

Nutzfahrzeuge mit batterieelektrischem Antrieb – Schnellladesysteme

# Durchbruch Megawattcharger

Nebst dem Gasmotor (CNG/LNG) wird bei den Herstellern fleissig am Wasserstoffantrieb (Verbrenner wie Brennstoffzelle) als auch am batterieelektrischen Antrieb entwickelt. Die Technologieoffenheit bei den Schweren ermöglicht den Kunden, für die jeweilige Transportaufgabe den sinnvollsten alternativen Antrieb auszusuchen. Megawattcharger sollen dem E-Lastwagen auch für den Fernverkehr zum Durchbruch verhelfen.

Andreas Senger

Nur ein transportierender Lastwagen ist rentabel. Entsprechend haben kurze Energieaufladungsphasen höchste Priorität in der Logistikbranche. Bei Diesellastwagen ist die «Aufladung» mit frischem Treibstoff innert weniger Minuten erreicht. Bei Gasfahrzeugen dauert es schon etwas länger und batterieelektrischer Antriebe hinken bei der Aufladung hinterher. Mit der aktuell schnellsten DC-Ladetechnik (rund 350 kW) dauert es mehrere Stunden, um die bis zu 1000 kWh grossen Batterien wieder aufzuladen. Schlicht zu lange, um mehrmals am Tag vollständig aufzuladen. Je nach Anwendung und cleverer Disposition können aber bereits heute die Ruhezeiten (45 Minuten Pause) der Transportfachleute nach 4,5 Stunden Fahrzeit genutzt werden, um eine Teilladung der Batterien zu realisieren und damit die Reichweite zu vergrössern.

Der Trend in der E-Nutzfahrzeug-Antriebstechnik geht wie in der Personenwagentechnik von der 400- zur 800-Volt-Technik (bei Tesla sogar auf 1000 Volt) und vom Kilowatt-Lader zum Megawatt-Charger. Die 800-Volt-Technologie bietet im Moment die besten Voraussetzungen, da die Komponenten wie E-Maschine, Leistungselektronik/Inverter wie auch On-board-Charger vorhanden sind. Doch um die Standzeit der Nutzfahrzeuge zu minimieren, muss die Ladeleistung deutlich erhöht werden. Markus Erdmann, Produkt Manager E-LKW bei Designwerk in Winterthur, rechnet künftig mit Ladeleistungen von bis zu 2,4 MW (für Offroadanwendungen wie Schiffe usw. können es sogar bis zu 4,5 MW sein). Allerdings gibt es dazu noch ein paar Hürden zu nehmen und Entwicklungsarbeit zu leisten.

Um im Megawatt-Bereich Ladeleistungen zu realisieren, muss zuerst eine entsprechende Zuleitung vom Energieanbieter vorhanden sein. Die Ladung von der Säule zum Fahrzeug muss



Der neue MCS-Stecker ermöglicht die enorm hohen Ladeleistungen der Megawattcharger.



Bis zu 3000 A Ladestrom und Kühlung des Ladekabels.

Unterschiedliche Leistungsmodulare erlauben flexible Ladearten und Leistungsniveaus.

Hauptrechner für Steuerung der Ladeleistung und Abrechnung des Strombezuges.

Ladekabel mit genügender Länge und trotz grossem Kabelquerschnitt grösstmöglicher Flexibilität beim Anschliessen.

Beleuchtungssystem, das die Verfügbarkeit sowie den Ladezustand (SOC) anzeigt.

