

# eMove

Connected Hybrid- & Elektro-Mobilität

4.14

## TOYOTA MIRAI

Die Brennstoffzellen-Revolution



Offene IKT-Infrastruktur | Modulares Energiespeichersystem | 48-V-Hybridsystem  
geht in Serie | 48-V-Hybridsystem geht in Serie | 10 Thesen zum Connected Car

# eCarTec Munich 2015

World's biggest B2B Trade Fair for Electric & Hybrid-Mobility



Connecting Mobility Markets!

20. – 22. Oktober 2015, Messe München



# 11.864

Besucher aus 56 Ländern



**463**

Aussteller

**82%**

Fach-  
besucher

**71%**

Entscheider

**51%**

Engineering  
Anteil

[www.ecartec.com](http://www.ecartec.com)



## SEHR GEEHRTE DAMEN UND HERREN,

Die unendliche Geschichte findet seine Fortsetzung: die Brennstoffzelle wird wieder einmal aus dem Keller herausgekratzt. Kaum ein renommierter Autohersteller, der es in den vergangenen Jahren nicht versucht hätte, der automobilen Sauber-Wunsch-Lösung seinen ganz eigenen Entwicklungs-Odem einzuhauchen.

Jetzt kommt Toyota und will den Erfolg des Hybrid-Prius wiederholen. Technologisch sehr mutig, feierte der Toyota Mirai Anfang November seine Premiere auf dem Heimatmarkt als erstes Serienfahrzeug mit Wasserstoffantrieb. Riesige Kühllöffnungen, zu kleine Räder und verwirrende Katamaranformen charakterisieren den Mirai, der mit einer Tankfüllung bis zu 500 Kilometer zurücklegen soll und 178 km/h schnell ist. Überraschenderweise bleibt Toyota bei dem vergleichsweise betagten Nickel-Metall-Hydridakku.

Wasserstofffahrzeuge bleiben dennoch ein Nischenprodukt - kein Wunder, denn die Entwicklungshürden liegen in diesem speziellen Fall nun einmal nicht in Stuttgart, Tokio oder Detroit, sondern bei den Energiekonzernen. Die sind gar nicht übermäßig erpicht darauf, dass zeitnah jegliche Autos mit Wasserstoff betrieben werden. Die Gasgeschäfte laufen auch ohne derartige Investitionen in die Infrastruktur sehr gut und die Petrochemie hat gute Gründe, die Abhängigkeit vom flüssigen Kraftstoffgold noch ein paar Dekaden beizubehalten. Hinzu kommen weitgehend orientierungslose Nationen, Vereinigungen, Länder und Kommunen, die ebenfalls andere Sorgen haben, als milliardenschwer ein flächendeckendes Netz an Wasserstoffzellen aufzubauen.

Hersteller wie General Motors oder BMW, die die Brennstoffzellentechnik einst ebenfalls mit Hochdruck vorantrieben, haben sich mittlerweile vorrangig dem Elektroantrieb verschrieben. BMW profitiert dabei von der Kooperation mit Toyota und soll nach Informationen der Japaner Zugriff auf den Stack, das Herz der Brennstoffzelle, bekommen, der den 155 PS starken Elektromotor des Toyota Mirai mit Energie versorgt. Doch auch hier ist ähnlich wie beim VW-Konzern kein Serienfahrzeug für die nächsten Jahre geplant. Erst einmal wollen die Bayern sehen, ob sich die Elektroautos im Markt etablieren. Da schüttelt der Kooperationspartner übrigens den Kopf. „Diese sehen wir allein im City- und Kurzstreckenbetrieb“ heißt es dazu von Toyota, die die Plug-In-Hybriden als Übergangstechnologie für die Brennstoffzelle sehen.

Verharrt die Brennstoffzellentechnologie als dauerinnovativer Rohrkrepierer? Die nächsten Jahre werden es zeigen.

In diesem Sinne: Join the eMobility Revolution

Marco Ebner  
Chefredakteur eMove



# Inhalt

Das Elektroauto „grimsel“ stellte Anfang November einen neuen Weltrekord bei der Beschleunigung von 0-100km/h auf

4.14

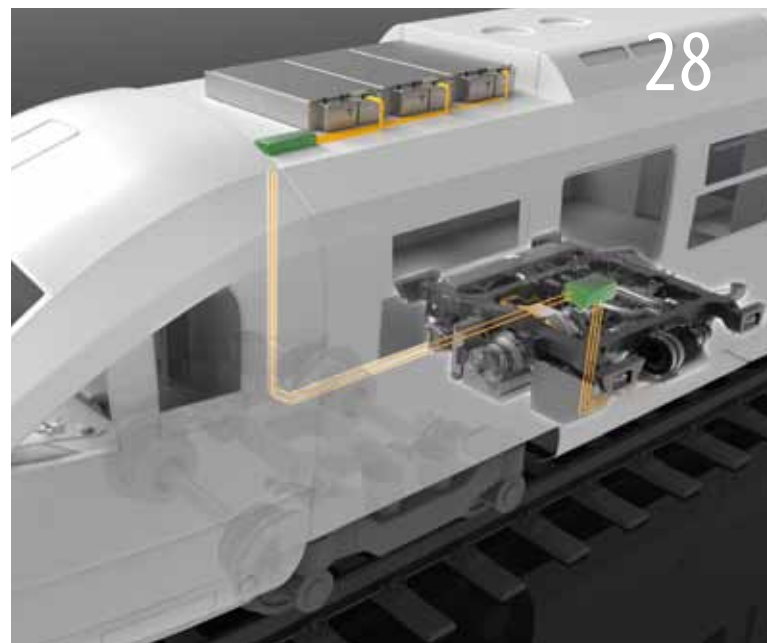
- 03 Editorial
- 06 eCarTec Munich 2014 wird internationaler
- 08 Toyota Mirai: Die Mobilitätsrevolution kommt auf die Straße**
- 12 Brennstoffzelle: 175 Jahre alt und kein bisschen müde
- 16 Offene IKT Infrastruktur: Fahrzeug-Cloud-Smart Grid
- 20 Diskriminierungsfreier Zugang durch mobile Bezahl Dienste
- 22 Elektromobilität in Österreich

- 24 Elektromobilität braucht Milliarden Investitionen
- 28 Modulares Energiespeichersystem**
- 32 Interview mit Hubertus Troska, Vorstandsmitglied Daimler AG
- 34 Elektromotoren: Effizienter, leiser, sensorlos
- 36 48-V-Hybridsystem geht 2016 in Serie**
- 38 RFID-Karten als Zugang zur Ladeinfrastruktur
- 40 Zehn Thesen zum Connected Car
- 42 Hilfe, mein Auto wurde gehackt**
- 46 Interview mit Mehmed Yüksel, Systems Engineer bei DFKI GmbH
- 50 Viele Wege führen ... zum Ziel
- 53 Ab 2015 bereichern Elektroautos das Angebot im Schwarzwald
- 54 Wikingerschiff 2.0
- 60 40 Millionen Pedelec-Verkäufe in 2023 erwartet**
- 62 Energiespeicher für die Elektromobilität
- 64 Neuer Elektrolyt ermöglicht den Bau von Magnesium-Schwefel-Batterien
- 66 e-Car-Branche und Magnesiumschmiedeteile sind ideale Partner
- 68 Hochleistungsbatterien der Zukunft laufen mit „geschmolzener Luft“
- 71 Ultimativer Leichtbau nach dem Vorbild der Natur
- 72 Sandwich-Bauweise macht Karosserie leicht und crashsicher
- 74 Guide der Elektromobilität
- 76 Impressum

11 | 15 | 25 | 26 | 27 | 31 | 35 | 43 | 44 | 58 | 59 | 65 | 70 | 73 News & Innovationen



08



28



36



42



60





# eCarTec Munich

## WIRD INTERNATIONALER

463 internationale Aussteller und über 12.000 Besucher – so lautet das Fazit der diesjährigen eCarTec Munich 2014, die von 21. bis 23. Oktober in den Messehallen B3 und B4 der Messe München stattfand.

**D**ie eCarTec Munich 2014 konnte auch in diesem Jahr ihren Vorsprung als weltweit größte und bedeutendste Fachmesse für Elektro- & Hybrid-Mobilität weiter ausbauen. Im Moment finden Sie weltweit keine andere Messe, die die Vielseitigkeit der Elektromobilität in einer ähnlichen Weise abbildet wie die eCarTec Munich sowie ihre Parallelmesse MATERIALICA. Besonders erfreulich war für uns in diesem Jahr der hohe Anteil an ausländischen Ausstellern. Dieser lag dieses Jahr bei 40%, verteilte sich auf insgesamt 28 Länder (2013: 14 Länder) und war somit deutlich höher als im Vorjahr. Dies zeigten auch die zahlreichen Ländergemeinschafts-Stände wie beispielsweise der Messeauftritt der Niederlande sowie von Finnland, China, Korea, Slowenien oder Ungarn. Mit rund 12.000 Fachbesuchern aus dem In- und Ausland verzeichnete die eCarTec Munich 2014 und die MATERIALICA 2014 zudem erneut ein konstant hohes Besucheraufkommen und hat für volle Messehallen und

zufriedene Aussteller gesorgt," so Robert Metzger, Geschäftsführer der MunichExpo Veranstaltungen GmbH und Organisator der eCarTec und MATERIALICA.

Auf insgesamt 25.000 Quadratmeter präsentierten die Aussteller der eCarTec auch 2014 wieder die komplette Bandbreite der Elektromobilität von Ladesäulen und Ladefrastruktur, Batteriesystemen und Antriebsmodellen, über Elektrofahrzeuge aller Art bis hin zu eSharing-Modellen und Mobilitätskonzepten. Auf der eLiveDrive – der messeeigenen In- und Outdoor-Teststrecke – konnten die Besucher der eCarTec Elektromobilität dann auch gleich live erleben. Über 100 Elektrofahrzeuge standen für die Messebesucher zum Testen bereit – egal ob Segway, Elektroroller, Elektro-PKW oder Nutzfahrzeug.

Und auch Josef Schmid, 2. Bürgermeister der Landeshauptstadt München und Leiter des Referats für Arbeit

und Wirtschaft, informierte sich am ersten Messetag bei einem Rundgang ausgiebig über die Neuheiten der Branche. „Wir in München wollen die Elektromobilität in den nächsten Jahren stark vorantreiben, denn wir sind überzeugt davon, dass die Elektromobilität die Mobilitätsform der Zukunft ist“, so Josef Schmid anlässlich seines Besuchs auf der eCarTec Munich 2014.

### AWARD-VERLEIHUNGEN

Als besondere Highlights der eCarTec Munich und der MATERIALICA wurden auch in diesem Jahr am ersten Messeabend wieder der MATERIALICA Design + Technology Award sowie der eCarTec Award 2014 unter der Moderation von Jan Stecker – dem Moderator des Fernsehmagazins „Abenteuer Auto“ auf kabel eins – verliehen. So durften sich bei der feierlichen Preisverleihung des MATERIALICA Design + Technology Awards 2014 insgesamt 16 Unternehmen in den Kategorien „Material“, „Surface & Technology“, „Product“ sowie „CO<sub>2</sub> Efficiency“ über die international anerkannte Auszeichnung in Gold und Silber freuen, vier Unternehmen erhielten den Best-of-Award. Der begehrte Student-Award, der auch in diesem Jahr wieder mit einem Preisgeld von 1.500 EUR dotiert war, wurde an Jeongdae Kim von der Hochschule der Künste Bremen übergeben.

Ab 18 Uhr fand dann die feierliche Preisverleihung des eCarTec Awards, dem Bayerischen Staatspreis für Elektromobilität statt. Insgesamt sechs Preisträger erhielten den begehrten Elektromobilitätspreis in den Kategorien „Electric Vehicle“, „Energy & Infrastructure“, „Energy Storage“, „Powertrain & Electronics“, „Product Concept / Vision“ sowie „Sustainable Mobility Concepts“ aus den Händen von Herrn Ministerialdirigent Dr. Johann Schachtner, Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Infrastruktur. Weitere Informationen zu den Preisträgern des MATERIALICA Design + Technology Awards 2014 sowie des eCarTec Awards 2014 finden Sie unter [www.materialica.de](http://www.materialica.de) und [www.ecartec.de](http://www.ecartec.de).

### ECARTEC MUNICH 2015 STARTET STARK INS NEUE JAHR

Die eCarTec Munich startet stark in das kommende Jahr: knapp zwei Monate nach Beginn



der Vorbereitungen für die eCarTec Munich 2015 – der weltweit größten Fachmesse für Elektro- und Hybrid-Mobilität – zieht der Veranstalter eine erste positive Zwischenbilanz.

„Das positive Feedback unserer diesjährigen Aussteller zeigt sich auch in den derzeitigen Ausstellierzahlen für die eCarTec Munich im kommenden Jahr. Viele Firmen, die sich in diesem Jahr auf der eCarTec Munich präsentierten haben, haben auch bereits jetzt schon wieder frühzeitig für 2015 gebucht – einige sogar mit einem deutlich größeren Messestand. So haben sich beispielsweise Mennekens und Delphi Deutschland bereits wieder für die eCarTec Munich 2015 angemeldet. Besonders freuen wir uns, dass in diesem Jahr erstmals auch die Geschäftsstelle Elektromobilität der Bundesrepublik Deutschland mit einem Stand auf unserer Messe vertreten sein wird“, berichtet Robert Metzger, Geschäftsführer der MunichExpo Veranstaltungen GmbH und Organisator der eCarTec Munich.

Gemeinsam mit ihren beiden Parallelmessen MATERIALICA – Lightweight Design for New Mobility und sMove360° – Connected Car zeigt die eCarTec Munich unter den Themenbereichen „Electric Vehicles“, „Energy & Infrastructure“, „Energy Storage“, „Powertrain & Electronics“, „Mobility Concepts“ sowie „eBikeTec“ auch im kommenden Jahr von 20. bis 22. Oktober 2015 auf dem Messegelände der Messe München wieder die komplette Bandbreite der Elektro- und Hybrid-Mobilität. Ein umfangreiches Kongressprogramm, die messeeigene Teststrecke eLiveDrive sowie die Verleihung des MATERIALICA Design + Technology Awards und des eCarTec Awards als Bayerischer Staatspreis für Elektromobilität runden das vielseitige Rahmenprogramm der Elektromobilitätsmesse ab. ■

2014 besuchten  
rund 12.000 Besucher  
die eCarTec  
Munich und  
MATERIALICA.  
Insgesamt  
präsentierten 463  
Unternehmen  
aus 28 Ländern  
ihre Produkte,  
Innovationen und  
Dienstleistungen.



# Die Mobilitätsrevolution kommt auf die Straße

Toyota ist bereit für die Mobilität der Zukunft – im wahrsten Sinne des Wortes: Das erste in Serie produzierte Brennstoffzellenfahrzeug der Marke ist der Toyota Mirai, benannt nach dem japanischen Wort für „Zukunft“. Die Limousine ist ab 15. Dezember 2014 in Japan erhältlich, im September 2015 folgt die Markteinführung in Deutschland und anderen europäischen Ländern. Die ersten Fahrzeuge werden in Europa ab dem September 2015 verleast werden. Kalkulationsgrundlage dafür ist ein Verkaufspreis von € 78.540,- inkl. Mwst.

Der viersitzige Mirai läutet ein neues Zeitalter ein: Die Brennstoffzelle wandelt Wasserstoff, einen wichtigen Energieträger der Zukunft, in elektrische Energie um, die wiederum den Elektromotor antreibt. Mit einer Systemleistung von 113 kW/154 PS sichert er eine ebenso leis wie leistungsstarke Beschleunigung von Beginn an. Dabei stößt das 4,89 Meter lange Fahrzeug weder CO<sub>2</sub>- noch andere Schadstoffemissionen aus, bietet aber eine ähnliche Reichweite und Fahrleistungen wie konventionell angetriebene Fahrzeuge. Auch der Tankvorgang dauert mit rund drei Minuten nahezu genauso lang. Höchste Umweltfreundlichkeit trifft so

auf Zuverlässigkeit und Fahrspaß, wie man es von einem Auto erwartet. Optisches Erkennungszeichen ist ein auf Antrieb wiedererkennbares Design, der niedrige Schwerpunkt sorgt für höchste Fahrstabilität.

Wasserstoff lässt sich auf vielfältige Weise herstellen und ist so ein perfekter Energieträger. Regenerative Stromerzeugung durch Solar- und Windkraft gewinnen weltweit an Bedeutung, benötigen aber für einen wirtschaftlichen Einsatz ein Speichermedium. Wasserstoff ist leicht zu speichern und zu transportieren, kann problemlos dem Gasnetz beigemischt werden und lässt sich bei Bedarf

wieder rückverstromen. Als Treibstoff genutzt weist er im komprimierten Zustand eine höhere Energiedichte auf als Batterien. Brennstoffzellenfahrzeuge erzeugen aus Wasserstoff ihre eigene elektrische Energie – sie sind somit ein wichtiger Schritt auf dem Weg zu einer wasserstoffbasierten Gesellschaft und treiben die Diversifizierung der Energienutzung voran.

## INNOVATIVE BRENNSTOFFZELLENTÉCHNIK MIT MAXIMALER EFFIZIENZ

Das Herzstück des Toyota Mirai bildet die, mit 3,1 kW Leistung pro Liter Bauvolumen, weltweit effizienteste Brennstoffzelle. Der japanische Automobilhersteller arbeitet bereits seit mehr als 20 Jahren an diesem Antrieb. Das jetzt zum Einsatz kommende System aus Brennstoffzellen-Stacks, Aufwärtswandler und Hochdruck-Wasserstofftanks ist das Ergebnis jahrelanger Forschung und Entwicklung. Dank der langjährigen Erfahrung bei der Hybridtechnologie konnten viele Komponenten ohne größere Änderung in dem Fahrzeug Verwendung finden.

Die neuen Toyota Brennstoffzellen-Stacks nutzen weltweit erstmals feinmaschige 3D-Kanäle, die eine gleichmäßige Stromerzeugung auf den Zelloberflächen garantieren und so höchste Effizienz und Leistungsfähigkeit bei kompakter Größe sicherstellen. So ist die Leistungsdichte 2,2 Mal höher als beim Brennstoffzellenfahrzeug Toyota FCHV-adv, außerdem ist nicht länger ein Befeuchter erforderlich. Der kompakte und hocheffiziente Konverter steigert die Spannung zudem auf bis zu 650 Volt, wodurch die Größe des Elektromotors und die Anzahl der Brennstoffzellen verringert werden konnten.

Die aus drei Schichten kohlefaserverstärkten Kunststofftanks speichern den Wasserstoff bei einem Druck von 700 bar. Obwohl ihr Gewicht und ihre Größe im Vergleich zum Toyota FCHV-adv verringert wurden, stieg ihre Spei-

cherkapazität um 20%.

## AUF HÖCHSTE SICHERHEIT GETRIMMT

Sicherheit hatte bei der Entwicklung des Toyota Mirai oberste Priorität. Die Hochdruck-Wasserstofftanks sind beispielsweise auf maximale Haltbarkeit ausgelegt und bieten größtmöglichen Schutz. Sollte dennoch einmal Wasserstoff austreten, schicken Sensoren gleich eine Warnung ins Cockpit und schalten automatisch den Wasserstoffzufluss ab. Ohnehin liegen alle Leitungen und Tanks außerhalb der Fahrzeugkabine, sodass sich austretender Wasserstoff direkt verflüchtigt.

Die Karosserie absorbiert die Aufprallenergie bei einem Unfall und verhindert das Brennstoffzelle oder die Wasserstofftanks im Falle eines Frontal-, Seiten- oder Heckcrashes Schaden nehmen. Der Rahmen der Brennstoffzellen-Stacks besteht aus kohlefaserverstärktem Kunststoff, der leicht und extrem widerstandsfähig ist, schützt die Brennstoffzelle vor Stößen und Beschädigungen.

Darüber hinaus fährt der Toyota Mirai mit einer breiten Palette aktiver Sicherheitssysteme vor. Hierzu gehören das Pre Collision Notbremssystem, das den Fahrer vor einem drohenden Unfall warnt und automatisch eine Notbremsung einleitet, und ein Spurverlassenswarner, der mittels einer Kamera die Fahrspur überwacht und den Fahrer bei einem unbeabsichtigten Wechsel alarmiert. Ein Tot-Winkel-Warner informiert über seitlich herannahende Autos.

## AUF ANHIEB ERKENNBAR: DAS DESIGN DES TOYOTA MIRAI

Die Sonderrolle des Toyota Mirai ist auf Anhieb erkennbar. Neben einem schmalen Luftschlitz samt Logo, der







von den extrem schmalen, aus vier LED bestehenden Scheinwerfern eingerahmt wird, und einem großen unteren Kühlergrill verfügt das Brennstoffzellenfahrzeug über zwei weitere Lufteinlässe rechts und links. Sie versorgen die Brennstoffzelle mit Sauerstoff, der für die chemische Umwandlung des Wasserstoffs unabdingbar ist, und kühlen zugleich das System. Die Blinker sind getrennt von den LED-Scheinwerfern angeordnet, was den aufgeräumten Eindruck unterstreicht und die Aerodynamik verbessert.

In der Seitenansicht erinnert die fließende Form des Fahrzeugs an einen Wassertropfen – ein Tribut an die Fahrzeugcharakteristik, Luft einzuziehen und Wasser auszustoßen. Das Dach scheint dank der schwarzen Holme zu schweben, was den futuristischen Eindruck des Fahrzeugs unterstreicht.

#### FAHRSTABILITÄT TRIFFT AUF LAUTLOSEN FAHRSPASS

Der Toyota Mirai verspricht maximalen Fahrspaß und eine direkte Rückmeldung bei jeder

Geschwindigkeit. Durch den Elektromotor steht das maximale Drehmoment von 335 Nm von Beginn an bereit. Der erste Tritt auf das Gaspedal sorgt für eine kraftvolle, aber ruhige Beschleunigung. Die Verzögerung übernimmt das aus dem Hybrid bekannte regenerative Bremssystem.

Die unterflurige Montage der Brennstoffzellen-Stacks und Wasserstoff-Tanks reduziert den Fahrzeugschwerpunkt. Gemeinsam mit optimaler Gewichtsverteilung zwischen den Achsen führt dies zu hoher Stabilität und maximalem Fahrkomfort. Die hochfeste Karosserie verbessert die Steifigkeit an der Hinterachse.

Die Unterbodenverkleidung und aerodynamisch geformte Leuchten reduzieren den Luftwiderstand, was in verbessertem Handling und niedrigerem Wasserstoffverbrauch resultiert. Hierzu tragen auch die Luftfinnen der Rückleuchten-Kombination bei. Neben dem lautlosen Elektromotor haben die Ingenieure auf geräuschabsorbierende Materialien geachtet, darunter spezielles Glas für Windschutzscheibe und Seitenfenster. ■

## Brennstoffzelle aus dem 3D-Drucker

US-Forscher haben die Tinten entwickelt, mit denen sie Brennstoffzellen per 3D-Druck herstellen wollen. Das soll ganz neue Designs der Zellen ermöglichen. Eine Brennstoffzelle mit 3D-Drucker herstellen wollen Forscher aus den USA. Sie hätten eine Reihe von Tinten zusammengemischt, aus denen ein 3D-Drucker eine keramische Brennstoffzelle aufbauen könne, berichtet das US-Wissenschaftsmagazin IEEE Spectrum. Ziel ist es, eine Festoxidbrennstoffzelle (Solid Oxide Fuel Cell, SOFC) zu bauen. Der 3D-Drucker soll nacheinander deren verschiedene Komponenten herstellen: Anode, Kathode, Elektrolyt und Verbindungsstück. Dazu haben die Forscher um Ramille Shah verschiedene Tinten gemischt. Die Tinten bestehen zu 70% bis 90% aus verschiedenen keramischen Partikeln. Hinzu kommen ein Bindemittel sowie verschiedene Lösungsmittel. Diese haben unterschiedliche Verdunstungseigenschaften: Einige verdunsten sehr schnell, so dass die Tinte schnell aushärtet. Andere sind weniger flüchtig. Sie sorgen dafür, dass die Tinte feucht genug bleibt, damit sie sich mit der nächsten Lage, die der Drucker ausbringt, verbinden kann. Auf diese Weise kann der 3D-Drucker die Brennstoffzelle Schicht für Schicht aufbauen. Fertig ist sie allerdings noch nicht: Wie jedes Werkstück aus Keramik muss auch die SOFC noch in den Ofen. Dort wird die Zelle bei einer Temperatur von über 1.200 Grad gebrannt. Eine Brennstoffzelle in einem Arbeitsgang mit einem 3D-Drucker herzustellen, sei einfacher, als die Einzelteile zusammenzubauen, sagte Adam Jakus aus dem Team von Shah bei der Vorstellung. Der große Vorteil des 3D-Drucks sei aber, dass die Komponenten oder die ganzen Brennstoffzellen in Formen hergestellt werden könnten, die sonst nicht möglich seien. Sie hätten beispielsweise flache Werkstücke gedruckt und diese vor dem Brennen gefaltet oder gerollt, berichtete Jakus. So könnten Brennstoffzellen etwa rund werden. Das Team um Shah wolle sich allerdings um die Tinten kümmern und die Gestaltung der SOFCs den Brennstoffzellenexperten überlassen. ■

## ELECTRIC ROUTE 66

Seit dem Bau der großen Schnellstraßen ist die ruhmreiche Route 66 zum Schleichweg für Sentimentale verkommen. Eine neue Initiative will sie nun per Stromstoß in die Moderne zurückführen.

Wenn es eine ideale Straße für das Elektroauto geben sollte – dann könnte das künftig die Route 66 sein. Zumindest der Abschnitt zwischen Michigan-See und dem Mississippi. Den nämlich will der Bundesstaat Illinois nun gemeinsam mit Autoherstellern und der University of California Davis elektrifizieren. Mindestens acht Schnellladestationen sollen auf dem knapp 500 Kilometer langen Abschnitt aufgestellt werden. Zusätzlich sind weitere Standard-Ladesäulen geplant. Wenn die Installation wie vorgesehen Mitte 2015 abgeschlossen ist, soll sie eine problemlose E-Auto-Reise zwischen Chicago und St. Louis ermöglichen. Unterstützt wird das Projekt auch von den Autoherstellern BMW, Mitsubishi und Nissan, die mit eigenen E-Autos auf dem US-Markt vertreten sind. Ihren Reiz hat die Elektrifizierung der Route 66 vor allem, weil das Reisetempo dort gemächlich ist. Neben den Einheimischen wird sie vor allem von Touristen genutzt, die dem Geist des alten Amerika hinterherspüren. Wer es eilig hat, nutzt das seit Ende der 50er-Jahre errichtete Interstate-Netz. Durch die effizientere Konkurrenz wurde die alte Landstraße zwischen den Großen Seen und Kalifornien in die Bedeutungslosigkeit verbannt. Heute sind von rund 3.944 Kilometern noch Teilstücke von insgesamt 3.400 Kilometern Länge vorhanden. ■

## TÜRKISCHES ELEKTROAUTO GEHT 2016 IN SERIE

Mehr als 30 Akademiker tüfteln am Technologiepark Eskişehir für ein international konkurrenzfähiges Elektroauto. Mit zwei verschiedenen Modellen will Begler AŞ in der Türkei die Tür für einen neuen Massenmarkt für Elektroautos öffnen. Ihrem Ziel, ein einheimisches und zugleich international konkurrenzfähiges Elektroauto herzustellen, seien sie einen gewaltigen Schritt näher gekommen. Das Entwicklerteam habe anspruchsvolle Probleme erfolgreich gelöst, erklärt Entwicklungschef Melih Yıldız. 2015 werde der erste Prototyp auf türkischen Straßen zu sehen sein. „2016 gehen wir in die Serienproduktion“, so Yıldız. Das Unternehmen unterbietet damit ihren angesetzten Zeitplan. Ursprünglich war die Serienreife für 2018 geplant. Finanzielle Fördermaßnahmen der türkischen Regierung führten in den letzten Jahren regelrecht zu einem Entwicklungsturm. Mehre Unternehmen und Universitäten machen seit Jahren einen Wettkampf, wer das beste Elektroauto entwickelt. ■





# Brennstoffzelle

## 175 Jahre alt und kein bisschen müde



McLaren kombiniert einen 737 PS starken V8 mit einem 179 PS-Elektromotor. Das Ergebnis heißt P1 und kostet rund 1 Millionen Euro. Dabei ist der P1 mehr Rakete als Sportwagen: Er schafft den Sprint von 0 auf 300 in 16,5 Sekunden, nicht schlecht für ein Hybridfahrzeug.

