

Bern, 14.08.2019

Mit Wasserstoff in die elektromobile Zukunft? Zu den weiterhin ungelösten Herausforderungen der Brennstoffzelle

Wer heute über das Morgen und Übermorgen elektrischer Antriebe nachdenkt kommt schnell auf den Wasserstoff (H₂). Als Energieträger für die Brennstoffzelle wird er derzeit zum Hoffnungsträger diverser Branchen aus dem Automobil- und Energiesektor auf ihrem Wunschweg in die Zukunft der Mobilität. Treibstoffherstellern und Energieerzeugern bietet der Wasserstoff in der Brennstoffzelle die Möglichkeit das bestehende Kerngeschäft über die drohende Disruption durch das batterieelektrische Auto (BEV) hinweg zu retten und ein wichtiger primärenergiespeichernder Baustein in der anstehenden Energiewende zu werden. Gegenüber dem automobilen Kunden wird dann insbesondere noch auf die systemische Verwandtschaft zu verbrennungsmotorischen Fahrzeugen verweisen: auch mit dem Brennstoffzellenfahrzeug (FCEV) darf noch an der Tankstelle getankt werden – in ähnlicher kurzer Zeit und mit ähnlichen Reichweiten im Tank wie bei Benzin, Diesel oder Gas. Doch reicht das, um gegen die ökologischen und ökonomischen Vorteile, welche batterieelektrische Fahrzeuge bereits heute anbieten, anzutreten?

Ja, denn Wasserstoff ist ein wichtiges Speichermedium im Kontext der Energiewende.

Das Konzept des Brennstoffzellenfahrzeugs wird immer wie folgt erklärt: die im Strommarkt nicht nutzbare Überproduktion von grünem Strom wird in Wasserstoff umgewandelt und kann wie ein fossiler Flüssigtreibstoff einfach gespeichert und an einer Tankstelle in kurzer Zeit an das Fahrzeug abgegeben werden.

- Wasserstoffherstellung

Die Verwendung von nicht nutzbarem Ökostrom entspricht dem Idealfall, vergleichbar mit der Herstellung einer Lithium-Ionen-Batterie aus 100% Ökostrom. Diese Idealvariante ist sauber, jedoch teuer und nicht die Regel. Heute wird industriell genutzter Wasserstoff meist mittels Dampfreformierung hergestellt, als Rohstoff wird dabei oftmals Erdgas verwendet. Dieses Verfahren ist vergleichsweise günstig, neben Wasserstoff wird allerdings auch Kohlenmonoxid oder Kohlendioxid erzeugt.¹

Ja, denn die Brennstoffzelle ist technisch machbar.

Schnell betankt, grosse Reichweiten und elektrisch angetrieben, die Vorteile des FCEV liegen auf der Hand, Bestrebungen Wasserstoff als Kraftstoff für Personenwagen einzusetzen gibt es seit langem. Die derzeit erhältlichen Modelle sind Elektrofahrzeuge, der Wasserstoff dient als Energieträger und erzeugt im Fahrzeug über die Brennstoffzelle Strom für den Elektromotor.

¹ <https://futurezone.at/digital-life/verbund-erforscht-gruene-herstellung-von-wasserstoff/236.614.628>



Nein, denn Brennstoffzellenfahrzeuge sind keinesfalls energieeffizienter als verbrennungsmotorische oder batterieelektrische Antriebe.

Die Energieeffizienz eines FCEV ist in der well-to-wheel Betrachtung um mehr als Faktor drei schlechter als das BEV. Die Umwandlung von Strom in Wasserstoff und wieder zu Strom ist mit grossen Energieverlusten behaftet. Der Wasserstoff ist ein sehr flüchtiges Element, deshalb geht auch bei Transport, Speicherung und Distribution Energie verloren. Auf Basis 100% Ökostrom beträgt die Gesamteffizienz eines FCEV 22%, beim BEV sind es 73%².

- *Elektrizitätsbedarf*

Durch die schlechte Energieeffizienz benötigt eine FCEV-Flotte massiv mehr Strom. Bei einer Vollelektrifizierung in der Schweiz würde mit ausschliesslich FCEV-Fahrzeugen 35 TWh benötigt, mit BEV wären es 15 TWh³. Der grosse Elektrizitätsbedarf schliesst somit aus, dass FCEV den aktuellen Anteil an fossilen Fahrzeugen substituieren könnte.

Nein, denn die Gesamtumweltbilanz ist schlechter als bei anderen Alternativantriebsarten.

