

Brennstoffzelle

Bordnetzstruktur

Bildquellen: mrü

Bei vollelektrischen Fahrzeugen können zwei verschiedene Arten von Energiespeicherung unterschieden werden. Solche mit Hochvoltbatterien (BEV) und auf der anderen Seite Fahrzeuge, die mit Wasserstoff betrieben werden (FCEV, Full Cell Electric Vehicle). Diese beiden Arten können verglichen werden, da beide im Betrieb keine CO₂-Emission aufweisen. Da der Strom im Fahrbetrieb erzeugt wird, gibt es auch Vergleiche zu seriellen Hybridfahrzeugen. Bei beiden wird der Strom im Fahrzeug erzeugt. Wie bei anderen Einteilungen zwischen verschiedenen Hybridkonzepten ist eine klare Zuteilung schwierig. Bei einem FCEV ist es nicht nötig, das Fahrzeug an einer Ladesäule aufzuladen, sondern es wird an einer entsprechenden Tanksäule mit Wasserstoff betankt. Der grosse Unterschied zwischen beiden Varianten ist die Brennstoffzelle mit der Wasserstoffversorgung. Beide Fahrzeuge verfügen über eine Hochvoltbatterie, denn auch bei einem FCEV muss die in bestimmten Betriebs-situationen erzeugte elektrische Energie zwischengespeichert werden. Zudem unterstützt sie die Brennstoffzelle.

Aufbau

Der Aufbau des Bordnetzes (Bild 1) ist grundsätzlich vergleichbar mit dem eines BEV. Es gibt immer noch eine Spannungsebene bis 14 V, die mit einer herkömmlichen 12-V-Batterie realisiert wird. Somit können viele Verbraucher einfach übernommen werden und müssen nicht an eine hohe Spannung angepasst werden. Als Beispiel wurde in Bild 1 die elektrische Servolenkung integriert. Neben dem 14-V-Bordnetz haben wir jetzt aber zwei Hochvoltspannungsebenen und nicht wie sonst üblich nur eine. Diese Differenz entsteht durch die Brennstoffzelle, welche der eigentliche Energielieferant ist, und durch die Hochvoltbatterie, die nicht auf die gleiche Spannung ausgelegt ist wie die Brennstoffzelle. Dazu kommen zusätzliche Systeme, die für die Wasserstoffversorgung und die Kühlung

der Brennstoffzelle notwendig sind. Dazu gehören die Wasserstoffpumpe, mit der die Brennstoffzelle mit Wasserstoff versorgt wird, und der Luftkompressor für die Luftversorgung. Gekühlt wird die Brennstoffzelle über einen separaten Kühlkreislauf mit eigener Wasserpumpe. Angetrieben wird das Fahrzeug über eine elektrische Maschine mit einem nachgeschalteten Getriebe.

Funktionsprinzip

In der Brennstoffzelle wird durch die chemische Reaktion Spannung erzeugt. Je nach Anzahl Zellen kann diese bei aktuellen Modellen bis zu 370 V betragen. Diese wird im Hochsetzsteller (3 in Bild 1) direkt nach der Brennstoffzelle bis auf 650 V erhöht. Der Begriff Hochsetzsteller wird hier verwendet, da der Strom von der Brennstoffzelle wegfließt und immer erhöht wird. Durch diese Anhebung wird bei konstantem Strom die Ausgangsleistung grösser, was wiederum zu einer Reduzierung der elektrischen Verluste führt. Dies, weil bei tieferen Stromwerten die Spannungsverluste an den Leitungen und Verbindungen kleiner werden. Über einen Stromsensor wird der Ausgangsstrom erfasst, damit die notwendige Spannung über die Einschaltzeit der MOSFET-Transistoren geregelt werden kann. Dadurch kann der Elektromotor mit einer Spannung von 370V bis 650V betrieben werden. Dies ergibt eine für alle Betriebs-situationen ausreichende Fahrleistung. In den DC/AC-Wandlern wird die erhöhte Spannung in Dreiphasen-Wechselstrom umgewandelt. Damit wird sowohl der Traktionsmotor wie auch der Luftkompressor der Brennstoffzelle versorgt. Durch die Hochvoltbatterie ergibt sich die etwas tiefere Spannungsebene mit 310 V. Diese Spannung entsteht durch den Einsatz von zwei Zellenstapel mit jeweils 42 Li-Ion-Zellen. Die Hochvoltbatterie hat in diesem Bordnetz verschiedene Aufgaben. Da im Falle einer starken Beschleunigung die Brennstoffzelle die Leistung nicht so schnell

erhöhen kann, muss die Batterie sie unterstützen und kurzzeitig die notwendige Energie liefern. Natürlich dient sie auch als Speicher beim Rekuperieren oder beim schnellen Wechsel in den Schiebetrieb. Weiter können mit ihr verschiedene Verbraucher wie die Heizung, die Klimaanlage oder die Wasserpumpe der Brennstoffzelle angetrieben werden. Da es keine reine Traktionsbatterie ist, kann die Nennspannung tiefer gehalten werden und somit auch die Baugrösse und das Gewicht.

