

# METHODISCHE ANSÄTZE ZUR CO<sub>2</sub>-BEWERTUNG VON ELEKTROMOBILITÄT UND SONSTIGEN SEKTORENKOPPLUNGSTECHNOLOGIEN

Robert HINTERBERGER<sup>1</sup>, Johannes HINRICHSEN<sup>2</sup>, Stefanie DEDEYNE<sup>2</sup>

## Inhalt

Die Vorteile von Elektromobilität in Hinblick auf die klima- und umweltpolitischen Ziele sind nur dann erschließbar, wenn tatsächlich regenerativer EE-Strom und nicht größtenteils fossil erzeugter Graustrom zum Laden der Fahrzeuge verwendet wird.

Natürgemäß kann die CO<sub>2</sub>-Wirkung von neuen Betriebs- und Regelstrategien bezüglich der Elektroladeinfrastruktur oder sonstigen Sektorenkopplungstechnologien nicht auf Basis von Jahresmittelwerten bestimmt werden. Dafür ist vielmehr eine stundenscharfe Betrachtung der jeweils entstehenden CO<sub>2</sub>-Emissionen erforderlich.

Bei Elektromobilität ist des Weiteren zu berücksichtigen, dass es sich hierbei um zusätzliche Verbraucher im nationalen bzw. europäischen Stromsystem handelt. Daher ist es nicht sachgerecht, für die Bestimmung der mit der zusätzlichen Stromerzeugung verbundenen CO<sub>2</sub>-Emissionen den Deutschland-Mix der Stromerzeugung anzusetzen. Vielmehr muss jenes Kraftwerk (bzw. jener Kraftwerkstyp) im deutschen bzw. europäischen Stromsystem identifiziert werden, welches bei zusätzlichem Stromverbrauch gemäß der Kostenkurve als nächstes in Betrieb gehen würde. Dieses Kraftwerk (Grenzkraftwerk) ist nicht nur preissetzend für die Preisbildung an der Strombörse, sondern entscheidend für die mit den zusätzlichen Stromverbräuchen verbundenen CO<sub>2</sub>-Emissionen.

Abhängig vom Kraftwerkstyp, dem eingesetzten Brennstoff und jeweiligen Kraftwerkswirkungsgrad ergeben sich unterschiedliche spezifische Emissionsfaktoren, die für die Berechnung der mit zusätzlichen Stromverbräuchen verbundenen CO<sub>2</sub>-Emissionen zu berücksichtigen sind.

## Methodik

Zur Analyse der mit dem Laden von Elektrofahrzeugen verbundenen zusätzlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen wurde folgender methodischer Ansatz gewählt und Arbeitsschritte durchgeführt:

- Erstellung eines vereinfachten Fundamentalmodells, mit dem die Stromerzeugung in Deutschland und die spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen des jeweils zuletzt eingesetzten Kraftwerkstyps abgebildet werden können
- Ermittlung einer stündlich aufgelösten Zeitreihe der spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen von zusätzlichen Stromverbrauchern für ein Referenzjahr
- Festlegung von sechs möglichen Zukunftsszenarien ((a) Windkraftausbau (+50%), (b) Photovoltaikausbau (+50%), (c) Kernkraftausstieg, (d) Teilausstieg Braunkohle (-50%), (e) Komplettausstieg Braunkohle, (f) Kombination der Szenarien (a), (b), (c), (e)) und Ermittlung von entsprechenden Zeitreihen der spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen für diese Zukunftsszenarien
- Analyse unterschiedlicher Ladekonzepte und Betriebsstrategien für Ladesäulen in Hinblick auf ihre CO<sub>2</sub>-Wirksamkeit (erste Zwischenergebnisse)
- Ergänzende Analysen zur CO<sub>2</sub>-Wirksamkeit von Redispatchmaßnahmen

## Ergebnisse

Eine Auswertung und Analyse der errechneten Zeitreihen zeigt, dass die CO<sub>2</sub>-Emissionen in einer Grenzkraftwerksbetrachtung im Referenzjahr (typ. Jahr auf Grundlage der Stromverbräuche und EE-

