

## Mobilität à la carte

Elektroauto, Hybridmotor oder Brennstoffzelle – für jeden Bedarf gibt es den passenden Antrieb



Sicher und sauber: Mit einer Tankladung Wasserstoff fährt ein Auto bis zu 600 km weit  
Fotos: Fotolia/Herbert Rubens

**Die Fortschritte bei der Elektrifizierung der Antriebe werden immer deutlicher sichtbar: Ob es um größere Reichweite der Batterien geht, um die Sicherheit oder das Tankstellennetz bei Brennstoffzellen oder aber um die neueste Generation bei den Hybriden – diese Trends bieten Vor- und Nachteile.**

Die Autoren Benjamin Mangold und Jörg Baaser sind Lead Consultants bei der Altran GmbH & Co. KG, Frankfurt/M.

Altran befasst sich seit vielen Jahren mit der Erforschung der unterschiedlichen Antriebsstränge. Als wichtige Brückentechnologie zum Elektroauto hat sich das Hybridfahrzeug etabliert. Dabei werden die Lenkung oder Nebenaggregate des Verbrennungsmotors elektrifiziert und sind mit diesem nicht mehr mechanisch gekoppelt. Der Übergang vom Verbrennungs- zum Hybridmotor verläuft über verschiedene Stufen. Hybridfahrzeuge werden als Mikro-, Mild- oder Vollhybrid bezeichnet. Der Unterschied liegt in der Höhe der Spannung des Energiespeichers. Mildhybride mit einer Spannung von 42 bis 130 V werden jedoch immer weniger gebaut. Eine hohe Spannung bei gleicher Leistung hat einen kleinen Strom zur Folge. Das bedeutet eine geringere Verlustleistung, was den Wirkungsgrad im elektrischen System steigert und kleinere Kabelquerschnitte ermöglicht. So wird Kupfer eingespart. Daher wird die Spannung im Energiespeicher eher noch steigen als sinken. Die Höhe der

Spannung ist bei der Batterietechnologie nur durch die Anzahl der in Reihe geschalteten Energiezellen begrenzt. Mehr Zellen benötigen aber auch mehr Platz, und die Fahrzeuge werden schwerer. Dies wiederum begrenzt die Reichweite. Die Energiezellen der Zukunft haben daher eine viel höhere Energiedichte und müssen noch viel leichter werden.

### Fehlende Lademöglichkeiten sind ein Bremsklotz

Eine Hemmschwelle auf dem Weg zum Massenmarkt für Elektroautos sind die begrenzten Lademöglichkeiten und hohen Kosten – diese beiden Faktoren werden den Übergang vom Hybrid- zum Elektrofahrzeug bestimmen. Einige Automobilhersteller entwickeln auch Elektrofahrzeuge mit Rangeextender: So hätte ein Fahrzeug mit reinem Elektroantrieb eine Reichweite von etwa 100 km, in Kombination mit dem Extender mit teilweise reduzierter Leistung von bis zu 600 km.

In zwei bis drei Jahren werden ein bis zwei Prozent der verkauften Fahrzeuge elektrisch sein, der Rest wird nach wie vor mit dem klassischen Verbrennungsmotor betrieben, schätzt die Unternehmensberatung Arthur D. Little. Altran forscht an Rennwagen, die bei der Geschwindigkeit und Beschleunigung klassische Rennwagen übertreffen.

Neben der Speichertechnologie sind zwei weitere Herausforderungen zu meistern: die Anzahl möglicher Ladezyklen erhöhen und die Sicherheitsbedenken in punkto Hochvolt ausräumen. Neben der Optimierung der Batterien benötigt jedes Elektrofahrzeug ein Energiemanagement, das den Betrieb an die Fahrsituation anpasst. Hier gibt es Entwicklungen und Konzepte, die auf aktives oder passives vorausschauendes Energie- und Thermomanagement setzen. Dadurch könnte eine schwächere Batterie oft besser genutzt werden als eine größere Batterie ohne Betriebsstrategie.

Viele der Sicherheitsbedenken sind unbegründet. Schließlich ist neben externen und internen Isolationswächtern das Hochvoltsystem ein in sich geschlossenes System (IT-Netz) mit zusätzlicher Pyrotechnik, um in allen erdenklichen Fällen die Sicherheit der Passagiere zu gewährleisten. Allerdings handelt es sich bei dem Fahrzeug nur um ein geschlossenes System (IT-Netz), solange man das Fahrzeug nicht

zum Ladevorgang mit dem EVU-Netz koppelt. Aus EVU-Sicht ist das Fahrzeug dann ein normaler elektrischer Verbraucher, der zu einem TN-S-, TN-C-, oder TN-CS-Netz gehört. Der Isolationswächter im Fahrzeug reicht dann nicht mehr aus – es müssen Zusatzmaßnahmen in der Ladeinheit, Ladestation und/oder im Ladekabel getroffen werden. Hierfür gibt es bereits geeignete Lösungen.

#### **Wasserstoff: Zukunftsmodell für die Langstrecke**

Auch Brennstoffzellenautos werden in den kommenden Jahren den Massenmarkt erreichen. Gegenüber Elektroautos haben sie den Vorteil, dass sie bereits heute mit einer Tankfüllung rund 600 km weit kommen. Zudem ist der Antrieb auch für Lkw und Busse geeignet. Sie fahren genauso leise und abgasfrei wie die batteriebetriebene Alternative. Hinter der Technik steckt eine kontrollierte Knallgasreaktion, in der Wasserstoff und Sauerstoff unter Abgabe von Wasser reagieren und Energie freigeben. Je weiter die Distanz und je schwerer das Fahrzeug, desto wahrscheinlicher ist der

Einsatz von Brennstoffzellen. Allerdings muss auch für Wasserstoff ein flächendeckendes Tankstellennetz aufgebaut werden. Aufgrund der begrenzten elektrochemischen Potentialdifferenz zwischen Wasserstoff und Sauerstoff liegt die technologische Herausforderung darin, die Membran der Brennstoffzelle und deren Katalysatoren so zu verbessern, dass die höchste Leistung pro Fläche erreicht werden kann. Hierzu müssen semipermeable Membranen entwickelt werden, die bis zu 5 bar Druck standhalten können. Zudem muss die Schicht der Katalysatoren gleichmäßig auf die Membranen aufgetragen werden, um volle Leistung zu bekommen. Für die Zukunftsfähigkeit von Wasserstofftanks spricht, dass sie sehr sicher und stabil sind. Diese in Karosseriekonzepten zu integrieren, um wiederum eine höhere Karosseriesteifigkeit und Güte zu erreichen, spielt dem Leichtbaukonzept positiv zu.

*Altran; Telefon: 069 660 55 30;  
E-Mail: ml-de-info@altran.com*



**Große Zuladung, geringe Reichweite:  
Range-Extender verlängern den Spielraum**