

Trade-Offs einer Eigenversorgung Deutschlands in einem dekarbonisierten europäischen Stromsystem

Themenbereich

Shima SASANPOUR⁽¹⁾, Karl-Kiên CAO⁽¹⁾

⁽¹⁾ Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), Institut für Vernetzte Energiesysteme, Energiesystemanalyse, Curiestraße 4, 70563 Stuttgart

Motivation und zentrale Fragestellung (max. 100 Wörter)

Die Europäische Union verfolgt das Ziel bis 2050 klimaneutral zu werden. Während Energiesystemoptimierungsmodelle (ESOM) die Gesamtsystemkosten eines zukünftigen dekarbonisierten europäischen Energiesystems minimieren, können durch die (Aus-)Nutzung der Standorte mit den höchsten erneuerbaren Energiepotentialen politisch unerwünscht hohe Importabhängigkeiten entstehen. Studien zeigen, dass eine vollständige Netto-Stromeigenversorgung auf nationaler Ebene für zusätzliche Gesamtkosten von 7% möglich wäre [1]. Allerdings wird dabei der Wasserstoffimport nicht mitberücksichtigt. Die Auswirkungen auf Infrastruktur und Energiesystemkosten können sich regional stark unterscheiden, je nach erneuerbaren Energiepotentialen und der Abhängigkeit von Wasserstoffimporten. Diese Studie untersucht die Trade-offs zwischen der Vermeidung von Importabhängigkeiten und den damit einhergehenden Kosten in Deutschland.

Methodische Vorgangsweise (max. 200 Wörter)

Zur Untersuchung des zukünftigen dekarbonisierten Stromsystems unter Berücksichtigung von zunehmender Eigenversorgung wird das ESOM REMix verwendet. REMix bestimmt die kostenoptimale Energiesysteminfrastruktur aus der Sicht eines zentralen Planers. Dabei steht der Stromsektor im Fokus, wobei zusätzlich der Energiebedarf aus dem Verkehrs- und Wärmesektor miteinbezogen wird [2]. Unter Vorgabe von Wetter-, Szenario- und technoökonomischen Daten optimiert REMix den Ausbau und den Einsatz von Kraftwerken, Speichern und des Stromnetzes und minimiert dabei die Gesamtsystemkosten.

Der räumliche Umfang der Studie umfasst die ENTSO-E Mitgliedstaaten und zusätzlich die nordafrikanischen Länder Algerien, Marokko und Tunesien. Jedes Land wird in REMix durch einen Knoten eines aggregierten Stromübertragungsnetzwerks dargestellt und die Optimierung erfolgt für ein Jahr mit stündlicher Auflösung. Zusätzlich zu erneuerbaren Energiequellen kann die Stromversorgung auch durch der Rückverstromung von grünem Wasserstoff in Gas- und Elektrolysekraftwerken emissionsfrei erfolgen.

Die Eigenversorgung jedes Landes wird als Restriktion in REMix implementiert. Um Fluktuationen der erneuerbaren Energien weiterhin ausgleichen zu können, wird die Netto-Eigenversorgung betrachtet, d.h. der Stromausgleich über Grenzkuppelleitungen ist weiterhin möglich [1]. Der Unabhängigkeitsfaktor f^u definiert, welcher Anteil des Gesamtenergiebedarfs D^{ges} jeder Landes r mindestens jährlich selber erzeugt werden muss. Somit ergibt sich für die jährlich erzeugte Menge an Strom E durch alle Kraftwerkstechnologien g pro Land r

$$\sum_t D_{t,r}^{ges} f^u \leq \sum_{g,t} E_{r,g,t}, \forall r.$$

¹ Jungautorin, Shima.Sasanpour@dlr.de, +49 711 6862-8289, www.DLR.de/ve

Ergebnisse und Schlussfolgerungen (max. 200 Wörter)

Um den Einfluss einer Netto-Eigenversorgung zu analysieren, werden mithilfe von REMix 21 Szenarien ohne und 21 Szenarien mit Berücksichtigung einer Wasserstoffeigenversorgung optimiert. Dabei hat das Basisszenario einen Unabhängigkeitsfaktor $f^u = 0\%$. Der Unabhängigkeitsfaktor f^u steigt pro Szenario um 5%.

Bei den Szenarien mit Berücksichtigung einer Wasserstoffeigenversorgung wird der Strombedarf zur Erzeugung des Wasserstoffs, der zur Rückverstromung im Stromsektor genutzt wird, zusätzlich in den Gesamtenergiebedarf D^{ges} miteingerechnet.

