

Alternative Antriebe für leichte und schwere Nutzfahrzeuge

«Schwere» ziehen nach

Bei den Personenwagen ist der Wandel in der Antriebstechnik zu CO₂-ärmeren Antrieben längst in Gange. Auch bei den Nutzfahrzeugen soll die Elektrifizierung als BEV oder als FCEV in Kürze den Flottenverbrauch senken. Nicht zu vergessen sind nach wie vor CNG- oder LNG-/LBG-Verbrennungsantriebe, die rasch die CO₂-Emissionen senken. Welcher Antrieb wird sich bei den schweren und leichten Nutzfahrzeugen durchsetzen? **Andreas Senger**

Nutzfahrzeuge sind Arbeitstiere und werden von den Fuhrhaltern konsequent nach dem TCO (Total Cost of Ownership) angeschafft und betrieben. Nur wer in der Branche von A bis Z rechnet, kann die teure Investition insbesondere der schweren Nutzfahrzeuge (> 3,5 t) als Unternehmer wirtschaftlich betreiben. Von staatlicher Seite wird aufgrund der Emissionskategorien «sanfter» Druck ausgeübt. Die leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe LSWA ist höher, desto tiefer die Euro- und damit die Emissionsklassifizierung ist. Der Schweizer Nutzfahrzeugpark gehört deshalb zu den modernsten weltweit.

Die Nutzfahrzeughersteller haben den Dieselmotor technisch immer weiterentwickelt. Die grossvolumigen Selbstzünder gehören zu den Wärmeumwandlern mit dem grössten Motorwirkungsgrad (Bestpunkt rund 45%). Ein 40-Tönnner verbraucht durchschnittlich rund 30 bis 35 l/100 km. Rechnet man diesen Verbrauch auf einen Personenwagen mit 2000 kg Leergewicht, wären dies rund 1,5 l Diesel pro 100 km Strecke. Diese Sparsamkeit, der Anschaffungspreis, die rasche Betankung und die enormen Reichweiten von über 1600 km mit einer Tankfüllung sind für Überlandfahrzeuge aktuell technisch das Optimum.

Aber auch der Nutzfahrzeugverkehr soll künftig defossilisiert und dekarbonisiert werden. In einem ersten Schritt und aktuell auch erhältlich sind Erdgas (CNG), Biogas oder Flüssigerdgas (LNG) sowie Flüssigbiogas (LBG) als Nutzfahrzeugtreibstoff. Wobei nur Biogas eine echte Defossilisierung darstellt. CNG und LNG bestehen aus fossilem Methan. Für den CNG-Antrieb wird als Basis ein Ottomotor eingesetzt. Für viele Nutzfahrzeughersteller ist der Aufwand auch finanziell zu gross, zusätzlich zu den Dieselmotoren noch einen Benzinmotor auf bivalenten Betrieb mit CNG umzurü-