- *Ökobilanz*

Wie bei allen Ökobilanzen der verschiedenen Antriebe sind die Emissionswerte der Primärenergien entscheidend. Ob auf Basis von Photovoltaik, in Strom umgewandeltes Erdgas oder dem Schweizer Strommix, das FCEV schneidet schlechter bis deutlich schlechter ab als ein BEV (in g CO₂-eq/km). Wird Strom aus der Erdgas-Reformierung gewonnen, ist die Ökobilanz fast identisch wie bei dem mit Benzin angetriebenen Fahrzeug und schlechter als ein Diesler. Diese Aussagen gelten für das Erhebungsjahr 2017 ebenso wie für die Prognose für 2040⁴.

Ebenfalls zu beachten ist, dass ein FCEV-LKW ebenfalls eine Lithium-Ionen-Batterie hat und damit auch den Ökobilanzrucksack eines BEV mit sich trägt. Beim H₂-LKW von ESORO ist es beispielsweise eine 120kWh-Batterie. Zum Vergleich: das Tesla Model X hat eine 100kWh-Batterie.

- *Rohstoffe*

Bei allen Antriebsarten müssen die spezifisch benötigten Rohstoffe und insbesondere deren Förderung kritisch betrachtet werden. Bei den fossilen Antrieben sind es die fossilen Kraftstoffe, beim BEV Lithium und vor allem Kobalt, beim FCEV Platin. Dies ist bezüglich Verfügbarkeit das kritischste der aufgezählten Elemente. Platin könnte zukünftig durch Kobalt substituiert werden⁵.

² <https://insideevs.com/efficiency-compared-battery-electric-73-hydrogen-22-ice-13/>

³ https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/mavt/energy-science-center-dam/events/frontiers-presentations/160503_FIER_Kueng.pdf

⁴ https://www.bundespublikationen.admin.ch/cshop_bbl/app/displayApp/layout=7.01-13_131_69_77_6_133&carearea=%24ROOT&cpgnum=1&cquery=*805.001*/do?rf=y

⁵ <https://www.youtube.com/watch?v=5moHQFbEsDU>



Nein, denn die Betankungsinfrastrukturkosten sind exorbitant und um ein vielfaches höher als bei allen anderen alternativen Antrieben und ohne massive Subventionen der öffentlichen Hand kaum wirtschaftlich zu betreiben.

- *Ladeinfrastrukturen/Tankstellen*

Ein flächendeckendes Energieversorgungsnetz ist zwingend notwendig für den Markthochlauf aller Alternativantriebe. Wasserstoff-Tankstellen sind teuer und werden heute nicht ohne Fördermittel aufgebaut. Ohne eine umfängliche Investitionsbereitschaft von privaten Akteuren ist die Marktfähigkeit eines Systems nicht gegeben.

- *Produkte*

Aus technischer Betrachtung sind FCEV Hybride. Der Erzeugte Strom wird in einer Nickel-Metallhydrid oder einer Lithium-Ionen Batterie gespeichert, durch welche auch die Rekuperation möglich wird. Die Konzeption von seriellen Hybriden ist mit höheren Ausfallrisiken und Kosten verbunden.

Alternativ angetriebene Fahrzeuge müssen hinsichtlich Nutzung und Kosten konkurrenzfähig zu fossilen Fahrzeugen sein. Dies mittel- und langfristig und ungestützt durch Subventionen. Time-to-market eines Autos beträgt rund sieben Jahre, Entwicklungskosten und insbesondere Investitionen in die Fahrzeugproduktion sind immens. Dies kombiniert mit den grossen Unternehmensrisiken bei am Markt nicht gängigen Technologien sind die Hauptgründe dafür, dass das Produkteangebot der Alternativantriebe sehr überschaubar ist. In der Schweiz sind zwei FCEV erhältlich: der Toyota Mirai (Mittelklasse, seit 2014) und Hyundai Nexu (SUV, seit 2019). Diese Fahrzeuge kosten zwischen 80'000.- und 90'000.- CHF⁶. In den nächsten Jahren sind sehr viele BEV angekündigt, FCEV hingegen kaum. Insbesondere im Hinblick auf die verschärften Emissionsziele haben Fahrzeughersteller verlauten lassen, sich im nächsten Jahrzehnt auf das BEV zu konzentrieren.

⁶ <https://www.tcs.ch/de/testberichte-ratgeber/ratgeber/autosuche-vergleich.php>

