

Dekarbonisierung durch Elektrifizierung - Eine Merit Order der technischen Potenziale

Strom- und Wärmeerzeugung sowie Speicher

Andrej GUMINSKI¹⁽¹⁾, Serafin VON ROON⁽¹⁾

⁽¹⁾Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH

Motivation und zentrale Fragestellung

Vor dem Hintergrund eines steigenden Anteils erneuerbarer und emissionsfreier Stromerzeugungstechnologien drängt sich die Elektrifizierung fossiler Endanwendung als Weg zu einer emissionsarmen Gesellschaft förmlich auf. Aussagen aus dem *Klimaschutzplan 2050* [1] und dem *Grünbuch Energieeffizienz* [2] bestätigen, dass diese Erkenntnis mittlerweile auch in der Politik angekommen ist. Für eine kosteneffiziente Elektrifizierung des Endenergieverbrauchs benötigen die politischen Entscheidungsträger ein genaues Bild von den Kosten der Elektrifizierung aus Akteurssicht. In dieser Veröffentlichung werden daher Elektrifizierungspotenziale identifiziert und die Kosten der Elektrifizierung in sektoraler Auflösung für Deutschland bis 2050 berechnet. Kosten werden als, durch die Elektrifizierung entstehende, zusätzliche oder vermiedene Kosten, im Vergleich zu einem konventionellen Referenzsystemen angegeben.

Methodische Vorgangsweise

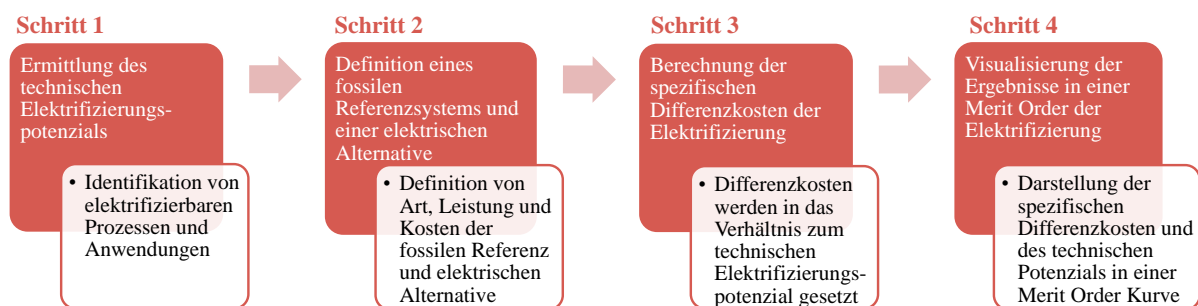


Abbildung 1: Generelle Vorgehensweise zur Berechnung der Kosten und Potenziale der Elektrifizierung

Ausgangspunkt der Untersuchung ist die quantitative Analyse der Anwendungsbilanzen des AG *Energiebilanzen e.V. (AGEB)* auf Ebene des Endenergieverbrauchs (s. Abbildung 1). Die Daten erlauben es Schlussfolgerungen über Einsatzort und –menge fossiler Endenergie zu treffen. Die hieraus abgeleitete Kenngröße, das *Theoretische Elektrifizierungspotenzial (TEP)*, ermöglicht die Identifikation von Anwendungen, die theoretisch für eine Elektrifizierung oder Substitution durch Erneuerbare Brennstoffe geeignet wären.

Anschließend wird das TEP für jedes Energieverbrauchssegment mit Blick auf die Elektrifizierung untersucht und ein technisches Elektrifizierungspotenzial daraus abgeleitet. Für die Anwendungen, in denen eine Elektrifizierung technisch möglich ist, werden durch Definition einer fossilen Referenztechnologie und elektrischen Alternativtechnologie, die durch die Elektrifizierung entstehenden Mehr- oder Minderkosten aus Akteurssicht berechnet (Differenzkosten). Aufgrund der inhomogenen Anwendungsstruktur (Raumwärme, Prozesswärme, etc.) werden die absoluten Differenzkosten in spezifische Differenzkosten umgewandelt um einen Vergleich zwischen den Sektoren und Anwendungen zu ermöglichen. Hierzu werden die Differenzkosten ins Verhältnis zu der durch den Elektrifizierungsvorgang verdrängten fossilen Endenergie gesetzt. In Schritt 4 werden die spezifischen Differenzkosten der Elektrifizierung für die untersuchten Endanwendungen in einer Merit Order visualisiert und verglichen.

Abschließend wird eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt um die Robustheit der Merit Order der Elektrifizierung gegenüber Preisschwankungen zu überprüfen.

¹ Jungautor, Am Blütenanger 71, 80995 München, +49 89 15812134, aguminski@ffe.de, www.ffegmbh.de

Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Die Analyse der Anwendungsbilanzen auf Endenergieebene für das Jahr 2014 ergibt ein TEP von ca. 1740 TWh. Unter der Annahme natürlicher Technologieaustauschraten können 1265 TWh fossiler Endenergie bis 2050 elektrifiziert werden. In der Merit Order der Elektrifizierung (s. Abbildung 2) entspricht dieser Wert der Länge der x-Achse. Abbildung 2 zeigt, dass keiner der Energieverbrauchssektoren besonders attraktiv für eine Elektrifizierung ist. Innerhalb jedes Sektors finden sich Anwendungen die für eine Elektrifizierung besser geeignet sind und andere die höhere Mehrkosten aufweisen. Das teure Ende der Merit Order wird von elektrischen Fahrzeugen mit unterdurchschnittlicher Jahresfahrleistung besetzt. Die Fahrzeugklassen stehen jedoch für weniger als 1 % der gesamten elektrifizierten Endenergie.