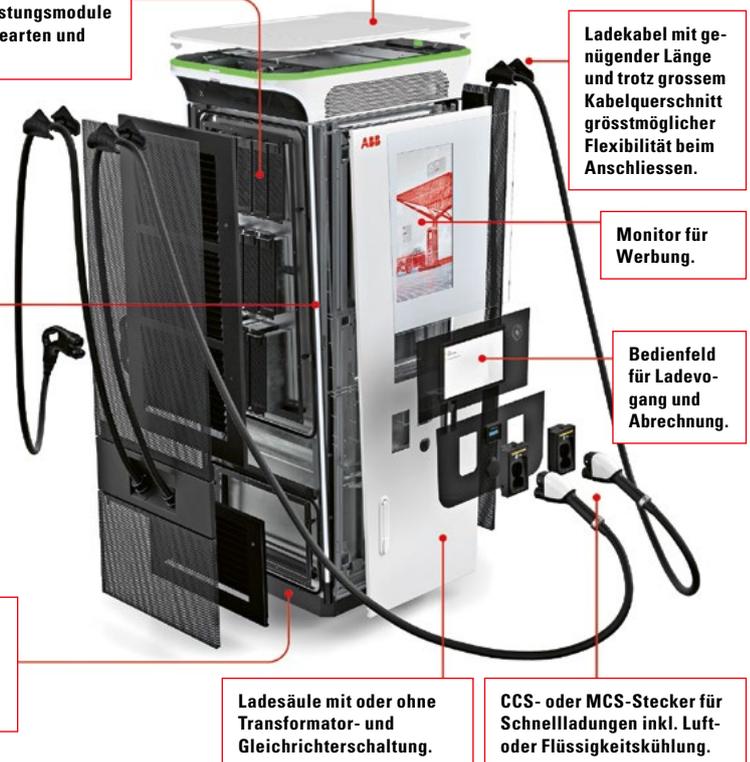
Monitor für Werbung.

Bedienfeld für Ladevorgang und Abrechnung.

Flexibler Aufbau, um als Megacharger (> 1000 kW Ladeleistung) eingesetzt zu werden.

Ladesäule mit oder ohne Transformator- und Gleichrichterschaltung.

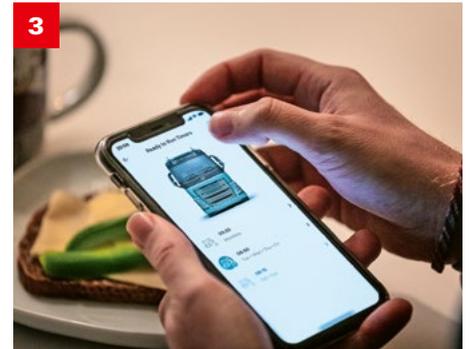
CCS- oder MCS-Stecker für Schnellladungen inkl. Luft- oder Flüssigkeitskühlung.



Ein modularer Aufbau der DC-Ladesäule erlaubt es, aufgrund der Ladeleistung und der zur Verfügung gestellten Netzleistung die technischen Komponenten flexibel einzusetzen. Für Megawatt-Charger sind allerdings bessere Kühleinrichtungen und neue Stecker (MCS, Megawatt-Charging-System) notwendig. Foto: ABB, Brugg, Charin

zwingend mit Gleichspannung (DC) erfolgen, da bei Wechselspannungsladungen (AC) ansonsten ein leistungsfähiges Ladegerät auf dem Fahrzeug verbaut werden muss. Mit dem DC-Schnelllader wird auf dem Fahrzeug ledig-

lich der Hochvoltanschluss direkt mit der Batterie verbunden, um danach den Strom direkt in die Zellen zu leiten. Aufgrund der enormen Ladeströme von 1000 Ampère und mehr müssen die Kabel und Ladesäulen noch intensiver



- 1 Bis zu 6 Tonnen Batteriegewicht sind erforderlich, um eine Kapazität von 1000kWh mitzuführen, welche für eine Reichweite von über 500km ohne Nachladung ausreichen. Je nach Chassis wird der Radstand der Sattelzugmaschine verlängert, um die Batteriepakete am Chassis seitlich und hinter der Kabine quer anbringen zu können (und die Batteriemasse auf drei Achsen zu verteilen). Die Ladebuchse befindet sich in der Regel auf der linken Fahrzeugseite hinter dem Kotflügel der Vorderachse.
- 2 Wie beim Personenwagen werden dank DC-DC-Wandler auch gleichzeitig die beiden in Serie geschalteten 12-Volt-Batterien für die 24-Volt-Bordelektrik geladen.
- 3 Die Transportfachleute werden sich rasch an die erneute Digitalisierungswelle gewöhnen: Die Batterieladung sowie die Planung der Fahrten können dank Digitalisierung übers Handy geplant und gesteuert werden. In der Ruhepause muss der E-Lastwagen zwischengeladen werden, um die Tagesreichweite deutlich zu vergrössern. Fotos: Mercedes-Benz Truck, Volvo Truck