---

<sup>1</sup> NEW ENERGY Capital Invest GmbH, A-1100 Wien, Wiedner Gürtel 13, Turm 24, Tel: +43 1 33 23 560-3060, Email: Robert.Hinterberger@energyinvest.at, Internet: www.energyinvest.at

<sup>2</sup> BTB Blockheizkraftwerks- Träger- und Betreibergesellschaft mbH Berlin, D-10589 Berlin, Gaußstraße 11, Tel: +49 30 34 99 07 – 22, Email: Johannes.Hinrichsen@btb-berlin.de, Internet: www.btb-berlin.de

Einspeisung im Jahr 2017) im Jahresschnitt um ca. 60% höher sind als jene unter Zugrundlegung des nationalen Strommixes.

Bezüglich der unterschiedlichen Zukunftsszenarien ist zunächst überraschend, dass bei höheren Anteilen von erneuerbarer Stromerzeugung, d.h. in den Zukunftsszenarien (a) und (b), zwar die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Strommixes insgesamt sinken, während der jährliche Durchschnitt der Emissionen des jeweiligen Grenzkraftwerks jedoch ansteigt. Die Ursache dafür liegt in der niedrigeren Residuallast bei steigenden EE-Anteilen.

Im Gegensatz dazu führt der Ausstieg aus der Kernkraft zwar zu einer starken Erhöhung der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Strommix. Zugleich verringern sich jedoch im Schnitt die CO<sub>2</sub>-Emissionen des jeweiligen Grenzkraftwerkes (im Vergleich zum Referenzfall). Der Ausstieg bzw. die Reduktion der Kohleverstromung bewirken einen merkbaren Rückgang der mittleren spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen, sowohl in der Grenzkraftwerks- wie der Durchschnittsbetrachtung.

Bemerkenswert ist zudem, dass die durchschnittlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen in keinem einzigen der betrachteten Zukunftsszenarien um deutlich mehr als 20% sinken würden. So kompensieren sich die Effekte von Kernkraft- und Braunkohleausstieg sowie des weiteren Ausbaus der erneuerbaren Stromerzeugung zu einem großen Teil gegenseitig.

Bezüglich des Ladesäulenbetriebs zeigt sich unter den getroffenen Annahmen, dass die Strombezugskosten durch eine entsprechende Steuerung des Ladevorganges zwar merkbar reduziert werden können. Zugleich steigen jedoch die spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Grenzkraftwerksbetrachtung an. Kostenoptimierung und Minimierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen würden in einem klassischen Zielkonflikt zueinander stehen. Der weitere Fall des netzoptimierten Ladens führt zu Strombezugskosten und spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen, die zwischen den beiden zuvor betrachteten Fällen liegen.

Der Grund dafür liegt daran, dass bei einer kostenoptimierten Betriebsweise der Ladesäulen die Ladevorgänge in Tagesstunden mit niedrigeren Strompreisen verlagert werden. In diesen kostengünstigen Stunden sind vielfach Braunkohlekraftwerke preissetzend, was zu einer Erhöhung der spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen führt. Umgekehrt wird eine Ladung der Fahrzeuge in den Stunden mit hohen Strompreisen vermieden. In diesen Stunden sind hingegen zumeist erdgasbetriebene Spitzenlastkraftwerke mit merkbar geringeren CO<sub>2</sub>-Emissionen preissetzend.

Die ergänzende Untersuchung von Redispatchmaßnahmen legt den Schluss nahe, dass es sich bei diesen zumeist um kosteneffiziente Maßnahmen zur CO<sub>2</sub>-Reduktion handelt und diese als Vorgriff des geplanten Ausstiegs aus der Braunkohleverstromung gesehen werden können.

## Danksagung

Die ggst. Arbeiten wurden im Rahmen des Forschungsprojektes „FlexNET4E-Mobility“ durchgeführt, welches durch das Programm „Erneuerbar mobil“ des deutschen Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit gefördert wird.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

