

1.5°-Magazin – Detailliertere Mobilitätsfakten
(St4F-Mobilitätsposten, Klimastreik Oberaargau, Mai 2021)

1.)

Auto: Batterien, Wasserstoff, synthetische Treibstoffe (CO₂-Neutral -> Problem des Feinstaubes)
- Umweltfreundlicheres Autofahren als Übergangslösung

In der Schweiz ist der Verkehr für 32% der inländischen Treibhausgasemissionen verantwortlich, wobei in dieser Zahl der internationale Flugverkehr ausgeschlossen ist (Frischknecht et al. 2019). Aus diesem Grund ist der Verkehr ein bedeutender Hebel, um die Treibhausgasemissionen zu senken. Daher stellt sich unweigerlich die Frage, wie eine zukunftsfähige Mobilität aussieht.

Verschiedene Technologien für den Antrieb der Strassenfahrzeuge sind vielversprechend: In diesem Zusammenhang sind Antriebe mit Batterien, Wasserstoff oder synthetischen Treibstoffen zu nennen. Doch wie sinnvoll sind diese wirklich?

[Stellungnahme Klima- und Energiebericht \(2\).pdf](#) --> 4.3 (ab S. 13) Stellungnahme zum Kapitel «Mobilität und Verkehr»

[Dokument zu sparsamem Fahren](#)

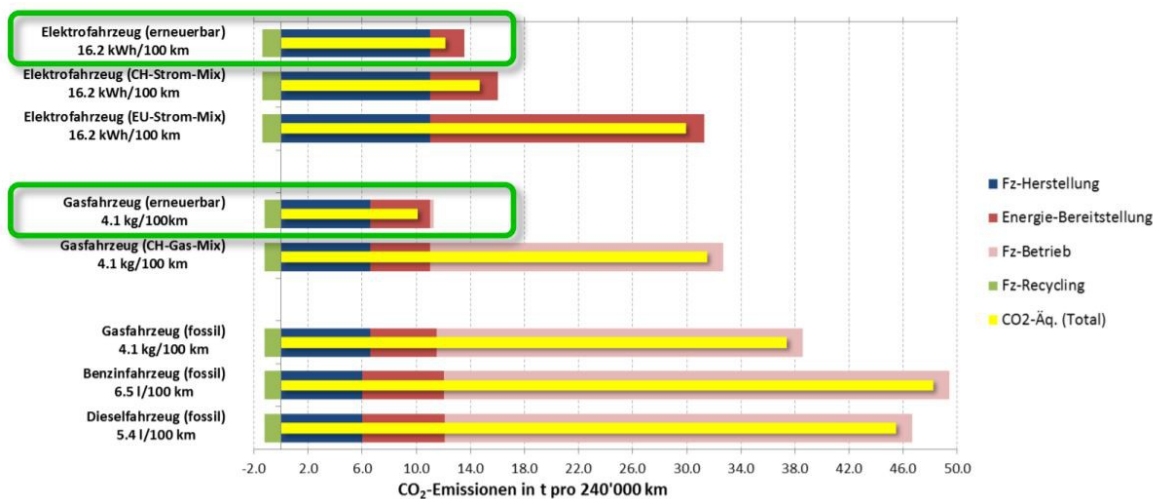


Abb. 3 LCA-Vergleich eines Kompaktfahrzeugs mit verschiedenen Antriebskonzepten basierend auf Bauer et al, Applied Energy (2015), Fuchs et al. ATZ (2014), Audi (2015) und Verbrauchsdaten gemäss Spritmonitor.de für VW Golf 81-85kW (MJ 2014/2015). Biogas gemäss LCA-Studie Empa-PSI-Agroscope-Doka (2012); EU-Strom-Mix: 522g CO₂/kWh, CH-Strom-Mix: 137g CO₂/kWh, erneuerbarer Strom: 65g CO₂/kWh

1.1) Batterieelektrische Strassenfahrzeuge (BEV)