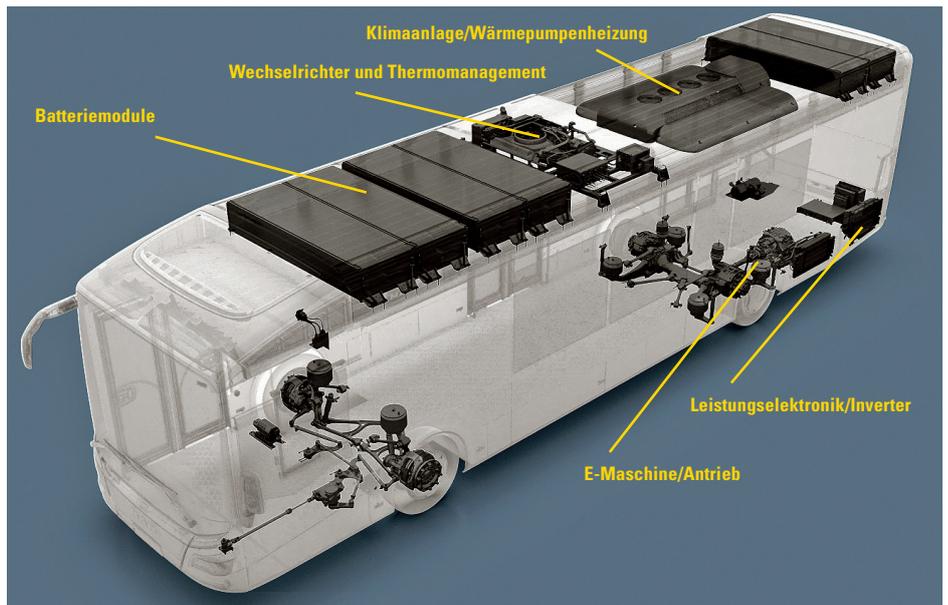
Während Hyundai bereits serienmässig Brennstoffzellenlastwagen anbietet, sind die anderen Nutzfahrzeughersteller in der Entwicklung. Wasserstoff gilt langfristig als optimale Alternative für den Fernverkehr. Foto: Mercedes



Die Schweiz ist Vorreiter im Brennstoffzellenantrieb: Hyundai bietet das Modell Xcient im «Pay per use» für 2 Franken pro gefahrenen Kilometer an. Viele Schweizer Fuhrhalter testen die Fahrzeuge im Alltagseinsatz. Foto: Hyundai

ten. Ausserdem ist im Gegensatz zum Personenwagen die erforderliche Gasmenge, um eine optimale Tagesreichweite zu erzielen, viel zu voluminös (aktuell bis zu 1000 km). Hier bietet sich der LNG-/LBG-Betrieb an. Dabei wird das Gas an der Tankstelle auf unter -160°C gekühlt und in Kryotanks (thermisch isoliert) mitgeführt. Die Tanks sind etwas grösser als die Dieseltanks. Als Triebwerk werden Dieselmotoren eingesetzt. Im Brennraum wird das gasförmige Methan mit einer kleinsten Menge Diesel gezündet, um den Brennvorgang einzuleiten. Die Reichweite beträgt aktuell bis zu 1700 km. Durch den Einsatz von Erdgas können die CO₂-Emissionen auch beim Nutzfahrzeug um rund 20% reduziert werden, Biogas ist unter dem Strich sogar praktisch CO₂-neutral.

Gasbetriebene Nutzfahrzeuge stellen aber nur einen Zwischenschritt dar. Sollte künftig mehr synthetischer Treibstoff (e-fuel) zur Verfügung stehen, hätte der selbstzündende Verbrennungsmotor auch künftig gute Karten im Antriebsspiel. Wie beim Personenwagen könnte mit den synthetisch hergestellten Flüssigtreibstoffen (analog Diesel/Benzin) die bestehende Fahrzeugflotte auf einen Schlag CO₂-arm betrieben werden. Voraussetzung dafür ist, dass der elektrische Strom für die Elektrolyse von Wasser zu Wasserstoff und der anschliessende chemische Prozess, um Kohlenwasserstoffe herzustellen, mit regenerativem Strom umgesetzt werden kann und das CO₂ der Luft entnommen wird (direct air capture). Die Nutzfahrzeughersteller entwickeln aktuell – analog zur PW-Industrie – elektrifizierte Antriebe. Dabei stehen die batterieelektrischen Lastwagen (BEV) als auch Brennstoffzellenantriebe (FCEV, fuel cell electric vehicle) im Fokus.



