

Ökobilanz eines elektromotorischen Fahrzeugantriebssystems

Cassandra Ballert, Sandra Krommes und Andreas Peter

1. Problemstellung

Weltweit steigen die CO₂ Emissionen im Verkehrssektor durch eine steigende Nachfrage nach Mobilität an. Der Pkw-Individualverkehr ist ein wesentlicher Treiber. Daher ist die Decarbonisierung des Verkehrssektors durch alternative Antriebe nur zielführend, wenn die CO₂ Emissionen über den Lebenszyklus sinken, d.h. von der Rohstoffgewinnung über die Produktion und Nutzung bis zur Verwertung und Entsorgung.

Insbesondere Elektrofahrzeuge, deren Rohstoffgewinnung und Herstellung höhere Umweltwirkungen haben als verbrennungsmotorische Fahrzeuge, werden in dieser Hinsicht kritisch diskutiert. Im Projekt „a Car mobility – Ländliche Mobilität in Entwicklungsländern“ ist die Bewertung der Umweltwirkungen des elektro- gegenüber einem verbrennungsmotorischen Fahrzeug eine wesentliche Fragestellung. Entscheidend ist, ob Elektromobilität im Vergleich zu konventionellen Fahrzeugen einen Beitrag zur Umweltentlastung leistet, d.h. können die Umweltwirkungen der Rohstoffgewinnung und Herstellung durch geringere Emissionen in der Nutzung kompensiert werden.

3. Bewertungsmethode

Mittels der Methodik der Ökobilanzierung (ISO 14040 und 14044) wurde eine vergleichende ökologische Lebenszyklusanalyse für das elektro- und ein verbrennungsmotorisches Antriebssystem des aCar Konzepts durchgeführt (Annahmen für den Verbrennungsmotor: Leistung 16,4 kW, Dieselverbrauch: 5,5 l/100 km, 6,5 l/100 km, 8 l/100 km (Szenarien)). Die Systemgrenze der Bewertung schließt die Rohstoffgewinnung über die Produktion und Nutzung bis zur Verwertung und Entsorgung ein. Über die berechneten Laufleistungen wird ein Energiespeicher bei dem elektromotorischen Antriebssystem angenommen.

4. Ergebnisse der Umweltbewertung

Das elektromotorische Antriebssystem hat in der Herstellung teils deutlich höhere Umweltwirkungen als ein verbrennungsmotorischer Antrieb (Bild 2). Dies zeigt sich vor allem bei dem Treibhauseffekt und der Versauerung. So ist der Energieaufwand bei der Herstellung des elektrischen Antriebssystems deutlich größer als der des Verbrennungsmotors. Dies ist auf den Energiespeicher zurückzuführen, der je nach Wirkungskategorie einen Anteil von $\geq 95\%$ an den Umweltwirkungen hat [1]. Aufgrund des höheren Energieaufwands und der hohen Emissionen des Kraftwerksparks (Annahme: Energiespeicher-Herstellung in China) übersteigen alle Umweltwirkungskategorien des elektrischen Antriebssystems die des Verbrennungsmotors in der Herstellung.

Die größeren Umweltwirkungen der Herstellung des elektrischen Antriebssystems müssen in der Nutzung gegenüber dem Verbrennungsmotor eingespart werden, um vorteilhafter zu sein. Beispielsweise liegt der ökologische Break-Even-Point des elektrischen Antriebssystems, das mit einem Strommix mit 15 % Kohleanteil fährt, gegenüber dem verbrennungsmotorischen Antrieb mit 6,5 l/100 km bei etwa 50.000 km-Laufleistung (Bild 3).