Kurz- und mittelfristig sind Antriebe mit elektrischen Batterien energietechnisch betrachtet am besten geeignet für eine umweltverträglichere Mobilität. Zumindest für den PKW-Sektor. Die Hauptprobleme liegen dabei momentan im Recycling und in der Rohstoffgewinnung unter unmenschlichen Bedingungen - Lithium (als Hauptbestandteil heutiger Fahrzeugbatterien) kann derzeit gar nicht oder nur sehr begrenzt wiederverwertet werden und verbraucht viel Wasser, wodurch die Lebensgrundlage v.a. der indigenen Bevölkerung in den Haupt-Abbaugebieten zerstört wird, dort - an der Dreiländergrenze zwischen Chile, Bolivien und Argentinien - wo ca. 70% der Lithium-Vorkommen lagern.

Vorteile der BEVs für unsere Umwelt:

- Bester Gesamtwirkungsgrad (well-to-wheel) der etablierteren Technologien
- Bidirektionales Laden möglich ==> Bessere Ausnützung der Stromversorgungsspitzen erneuerbarer Energiequellen (Fzg. kann als Zwischenspeicher/Puffer genutzt werden; Stichworte **V2Grid**, **V2Home/V2Building**)
- Wenig bewegte Teile ==> sehr geringer Wartungsbedarf und Langlebigkeit (abgesehen von den derzeitigen Batterien)

Nachteile der BEVs für unsere Umwelt:

- geringe Energiedichte ==> vergleichsweise geringe Reichweite
- Recycling-Potenzial noch sehr schlecht ausgenutzt ==> hoher Rohstoffbedarf, der derzeit kritische Zustände für Mensch und Umwelt fordert.
- Noch unzureichende und sehr aufwändige Löschwasser-Aufbereitungsmöglichkeiten bei Fahrzeug-Brandfällen (2-3-Tage im Abklingbecken nötig, aufwendige bis unmögliche Wasseraufbereitung, dadurch rel. hoher Wasserverbrauch)

Eignung der BEVs für umweltverträglichere Mobilität:

Kurz- und mittelfristig geeignet, da gesamtheitlich (je nach Fzg.-Kat., Fzg.daten, Annahmen bzgl. Stromproduktion, Batterielebensdauer und Strommix 0%-30%) bessere Gesamtenergie und -CO₂-Bilanz (cradle-to-grave-Zyklus) als konventionelle Antriebe.

Verbesserungsbedarf der BEVs für umweltverträglichere Mobilität:

- Batterie-Lebensdauer, -Leistungsfähigkeit und Effizienz sinkt mit der Nutzungsintensität und -Dauer und ist abhängig von Umweltbedingungen (v.a. von Aussentemperaturen). Recyclingfähigkeit muss durch Kreislaufwirtschaften drastisch erhöht werden.
- Geringe Energiedichte, daher weniger Nutzlast und geringere Reichweite als z.B. FCEVs
- Ohne effektive Recyclingprozesse bleibt der Antrieb primärressourcenabhängig und nicht regenerativ (Ressourcen für Batterie und E-Motoren).

1.2) Synthetische Treibstoffe

Vorteile synthetischer Treibstoffe für unsere Umwelt:

- CO₂-neutral herstellbar und verwertbar, wenn auf Reformierungsprozesse fossiler Ausgangsstoffe dafür verzichtet und nur erneuerbare Energie dazu eingesetzt wird.
- Anwendbar auch in konventionellen Antriebsaggregaten (Benzin, Kerosin, Diesel etc.).
- Über vorhandene Versorgungsinfrastruktur (Tankstellennetz etc.) vertreibbar.
- Bessere Ausnutzung der Stromversorgungsspitzen erneuerbarer Energiequellen (Synthetische Treibstoffe als Langzeit-Energiespeicher).