**A**ls Pionier alternativer Antriebstechnologien für Automobile hat Toyota spätestens seit Einführung des Hybridantriebs 1997 Geschichte geschrieben. Jetzt legen die Japaner nach. Ab Dezember verkaufen sie auf dem heimischen Markt den Mirai. Die Limousine der Mittelklasse ist das erste Serienfahrzeug mit einer Brennstoffzelle als Antrieb. Die Technik ist eigentlich ein alter Hut. Das Prinzip der Energieumwandlung von chemischer in elektrische Energie ist bereits 175 Jahre alt. Im Auto steht die Brennstoffzelle

jedoch noch am Anfang ihrer Entwicklung.

### PRAKTISCH UNENDLICHE KRAFTSTOFFRESERVEN

Die Brennstoffzelle als Antrieb für Fahrzeuge beschwingt schon lange die Phantasie von Technikern und Umweltschützer. Aus der Reaktion von Sauerstoff und Wasserstoff entsteht Energie und als Abfall Wasser. Wasserstoff und Sauerstoff sind in der Natur praktisch unbegrenzt vorhanden. Doch bis die Brennstoffzelle Otto- und Die-

selmotoren auf breiter Front die Batterie als Energiespeicher für einen Autoantrieb ablösen wird, haben Techniker und Autobauer noch immense Aufgaben zu bewältigen.

### ÄLTER ALS DER VERBRENNUNGSMOTOR

Paradoxerweise ist die Brennstoffzelle sogar mehr als drei Jahrzehnte älter als der Viertakt-Verbrennungsmotor mit Leuchtgas, den Nikolaus Otto 1877 zum Patent angemeldet hatte. Die Brennstoffzelle ist eine sogenannte „galvanische Zelle“. Dies bezeichnet eine Vorrichtung, die für eine spontane Umwandlung von chemischer in elektrische Energie sorgt.

### DEUTSCHE ENTDECKUNG VON 1838

Die Funktionsweise der Reaktion entdeckte der deutsch-schweizerische Chemiker Christian Friedrich von Schönbein bereits 1838 und beschrieb sie im folgenden Jahr. Der Entdecker des Ozon und der Schießbaumwolle stellte fest, wie sich zwischen zwei Drähten eine Spannung aufbaute, als er zwei in Schwefelsäure getauchte Platindrähte mit Sauerstoff, beziehungsweise Wasserstoff umspülte. 1839 setzte der englische Physiker Sir William Robert Graves das Prinzip in Gestalt einer Batterie praktisch um. Die Entwicklung einer leistungsfähigen Energiequelle aus dieser „Ur-Brennstoffzelle“ scheiterte im 19. Jahrhundert an den technischen Möglichkeiten der Zeit. Außerdem revolutionierte Werner von Siemens 1866 mit seiner Erfindung des elektrischen Generators die Elektrotechnik als praktisch unendlich leistungsfähiger Energiewandler.

### DIE STUNDE DER BRENNSTOFFZELLE: ZEITALTER DER RAUMFAHRT

Die Stunde der Brennstoffzelle schlug erst mehr als 100 Jahre später. Mit dem Beginn der bemannten Raumfahrt rückte die aufwendige und teure Technik in den Fokus der Ingenieure. Geld spielte in der Raumfahrt keine Rolle.

### WENIGER SPEKTAKULÄRE EINSÄTZE

Weniger spektakulär waren da Entwicklungen bei Batteriehersteller Varta. Auf dem Gelände seines Forschungs- und Entwicklungszentrums in Kelkheim fuhren schon in den 70er Jahren Elektrotransporter mit Strom aus Brennstoffzel-

len. Hier arbeitet mit Prof. August Winsel einer der beiden Pioniere der Brennstoffzelle. Zuvor schon hatte Prof. Eduard Justi (1904 bis 1986) die Grundlagen für die Brennstoffzelle gelegt – auch für die heutige Solartechnik. Doch bei Varta spielte Geld eine Rolle. Und die Automobilindustrie wollte damals nichts wissen von der Elektromobilität. Kelkheim wurde geschlossen, was übrigens auch einen tiefen Einschnitt bei der Entwicklung der Lithiumionenbatterie in Deutschland bedeutete. Beide strategischen Themen gerieten hier ins Hintertreffen. Erst deutlich später rührte sich Mercedes-Benz 1993 mit einem MB 100 Transporter, der seinen Strom aus einem 800 Kilogramm schweren Brennstoffzellen-Stack bezog.



1993 führte Mercedes-Benz den MB 100 Transporter ein, der seinen Strom aus einem 800 kg schweren Brennstoffzellen-Stack bezog.

### SO FUNKTIONIERT DIE BRENNSTOFFZELLE

Eine Brennstoffzelle besteht aus zwei Elektroden. Dabei trennt eine Membrane die beiden Elektroden räumlich. Der „Brennstoff“ Wasserstoff umspült die Anode. Der Wasserstoff oxidiert an dieser Elektrode katalytisch. Dabei trennen sich Elektronen und Protonen. Um nun Spannung und einen Stromfluss zu erzeugen, dürfen nur die Protonen an die Kathode gelangen. Dies gewährleistet die sogenannte „Protonenaustauschmembrane“ (PEM = Proton Exchange Membrane). Auf ihrem Weg gelangen die Elektronen zur Kathode in der Nachbarkammer. Ein hoch reaktives Element wie Sauerstoff umspült die Kathode als Oxidationsmittel. Der Sauerstoff reduziert durch die Aufnahme der Elektronen zu Anionen und reagiert mit den durch die PEM gewanderten Protonen zu Wasser. Der in der Brennstoffzelle erzeugte Strom treibt schließlich einen Generator an, der die elektrische Energie in die für den Antrieb erforderliche Drehbewegung umsetzt.

### NICHT (MEHR) GRÖßER ALS EIN NORMALER MOTOR

Um die notwendige Kraft für einen Fahrzeugantrieb zu liefern, sind zahlreiche einzelne Brenn-



stoffzellen erforderlich. Sie sind in sogenannten „Stacks“ zusammengefasst. Die Stacks des Toyota Mirai sind die derzeit effizientesten. Pro Liter Bauvolumen erzeugen sie 3,1 kW Leistung. Insgesamt beträgt die Systemleistung 113 kW / 154 PS. Damit ist der komplette Antrieb nicht größer als ein Vierzylinder-Motor.

#### SEHR HOHER WIRKUNGSGRAD

Für die Brennstoffzelle als Teil eines künftigen Antriebs Motor für Fahrzeuge spricht nicht nur die umweltfreundliche Arbeitsweise. Ebenso ist der „thermische Wirkungsgrad“, also die Fähigkeit, die im Kraftstoff gebundene chemische Energie zu wandeln, extrem hoch. Sie liegt bei mehr als 80 Prozent. Rund doppelt so hoch wie beim derzeit effizientesten Diesel. Bis diese fast märchenhafte Effizienz und Umweltfreundlichkeit freilich in breiter Masse genutzt werden kann, sind noch gewaltige technische Hürden zu überwinden.

#### VIEL ENERGIE NÖTIG

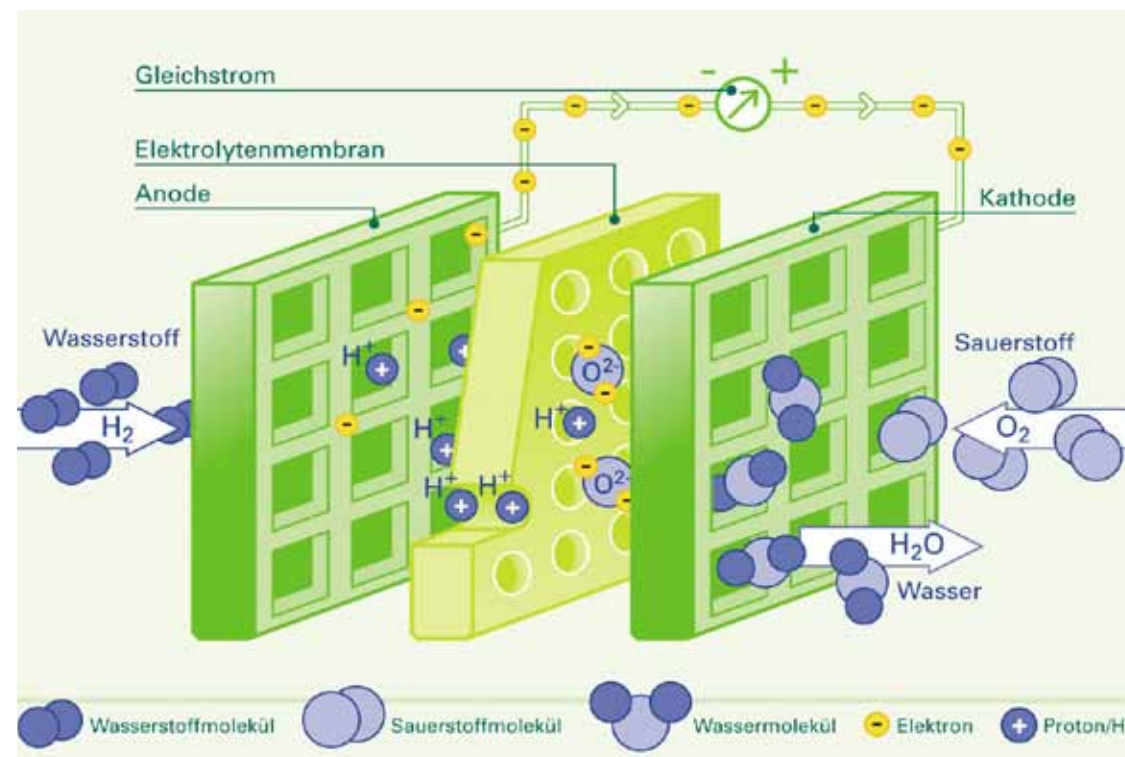
Die Herstellung von Wasserstoff erfordert einen

hohen Energieeinsatz. Somit gewährleistet nur Strom aus regenerativen Energiequellen eine sinnvolle Umweltbilanz. Und schließlich sind bei der Speicherung und dem Transport des Gases noch viele Probleme zu lösen. Wasserstoff ist so extrem flüchtig, dass er selbst durch massive Metallbehältern dringt und sich verflüchtigt. Toyota löst das Problem beim Mirai mit Tanks aus kohlefaserverstärkten Kunststoffen. Das Gas lässt sich dabei mit maximal 700 bar Druck speichern.

#### ALLIANZ PRO WASSERSTOFF

Auch ein so großer Autobauer wie Toyota wird es nicht schaffen, die Revolution einer neuen Antriebstechnik allein auf breiter Ebene durchzusetzen. Zusammen mit Daimler, Ford, GM, Honda, Hyundai und Renault-Nissan haben die Japaner Ende September eine Erklärung unterzeichnet, die Entwicklung und Markteinführung von Brennstoffzellenfahrzeugen gemeinsam zu stemmen. Bis schließlich ein flächendeckendes System an Wasserstoff-Tankstellen zur Verfügung steht, werden noch Jahrzehnte ins Land gehen. ■

Aufbau und Funktionsweise einer Brennstoffzelle



## Einspurkonzept für den urbanen Lifestyler

War ein Tretroller früher eher uncool und schweißtreibend, so hat sich sein Image nachdrücklich verändert, als man dem Teil den Namen Kick-Scooter verpasste. Das ist nun auch schon ein paar Jährchen her und aus dem Kick-Scooter wird nun nach dem Willen von Mini ein Einspurkonzept für den urbanen Lifestyler mit E-Motor und dem Mini-Marken-Design. Ganze 18 Kilo bringt das Mini Citysurfer Concept auf die Waage. Die Reichweite beträgt 15 bis 25 Kilometer und auch wenn der Lithium-Ionen-Akku nicht mehr geladen ist, kann das Mini Citysurfer Concept ganz konventionell mit Kick und ohne einen motorbedingten Rollwiderstand betrieben werden. Wer es lieber rollen lässt, kann bis zu 25 km/h erreichen, und das Tempo per Daumengas regulieren. Ein Radnabenmotor stemmt all seine Kraft auf das Hinterrad - gebremst wird über einen Bremshebel, der dann den E-Motor abschaltet und kräftig rekuperiert. Des Weiteren bremst man den Citysurfer über eine Schwerpunktverlagerung; oder klassisch per hydraulischen Scheibenbremsen an den Rädern. Diese sollen dank Luftreifen auch auf unwegsamere Geländen noch für Traktion und Vortrieb sorgen. Ausgepowert benötigt der Mini Citysurfer zur Aufladung einen 12-Volt-Anschluss oder eine Haushaltssteckdose. ■

## E-SCHWALBE KOMMT VON GOVECS

Immer wieder hat sich der Marktstart verzögert, doch nun könnte sie endlich Wirklichkeit werden: die E-Schwalbe. Nachdem die Produktion durch die efw GmbH auf dem alten Simson-Werksgelände in Suhl mangels Investoren jahrelang nicht in Gang gekommen ist, springt nun Govecs in die Bresche. Der Elektroroller-

spezialist zeigte die E-Schwalbe bereits auf der EICMA in Mailand. Als Simson Schwalbe genießt der DDR-Roller längst Kultstatus, auch die Elektroversion kommt daher im Retrolook mit nur dezent modifiziertem Design daher. Als Antrieb dient ein bürstenloser Wechselstrommotor mit Riemenantrieb. Die Energie liefert eine Lithiumionen-Batterie. Weitere Einzelheiten nannte Govecs leider noch nicht. Die Markteinführung ist für die zweite Jahreshälfte 2015 geplant. ■

## Wieviel CO<sub>2</sub> die Autobauer wirklich sparen

Den Elektro- und Hybrid-Fahrzeugen sei Dank: Autohersteller sind bei der Verminderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen auf gutem Kurs, so eine aktuelle Studie der europäischen Umweltagentur EEA: In der EU liegt der Mittelwert der CO<sub>2</sub>-Emissionen aller im Jahr 2013 knapp 12 Millionen verkauften Autos bei 126,7 Gramm pro Kilometer. Das entspricht einem Verbrauch von 5,4 Litern Benzin oder 4,8 Litern Diesel pro 100 Kilometer. Damit unterschreiten die Hersteller schon heute den vorgeschriebenen Durchschnittswert für das Jahr 2015 von 130 g CO<sub>2</sub>/km. Im Vergleich zu 2010 sind Neuwagen im Schnitt um 14% sparsamer geworden. Unter den großen Herstellern mit einem EU-Absatz von mehr 100.000 Fahrzeugen führt Renault die Spartabelle an. Mit 96,4 g CO<sub>2</sub>/km ist das Unternehmen unter den Volumen Anbietern das einzige, das die Marke von 100 Gramm unterschreitet. Danach folgen Toyota (102,2 g), Peugeot (105,7 g), Citroen (106,9 g) und – obwohl der Hersteller hauptsächlich schwere Mittel- und Oberklassekarossen verkauft – Volvo mit 107 Gramm CO<sub>2</sub>/km. Bei den deutschen Autobauern liegt Ford Deutschland auf dem vorderen Rang (111,5 g). Es folgen Volkswagen (115,7 g), Mercedes-Benz (119,8 g), Audi (121,9 g), Opel (122,1 g) und BMW (123,5 g). Die EEA weist allerdings darauf hin, dass die nach dem Neuen Europäischen Fahrzyklus erhobenen Daten nicht repräsentativ für den Kraftstoffverbrauch unter realistischen Fahrbedingungen sind. Tatsächlich sind Verbrauch und Emissionen im Schnitt um knapp ein Fünftel höher, bei größeren Fahrzeugen sogar um ein Drittel. ■





# Offene IKT Infrastruktur

## Fahrzeug-Cloud-Smart Grid inkl. Anwendungsbeispiel

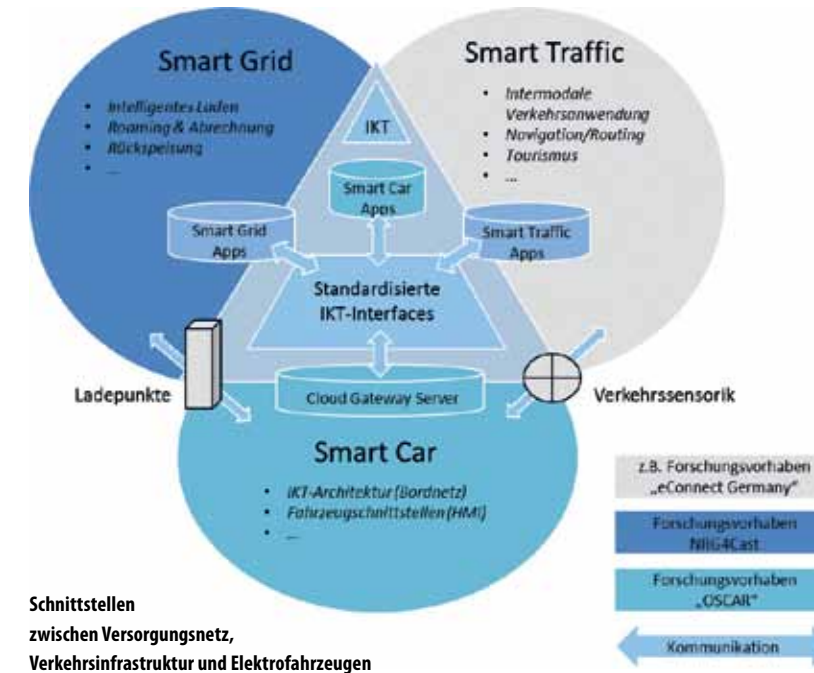


Die heutige globale Automobilwirtschaft befindet sich aufgrund der hohen Umweltdynamik in den Bereichen Politik, Wirtschaft, Gesellschaft, Kultur, Technologie und Ressourcen in einem Paradigmenwechsel, sodass sich Präferenzen und (Kauf-)Verhaltensmuster von Kunden in den kommenden Jahren weiter wandeln werden. Dieser Wandel macht es notwendig, neue Anforderungen an Fahrzeuge zu berücksichtigen und bekannte Anforderungen neu zu interpretieren.

Eingebettete IKT-Systeme sind seit langem die Voraussetzung für 90% der Innovationen im Fahrzeugbau und betreffen inzwischen alle Bereiche der Fahrzeugfunktionen.

Große Chancen werden einem zunehmend stärker elektrifizierten Individualverkehr zugesprochen. Emissionsreduktion und Effizienzsteigerungen sind wesentliche Treiber für die Einführung der Elektromobilität. Zudem werden große Synergiepotenziale durch eine verstärkte Nutzung der Stromnetz- (Smart Grid) sowie der Verkehrs-

infrastruktur (Smart Traffic) durch Mobilitätsanwendungen in untereinander vernetzten und kollaborierenden Elektrofahrzeugen (Smart Car) gesehen (Abbildung 1). Dabei spielen moderne Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) bereits heute bei der Umsetzung nahezu aller Lösungen, sowohl im als auch um das Fahrzeug herum, eine entscheidende Rolle.

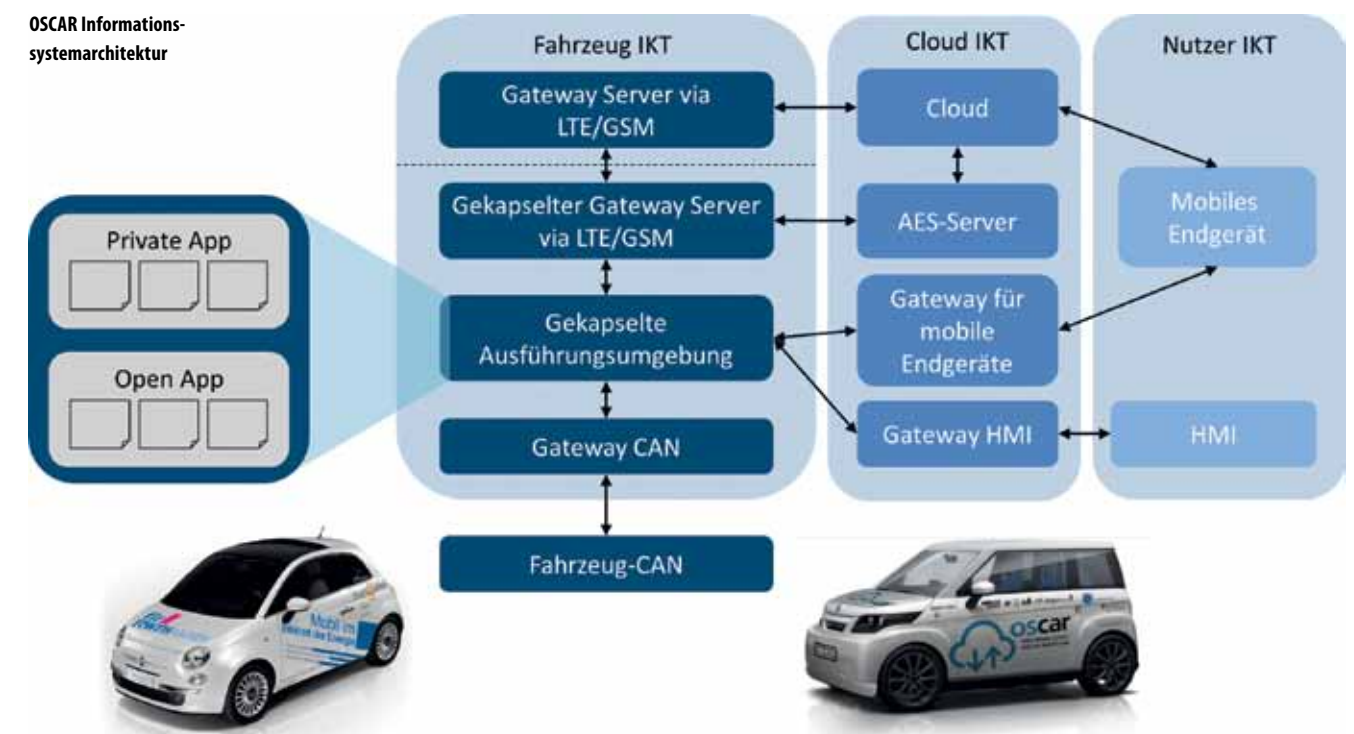


Eingebettete IKT-Systeme sind seit langem die Voraussetzung für 90% der Innovationen im Fahrzeugbau und betreffen inzwischen alle Bereiche der Fahrzeugfunktionen. Expertenmeinungen zu Folge steigt bis 2014 der Wertschöpfungsanteil von IKT im Automobil auf 50 Prozent und wird auch über das Jahr 2020 hinaus signifikant weiter anwachsen. Das Informationsmanagement in intelligenten Elektrofahrzeugen wird mit den steigenden Ansprüchen der Fahrer im Hinblick auf Bedienung, Funktion und Sicherheit immer wichtiger. Der Fahrer, seine Mitfahrer und das Fahrzeug sollen jederzeit alle

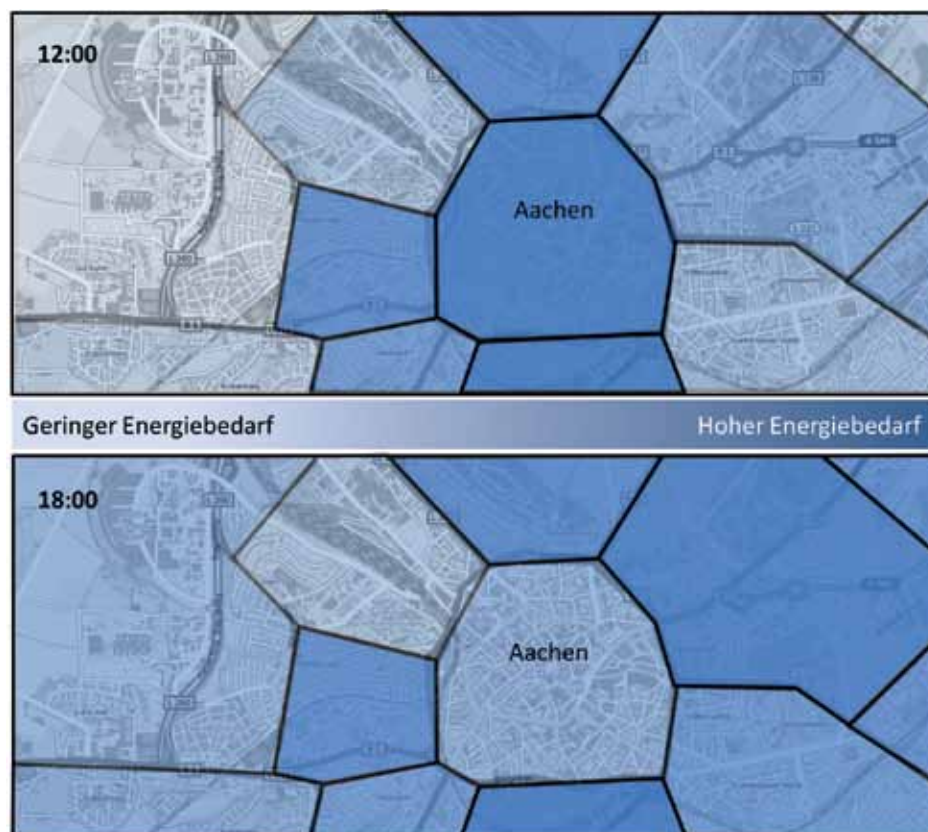
die Open Service Cloud for the Smart Car (OSCAR) Informationssystemarchitektur zur Realisierung einer für Drittanbieter geöffneten Cloudplattform zur Anbindung von Elektrofahrzeugen.

Die Domäne der Fahrzeug-IKT besteht aus den Gateway Servern zur Kommunikation mit der Cloud und dem Automotive Embedded System (AES) -Server. Der AES -Server erlaubt es dem Fahrzeughersteller (OEM) die für ihn relevanten, aber nicht öffentlichen Daten sowohl zur Entwicklungs- als auch zur Nutzungszeit abzurufen, sowie

OSCAR Informationssystemarchitektur







Vorhersage von Energiebedürfnissen an zwei Uhrzeiten in beispielhaften Sektoren in Aachen.

ggf. Daten an seine Fahrzeuge zu übertragen. Zur Kommunikation können verschiedene Standards (z.B. GSM, UMTS, LTE) zum Einsatz kommen. Weitere Bestandteile der Fahrzeug-IKT sind die gekapselte Ausführungsumgebung und das Gateway CAN. Auf der Ausführungsumgebung können private und open Apps sicher ausgeführt werden. Das Gateway CAN dient als eine Art Verteilerdose für bestimmte CAN-Botschaften, um diese auszuwerten und entsprechend weiterleiten zu können.

Die Domäne der Cloud-IKT ermöglicht den Nutzern und Anbietern von Elektrofahrzeugen einen bedarfsgerechten und flexiblen Zugriff auf die Daten und deren Echtzeitübertragung. Open Services bilden die Schnittstellen, die durch den Austausch von Daten zwischen Fahrzeug und Apps oder durch Portalfunktionen entstehen können. Für viele Anbieter und Diensttypen (Smart Grid, Smart Traffic, Smart Car) bilden sie die Grundform zur Entwicklung eigener IKT-Services. Der Oscar-App-Market stellt die Softwareplattform für die Installation von Apps aus der Cloud oder vom Endgerät dar. Er bildet somit die Schnittstelle zwischen den App-Entwicklern und den App-Nutzern.

Die Domäne der Nutzer-IKT umfasst alle Formen mobiler Endgeräte mit einem Internetzugang, die der Nutzer zur persönlichen Kommunikation mit dem Elektrofahrzeug verwenden kann. Der Nutzer hat die Möglichkeit jederzeit und von überall aus mit seinem mobilen Endgerät auf Open Services für das Elektrofahrzeug zuzugreifen.

Ein mögliches Anwendungsgebiet des oben beschriebenen Konzepts ist die Verwendung von intelligenten Ladealgorithmen. Hierbei steht das Ladeverhalten im gesamten Stromnetzwerk im Vordergrund, da die regionalen Stromversorger bald vor der Herausforderung stehen werden die Ladeströme auch zu Spitzenzeiten zuverlässig zu liefern.

Es ergeben sich drei Möglichkeiten zur Umsetzung einer intelligenten Ladesteuerung. Einerseits kann die Stromzufuhr bei der Ladung verringert und entsprechend der vorhandenen Kapazitäten angepasst werden, andererseits kann der Ladevorgang zeitlich oder örtlich verschoben werden. Der Besitzer schließt zwar sein Auto abends an die Steckdose an, das Aufladen beginnt aber erst wenn die Kapazitäten im Netz ausreichen. Eine örtliche Verschiebung sieht vor, dass der Nutzer sein Auto an einer Ladestation lädt, welche nicht an einen strapazierten Transformator angeschlossen ist. Hierzu muss eine direkte Kommunikation zwischen Energieerzeuger und Fahrer bestehen. Zudem muss dem Nutzer ein Anreiz (z.B. vergünstigte Strompreise beim Laden) geboten werden.