gekühlt werden, als heutige DC-Schnellladensysteme dies bereits tun. Die Ladekabel, welche hohl ausgeführt und damit mit Kühlkanälen versehen sind, werden mit Kühlflüssigkeit durchströmt, welche die Abwärme, die durch den Leitungswiderstand entsteht, abführen. Ein Klimagerät in der Ladesäule oder separat aufgestellt muss die Abwärme an die Umgebung wegtransportieren. Die Verlustleistung beim Ladevorgang steigt dadurch erheblich. Aktuell rechnet man mit rund 10 Prozent erforderliche Kühlleistung auf der Ladesäulenseite, die beim Ladevorgang vom Kunden als Energie bezahlt werden muss und nicht in der Batterie fürs Fahren landet. Zusätzlich müssen bei derart hohen Ladeleistungen auch die Batteriemodule gekühlt werden, was zusätzliche Verluste bedeutet. Im ungünstigsten Fall gehen bei Schnellladungen bis zu 25 Prozent der Energie zusätzlich durch Batteriekühlung verloren.

Die Reichweite ist wie beim Personenwagen eine der Schlüsselherausforderungen. Erdmann weiss aber aus der Flottenüberwachung der bisher über 150 gebauten E-Nutzfahrzeuge von

Designwerk, dass die Reichweithematik sekundär ist. «Mit einem 40-Tonnen-Nutzfahrzeug mit 350kW Antriebsleistung werden mit Zwischenladungen mit 350kW bereits heute 900km Tagesleistungen erreicht», erklärt der Experte und fügt an: «Ausserdem haben wir in der Schweiz den Vorteil, dass die E-Nutzfahrzeug-Sattelzüge statt 16,6m 17,5m lang sein dürfen und die Beladung der E-Lastwagen auf 42 Tonnen erhöht wurde.» Mit der Anhebung des Gesamtgewichts wird der Nachteil der Nutzlastverkleinerung durch die schweren Batterien teilweise kompensiert.

Die EU wird mit der Länge nachziehen, um die Verlängerung des Radstandes durch die Batteriepakete am Zugfahrzeug zu kompensieren und die standardmässigen Auflieger zu ziehen. Um möglichst viel Batteriekapazität mitzuführen (bis zu 1000kWh), verbaut Designwerk Batteriepakete sowohl am Rahmen des Sattelschleppers als auch ein Batteriepaket quer hinter der Kabine. Dadurch wird eine Dreiachser-Konfiguration nötig, um die Masse der Batterien (bis zu 6 Tonnen) auf die Achsen zu verteilen.

