

LBP-Mitteilung

7

05 (2011) Neues aus der Bauphysikalischen Lehre und Forschung, kurz gefasst

Herrn Prof. Dr.-Ing. Schew-Ram Mehra zum 60. Geburtstag gewidmet

M. Baumann, M. Held, K. Sedlbauer

Entwicklung eines methodischen Ansatzes zur Abbildung der Nutzungsphase von Elektromobilitätskonzepten in der Ökobilanz

1. Hintergrund

Elektromobilitätskonzepte werden vor dem Hintergrund des begrenzten Verbesserungspotentials von konventionellen Fahrzeugantrieben hinsichtlich Kraftstoffverbrauch und Emissionen in Zukunft zunehmend an Bedeutung gewinnen. So sieht der „Nationale Entwicklungsplan Elektromobilität der Bundesregierung“ vor, dass bis zum Jahr 2020 eine Million Elektrofahrzeuge in Deutschland genutzt werden.

In dieser Arbeit wird ein weiteres Beispiel interdisziplinärer Forschung, wie sie am Lehrstuhl für Bauphysik im Sinne von Herrn Prof. Mehra Mehra etabliert ist, aufgezeigt.

2. Auftrag und Ziel der Studie

Im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Projekts „Systemforschung Elektromobilität“ der Fraunhofer-Gesellschaft (FSEM) wird in der Studie ein methodischer Ansatz entwickelt, mit dem sich die Nutzungsphasen verschiedener Elektromobilitätskonzepte in der Ökobilanz abbilden lassen. Basierend auf der entwickelten Methode können die signifikanten ökologischen Indikatoren in der Nutzungsphase ermittelt werden. Die Studie, die im Rahmen einer Diplomarbeit [1] an der Abteilung Ganzheitliche Bilanzierung (GaBi) des Lehrstuhls für Bauphysik (LBP) der Universität Stuttgart erstellt wurde, ist in drei Schwerpunkte unterteilt:

- Aufbereitung des Stands der Technik in der Elektromobilitätsforschung und Identifikation der für die Abbildung der Nutzungsphase relevanten Informationen, Komponenten und Parameter
- Entwicklung eines methodischen Ansatzes zur Modellbildung für die Abbildung der Nutzungsphase von Elektromobilitätskonzepten
- Überprüfung und Anwendung des methodischen Ansatzes und Identifikation der relevanten Parameter zur Abbildung der Nutzungsphase von Elektromobilitätskonzepten und Vergleich der generierten Ergebnisse mit konventionellen Antriebskonzepten

3. Methodenentwicklung

Die Methode stellt eine systematische Vorgehensweise bereit, mit der sich die Nutzungsphasen verschiedener Elektromobilitätskonzepte in der Ökobilanz abbilden lassen. Die Elektromobilitätskonzepte umfassen dabei rein batteriegetriebene Elektrofahrzeuge (BEVs) und Plug-In-Hybridfahrzeuge (PHEVs), Bild 1.

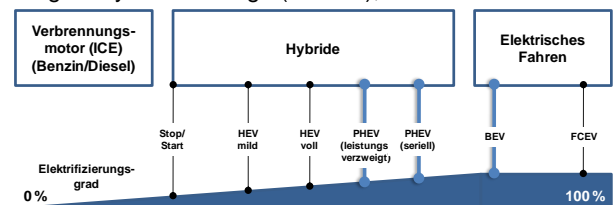


Bild 1: Elektrifizierungsstufen des Antriebs [2].

Der Aufbau der Nutzungsphasenmethode sieht eine Aufgliederung in drei Module vor. Zunächst werden innerhalb des ersten Moduls die Energiebedarfskennwerte der elektrifizierten Fahrzeuge ermittelt. Die Ermittlung der Energiebedarfskennwerte wird in einem Berechnungstool vorgenommen, in das die erforderlichen Daten des Stands der Technik eingetragen werden.

