

AUSWIRKUNGEN VON INDUSTRIELLEN CO₂- VERMINDERUNGSMAßNAHMEN AUF DIE FLEXIBILITÄT VON PROZESSEN UND TECHNOLOGIEN

Tobias HÜBNER^{1,2}, Konstantin METZGER^{1*}, Frank VEITENGRUBER¹,
Serafin VON ROON¹

Motivation und Ziele

Mit der Verschärfung des Klimaschutzgesetzes im Juni 2021 hat sich die Bundesregierung zum Ziel gesetzt, die Treibhausgasemissionen bis 2030 auf 65 % ggü. 1990 zu senken und bis 2045 treibhausgasneutral zu werden [1]. Für die Umsetzung der Ziele kommt der Industrie eine zentrale Rolle zu, auch da sie etwa in 2018 für 23 % der deutschen Treibhausgasemissionen verantwortlich war [2]. Bisher sind den Autoren keine Studien bekannt, welche die tiefgreifende CO₂-Verminderung sowie Flexibilität im Industriesektor gemeinsam betrachten. Ziel ist es deshalb, die beiden Themenkomplexe miteinander zu verbinden und die Auswirkungen von disruptiver CO₂-Verminderung auf die Flexibilität im Industriesektor zu quantifizieren.

Methoden

Basierend auf einem ambitionierten Klimaschutzszenario (CP-Szenario) des Industriemodells (SmInd) [3], [4], leiten die Autoren mittels der Erweiterung des Modells um ein Flexibilitätsmodul veränderte Flexibilitätspotenziale von Prozessen und Technologien ab. CP-Szenario zeichnet sich durch eine starke Elektrifizierung aus und vermindert die industriellen CO₂-Emissionen um 88 % in 2050 ggü. 1990. Via Literaturrecherche und Metaanalyse erhobene sowie mittels sieben Experteninterviews validierte Eingangsdaten bilden die Grundlage der Modellsimulationen. Anhand einer eigens entwickelten Methode bestimmen die Autoren elf disruptive CO₂-Verminderungsmaßnahmen, welche die Flexibilität industrieller Prozesse und Technologien beeinflussen. Die Maßnahmen umfassen transformative Technologien der Stahl-, Papier, Ethylen und Glasproduktion sowie der Wärmeerzeugung. In Summe senken die Maßnahmen die CO₂-Emissionen um knapp 40 % ggü. 2020 (178 Mio.t CO₂e).

Das Optimierungsproblem und die gemischt-ganzzahlige Optimierung bilden das Kernelement des Flexibilitätsmoduls. Abbildung 1 beschreibt die Funktionsweise, mit welcher die Flexibilität von Prozessen, Technologien und Maßnahmen abgeleitet wird.

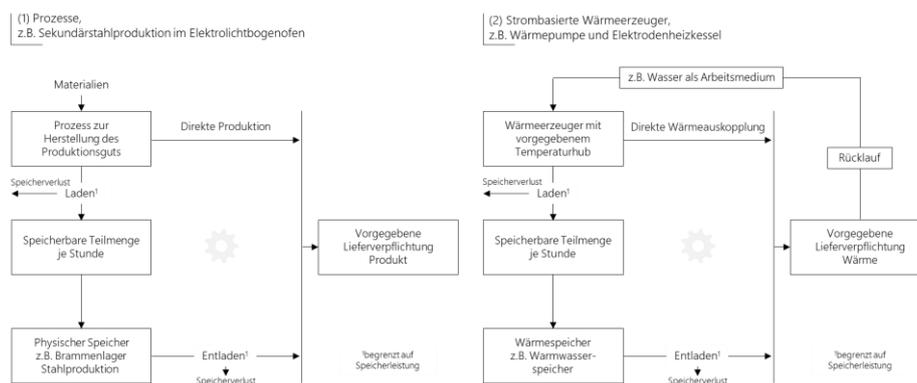


Abbildung 1: Konzeptionelle Darstellung der Funktionalität des Flexibilitätsmoduls für Prozesse(1) und strombasierte Wärmeerzeuger(2)

¹ Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH, Am Blütenanger 71, 80995 München, 089/158 121 36, thuebner@ffe.de, www.ffegmbh.de

² Technische Universität München, Arcisstraße 21, 80333 München

Diskussion und Ergebnisse

Das Flexibilitätsmodul bestimmt Differenzpotenziale mit Abrufdauer und Abrufhäufigkeit im Fünfjahresturnus bis 2050 ggü. 2018, welche Abbildung 1 visualisiert.

