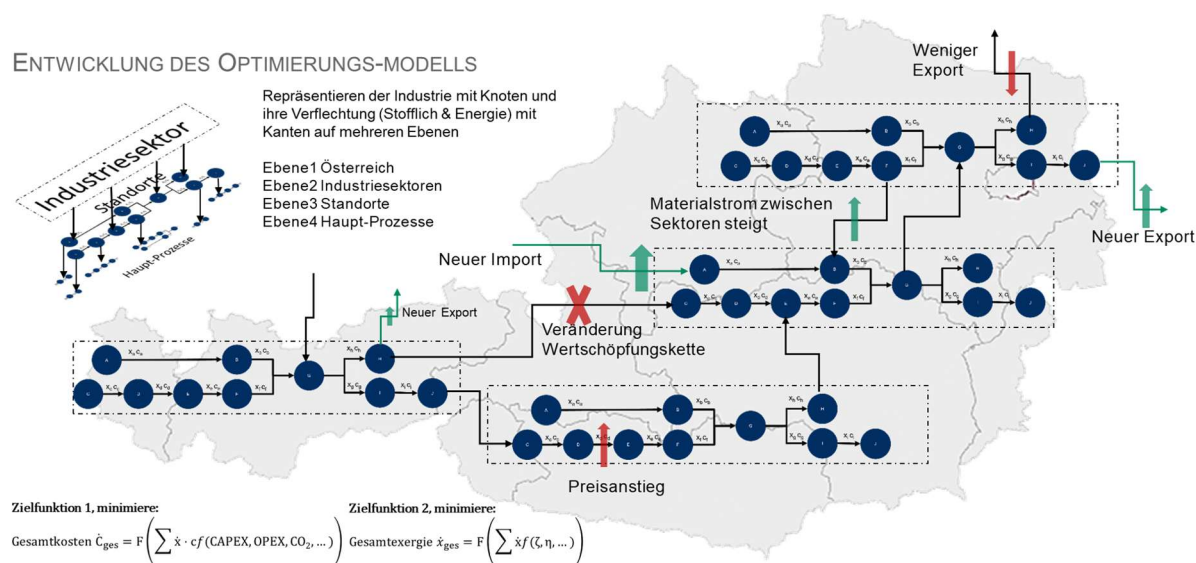


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Entwicklung des Optimierungsmodells durch Repräsentation der Industriesektoren als Knoten Kanten Modell.

Basierend auf dem Ansatz, der den stofflichen und energetischen Bedarf für die industrielle Produktion berücksichtigt, werden Industrie-Szenarien bis 2050 entwickelt. Diese tragen zur Analyse von Defossilisierungsmaßnahmen und internationalen Einflüssen bei und ermöglichen Rückschlüsse auf das Energiesystem und den Infrastrukturbedarf zu ziehen. Durch die techno-ökonomische Optimierung des Energieträgereinsatzes eingebettet in diese breit gefächerten Szenarien können klimaneutrale Transformationspfade analysiert werden um Handlungsfelder zu identifizieren und no-regret Maßnahmen für die Industrie abzuleiten. Die internationalen und nationalen Einflüsse auf die österreichische Industrie aber auch die Veränderungen durch die Transformation hin zur Klimaneutralität geben einen detaillierteren Einblick in den komplexen österreichischen Industriesektor unter Berücksichtigung der Themen Wertschöpfung, Standortsicherheit, Resilienz und Klimaneutralität.

Referenzen

- [1] Michael Anderl et al., „Nahzeitprognose der österreichischen Treibhausgas-Emissionen für das Jahr 2023 (NowCast 2024),“ 2024.
- [2] BMWET, „Energie in Österreich Zahlen, Daten, Fakten,“ 2025.
- [3] STATISTIK AUSTRIA, „Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen 1995–2023 Hauptergebnisse,“ 2024.
- [4] V. Alton, P. Binderbauer, R. Cvetkovska, G. Drexler-Schmid, B. Gahleitner, R. Geyer, A. Hainoun, T. Kienberger, M. Rahnama-Mobarakeh, P. Nagovnak, C. Schützenhofer und S. Stortecky, „Pathway to Industrial Decarbonisation – Scenarios for the Development of the Industrial Sector in Austria,“ 2022.