Nachteile synthetischer Treibstoffe für unsere Umwelt:

- Schadstoffe wie Russpartikel, HC, NO_x, CO, SO_x etc. immer noch (reduziert) im Abgas vorhanden.
- Hoher Energiebedarf für die Herstellung.
- Herstellung ist noch nicht wirtschaftlich. ⇒ Dauert lange und noch sehr kleine produzierte Mengen. (Aufskalierung noch ausstehend)

Eignung synthetischer Treibstoffe für umweltverträglichere Mobilität:

- Als Übergangslösung sehr gut geeignet, insbes. im Hinblick auf Zwischenspeicherung von Stromproduktionsspitzen aus erneuerbaren Quellen, die sonst ungenützt blieben.
- Wohl mind. bis 2040 zu geringe Produktionsgeschwindigkeit für den Kerosinbedarf des heutigen Flugverkehrs (Flugverkehr müsste drastisch, auf das absolute Minimum

reduziert werden.). Wasserstoffbetriebene Flugzeuge könnten als Alternative herangezogen werden, wobei sorgfältig abzuwägen bleibt wofür die wertvollen Energieträger vernünftig eingesetzt werden sollten...

1.3) Wasserstoff-Brennstoffzellen-Fahrzeuge (FCEV)

Vorteile von FCEVs:

- Reichweite weitgehend unabhängig von Umweltbedingungen und nahezu konstant über die Fahrzeug-Lebensdauer ⇒ Nahezu konstante Energieeffizienz im Gegensatz zu den BEVs.
- Treibstoff H₂ unbegrenzt verfügbar, sofern aus Erneuerbaren hergestellt.
- Hohe Reichweite und Nutzlast, dank grosser Energiedichte des Treibstoffes im Vergleich zu BEVs.

Nachteile von FCEVs:

- Teurere Technologie aufgrund späterer Markteinführung und daher noch weniger entwickelte und etablierte Serienfertigung (Aufskalierung noch im Gange).
- Gesamtwirkungsgrad aufgrund der langen Energieumwandlungskette rel. gering (Lediglich ~1/3 der Quellenenergie kommt am Rad an.)
- Ohne effektive Recyclingprozesse bleibt der Antrieb primärressourcenabhängig und nicht regenerativ (v.a. Ressourcen für H₂-Tanks aus CFK, Brennstoffzellen, Pufferbatterien und E-Motoren)

Eignung von FCEVs für umweltverträglichere Mobilität:

- Für Züge, mittlere bis schwere NFZ und Energie- bzw. Gewichtsintensivere Fahrzeuge heute schon bevorzugt geeignet, wegen im Vergleich zu BEV besseren Nutzlastverhältnissen und Kostenaspekten. (Letztere sind noch schwankend, je nach Marktdurchsetzung)

Verbesserungsvorschläge für FCEVs:

- Infrastrukturumgestaltung für Förderung regenerativer H₂-Herstellung und -Nutzung.
- Recyclingfähigkeit muss durch Kreislaufwirtschaften drastisch erhöht werden.

Eine fachliche Einschätzung des derzeitigen Umganges mit und der Evaluierung von Vor- und Nachteilen von FCEVs und BEVs:

Die Elektromobilität stellt zweifelsohne einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz und zur Nutzung erneuerbarer Energien im Verkehrssektor dar. Die derzeit in Politik, Medien und Öffentlichkeit geführte Diskussion zur zukünftigen Elektromobilität lässt jedoch aus Sicht der VDI-Gesellschaft Energie und Umwelt (VDI-GEU) und der VDI-Gesellschaft Fahrzeugtechnik (VDI-FVT) sowie der Energietechnischen Gesellschaft im VDE (VDE/ETG) eine Ausgewogenheit in Bezug auf die Eigenschaften der einzelnen Systeme vermissen. Der Schwerpunkt der Diskussion konzentriert sich vorrangig auf Anwendungen von Batteriefahrzeugen.