Voraussetzung für die Verwendung jeder dieser drei Möglichkeiten ist die Kommunikation zwischen Elektrofahrzeug und Energieerzeuger bzw. die Verwertung und Weiterverarbeitung der gewonnenen Daten und Informationen. Da insbesondere die Vorhersage des Energiebedarfes sehr interessant für die Energieversorger ist, bietet die Open Service Cloud eine optimale Plattform zum Austausch der relevanten Da-

ten. Um Lastspitzen abzubauen, können in Echtzeit alle Daten gesammelt, ausgewertet und entsprechende Verschiebungen der Ladevorgänge eingeleitet werden. Die Open Service Cloud erlaubt zudem eine Rückmeldung an den Fahrer. Das Auto kann dem Fahrer die relevanten Daten, z. B. vergünstigte Ladepreise, direkt mitteilen und gegebenenfalls die Route anpassen. Die Möglichkeit der Kommunikation und Rückmeldung zwischen Fahrer und Fahrzeug spielt ebenso für andere Anwendungsfälle eine bedeutsame Rolle. So lässt sich vom Fahrer z.B. eine gewisse Zeitspanne angeben in der das Auto nicht benötigt wird, um eine zeitliche Verteilung des Ladevorgangs zu erlauben.

Durch die Auswertung und Gewichtung von historischen Fahrprofilen kann eine Prognose, wie in Abbildung 3 gezeigt, entstehen. In dieser werden die Energiebedarfe jeweils mittags und abends visualisiert dargestellt. So lässt sich der Energiebedarf in verschiedene Sektoren und Zeiten einteilen. Mit Hilfe der Cloud lassen sich auch externe Einflüsse wie z.B. Wetter, Feiertage, Großveranstaltungen etc. mit in die Vorhersage einbinden.

#### ZUSAMMENFASSUNG UND FAZIT

Innovative IKT und das Cloud Computing bergen große Potenziale für die Anwendung in Elektrofahrzeugen. Die Vernetzung einer Vielzahl von Fahrzeugen in der Cloud erlaubt völlig neue Geschäftsmodelle, die letztlich für den Kunden einen erheblichen Mehrwert über die reine Mobilität hinaus liefern. Wie der oben beschriebene Anwendungsfall verdeutlicht, kann die Attraktivität von Elektrofahrzeugen gesamtheitlich gesteigert werden. Durch die Technik des Vehicle-to-Grid Ladeverfahrens können sich in Zukunft noch weitere Möglichkeiten ergeben, um das Netz zu entlasten. In diesem Fall können geladene Elektrofahrzeuge als Energiespeicher genutzt werden und das Netz bei Lastspitzen stabilisieren. Hierfür würde der Halter des Fahrzeugs eine entsprechende Entschädigung erhalten.

*Dieser Artikel beinhaltet Ergebnisse aus dem vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) geförderten Forschungsprojekt OSCAR (Förderkennzeichen: 01 ME12035), sowie dem von der Europäischen Union geförderten Projekt NRG4Cast (Förderkennzeichen: 600074).  
Dipl.-Wi.-Ing. Marco Roscher  
FIR e.V. an der RWTH Aachen  
Dipl.- Ing. Steffen Nienke  
FIR e.V. an der RWTH Aachen*

Pioneering new technologies  
Pioneering new technologies

**STW**®

Sensor-Technik Wiedemann GmbH  
Mobil-Steuerungen und Messtechnik

**powerMELA®  
Batterie-Management-System**



- Modulares Batterie-Management-System
- Für Lithium Ionen Batterien bis 800V
- Für Muster- und Serienanwendungen

**powerMELA®  
Antriebstechnologie**



- Hybridsystem für mobile Arbeitsmaschinen
- Motor, Generator, Leistungselektronik in verschiedenen Leistungsbereichen
- Konstruktion und Entwicklung vom Prototyp bis zur Serie

**Sensor-Technik Wiedemann GmbH**  
Am Bärenwald 6 · 87600 Kaufbeuren  
Deutschland  
Telefon +49 8341 9505-0

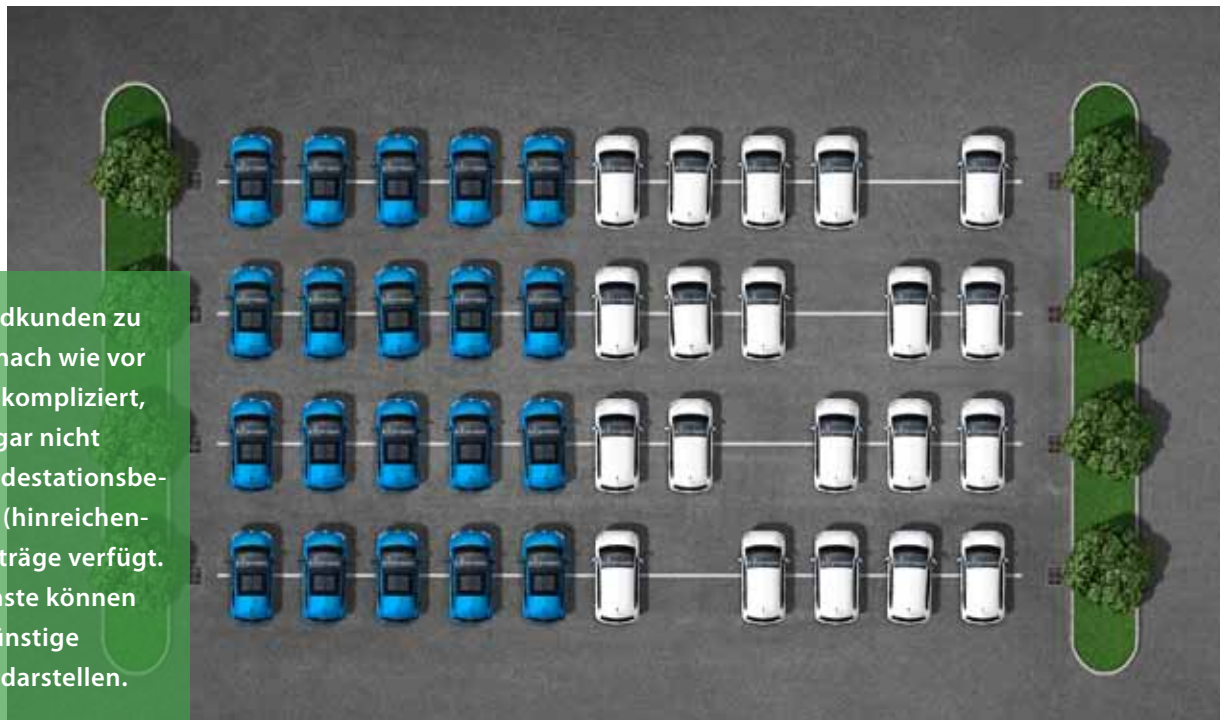




# Diskriminierungsfreier Zugang

## durch mobile Bezahldienste

Der Zugang für Endkunden zu Ladestationen ist nach wie vor überregional sehr kompliziert, wenn nicht sogar gar nicht möglich, da der Ladestationsbetreiber über keine (hinreichenden) Roaming-Verträge verfügt. Mobile Bezahldienste können hier eine kostengünstige Übergangslösung darstellen.



**E**in Großteil der derzeit im Feld befindlichen Ladestationen verfügt über keine bestehende Kommunikationsverbindung und stehen den Stationsbenutzern kostenfrei zur Verfügung. Bedingt durch die zunehmend ansteigenden Stromabgabemengen erweitern immer mehr Stationsbetreiber ihre Infrastruktur um Authentifizierungs-Dienste und begrenzen damit den Zugriff auf die Ladestation für registrierte Nutzer. Nur eine verschwindend geringe Anzahl ist dabei an die etablierten Roaming-Netzwerke angebunden, obgleich die Anzahl der Roaming-Partner kontinuierlich zunimmt. Der Verzicht auf die Teilnahme an einem Roaming-Netzwerk ist meistens durch die zusätzlichen Betriebskosten heute noch unrentabel.

Eine Alternative zu Roaming-Netzen kann derzeit die Verwendung von mobilen Bezahldiensten darstellen. Der Betreiber öffnet damit seine Ladeinfrastruktur auch

für „systemfremde“ Endkunden, benötigt jedoch keine Anbindung an Roaming-Partner. Bei dieser Art der Authentifizierung wird das Mobiltelefon des Endkunden verwendet, mit welchem die Bezahlung über bekannte Mobile Payment Services abgebildet wird. Dabei kommen unter anderem PayPal, Google Wallet und seit neustem auch Amazon Checkout zum Einsatz. Der Vorteil im Einsatz dieser Bezahldienste liegt darin, dass mit den genannten Betreibern in Deutschland eine Abdeckung von 94 Prozent der Bundesbürger erreicht werden kann, die zumindest bei einem der Provider über einen aktiven Benutzeraccount verfügen. Obwohl es zum heutigen Tag noch keine Statistik über die Verbreitung der Bezahldienste in Zusammenhang mit den Besitzern von Elektrofahrzeugen existiert, ist zumindest davon auszugehen, dass auch in dieser Kombination eine entsprechend hohe Abdeckungsrate erreicht werden kann.

Für die Abwicklung von Bezahlfunktionen über mobile Bezahldienste sind jedoch mehrere Voraussetzungen erforderlich: Der Endkunde muss über ein internet-fähiges Smartphone verfügen sowie über einen aktiven Kundenaccount bei einem der genannten Bezahldienste verfügen. Zudem muss jeder Ladepunkt mit einer eindeutigen Identifikationsnummer ausgezeichnet sein – in erster Linie empfiehlt sich hierzu die Verwendung der einheitlichen EVSEID. Zu guter Letzt muss der Betreiber der Ladestation ebenfalls ein Backend-System einsetzen, dass für die Verwendung der Bezahldienste konfiguriert ist und als so genannter Payment-Service-Provider („PSP“) agiert. Als „Payment-Service-Provider“ wird ein Dienst bezeichnet, der die einzelnen Transaktionen kombiniert und eine aggregierte Abrechnung der Ladevorgänge durchführt.

Für die Durchführung der Bezahlvorgänge bieten sich derzeit einerseits die Pauschale Abrechnung eines Ladevorgangs mit einem Einmal-Pauschalbetrag je Ladevorgang an. Diese Art der Abrechnung ist mit den meisten Ladestationen in Verbindung mit OCPP 1.5 recht einfach und unkompliziert umsetzbar. Komplexer gestaltet sich die Abrechnung von Ladevorgängen mit variablen Geldbeträgen, beispielsweise nach Zeit oder bezogenen Kilowattstunden, da die derzeit aktuelle Version des OCPP-Protokolls keine eindeutigen Zuweisungen zwischen Remote-Start und dem durchgeführten Ladevorgang ermöglicht. Daher müssen meist herstellerspezifische Anpassungen an den Ladestationen durchgeführt oder entsprechende Systemanpassungen vorgenommen werden.

Eine weitere, deutlich flexiblere Zahlungsmethode lässt sich jedoch auch über so genannte „Recurring Payments“, also wiederkehrende Zahlungen erreichen. Diese Variante der Abrechnungsmethode ermöglicht einerseits die Abrechnung von Ladevorgängen mit variablen Geldbeträgen, andererseits jedoch auch die Aggregation von Ladevorgängen zu einem Bezahlvorgang um eine Kostenreduktion der Transaktionsgebühren zu erreichen. Der Endkunde muss sich für die Durchführung von wiederkehrenden Zahlungen über eine mobile Website einmalig



als „Kunde“ beim Betreiber registrieren und dort über den Bezahldienst eine Genehmigung für die Durchführung von wiederkehrenden Zahlungen dem Betreiber erteilen. Das Backend-System ermöglicht in Folge das Starten eines Ladevorgangs über die Eingabe der Benutzerdaten (Benutzername und Passwort) über eine mobile Website. Die Ladevorgänge werden aggregiert und können beim Erreichen von definierbaren Schwellen automatisiert vom Konto des Endkunden abgebucht werden.

Bei allen Varianten bleibt für den Betreiber der Endkunde eindeutig identifizierbar. Es ist zudem möglich auch das Ladeverhalten auszuwerten, da die Transaktionen jeweils eindeutig einem Zahlungs-Account zugeordnet werden können. Beim Einsatz von entsprechenden Backend-Lösungen kann auch dem Endkunden ein Zugriff auf die Statistik der durchgeführten Ladevorgänge gewährt werden.

Wir gehen davon aus, dass bedingt durch die zunehmende Verbreitung von mobilen Bezahldiensten – wie auch beispielsweise „Apple Pay“ die Akzeptanz drastisch steigen und zudem die mit dem Bezahlvorgang verbundenen Transaktionsgebühren in den kommenden Jahren merkbar sinken werden. Es wäre sogar denkbar, dass der Einsatz von mobilen Bezahldiensten den Einsatz von Roaming-Netzwerken auch in Zukunft nicht erforderlich macht, jedoch ist es derzeit zu früh, eine derartige Aussage zuverlässig treffen zu können.

Als möglicher Payment-Service-Provider für die Abrechnung über mobile Bezahldienste stellt unter anderem die Firma has.to.be gmbh aus Salzburg mit der Backend-Lösung „be.ENERGISED“ eine technische Basis zur Abrechnung dar. Das System unterstützt neben der Durchführung der Bezahlfunktionen auch die Überwachung und das Management der Ladestationen sowie die Koordination und Planung von Service-Technikern. Beim Einsatz der reinen Bezahlfunktionen fallen neben den herkömmlichen Transaktionsgebühren keine weiteren Kosten für den Betreiber an. ■

Martin Klässner  
Managing Partner, has.to.be GmbH

Der Autor **Martin Klässner** ist bereits seit über 10 Jahren in den Bereichen Elektromobilität und Self-Service Terminals tätig und blickt auf langjährige Erfahrung in der Einführung von Bezahlssystemen am Point-of-Sale zurück. So war er unter anderem für die Einführung der Kreditkarten-Bezahlfunktionen im Zuge der Internationalisierung von Call-a-Bike in die Türkei verantwortlich. Seit 2013 ist er Geschäftsführer der has.to.be gmbh und stellt mit dem Cloud-basierten Verwaltungs-backend für Ladestationen „be.ENERGISED“ eine eigene Abrechnungsplattform für Ladevorgänge zur Verfügung. Innerhalb von einem Jahr wurden über 800 Ladestationen – unter anderem für weltweit agierende Fahrzeughersteller – an das System angebunden.



# Nissan und SMATRICS fördern

# Elektromobilität in Österreich

Nach dem Vorbild der von Nissan in Deutschland geschlossenen Partnerschaft mit ladenetz.de entsteht nun auch in Österreich zwischen Boden- und Neusiedlersee eine flächendeckende Ladeinfrastruktur mit betont kundenfreundlichem Zugang. Privatkunden eines neuen Nissan Leaf können nun auch in Österreich ein Jahr lang kostenlos Strom tanken.

**D**ie von Nissan und dem E-Mobilitätsanbieter SMATRICS angebotene Ladekarte eröffnet in ganz Österreich komplikationsloses Aufladen nach dem Motto "eine Karte, ein Vertrag – viele Stationen". Von keinem Ort in Österreich ist die nächste Säule weiter als rund 60 Kilometer entfernt.

Die Ladestationen von SMATRICS – einem Joint-Venture zwischen VERBUND und Siemens Österreich – sind leicht an ihrem einheitlichen Logo zu erkennen. Sie werden ergänzt um Stromzapfsäulen des niederländischen Roaming-Partners "The New Motion" in Deutschland, Belgien und den Niederlanden. Die Ladekarte in Kooperation mit SMATRICS eröffnet den Kunden auch die neuen Schnellladestationen, die derzeit im Rahmen des Projektes Central European Green Corridors in Österreich, Süddeutschland, Slowenien und in der Slowakei errichtet werden. "Mit der SMATRICS Kooperation im Projekt Central European Green Corridors und der neuen Nissan Ladekarte unterstreichen wir unsere Strategie,

konsequent in Ladeinfrastruktur für alle im Markt befindlichen Elektrofahrzeuge zu investieren und diese für unsere Kunden zu besonders günstigen Konditionen zugänglich zu machen", sagt Joachim Köpf, Manager eMobility für Nissan in der DACH Region. "Wir freuen uns, jedem Nissan Leaf Kunden unser hochwertiges Netz in ganz Österreich zur Verfügung zu stellen. SMATRICS integriert als einziger Anbieter auch auf Autobahnen 50kW DC Schnell-Ladestationen in das österreichweite Ladenetz.

"Das bedeutet, dass Autos, die wie der Nissan Leaf Gleichstrom verarbeiten können, hier in knapp 30 Minuten ihre Batterien aufladen", ergänzt Michael Viktor Fischer, Geschäftsführer SMATRICS.

## ENGMASCHIGES LADENETZ UND INTELLIGENTE NUTZER-APP

Die SMATRICS Ladeninfrastruktur erstreckt sich bereits

heute über ganz Österreich. Mit 140 Ladepunkten ist ein flächendeckendes Netz gespannt – das zudem immer dichter wird. In der Fläche setzt SMATRICS auf Typ 2 AC-Ladestationen, an den Tangentialen mit hoher Frequenz auf "schnelle" CCS & CHAdeMO DC-Ladungen mit 50 kW. Bespeist wird ausschließlich mit Strom aus 100% Wasserkraft.

Die Stromtankstellen befinden sich überwiegend bei Supermärkten, Einkaufszentren, Kinos, in Freizeitanlagen oder an Autobahnraststätten. Zusammen mit Standortpartnern wie OMV, REWE und APCOA wird das Netz entlang Autobahnen ausgebaut und in Ballungszentren weiter verdichtet. Schon seit August 2014 existiert so ein elektrifizierter Korridor zwischen Wien und Graz.

Über die für die Smartphone-optimierte Website und eine für Android und iOS-Geräte geeignete SMATRICS App finden Elektrowagnutzer einfach und schnell die nächste Ladestation, deren Status (frei/belegt) sowie Detailinformationen wie die genaue Lage, Öffnungszeiten oder die Ladegeschwindigkeit. Auch die Planung der schnellsten Route und die Navigation bis zum Ladepunkt übernimmt die SMATRICS App. Besonders alltagstauglich wird Elektromobilität durch spezielle Suchfunktionen: So leitet das System zum Beispiel bei Eingabe der Branche "Lebensmitteleinzelhandel" den Nissan Ladekarten-Nutzer zum nächsten mit einer Ladestation bestückten Supermarkt.

An allen Ladestationen von SMATRICS kommt der Strom zu 100% aus Wasserkraft. Geliefert wird er von VERBUND, Österreichs führendem Stromunternehmen und größtem Stromerzeuger aus Wasserkraft in Europa.

## LADEKORRIDOR IM HERZEN EUROPAS

Die Nissan Ladekarte in Kooperation mit SMATRICS wird zudem Zugang zu den im Projekt Central European Green Corridors (CEGC) geplanten Ladestationen beinhalten. In dem von der Europäischen Kommission geförderten Projekt haben sich elf starke Partner – darunter neben der slowenischen Regierung und OMV die Automobilhersteller Nissan, Renault, VW und BMW – unter der Koordination von VERBUND zusammengeschlossen. Assoziierte Partner wie ASFI



NAG und AustriaTech unterstützen das Projekt ebenso wie das österreichische Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie.

Ziel von CEGC ist es, bis Ende 2015 in Österreich, Slowakei und Slowenien ein Schnellladenetz mit 115 Ladepunkten in Multi-Standard-Technologie aufzubauen. Dann wird es zum Beispiel möglich sein, von München bis nach Zagreb durchgehend elektrisch unterwegs zu sein. Auch dank zusätzlicher Ladepunkte in Kroatien und Deutschland wächst Europa damit e-mobil weiter zusammen. SMATRICS wird den österreichischen Teil des Schnellladenetzes im Projekt CEGC betreiben.

"Wir setzen alles daran, um die Ökologisierung des Verkehrssektors zu beschleunigen. Deshalb freuen wir uns besonders über neue Kooperationen für Schnellladung über alle Branchen- und Ländergrenzen hinweg", betont Wolfgang Anzengruber, Vorstandsvorsitzender von VERBUND.

Laut einer VCÖ-Studie von 2012 legen Autofahrer in Österreich pro Tag im Schnitt nicht mehr als 36 Kilometer mit dem Auto zurück. Nicht nur deshalb, sondern auch dank seines hohen Anteils an Strom aus erneuerbaren Energien – rund zwei Drittel – ist Österreich geradezu prädestiniert für die E-Mobilität. Bis 2020 will die Alpenrepublik 250.000 Elektroautos auf die Straßen bringen. Bis 2050 ließen sich bei einem konsequenten Ausbau der Elektromobilität die durch den Pkw-Verkehr verursachten CO<sub>2</sub>-Emissionen um 80% verringern. ■

Die von Nissan und dem E-Mobilitätsanbieter SMATRICS angebotene Ladekarte eröffnet in ganz Österreich komplikationsloses Aufladen nach dem Motto "eine Karte, ein Vertrag – viele Stationen". Von keinem Ort in Österreich ist die nächste Säule weiter als rund 60 Kilometer entfernt.





# Elektromobilität

## in Deutschland braucht Milliarden Investitionen

Die Nationale Plattform Elektromobilität rät der Bundesregierung zu einer Milliarden-Investition, um der Elektromobilität in Deutschland zum Durchbruch zu verhelfen. Ohne Ausbau des Ladenetzes, zusätzliche Kaufanreize und Forschungsgelder sei das Ziel nicht zu halten, bis 2020 eine Million E-Autos auf die Straßen zu schicken.

**G**anze 24.000 Elektrofahrzeuge sind derzeit auf deutschen Straßen unterwegs. Für 2014 lautete das Zwischenziel der Bundesregierung 100.000. Bis zum Jahr 2020 sollen es eigentlich eine Million E-Fahrzeuge sein. Doch diese Marke scheint kaum noch erreichbar. Denn mit 4.800 öffentlichen Ladestationen an etwa 2.400 Standorten ist das Netz immer noch viel zu lückenhaft. Außerdem reichen die staatlichen Anreize etwa durch Steuervorteile oder kostenlose Parkmöglichkeiten in Städten nicht aus, um den Verkauf von E-Autos anzukurbeln. Das ist das eindeutige Ergebnis des aktuellen Berichts der Nationalen Plattform Elektromobilität (NPE), in der sich Industrie, Wissenschaft, Politik, Gewerkschaften und Verbände zusammengeschlossen haben.

Der Staat, so die Forderung der NPE, müsse Kaufanreize deutlich verstärken. Bundeskanzlerin Angela Merkel sagt dazu, die Regierung nehme die Empfehlungen ernst und werde sie prüfen. Durchaus wahrscheinlich ist, dass es eine Sonderabschreibung auf Dienstwagen mit Elektroantrieb geben wird – die Plattform empfiehlt eine 50-Prozent-Abschreibung im ersten Investitionsjahr. Doch solche Lockmittel allein werden die E-Mobilität wohl nicht deutlich nach vorne bringen. Denn es hakt auch an der Technik, vor allem die geringen Reichweiten schrecken viele potenzielle Kunden ab. Die NPE rät deshalb drin-

gend, die Forschung in Deutschland massiv zu verstärken – auch das natürlich mit Steuermitteln. Rund € 360 Millionen pro Jahr müsse die öffentliche Hand bis 2017 in die Forschung stecken, also mehr als eine Milliarde Euro insgesamt.

Dieser Plan setzt an mehreren Punkten an. Einer davon ist die Ladetechnik. Eine einzige Schnellladestation kostet derzeit rund € 27.000 – viel zu viel, um einen wirtschaftlichen Betrieb zu ermöglichen. Die technologische Weiterentwicklung soll helfen, die Investitionskosten deutlich zu senken. Der andere Punkt ist die Antriebstechnik. Die Kosten für das gesamte System müssten um zwei Drittel sinken, der durchschnittliche Wirkungsgrad um mehr als fünf Prozent steigen.

Großen Nachholbedarf sehen die Experten auch bei den Energiespeichern. Wenn das E-Auto zum Erfolgsmodell werden sollte, müssten in der Lebensdauer einer einzigen Batterie mindestens 1.200 Ladevorgänge möglich sein. Selbst bei aktuellen Lithium-Ionen-Akkus liegt dieser Wert heute oft nur bei rund der Hälfte. Außerdem müsse eine 80-prozentige Aufladung in weniger als 15 Minuten möglich sein, fordert die NPE. Derzeit dauert eine solche Tankfüllung selbst an einer Schnellladestation 30 Minuten – und von denen gibt es in Deutschland gerade mal etwa 100. ■



## DHL übernimmt Streetscooter

**D**er Logistik-Riese DHL will in den Elektroauto-Markt einsteigen. Der Konzern kauft die StreetScooter GmbH, ein ehemaliges Start-up aus dem Umfeld der RWTH Aachen. Nach FOCUS Online-Informationen könnten schon 2015 bis zu 10.000 Stromer pro Jahr gebaut werden. Die Post kommt elektrisch – und das in einigen Ballungszentren vielleicht bald flächendeckend. Das Ziel, so DHL, sei die „Entwicklung von wirtschaftlichen Elektroautos“. Die Übernahme stehe aber noch „unter dem Vorbehalt der fusionskontrollrechtlichen Freigabe“. Die Zusammenarbeit von Deutsche Post / DHL und der StreetScooter GmbH begann 2011 mit der Entwicklung eines auf die Bedürfnisse der Post zugeschnittenen Elektrofahrzeugs. Seit 2013 sind in Aachen im ehemaligen Talbot-/Bombardierwerk rund 200 StreetScooter Fahrzeuge produziert worden. An der Entwicklung der Fahrzeugarchitektur war auch der Elektro-Konzern Siemens beteiligt. Der erste Prototyp des StreetScooter für die Deutsche Post wurde 2012 vorgestellt, eine erste Vorserie ist seit 2013 im Einsatz. „Rund 20 Fahrzeuge fahren bereits als Teil der Elektroflotte im Rahmen des Pilotprojekts ‚CO<sub>2</sub>-freie Zustellung Bonn‘. „Hier stellt die Deutsche Post DHL die gesamte Brief- und Paketzustellung am Sitz der Firmenzentrale bis 2016 auf Elektromobilität um“, heißt es bei DHL. Ab Anfang 2015 sollen bereits mehr als 100 StreetScooter für DHL fahren. Gegenüber FOCUS-Online sagte Streetscooter-Chef Professor Achim Kampker, dass die neuen Elektro-Transporter in Aachen gebaut würden – mit einer möglichen Produktionskapazität von 6.000 bis 10.000 Fahrzeugen pro Jahr. „Relevant sind für uns die tatsächlichen Kosten. Wir wollen die konventionellen Fahrzeuge schlagen“, so Kampker. Das Besondere an den Stromer-Transportern: Sie basieren nicht – wie vergleichbare Fahrzeuge etablierter Hersteller – auf bestehenden Fahrzeugen, sondern wurden von Beginn an als Elektrofahrzeuge konzipiert. Akkugröße, Leistung, Transportkapazität und Ausstattung sollen modular für verschiedene Einsatzbereiche zugeschnitten werden können. ■

Radisson BLU

ANKOMMEN

DAS AUFLADEN IHRES  
ELEKTROAUTOS IST  
BEIM AUFENTHALT  
IN TEILNEHMENDEN  
RADISSON BLU HOTELS IN  
DEUTSCHLAND INKLUSIVE!