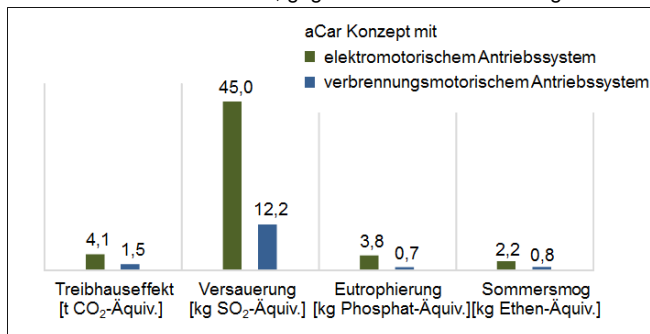


Bild 2: Umweltwirkungen der Herstellungsphase der Antriebssysteme des aCar Konzepts [1]

5. Diskussion

Der Kohleanteil am Strommix schwankt weltweit. Viele Entwicklungsländer haben einen hohen Kohleanteil bei der Stromerzeugung (Kohleanteil im Strommix Subsahara 45 %, Indien 70 %, EU 26 %), so dass die Nutzung des elektrisch angetriebenen Fahrzeugs mit einem kohleintensiven Strommix keine Umweltentlastung gegenüber einem Verbrennungsmotor bewirkt [1]. Daher sind Lösungen zur Erzeugung von regenerativem Ladestrom essentiell. Zudem können dezentrale Lösungen instabile Stromnetze entlasten.

Quellen: [1] Peter, A., Vergleichende Lebenszyklusanalyse zwischen einem Elektro- und Verbrennungsantrieb am Beispiel eines Fahrzeugkonzepts für Subsahara-Afrika, Rosenheim, 2017.

Die Arbeit entstand im Forschungsvorhaben „a Car mobility – Ländliche Mobilität in Entwicklungsländern“ in Zusammenarbeit mit den Projektpartnern. Das FG Sustainable Engineering & Management verantwortet in dem Projekt die nachhaltige Produktentwicklung.

Sustainable Engineering & Management | Homepage: www.th-rosenheim.de | **Email:** sem.wi@th-rosenheim.de

Stand: 01/2018

2. Produktdaten

Sitze	2
Zulassungsklasse	L7
Leergewicht	800 kg
Höchstgeschw. v _{max}	60 km/h
Elektr. Reichweite	80 km
Leistung (E-Motor) ¹	2 x 8 kW
Nennspannung	48 V
E-Speicherkapazität ²	20 kWh

¹ Klauenpolmaschine ² Lithium-Ionen-Akku



Bild 1: aCar Konzept (TUM)

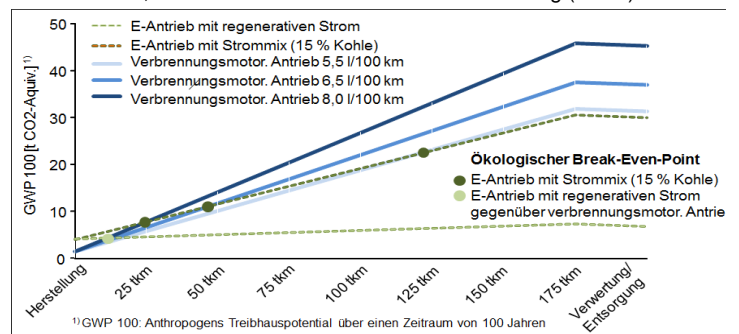


Bild 3: Ökologischer Break-Even-Point des elektro- gegenüber einem verbrennungsmotorischen Antriebssystems des aCar Konzepts [1]

6. Schlussfolgerungen

Für die Reduktion der Umweltwirkungen, insbesondere der Decarbonisierung des Verkehrssektors, ist der ökologische Fußabdruck der Energieerzeugung ein wesentlicher Stellhebel. Je geringer der Kohleanteil der Stromerzeugung, desto früher erreicht ein Elektrofahrzeug den ökologischen Break-Even. Dies ist umso wichtiger, als sich mit zunehmender Elektrifizierung der Fahrzeuge die CO₂ Emissionen des Verkehrs- in den Energiesektor verlagern. Signifikant wird dies allerdings erst bei einem hohen Anteil an Elektrofahrzeugen im Fahrzeugbestand.