

AUSWIRKUNGEN GESELLSCHAFTLICHER ENTWICKLUNGEN AUF DIE TRANSFORMATION DES DEUTSCHEN ENERGIESYSTEMS

Julian BRANDES¹, Philip STERCHELE¹, Judith HEILIG¹, Daniel WREDE¹,
Christoph KOST¹, Thomas SCHLEGL¹, Hans-Martin HENNING¹

Inhalt

Im Jahr 2019 hat Deutschland das Klimaschutzprogramm 2030 verabschiedet um zu gewährleisten, dass die im Pariser Abkommen aus dem Jahr 2015 festgelegten Ziele eingehalten werden (Bundesregierung 2019). Das Klimaschutzprogramm sieht unter anderem einen Ausbau von Wind- und Sonnenenergie, eine Förderung der Elektromobilität sowie alternativer Heizungstechnologien vor. Weiterhin beruht dieses Klimaschutzprogramm für das Jahr 2030 auf dem Ziel im Jahr 2050 nahezu Treibhausgasneutralität zu erreichen. Als Entscheidungshilfe für die Festlegung klimapolitischer Ziele können Energiesystemmodelle eine hilfreiche Stütze sein. Eine Vielzahl der bisher gerechneten Szenarien für den Umbau des deutschen Energiesystems haben jedoch lediglich eine Reduzierung der Treibhausgase um 85 % vorgesehen (Palzer 2016; Benjamin Pfluger 2017; Gils, Sterchele, Janßen 2017). Im Vergleich zu einer Reduzierung um 95 % stellt dies einen Unterschied von etwa 100 Mio.tco₂/a dar. Daher sollen im Nachfolgenden insgesamt vier Transformationspfade für das deutsche Energiesystem untersucht werden, die eine Reduzierung der Treibhausgase um 95 % berücksichtigen. Die Energiewende ist jedoch kein rein technisches Problem, vielmehr hat auch das Verhalten der Bevölkerung einen starken Einfluss auf den Umbau des Energiesystems. Hierfür werden Erkenntnisse aus der Akzeptanzforschung und dem Nutzerverhalten in die Konstruktion der Szenarien mit einbezogen (Carina Zell-Ziegler, Dr. Hannah Förster 2018). Es sollen die Auswirkungen gesellschaftlicher Entwicklungen, wie beispielsweise Akzeptanzprobleme oder stärkere gesellschaftliche Klimaschutzbemühungen auf die Transformation des Energiesystems im Fokus stehen. Zusätzlich erfolgt in diesem Rahmen ein Abgleich, sowie eine Einordnung ausgewählter, im Klimaschutzplan 2030 festgelegter Ziele, um zu untersuchen, ob diese mit einer integrierten Betrachtung aller Sektoren des Energiesystems stimmig sind.

Methodik

Berechnet werden die Szenarien mit dem Modell „*Regeneratives Energien Modell*“ REMod (Palzer 2016; Sterchele 2019), welches die Sektoren Strom, Wärme, Industrie und Verkehr in einer integrierten Betrachtung jährlich bis zum Jahr 2050 nach Kosten optimiert und CO₂-Emissionen nach vorgegebenen Randbedingungen reduziert. Hierzu sind fünf historische Wetterjahre für die Berechnung der Heizlast sowie die Stromerzeugung aus Erneuerbarer Energien hinterlegt, wobei die Energiebilanz auf stündlicher Basis erfüllt werden muss.

Insgesamt werden vier unterschiedliche Szenarien untersucht, nämlich Referenz, Suffizienz, Beharrung und Akzeptanz. Ausgehend von einem Referenzszenario wird so beispielsweise untersucht, welchen Einfluss eine eingeschränkte Akzeptanz von großen Infrastrukturmaßnahmen wie Windenergieanlagen oder Oberleitungen für elektrisch betriebene LKWs auf den weiteren Umbau des Energiesystems hat. In einem weiteren Szenario wird untersucht, wie eine Minderung der CO₂-Emission bei einer Beharrung der Bevölkerung auf konventionelle Technologien, wie Verbrennungsmotoren oder Gas- und Ölkesseln, erreicht werden kann. Im vierten Szenario wird angenommen, dass durch einen allgemeinen Rückgang in Fahrleistung, Konsum und Wohnfläche die Endenergienachfrage zurückgeht.

Ergebnisse

Die Ergebnisse zeigen zunächst über alle Szenarien hinweg eine steigende Elektrifizierung, d.h. eine Zunahme von strombasierten Technologien wie beispielsweise batterieelektrischen Fahrzeugen oder

¹ Fraunhofer ISE, Heidenhofstr. 2 79110 Freiburg i. Br., Tel.: 0761 4588-2279, julian.brandes@ise.fraunhofer.de, <http://www.ise.fraunhofer.de>

Wärmepumpen in den Verbrauchssektoren für Prozesswärme, Verkehr sowie für die Raumwärme- und Trinkwarmwassererzeugung.