AUFTANKEN



HOTELS DESIGNED TO SAY YES!  
[radissonblu.de/emobility](http://radissonblu.de/emobility)





## „grimsel“ bricht Weltrekord

Das Formula Student Team des Akademischen Motorsportvereins Zürich (AMZ) hat es Anfang November geschafft: Ihr Elektrorennwagen grimsel beschleunigte in nur 1,785 Sekunden von 0 auf 100 km/h und knackte damit den bisherigen Weltrekord. Dieser betrug 2,134 Sekunden und wurde von einem Elektrofahrzeug der Technischen Universität Delft gehalten. Aufgestellt wurde der neue Rekord auf dem Militärflugplatz in Dübendorf. Die Geschwindigkeit von 100 Stundenkilometern erreichte das Fahrzeug in weniger als 30 Metern. Beim neuen Rekordfahrzeug handelt es sich um ein Formula Student-Elektroauto, welches von 30 Studenten der ETH Zürich und der Hochschule Luzern innerhalb eines Jahres entwickelt und gebaut wurde. «grimsel» ist das fünfte Elektroauto des AMZ und das Resultat einer stetigen Weiterentwicklung. Das Kohlefaserkunstwerk wiegt gerade mal 168 Kilogramm und besitzt eine Leistung von über 200 PS. Ein Vierradantrieb wird über vier eigens entwickelte Radnabenmotoren umgesetzt, welche ein Drehmoment von insgesamt 1.630 Nm an den Rädern generieren. Mittels Traktionskontrolle wird die Verteilung des Moments radindividuell geregelt, wodurch die Beschleunigung des Fahrzeugs maximiert wird. Kein Serienfahrzeug, auch keines mit Verbrennungsmotor erreicht eine ähnlich starke Beschleunigung. ■

## VON WEGEN EXPLODIERENDE AKKUS

Elektroautos haben in der aktuellen Runde des EuroNCAP-Crashtests einmal mehr bewiesen, dass sie Verbrennern in Sachen Sicherheit in nichts nachstehen. Im Gegenteil: Der Kia Soul ist mit Elektroantrieb sogar sicherer als sein Pendant mit Verbrennungsmotor. Auch ein Plug-in-Hybrid war

beim aktuellen Test vertreten – der Audi A3 Sportback e-tron holte sich mit einer 5-Sterne-Wertung die Bestnote. Unter dem Strich konnten zwar beide Varianten des Soul eine 4-Sterne-Wertung erzielen; der Verbrenner allerdings bekam Abzüge beim Frontalcrash, wegen Schwächen in der Stabilität des Vorderwagens und gelösten Schweißnähten im Fußraumbereich, was das Verletzungsrisiko für die unteren Extremitäten erhöht. Der Elektroantrieb beim Kia Soul EV blieb beim Crashtest unauffällig. Das mittelmäßige Abschneiden beim Fußgängerschutz und bei den Assistenzsystemen verhinderte bei den beiden Soul-Varianten eine 5-Sterne-Wertung. ■

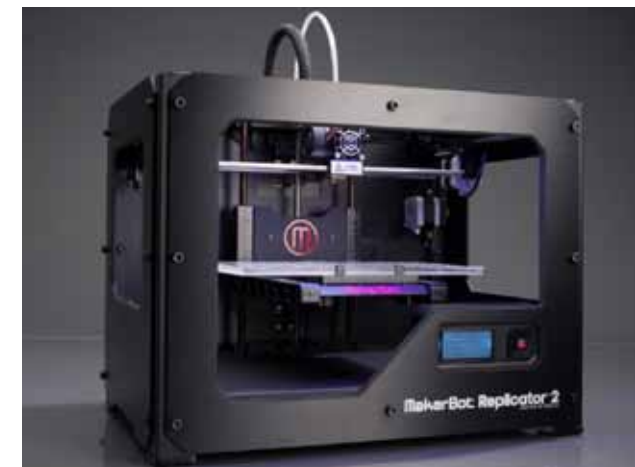
## Europas Bestseller: Mitsubishi Outlander

Der Mitsubishi Plug-in-Hybrid Outlander ist Europas Nummer eins in der Kategorie Elektrofahrzeuge: Fast 17.000 Einheiten des weltweit ersten SUV-Modells mit dem zukunftsweisenden Antriebskonzept wurden im Kalenderjahr 2014 bis einschließlich Oktober in Europa verkauft – wobei das Fahrzeug noch nicht einmal in allen 34 europäischen Mitsubishi-Märkten eingeführt ist. Seit dem Marktstart im dritten Quartal 2013 wurden in der betreffenden Region mehr als 25.000 Einheiten abgesetzt. Sein Hybridsystem beinhaltet einen 89 kW / 121 PS starken Benzinmotor, zwei Elektromotoren mit jeweils 60 kW / 82 PS an Vorder- und Hinterachse sowie eine leistungsstarke 12-kWh-Lithium-Ionen-Batterie. In puncto Drehmoment und Beschleunigung liegen die Fahrleistungen des Plug-in-Hybrid Outlander auf Dieselniveau, Kraftstoffverbrauch und CO<sub>2</sub>-Ausstoß im kombinierten NEFZ-Zyklus dagegen bei nur 1,9 Liter auf 100 km respektive 44 g/km. In der Reichweite fährt er mit rund 800 Kilometern ebenfalls auf Augenhöhe mit sparsamen Dieselmotoren. ■



## BRENNSTOFFZELLE AUS DEM 3D-DRUCKER

Forscher aus den USA wollen mit einem 3D-Drucker eine Brennstoffzelle herstellen. Sie hätten eine Reihe von Tinten zusammengemischt, aus denen ein 3D-Drucker eine keramische Brennstoffzelle aufbauen könne, berichtet das US-Wissenschaftsmagazin IEEE Spectrum. Der 3D-Drucker soll nacheinander deren verschiedene Komponenten herstellen: Anode, Kathode, Elektrolyt und Verbindungstück. Dazu haben die Forscher um Ramille Shah verschiedene Tinten gemischt. Die Tinten bestehen zu 70 bis 90% aus verschiedenen keramischen Partikeln. Hinzu kommen ein Bindemittel sowie verschiedene Lösungsmittel. Diese haben unterschiedliche Verdunstungseigenschaften: Einige verdunsten sehr schnell, so dass die Tinte schnell aushärtet. Andere sind weniger flüchtig. Sie sorgen dafür, dass die Tinte feucht genug bleibt, damit sie sich mit der nächsten Lage, die der Drucker ausbringt, verbinden kann. Auf diese Weise kann der 3D-Drucker die Brennstoffzelle Schicht für Schicht aufbauen. Fertig ist sie allerdings



noch nicht: Wie jedes Werkstück aus Keramik muss auch die SOFC noch in den Ofen. Dort wird die Zelle bei einer Temperatur von über 1.200 Grad gebrannt. Eine Brennstoffzelle in einem Arbeitsgang mit einem 3D-Drucker herzustellen, sei einfacher, als die Einzelteile zusammenzubauen – der große Vorteil des 3D-Drucks sei aber, dass die Komponenten oder die ganzen Brennstoffzellen in Formen hergestellt werden könnten, die sonst nicht möglich seien. ■

## AKASOL LIEFERT IMMER SO VIEL ENERGIE, WIE SIE BRAUCHEN

**AKASOL**  
High Performance Battery Systems



HOCHLEISTUNGS-LITHIUM-IONEN-BATTERIESYSTEME FÜR TRANSPORTER, LASTKRAFTWAGEN, SCHIFFE, BAHNEN UND MEHR.

- Modular & frei skalierbar
- Energiedichte bis zu 140 Wh/kg
- Extrem kompakt
- Automotive zertifiziert
- Schnellladefähig
- Sicher, robust, zuverlässig



# Modulares Energiespeichersystem mit Lithium-Ionen-Batterien für hybride Antriebssysteme

Hybridantriebe bieten im Offhighway-Bereich große Chancen, durch Rückgewinnung und Speicherung von kinetischer oder potenzieller Energie den Kraftstoffverbrauch zu senken und Emissionen einzusparen. Der Systemlieferant MTU entwickelte ein modulares Hybridsystem, das aus Standardkomponenten aufgebaut ist. Eines der wichtigsten Bauteile dieses Systems ist das elektrische Energiespeichersystem (ESS), das die produzierte Energie speichert, bis sie tatsächlich benötigt wird.

Im Rahmen des vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) geförderten Projekts LiANA+ entwickelten die Projektpartner MTU Friedrichshafen GmbH, Akasol GmbH und Sensor-Technik Wiedemann GmbH (STW) gemeinsam mit dem Lehrstuhl für Mechatronik der Universität Rostock und dem Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) ein modular aufgebautes Hochleistungs-Energiespeichersystem mit Lithium-Ionen-Zellen für eine Vielzahl von Anwendungen und Leistungsklassen. Akasol testete neun verschiedene Zelltypen nach Kriterien wie Leistungsdichte, Sicherheit, Preis, Zyklusstabilität, Qualität sowie Verfügbarkeit und wählte dann zwei Zelltypen für die Entwicklung des Prototyps aus. Angesichts vielversprechender Simulationsergebnisse konzentrierten sich die Detaillierung und zeitliche Priorisierung auf die größere 46-Ah-Zelle.

## ZELLCHARAKTERISIERUNG UND -MODELLIERUNG

Die Dynamik, Leistung und Effizienz elektrischer Akku-

mulatoren richten sich nach dem Ladezustand (SOC), Gesundheitszustand (SOH) und der Temperatur der Batterie. Am ZSW wurden elektrische und thermische Messungen mit den Zellen durchgeführt, um die Leistung der Akkumulatoren zu beschreiben. Für die Simulation des Batteriepacks und die modellbasierte Zustandsbestimmung wird das elektrische Verhalten der Zelle mithilfe eines Klemmenspannungsmodells mit Leerlaufspannung  $V_0$ , ohmschem Widerstand  $R_0$  und zwei RC-Gliedern abgebildet und parametrisiert.

## MODULARISIERUNG DES ENERGIESPEICHERSYSTEMS

Für das Batteriesystem wurde ein modularer Ansatz gewählt, sodass es später für verschiedene Offroad-Anwendungen eingesetzt werden kann. Das Design der bestehenden Lösung von Akasol wurde optimiert und weist jetzt bessere Kühleigenschaften auf, die wiederum eine höhere Dauerleistung bei längerer Lebensdauer ermöglichen. Das Modul besteht aus zwölf Lithium-Ionen-Zellen

und sorgt für deren thermische und elektrische Anbindung. Ebenso beinhaltet es die Messelektronik zur Zustandsüberwachung der Zellen.

Mehrere Module werden in einem Batteriegehäuse zusammengefasst (siehe Bild 1). Verschiedene Parallel- und Reihenschaltungen sorgen dafür, dass die Batteriestränge zu Energiespeichern mit unterschiedlichen Leistungs- und Energiewerten zusammengestellt werden können. Im Rahmen des LiANA+-Projekts wurden Batteriebanken mit 15 in Reihe geschalteten Modulen mit einer Nennspannung von 666 V entwickelt. Drei dieser Banken werden parallel geschaltet und erzeugen somit eine Gesamtenergie von etwa 92 kWh und haben eine Spitzenleistung von 552 kW.

## FUNKTIONALE SICHERHEIT

Lithium-Ionen-Batterien bergen ein intrinsisches Gefahrenpotenzial, das durch eine Kombination aus konstruktiven und elektronischen Maßnah-

men beherrscht werden muss. Diese Sicherheitsfunktionen sind ein wesentlicher Bestandteil des Batteriemanagementsystems (BMS). Ihre Implementierung ist den geltenden Vorschriften und Bestimmungen für funktional sichere Systeme unterworfen, wie sie in der Norm IEC 61508 und davon abgeleiteten und anwendungsspezifischen Normen festgelegt sind.

Die im Projekt LiANA+ erstellte Risikoanalyse hat die Sicherheitsziele für die elektronische Sicherheitseinrichtung festgelegt, die Sicherheitsfunktionen und deren Anforderungsstufen bis SIL2 ermittelt und als sicheren Zustand das Abschalten eines Batteriestrangs definiert. Das BMS realisiert diese Funktionen, und STW als Hersteller dieses Systems ist in der Lage, den Nachweis gemäß der einschlägigen Normen zu führen. Für die Sicherheit von Maschinen gilt beispielsweise die Norm ISO 13849 und speziell für die Bahntechnik sind es Standards wie EN 50128 und EN 50129.

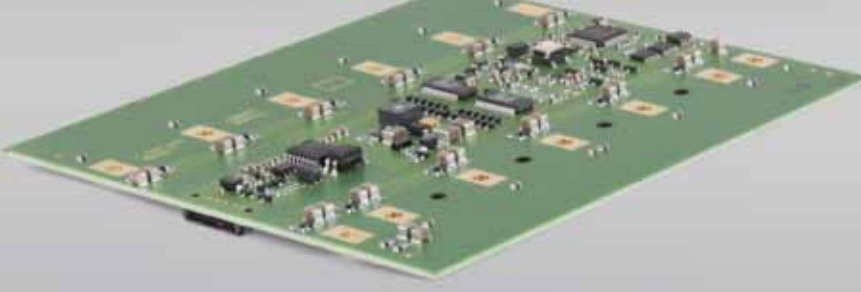
## AUFBAU DES BATTERIEMANAGEMENTSYSTEMS

Jedes der in der Batterie verbauten Module verfügt über eine Zellüberwachungselektronik (siehe Bild 2 - Cell Supervision Circuit, CSC). Ein CSC enthält neben einem 16-Bit-Mikrokontroller eine redundante hochgenaue Messeinrichtung für Einzelzellspannungen und Zelltemperaturen. Zu jeder Batterie gehören zwei Schütze, welche ein zweipoliges Zu- und Abschalten der jeweiligen Batterie erlauben. Ergänzt werden diese

**Bild 1:**  
(1) Thermische Isolation  
(2) Modul  
(3) Hydraulik  
(4) Leitungsanschlüsse  
(5) Batteriemanagement inkl. Hauptschütze  
Bild: Akasol GmbH







**Bild 2:**  
Zellüberwachung  
(CSC) eines  
Speichermoduls  
Bild: STW GmbH

Schütze von einer hochpräzisen, shunt-basierten Strommessung und Isolationsüberwachung sowie einer Vorladeeinheit für das kontrollierte Aufladen der Zwischenkreiskapazität.

Im Parallelbetrieb kann einem BMS (siehe Bild 3) eine Masterfunktion zugewiesen werden. Dieses BMS übernimmt die Koordination und lässt das Energiespeichersystem wie eine einzige Batterie mit entsprechend höherer Kapazität erscheinen. Das BMS verfügt zudem über einen 32-Bit-Mikrocontroller mit Fließkommaprozessor. Seine Basissoftware ist von den funktional sicheren Komponenten entkoppelt und führt komplexe Algorithmen zur Zustandsbestimmung (SOC und SOH) der Batterie aus.



**Bild 3:**  
Batteriemanagementsystem (BMS)  
mit Hochspannungsanschluss für  
eine Batteriebank  
Bild: STW GmbH

#### VALIDIERUNG DES GESAMTSYSTEMS

Die Erprobung und Absicherung der Funktionen des Energiespeichersystems im Zusammenspiel mit den weiteren Komponenten des Hybridantriebes wurden auf einem eigens für diesen Zweck ausgebauten Hybridprüfstand durchgeführt. Die Tests bestätigten die modularen Eigenschaften sowie die Funktionen des Systems. An die Prüfungen schloss sich ein Dauerlaufversuch an, um Erkenntnisse über den langfristigen

Einsatz von Lithium-Ionen-Energiespeichersystemen dieser Größe zu sammeln.

#### POTENTIELLE KRAFTSTOFFEINSPARUNG FÜR EIN DIESEL-HYBRID-SCHIENENFAHRZEUG

Um das Kraftstoffeinsparpotenzial ausgewählter Schienenfahrzeuge im Vergleich zu herkömmlichen Triebwagen zu beurteilen, wurde an der Universität Rostock anhand eines regelungsorientierten Simulationsmodells eine optimale Betriebsstrategie entwickelt. Die Hauptkomponenten wurden anhand der Längsdynamik eines zu einem Hybridfahrzeug umgerüsteten zweiteiligen lokalen Triebwagens modelliert.

Gemäß des Grundgedankens des Optimalitätsprinzips von Bellmann – jedes Ende einer optimalen Entscheidungsfolge ist per se optimal – wird die Entscheidungsfolge beginnend von einem Endzustand sukzessive entgegen der Simulationsrichtung aufgebaut. Für ein vorgegebenes Geschwindigkeitsprofil wurde eine Kraftstoffeinsparung von 18,1 % gegenüber einem konventionellen Dieselfahrzeug erzielt. Die entsprechende Progression des Ladezustands des Energiespeichers erfüllt die Anforderungen für einen ausgeglichenen Ladezustand und weist einen maximalen Ladungshub von 4 % auf. Dieser wird überlagert von zahlreichen Mikrozyklen im Bereich bis zu 1% Hub. Lebensdauersimulationen lassen vermuten, dass ungefähr 125.000 dieser Ladezyklen möglich sind. Unter Berücksichtigung der normalen Alterung der Zellen kann eine Betriebsdauer von mehr als zehn Jahren bei guter Temperierung erwartet werden. ■

#### Autor

Ulrich Huber, Projektmanager  
Sensor-Technik Wiedemann GmbH (STW)

#### Mitwirkende

Jörg Niederer, Projektleiter,  
MTU Friedrichshafen GmbH  
Dr. Björn Eberleh, Leiter Forschung und Versuch  
Akasol GmbH  
Dr. Michael A. Danzer, Stellvertretender  
Fachgebietsleiter Akkumulatoren  
Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-  
Forschung Baden Württemberg (ZSW)  
Maik Leska, Wissenschaftlicher Mitarbeiter,  
Lehrstuhl für Mechatronik, Universität Rostock

## Hochvoltschütz für Hybrid- und Elektrofahrzeuge

**T** E Connectivity hat sein Hochvoltschütz EVC 250 optimiert, das speziell für die Anforderungen in Hybrid-, Elektro- und Brennstoffzellenfahrzeugen sowie Batterieladesystemen entwickelt wurde und ganz ohne druckgefüllte Kontaktkammern auskommt. Die Neuerungen des EVC 250 umfassen vergrößerte Kontaktabstände, eine verbesserte Schaltdynamik, die Feldoptimierung der Blasmagnete sowie Maßnahmen zur Kontrolle der Lichtbögen. Dadurch kann das Hochvoltschütz Kurzschlüsse von bis 6 kA sicher tragen, Dauerströme von 250 A führen und die Schaltaufgaben in Hybrid- und Elektrofahrzeugen erfüllen. Ein Druck- oder Befüllungsverlust kann nicht auftreten, damit entfällt der sonst erforderliche Wartungsaustausch. Die Gehäuseabmessungen betragen 93 mm x 55,3 mm x 49,8 mm. Dank der vereinfachten Konstruktion mit optimierten Teilen ist eine voll automatisierte Produktion möglich. Neben der Standardversion mit getrennten Spulen zum Ansprechen und Halten mit automatischer, interner Umschaltung ist auch eine Einspulen-Variante für den Betrieb mit getakteter Ansteuerung (PWM) verfügbar. Das EVC 250 Hochvoltschütz entspricht der IEC-Norm 60664.. ■

## LADEBOX FÜR ELEKTROGESCHÄFTSWAGEN

**V**attenfall's neue Ladebox „Smart“ informiert Nutzer online über Ladestatus und Verbrauch angeschlossener E-Fahrzeuge, schafft eine Grundlage zur Verrechnung der Ladekosten und bietet eine komfortable Zugangsverwaltung. Das eingebaute Lastmanagement ermöglicht das Laden mehrerer E-Fahrzeuge auch bei geringer Anschlussleistung. Neben den Basisfunktionen jeder Ladebox – elektrische Sicherheit und hohe Ladeleistung – erhalten Käufer den Zugang zum E-Mobility Online Portal von Vattenfall. Per Mobilfunkverbindung zur Ladebox können Ladezustand sowie die Ladehistorie vom PC im Büro bzw. zuhause aus eingesehen oder Ladekarten verwaltet werden. Erlauben Arbeitgeber Mitarbeitern die Nutzung der Ladebox für private E-Fahrzeuge, werden automatisch Daten für die nötige Versteu-

erung des geldwerten Vorteils generiert. Der Zugang zu diesen Daten kann auf Berechtigte beschränkt werden. Die Daten können ebenfalls genutzt werden, um Dienstwagenberechtigten mit Elektroauto den zuhause geladenen Strom zurückzuvergüten. Vattenfall bietet neben der Hardware und dem Online-Service auch die Installation der Ladeinfrastruktur bundesweit an. Die Ladebox Smart mit 3,7 kW Ladeleistung und Typ2-Steckdose ist sofort erhältlich, ebenso Modelle mit festem Ladekabel oder höheren Ladeleistungen bis 22 kW. ■

## Citroën: Elektromobilität wird günstiger

**D**er zu hundert Prozent elektrisch angetriebene, viersitzige Kleinwagen C-Zero ist mit einer Reichweite von rund 150 Kilometern für den privaten und den gewerblichen Bereich eine interessante Mobilitätslösung im innerstädtischen Verkehr. Ab sofort ist der C-Zero bereits ab € 21.750,42 erhältlich. Der Berlingo Electric ist zum Einstiegspreis von lediglich € 19.700 zuzüglich des Batteriepreises in Höhe von € 5.300 erhältlich. Der vielseitige, rein elektrisch angetriebene Stadtlieferwagen ist genau auf die Bedürfnisse Gewerbetreibender – wie beispielsweise Kurierdienste oder kleinere Handwerksbetriebe in Großstädten – zugeschnitten. ■

## Hybrid-Tankkarte für Strom und Kraftstoff

**N**OVOFLEET wird in der ersten Jahreshälfte 2015 eine Hybrid-Tankkarte für Strom und Kraftstoff anbieten. Die vom Fahrzeughersteller unabhängige Hybrid-Tankkarte wird in Deutschland Zugang zu rund 1.500 öffentlichen Ladepunkten für E-Fahrzeuge und Plug-in-Hybride bieten. Eine Erweiterung des Ladesäulenakzeptanznetzes auf weitere Länder ist in Vorbereitung. Gleichzeitig kann der Nutzer auf die rund 3.300 bestehenden Tankstellen im NOVOFLEET Versorgungsnetz zugreifen. Er benötigt für Ladepunkte und Tankstellen weiterhin nur eine Karte. ■



# „China kann der größte Markt für Elektromobilität werden“

Chinas Wirtschaft wächst seit Jahren kontinuierlich. Insbesondere die weltweite Automobilindustrie profitiert von der enormen Wirtschaftskraft, die im Reich der Mitte vorherrscht. Inzwischen ist China zum weltweit größten Automobilmarkt gewachsen - und das spüren vor allem Premiumhersteller wie Mercedes-Benz.

Hubertus Troska, Vorstandsmitglied der Daimler AG verantwortlich für China, über das immense Wachstumspotential im chinesischen Automobilmarkt. Der Stuttgarter Autokonzern wird 2015 gemeinsam mit seinem chinesischen Partner BAIC-Motors den Ausbau des Pkw-Produktionsstandortes in Peking konsequent vorantreiben.

**D**aimler befindet auf dem chinesischen Markt auf der Überholspur und verspricht sich auch im kommenden Jahr deutlich über 300.000 verkaufte Einheiten und damit erneut ein zweistelliges Wachstum. In diesem Monat feiert das Unternehmen das Produktionsjubiläum des 500.000sten Mercedes-Benz Pkw in Peking, einer C-Klasse in der Langversion. Für den China-Vorstand der Daimler AG Hubertus Troska macht das deutlich, wie dynamisch das Wachstum der Marke Mercedes-Benz in China zuletzt war. Hubertus Troska spricht über die Perspektiven des China-Marktes, die strategische Ausrichtung von Mercedes-Benz sowie die Zukunft der Elektromobilität in der Volksrepublik China.

*Herr Troska, Sie sind seit zwei Jahren China-*

*Vorstand von Daimler. Was macht für Sie die Faszination des chinesischen Automobilmarktes aus?*



Vor 25 Jahren war China im internationalen Vergleich ein relativ kleiner Markt. Letztes Jahr 2013 war er der größte Markt der Welt. Insofern zeigt es die Dynamik einer Volkswirtschaft, die wächst, wo Einkommen wächst und wo Menschen das Bedürfnis und den Wunsch haben, Premiumprodukte zu nutzen. Das Automobil ist sicherlich eine gute Möglichkeit, die eigene Wohlstandsentwicklung jeden Tag erleben zu können.

*Mercedes-Benz hat in diesem Jahr in China kräftig zugelegt. Welche Modelle sind gerade auf dem chinesischen Markt wichtig und erfolgreich?*

Im Premiumsegment China sind die E-Klasse und die C-Klasse sehr wichtig. SUV, GLK und GLA

sind ebenso wichtig, und natürlich sehr beliebt am oberen Ende ist die S-Klasse. Aber auch M-Klasse und GL sind ganz hervorragende Märkte in China.

*Wie sehen vor diesem Hintergrund Ihre Prognosen für die Marke Mercedes-Benz in den kommenden Jahren auf dem chinesischen Markt aus?*

In 2020 wollen wir als Mercedes-Benz weltweit auf die Nummer Eins vorrücken. Dafür ist es wichtig, dass wir auch in China eine starke Präsenz haben. Die Entwicklung unseres Geschäftes 2014 macht mich sehr zuversichtlich, dass wir auf einem guten Weg sind. Ich glaube 2015 wird ein noch besseres Jahr.

*Ein weiterer Faktor, der zu Ihrem Erfolg in China beigetragen hat, ist der Ausbau der lokalen Fahrzeugproduktion. Wie sieht hier die weitere Entwicklung aus?*

In 2013 haben wir rund 50 Prozent der in China verkauften Autos lokal gebaut, die anderen 50 Prozent waren importiert. Wir werden wahrscheinlich schon nächstes Jahr

und in den Folgejahren rund zwei Drittel der Fahrzeuge, die wir lokal verkaufen, auch lokal produzieren. Das heißt zwei Drittel werden lokal gebaut und ungefähr ein Drittel wird importiert.

*Sie haben Anfang Dezember die Produktion des 500.000sten Mercedes-Benz Pkw im Werk Beijing Benz Automotive Co. gefeiert. Wie wichtig ist dieser Meilenstein für Daimler in China?*

Sehr wichtig. Es zeigt, wie wir in den letzten Jahren gewachsen sind. Wir verkaufen in diesem Jahr über 260.000 Fahrzeuge und insofern streben wir jetzt das millionste, lokal gebaute Auto in einigen Jahren an.

*Ein weiteres Signal für das Daimler-Engagement im chinesischen Markt war die Eröffnung des weltweit größten Forschungs- und Entwicklungszentrums in diesem Sommer in Peking. Warum ist dieses neue Entwicklungszentrum so wichtig für Ihr Unternehmen?*

Es ist extrem wichtig, in diesem dynamischen Markt mit sehr jungen Kunden Trends zu verstehen, sehr gut zu verstehen, was chinesische Kunden wollen, und dieses dann auch möglichst lokal und flexibel umsetzen zu können. Dafür braucht man eine sehr gute Entwicklungsmannschaft, die auch vor Ort diese Trends erkennt und versteht, hier haben wir investiert. Es gibt ein neues Advanced-Design-Studio in Peking, ein extrem Modernes. Unser Ziel ist es, sehr frühzeitig die Trends zu erkennen, in die Entwicklung unserer Fahrzeuge zu integrieren, sodass alle Produkte, seien sie lokal gebaut oder importiert, voll den Geschmack der chinesischen Kunden treffen.

*Welche Rolle spielt China aus Ihrer Sicht was die Etablierung der Elektromobilität angeht?*

**„China hat das Potential, neben dem größten Pkw-Markt allgemein, auch in der Elektromobilität der größte Markt der Welt zu werden.“**

Hubertus Troska  
Vorstandsmitglied der Daimler AG

China hat das Potential, neben dem größten Pkw-Markt allgemein auch in der Elektromobilität der größte Markt der Welt zu werden. Das Jahr 2015 ist ein wichtiges Jahr, in dem es sich zeigen wird, denn jetzt sind einige neue Elektroprodukte, unter anderem unser Densa, auch verfügbar. Die Regularien sind sehr positiv, sehr elektrofahzeugfreundlich. Jetzt fehlt nur noch eine gute Infrastruktur für

Ladestationen. Ich bin sehr zuversichtlich, dass wir 2015 einen sehr positiven Trend sehen werden für Elektrofahrzeuge oder auch PLUG-IN-Hybride. ■

Vielen Dank für das Interview.



# Elektromotoren: Effizienter, leiser, sensorlos

Häufig benötigt man in Elektromotoren eigens eingebaute Sensoren, um laufend die Position des Magnet-Rotors im Inneren des Motors zu messen. An der TU Wien wurde eine Elektromotor-Antriebsregelung entwickelt, die ganz ohne solche Sensoren auskommt.

**D**iese Technologie wird von Firmenpartnern bereits eingesetzt. Diese Elektromotoren sind sehr leise und erreichen ein optimales Drehmoment im gesamten Drehzahlbereich. Die Motoren sind nicht nur effizienter, der Verzicht auf fehleranfällige Sensorik macht sie auch deutlich ausfallsicherer.

Die Anwendungsmöglichkeiten reichen von kleinen Haushaltsgeräten bis hin zu großen Eisenbahnen: Drehstrom-Synchronmaschinen sind ein Motorentyp, der heute in ganz unterschiedlichen Größen gerne eingesetzt wird. Auf dem Rotor im Inneren des Motors befinden sich Permanentmagnete, außen sind Elektromagnete angeordnet, die im richtigen Takt, passend zur Rotationsgeschwindigkeit immer wieder umgepolt werden müssen. „Wenn dieser Takt nicht genau stimmt, dann ruckelt der Motor und man vergeudet Energie“, erklärt Prof. Manfred Schrödl von der TU Wien.

