

ZUKUNFT DER MOBILITÄT



Hyundai Nexo



Honda Clarity

ANALYSE
KÜNFTIGER
ANTRIEBSARTEN:
BATTERIE-
ELEKTRISCH,
BRENNSTOFF-
ZELLE,
E-FUELS

Toyota Mirai



Mercedes GLC F-Cell



Brennstoffzellenfahrzeuge mit Elektromotor werden künftig eine wichtige Rolle spielen. Vorreiter dieser Technologie sind Hyundai Nexo, Honda Clarity, Toyota Mirai und Mercedes GLC F-Cell

Zukünftige Fahrzeugantriebe werden ohne erdölbasierte Treibstoffe auskommen müssen. Beste Chancen haben Elektromotoren mit Batterie oder Brennstoffzelle sowie Verbrennungsmotoren mit umweltfreundlich hergestellten E-Fuels. Welche Vor- und Nachteile haben die neuen Konzepte, und stehen sie zueinander überhaupt in Konkurrenz?

Für eine aktuelle Studie befragte die Österreichische Energieagentur (AEA) 123 Verkehrs- und Energie-ExpertInnen zur Zukunft der Mobilität. Diese sehen abseits diverser Hybridkonzepte, die lediglich als Übergangslösungen gesehen werden, vor allem den batterieelektrischen Antrieb, die Brennstoffzelle und E-Fuels auf Wasserstoff-Basis als die Antriebe der Zukunft im Pkw- und Lkw-Verkehr. Je größer das Fahrzeug und je höher seine Reichweitenanforderung, desto weniger kommt nach derzeitigem Stand der Technik eine Batterie infrage. Man könnte einen Fernlastwagen schon heute mit Akkus betreiben, er könnte dann allerdings kein Ladegut mehr an Bord nehmen, weil Raum und Nutzlast komplett vom Stromspeicher in

Anspruch genommen würden. Bei Flugzeugen oder Schiffen geht sich die Sache noch viel weniger aus. Daher lautet die Conclusio: Es gibt kein „one size fits all“, man wird sich auf verschiedene Energieträger einstellen müssen, zumindest für absehbare Zeit.

Für Pkw prophezeien die befragten Experten hingegen die Durchsetzung des batterieelektrischen Antriebs auf breiter Front. Aber ist das wirklich so klar und einfach? Grundsätzlich ist der Elektromotor dem Verbrennungsmotor nicht nur aufgrund der lokal wegfallenden Abgasemissionen überlegen. Er ist wesentlich kompakter, leichter, haltbarer, leiser, praktisch servicefrei und bietet ein gewaltiges Drehmoment von der ersten Motor-Umdrehung an. Wer schon einmal einen Tesla-Fahrer beobachtet hat, wie er sich an der grün gewordenen Ampel geradezu wegzoomt, weiß, wovon hier die Rede ist.

Allradantrieb wird einfach mit einem weiteren Elektromotor an der zweiten Achse realisiert. Kardanwelle? Braucht kein Mensch. Ebenso fallen zahlreiche periphere Aggregate weg, etwa Lichtmaschine, Getriebe, Auspuffstrang, Kühler, Ölkreis-

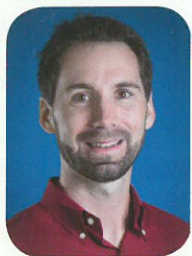
lauf etc. Dazu erreichen Elektromotoren einen Wirkungsgrad von bis zu 95 Prozent – sprich: 95 Prozent der in sie investierten Energie wird in Vortrieb umgesetzt –, die besten Verbrennungsmotoren kommen gerade einmal auf 40 Prozent. Der Rest ist Abwärme, die nur im Winter ein Vorteil ist, weil die Fahrzeugwärme dann als Gratis-Abfallprodukt mitgeliefert wird, während sie beim Stromer elektrisch erzeugt werden muss.

Der Pferdefuß des tollen Elektromotors

ist allerdings die Stromspeicherung. Zum Vergleich: Ein Liter Diesel hat einen Energiegehalt von zehn kWh. Das derzeit meistverkaufte Elektroauto – der Renault ZOE – verfügt über eine 41 kWh-Batterie, das entspricht einem Mini-

Tank von vier Litern Diesel. Wohl stehen in den nächsten Jahren große Sprünge an, Batterien mit Feststoff-Elektrolyten sollen beispielsweise über die doppelte Energiespeicher-Kapazität verfügen. Allerdings muss eine doppelt so große Batterie auch doppelt so lange geladen werden.