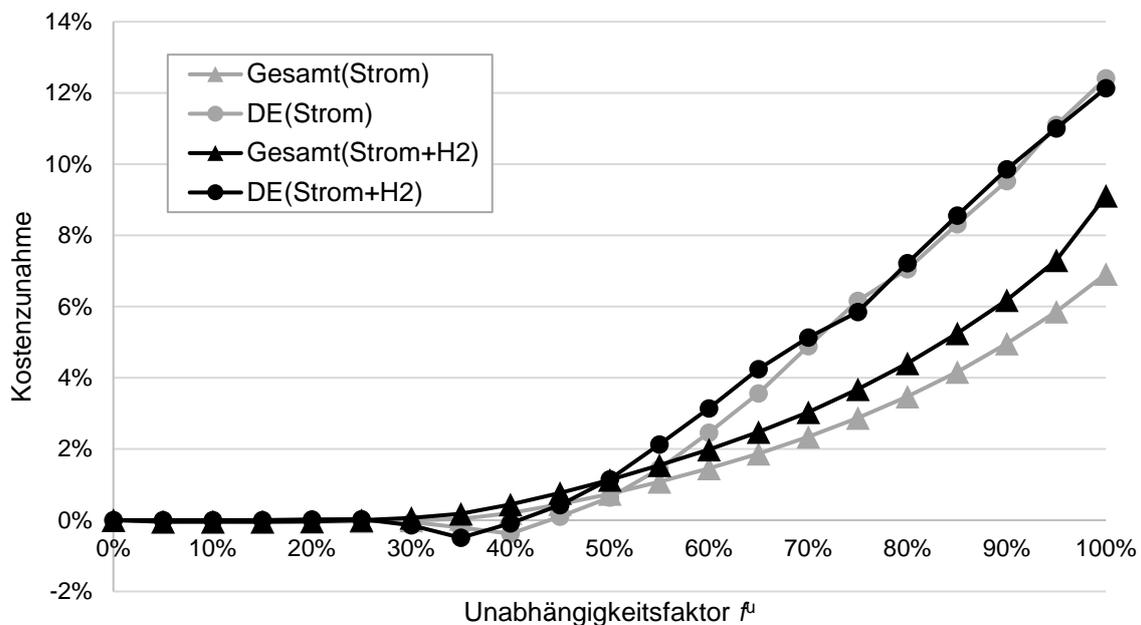


Abbildung 1: Kostenzunahme für das Gesamtsystem und Deutschland im Vergleich zum Basisszenario bei steigender Eigenversorgung

Abbildung 1 zeigt die Kostenzunahme des gesamten und des deutschen Stromsystems im Vergleich zum Basisszenario sowohl für Szenarien, bei denen nur die Stromeigenversorgung betrachtet wird (Strom), als auch bei Szenarien, bei denen zusätzlich die Wasserstoffeigenversorgung mitberücksichtigt wird (Strom+H₂). Bis zu einem Unabhängigkeitsfaktor $f^u = 50\%$ sind die Kostenzunahmen aus deutscher und gesamteuropäischer Sicht ähnlich hoch. Anschließend steigen die Mehrkosten für Deutschland aufgrund der vergleichsweise geringeren erneuerbaren Energiepotentiale überproportional stark an. Eine zusätzliche Wasserstoffeigenversorgung verursacht für Europa bis zu 2% Mehrkosten im Vergleich zur alleinigen Stromeigenversorgung. Für Deutschland sind die Kosten mit und ohne Wasserstoffeigenversorgung ähnlich hoch. Um eine zusätzliche Wasserstoffeigenversorgung in Deutschland zu erzielen, werden vermehrt Photovoltaikanlagen und Batteriespeicher ausgebaut statt wasserstoffbetriebener Gaskraftwerke, wodurch das System an Diversität verliert.

Literatur

- [1] T. Tröndle, J. Lilliestam, S. Marelli und S. Pfenninger, „Trade-offs between geographic scale, cost, and infrastructure requirements for fully renewable electricity in Europe,“ *Joule*, pp. 1929-1948, 2020.
- [2] K.-K. Cao, T. Pregger, J. Haas und L. Hendrik, „To prevent or promote grid expansion? – Analyzing the future role of power transmission in the European energy system,“ *Frontiers in Energy Research*, 2020.