Normalerweise messen Sensoren die Position des Magneten, geben die Daten an die Steuerungselektronik weiter, die dann die Elektromagnete kontrolliert. „Solche Sensoren bringen aber immer wieder dieselben Probleme mit sich“, erklärt Schrödl. „Die Sensortechnik verursacht Kosten, benötigt Platz und ist immer besonders ausfallkritisch.“ Dünne Drähte und feine Lötstellen bei den Sensoren gehen leicht kaputt und sind für viele Motorausfälle verantwortlich.

Das Synchronmaschinen-System geht einen ganz ande-

ren Weg: „Wir verwenden die Kabel, die wir ohnehin immer haben: Die Stromzufuhr zum Elektromagneten“, sagt Manfred Schrödl. Kurze elektrische Testimpulse werden durch die Leitungen geschickt, und aus der elektrischen Reaktion darauf lässt sich die aktuelle Stellung des Rotors ableiten.

Die elektrischen Pulse, die dafür nötig sind, dauern nur einige Millionstel-Sekunden. Eine klug angelegte Elektronik stellt sich auf die Drehzahl des Motors ein und steuert die Elektromagnete. Bei niedriger Drehzahl, beim Hochfahren des Motors, muss die genaue Position sehr oft gemessen werden. Läuft der Motor auf vollen Touren, ist es einfacher, genug Information über die Bewegung zu erhalten.

Die neue Technik wird nun bereits erfolgreich in verschiedenen Industrie- und Medizinapplikationen eingesetzt. Laufend werden weitere Anwendungsgebiete für die sensorlose Antriebstechnik erschlossen, wobei die TU Wien im Entwicklungsprozess gerne die Anwender unterstützt. Nach wie vor wird die Technologie an der TU Wien weiterentwickelt. So gelang es nun, die Motoren deutlich leiser zu machen. Sendet man nämlich elektrische Pulse in den Motor kann das zu hörbaren Schwingungen führen. Nun wurden diese Pulse so angepasst, dass die Schwingungen nur noch in einem unhörbaren Frequenzbereich auftreten. „Gerade für geräuschempfindliche Anwendungen, etwa bei Lüftungen oder bei Elektroautos, bringt unsere Neuentwicklung große Vorteile“, meint Prof. Schrödl. ■

## Allradler mit Brennstoffzelle

**I**n 7,9 Sekunden spurtet er von 0 auf 100 km/h und erreicht 180 km/h Spitze. Er legt mit einer Tankfüllung mehr als 500 Kilometer zurück – und aus dem Auspuff kommen nur ein paar Tropfen Wasser: Der A7 Sportback h-tron quattro, den Audi auf der Los Angeles Auto Show 2014 vorstellt, nutzt einen starken, sportlichen Elektroantrieb mit einer Brennstoffzelle als Energielieferanten, der mit einer Hybridbatterie und einem zusätzlichen Elektromotor im Heck kombiniert ist. Beim Audi A7 Sportback h-tron quattro wird die elektrische Gesamtsystemleistung von 170 kW sowohl an die Vorder- als auch an die Hinterräder übertragen. „Der A7 Sportback h-tron quattro ist ein echter Audi – sportlich und effizient zugleich. Als e-quattro konzipiert, treibt er mit zwei Elektromotoren alle vier Räder an“, erklärt Prof. Dr. Ulrich Hackenberg, Audi-Vorstand für Technische Entwicklung. „Mit dem Concept Car h-tron zeigen wir, dass wir die Brennstoffzellentechnologie beherrschen. Sobald Markt und Infrastruktur es rechtfertigen, können wir in den Serienprozess einsteigen.“ ■

## SPAR-REIFEN FÜR ELEKTROAUTOS

**D**as finnische Unternehmen Nokian bringt im Januar 2015 ihren neuen Winterreifen Hakkapeliitta R2 auf den Markt. Diese wurden speziell für das Elektroauto BMW i3 entwickelt. Der Rollwider-



stand soll rund 30% niedriger sein als bei vergleichbaren Gummis, behauptet das Unternehmen. Die Energieeinsparungen aufgrund des niedrigeren Rollwiderstands

erhöhen die Reichweite des Fahrzeuges, versprechen die Experten. Genaue Angaben dazu machen sie allerdings nicht. ■

## i3 parkt künftig ganz alleine

**N**euartige Sensoren, die so intelligent sind, dass mit ihnen Autos selbständig einen Parkplatz finden und dabei jegliche Kollision vermeiden können: Diese Technologien zeigt BMW Anfang Januar in Las Vegas. Ein zum Forschungsfahrzeug umgerüsteter i3, ist mit diesen Assistenten ausgestattet und wird dann erstmals der Öffentlichkeit präsentiert. Grundlage für die 360-Grad-Kollisionsvermeidung ist eine Positions- und Umfelderkennung. BMW hat seinen i3 mit vier Laserscannern ausgestattet, die die Umgebung scannen und so Hindernisse erkennen kann. Nähert sich das Auto zum Beispiel zu schnell einer Mauer oder einem Pfeiler, verhindert ein automatischer Bremsenintervall eine Kollision. Das Fahrzeug wird dabei zentimetergenau zum Stehen gebracht. Lenkt der Fahrer vom Hindernis weg oder wechselt die Fahrtrichtung, löst das System den Bremsenintervall. Der vollautomatisierte Parkassistent im Forschungsfahrzeug der Münchner kombiniert die Informationen der Laserscanner mit dem digitalen Lageplan eines Parkhauses. Aktiviert der Fahrer per Handy oder Smartwatch den Parkassistenten, steuert das System das Fahrzeug selbstständig durch die Etagen, während der Fahrer bereits ausgestiegen und zum Beispiel schon auf dem Weg zu seinem Geschäftstermin ist. Dabei erkennen die Sensoren des Assistenten nicht nur bauliche Gegebenheiten des Parkhauses, sondern auch Hindernisse, die unerwartet auftreten, wie falsch abgestellte Fahrzeuge oder Fußgänger. Die Technik ist so programmiert, dass das Auto diese Hindernisse erkennt und umfahren kann. Ist das Auto auf seinem Parkplatz angekommen, verriegelt es sich und wartet darauf, per Sprachbefehl gerufen zu werden. Dann berechnet der Assistent die exakte Zeit bis zur Ankunft des Fahrers am Parkhaus und lässt den BMW i3 so starten, dass er am Parkhausausgang rechtzeitig vorfährt. Durch die Verbindung von Fahrzeugsensorik und digitalem Lageplan kann das Auto vollautomatisiert gesteuert werden – unabhängig vom GPS-Signal, dass teilweise in Parkhäusern nicht verfügbar ist. Mit dieser Technik sind die Autos von BMW nicht auf eine Car-to-X-Ausstattung von Parkhäusern angewiesen: Die eigenen Sensoren und der digitale Lageplan der Parkhäuser reicht den Autos aus, um sich darin zurecht zu finden. ■



# 48-V-Hybridsystem geht 2016 in Serie



Continental bringt mit seinem 48-V-Eco-Drive-System eine Alternative, welche die Lücke zwischen Hybridfahrzeugen mit Hochvoltanlage und konventionellen Fahrzeugen mit Start/Stopp-Funktion und regenerativen Bremssystem schließt. Dem Erstausrüster zufolge bringen 2016 zwei europäische Automobilhersteller erstmals Fahrzeuge mit einem 48-V-Bordnetz in Serie.

Die auf 48 V basierende Hybrid-Technologie von Continental lässt sich dem Unternehmen zufolge mit wenig Aufwand in die Architektur konventionell angetriebener Fahrzeuge integrieren – auch weil ein 48-V-Netz keine Maßnahmen zum Berührungsschutz erfordert wie etwa ein Hochvoltssystem (ab 60 V). Zugleich lassen sich mit 48 V Funktionen realisieren, die bisher nur bei den Hochvolt-Hybridsystemen zu finden sind: Abschalten des Verbrennungsmotors während der Fahrt, sehr schneller, komfortabler Motor-Restart und eine effiziente Bremsenergie-Rückgewinnung (Rekuperation).

Bei welchen Fahrzeugherstellern die neue 48-V-Technologie 2016 in Serienfahrzeugen Einzug hält, verrät Continental noch nicht. Fest steht aber, dass es wie schon erwähnt gleich zwei sein werden.

## BIS ZU 21% WENIGER KRAFTSTOFF

Welches Einsparpotenzial damit verbunden ist, zeigte kürzlich das VOX-Automagazin „auto mobil“. 21% weni-

ger Kraftstoff verbrauchte das Demonstrationsfahrzeug mit 1,2-l-Ottomotor und dem „48 Volt Eco-Drive“-System von Continental verglichen mit der Serienversion des gleichen Modells mit Start/Stopp-System. Nach Angaben von Continental erfolgten die Testfahrten unter realen Bedingungen und vorwiegend im städtischen Raum. Hier lassen sich die höchsten Einsparungen erzielen. Das System reduziert den Verbrauch durch Motorabschaltung und Rekuperation aber auch auf der Landstraße und der Autobahn

Auch wenn der VOX-Test 21% Sparpotenzial offenbarte, so liegt der durchschnittliche Effekt bei 13%, so Continental-Experte Dr. Carsten Götte, Leiter Entwicklung Bordnetzsysteme. Wie er betont, ergaben die Messungen, denen der Neue Europäische Fahrzyklus (NEDC) zugrunde lag. Dabei wurde ein Fahrzeug mit dem Eco-Drive-System mit einem konventionellen Wagen ohne Start/Stopp-Funktion verglichen. Basis für die Einsparung ist das höhere Spannungslevel. Gegenüber 12-V-Systemen ist damit eine wirkungsvollere Rekuperation möglich und das Abschalten des Motors während der Fahrt.

## WEITERE VORTEILE

Die 48-V-Technologie hat jedoch noch mehr Vorteile: So lassen sich energieintensive elektrische Verbraucher mit der höheren Spannung effizienter betreiben. Außerdem können 48-V-Verbraucher einen Beitrag zur Gewichtsreduzierung leisten, wenn sie aufgrund ihrer Effizienz leichter bauen und somit weniger auf die Waage bringen (z.B. durch geringere Kabelquerschnitte in Wicklungen).

Bei größeren Fahrzeugen, bei denen das herkömmliche 12-V-Bordnetz schon heute an seine Leistungsgrenzen stößt, lassen sich neue Funktionen realisieren – etwa ein elektrisch angetriebener 48-V-Klimakompressor oder die elektrische Wankstabilisierung (aktive Begrenzung der seitlichen Neigung in Kurven). Audi hat zum Beispiel entsprechende Ankündigungen zu Fahrwerksfunktionen und einem elektrischen Verdichter zur Motoraufladung schon gemacht.

## BETRIEBSSTRATEGIE DES ECO-DRIVE-SYSTEMS

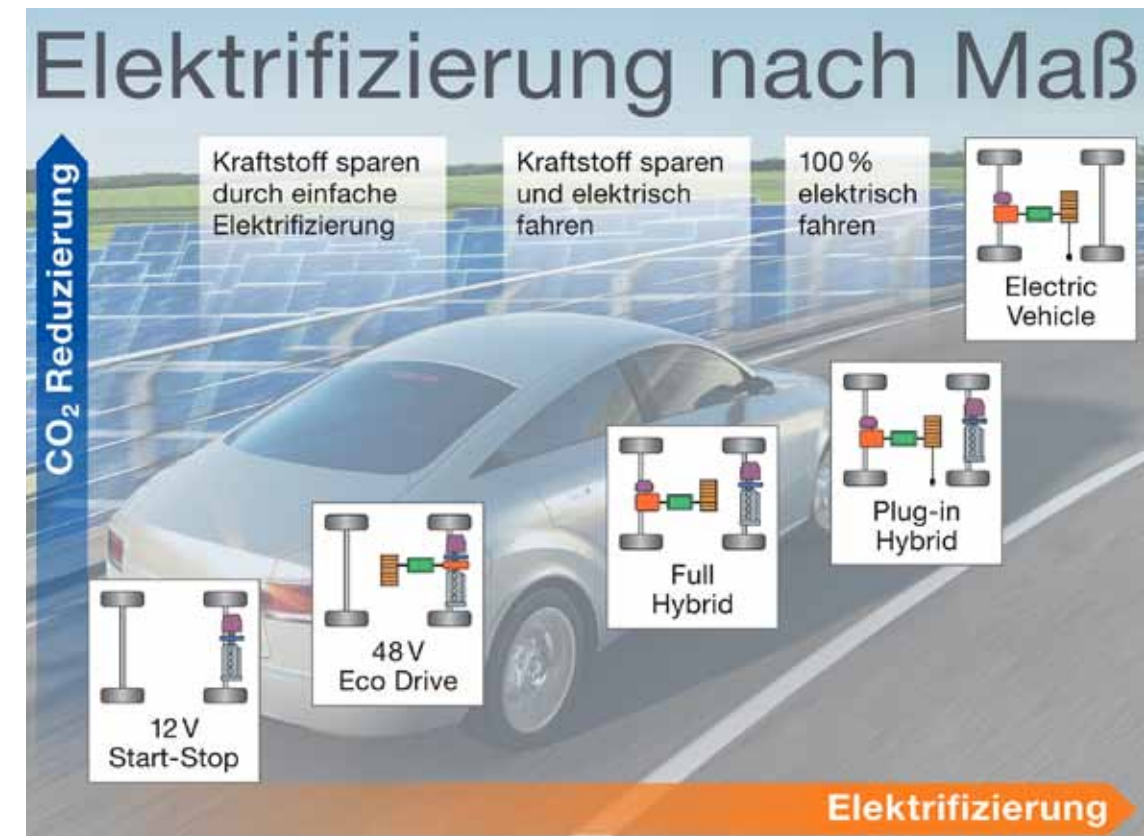
Die Hauptkomponenten des 48-V-Hybridsystems von Continental sind der Elektromotor mit integriertem Umrichter (ersetzt die Lichtmaschine), die 48-V-Lithium-Ionen-Batterie und der Spannungswandler (DC/DC-Wandler) für den Energieaustausch zwischen den herkömmlichen und dem 48-V-Bordnetz. Im Demonstrationsfahrzeug von Continental handelt es sich bei der E-Maschine um einen riemengetriebenen Riemen/Starter-Generator mit integrierter Leistungselektronik. Alternativ und je nach Bedürfnis des Fahrzeugherstellers kann die E-Maschine auch direkt am Getriebe platziert werden – wie von vielen Parallelhybriden mit Hochvolt-systemen bekannt.

Doch unabhängig vom Einbauort: Außer das 48-Volt-Bordnetz zu versorgen übernimmt die E-Maschine noch die Aufgabe, den Antrieb in Be-

schleunigungsphasen elektromotorisch zu unterstützen und als Anlasser den Verbrenner zu starten. Außerdem wartet das Eco-Drive-System mit dem Coasting- und den Segel-Modus auf. Beide Modi werden aktiviert, sobald der Fahrer den Fuß vom Gaspedal nimmt. Dabei schaltet die Systemsteuerung den Verbrennungsmotor ab und entkoppelt ihn zugleich vom Antriebsstrang, sodass es zu keinen Schleppverlusten kommt und das Fahrzeug frei rollt.

Das Coasting (Fahrzeug rollt frei und ohne Antrieb) ist nicht nur im Stadtverkehr, etwa beim Zurollen auf eine Ampel, sondern auch bei höheren Geschwindigkeiten vorgesehen. „Wenn man mit 120 Stundenkilometern auf der Autobahn überholt und den Fuß vom Gas nimmt, reicht die Bewegungsenergie des Fahrzeugs aus, um weiter im Verkehr mitzuschwimmen und den Überholvorgang fortzusetzen“, erklärt Götte. Bei einer durchschnittlichen Fahrt befindet sich das System laut Continental etwa 20 - 25% der Zeit im Coasting-Modus. Allein das soll 8% Kraftstoff einsparen.

Im Segel-Modus – in dem der Verbrennungsmotor wie beim Coasting abgeschaltet ist – hält der Elektromotor die Geschwindigkeit des Fahrzeugs für kurze Zeit konstant. In dieser Phase wird das Fahrzeug rein elektrisch angetrieben. ■





# RFID-Karten als Zugang zur Ladeinfrastruktur

## Zukunftsfähige Lösung oder Sackgasse?



**R** FID Karten werden schon seit vielen Jahren als einfache, preiswerte und bequeme Methode genutzt um Benutzer oder deren Verträge zu identifizieren. Bekannte Beispiele sind zum Beispiel der öffentlich Nahverkehr („Oyster-Card“ in London) oder Zugangssysteme auf Firmengeländen oder für Hotelzimmer.

Insofern ist es kaum verwunderlich, dass die meisten Hersteller von Ladesäulen ebenfalls auf diesen weit verbreiteten Standard gesetzt haben, um Kunden an der Ladesäule zu identifizieren und entsprechend für den Ladevorgang freizuschalten.

Im Prinzip eine gute Idee: die gebräuchlichsten RFID Karten folgen dem Standard ISO 14443, welcher kontaktlose Authentifizierung mittels Smartcards beschreibt. Die

Karten und Kartenleser sind weitverbreitet und günstig. Die lokalen Betreiber von Ladeinfrastruktur haben Ladesäulen mit den dazu passenden RFID Karten angeschafft und diese an ihre Kunden ausgegeben. Sie funktionieren lokal sehr gut und der Kunde ist glücklich. Sobald man aber ein Ziel ansteuert, das die Reichweite des Elektrofahrzeugs überschreitet und man daher zwischenladen muss, ist man normalerweise auch außerhalb des Gebietes seines lokalen Anbieters. Jetzt wird der Zugang zu den Ladepunkten eines Fremdanbieters benötigt.

Was wird nun wirklich gebraucht, damit der Zugang zur Ladesäule eines Fremdanbieters klappt? Dieses Problem kann man grundsätzlich in einen technischen Teil und einen vertraglichen Teil aufteilen. Technisch muss die Ladesäule des anderen Anbieters zunächst einmal die Karte lesen können. Da es sich um ein standardisiertes Verfah-

ren handelt (ISO 14443), sollte man meinen, dass das Lesen der Karte kein Problem darstellt. Mit dieser Einschätzung liegt man aber leider daneben. Es gibt unterschiedliche Untertypen der Karten (Typ A und B), die leider nicht jeder verbaute Kartenleser lesen kann. Diese Klippe lässt sich mit dem Einbau eines Universalkartenlesers umschiffen, der alle RFID-Kartentypen lesen kann.

Wer diese erste Hürde gemeistert hat, tritt schnell in die zweite Falle: Die auf jeder RFID-Karte aufgebrachte Seriennummer (Unique ID = UID) gibt es in unterschiedlichen Längen, die zudem noch unterschiedlich interpretiert werden können. Und in der Praxis passiert genau dies: Es kommt vor, dass selbst wenn dem anderen Anbieter die Seriennummer und der dahinterliegende Vertrag bekannt ist, die verwendete Karte „falsch“ interpretiert wird und somit keine Ladefreigabe erteilt wird.

Selbst wenn man diese technischen Hürden geschafft hat stellt sich die Frage: was sagt die Seriennummer der Karte wirklich aus? Eigentlich gar nichts lautet hier die ernüchternde Antwort! Es ist anhand der Seriennummer schlicht nicht nachvollziehbar, wer eine Karte ausgegeben hat. Man kann nicht sagen, ob diese nun von Ladeanbieter A, B oder C ist. Insofern reicht es nicht, dass Anbieter A sagt: ich vertraue Anbieter B und akzeptiere dessen Ladekarte, weil ich weiß, dass ich dies später abrechnen kann. Anbieter A muss alle Seriennummern von Anbieter B kennen um dessen Kunden Lademöglichkeiten anzubieten.

Dies mag bei zwei Anbietern noch praktikabel sein, führt aber bei der existierenden Vielzahl an Anbietern schnell ins Chaos. Die Seriennummer einer RFID Karte ist somit im Roamingzenario nicht wirklich tauglich, selbst wenn der vertragliche Teil zwischen den jeweiligen Anbietern (Nutzung eines gemeinsamen Marktplatzes/ Clearinghouse) geklärt ist.

Im Rahmen des europäischen Förderprojekts Green eMotion wurde an dieser Thematik intensiv gearbeitet. Dies mündete in der Definition der Electrical Vehicle Contract ID (EV-COID). Diese eindeutige Kennung kann, neben der Verwendung in Plug&Charge Szenarien und in Smartphone Apps, im Datenbereich einer RFID Karte aufgebracht werden und ermöglicht die

Zuordnung einer RFID Karte zu Land, Anbieter und Vertrag. Details zur Nutzung der RFID Karte, die Anwendung der RFID Technologie und der damit verwandten NFC Technologie im Bereich der Ladeinfrastruktur und die Betrachtung der notwendigen Sicherheitsmechanismen werden in der kommenden Norm IEC 62831 beschrieben, die auf einem Normierungsvorschlag aus Green eMotion basiert.



Ladekarten aus dem Green eMotion ProjektBild: ©iStockphoto.com/intertekdeutschland

Kurzfristig betrachtet bleibt aber nur der Rat an die Betreiber von Ladeinfrastruktur schon jetzt auf den Einsatz von Multicardreadern zu achten, die bereits dafür ausgelegt sind verschieden Kartentypen zu verarbeiten. Im Sinne der Zukunftssicherheit sollen diese Multicardreader auch in der Lage sein die (sicheren) Datenbereiche von RFID Karten zu lesen. In diesem gesicherten Datenbereich werden sich entsprechend der zukünftigen Norm IEC 62831 sämtliche für die Identifizierung des Nutzers und somit auch für die Roamingverfahren benötigten Daten hinterlegt. Damit steht der Authentifizierung mittels RFID im Roamingbetrieb von der technischen Seite her kein Hindernis mehr im Weg. Auf diesem Weg kann die RFID und die damit verwandte NFC Technik eine zukunftsfähige Lösung darstellen.

Durch die Verwendung des technologieneutralen Identifikationsmerkmals EVCO-ID macht es sowohl vertraglich (Roamingvereinbarungen zwischen den Anbieter vergleichbar dem Roaming im Mobilfunk), als auch technisch zukünftig keinen wesentlichen Unterschied, ob RFID, NFC, Plug&Charge oder eine Smartphone App zur Anmeldung an der Ladesäule genutzt werden wird. ■

Autor:  
Andreas Zwirlein, Siemens AG



# Zehn Thesen zum Connected Car

Die zunehmende Vernetzung von Fahrzeugen stellt Automobilhersteller vor neue Herausforderungen. Die Veränderung des Kernproduktes Auto hin zu einem digitalisierten Mobilitätsprodukt – Connected Car – führt dazu, dass immer mehr branchenfremde Unternehmen, insbesondere aus der Digitalbranche, in die automobilen Wertschöpfungskette und damit die Mitgestaltung des Fahrzeugmarktes eingreifen.



Achim Himmelreich ist seit Juni 2013 Vizepräsident des BVDW und arbeitet als Partner bei Mücke Sturm Company GmbH. Zudem ist er seit 2008 Vorsitzender der Fachgruppe E-Commerce im BVDW.

**F**ahrzeughersteller stehen vor der strategischen Frage, wie sie ihre künftige Positionierung und ihr Partnering gestalten, um an den Umsatzpotenzialen von Connected Cars teilzuhaben. Vor allem die Frage der Datenhoheit im Kontext intelligenter Mobilitätskonzepte entscheidet im besonderen Maße darüber, welche Unternehmen welche Anteile an der Wertschöpfung haben. Wie sich das Ökosystem Connected Cars in den nächsten Jahren entwickeln wird und wo die größten Herausforderungen und Chancen für die Digitale Wirtschaft liegen, fasst der BVDW in „10 Thesen zur Zukunft von Connected Cars“ zusammen. Achim Himmelreich (Mücke & Sturm), Vizepräsident BVDW: „In Zeiten der digitalen Transformation kann Silodenken die Existenz bedrohen. Die Märkte lassen sich nicht mehr eindeutig voneinander abgrenzen, so dass etablierten Playern branchenfremde Konkurrenz droht. Wenn man das Marktumfeld Connected Cars betrachtet, bei dem es weniger um das ursprüngliche Produkt

und dessen Besitz, sondern um flexiblen Zugang und Vernetzung geht, dann bildet sich ein ganz neues Ökosystem von Unternehmen, die vorher nichts miteinander zu tun hatten.“

## 1. HERSTELLER MÜSSEN DIGITALE ÖKOSYSTEME ETABLIEREN

Die Eigenschaften des Produkts „Automobil“ werden durch die Vernetzung massiv erweitert: Das Fahrzeug werde immer selbstständiger und könne vermehrt auf Situationen autonom reagieren. Der Verband rät daher, um die vernetzten Fahrzeuge ein funktionierendes „digitales Ökosystem“ zu etablieren, das Daten verwaltet, interpretiert und passende Dienstleistungen und Inhalte möglichst nahtlos bereitstellt.

## 2. CONSUMER ELECTRONICS BEEINFLUSSEN DEN TREND

In jeder Vernetzungsstrategie spielen mobile

Endgeräte und Anwendungen aus der Konsumenten-Elektronik eine entscheidende Rolle; Device- und Software-Hersteller geben den Takt für die OEMs vor. Um „BYOD“-Dashboards in den Fahrzeugen endgültig realisieren zu können, sollten laut BVDW zuvor Fragen der Störungssicherung und der Produkthaftung geklärt werden. Die Entwicklung werde daher aufgrund der eher älteren Käuferschichten von Neufahrzeugen, die auf Zuverlässigkeit bauen, langsamer vonstatten gehen. Daher könne sich hier ein „grauer Markt“ für eher jüngere Interessenten etablieren, die nicht unbedingt durch Unklarheiten bei Haftungsfragen abgeschreckt werden, so der Wirtschaftsverband.

## 3. WETTBEWERBSDRUCK DURCH UNTERSCHIEDLICH SCHNELLE ENTWICKLUNGSZYKLEN

Die Entwicklungszyklen von Consumer Devices und Fahrzeugen gehen teilweise stark auseinander. So dauere die Entwicklung eines Kfz um ein Vielfaches länger als die Konzipierung eines Smartphone-Betriebssystems. Automobilunternehmen sollten daher sowohl bezüglich der Hard- als auch der Software stets die Kompatibilität mit den Consumer-Devices sicherstellen und das Fahrzeug möglichst flexibel im Hinblick auf Nachrüstbarkeit und Updatefähigkeit gestalten.

## 4. KONNEKTIVITÄT UND MOBILITÄT WICHTIGER ALS DAS STATUSSYMBOL

Ob Carsharing oder Fernbus – junge Käuferschichten interessieren sich vor allem für zweckmäßige Mobilität und immer weniger für den Neuwagenkauf. Für den BVDW sei hierbei zukunftsentscheidend, dass solche Angebote künftig einfach und flächendeckend erreichbar sind. Zudem sei die Konnektivität im Auto von wachsender Bedeutung, da immer mehr Anwendungen aus dem Entertainment- und Infotainmentbereich in das Auto integriert werden.

## 5. DAS CONNECTED CAR BRAUCHT EINHEITLICHE STANDARDS

Dem Verband zufolge sei für den Verbraucher das Thema Connected Car solange unklar, wie kein greifbarer und weitgehend einheitlicher Standard existiert, der einen klaren Nutzen offenbart. Dies gelte sowohl bei der Nutzung im Fahrzeug als auch bei der Auswertung der Daten.

## 6. KEIN SIGNIFIKANTER NUTZWERT DURCH AKTUELLE ANWENDUNGEN

Derzeit existieren in den verschiedenen OEM- und

Nachrüstsystemen keine Applikationen oder Services, die die Verbreitung von vernetzten Fahrzeugen nachhaltig befördern würden, so der BVDW. Die Nutzwertsteigerungen durch aktuelle Services seien daher bisher nur minimal und weisen eine eher geringe Zahl an Usern auf. Die OEMs müssen sich daher den „digitalen Bedürfnissen“ der Endkunden in Zukunft besser anpassen.

## 7. MEHR UMSATZ DURCH AFTER-SALES-SERVICES

Die Wertschöpfungskette ende im digitalen Zeitalter nicht mehr beim Verkauf des Autos. Das Kraftfahrzeug diene heute als Zugang zu einem Mobilitäts-Service-Ökosystem: Pay-per-Use-Modelle und Service-Abonnements seien neue Geschäftsfelder für digitale Angebote im Bereich Kfz und individueller Mobilität.

## 8. DAS CONNECTED CAR ERÖFFNET BRANCHENFREMDE UNTERNEHMEN DEN FAHRZEUGMARKT

In der automobilen Wertschöpfungskette spielen heutzutage branchenferne Entwickler und Anbieter aus der ITK-Branche eine immer wichtigere Rolle. Während OEMs das Fahrzeug vorrangig als möglichst effizientes und komfortables Fortbewegungsmittel sehen, verstehen beispielsweise Telekommunikationsunternehmen das Auto als „rollendes Mobile-Device“. Auch der Handel verspreche sich vom Vernetzungstrend neue Verkaufspotentiale.