Die Auswertung ergibt, dass die Elektrifizierung von 1265 TWh fossiler Endenergie zu jährlichen Mehrkosten von €58 Mrd im Jahr 2050 führt. Die durch die Elektrifizierung entstehenden zusätzlichen Kosten übersteigen die jährlichen Ausgaben für die Erneuerbare-Energien-Gesetzes Umlage (~€24 Mrd.) um das Dreifache und führen zu einer 70 %igen Steigerung des Bruttostromverbrauchs auf 970 TWh im Jahr 2050 [3]. Die Sensitivitätsanalyse zeigt, dass Annahmen zu den Strom- und Brennstoffpreisen einen signifikanten Einfluss auf die Elektrifizierungskosten haben.

Spezifische Differenzkosten der Elektrifizierung

[ct/kWh]

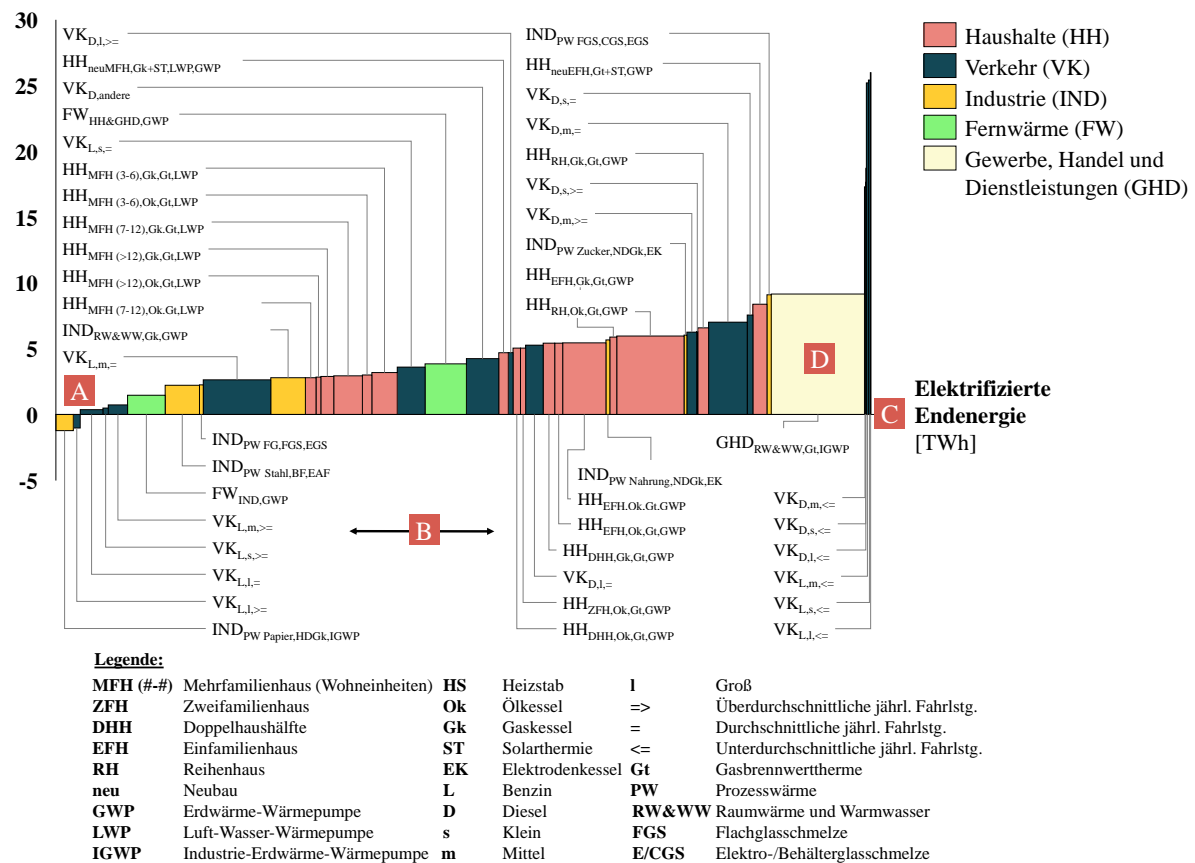


Abbildung 2: Merit Order der Elektrifizierung 2050

Literatur

- [1] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB): Klimaschutzplan 2050 (Entwurf) – Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung. Berlin 2016.
- [2] Grünbuch Energieeffizienz – Diskussionspapier des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), 2016.
- [3] Strompreisanalyse Juni 2014 in: [https://www.bdew.de/internet.nsf/id/20140702-pi-steuern-und-abgaben-am-strompreis-steigen-weiter-de/\\$file/140702%20BDEW%20Strompreisanalyse%202014%20Chartsatz.pdf](https://www.bdew.de/internet.nsf/id/20140702-pi-steuern-und-abgaben-am-strompreis-steigen-weiter-de/$file/140702%20BDEW%20Strompreisanalyse%202014%20Chartsatz.pdf). Berlin: BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft, 2014