Eine Haushaltssteckdose bringt es bei 16 Ampere Absicherung auf nicht mehr als 3,7 kW, derzeit kann man einen ZOE also in rund zehn Stunden laden, eine doppelt so große Batterie würde über Nacht nicht mehr voll, dann müsste schon zumindest eine Kraftstrom-Zuleitung her, die es auf rund 11 kW bringt. Weitere Sprünge sind selbst in privilegierten Haushalten mit eigener Garage schwer realisierbar und schon gar nicht für Städter in Mietwohnungen. Ladestationen kann man auch nicht an jeder Ecke bauen oder im Jahrestakt updaten, und die öffentliche Hand will mit infrastrukturellem Aufwand sowieso am liebsten in Ruhe gelassen werden.



„Batterieelektrische Konzepte sind für die große Masse nicht zu Ende gedacht. Es gibt ein Infrastruktur-Problem, ein Rohstoff-Problem und ein Recycling-Problem.“

*Dr. Alexander Trattner
technischer Leiter HyCentA*

Es scheint also, dass die große Euphorie bezüglich der Durchsetzung des batterieelektrischen Antriebs auf breiter Front etwas verfrüht kommt. Als Zweitwagen für Eigenheimbesitzer mit Garage jederzeit, darüber hinaus wird es vorerst aber eng. Nach Meinung von Dr. Alexander Trattner, technischer Leiter von HyCentA, einer außeruniversitären Forschungseinrichtung der Technischen Universität Graz, „sind batterieelektrische Konzepte

für die große Masse nicht zu Ende gedacht. Es gibt ein Infrastruktur-Problem, ein Rohstoff-Problem und ein Recycling-Problem.“

So wird etwa befürchtet, dass die Rohstoffe Kupfer, Kobalt und Lithium selbst für eine nur

30-prozentige Ausstattung aller weltweit vorhandenen Autos mit batterieelektrischem Antrieb nicht ausreichen werden. Außerdem ist die Batterie-Herstellung und deren Recycling sehr energieaufwändig, was die CO₂-Bilanz weniger verbessert, als man beim Blick auf den fehlenden Auspuff zunächst glauben mag. Alexander Trattner hält daher den Elektroantrieb mit Brennstoffzelle für die unterm Strich CO₂-ärmste Möglichkeit. Bei HyCentA forscht man an mehreren Zugängen. Einer davon ist die Brennstoffzelle als Range Extender. Dabei dominiert die Batterie, die Brennstoffzelle lädt sie lediglich nach und erhöht damit die Reichweite entscheidend. Die Energiezufuhr zum Fahrzeug erfolgt mittels Ladung der Batterie über das Stromnetz und über die Wasserstoffbetankung – wie etwa beim im Herbst des Vorjahres präsentierten Mercedes GLC F-Cell.

Trattner: „Als besseres Konzept setzt sich derzeit jedoch der brennstoffzellen-dominante Weg durch: Man hat nur einen kleinen Akku (etwa 1-2 kWh)

Bei HyCentA, einer außeruniversitären Forschungseinrichtung der TU Graz forscht man vor allem an der Brennstoffzelle, im Bild eine Versuchsanordnung





Prof. Manfred Klell (li., Vorstand von HyCentA) und Dr. Alexander Trattner (re., technischer Leiter) zeigen, wie schnell und einfach das Tanken mit Wasserstoff funktioniert

an Bord, die Batterie dient der Rekuperation von Bremsenergie beim Verzögern sowie der Leistungsunterstützung beim Beschleunigen und benötigt vergleichsweise wenige Rohstoffe. Die vollständige Deckung des Fahrleistungsbedarfs erfolgt rein über die Brennstoffzelle. „Getankt wird Wasserstoff. Das Tankstellennetz in Österreich umfasst derzeit gerade einmal fünf Stück, ein Ausbau wäre im Vergleich zu Ladesäulen aber viel einfacher. Erstens, weil man bestehende Tankstellen dazu verwenden kann und zweitens, weil ein Tankvorgang nicht länger dauert als bei Benzin oder Diesel. Unbedingte Voraussetzung ist aber (genau wie beim Strom für Elektroautos), dass der Wasserstoff nicht aus fossilen Energieträgern produziert wird, sondern rein über erneuerbare Energien, also Solar-, Wind- oder Wasserkraft.“