## 9. OEMS MÜSSEN SICH BEI PARTNERING STRATEGISCH NEU AUSRICHTEN

Wenn sich das vernetzte Fahrzeug nur als reine Plattform für branchenfremde Anbieter etabliert, entstehen für die OEMs keine merklichen Umsatzsteigerungen, so der Verband. Die Hersteller müssen demzufolge die richtigen Entscheidungen bezüglich ihrer Rolle zwischen Kontrolle und Innovationsführerschaft treffen. Dabei sollte nur ein Teil der Wertschöpfungskette externen Anbietern überlassen werden, mit deren Hilfe schneller und effizienter entwickelt werden könnte.

## 10. CONTENT-ANBIETER MÜSSEN NEUE MEDIALE BRÜCKEN INS AUTO BAUEN

Content-Anbieter müssen dem BVDW zufolge ihre Produkte so weiterentwickeln, dass sich der Medienkonsum von digitalen Produkten ohne Unterbrechung auch im Fahrzeug fortsetzen lässt und der spezifischen Nutzungssituation Rechnung trägt. Im Vordergrund stehe dabei eine intelligente Transformation von Text-Inhalten wie Nachrichten, RSS-Feeds, Tweets oder Facebook-Statusnachrichten in Audio-Produkte. ■





# Hilfe! Mein Auto wurde gehackt!

Je mehr Computertechnik im Auto eingebaut ist, umso wichtiger werden Fragen der Softwaresicherheit. An der TU Wien arbeitet man an Autos, die Manipulationen selbst erkennen.

**K**ein anderes Gerät in unserem Alltag ist so komplex wie ein Auto. Bis zu hundert Minicomputer sind in modernen Fahrzeugen verbaut. Dadurch steigt allerdings auch die Gefahr, dass die Software manipuliert wird. Mit recht einfachen Mitteln kann man heute über die Software Einfluss auf das Fahrverhalten des Autos nehmen. Armin Wasicek von der TU Wien entwickelt Strategien, unberechtigte Manipulationen an der Fahrzeugsoftware zu erkennen und zu verhindern. Durch die eigene Sensorik soll das Auto automatisch bemerken, wenn etwas nicht stimmt. Ungefähr hundert Millionen Zeilen Computercode sind in einem modernen Auto enthalten – und wenn sich bald tatsächlich das selbstfahrende Auto durchsetzen sollte, wird diese Menge noch einmal drastisch anwachsen. „Sensoren im Auto erfassen ständig Daten, die über ein Computernetzwerk an die Steuerung geleitet werden. Die sorgt dafür, dass der Antrieb rund läuft“, erklärt Armin Wasicek.

Wenn man diese Steuerung gezielt manipuliert oder zu-

sätzliche Recheneinheiten einbaut, lassen sich vielleicht in manchen Fahrsituationen ein paar PS mehr Motorleistung herausholen. Man bezeichnet das als „Chip-Tuning“. Es kann auch passieren, dass bei einer Reparatur ganz ohne Wissen des Fahrzeugbesitzers die Software durch den Einbau gefälschter Komponenten verändert wird. „Die Manipulation der Fahrzeugsoftware kann aber auch dazu führen, dass der Verschleiß mancher Bauteile beschleunigt wird, oder einzelne Komponenten vielleicht sogar in wichtigen Verkehrssituationen ganz versagen“, erklärt Armin Wasicek. Schon aus Sicherheits- und Gewährleistungsgründen ist es daher wichtig, die Software zu schützen. Wasicek arbeitet am Institut für Technische Informatik der TU Wien, derzeit befindet er sich auf einem Forschungsaufenthalt an der University of California in Berkeley.

„Wir verfolgen zwei Strategien, um Manipulationen an der Software von Fahrzeugen zu unterbinden“, erklärt Armin Wasicek. „Zum einen entwickeln wir Authentifizierungssysteme, wie man sie auch in anderen Computersystemen nutzt. Zusätzlich arbeiten wir aber auch an einem System, das ungewöhnliches Verhalten am Auto von selbst erkennt.“ Das Intrusion-Detection-System untersucht nicht nur, ob im Computernetzwerk des Autos merkwürdige Dinge vor sich gehen, es interpretiert auch das Fahrverhalten. Schon bei der Entwicklung des Autos lernt die Software, welches Verhalten in welchen Situationen normal ist und später kann es die tatsächlich gemessenen Parameter damit vergleichen. „Wir betrachten die Software und das physische Verhalten des Fahrzeuges gemeinsam, man spricht daher von Cyber-Physical Systems“, sagt Wasicek. Ähnlich wie wir Menschen eine Muskelverspannung ganz automatisch erkennen, weil wir uns nicht bewegen können wie sonst, soll in Zukunft auch ein Auto Probleme am eigenen physischen Verhalten diagnostizieren. „Vernetzte Autos werden einer der nächsten ganz großen Schritte in der Fahrzeugtechnik sein“, ist Armin Wasicek überzeugt. ■



## Daimler erhöht Fertigungskapazitäten

**D**er Autobauer Daimler baut die Produktionskapazitäten für Lithium-Ionen-Batterien aus und investiert in den nächsten Jahren rund 100 Millionen Euro in die Tochter Deutsche ACCUmotive. Am ACCUmotive-Produktionsstandort im sächsischen Kamenitz wird derzeit eine neue Fertigungshalle gebaut, die Mitte 2015 fertiggestellt sein soll. Das Unternehmen ist eine hundertprozentige Tochter der Daimler AG und liefert Lithium-Ionen-Batterien für den aktuellen Smart Fortwo Electric Drive sowie die Hybridvarianten der S-, E- und C-Klasse. Künftig sollen Batterien für die E-Versionen der neuen Smart-Modelle Fortwo und Forfour sowie weitere Mercedes-Hybridmodelle hinzukommen. Zusätzliche Wachstumschancen jenseits der Automobilbranche sieht Daimler bei stationären Anwendungen, beispielsweise in der Großindustrie zur Netzstabilisierung und Glättung von Lastspitzen. Erst Mitte November hatte Daimler das Aus für die Batterie-Produktion der Firma Li-Tec verkündet. Im Dezember 2015 soll Li-Tec die Produktion von Lithium-Ionen-Batteriezellen beenden. Von den 280 Mitarbeitern die bei Li-Tec beschäftigt sind, sollen mehr als die Hälfte bei Deutsche ACCUmotive unterkommen. ■

## CHARGE&PAY

**D**ie kostenlose Smartphone-App „Charge&Pay für Mercedes-Benz“ erleichtert das Finden und Nutzen annähernd aller öffentlich zugänglichen und internetfähigen Ladepunkte in Deutschland. Sie wollen Ihr Elektroauto unterwegs so flexibel wie möglich

laden? „Charge&Pay für Mercedes-Benz“ macht es möglich. Transparent und ohne verpflichtende Vertragslaufzeit oder Grundgebühr. Erforderlich sind lediglich eine einmalige Registrierung und ein PayPal-Konto. Anschließend kann komfortabel via Smartphone nach Ladestationen gesucht werden – natürlich kann auch der Ladevorgang über das Smartphone gesteuert werden. Auch der Zahlungsprozess wird direkt und sicher über die App abgewickelt. „Charge&Pay für Mercedes-Benz“ wird von Bosch Software Innovations bereitgestellt. ■

## UPS erweitert Elektro-Flotte



**I**m Rahmen des Nachhaltigkeitskonzeptes lässt UPS eine neue Serie gebrauchter Zustellfahrzeuge von Diesel- auf Elektroantrieb umrüsten. Das Unternehmen Elektro-Fahrzeuge Schwaben GmbH wird die Umrüstung des P45E vornehmen – ein erster Prototyp des umgebauten P45E hat die ersten Praxistests erfolgreich bestanden. Die neuen Fahrzeuge werden zunächst einmal in Frankreich verwendet. Die Grundlage des P45E ist ein Mercedes-Sprinter mit einem typischen UPS Spezialaufbau. Das Gewicht des P45E beträgt 3,5 Tonnen. In Deutschland bevölkern die Elektrofahrzeuge P80E seit 2010 die Straßen. „Die guten Erfahrungen mit dem P80E haben UPS zur Erweiterung seiner Modellpalette an von einem Diesel- auf einen rein elektrischen Antrieb umgebauten Zustellfahrzeugen ermutigt. Der P45E ist auf Grund seiner Größe und Wendigkeit eine weitere Variante, die ideal für enge Innenstädte ist“, so Ralf Eschemann, Geschäftsführer von UPS. Der Prototyp des P45E ist mit einer Batterie mit 120 Einzelzellen ausgestattet, die für 38 kWh sorgen. Die Nutzlast des Fahrzeugs von rund 800 Kilo kann bei Bedarf noch erhöht werden. ■





Mit seiner Kombination aus Elektroantrieb und Verbrennungsmotor bietet der Audi A3 Sportback e-tron das Beste aus zwei Welten: Einen Elektroantrieb für bis zu 50 Kilometer lautlose und lokal emissionsfreie Fahrt im rein elektrischen Modus. Und einen Verbrennungsmotor, der für eine kombinierte Reichweite von bis zu 940 Kilometern sorgt.

## FÜNF STERNE FÜR DEN AUDI A3 SPORTBACK E-TRON

**D**as Euro NCAP-Konsortium hat den neuen Audi A3 Sportback e-tron bei der Crash-Sicherheit mit der Höchstnote von fünf Sternen bewertet. Damit gehört der erste serienmäßige Plug-in-Hybrid von Audi zu den sichersten Autos seiner Klasse. Der e-tron überzeugte die Tester auf ganzer Linie: So erhielt der Plug-in-Hybrid Bestwerte für den Schutz von Erwachsenen und Kindern bei einem Front-, Seiten- oder Heckcrash. Darüber hinaus hat Euro NCAP in diesem Jahr zum ersten Mal die Assistenzsysteme überprüft. Auch in dieser Disziplin erfüllte der A3 Sportback e-tron mit Audi pre sense front und dem Audi active lane assist die strengen Anforderungen. Den Sonderpreis „Euro NCAP advanced“ erhielt das Modell für das Insassenschutzsystem Audi pre sense basic sowie für den serienmäßigen Audi Bremsassistent Folgekollision. Diese Funktion reduziert bei einem Unfall die Schleudergefahr und die Gefahr von Folgekollisionen durch automatisch eingeleitetes Bremsen. ■

## Bolloré plant großes Elektroauto-Ladenetz

**1** 6.000 neue Ladepunkte: In den kommenden vier Jahren will Bolloré 150 Millionen Euro in den Ausbau der Ladeinfrastruktur stecken und damit das öffentliche Ladnetz in Frankreich mehr als verdoppeln, berich-

tet electrive.net. Die Ladestationen sollen nach und nach im ganzen Land errichtet werden. Unternehmenschef Vincent Bolloré sagte in einem Radiointerview, dass diese nie weiter als 40 Kilometer voneinander entfernt liegen würden. Doch das dürfte erst der Anfang sein: Die französische Regierung verhandelt derzeit ein Energiewende-Gesetz, das bis zum Jahr 2030 insgesamt sieben Millionen öffentliche Ladestationen vorsieht. Aktuell sind es etwa 14.000, davon 4000 in Paris im Rahmen des Elektroauto-Carsharings Autolib' – ebenfalls von Bolloré. ■

## Elektrisch ins Rally-Rennen



**M**it einem innovativen Konzept überrascht Stohl Racing – die Österreicher verpflanzen zwei Elektromotoren in einem Peugeot 207 S2000 und haben sich für den Akkuwechsel etwas ganz Besonderes einfallen lassen. Mit der Kraft der zwei (Elektro-)Herzen wird der Strom-Peugeot S2000 nach vorne getrieben. Maximal liegen 400 kW (544 PS) an, viel beeindruckender ist das Drehmoment von sage und schreibe 880 Nm. In nur 3,0 Sekunden geht es auf Tempo 100, trotz eines Gewichts von 1.500 kg. Ein Clou ist der Einbau des Akkus, der zwischen Fahrer und Beifahrer befindet. Dieser ist sicher in einer speziellen Käfigkonstruktion verbaut, kann aber im Service innerhalb von nur fünf Minuten gewechselt werden. Möglich macht dies eine speziell dafür entwickelte Hebebühne. ■

# sMove 360° 2015

5<sup>th</sup> International Trade Fair for Connected Car

Connecting Mobility Markets!

20. – 22. Oktober 2015, Messe München



# 11.864

Besucher aus 56 Ländern



**463**  
Aussteller

**82%**  
Fach-  
besucher

**71%**  
Entscheider

**51%**  
Engineering  
Anteil



# EO Smart Connecting Car 2: Das Elektroauto für Megacities?

EO Smart Connecting Car2 ist ein elektrisches, modulares robotisches Konzeptauto des Deutschen Forschungszentrums für Künstliche Intelligenz. Es könnte Abhilfe bei den Verkehrsproblemen der Megacities schaffen. YooCorp ([www.yoocorp.de](http://www.yoocorp.de)) sprach mit Mehmed Yüksel, einem der Entwickler der EO Smart Connecting Cars 1 und 2.



Mehmed Yüksel ist Systems Ingenieur M.Sc. beim Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) GmbH und einer der Entwickler des EO Smart Connecting Cars 1 und 2.

*Sie waren mit Ihrem Konzeptauto EO Smart Connecting Car 2 auf der eCarTec, der Internationalen Leitmesse für Elektromobilität, in München. Wie war die Resonanz der Besucher?*

Mehmed Yüksel: Die Messeresonanz war für uns als Entwicklerteam hervorragend. Alle, die uns am Stand besucht haben, waren von unserem Konzeptauto EO Smart Connecting Car2 fasziniert. Einheimische und internationale Fachbesucher haben die unterschiedlichen

technischen aber auch gesellschaftlichen Aspekte des Konzeptes positiv kommentiert. Wir konnten uns mit unseren Besuchern hinsichtlich der Integration von künstlicher Intelligenz und Robotik in die Mobilitätsideen und Lösungsvorschläge für das Übermorgen der Mobilität angeregt austauschen.

*Was sind die Anforderungen an die Mobilität*

*der Zukunft, insbesondere in großen Städten?*

Yüksel: Zusammen mit regionalen Firmen und Instituten arbeiten wir seit 2009 innerhalb der Modellregion Elektromobilität Bremen/Oldenburg an diesem Thema. Das Projekt Neue Mobilität im ländlichen Raum, innerhalb dessen das EO Smart Connecting Car 2 weiterentwickelt wurde, ist eines der Projekte, die vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (damals noch Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung) gefördert wurde.

Ihre Frage anhand von konkreten Punkten zu beantworten ist schwierig, da das Thema sehr komplex ist. Eine Antwort wie „Stau und Parkplatzprobleme in Metropolen bekämpfen“ allein zu geben wäre nicht ausreichend. Meiner Meinung nach sollte man urbane Räume als komplexe, in sich geschlossene Systeme betrachten; Input bekommen diese über den Fak-

tor Mensch im Verkehr, die Mobilitätsgrenzen der heutigen Fahrzeuge und die Infrastrukturprobleme der Metropolen. Als Output erzeugen sie Stau, Parkplatzprobleme, Verkehrsunfälle, Umweltverschmutzung, Energieprobleme. Hier sollte man sich auf die Eingangsgrößen fokussieren, um die Ausgangsgrößen zu optimieren.

Als Menschen werden wir Tag für Tag mobiler und unser Mobilitätsbedarf steigt schneller als das Wachstum der Metropolen oder die angebotenen Lösungen der Automobilindustrie. Wenn man ein herkömmliches Auto von heute mit seinen hundert Jahre älteren Vorgängern vergleicht – abgesehen von Faktoren wie Sicherheit, Effizienz etc. – sieht man das gleiche Bild: Ein 4-rädriges Fahrzeug mit einer starren Bauform, welches einen zentralen Antrieb für die Traktion und eine lenkbare vordere Achse hat. Das kann nicht die Lösung unserer heutigen individuellen Mobilitätsprobleme sein. Um das zu ändern, könnte man heutzutage Techniken aus der Robotik in die Automotive integrieren.

Natürlich sind oft wir Menschen die Hauptursache von Verkehrsunfällen (überhöhte Geschwindigkeit, Unachtsamkeit, Missachtung der Verkehrsregeln oder riskantes Fahren, etc.), Energieverlusten beim Fahren (zu viel oder zu wenig Beschleunigung) und Verkehrsproblemen (Stau, Falschparken, etc.). Diese Probleme könnten durch die Integration intelligenter Systeme in unseren Fahrzeugen weitestgehend vermieden werden.

*Sie entwickeln seit drei Jahren in einem interdisziplinären Team den EO Smart Connecting Car2. Wie ist der aktuelle Stand der Entwicklung?*

Yüksel: Wir sind ein kleines, besonders engagiertes Team, bestehend aus neun Wissenschaftlern, einem Designer und mehreren Studierenden. Innerhalb von drei Jahren haben wir EO Smart Connecting Car 2 mit einer Koppelschnittstelle als robotische Basisplattform soweit aufgebaut, dass er als ein Technologieträger manuell bedient oder ferngesteuert gefahren werden kann.

*Was zeichnet den EO Smart Connecting Car besonders aus?*

Yüksel: Denken Sie an ein robotisches Auto, welches sich durch seine Autonomie, erweiterte

Manövrierbarkeit, Faltbarkeit und Fahrerunterstützungsfunktionen, Modularität und Koppelbarkeit an Ihre individuellen Mobilitätsbedürfnisse anpasst. Diese Eigenschaften waren bei der Entwicklung des EO Smart Connecting Car 2 unser Leitfaden. Dank einer geteilten Antriebstechnik durch Radnabenantriebe erreicht das Fahrzeug eine erweiterte Flexibilität.

Mit lenkbare Vorder- und Hinterachse erreicht es eine größere Manövrierbarkeit als ein herkömmliches Auto. EO Smart Connecting Car hat einen Wendekreis von ca. 3,8 m und eine zusätzliche diagonale Lenkung zur normalen doppel-Ackermann Lenkung (vordere und hintere Achse gleichzeitig lenkbar). Diese kann beim Spurwechsel eines Road Trains aktiv verwendet werden. Eine andere Wendemöglichkeit unserer Forschungsplattform ist das Drehen auf



der Stelle, bei dem nur knapp 2 m benötigt werden. Durch das schnell wechselbare modulare Akkusystem, wird die Reichweite des Fahrzeugs ohne lange Aufladezeit verlängert. Für kleine Parklücken ist der EO Smart Connecting Car ideal. Er kann seitwärts fahren und seine Länge sowie seine Höhe verändern, um in Parklücken von zwischen ca. 1,5 m und 2,5 m problemlos zu passen. Bei den Morphologieänderungen des Wagens bleibt der Fahrer in einer komfortablen Sitzposition, die sich immer der aktuellen Lage

Das EO Smart Connecting Car 2 wiegt nur 750 kg und erreicht eine Höchstgeschwindigkeit von 65 km/h. Der Hauptantrieb besteht aus 4 x 4kW Radnabenantriebe



anpasst. Zusätzlich wird die Radhöhe zur Kompensierung der Seitenneigung bei Kurvenfahrt zwecks Steigerung des Fahrkomforts adaptiv angepasst. Unser modulares Konzept bietet durch



Bild oben + unten: Gefaltetes Auto im Modus „Seitwärts Fahren“

die Koppelschnittstelle die ideale Lösung zu unterschiedlichen Nutzungsszenarien, die von einem einfachen Erweiterungsmodul, wie z.B. einem zusätzlichen Kofferraum bis zum Andocken eines zweiten Autos zu einem Road Train variieren können. Um seine unterschiedlichen Mobilitätswünsche zu erfüllen, bräuchte man nicht

täglich mit einem großen und schweren, vollausgestatteten Auto mit hohem Energieverbrauch und Parkplatzbedarf zu fahren. Man könnte sich sein Fahrzeug effizient je nach Bedarf zusammenstellen.



**Es gibt bereits ähnliche Mobilitätskonzepte auf dem Markt. Der Österreicher Gottfried Perdolt hat mit „Ellipso“ und „Parallelo“ ein ähnlich faltbares Auto konzipiert und sucht Patent-Partner. Am südkoreanischen Techno-**

**logieinstitut KAIST entstand unter der Bezeichnung Armadillo-T ebenfalls der Prototyp für ein zusammenfaltbares Auto. Auch „Hiriko“ ist ein Elektroauto, das vom Massachusetts Institute of Technology (MIT) entworfen wurde und zum Parken zusammengefaltet wird. Gibt es eine Zusammenarbeit oder ein Austausch mit diesen Einrichtungen? Wenn nein, warum nicht?**

**Yüksel:** Die EO Smart Connecting Car Konzeptautos 1 und 2 sind nicht die ersten und mit Sicherheit nicht die letzten, die diesem Konzept folgen. Als Wissenschaftler sollten wir allerdings nicht Amerika neu entdecken, deswegen bezwecken wir immer den Stand der Technik einen Schritt vorwärts zu bringen. Wir als Wissenschaftler des DFKI Robotics Innovation Centers in Bremen setzen unsere Erfahrungen aus Anwendungsfeldern der Robotik, wie Unterwasser-, Weltraum-, SAR- (Search and Rescue) und Sicherheitsrobotik, Logistik, Produktion und Consumer (LPC), Kognitive Robotik, sowie Rehabilitationsrobotik in der Elektromobilität der Zukunft ein.

Die Mehrheit der Institute und Firmen, die im Bereich Autonomie aktiv sind, arbeiten mit herkömmlichen Autos. Und diejenigen, die an Elektromobilität arbeiten, berücksichtigen oft die Autonomie nicht. Was wäre, wenn alles neu konzipiert werden könnte unter der Lupe der künstlichen Intelligenz?

Die Ergebnisse aus dem MIT „Citycar“ Projekt sind uns natürlich bekannt. Das „Hiriko“ Projekt lief parallel zur Entwicklung von EO Smart Connecting Car 1, wobei unsere Ergebnisse schlussendlich früher vorlagen. Soweit ich weiß ist das Projekt wird nicht mehr weiter geführt.

Direkte Zusammenarbeit mit einer der oben genannten Einrichtungen wurde uns bisher nicht angeboten. Vorschläge einer Zusammenarbeit mit Autoherstellern, Firmen oder anderen Instituten sind unsererseits herzlich willkommen!

**Welche aktuelle Schwierigkeiten gibt es derzeit noch beim EO Smart Connecting Car 2?**

**Yüksel:** Schwierigkeiten und Problemen stehen wir bei komplexen robotischen Systemen mit sehr kompaktem Aufbau, die das Resultat interdisziplinären Arbeitens sind, immer wieder

gegenüber. Wir haben zum Glück die größten Probleme bereits bewältigt.

Eine noch bestehende Schwierigkeit wäre die Straßenzulassung, die wir für den EO Smart Connecting Car 2 gerne erreichen würden. Aufgrund der komplexen Teilsysteme (wie throttle-by-wire, steer-by-wire, brake-by-wire, Zusammenfallen des Fahrzeugs, Koppelschnittstelle etc.) muss das Fahrzeug länger geprüft und dokumentiert werden als ein herkömmliches Auto. Das Verfahren zum Erwerb einer Straßenzulassung für ein solches Fahrzeug ist sehr aufwändig. Wir haben uns deswegen zu Beginn der Entwicklung entschieden, uns vorwiegend auf die Entwicklung unseres Technologieträgers zu fokussieren und die neuartigen Technologien für zukünftige Mobilitätskonzepte erst einmal auf einem geschlossenen Testgelände auszuprobieren. Nur dadurch ist es uns möglich gewesen, das Auto in so kurzer Zeit fertig zu stellen.

**Das Fahrzeug zeichnet sich durch große Fensterscheiben aus. Wie sieht es beispielsweise mit gängigen Sicherheitsstandards wie der Integration von Airbags im Fahrzeug aus?**

**Yüksel:** Aus designtechnischen Gründen und für einen guten Überblick über die Fahrzeugumgebung wollten wir die Fensterscheiben möglichst groß behalten. Ein anderer Punkt war z.B. die Windschutzscheibe zur Projektion von individuellen Fahrtinformationen für den Fahrer zu nutzen.

Auf unserer Testplattform haben wir bereits einige Sicherheitsmaßnahmen umgesetzt. Damit wir auf unserer Technologieentwicklungsplattform jederzeit leichten Zugang zu allen Komponenten des Fahrzeuges haben, und sie jederzeit erneut programmieren können, ist ein Airbag noch nicht integriert. In der aktuellen Entwicklungsphase könnte ein Airbag ein Hindernis sein. Ein Airbag enthält pyrotechnische Stoffe und müsste bei jeder Änderungsarbeit in seiner Umgebung demontiert und wieder montiert werden. Dies darf aus Sicherheitsgründen und laut Sprengstoffgesetz nur von einer sachkundigen, geschulten Person durchgeführt werden. Das wäre für uns nicht möglich. Der Innenraum des Fahrzeuges ist allerdings auch noch nicht abschließend gestaltet.

**Bundeskanzlerin Angela Merkel strebt bis 2020 für Deutschland eine Million Elektrofahrzeuge an. Wie realistisch ist die Prognose?**

**Yüksel:** Wenn Sie mir diese Frage vor 3 Jahren gestellt hätten, hätte ich Ihnen aufgrund des damaligen Wachs-

tumsschubs der Elektromobilität und des wachsenden Umweltbewusstseins geantwortet, es sei ziemlich realistisch. Aber aus heutiger Sicht, mit der derzeitigen Marktentwicklung der Elektromobilität in Deutschland, halte ich diese Prognose für wenig realistisch. Laut den Informationswerten vom KBA im Januar 2014 zum Fahrzeugbestand in Deutschland, lag die Anzahl von rein elektrischen Autos bei 12.156 und die von Hybridautos bei 85.575.

**Welches sind die nächsten geplanten Schritte beim EO Smart Connecting Car 2? Was fehlt, um aus dem Modellauto ein Serienprodukt zu entwickeln?**

**Yüksel:** Derzeit integrieren wir die für vollautonome Funktionen erforderlichen Sensoren und Software, sodass noch im ersten Quartal 2015 automatische Einparkmanöver einschließlich Parkplatzsuche erprobt werden können.

Leider gibt es bisher kein direktes Folgeprojekt, bei welchem wir EO Smart Connecting Car 2 weiterentwickeln könnten. Auch eine konkrete Zusammenarbeit seitens der Autohersteller, um unsere bisherigen Erfahrungen über robotische e-Autos einbringen zu können, liegt uns nicht vor. In dem DFKI-Projekt DaBrEM rüsten wir vier innovative Versuchsfahrzeuge um, um sie in speziellen Bereichen vollautonom zu testen. In diesem Projekt wird unsere Testplattform EO Smart Connecting Car 2 ebenso verwenden. Wie in den meisten Robotik-Anwendungen gibt es genug Potenzial, eine Teillösung unseres Autos in einem anderen Anwendungsfeld der Robotik zu integrieren. Wichtig ist, dass unsere Ergebnisse damit nicht in der Schublade landen! ■

Das Interview führte Dr. Sofia Delgado, Senior Redakteurin, [www.yoocorp.de](http://www.yoocorp.de)

## TECHNISCHE DATEN

### GRÖSSE

2,5 m x 1,57 m 1,6 m; bzw.  
2 m x 1,57 m x 2,25 m

### GEWICHT

750 kg

### GESCHWINDIGKEIT

65 km/h

### ANTRIEB / MOTOREN

4 x 4kW Radnaben-Hauptantriebe; 10 x Langhub-Linearantriebe mit 5000N  
1 x Servo für Falten

### STROMVERSORGUNG

4V – LiFePo4 Akku

### SENSOREN

- Hall-Effekt Sensoren für Winkelmessungen und Längenmessungen
- Seilzugpoties für Längenmessungen
- Stereo-Kamera vorne und hinten
- 32-Zeilen Lidar für 3D-Rundumsicht
- 6 ToF 3D-Kameras für Nahbereichsrundumsicht



# Viele Wege führen ... zum Ziel



Regierungsvorgaben regulieren zunehmend Flottenverbräuche und Emissionswerte - anspruchsvolle Ziele für Automobilhersteller und Zulieferer.

Die Automobilindustrie durchläuft aktuell grundlegende Veränderungen. Neue technische Entwicklungen, erhöhte Kraftstoffeffizienz und die Reduzierung von Emissionswerten fordern die Unternehmen zunehmend. Auch indirekte Faktoren, wie zum Beispiel geopolitische und umweltrelevante Aspekte, gilt es zu berücksichtigen. Am meisten beeinflussen

die Branche jedoch direkte Vorgaben von Regierungen. Die Europäische Union begrenzt das Flottenlimit ab 2021 auf maximal 95 Gramm CO<sub>2</sub> pro Kilometer für alle in Europa verkauften PKW. Die US-Gesetzgebung widmet sich unter anderem mit dem CAFE-Gesetz (Corporate Average Fuel Economy) verstärkt dem Thema Verbrauchs- und damit automatisch Emissionsreduzierung.