Das BEV-Nutzfahrzeug ist eine grosse Herausforderung: Entweder muss viel Batteriemasse mitgeführt werden oder die Reichweite ist gering. Bei Bussen ist der Einbau auf dem Dach fahrdynamisch zudem suboptimal. Foto: MAN



Die Schweizer Firmen E-Force und Futuricum bieten seit längerem E-NFZ an. Die etablierten Hersteller holen den Rückstand auf und bieten künftig in einer breiten Modellpalette BEV-Nutzfahrzeuge an. Foto: Mercedes-Benz



Ein Nutzfahrzeug muss fahren, um damit Geld zu verdienen. Entsprechend steht die Ladezeit im Fokus. Gleichspannungsschnelllader ermöglichen 80 Prozent der Kapazität/Reichweite in unter zwei Stunden. Foto: Mercedes-Benz

Fortsetzung Seite 20

<p>CORTELLINI & MARCHAND AG</p>	<p>061 312 40 40 Rheinfelderstrass 6, 4127 Birsfelden</p>
	<p>Der umfassendste Auto-Steuergeräte-Reparatur-Service von Cortellini & Marchand AG.</p>
<p>www.auto-steuergeraete.ch</p>	<p>Sie suchen, wir finden – Ihr Suchservice für Auto-Occasionsteile</p>
<p>www.gebrauchte-fahrzeugteile.ch</p>	

Neu: FGS, der Anhänger mit Liftachse und 100%-Achsausgleich

Nutzlast bis 2,9 t

Autotransport-Anhänger und Aufbauten
Besuchen Sie unsere Ausstellung oder verlangen Sie eine Vorführung.
Auch in Kommunalausführung lieferbar.

T&W Technik
Dammstrasse 16, 8112 Otelfingen
Tel. 044 844 29 62
www.fgs-fahrzeuge.ch

Der Haken am BEV: Je grösser die erwartete Reichweite, desto schwerer werden die Batterien, aber desto kleiner wird die Nutzlast des Fahrzeugtyps. In der Schweiz sind zwei Anbieter tätig: Sowohl E-Force One AG (Beckenried) als auch Designwerk Products AG mit der Marke Futuricum (Winterthur) haben in diesem Segment bereits einige Nutzfahrzeuge entwickelt und hergestellt. Die dreiaxsi- gen 27-Tonnen-Versionen mit Festaufbau bei Futuricum auf Basis von Volvo-Chassis beispielsweise nutzen Lithium-Ionen-Akkus mit nutzbaren Kapazitäten von 289 kWh (Reichweite ca. 200 km) bis 765 kWh (Reichweite rund 500 km). Die Batteriepakete wiegen dabei zwischen 2,3 bis 5,4 Tonnen. Die 40-Tonnen-Sattelzugmaschine mit der grössten Batterie soll ebenfalls 500 km Reichweite aufweisen.

Der Verbrauch der elektrifizierten Schweren wird bei Futuricum mit 160 kWh/100 km kalkuliert. Wollen die angegebenen Reichweiten erreicht werden, muss der Chauffeur die Rekuperationsmöglichkeiten für die Verzögerung konsequent nutzen und haushälterisch mit der Energie umgehen. Dafür sind die BEV-Nutzfahrzeuge aktuell von der LSVA befreit und dürfen mit Bewilligung auch nachts eingesetzt werden. Für Stückguttransporte oder auch die Belieferung im urbanen Umfeld eignen sich die geräuscharmen und lokal emissionsfreien Nutzfahrzeuge bestens.

Für leichte Nutzfahrzeuge bis 3,5 Tonnen wird sich aus Kostengründen der batterieelektrische Antrieb durchsetzen. Wie beim PW lässt sich das Akkupaket zwischen den Achsen crashtsicher unterbringen und das Ladevolumen wird nur marginal verkleinert. Allerdings schwindet je nach Batteriemasse auch hier die Nutzlast.

Wenn Transportunternehmer mit der Anschaffung von BEV-LKW liebäugeln, muss die Ladeinfrastruktur angeschaut werden. Je grösser die Batterie, desto länger dauert die Ladung. Soll die Ladezeit verkürzt werden, dann kommen nur DC-Ladestationen in Frage. Diese kosten deutlich mehr als AC-Ladepunkte und die Stromzufuhr vom Firmenanschluss bis zur Ladesäule muss finanziert und gebaut werden. Dafür kann innert zwei Stunden die Reichweite von 0 auf 80 Prozent der Kapazität geladen werden. Wird von der Infrastruktur her günstiger mit Wechselspannung geladen, dauert es deutlich länger. Der LKW steht länger zum Laden still.