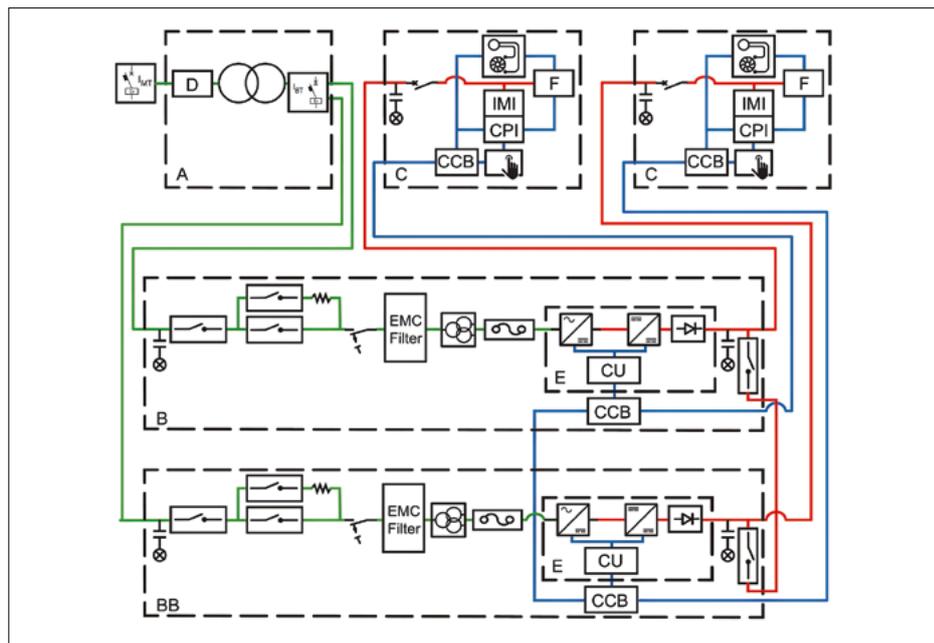
In Zusammenarbeit mit Kässbohrer hat das Winterthurer Unternehmen zudem einen Fahrzeugtransporter entwickelt, der dank variabler Länge ab diesem Jahr auf den Strassen zu sehen sein wird (unter anderem bei Galliker Transporte im Einsatz). Die in der Länge verstellbare Anhängerdeichsel erlaubt es, sowohl in der EU wie auch in der Schweiz mit unterschiedlich langen Gespannen zu fahren. Mit der grössten Batterie von 1000kWh kann ein Fahrzeugtransporter sieben SUV rund 500km mit einer Batterieladung transportieren. Mittels Schnellladung mit 350kW Leistung soll die Batterie von Ladestand State of Charge (SOC) von 10 bis 80% der Kapazität in unter zwei Stunden bewerkstelligt werden, um den nächsten Transport durchzuführen. Die Megawattcharger werden gemäss Einschätzung von Erdmann ab Ende dieses Jahres für die Kunden zur Verfügung stehen.

Fortsetzung Seite 70

Auch Markus Kramis, Geschäftsführer der Firma Evtec, ist überzeugt, dass höhere Ladeleistungen dem E-Lastwagen zum Durchbruch verhelfen werden. Für Kramis sind Megawatt-Lader ein Entwicklungsfeld, das noch einige Herausforderungen bietet. Aktuell lässt sich ein Lastwagen mit bereits erhältlichen DC-Schnellladern mit maximal 350kW aufladen. Das innovative Unternehmen aus Kriens-Obernau entwickelt und baut auch Ladesäulen/-infrastruktur. Eine rasche Erhöhung auf 500kW sieht Kramis als Zwischenschritt an. Es ist denkbar, statt nur mit einem CCS-DC-Anschluss gleich zwei Steckdosen zu verbauen, um doppelt so viel Strom laden zu können. Die fahrzeugseitige Infrastruktur muss allerdings dafür ausgelegt sein. Bevor die Megawatt-Charger in grosser Anzahl auf den Markt gelangen und eine auf Transportachsen genügende Anzahl vorhanden ist, wird dieser Zwischenschritt nötig sein.

Die Herausforderung der Kühlung der Ladeleitungen und der Ladesäule ist das eine. Eine weitere Hürde sind die Steckverbindungen von der Ladesäule aufs Fahrzeug. Um derart hohe Ströme sicher transportieren zu können, muss ein Stecker mit grösserem Anschlussquerschnitt und ebenfalls einer internen Kühlung verbaut werden. Ein entsprechender Stecker (siehe Bild Seite 58) ist angedacht und soll sich durch die dreieckige Form deutlich vom aktuell bekannten CCS-Stecker unterscheiden. Der MCS-Stecker hat den Vorteil, dass nicht nur die Anschlussquerschnitte gross sind (Plus- und Minusanschluss oben), sondern gleich wie beim CCS-Standard die Kommunikation mit der Ladesäule sichergestellt wird. Durch die Anschlüsse PP (Proximity-Pilot, auch Plug Present) wird die Anwesenheit des Steckers vorgegeben (bei AC zusätzlich Codierung mittels Widerstands der maximal erlaubten Stromes durch das Ladekabel aufgrund des Kabelquerschnittes). Der Anschluss CP (Control Pilot) ermöglicht die Kommunikation zwischen zwischen Elektrofahrzeug und Ladestation.