## DIE CAFE-GESETZGEBUNG

Unter der Schirmherrschaft der National Highway Transportation Safety Administration (NHTSA) wurde CAFE erstmals im Jahr 1975 als Folge des arabischen Ölembargos verabschiedet. Die Zielvorgaben bei CAFE hängen von den individuellen Verkaufszahlen der einzelnen Automobilhersteller ab. Der Hersteller ist dafür verantwortlich, dass seine Flotte die jährlichen Zielvorgaben erfüllt. Bei Verstößen drohen ihm erhebliche Geldstrafen.

Der ursprüngliche Gesetzestext sah vor, dass ab 1978 alle Personenkraftfahrzeuge einen Verbrauch von 18,0 mpg\* (Miles per Gallone/Meilen pro Gallone) erreichen müssen. Für leichte LKW mit Zweiradantrieb waren 17,2 mpg vorgesehen, mit Vierradantrieb galt der Wert von 15,8 mpg. Der aktuelle, 2011 verabschiedete Gesetzestext, sieht eine Senkung des Flottendurchschnittsverbrauchs auf 54,5 mpg bis zum Jahr 2025 vor. (\* 1 Meile = 1.60934 km, 1 US-Gallone = 3.785 Liter)

## NATIONALE EMISSIONSNORMEN (USA)

Die nationalen Emissionsnormen in den USA wurden erstmals 1963 als Teil des „Clean Air Act“ vorgestellt. Sie traten landesweit 1968 in Kraft. Die US-amerikanische Umweltschutzbehörde EPA erweitert diese Normen derzeit auf leichte Nutzfahrzeuge. Auch die nationalen US-Normen erfuhren in mehreren Phasen immer weitere Verschärfungen.

Derzeit gilt Stufe 3 der nationalen Emissionsnormen. Die darin enthaltenen Werte wurden vorgelegt, allerdings bisher noch nicht umgesetzt.

Somit gilt derzeit der rechtliche Stand der Stufe 2 der aktuellen Gesetzgebung. Stufe 3 sieht die Harmonisierung der nationalen Emissionsnormen mit dem kalifornischen LEV-Programm vor. Das wiederum wurde bereits von 1994 bis 2003 umgesetzt und für LEV II (phasenweise eingeführt zwischen 2004 und 2014) und LEV III (geplante phasenweise Einführung zwischen 2015 und 2025) verschärft. Die Stufe 3-Norm beinhaltet die weitere Reduzierung der Auspuff- und Verdunstungsemissionen für Fahrzeuge, auch schwere Nutzfahrzeuge betreffend. Darüber hinaus sieht sie vor, den Schwefelgehalt von Dieselmotoren weiter zu reduzieren.

All diese internationalen gesetzlichen Vorgaben zwingen Automobilhersteller und Zulieferer, neue Technologien zu entwickeln, um keine Strafzahlungen leisten zu müssen. In Folge der anspruchsvollen Zielvorgaben stehen vor den Autoherstellern im nächsten Jahrzehnt enorme Aufgaben zur erheblichen Verbesserung ihrer Flotten. Die gesamte Automobilindustrie entwickelt daher immer schneller neue Technologien. Dabei verfolgt jeder Hersteller eine andere Strategie, um die Zielvorgaben zu erfüllen. Dazu gehören unter anderem:

- Entwicklung verbrauchs- und leistungseffizienter Motoren
- Entwicklung effizienter Schmierstoffe
- Einsatz alternativer Kraftstoffe
- Elektrifizierung & Hybridisierung des Antriebsstrangs
- Reduzierung des Fahrzeuggewichts

## ENTWICKLUNG VON MOTOREN, KOMPONENTEN UND SCHMIERSTOFFEN

Man könnte behaupten, das Zeitalter großer Motoren in PKW sei so gut wie vorbei. Downsizing heißt das „Zauberwort“ im Motoren-Bereich. Doch - trotz Downsizing erwarten die Verbraucher neben einer erhöhten Kraftstoffeffizienz die gleiche Leistung und vergleichbare Fahrwerte von den Fahrzeugen. Parallel zum Downsizing verbauen Autohersteller Kompressoren und Turbolader, um gewünschte Leistungen und fahrdynamische Werte zu erzielen.

Solche modernen Motoren benötigen häufig unter anderem spezielle Schmierstoffe, die die sensiblen mechanischen Teile vor Verschleiß

Bild links:  
Eine Vielzahl  
spezialisierten  
Intertek-Services  
helfen im Einzelnen  
wie in Kombination,  
den Verbrauch  
von Fahrzeugen zu  
optimieren, ohne  
signifikant Leistung  
einzubüßen  
(von links oben im  
Uhrzeigersinn):  
Elektrifizierung/  
Hybridisierung des  
Antriebsstrangs;  
Entwicklung  
optimierter Treib-,  
Schmier- und  
Betriebsstoffe;  
Gewichtseinsparung  
mittels moderner  
Kunststoffe/Compounds;  
Motortests/  
Leistungsoptimierung,  
Effizienzsteigerung  
bzw. Downsizing.  
Bild: ©iStockphoto.com/intertek-deutschland



schützen und zudem die Reibung verringern (z. B. durch erhöhte Schmierfähigkeit). Gerade bei neuen Motorengenerationen sind Schmierstoffe über einen langen Zeitraum hinweg hohen Drücken und Temperaturen ausgesetzt. Sie dürfen

erhofft man sich Verbrauchsreduzierungen von mehr als 15%.

Zudem gibt es inzwischen vermehrt Fahrzeuge mit Start-Stopp-Funktion, die das Fahrzeug bei Stillstand ausschalten, um Kraftstoff zu sparen.

Außer bei Mikro-Hybrid-Fahrzeugen macht sich neben der 12 V-Batterie zusätzlich eine Hochvolt-Batterie (HV) erforderlich, die die Antriebs- und regenerative Bremsenergie speichert. Bei einem Hybrid-Fahrzeug unterstützt ein elektrischer Motor den Verbrennungsmotor, um das Fahrzeug beim Anlassen oder beim Beschleunigen zusätzlich anzutreiben. Die Aufladung der HV-Batterie erfolgt über den Verbrennungsmotor bzw. die Bremsenergie-Rückgewinnung und den Elektromotor.

In der Praxis lassen sich HEVs (Hybrid Electric Vehicles) um einiges effizienter als konventionelle Fahrzeuge betreiben.

#### REDUZIERUNG DES FAHRZEUGGEWICHTS

Eine von Intertek in Zusammenarbeit mit dem US-Energieministerium durchgeführte Studie wies darüber hinaus nach, dass eine Reduzierung der Fahrzeugmasse um 10 Prozent zur Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs von 3 bis 4 Prozent führen kann. Daher ist die Reduzierung des Fahrzeuggewichts („Leichtbau“) bei gleichen physikalischen und Gebrauchseigenschaften des verbauten Materials ein wichtiger Schritt, die Regierungsvorgaben in Bezug auf Kraftstoffeffizienz einzuhalten. Anstelle des traditionell im PKW- und LKW-Bau verwendeten Stahls kommen mehr und mehr leichtere Materialien - wie Aluminium, Kunststoffe, Kohlefaser, etc. - erfolgreich zum Einsatz. ■

Autor: Roger Grumpelt  
Intertek Deutschland GmbH



Vorbereitung einer Elektrofahrzeug-Traktionsbatterie auf eine Staubeintrittsprüfung in einer Spezialkammer. Hierbei kommt Arizona-Staub mit einer Korngröße 7,5 µm zum Einsatz.

trotz alledem ihre Viskosität und Reinheit nicht verlieren. Motorenöl ist dabei wohl der bekannteste Schmierstoff. Für ihn gilt die Faustformel: Je besser und langlebiger seine Parameter, desto besser die Kraftstoffeffizienz.

#### ELEKTRIFIZIERUNG DES ANTRIEBSSTRANGS

Nicht nur Insider der Automobilbranche sind überzeugt, dass die Elektrifizierung von Fahrzeugen künftig noch vielfältiger wird. Sie dient vor allem dazu, Kraftstoffverbrauch und Emissionen zu reduzieren. Es ist jedoch ein robustes und leistungsfähiges 12 V-Bordnetzsystem erforderlich, um die heutigen, mit immer mehr technischen Extras ausgestatteten Fahrzeuge zuverlässig zu versorgen. Des Weiteren geht der Trend in Richtung einer zweiten Spannungsebene (48 VDC) für den KFZ-Niederspannungsbereich. Allein von der Einführung dieser 48 VDC-Spannungsebene

## Tourismus: Ab 2015 bereichern Elektroautos das Angebot im Schwarzwald



an die Anfänge, des Projektes, das mit dem Ideenwettbewerb „Elektromobilität Ländlicher Raum“, begonnen hatte. „Eine bessere Kombi, wie Elektromobilität und Tourismus, gibt es nicht und passt sehr schön in die Region“, unterstrich er und lobte die HTG. Thorsten Rudolph, HTG-Geschäftsführer, erklärte: „Wir haben uns die Elektromobilität „E-Smart trifft Hochschwarzwald Card“, bereits auf die Fahnen geschrieben und dafür 2012 den 2. Platz beim Deutschen Tourismus Preis erhalten“.

Das Elektromobil-Carsharing ermöglichte außerdem das Thema Nachhaltigkeit weiter auszubauen. Dazu

autos aber schnell und dazu noch umweltfreundlich fahren Elektromobile. Ein tolles Fahrgefühl, das ab Frühjahr 2015 sowohl Touristen als auch erstmals Einheimische im Hochschwarzwald erfahren können. In 14 Hochschwarzwaldgemeinden stehen dann mehr als 25 E-Autos zur Verfügung, die an 15 Elektrotankstellen eine Auftankstation finden.

„Mit € 75.000 Zuschuss hat uns das Land unterstützt“, freute sich Hochschwarzwald Tourismusgeschäftsführer Thorsten Rudolph am Samstag bei der Vorstellung des Projektes im Kurhaus von Hinterzarten. Minister Alexander Bonde vom Ministerium Ländlicher Raum und Verbraucherschutz, stellte das Projekt näher vor und setzte sich danach selbst ins Auto. „Dieses einzigartige Mobilitätsprojekt Elektromobilität im Ländlichen Raum, wurde von uns ins Leben gerufen, um Entwicklung und Mobilität zusammenzubringen“, erklärte der Minister. Er erinnerte

gehöre eben das touristische E-Carsharing mit 25 bis 30 Elektroautos und der Ausbau eines dichten Landernetzwerkes mit Strom aus erneuerbaren Energien an 15 Ladesäulen, verdeutlichte Rudolph das Angebot. Die neue umweltfreundliche E-Flotte wurde gemeinsam mit dem Automobilhersteller BMW realisiert. „In den nächsten Monaten werden wir das Projekt zuerst einmal mit Kleinwagen aufbauen“, informierte der HTG-Chef. Der Landeszuschuss von € 75.000 wird für die notwendig Hard und Software verwendet.

Für Hochschwarzwaldurlauber mit einer All-Inclusive-Hochschwarzwaldcard stehen die E-Autos täglich bis zu drei Stunden zur kostenlosen Nutzung bereit. Aber auch andere Gäste und Einheimische können das Angebot nutzen. „Wir berechnen dann eine Nutzungsgebühr, die allerdings noch nicht fest steht“, ließ Rudolph wissen. Jetzt werde erst einmal die Infrastruktur aufgebaut. ■



# Wikingerschiff 2.0



Schiffsbau hat in Norwegen eine lange Tradition. Ingenieure entwickeln dort Antriebskonzepte für eine ressourcenschonende Schifffahrt. Hybridantriebe können dabei eine entscheidende Rolle spielen.

Auf einer dreitägigen Route in der Nordsee hat die Skandi Marstein 35 Prozent weniger Energie verbraucht

Auf sein Schiff hätte ein Wikinger wahrscheinlich nie verzichtet. Bis nach Amerika segelten und ruderten sie ihre „Dra-chenboote“. Mehr als tausend Jahre später zählt eines ihrer Heimatländer – Norwegen – noch immer zu den führenden Schiffbaunationen der Welt. Rund acht Milliarden Euro Umsatz erwirtschaftet die dortige Schiffbauindustrie jedes Jahr. Auch Siemens setzt auf das Können der Schiffskonstrukteure aus Skandinavien. Einer von ihnen ist Odd Moen. Für den Vertrieb von Siemens Marine & Shipbuilding betreut er von Trondheim aus Projekte auf der ganzen Welt. Immer mit dem Ziel, für alles was schwimmt, einen optimal angepassten und effizienten Antrieb zu finden.

Mehr als 200 Schiffe hat seine Abteilung bereits mit kompletten Antriebssträngen ausgestattet und dabei viel für die Energieeffizienz auf See getan. „Bei vielen Schiffen setzen wir auf einen

dieselektrischen Antrieb. Dabei werden die Schiffsschrauben durch umrichter gespeiste Elektromotoren angetrieben, die ihre Energie aus Dieselgeneratoren erhalten. Dadurch können wir die Propeller viel dosierter steuern, und der Betreiber spart Treibstoff“, sagt Moen.

## PRÄZISES MANÖVER

Viele Schiffe müssen auf offener See präzise manövrieren oder haben einen festen Einsatzort, etwa zum Bohren oder für Installationen am Meeresboden. Hier ist beim Antrieb oft nur minimale Leistung gefordert, um mit leichten Bewegungen der Schiffsschrauben die Position auf See zu halten. Bei einem reinen Dieselantrieb schwankt die Leistung des Motors dann im Vergleich zu schnelleren Transferfahrten sehr stark. Die Folge: Der Motor arbeitet oft nicht in seinem optimalen Wirkungsgradbereich. Zusätzlich nutzten frühere Schiffe in diesen Situationen

die Energie des Treibstoffs nicht optimal aus. „Beim Halten der Position auf dem Meer oder bei kleineren Geschwindigkeiten regelte man den Schub teilweise nur über den Einstellwinkel der Propellerschaukeln. Die Drehzahl der Propeller blieb gleich und entsprechend lief auch der Dieselmotor nahezu unverändert weiter“, erklärt Moen.

Heute regelt der Frequenzumrichter über dem Elektromotor direkt die Drehzahl der Propeller, die dadurch viel langsamer laufen können. Da Elektromotoren auch bei niedrigen Drehzahlen einen hohen Wirkungsgrad erreichen, spart diese Methode Treibstoff. Ein Frequenzumrichter steuert dabei die Drehzahl der Elektromotoren und Propeller. Je nachdem, wie viel Schub benötigt wird, wandelt er Frequenz und Amplitude des Wechselstroms aus den Dieselgeneratoren entsprechend um.

## BIS ZU EIN DRITTEL WENIGER TREIBSTOFF

Eine dieselektrische Fahranlage besteht, ab-

hängig vom Schiffstyp, aus vier bis sechs Dieselgeneratoren. Der Energieverbrauch des Schiffes bestimmt, wie viele von den Dieselgeneratoren im Betrieb sind. Dadurch können sie mit einem viel höheren Wirkungsgrad laufen. Sie stellen nur die Energie zur Verfügung und sind nicht mehr direkt an die Drehzahl der Schiffsschrauben gekoppelt. Bei Schiffen mit häufig wechselnder Beanspruchung der Antriebsleistung gleichen diese Einsparungen den Wirkungsgradverlust mehr als aus, der bei der Übertragung der mechanischen Energie der Dieselmotoren in elektrische Energie anfällt. Im Vergleich zu reinen Dieselantrieben fahren dieselektrische Schiffe leiser und verbrauchen bis zu ein Drittel weniger Treibstoff.

Seit 1996 setzt Siemens diese Technik ein: Die Skandi Marstein, ein Versorgungsboot für Bohrinseln, war das erste Projekt mit einem dieselektrischen Antrieb in der Nordsee. „Das Schiff war ein Meilenstein für uns. Auf einer dreitägigen Route in der Nordsee hat die Skandi Marstein 35 Prozent weniger Energie verbraucht“, sagt Moen.

**Dieselektrische Antriebe: Im Vergleich zu reinen Dieselantrieben fahren Hybrid-Schiffe leiser und verbrauchen bis zu ein Drittel weniger Treibstoff.**

Bis heute hat sich am Prinzip wenig verändert. Der Einsatz modernerer Komponenten kann die Effizienz der Schiffe aber immer noch steigern. „Mit der Komplexität der Einzelteile steigt auch die Komplexität der Projekte. Ab 2016, genau zwanzig Jahre nach der Skandi

Marstein, gehen in verschiedenen Werften vier Pipeline-Verlege-Schiffe mit dieselektrischer Antriebstechnik von Siemens vom Stapel: der größte Auftrag in der Geschichte von Siemens Marine & Shipbuilding in Norwegen.





„Die Skandi Marstein ist eigentlich nur ein schwimmender Lkw. Sie bringt Wasser, Nahrung und andere Waren zur Bohrplattform und nimmt den Abfall wieder mit. Die Pipeline-Schiffe müssen unter viel extremeren Bedingungen operieren, sich in tiefen Gewässern exakt positionieren und viel Energie für das Schweißen, Isolieren und Verlegen der Pipeline-Rohre bereitstellen“, beschreibt Moen. Mit

maximal 150 Metern Länge und genug Tragkraft, um einen bis zu 650 Tonnen schweren Pipeline-Verlegeturm zu tragen, sind die Schiffe wahre Giganten, die auch bei harschen Bedingungen immer ihre Position halten müssen. Sechs Diesellaggregate sorgen für die Stromversorgung der sechs Propeller und der Rohrverlegungsanlage. Es wird immer nur

die gerade benötigte Anzahl von Diesellaggregaten im Betrieb sein. Zusammen mit den Elektromotoren reduzieren sich damit die Treibstoff- und Wartungskosten.

Für die Zukunft sieht Moen viel Potenzial für An-

triebe, die ähnlich wie bei einem Hybridauto die Schwankungen der Antriebsleistung mit Batterien ausgleichen, wie das Beispiel der Hybridfähre „Prinzesse Benedikte“ schon heute zeigt: Die Fähre verbindet Dänemark und Deutschland. Mehr als 300 Autos und 1.000 Passagiere befördert die Fähre pro Fahrt. Das 140 Meter lange Schiff verfügt über ein ähnliches Antriebssystem wie die Pipeline-Schiffe. Generatoren an Dieselmotoren mit einer Leistung von 17.440 Kilowatt erzeugen Strom, der mit Hilfe von Frequenzumrichtern Elektromotoren antreibt.

#### AKKU MIT 2.900 KILOWATTSTUNDEN SPEICHERVERMÖGEN

Allerdings hat Siemens in das Antriebssystem noch einen Akku mit rund 2.900 Kilowattstunden Speichervermögen integriert. Dieser Akku gleicht den unterschiedlichen Energiebedarf der Motoren während der Fahrt und bei Hafenaufenthalten aus. Dadurch kann die Auslastung der Dieselmotoren noch gleichmäßiger und nahe am optimalen Wirkungsgrad eingestellt werden – im Hafen und auf hoher See. Die Fähre spart damit bis zu 15 Prozent Treibstoff, und der Verschleiß der Dieselmotoren kann verringert werden. Bei kurzen Strecken mit längeren Hafenaufenthalten sind auch komplett elektrische Antriebe möglich, die ihre Energie nur aus Akkus beziehen, die im Hafen geladen werden. 2015 soll zudem die erste reine Elektrofähre in See stechen und Autos und Menschen durch einen norwegischen Fjord befördern.

Mit der Siemens-Antriebstechnik fahren auch Forschungsschiffe, große Fischerboote, Tanker und Patrouillenboote. Bei Forschungsschiffen ist ein besonders leiser Antrieb, fast wie bei U-Booten, wichtig. Und bei einem Fischerboot konnten die Siemens-Schiffs-Experten den Laderaum um 40 Prozent vergrößern: Da die Dieselgeneratoren nicht mehr direkt mit dem Antrieb verbunden sein müssen, können die Systeme flexibler montiert werden. So lässt sich der Raum besser nutzen. „Wir finden für jedes Schiff die passende Lösung“, sagt Moen. Trotz dieser Vielfalt: Ein Wikingerschiff war für Moen noch nicht mit dabei. Effizient und ressourcenschonend wären diese ja, aber wer will heute bei Flaute noch rudern? ■

Autor: Andreas Wenleder  
Siemens AG

## MotorBrain erhöht Reichweite und Sicherheit von Elektrofahrzeugen



Elektrische Antriebe kleiner, leichter, effizienter und sicherer gestalten – mit dieser Zielsetzung starteten vor drei Jahren Forscher aus neun europäischen Ländern das von der Europäischen Union geförderte Projekt MotorBrain. Nun wurden die Ergebnisse präsentiert: hochintegrierte Elektroantriebe, die die wichtigsten Bestandteile des Antriebsstrangs für Elektrofahrzeuge vereinen und zudem ohne Seltene Erden auskommen. Die entwickelten Prototypen sind außerdem mit hoher Funktionalität ausgestattet.

Den Forschern ist es gelungen, sehr kompakte Elektromotoren zu konstruieren, die bis zu einem Viertel kleiner gegenüber vergleichbaren E-Maschinen ausfallen. Die Prototypen hätten teils sogar bequem in einer handelsüblichen Laptop-Tasche oder einem Notebook-Rucksack Platz. So konnte etwa durch die Integration von Motor, Getriebe und Leistungselektronik das Gewicht der Antriebseinheit um rund 15% gesenkt werden. Weniger Größe und Gewicht bringen deutliche Vorteile: durch das geringere Gesamtgewicht steigen Reichweite oder Zuladung von Elektrofahrzeugen. Ein Kompaktfahrzeug mit MotorBrain-Elektromotor und einer Leistung von 60 Kilowatt könnte so bis zu 40 Kilometer weiter fahren als heutige E-Fahrzeuge.

Die MotorBrain-Prototypen kommen zudem ohne Selte-

ne Erden aus, die derzeit ein wesentlicher Kostentreiber in Hybrid- und Elektrofahrzeugen sind. Seltene Erden sind heute ein wichtiger Bestandteil in den Dauermagneten eines jeden Elektromotors. Sie erzeugen ein besonders starkes konstantes Magnetfeld. Je stärker das Magnetfeld ist, desto drehmomentstärker ist auch der Motor. Allerdings ist die Förderung Seltener Erden äußerst aufwändig und umweltbelastend. Ihre Preise sind hoch und schwanken stark. Deshalb setzen die MotorBrain-Elektromotoren auf Ferritmagnete, die gut verfügbar und preiswerter sind, oder verzichten durch ihr Maschinenprinzip ganz darauf. Aber nicht nur bei

Hardware, auch bei Software konnten zum Teil weitreichende Fortschritte erzielt werden. Fehlertolerante Sicherheitsstrukturen darzustellen, stellt insbesondere unter Berücksichtigung der Ende 2011 in Kraft getretenen ISO 26262 eine hohe Anforderung an die Rechnerleistung. Die ISO 26262 ist eine Norm für sicherheitsrelevante elektrische/elektronische Systeme in Kraftfahrzeugen. Neben den aufwändig umzusetzenden Softwareprozessen sind die Anforderungen des im Projekt erstellten, ISO-konformen Sicherheitskonzeptes besser mit parallelen Rechnerkernen zu erreichen. Auf dem Gebiet der Energiespeicher kann MotorBrain ebenfalls Erfolge vorweisen: Zum einen wurde eine neue Zellchemie für Lithium-Ionen Zellen entwickelt und als Prototyp dargestellt, um die bisher nur schwer darstellbare Kombination von hoher Leistung mit hohem Energieinhalt in einer Zelle zu erreichen. Zum anderen wurde ein neuartiger Ansatz mit einem Batteriemanagement-System bis zur Prototypenreife entwickelt, der es erlaubt, modular einheitliche Elektronik direkt an die Zelle zu bringen und gleichzeitig die galvanische Entkoppelung sicherzustellen.

Hochintegrierte Ansätze erfordern außerdem neue Wege bei der Sensorik. Dazu wurden neuartige Winkel-, Drehmoment- und Stromsensoren entwickelt, die bei hoher Präzision ein sehr gutes Preis-Leistungs-Verhältnis aufweisen. ■

Hybride Giganten:  
Über 200 Schiffe  
hat Siemens bereits  
mit Antriebssträn-  
gen ausgestattet.





Der Zweirad Industrie Verband geht 2014 von 450.000 verkauften E-Bikes in Deutschland aus.

