

Mit einer Ökobilanzierung zum Ziel

Mehrere Gruppen an der Empa untersuchen unterschiedliche Aspekte der heutigen und zukünftigen Mobilität. Die Abteilung Technologie und Gesellschaft ist spezialisiert auf die Erforschung von Auswirkungen zukünftiger Materialien und Technologien auf die Gesellschaft - und umgekehrt.

Um den Umweltschaden oder, in einem Quervergleich, den Umweltnutzen eines Fahrzeugs zu untersuchen, bietet sich die Methode der Ökobilanzierung an, welche es erlaubt, verschiedenste Umweltauswirkungen über den gesamten Lebenszyklus und unter Einbezug aller Zulieferer zu quantifizieren.

Das bedeutet, dass damit zB nebst dem Betrieb des Fahrzeugs sowohl seine Produktion als auch seine Entsorgung mitberücksichtigt werden kann. Ebenso wird, wenn gewünscht, zB die gesamte Produktionskette des Treibstoffs einbezogen aber auch die gesamte benötigte Fahrinfrastruktur wie Strassen, Brücken mit ihren Auswirkungen beim Bau und Unterhalt.

Die hier präsentierten Ergebnisse zum "Umweltnutzen von E-Scooter" entspringen dem laufenden Empa-Projekt "LCA for e-Mobility", welches vom Bundesamt für Energie unterstützt wird und sich ausführlich mit den zu erwartenden Auswirkungen einer vermehrten Elektromobilität befasst. Ein wichtiges Ziel ist die Nachführung der Ökoinventare für die Schlüsseltechnologien der elektrischen Antriebssysteme wie Batterien, Leistungselektronik, Motoren etc. Diese Arbeiten sind nicht abgeschlossen und somit sind die gezeigten Resultate vorläufig!

Wir beschränken uns hier auf den Vergleich der Auswirkungen durch den Fahrzeugbau und den Betriebsenergieverbrauch. Wir beschreiben die Auswirkungen auszugsweise durch drei heute breit diskutierte Grössen: die Treibhausgasemissionen (in CO₂-Äquivalenten), den gesamten nichterneuerbaren Energieaufwand und die gesamten Umweltbelastungspunkte UBP06. Der Vergleich umfasst ein durchschnittliches Motorrad (CH-Flotte) mit Verbrennungsmotor (4Takt und 2Takt), einen PW der Golf-Klasse (ebenfalls Flottendurchschnitt) sowie einen E-Scooter (heutiges CH-Angebot) der mit 4 unterschiedlichen Stromarten betrieben wird: dem Europäischen Mix, dem Schweizerischen Mix, aus einem modernen Gaskombikraftwerk und aus reiner Photovoltaik.

Es zeigt sich dass für:

Die Treibhausgasemissionen (in CO₂-Äquivalenten)

Ein PW (8.5 l/100km, 100'000km) verursacht auf seinem Lebensweg 31.2 Tonnen CO₂, davon 3.9 Tonnen bei der Produktion. Dies entspricht 205g CO₂/km nur für den Betrieb und 312 g CO₂-eq/km für den gesamten Lebensweg. Ein E-Scooter (7 kWhel/100km = 0.8 L Benzin-äq, 50'000km) verursacht entsprechend 0.9 bzw. 0.4 Tonnen CO₂ und mit dem CH-Strom-Mix 5 g CO₂/km für den Betrieb sowie 18 g CO₂-eq/km für den Lebensweg. Statt 1 km Autofahrt könnten daher 17 km mit dem E-Scooter gefahren werden.

Motorrad (4Takt 5.6 l/100km, 50'000km): 129 g CO₂/km bzw. 208 g CO₂-eq/km Lebensweg
Motorrad (2-Takt, 4 l/100 km, 50'000km): 92 g CO₂/km bzw. 167 g CO₂-eq/km Lebensweg

Den Energieaufwand (in MegaJoule, ein Liter Benzin enthält ca. 32MJ)

Ein PW verbraucht auf seinem Lebensweg 464'000 MJ (14'700 l Benzin-eq) Energie, davon 82'000 MJ (2'600 Leq.) bei der Produktion. Ein E-Scooter verbraucht entsprechend 38'000 bzw. 8'000MJ (1'200 bzw. 260 Liter Benzin-äq). Statt 1 km Autofahrt könnten daher 6 km mit dem E-Scooter gefahren werden.