Das zweite Modul umfasst die Energiebereitstellung für die Fahrzeugkonzepte. Das Energiebereitstellungsmodul beinhaltet die elektrische Energiebereitstellung für den elektromotorischen Antrieb und die Energiebereitstellung für den benzinmotorischen Antrieb. Die Modellierung und Bilanzierung mit Auswertung nach Wirkungskategorien und Sachbilanzgrößen der beiden Energiebereitstellungskategorien erfolgt über die Ökobilanz-Software GaBi 4 [3].

Das dritte Modul widmet sich der Wartung und der Nutzungscharakteristik. Innerhalb der Wartung werden Komponenten betrachtet, deren Lebensdauer die vorgegebene Fahrzeuglebensdauer unterschreitet und die durch eine neuwertige Komponente ersetzt werden müssen. Unter den in der Studie definierten Rahmenbedingungen betrifft die Komponentenwartung das Batteriesystem. Die Modellierung und Bilanzierung mit Auswertung nach Wirkungskategorien und Sachbilanzgrößen

wird mit GaBi 4 [3] durchgeführt. Der Kennwert des Kilometerstands bei der Komponentenwartung wird bei der Umsetzung der Methode in einem Berechnungstool ermittelt. Die Nutzungscharakteristik der Elektromobilitätskonzepte wird über die Verteilung der täglichen Fahrleistung beschrieben und im Berechnungstool ermittelt.

Um die gesamten ökologischen Auswirkungen der Nutzungsphase der elektrifizierten Fahrzeuge zu erfassen, werden die Ergebnisse der drei Module zusammengeführt, Bild 2. Diese Zusammenführung wird bei der Umsetzung der Methode innerhalb eines Auswertungstools vorgenommen. Das berechnete Ergebnis der Methode beinhaltet die ökologischen Auswirkungen der Nutzungsphase von Elektromobilitätskonzepten differenziert nach Wirkungskategorien und Sachbilanzgrößen.

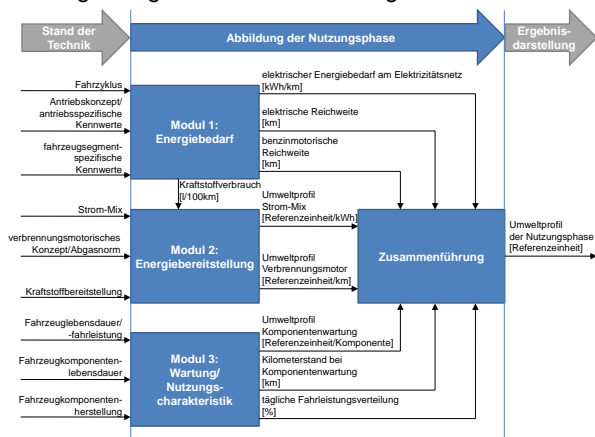


Bild 2: Aufbau der Methode zur Abbildung der Nutzungsphase.

4. Ausgewählte Ergebnisse

Die Identifikation der relevanten Parameter bei der ökologischen Betrachtung der Nutzungsphase von Elektromobilitätskonzepten erfolgt auf Basis der Auswertung der fahrzeugspezifischen Wirkungskategorien und Sachbilanzgrößen. Die Auswertungsergebnisse der Umsetzung der Methode werden am Beispiel der Wirkungskategorie des Treibhauspotentials erläutert, Bild 3.

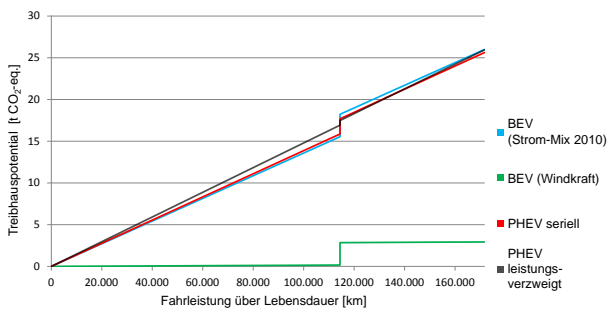


Bild 3: Nutzungsphasendiagramm des Treibhauspotentials für Fahrzeuge des Segments der Kompaktklasse.

