

Ökobilanzierung alternativer Antriebstechnologien zur Modernisierung einer Fahrzeugflotte

Studiengang: Master of Science in Engineering | Vertiefung: Energy and Environment

Betreuer: Prof. Danilo Engelmann

Experte: Aurélien Gogniat (Hymexia)

Industriepartner: Hymexia, Châtel-St-Denis; Quantis, Lausanne

Am 21. Mai 2017 haben die Stimmbürgerinnen und Stimmbürger der Schweiz das revidierte Energiegesetz angenommen. Es dient dazu, den Energieverbrauch zu senken, die Energieeffizienz zu erhöhen und die erneuerbaren Energien zu fördern. Der Bund und die Kantone sind besonders gefordert, da sie in dieser Beziehung eine Vorreiterrolle übernehmen. Der in dieser Arbeit untersuchte Kanton betreibt eine Flotte von ca. 1'400 Fahrzeugen und Maschinen.

Einleitung

Weniger als 1 % der kantonalen Flotte ist mit einem Hybrid- oder Elektroantrieb ausgerüstet. Zunehmend wird das kantonale Fahrzeuginstandhaltungszentrum mit Anfragen von Dienststellen konfrontiert, die zukünftig auf Elektrofahrzeuge umsteigen möchten. Des Weiteren bestehen Anträge an den grossen Rat, die die Beschaffung von umweltfreundlicheren Fahrzeugen fordern. Verschiedene Aspekte, wie z.B. der erhöhte CO₂-Ausstoss während der Batterieproduktion, die Verwendung seltener Erden, wie Kobalt und Lithium und die teilweise umweltbelastende Erzeugung von Elektrizität in Kohlekraftwerken werfen einen Schatten auf die ansonsten tiefen Emissionen und die hohe Effizienz eines Elektrofahrzeuges. Es liegt somit nahe, dass man weitere Antriebstechnologien ebenfalls in die Diskussion einbeziehen sollte.

Methodik

Die Ökobilanz wird gemäss der Norm «ISO 14044» und auf der Basis der Datenbank «Ecoinvent Version 3» durchgeführt. Der Kanton erstellt zusammen mit dem Projektleiter ein Pflichtenheft, das die Anforderungen an die Fahrzeuge, wie Nutzlast, Autonomie und CO₂-Ausstoss beinhaltet. Dementsprechend werden für folgende Kategorien auf dem Markt erhältliche, repräsentative Fahrzeuge ausgesucht:

- PKW (Kompaktklasse / Mittelklasse)
- Service- und Einsatzfahrzeuge (Kombi / SUV)
- Kleintransporter (< 2 Tonnen)
- Minibus (< 3.5 Tonnen)
- Transporter (< 3.5 Tonnen)
- LKW

Folgende Antriebstechnologien werden unterschieden:

- BEV (Batterieelektrisches Fahrzeug)
- FCEV (Wasserstoffbetriebenes Brennstoffzellenfahrzeug mit Elektroantrieb)
- PHEV (Plug-in-Hybrid, Kombination aus Otto- und Elektromotor)

- Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor fossil (Diesel, Benzin und Erdgas)
- Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor biogen (Biodiesel, Bioethanol und Biogas)

Folgende Szenarien bezüglich Strom- und Wasserstoffproduktion für BEV, FCEV und PHEV ergänzen die Sachbilanz (LCI):

- Elektrisch «Best Case» (Elektrizität aus Solarstrom)
- Elektrisch «Worst Case» (EU-Strommix)
- Wasserstoffproduktion durch Dampfpreformierung von Erdgas
- Wasserstoffproduktion «Best Case» (Elektrolyse mit Solarstrom)
- Wasserstoffproduktion «Worst Case» (Elektrolyse mit EU-Strommix)

Als Bewertungsmethode für die Wirkungsbilanz wird «IMPACT 2002+» verwendet. Diese beinhaltet folgende zu berücksichtigende Wirkkategorien (pro km):

- Treibhauspotenzial; Einheit CO₂-eq.
- Auswirkung auf die menschliche Gesundheit lokal (direkte Emissionen: Abgase aus motorischer Verbrennung und Abrieb von Reifen, Bremsen und Strasse); Einheit DALY
- Auswirkung auf die menschliche Gesundheit global (indirekte Emissionen: Produktion des Fahrzeuges, der Batterie und des Kraftstoffes bzw. der Elektrizität); Einheit DALY
- Verwendete natürliche Ressourcen; Einheit MJ

Resultate

Die Resultate sind vertraulich.



Andreas Hüsey