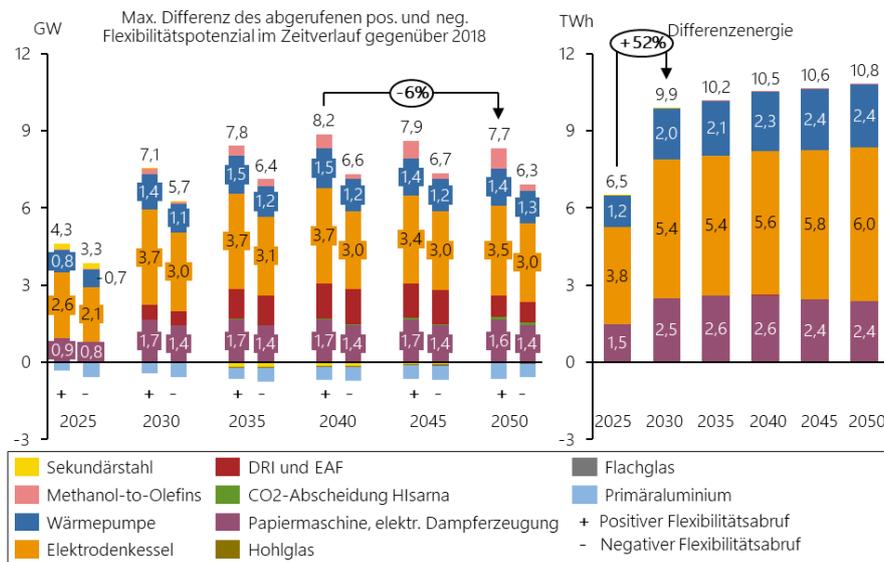


Abbildung 2: Maximales Differenzpotenzial und Differenzenergie der betrachteten Prozesse und Technologien

Es ergibt sich ein zusätzliches positives bzw. negatives Flexibilitätspotenzial von 7,7 GW bzw. 6,3 GW in 2050 ggü. 2018. Etwa 85 % (90 %) des Anstiegs positiver (negativer) Flexibilitätspotenziale in 2050 ist auf den Einsatz von Wärmepumpen und Elektrodenheizkesseln zurückzuführen. In 2050 steigt das positive bzw. negative Flexibilitätspotenzial durch die betrachteten Prozesse und Technologien um etwa 150 bzw. 175 % ggü. der SynErgie Potenzialerhebung der zweiten Förderphase an [5].

Neben den Differenzpotenzialen erhebt das Flexibilitätsmodul Differenzenergien. Das Modell weist eine zusätzliche Flexibilitätsenergie von 10,8 TWh in 2050 ggü. 2018 aus. Selbst bei gleichbleibend hohen Strompreisspreads ist ein deutlicher Hochlauf der verfügbaren Flexibilitätsenergie ggü. 2018 zu beobachten.

Die Analyse der Auswirkungen von industriellen CO₂-Verminderungsmaßnahmen auf die Flexibilität von Prozessen und Technologien zeigt, dass bei hohem industriellen Klimaschutzambitionsniveau zusätzliche Flexibilitätspotenziale in der Industrie entstehen. Die Schlussfolgerung liegt nahe, dass die industrielle Transformation einen wesentlich stärkeren Beitrag zur Integration erneuerbarer Energien leisten kann, als bisher. Reine

Wärmeversorger eignen sich aufgrund ihrer hohen Flexibilitätsenergie und geringeren Komplexität für die Überbrückung längerfristiger Zeiträume, wohingegen wertschöpfende Prozesse primär zum Ausgleich kurzzeitiger extremer Lastspitzen nützen. Die Ergebnisse zeigen, dass die zunehmende Umstellung des Bereitstellungssektors auf erneuerbare Energien Hand in Hand mit der Transformation des Industriesektors geht.

Referenzen

- [1] Entwurf eines Ersten Gesetzes zur Änderung des Bundes-Klimaschutzgesetzes. Ausgefertigt am 2021-06-24, Version vom 2021-08-18; Berlin, Bonn: BMWI, BMU, 2021.
- [2] Prognos et al.: Klimaneutrales Deutschland - In drei Schritten zu null Treibhausgasen bis 2050 über ein Zwischenziel von -65 % im Jahr 2030 als Teil des EU-Green-Deals. Berlin: Agora Energiewende, 2020.
- [3] Hübner, Tobias; Serafin von Roon: Modellierung kosteneffizienter Transformationspfade der deutschen Industrie. In: Energieinnovation 2020 - 16. Symposium Energieinnovation 16(20). München: Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft (FfE), 2020.
- [4] Hübner, Tobias: Small-Scale Modelling of Individual Greenhouse Gas Abatement Measures in Industry. Munich: Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft (FfE), 2020.
- [5] Laufendes Projekt: Das Kopernikus-Projekt SynErgie - Synchronisierte und energieadaptive Produktionstechnik zur flexiblen Ausrichtung von Industrieprozessen auf eine fluktuierende Energieversorgung, Förderphase 2