Interessante Alternative, die bereits flächendeckend eingesetzt werden kann und bis zu 20 Prozent der CO₂-Emissionen auf einen Schlag reduziert: Flüssigerdgas. Die Reichweite ist in etwa gleich wie mit Dieselantrieb, und der Tankvorgang ist ebenfalls rasch vollzogen. Mit Flüssigbiogas fährt es sich quasi CO₂-neutral. Foto: Volvo



Das verflüssigte Gas wird mit einer Temperatur von unter -160°C betankt. Entsprechende Vorsichtsmassnahmen beim Betankungsvorgang schützen vor Kälteverbrennungen mit dem tiefkalten Treibstoff und dem tiefkalten Einfüllstutzen. Foto: Volvo

Für längere Strecken und maximale Ausnutzung der Nutzlast eignen sich schwere BEV-NFZ mit der aktuellen Batterietechnologie weniger. Darum forschen und entwickeln etliche Nutzfahrzeughersteller an Brennstoffzellenantrieben. Das Mitführen des gasförmigen Wasserstoffs benötigt viel Volumen (Gasflaschen bei Verteilerlastwagen sind meist hinter der Fahrerkabine angeordnet, bei Sattelzugmaschine auch seitlich am Rahmen). Diese Konfiguration erlaubt eine relativ leichte Zwischenpufferbatterie einzubauen, um bei Beschleunigung genügend Antriebsenergie zur Verfügung zu haben und beim Rekuperieren Energie zu speichern.

Die Brennstoffzellen werden beim Hyundai XCIENT MY 2020 (aktuell einziger FC-LKW in Serie) aus der PW-Sparte von Hyundai eingesetzt. Bei dem verfügbaren 4x2-Modell sind zwei Brennstoffzellen mit je 95 kW (190 kW total) eingebaut. Der Wasserstoffvorrat der sieben Einzelbehälter beträgt insgesamt rund 32 kg bei 350 bar Speicherdruck. Die Hochvoltbatterie arbeitet mit 661 V und



Bei leichten Nutzfahrzeugen ist der E-Antrieb mit Batterie die technisch sinnvollste Alternative. Auch hier gilt: Je höher die Reichweite sein soll, desto schwerer die Batterie und desto weniger Nutzlast lässt sich transportieren. Foto: Renault

weist eine Kapazität von 73,5 kWh auf. Die E-Maschine leistet maximal 350 kW und liefert ein Drehmomentmaximum von 3400 Nm. Das Leergewicht beträgt 9,9 Tonnen und die Nutzlast 9,1 Tonnen (als Anhängerzug 36 Tonnen Gesamtgewicht). Die Reichweite beträgt gemäss Angaben von Hyundai rund 400 km mit Anhängerbetrieb. Die Personenwagen Hyundai Nexo wie auch der Toyota Mirai mit FC-Antrieb verbrauchen rund 1 kg Wasserstoff pro 100 km. Bei den XCIENT ist der Verbrauch rund 8 kg pro 100 km.

Die Schweiz spielt beim FCEV-NFZ-Antrieb eine Vorreiterrolle: Dank der 2014 gegründeten Firma H₂Energy, die mit Hyundai einen Partner für die Lieferung von FCEV-Lastwagen gefunden hat, konnte die Vision umgesetzt werden, aus regenerativer Stromproduktion (Wasserkraft) einen «grünen» Wasserstoffkreislauf herzustellen. Das Tankstellennetz wird hierzulande kontinuierlich vergrössert und in ein paar Jahren sollen bereits über 1500 FCEV-Nutzfahrzeuge von Hyundai eingesetzt werden. <