Es ist die Auffassung von VDI-GEU, VDI-FVT und VDE/ETG, dass die brennstoffzellenbasierte Elektromobilität ebenfalls einen wichtigen Beitrag zur Reduzierung der Emissionen von Treibhausgasen leisten kann. Dies ist auch die Einschätzung der Bahnbetreiber und neben Kostenaspekten ein gewichtiger Grund für deren Entscheidung, neben Batteriezügen auch in Brennstoffzellenzüge zu investieren.

Eine sachgerechte Diskussion erfordert zudem die Berücksichtigung aller Einflussgrößen. Neben den speziellen Nutzerinteressen, insbesondere der Wirtschaft mit ihren speziellen Anforderungen und der Stärkung des Standorts Deutschland, zählen hierzu auch Aussagen zu den systemtechnischen Aspekten.

Gleichfalls sind die verfügbaren Rohstoffe zu bewerten sowie die ökologischen Konsequenzen zu berücksichtigen. In diesem Zusammenhang ist auch der technische und wirtschaftliche Aufwand für Herstellung und Betrieb der neuen Infrastrukturen zu thematisieren.

VDI-GEU, VDI-FVT und VDE/ETG haben im Rahmen einer interdisziplinären Arbeitsgruppe aus Hochschulen, Forschungseinrichtungen und Industrie versucht, den derzeitigen Entwicklungsstand von Brennstoffzellenfahrzeugen (FCEV) und batterieelektrischen Fahrzeugen (BEV) darzustellen. Durch Einbindung von vielfältigem Sachverstand sollen relevante technische, ökologische und ökonomische Aspekte beider Technologien angemessen bewertet werden.

Die Analysen konzentrieren sich vorrangig auf den Pkw-Bereich; der Lkw-Sektor bleibt trotz seiner energie- und klimapolitischen Relevanz ausgespart genauso wie andere Optionen, z. B. synthetische Kraftstoffe.

Ziel dieser Studie ist ein möglichst objektiver Vergleich der Vor- und Nachteile, um Vertretern aus Politik, Medien und interessierter Öffentlichkeit die Möglichkeit zu geben, sich ausgewogen zu informieren.

Quelle:

<https://www.vde.com/resource/blob/1927182/ebf217d10a1fd89769029fc2cb54d252/elektromobilitaet-studie-data.pdf>

(Onlineversion am 16.05.2021)

Quellen:

Div. Infos und Abb. 3:

<https://www.empa.ch/documents/56164/456104/Positionspapier+-+Kopplung+Fahrzeuge+und+Treibstoffe-14062016.pdf/83173279-3851-4d9d-9493-90b1040907c9>

(Onlineversion am 16.05.2021)

1.1):

https://www.vde.com/resource/blob/1927182/ebf217d10a1fd89769029fc2cb54d252/elektromobil_itaet-studie-data.pdf

(Onlineversion am 16.05.2021)

<https://www.ingenieur.de/technik/fachbereiche/rohstoffe/verschaerfen-elektroautos-den-kampf-um-rohstoffe/>

(Online-Artikel v. 15.01.2018, 07:51 Uhr)

VCS Auto Umweltliste, März 2019

https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/luft/externe-studien-berichte/umweltaspekte_vonelektroautos.pdf.download.pdf/umweltaspekte_vonelektroautos.pdf

(Onlineversion am 17.05.2021)

https://www.deutschlandfunk.de/lithium-abbau-in-suedamerika-kehrseite-der-energiewende.724.de.html?dram:article_id=447604

(Onlineversion am 17.05.2021)

1.2):

<https://climatestrike.ch/de/posts/cap-download>

(Onlineversion am 17.05.2021)

1-2_wirkungsgradketten_6-61_d.pdf

© A&W Verlag AG / SVBA-ASETA-ASITA / AGVS/UPSA / Andi Senger (03.04.2021)

1.3):

https://www.vde.com/resource/blob/1927182/ebf217d10a1fd89769029fc2cb54d252/elektromobil_itaet-studie-data.pdf

(Onlineversion am 16.05.2021)

https://praxistipps.focus.de/lebensdauer-einer-brennstoffzelle-infos-zur-haltbarkeit_97643

(08.09.2022)