Leichter als Einzelpersonen tun sich natürlich Betriebe, die sich im Rahmen von strategisch entwickelten Businessplan-Projekten eine eigene Tankstellen-Infrastruktur errichten können. So zum Beispiel hat das HyCentA als Codex-Partner des Green Energy Center Europe in Innsbruck an der Projektentwicklung der brennstoffzellen-

basierten Wasserstoffbahn Zillertal mitgewirkt, die 2022 den Betrieb aufnehmen wird. Auch Dr. Ernst Fleischhacker, Gründer des Green Energy Centers, hält die Brennstoffzelle – ob bei Zügen, Lkw oder auch Pkw – für äußerst vielversprechend, allerdings liege deren Preis etwa bei Bussen derzeit um das 2-3-fache über jenem eines Dieselfahrzeugs, was sich lediglich bei größeren Stückzahlen ändern würde. Fleischhacker: „Die Industrie hält sich in Europa aber momentan noch sehr zurück, die EU fördert hingegen das Wasserstoff-Thema bereits auf breiter Basis mit massiven Geldmitteln.“

Fleischhacker, dessen Green Energy Center sich auch perfekt mit den Forschern von HyCentA ergänzt, weil es flexibel zwischen Wirtschaft und Politik agieren kann und Forschungsergebnisse in die Entscheidungsvorbereitungen einbauen kann, fügt an: „Man möge mich nicht falsch verstehen, ich habe hohes Vertrauen in die Innovationskraft der Automobilindustrie, man muss sie aber immer wieder daran erinnern, strategisch langfristig und umweltorientiert zu denken.“

Eine weitere Variante zukunftsorientierter Antriebstechnik sind **E-Fuels**. Deren Vorteil: Aktuelle Verbrennungsmotoren müssen kaum adaptiert werden. Basis der E-Fuels ist Wasserstoff, dieser wird in weiterer Folge zu E-Gas methanisiert oder anschließend auch noch zu E-Fuel (Benzin bzw. Diesel) synthetisiert. Ein Vorgang, der kostenintensiv ist und wiederum nur darstellbar, wenn die große Menge an dafür notwendigem Strom rein aus erneuerbarer Energie kommt. Der Energieaufwand für die Herstellung eines Liters E-Fuel beläuft sich derzeit auf das Fünffache des Treibstoff-Energiegehalts, bei Benzin oder Diesel ist es lediglich das 1,2-Fache. E-Fuels, obwohl sie besonders rein sind und entsprechend abgasarm verbrennen, können im Pkw-Bereich daher lediglich als Brückentechnologie betrachtet werden, anders im Schiffs- und vor allem Flugverkehr, hier haben sie ausgezeichnete Langzeit-Chancen.

Kein großes Thema scheint derzeit die Wasserstoff-Verbrennung im Motor zu sein. Dr. Trattner: „Man spart sich zwar die Methanisierung bzw. Synthetisierung des Wasserstoffs, doch die Entwicklungsarbeit am Motor wäre unverhältnismäßig groß. Außerdem ist der Wirkungsgrad deutlich schlechter als bei der Brennstoffzelle, und um Abgas-Emissionen am Fahrzeug kommt man nicht herum.“ Unterm Strich betonen die Experten Fleischhacker und Trattner unisono, dass man die Technologien batterieelektrischer Antrieb, Brennstoffzelle und E-Fuels nicht als Konkurrenten sehen dürfe, den Wunsch nach einem einzigen Zukunftsantrieb werde man sich wohl vorderhand abschnüren müssen. Alexander Trattner: „Nach derzeitigem Stand läuft es darauf hinaus, dass batterieelektrische Antriebe sich optimal für kürzere Strecken im Pkw bzw. Zweifahrzeuge eignen. Brennstoffzellen-Antriebe für Langstrecken-Pkw, Lkw und Busse, aber auch Fährschiffe. E-Fuels dagegen für Container-Schiffe und Flugzeuge.“



Der Vorgänger des Hyundai Nexa, der ix35 FCEV, wurde von den österreichischen Ingenieuren von HyCentA als Referenzfahrzeug im Bereich des Brennstoffzellen-Antriebs ausgiebig analysiert.

Georg Koman
Fotos: Werk, HyCentA