Batteriemanagement

Der DC/DC-Wandler (9 in Bild 1) zwischen dem Hochsetzsteller (3) und der Batterie dient zum Regeln der Spannung im Batteriestromkreis. Die Batterie kann dank der Brennstoffzelle sowohl im Stand als auch während der Fahrt geladen werden. Im Stand wird die erzeugte Spannung der Brennstoffzelle durch den DC/DC-Wandler (9) auf die notwendige Spannungsebene transformiert. Um diesen Ladevorgang zu optimieren verfügt die Batterie über diverse Sensoren, welche die Informationen ans Batteriemangement liefern. Dazu gehört ein Spannungssensor, der die Batteriespannung überwacht und ein Stromsensor. Mit dem Stromsensor wird beim Laden und Entladen die Batterie überwacht, um zusammen mit dem Spannungssensor das Lademanagement zu verbessern. Wenn der Ladezustand genügend hoch ist, arbeitet die Brennstoffzelle im Stand nicht. Aus diesem Grund wird beim ersten Fahrzeugstart mit der Batterie angefahren und die Brennstoffzelle nachher zugeschaltet. Der dritte DC/DC-Wandler (10) transformiert die Spannung auf 14 V für das Laden der 12-V-Batterie und je nach dem auch für die Versorgung der Verbraucher. In diesem Teil des Bordnetzes können auch ein oder mehrere Kondensatoren verbaut sein. Diese haben die Aufgabe im Falle einer Störung die verschiedenen Bedienungselemente wie z.B. ein elektronisches Schalthebelsystem weiter mit Strom zu versorgen.

DERENDINGER

Sponsor:

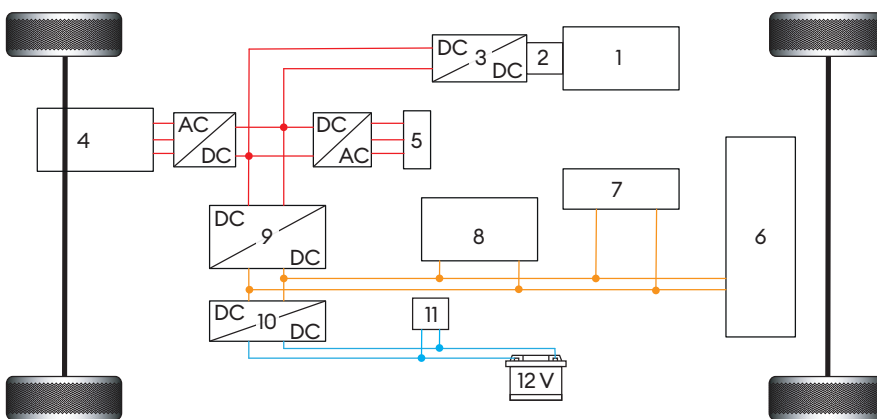


Bild 1: Bordnetz FCEV

1. Brennstoffzelle (FC)
2. FC-Relais mit Wartungsstecker
3. Hochsetzsteller
4. Elektromaschine mit Getriebe
5. FC-Luftkompressor
6. Hochvoltbatterie
7. Wasserstoffpumpe und FC-Wasserpumpe
8. Klimaanlage und Heizung
9. DC/DC-Wandler Hochvoltbatterie
10. DC/DC-Wandler 14-V-Bordnetz
11. Elektrische Servolenkung

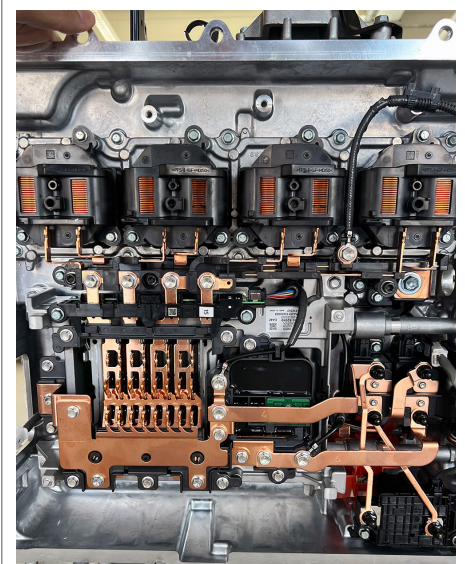


Bild 2: FC Relais