

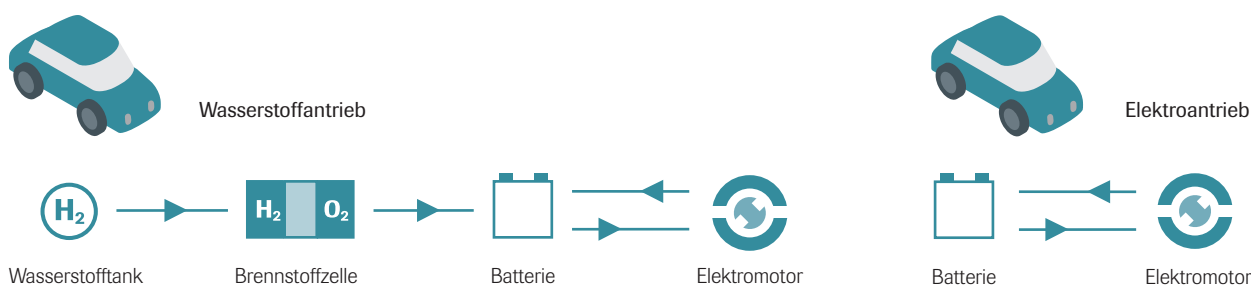
Technik vom Mond

Batterie- und Brennstoffzellensysteme werden in der Automobilherstellung immer wichtiger. Um den Standort Deutschland wettbewerbsfähig zu halten, müssen alle an einem Strang ziehen.

ANTRIEBSARTEN

Aufbau von Wasserstoff- und Elektroantrieb mit Bremsenergieerückgewinnung

Quelle: VDA



Das Rennen um die Entwicklung von Hochenergiezellen für den Einsatz in Fahrzeugen ist noch lange nicht entschieden. Dabei handelt es sich nicht um einen Spurt, sondern um einen Marathon, dessen Ausgang von der Ausdauer und den Leistungsreserven der Teilnehmer abhängt. Die deutsche Automobilindustrie geht gut vorbereitet in den Wettkampf. Allein kann sie ihn aber nicht bestehen. Sie braucht auch die Unterstützung der elektrochemischen und chemischen Industrie sowie der Energieversorger für einen gemeinsamen langen Atem.

Denn eines ist sicher: Elektrische Antriebssysteme werden langfristig in der Automobilherstellung eine Schlüsselstellung einnehmen. Für den Standort Deutschland ist der Aufbau einer wettbewerbsfähigen Batterie- und Zellproduktion überlebenswichtig. Eine dauerhafte Abhängigkeit von Herstellern außerhalb Deutschlands hätte weitreichende Konsequenzen. Würde der Großteil des Wertes eines Autos im Ausland geschaffen, so bliebe dies nicht ohne negative Folgen für den hiesigen Arbeitsmarkt.

Elektromobilität – vom Mond auf die Erde

1969 setzte Neil Armstrong den ersten Fuß auf den Mond. Er hatte auch keine Wahl. Erst zwei Jahre später brachte Apollo 15 das erste Mondauto mit. Die Astronauten brauchten es dringend, um längere Distanzen bei der Forschung zurücklegen zu können. Das LRV (Lunar Road Vehicle) wog 210 Kilo, bestand aus einem Alu-Rahmen mit zwei Sitzen, Steuer-Joystick und vier einzelnen angetriebenen Rädern. Den Antrieb besorgten Elektromotoren. Die NASA griff dabei eine Idee auf, die Ferdinand Porsche schon 1900 bei der Weltausstellung in Paris vorgestellt hatte. Im sogenannten Lohner-Porsche arbeitete ein 44-zelliger Akku mit 300 Amperestunden und 80 Volt. Die ließen das Auto bis zu 50 Kilometer weit fahren. Doch auf der Erde konnte sich das Elektroauto nie durchsetzen wie auf dem Mond. Logisch, denn hier muss ein Fahrzeug ganz anderen Anforderungen genügen. Das machen schon die Zahlen deutlich: Der Lohner-

Porsche wog das Fünffache des Mondautos, allein der Energiespeicher trug über 400 Kilogramm zum Gewicht bei. Das hohe Gewicht machte damals neben der geringen Energiedichte sämtliche Vorteile des Elektromotors zunichte.

Diese sind bis heute geblieben: Verbrennungsmotoren müssen erst auf eine gewisse Drehzahl angetrieben werden, damit die Energie des Kraftstoffes voll umgesetzt werden kann. Der Elektromotor kann vom Start weg die volle Energie umsetzen. Um die Jahrhundertwende kam er damit allerdings nicht weit und auch nicht besonders schnell voran. Die rollenden Batterien der Anfangszeit des motorisierten Straßenverkehrs entsprachen schon bald nicht mehr den Mobilitätsbedürfnissen der Menschen. Der Siegeszug des Verbrennungsmotors auf den Straßen begann. Lediglich an Orten, wo Abgase überhaupt nicht gewünscht sind, kamen Elektroautos zum Zug, wie in Flughäfen, geschlossenen Fabrikhallen oder als Golfcaddies.