Aus dem abgebildeten Nutzungsphasendiagramm lassen sich für die Nutzungsphase von Elektromobilitätskonzepten folgende signifikante Parameter ableiten:

- **Fahrzyklus:** Die Steigung der Nutzungsphasenkurve verhält sich direkt proportional zum mechanischen Energiebedarf des gewählten Fahrzyklus.

- **Strom-Mix:** Die Steigung der Nutzungsphasenkurve ist abhängig vom gewählten Strom-Mix der Energiebereitstellung.
- **Batterielebensdauer und -dimensionierung:** Der senkrechte Abschnitt der Nutzungsphasenkurve bildet die Batterielebensdauer und Dimensionierung des Batteriesystems ab. Die Abschnittshöhe ist vom Energieinhalt und der Lebensdauer des Batteriesystems abhängig.
- **Erhöhung der Fahrzeugeffizienz:** Die Fahrzeugeffizienz kann durch die Senkung der Widerstandsbeiwerte im Fahrbetrieb, durch die Reduktion des Fahrzeuggewichts und die Erhöhung der Wirkungsgrade der Antriebskomponenten erhöht werden.
- **Fahrzeugkonzeptspezifische Nutzungsprofile:** In der Auswertung wird für alle Fahrzeugkonzepte die gleiche Lebensdauer und Fahrleistung angenommen. Der Kilometerstand beim Batterieaustausch ist abhängig von der angenommenen Fahrleistung und der kalendarischen Batterielebensdauer.

5. Fazit

Die Entwicklung des methodischen Ansatzes zur Untersuchung der Nutzungsphasen der Elektromobilitätskonzepte wurde auf der Grundlage des aktuellen Stands der Technik vorgenommen. Auf Basis der aus der Methode resultierenden Umweltprofile der Elektromobilitätskonzepte erfolgte die Identifikation von für die Ökobilanz während der Nutzungsphase relevanten Parametern. Außerdem wurde ein Vergleich der Umweltprofile mit konventionellen Antriebskonzepten durchgeführt. Die Methode wurde an ausgewählten Elektromobilitätskonzepten beispielhaft angewendet und überprüft.

Die in dieser Studie entwickelte Methode soll als Basis für zukünftige Untersuchungen im Themengebiet der Ökobilanzierung von Elektromobilität dienen. In Zukunft wird eine punktuelle Weiterentwicklung der Detailliertheit der Methode insbesondere im Bereich der Nutzungscharakteristik mit der Entwicklung fahrzeugkonzeptspezifischer Nutzungsmodelle (z.B. Nutzung im Stadtverkehr) erfolgen. Eine weitere Verbesserung der Ergebnisse der Methode wird erwartet, wenn angekündigte Elektrofahrzeuge auf dem Markt verfügbar sind, und eine große Zahl an real gemessenen Kennwerten vorliegt.

Literatur

- [1] Baumann, M.: Entwicklung eines methodischen Ansatzes zur Abbildung der Nutzungsphase von Elektromobilitätskonzepten in der Ökobilanz. Diplomarbeit, Lehrstuhl für Bauphysik, Universität Stuttgart (2010).
- [2] EUCAR: The Electrification of the Vehicle and the Urban Transport System. Brüssel (2009).
- [3] LBP-GaBi, PE International: GaBi 4 Software und Datenbanken für Ganzheitliche Bilanzierung. Echterdingen (2010).

Universität Stuttgart
Lehrstuhl für Bauphysik

Lehrstuhl für Bauphysik

Lehrstuhlinhaber: Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Phys. Klaus Sedlbauer

70569 Stuttgart, Pfaffenwaldring 7, Tel.: 0711/685-66578, Fax: 0711/685-66583
Email: bauphysik@lbp.uni-stuttgart.de