So findet die Elektrifizierung im **Gebäudebereich** in allen Szenarien bereits in frühen Jahren statt, da hier eine Umstellung von konventionellen Heizungstechnologien auf Wärmepumpen erfolgt. Lediglich im Szenario „Beharrung“ findet eine Umstellung nur bedingt statt, da hier die Verwendung von konventionellen Öl- und Gaskesseln vorgegeben wurde. Ebenso findet durch den zunehmenden Einsatz von batterieelektrischen Fahrzeugen eine zunehmende Elektrifizierung des **Verkehrssektors** statt. Lediglich im Szenario „Suffizienz“ wird im Jahr 2035 auf Grund einer angenommenen reduzierten Fahrleistung eine Elektrifizierung von lediglich 10 % erreicht. Zuletzt findet ebenso eine stetige Elektrifizierung der **Prozesswärmebereitstellung** statt. Diese wird im Szenario „Beharrung“ am intensivsten durchgeführt, da hier die Sektoren Wärme und Verkehr aufgrund der Randbedingungen stark eingeschränkt sind.

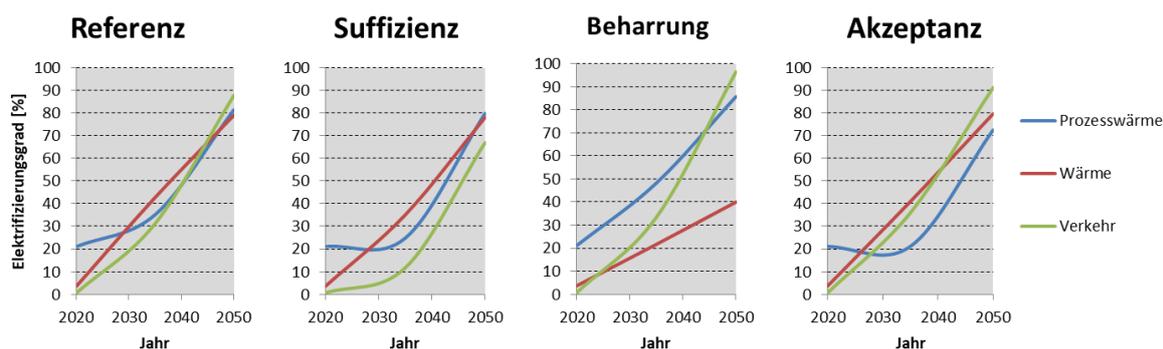


Abbildung 1: Elektrifizierungsgrad der betrachteten Szenarien von 2020 bis 2050 für die Sektoren Prozesswärme, Wärme sowie Verkehr in [%]

Im Referenzszenario wird für die Stromnachfrage auf Grund der zunehmenden Elektrifizierung eine Strommenge von 1400 TWh_{el} benötigt, was die zwei- bis dreifache Menge der heutigen Stromnachfrage bedeutet (hier ist auch Strom für PTX-Anwendungen beinhaltet). Um diese Strommenge im Jahr 2050 bereitstellen zu können, ist laut Modellergebnissen ein Anstieg der installierten Leistungen der Stromerzeugung aus Wind und Sonne bis bereits 2030 auf 313 GW_{el} notwendig. Die Bundesregierung sieht im Klimaschutzplan 2030 einen Ausbau von Wind und Sonnenenergie auf insgesamt 190 GW_{el} vor. Die gezeigten Modellergebnisse weisen somit auch hier darauf hin, dass die geplanten Zwischenziele der Bundesregierung für ein Erreichen der Klimaziele nicht ambitioniert genug sind. Im Jahr 2050 zeigen die Modellergebnisse installierte Leistungen der Onshore Windenergie von 200 GW_{el}, Offshore Windenergie 61 GW_{el} und der PV von 425 GW_{el}.

Referenzen

- [1] Benjamin Pfluger, Bernd Tersteegen (2017): Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland.
- [2] Bundesregierung (2019): Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung zur Umsetzung des Klimaschutzplans 2050. Berlin.
- [3] Carina Zell-Ziegler, Dr. Hannah Förster (2018): Mit Suffizienz mehr Klimaschutz modellieren. Relevanz von Suffizienz in der Modellierung, Übersicht über die aktuelle Modellierungspraxis und Ableitung methodischer Empfehlungen. Berlin.
- [4] Gils, Sterchele, Janßen (2017): Modelleexperimente und -vergleiche zur Simulation von Wegen zu einer vollständigen regenerativen Energieversorgung.
- [5] Palzer, Andreas (2016): Sektorübergreifende Modellierung und Optimierung eines zukünftigen deutschen Energiesystems unter Berücksichtigung von Energieeffizienzmaßnahmen im Gebäudesektor. (genehmigte) Dissertation. Karlsruher Institut für Technologie, Karlsruhe. Online verfügbar unter <http://publica.fraunhofer.de/documents/N-408742.html>.
- [6] Sterchele, Philip (2019): Analysis of Technology Options to Balance Power Generation from Variable Renewable Energy. Case Study for the German Energy System with the Sector Coupling Model REMod. 1. Auflage. Düren: Shaker (Schriftenreihe der Reiner Lemoine-Stiftung).