Entwicklungssprung aus der Jackentasche

Telefone haben an sich nicht viel mit Autos zu tun. Doch ein erheblicher Entwicklungsschub für die Elektromobilität stammt aus dem Handy. Das musste immer leistungsstärker werden, um mehr Funktionen bieten zu können und unabhängiger von der Stromversorgung zu werden. Dafür entwickelte die Kommunikationsindustrie die Lithium-Ionen-Technologie. Und die ist heute Grundlage der Speicherung von Energie in Elektrofahr-

MIT BRENNSTOFFZELLEN UM DIE WELT

Vier Kontinente, 14 Länder und 30 000 Kilometer in 125 Tagen. Dieses Programm absolvieren drei Mercedes Benz B-Klasse F-Cell im Frühjahr 2011. Ziel der Erdumrundung ist es, die technische Reife und Alltagstauglichkeit der Fahrzeuge unter verschiedensten und zum Teil extremen Bedingungen unter Beweis zu stellen. Dabei erfüllt die B-Klasse F-CELL erstmals alle Entwicklungs- und Produktionsstandards der Serienproduktion. Gleichzeitig will das Unternehmen mit dem F-Cell World Drive der Forderung nach einer flächendeckenden Tankstelleninfrastruktur für Brennstoffzellenfahrzeuge Ausdruck verleihen.

zeugen. Allerdings sind deren Anforderungen an die Leistungs- und Nutzungsbedingungen wesentlich höher. Die Komplexität eines Lithium-Ionen-Akkus im Auto ist kaum mit denen von Mobilfunktelefonen oder Laptops vergleichbar. Man kann zum Beispiel nicht einfach mehrere Akkus aneinander-schließen, um das Auto in Gang zu bringen. Stattdessen müssen die Batteriesysteme völlig neu konstruiert werden.

So muss ein ausgeklügeltes Kühlsystem verhindern, dass sich die Stromspeicher überhitzen und Schaden nehmen. Die Kühlung der Batterien aber erfordert wiederum Energie und verschlechtert somit ihren Ladewirkungsgrad. Die Energiedichte der einzelnen Lithium-Ionen-Batterien zu steigern, ist deshalb einer der wichtigsten Forschungsansätze.

Mit Sicherheit eine Ergänzung zum Verbrennungsmotor

Mindestens genauso wichtig ist die Sicherheit. Um die hohen Standards deutscher Automobile zu erfüllen, müssen die Batterien einer Reihe von Anforderungen standhalten können. So dürfen sie bei Unfällen keine Gefahrenquelle für die Insassen darstellen. Und auch die alltäglichen Belastungen durch Vibrationen und Stöße müssen sie aushalten. All dies ist natürlich mit enormen Kosten verbunden. Beim heutigen Entwicklungsstand kostet ein Kilowatt Leistung pro Stunde rund 800 Euro. Ein mittleres Fahrzeug benötigt für den Vortrieb eine Batteriekapazität von ca. 20 kWh. Somit würde allein das Batteriesystem 16 000 Euro des Gesamtpreises ausmachen. Obwohl die Preise für Lithium-Ionen-Batteriesysteme laut heutigen Prognosen deutlich fallen könnten, wird ihr Anteil am Gesamtpreis relativ hoch bleiben. Um trotzdem am Markt konkurrenzfähig zu

sein, muss ein wesentlicher Nachteil derzeitiger Batteriesysteme beseitigt werden: die beschränkte Lebensdauer. Deshalb investiert die deutsche Automobilindustrie massiv in die Entwicklung komplexer Betriebsstrategien, in die Auswahl geeigneter Materialkombinationen und in ein intelligentes Lademanagement. Das Ziel ist klar: Die Batteriesysteme der Zukunft sollen genauso lange halten wie das Fahrzeug selbst. In den vergangenen Jahren sind Elektrofahrzeuge auf ihrem Weg zurück vom Mond auf die Erde ein gutes Stück vorangekommen. Für kurze Strecken und in Ballungszentren wird ihr Einsatz schon heute sinnvoll. Technik-affine Autofreunde, Pendler, Zweitwagenbesitzer oder Lieferanten – viele von ihnen könnten sich schon bald für ein Elektrofahrzeug entscheiden. Um dem Verbrennungsmotor ernsthaft Konkurrenz machen zu können, muss aber noch einiges geschehen. Die Motoren und ihre Leistungselektronik müssen kraftvoller und effizienter werden, die Speichertechnik weiterhin günstiger, leistungsstärker und haltbarer.

Die Brennstoffzelle – Strom selbst gemacht

Auch die Brennstoffzelle ist im Weltraum erprobt. Sie versorgte beispielsweise die Apollo-Astronauten mit Elektrizität, Wärme und Trinkwasser. Im Auto funktioniert die Brennstoffzelle wie ein eigenes kleines Kraftwerk, das immer an Bord ist. Das Prinzip der Brennstoffzelle ist relativ simpel. Es findet eine chemische Reaktion von Wasserstoff und Sauerstoff statt, bei der elektrische Energie und Wärme freigesetzt werden. Das Gute dabei: Schadstoffe entstehen nicht, als Abgas entweicht reiner Wasserdampf. Ein weiterer Vorteil: Der benötigte Wasserstoff ist relativ schnell nachfüllbar. Er könnte fast

wie Benzin getankt werden. Das Reichweitenproblem des Batteriebetriebs ist also nicht vorhanden.