Durch ein normiertes Kommunikationsprotokoll kann das Batteriemanagementsystem BMS des Fahrzeuges der Ladesäule mitteilen, wie viel Gleichstrom aktuell erwünscht wird. Das BMS übernimmt dank Temperaturüberwachung der Zellen und der Überprüfung des Ladestandes die wichtige Aufgabe, die Batterieladung zu überwachen. Wenn hohe



Ein Gleichspannungs-Ladesäulenpark wird modular aufgebaut und beinhaltet folgende Komponenten:

- A** Umspannstation, Transformatorenhäuschen (Netzspannung, Stromversorgung auf die Ladesäulenspannung)
- B** Hauptschalterschrank
- BB** Erweiterungsschrank für zweiten Anschluss
- C** Ladesäule für Kunden sichtbar

- D** Verbindung mit dem öffentlichen Stromnetz/ Energieversorgung
- E** Leistungsmodul mit AC/DC-Wandler, DC-DC-Wandler und Sicherheitsdiode
- F** Ladekabel

Kabelfarben: **grün** AC-Eingangsstromanschluss, **rot** DC-Ausgangsstromanschlüsse, **blau** Steuerleitungen.  
Foto ABB

Ladeleistungen eingespiesen werden, steuert das BMS zusätzlich das Thermomanagement des Fahrzeuges an, um die Batterie zu kühlen und Schäden durch Überhitzung zu vermeiden. Der Anschluss PE (englisch: protective earth) ist der Schutzleiter. Bei der DC-Ladung hat die Ladesäule also die Aufgabe, dem Fahrzeug so viel Energie zu liefern, welche die Batterie auch aufgrund des SOC und der Temperatur der Zellen aufnehmen kann. Beim Aufbau einer Ladesäule wird klar, dass nebst der Gleichrichtung der Wechsellspannung auch die gewünschte Ladespannung zur Verfügung gestellt werden muss. Hierfür wird eine DC-DC-Schaltung integriert, ähnlich wie im Fahrzeug der Inverter zur Ansteuerung der E-Maschinen.

Bei den Megawatt-Charger ist der Aufbau identisch. Aber es wird für die Anbieter komplexer, die Überhitzung der Komponenten im Griff zu haben und entsprechend in der Säule statt mit Kabeln auch mit Stromschienen zu arbeiten. Die Kühlung der Kabel und Stecker sowie die Auslegung für den sicheren Betrieb sind Herausforderungen, welche es zu meistern gilt. Dass auch in diesem Bereich Schweizer Firmen Innovationskraft an den Tag legen, zeigt beispielsweise die Firma Brugg Econnect.

Die Firma aus dem aargauischen Brugg ist mit über 100 Mitarbeitenden ein globaler Player in der Kabelherstellung und auch im Bereich E-Mobilität.

Die Nutzfahrzeugwelt spricht nicht nur von Technologieoffenheit, sondern lebt sie auch aktiv. Der alternative Antrieb bei den Schwersen wird vielfältig und breit gefächert daher kommen. Innovationen aus der Schweiz sorgen dafür, dass auch die internationalen Nutzfahrzeughersteller das Know-how holen. Und in der NFZ-Werkstatt sind die Mitarbeitenden im positiven Sinne gefordert, alle Antriebssysteme zu warten, zu reparieren und zu diagnostizieren und sich kontinuierlich weiterzubilden. <