Die Gesamte Umweltbelastung (Umweltbelastungspunkte UBP06)

Ein PW verursacht auf seinem Lebensweg 34 mio UBP, davon 11 mio UBP bei der Produktion. Ein E-Scooter verursacht entsprechend 2 mio bzw. 1.1 mio UBP. Statt 1 km Autofahrt könnten daher 7 km mit dem E-Scooter gefahren werden.

Umweltnutzen von E-Scooter

Pressetext für SwissMoto08, EMPA TSL

Diese Resultate werden weiterverwendet, um einige Szenarien für die Schweiz und die Agglomeration Zürich zu berechnen, die den möglichen Nutzen eines vermehrten E-Scooter-Einsatzes aufzeigen sollen

A) nutzt ein Autopendler zusätzlich einen E-Scooter:

- kompensieren ca. 2'000 E-Scooter- statt Auto-Kilometer den Herstellung-Energieaufwand. Und nach 10'000km sind insgesamt ca. 24'000MJ, (entspricht dem Energieinhalt von ca. 750 l Benzin) eingespart.
- kompensieren ca. 1'500 E-Scooter- statt Auto-Kilometer die Herstellung-Treibhausgasemissionen. Und nach 10'000km sind insgesamt ca. 2.25 t CO₂ eingespart
- ca. 5'000 E-Scooter- statt Auto-Kilometer die Herstellungs-Umweltbelastungen kompensieren und das nach 10'000km insgesamt knapp 1 Million Umweltbelastungspunkte eingespart sind.

B) Das CO₂ Gesetz verlangt bis 2010 eine 10%ige Reduktion der Emissionen gegenüber dem Stand von 1990. Welchen Beitrag können E-Scooter dazu leisten? Wären Anreizfinanzierungen mittels Klimarappen attraktiv?

- Der CO₂ Überschuss der CH-Motorradflotte beträgt z.Z. ca. 140'000t/a.
- Dieser könnte zur Hälfte kompensiert werden, falls die ca. 250'000 Roller durch E-Scooter ersetzt und zum Pendeln benutzt würden (z.Z. pendeln insgesamt jedoch nur ca. 60'000 mit Motorrad und Roller).
- Würde die CO₂ Einsparung 1:1 gemäss Klimarappen kompensiert, entspräche dies einer jährlichen Prämie von 25CHF pro E-Scooter.

C) Die Fahrleistung der gesamten CH-Motorradflotte beträgt über 2 Mia. Kilometer und die gesamte Auto-Pendlerfahrleistung im Grossraum Zürich beträgt bei 250'000 Pendlern und durchschnittlich 22 km pro Tag ca. 1.1 Mia. Kilometer. Die Szenarienrechnungen ergeben, dass:

- mit 0.25% der schweizerischen Stromproduktion die gesamte 2-Rad Flottenfahrleistung erbracht werden könnte, wenn diese gänzlich 'elektrifiziert' würde. Würde sie nur soweit 'elektrifiziert', dass sie die CO₂ Ziele erreichte, bräuchte es 0.14% der CO₂-armen CH-Stromproduktion.
- Würde die gesamte Pendelfahrleistung (motorisierter Individualverkehr) der Metropolitanregion Zürich mit E-Scootern erbracht, müssten dafür 78GWh oder 0.13% der CH-Stromproduktion aufgewendet werden.
- Eine neue Studie des EWZ zeigt, dass die für Photovoltaik geeignete Dachfläche in der Stadt Zürich ca. 1.5 km² beträgt. Damit liessen sich ca. 156GWh Strom erzeugen, womit zwei Mal die hypothetische Zürcher E-Scooter Pendlerflotte bewegt werden könnte.
- Ausblick: sobald die Ökoinventare vervollständigt sind, können verschiedene Zweiräder miteinander verglichen werden, sowie die 2-Rad Flotte genauer charakterisiert werden. Zudem lassen sich die verschiedenen 'Lebensphasen' wie z.B. 'Produktion' und 'Betrieb' besser unterscheiden. Dies ist eine Voraussetzung um z.B. 'payback' Szenarien genauer zu rechnen. Diese Arbeiten werden ergänzt durch die Erarbeitung und Einführung eines einheitlichen Testfahrzyklus der nötig ist, um die unterschiedlichen Elektro-2-Räder realistisch zu vergleichen.

Autoren:

rolf.widmer@empa.ch & marcel.gauch@empa.ch

TSL Technology and Society Lab, www.empa.ch/tsl

EMPA Schweizerische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt

Lerchenfeldstrasse 5, 9014 St. Gallen, +41 71 274 74 74