Mehr Stoff für deutsche Autos

Allerdings gibt es einige andere Probleme. Das größte ist die Herstellung von Wasserstoff. Wasserstoff ist zwar das mit Abstand häufigste Element im Universum, kommt aber auf der Erde nur in gebundener Form, etwa in Wasser, vor. Allen Verfahren gemeinsam ist, dass sie selbst extrem energieintensiv sind. Eine insgesamt positive Energie- und Emissionsbilanz besteht für Fahrzeuge mit der Brennstoffzelle nur, wenn die Energie zur Herstellung von Wasserstoff aus regenerativen Quellen oder als Abfallprodukt anderer chemischer Prozesse stammt.

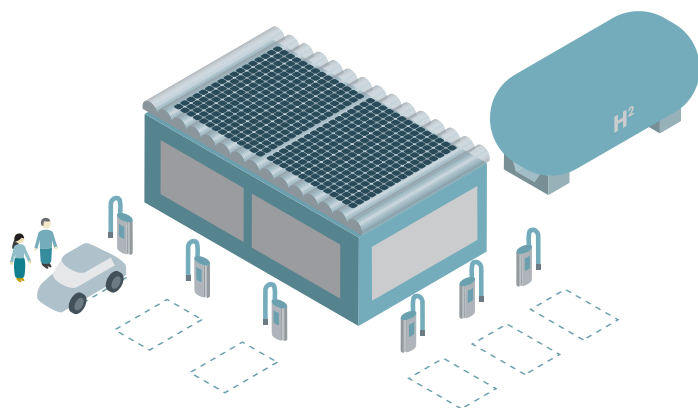
Im Auto kann Wasserstoff in zwei Zuständen transportiert werden. Beide haben jedoch spezifische Vor- und Nachteile. Im gasförmigen Zustand hat das Gas ein großes Volumen. Wenn noch genug Platz für die Mitfahrer bleiben soll, kann das Auto damit nicht sehr weit kommen. Eine Lösung des Problems verspricht der Transport im flüssigen Zustand. Doch dafür müssen spezielle Kryo-tanks den Energieträger kühl halten. Besonders die Absicherung, Dämmung und Abdichtung der Tanksysteme ist mit einem erheblichen Aufwand verbunden. Daher setzen die meisten Hersteller heute auf den Einsatz von Druckgastanks mit bis zu 700 Bar gespeichertem Wasserstoff.

Heute kann man Wasserstoff in Deutschland fast nirgends bekommen. Während batteriebetriebene Fahrzeuge ihre Energie theoretisch aus jeder Steckdose in Deutschland beziehen könnten, muss ein Versorgungsnetz für Wasserstoff erst aufgebaut werden. Derzeit gibt es lediglich Versuchsanlagen. Kein Wunder, dass nur wenige Fahrzeuge mit der Brennstoffzelle auf deutschen Straßen fahren. In Bussen des öffentlichen Nahverkehrs oder im lokalen Lieferverkehr kommt die Technik allerdings schon heute versuchsweise zur Anwendung.

Zudem sind Brennstoffzellenfahrzeuge noch einige Schritte von der Serienreife entfernt. Das liegt vor allem an der extrem teuren Technik. Die Kosten sind zwar seit 2005 um 90 Prozent gefallen. Doch da kostete ein Auto dieser Art noch bis zu einer Million Euro. Um wettbewerbsfähig zu sein, müssen sie noch einmal um die Hälfte günstiger werden. Genau wie bei Batteriesystemen ist die Entwicklung der Brennstoffzellentechnik jedoch nicht allein von der Automobilindustrie abhängig. Vor allem die Erzeugung und Bereitstellung von Wasserstoff erfordert neue strategische Partnerschaften. Nur mit einem gut ausgebauten Versorgungsnetz hat diese Technologie eine realistische Chance, auf der Erde anzukommen. ■

WASSERSTOFF TANKEN

Derzeit gibt es in Deutschland nur wenige Pilotanlagen zum Tanken von Wasserstoff



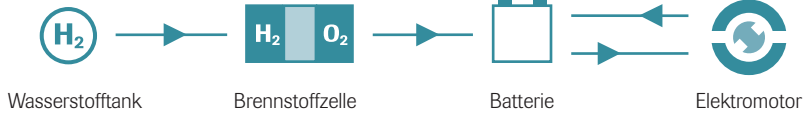
ANTRIEBSARTEN

Aufbau von Wasserstoff- und Elektroantrieb mit Bremsenergieerückgewinnung

Quelle: VDA



Wasserstoffantrieb



Elektroantrieb