## Fahrrad für viele Großstädter wichtiger als das Auto

Nicht das Auto boomt in deutschen Großstädten, sondern das Fahrrad. So besaßen Ende 2013 immerhin 30% der Haushalte in Städten ab 500.000 Einwohnern keine Pkw oder Motorräder, sondern ausschließlich Fahrräder. E-Bikes werden dabei seit Jahren immer stärker nachgefragt. Die Zahlen des statistischen Bundesamts Destatis in Wiesbaden zeigen, dass das Fahrrad ein Trend ist. Im Zehnjahresvergleich ist der Anteil der Haushalte, die lediglich über Fahrräder als Verkehrsmittel verfügen, in den Großstädten gestiegen. Im Jahr 2003 waren es noch 22% und damit 8% weniger als heute. Pedelecs würden immer stärker nachgefragt, so der Fahrradhersteller corratec. Allein 2014 soll es laut Zweirad Industrie Verband 450.000 verkaufte E-Bikes geben, im Jahr 2013 waren es noch 410.000. Offensichtlich ist für Autobesitzer das E-Bike sehr attraktiv. Nach einer Dekra-Befragung erwägt jeder Dritte den Kauf. Sobald sie eines besitzen, ist das E-Rad für jeden Fünften (21%) kompletter Autoersatz, zeigt eine Nutzerbefragung des VCD. Für 74% ersetzt das E-Bike zum Teil das Auto. ■

## LASER-FAHRRAD-WEG IMMER DABEI

Das Samsung Smart Bike bietet maximale Vernetzung mit einem Smartphone. Dazu ist der Rahmen mit einem kleinen Akku sowie Wlan und Bluetooth aus-

gestattet. Ein Arduino-Modul, ein kleiner Computer, sorgt mit entsprechender Software für die Intelligenz. Spannend wird das Smart Bike, allerdings erst mit einem Smartphone. Das Smartphone wird einmal am Lenker arretiert zur kompletten Steuerzentrale für alle Funktionen des City-Fahrrads. Wahrscheinlich haben die Entwickler an Länder gedacht, in denen der Verkehr für Radfahrer eher gefährlich ist, sonst wären sie wohl nicht auf dieses ungewöhnliche Feature gekommen: einen eingebauten Fahrradweg – auch er lässt sich mittels Smartphone ein- und ausschalten. Vier Laser, die am Rahmen befestigt sind, projizieren rote Streifen rechts und links auf den Boden. Damit entsteht quasi ein eigener Fahrradweg der immer dort auftaucht, wo sich das Bike befindet. Auf diese Weise sollen andere Verkehrsteilnehmer das Samsung Smart Bike besser sehen können. Ein besonderer Clou ist die eingebaute Rückkamera. Sie liefert einen Videostream an das Smartphone, so dass die Sicht nach hinten möglich wird, ohne sich umdrehen zu müssen. Bei dem Samsung Smart Bike handelt es sich um einen Prototypen. Inwieweit er in Serie gehen wird, ist unbekannt. ■

## AKKU MIT SONNEN-ENERGIE LADEN

Solar Cycle will das Elektrofahrrad von der Steckdose befreien. Dafür hat das niederländische Unternehmen einen auf dem Bosch-Antrieb basierenden Prototypen mit Solarzellen in den Rädern, die den Akku bei Sonneneinstrahlung aufladen, vorgestellt. Die beim Solar Cycle eingesetzte Solarpaneele mit Nanotechnologie wurde von Solar Application Lap entwickelt und soll mit verschiedenen Akkugrößen und -geometrien kompatibel und daher genauso effizient wie bisherige Zellen sein. Innerhalb von vier bis fünf Stunden soll sich der Akku bei gutem Wetter aufladen lassen. Im Moment besteht der Prototyp auf einem aufgerüsteten Marken-E-Bike. Doch die Niederländer planen, innerhalb der nächsten drei Jahre eigene Modelle auf den Markt zu bringen. Gefördert und unterstützt wird das Solar Cycle von der Technischen Universität in Eindhoven und mit einer Finanzspritze in Höhe von € 60 000. ■



## Piaggio Electric Bike Project

Piaggio, der bekannte Rollerhersteller, steigt in den E-Bike-Markt ein. Bei dem Piaggio Electric Bike Project handelt es sich um ein E-Bike, bei dem zahlreiche Funktionen über das Smartphone gesteuert werden können. Der Fahrer kann die Leistung des Motors regeln, indem er beispielsweise eine Trittfrequenz oder Maximalgeschwindigkeit festlegt. Weiterhin ist das E-Bike mit einem GPS-Sensor ausgestattet. Ähnlich wie das Stromer ST2 kann das Piaggio-E-Bike so geortet werden. Laut Piaggio wird es das E-Bike als S-Pedelec mit 350-Watt-Antrieb geben sowie als Pedelec mit 250-Watt-Motor. Bei dem Mittelmotor handelt es sich um eine Eigenkonstruktion von Piaggio. Der Akku bietet eine Kapazität von 400 Wh, wie es beispielsweise auch bei E-Bike-Antrieben von Bosch der Fall ist. Das E-Bike Piaggio Electric Bike Project soll eine Reichweite von 60 bis 120 Kilometern haben. ■

## SPORTLICHER ALLTAGSBEGLEITER

Das E-Bike Batavus Razer zeigt sportliche Gene, ohne dabei auf alltagstaugliche Komponenten zu verzichten. Das rund 2.500 Euro teure E-Bike kommt mit Yamaha-Antrieb und soll leichte 20,5 Kilo wiegen. Das E-Bike Batavus Razer soll Alltagsfahrer ansprechen, die Wert auf den Faktor Sportlichkeit legen. Ständer, Gepäckträger und Rahmenschloss von Trelock sind beim E-Bike Ba-



tavus Razer serienmäßig verbaut. Für die Tretunterstützung sorgt ein Yamaha-Mittelmotor mit 250 Watt Leistung, der Akku ist am Unterrohr befestigt und hat eine Kapazität von 400 Wh. Bei der Schaltung setzt Hersteller Batavus auf Shimano und stattet das E-Bike Batavus Razer mit einer Nabenschaltung vom Typ Shimano Alfine aus. Weiterhin ist das E-Bike mit einer hydraulischen Felgenbremse Magura HS11 ausgestattet. Das Gewicht des Batavus Razer beträgt laut Hersteller 20,5 Kilogramm, für den Akku fallen weitere 2,8 Kilo an. Das E-Bike Batavus Razer soll ab dem Frühjahr 2015 zu einem Preis von € 2.499 erhältlich sein. ■

## E-BIKE-AKKU: NEUE BATTERIE HÄLT 20 JAHRE

Aktuelle E-Bikes-Akkus brauchen oftmals mehrere Stunden bis sie geladen werden und halten etwa 500-1000 Ladezyklen. Forscher aus Singapur haben jetzt einen Werkstoff gefunden, mit dem Batterien in nur wenigen Minuten zu laden sind. Sie sollen zudem bis zu 20 Jahre halten. Es ist Wissenschaftlern der Nanyang Technology University in Singapur gelungen, den Grundstein für die Lösung gleich zweier Probleme der Elektromobilität zu legen. Gerade Elektroautos sind momentan noch wenig attraktiv, da sie gegenüber Benzinern sehr lange brauchen, bis sie wieder "betankt" sind. Aber auch bei E-Bike-Akkus wäre eine schnellere Ladezeit wünschenswert. Die Neuentwicklung soll sich 10.000 Mal aufladen lassen und so rund 20 Jahre halten. E-Bike-Akkus auf Lithium-Ionen gehen bei Vielfahrern nach drei Jahren in die Knie und die Kapazität lässt dann nach. Interessanterweise haben die Forscher nicht Grundlegendes an der Akkubauweise geändert. Sie ersetzen lediglich das Material der Anode – bisher Grafit – durch ein Gel sogenannter Titanium-Dioxyd-Nanoröhrchen. Ursprünglich wollten die Forscher die Lebensdauer von Akkus verlängern, merkten dann aber, dass das neue eingesetzte Material auch einen positiven Nebeneffekt hat. Nach Angaben der Forscher aus Singapur kann die Batterie in zwei Minuten zu 70 Prozent geladen werden. Das ist ähnlich lange, wie beim Tanken eines konventionellen Autos notwendig ist. E-Biker könnten einen Kaffee trinken und würden mit neuer Akkuladung deutlich weiterer Strecken fahren können. Der Erfinder des Titaniumdioxid-Gels – Professor Chen Xiaodong – glaubt, dass das Material in zwei Jahren in den ersten Akkus kommerziell erhältlich sein könnte. ■



E-Bike-Studie:

# 40 Millionen Pedelec-Verkäufe in 2023 erwartet

Eine neue Untersuchung zum globalen E-Bike-Markt von Navigant Research zeigt, dass Elektrofahräder in vielen Teilen der Erde immer populärer werden.

Nach China ist West-Europa dabei der wichtigste Absatzmarkt. Der Zeithorizont für Aussagen über verkaufte Stückzahlen und Umsätze reicht dabei bis ins Jahr 2023. Im Jahr 2014 sollen 31,7 Millionen Elektrofahräder verkauft werden.

Der Report berücksichtigt sowohl per Gasgriff kontrollierte E-Bikes wie sie in Asien und den USA stark vorkommen sowie klassische Pedelects – also Elektroräder, die nur durch Treten den Motor dazuschalten.

Navigant mit Sitz in den USA sieht den Markt in Nord Amerika noch als „Emerging Market“ an, also als einen sehr jungen Markt mit großem Wachstumspotenzial. Bisher wurden Elektrofahräder dort eher als neuer Typ im

Sportsegment gesehen und weniger als Verkehrsmittel, was sich jedoch langsam ändert.

Demgegenüber haben sich viele Länder in Asien sowie Westeuropa als wahre E-Bike-Länder herausgestellt, in denen eine Kultur des täglichen Pendelns mit dem E-Rad existiert. Zusammen mit dem technologischen Fortschritt bei Elektrorädern und aufkommenden Trends in Städten weltweit hat sich das Wachstum beschleunigt. Eine Verschiebung ist zum Beispiel bei der Zielgruppe zu erkennen. Waren es früher eher ältere die Pedelect fuhren, sind es heute verstärkt jüngere unter 40 Jahren in den USA und Europa.

Der globale Markt für E-Bikes expandiert weiterhin mit

dem Aufkommen neuer technologischer Entwicklungen sowie der steigenden Verfügbarkeit von Produkten, die sich immer mehr Menschen leisten können.

## HAUPTTREIBER FÜR DIE VERSTÄRKTE E-BIKE-NACHFRAGE

Es existieren verschiedene Entwicklungen, die den globalen E-Bike-Markt formen:

-Wachsende Akzeptanz von E-Bikes als schneller und preiswerter Weg zur E-Mobility

- Zunehmende Fahrradnutzung zum Pendeln  
- Wachsende Verstädterung zwingt Menschen zu alternative Transportformen

- Zunehmende Ausgereiftheit der Produkte schafft Akzeptanz von E-Bike bei jenen, die bisher noch nicht über eine Anschaffung nachgedacht haben

- Steigende Qualität bei lithium-Ionen-Akkus, die zudem preiswerter werden

- Weitere Unterstützung von Regierungen nachhaltige Transportmittel in den Schlüsselmärkten zu fördern

- Insgesamt langfristige Steigerung des Benzinspreises sowie Überlegungen zur Luftverschmutzung

- Die einbrechende Wirtschaft in Nord Amerika und, zu einem geringeren Grad, Europa

Dazu Ryan Citron, Research Associate bei Navigant Research: „Der weltweite Markt für E-Bikes expandiert weiterhin mit dem Aufkommen neuer technologischer Entwicklungen, preiswerterer Produkte und ihrer größeren Verfügbarkeit. Verschiedene Trends, darunter kombinierte Gasgriff- und Pedelect-Modelle, elektrisch angetriebene Lastenräder, einfach zu installieren-

de Nachrüstsätze und Nachrüsträder und die Nutzung von E-Bikes bei der Polizei und Sicherheitsunternehmen haben alle dazu beigetragen, einen global wachsenden Markt mit hohem Potenzial zu erzeugen.“

Wachsende Verstädterung gemeinsam mit steigenden Benzinpreisen und zunehmender Verstopfung von urbanen Räumen bringt Konsumenten dazu, alternative Transportformen zu finden. Allein in den USA sollen laut des Texas A&M Transportation Instituts 100 Milliarden Dollar, also rund 807 Millionen Euro, jährlich Kosten durch verstopfte Städte wegen Zeitverlusts und des unnütz verbrauchten Benzins der Wirtschaft entstehen.

Das führt zu einer zunehmenden Zweirad-Nutzung bei Pendlern, so die Analyse. Das ist insbesondere der Fall in den sich entwickelnden Ländern Asiens. Laut Schätzungen nutzen alleine in China 170 Million Menschen das E-Bike jeden Tag. In entwickelten westlichen Ländern wählen immer mehr Menschen, die urbanen Zentren als Lebensmittelpunkt anstatt weitentlegener Vororte. Dadurch werden auch E-Bikes immer populärer bei der Wahl des Verkehrsmittels.

Der Gesamtmarkt für E-Bikes weltweit soll laut Institut eine kumulierte jährliche Wachstumsrate von 2,7% zwischen 2014 und 2023 aufweisen – und das bei einem konservativen Szenario. Nord Amerika (6,8%), West Europa (12,3%) und Latein Amerika (9,5%) zeigen Signale eines schnellen Wachstums. West Europa ist nach China der zweitgrößte E-Bike-Markt mit rund 1,2 Millionen Verkäufen im Jahr 2014. Bis 2023 sollen es mehr als 3,3 Millionen sein. Nord Amerika hat den Mittleren Osten als drittstärksten Markt in der Welt überflügelt. E-Bike-Verkäufe sollen im Jahr 2023 rund 286.000 Stück betragen. ■



Ryan Citron ist wissenschaftlicher Mitarbeiter bei Navigant Research. Er hat bereits mehrere technische und wissenschaftliche Arbeiten zu Solar- und Windkraft verfasst.

## Drive System for Mobility

- Traction or Gen-Set
- Up to peak 100kW
- Powered with 250V-400V

**KOLEKTOR**

www.KolektorDrives.com • matjaz.potocnik@kolektor.com





# Energiespeicher für die Elektromobilität



Das deutsche Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI hat in einer Studie untersucht, ob und wie weit Deutschland im Bereich der Energiespeicher für die Elektromobilität auf dem Weg zum Leitmarkt ist. Deutschland gelingt es derzeit noch nicht, das Wissen über Lithium-Ionen-Batterien für Elektrofahrzeuge in größerem Maßstab in eine inländische Zellproduktion umzusetzen.

**D**as deutsche Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI hat in einer Studie untersucht, ob und wie weit Deutschland im Bereich der Energiespeicher für die Elektromobilität auf dem Weg zum Leitmarkt ist. Deutschland gelingt es derzeit noch nicht, das Wissen über Lithium-Ionen-Batterien für Elektrofahrzeuge in größerem Maßstab in eine inländische Zellproduktion umzusetzen.

Die Bundesregierung hat das Ziel, Deutschland zum Leitmarkt und Leitanbieter für Elektromobilität zu machen. Dabei spielt die Batterie eine zentrale Rolle, da sie mit 30% bis 40% heute noch einen hohen Anteil an den gesamten Herstellungskosten der Elektrofahrzeuge hat. Die jetzt vorliegende Studie untersucht, ob sich Deutschland im Bereich der Batterietechnologien für Elektrofahrzeuge auf dem Weg zum Leitmarkt und Leitanbieter befindet. Ein Leitmarkt definiert sich durch eine frühe Nachfrage, die eine entsprechende heimische Industrieansiedlung und Wertschöpfung nach sich zieht. Leitanbieter ist, wer heute oder in naher Zukunft die nachgefragten Produkte herstellt, erfolgreich exportiert und dadurch eine hohe

inländische Wertschöpfung erzielen kann.

## 33 INDIKATOREN ERHOSEN

Deutschlands Positionierung im Batteriebereich wurde in einem umfassenden Benchmarking auf der Basis von 33 Indikatoren erhoben und mit den weltweit führenden Ländern im Bereich der Energiespeicher für die Elektromobilität – Japan, Korea, China, den USA und Frankreich – verglichen. Zu den untersuchten Indikatoren gehören unter anderen Forschungsförderung, Publikationen, Patente, Batterie-Produktionskapazitäten sowie Verkaufszahlen von Elektrofahrzeugen und Marktanreizprogramme.

Die Ergebnisse zeigen, dass Deutschland derzeit kein Leitmarkt für Fahrzeugbatterien ist. Hier führen die USA und Japan, die den mit Abstand größten Anteil der Elektrofahrzeug-Produktion erbringen. Dies gelingt ihnen unter anderem durch den großen heimischen Absatz, der durch finanzielle Kaufanreize gestützt wird. Bedingt durch die vielen Fahrzeuge haben die beiden Länder

auch den mit Abstand höchsten Anteil am weltweiten Bedarf nach Lithium-Ionen-Batterien. Die japanische Industrie exportiert zudem mehr als 60% ihrer hergestellten Batteriezellen – unter anderem in die USA. Damit ist Japan der aktuell führende Leitanbieter.

## ASIEN: VIELE AKTIVE UNTERNEHMEN

Richtet man den Blick auf die herrschenden Marktstrukturen, sind gerade in den asiatischen Ländern (angeführt von Japan, China und Korea) relativ viele Unternehmen aktiv, welche die komplette Wertschöpfungskette der Fahrzeugbatterien abdecken – vom Ausgangsmaterial bis hin zur Produktion von Zellen und Batteriepacks. Dagegen decken deutsche Unternehmen bisher nur wenige Stufen der Wertschöpfungskette ab. Schwächen bestehen heute noch in den der Zellproduktion vorgelagerten Wertschöpfungsstufen und der Zellproduktion selbst. Das beginnt schon mit dem Zugang zu Basismaterialien: Deutschland hat deutliche Defizite bei der Versorgung und beim Handel mit Lithium-Ionen-Batterie-spezifischen Rohstoffen wie beispielsweise Kobalt und Lithium, wo China dominiert.

## IM AUFHOLPROZESS

Deutschland befindet sich im Markt für Elektrofahrzeuge derzeit in einem Aufholprozess, was man unter anderem an den aktuellen Produktionsprognosen sowie an der Vielzahl von angekündigten Modellen für Elektrofahrzeuge sieht. Falls dieser Aufholprozess erfolgreich ist, könnte er eventuell den Aufbau einer Batterieproduktion für Lithium-Ionen-Batterien in Deutschland nach sich ziehen. In den Bereichen Forschung und Technologie hat Deutschland in den vergangenen fünf Jahren bereits enorm aufgeholt. Dies ist unter anderem auf die gestiegenen industriellen und öffentlichen Forschungs- und Entwicklungsausgaben zurückzuführen. Beim technologischen Wissen ist Deutschland derzeit also recht gut aufgestellt. Dieses aufgebaute Know-how macht sich jedoch noch nicht in installierten oder angekündigten Batteriezell-Produktionskapazitäten für Elektrofahrzeuge bemerkbar. Auch fehlt nach wie vor die Erfahrung in der Produktionsprozesstechnologie.

## ENTFERNT VON LEITMARKT

Insgesamt ist Deutschland somit noch ein gutes Stück

von einem Leitmarkt und einer Leitanbieterschaft für Energiespeicher für die Elektromobilität entfernt. Prof. Martin Wietschel, Koordinator für Elektromobilität am Fraunhofer ISI, hält fest: „Die aktuelle Herausforderung für Forschung, Industrie und Politik in Deutschland liegt darin, das in den vergangenen Jahren gewonnene wissenschaftliche und technologische Know-how in heimische Wertschöpfung umzuwandeln.“ Die Studie zeigt auch, daß Deutschland gerade bei der Industrialisierung der Zellproduktion für Lithium-Ionen-Batterien noch einen großen Rückstand hat. Aufgrund der weltweiten Marktgrößen sowie -dynamiken und dem derzeitigen Wettbewerbsnachteil von Deutschland ist eine gemeinsame Strategie von Schlüsselakteuren aus der Industrie mit Unterstützung durch die Politik dringend notwendig, um eine künftige Zellproduktion erfolgreich aufzubauen.

## GRÖSSE DER HEBELEFFEKTE

Dr. Axel Thielmann, Koordinator der Studie zu Leitmarkt und Leitanbieterschaft, betont aber auch: „Ergänzend sollte analysiert werden, wie groß die volkswirtschaftlichen Hebeleffekte einer inländischen Zellproduktion tatsächlich sind oder ob ergänzend beziehungsweise an



deren Stelle nicht die in Deutschland traditionell starken Branchen stärker in den Mittelpunkt rücken sollten, beispielsweise der Anlagen- und Maschinenbau zum Aufbau von Produktionsanlagen, die Chemieindustrie als Material- und Komponentenhersteller sowie die Automobilindustrie mit zahlreichen Systemintegratoren und Zulieferern.“

Die Studie stellt zugleich den Abschluss des BMBF-geförderten Projekts „Energiespeicher-Monitoring für die Elektromobilität“ (Emotor) dar, das von Dr. Thomas Reiss geleitet wurde. ■



# Neuer Elektrolyt

ermöglicht den Bau von  
Magnesium-Schwefel-Batterien

Eine Forschungsgruppe des Helmholtz-Instituts (HIU) hat nun einen Elektrolyten entwickelt, der den Bau von Magnesium-Schwefel-Batteriezellen ermöglicht. Mit Magnesium lassen sich höhere Speicherdichten erreichen als mit Lithium. Zudem kommt Magnesium häufig in der Natur vor, ist ungiftig und zersetzt sich nicht an der Luft.

In vielen elektrischen Geräten werden heute Lithium-Ionen-Batterien und Metallhydrid-Batterien als Energiespeicher eingesetzt. Wissenschaftler weltweit forschen derzeit an Alternativen zu diesen etablierten Batteriesystemen, um zukünftige Geräte sicherer, kostengünstiger, nachhaltiger und leistungsfähiger zu machen. Ziel ist, Lithium durch andere Elemente zu ersetzen. Dafür ist es erforderlich, alle Komponenten der Batterie neu zu entwickeln und ein Verständnis der elektrochemischen Vorgänge zu erarbeiten.

Auf Magnesium basierende Batteriezellen gelten derzeit als attraktive Möglichkeit, Lithium in Batterien zu ersetzen. Mit Magnesium lassen sich grundsätzlich höhere Speicherdichten erreichen als mit Lithium. Weitere Vorteile von Magnesium sind, dass es häufig in der Natur vorkommt, ungiftig ist und sich nicht wie Lithium an der Luft zersetzt. Bisher waren die Fortschritte auf diesem Gebiet allerdings gering. Vor allem fehlte es an geeigneten Elektrolyten für das Magnesium, mit denen sich Batterien mit hoher Speicherkapazität und Leistungsdichte bauen lassen. Eine Forschungsgruppe um Professor Maximilian

Fichtner und Dr. Zhirong Zhao-Karger konnte nun am Helmholtz-Institut erstmals einen neuen aussichtsreichen Elektrolyten vorstellen, der die Entwicklung einer völlig neuen Generation von Batterien ermöglichen könnte. Der neue Elektrolyt zeichnet sich durch eine ganze Reihe von vielversprechenden Eigenschaften aus. So weist er eine bisher unerreichte elektrochemische Stabilität und einen sehr hohen Wirkungsgrad auf. Zusätzlich ist es möglich, den Elektrolyten in verschiedenen Lösungsmitteln und in hohen Konzentrationen zu verwenden. Der Elektrolyt ist chemisch kompatibel mit einer Schwefelkathode.

Ein weiterer Vorteil ist die ausgesprochen einfache Herstellung des Elektrolyten. „Es werden zwei käufliche Standardchemikalien verwendet, die man in das gewünschte Lösungsmittel gibt und etwas rührt. Diese einfache Mischung kann danach direkt als Elektrolyt in der Batterie verwendet werden. Kürzlich haben wir zudem festgestellt, dass eine Variante dieses Elektrolyten auch stabil an Luft ist. Damit können wir nun auch mit der Entwicklung neuartiger Magnesium-Luft-Batterien beginnen“, berichtet Forschungsgruppenleiter Maximilian Fichtner. ■

## BIOKUNSTSTOFF FÜR AUTOMOBILES EXTERIEUR

Die Mazda Motor Corporation hat einen neuen Biokunststoff für das Fahrzeugexterieur entwickelt. Der einfärbbare Biokunststoff wirkt mit seiner Farbtiefe und der glatten, spiegel-ähnlichen Oberfläche hochwertiger als lackierte, erdölbasierte Kunststoffe. Da das Material nicht lackiert werden muss, nehmen auch die Emissionen sogenannter flüchtiger organischer Verbindungen (VOC) ab. Mazda forscht unter dem Sammelbegriff „Mazda Biotechmaterial“ bereits seit einigen Jahren an Produkten aus nachwachsenden Rohstoffen. Das Unternehmen hat beispielsweise als erster Automobilhersteller einen hochfesten, hitzebeständigen Biokunststoff für Fahrzeuginnenräume sowie den weltweit ersten Stoff für Sitzbezüge ausschließlich aus Pflanzenfaser entwickelt. Mazda ist es nun in Zusammenarbeit mit der Mitsubishi Chemical Corporation gelungen, ein Material zu entwickeln, das sich gleichermaßen für das Interieur als auch für das Exterieur eines Autos eignet. Hierfür wurde die Zusammensetzung aus einer sehr formbaren und haltbaren Biokunststoff-Basis, Additiven und Farbstoffen optimiert (zum Patent angemeldet); auch das Spritzgussverfahren wurde modifiziert. Dadurch können Teile produziert werden, die genauso widerstandsfähig sind wie konventionelle Kunststoffe, dabei aber noch hochwertiger aussehen. Der Biokunststoff kommt erstmals im Interieur des neuen Mazda MX-5 zum Einsatz, der 2015 auf den Markt rollt. Exterieur-Teile aus nachwachsenden Rohstoffen werden mit späteren Modellen eingeführt. ■

## Sicherheit für Rally-Piloten

Neopolen® P (EPP) stellt nun auch bei der größten und härtesten Rallyeserie der Welt seine Leistungsfähigkeit unter Beweis: Hyundai Motorsport GmbH nutzt den Polypropylen-Schaumstoff der BASF als Seitenaufprallschutz in seinen Rennwagen für die World Rallye Championship (WRC). Neopolen P kombiniert geringes Gewicht mit einer hohen Energieabsorption, die auch nach mehrfacher Stoßbelastung weitgehend unverändert bleibt. Deshalb wird



das Material bisher schon für sicherheitsrelevante Bauteile in Serienfahrzeugen eingesetzt, zum Beispiel für Lenkstockpolsterungen, Stoßfänger, Kopfstützen und Kniepolster. Außerdem weist Neopolen P ein isotropes Verformungsverhalten auf und ist – unverzichtbar im Motorsport – beständig gegenüber Chemikalien oder Ölen. Ein entscheidender Vorteil für den Einsatz im Hyundai i20 WRC ist darüber hinaus die Funktionssicherheit von Neopolen P über einen weiten Temperaturbereich. So können sich die Hyundai-Motorsport-Fahrer bei der heißen Rallye Australien genauso auf Neopolen P verlassen, wie während der Rallye Schweden bei Temperaturen von bis zu -25°C. ■

## Nächste Generation der „Diablo“-Hochtempera- tur-Polyamide

Für Anwendungen im Kfz-Motorraum mit Umgebungstemperaturen bis 260 °C hat DSM eine neue Generation der „Diablo“-Hochtemperatur-Polyamide vorgestellt. Die neuen Materialien sind Teil des „Stanyl“ PA46- und des „Akulon“ PA 6/6.6-Portfolios. Mit ihrer signifikant erhöhten Langzeit-Wärmebeständigkeit eignen sich die Materialien laut Hersteller für Bauteile wie Ansaugmodule mit integriertem Ladeluftkühler, Luftleitungen, Ladeluftkühler-Endkappen, Mischrohre und Resonatoren. Die neuen Versionen von Stanyl Diablo PA 4.6 und Akulon Diablo halten Dauergebrauchstemperaturen bis 230 beziehungsweise 220 °C stand. Bei der Wärmeformbeständigkeit unter Belastung (HDT) erreicht das neue Stanyl Diablo einen HDT-Wert von 267 °C, beim neuen Akulon Diablo sind es 245°C. ■



# e-Car-Branche und Magnesiumschmiedeteile sind ideale Partner

Magnesium-Schmiedeteile eröffnen dem Leichtbau ein großes technisches Potenzial. Vor allem wenn das hohe Integrationspotential des Werkstoffes bereits in der konstruktiven Schöpfung einfließt.

Bild oben:  
Darstellung:  
Simulationsergebnis Strukturbauteil Rückseite  
Ergebnis einer Umformsimulation mit Darstellung des Formfüllungsgrades zur Beurteilung der Machbarkeit.

Die Zukunftschancen finden sich gerade in der Elektromobilität. Ressourcenschonung und Energieverbrauch bedarf intelligente, neue Wege zu gehen. Will man größtmögliche Effizienz erreichen, ist es nicht mehr ausreichend bestehendes anzupassen. In einem Erneuerungsprozess ist die e-Car Branche geradezu prädestiniert für neue Wege.

Warum soll man sich an dieser Stelle nicht die herausragenden Vorteile eines „alten, bekannten“ Werkstoffes zu Nutze machen. Bionische und vor allem belastungsangepasste, Konstruktionsansätze erzielen in Verbindung mit dem Schmieden bei Magnesium unschlagbare Vorteile. Niedrigste Gewichte bei höchsten Festigkeitsanforderungen bieten Magnesiumschmiedeteile aufgrund ihrer hochfesten Struktur.

Mit der Schmiedetechnik lassen sich komplexe Werkstücke effizient herstellen. Das endkonturnahe Schmieden von Magnesium-Knetlegie-

rungen erlaubt die effiziente Herstellung von deutlich leichteren Bauteilen. Die beachtliche Massenreduzierung resultiert aus der optimalen Werkstoffausnutzung und der geringen Dichte des Magnesiums. Das konkurrenzlose Verfahren ermöglicht es schließlich, komplexe Bauteile mit hohem Integrationspotenzial und extrem belastungsangepasster Materialverteilung herzustellen.

## LEICHTER BEI HÖHERER FESTIGKEIT

Schmiedeteile aus Magnesium-Knetlegierungen wie beispielsweise AZ31 (MgAl3Zn1) oder AZ80 (MgAl8Zn) ermöglichen eine Gewichtsreduzierung, die im Vergleich zu Stahl bis zu 60 Prozent und zu Aluminium bis zu einem Drittel beträgt. Gleichzeitig wird gegenüber spanend hergestellten Werkstücken ein sehr gutes Verhältnis zwischen Rohmaterialeinsatz und fertigem Bauteil erzielt. Die endkonturnahe Herstellung geschmiedeter Teile reduziert gleichzeitig den



Bild: Weisensee Strukturbauteil als Stoßfängerquerträger aus Mg-Leg. Mit dem Schmiedeverfahren lassen sich Strukturbauteile mit hohem Integrationspotential und belastungsangepasster Materialverteilung endkonturnah in Serie herstellen.

Nachbearbeitungsaufwand, woraus geringere Kosten für Energie und Zerspanwerkzeuge sowie ein verminderter Personalaufwand resultieren. Außerdem weisen Schmiedeteile eine höhere Festigkeit auf, die durch die Verdichtung im Herstellprozess und den gerichteten Faserlauf entlang der Bauteilkontur entsteht. Sie wirkt sich insbesondere bei Bauteilen, die einer Biege-Wechsel-Beanspruchung ausgesetzt sind, vorteilhaft aus.

## CAE UND FEM UMFORMSIMULATION ALS QUALITÄTSMERKMAL

Vorserien, Kleinstmengen und Entwicklungen haben in der Schmiedeindustrie heute einen hohen Stellenwert. Durch den Einsatz modernster Software auf Finite Elemente Basis für den Umformbereich werden Machbarkeitsstudien durchgeführt. Als Resultat daraus entstehen nicht selten Prototypen als Schmiedeteile. Reale Hardware ist für Entwicklungsarbeiten oft unverzichtbar. Durch den Einsatz angepasster CAE und modernster Fertigungstechnologien zur Herstellung von Schmiedewerkzeugen können Kleinserien und Entwicklungsmuster attraktiv gefertigt werden.

## INNOVATIONSPOTENZIAL FÜR DIE AUTOMOBIL- UND LUFTFAHRTINDUSTRIE

Diese Vorteile machen den Einsatz von Magnesium-Bauteilen für alle Anwendungen interes-



Bild: Das endkonturnahe Schmieden von Magnesium-Knetlegierungen ermöglicht die Herstellung deutlich gewichtsreduzierter Bauteile. Dieser Rotor mit 85 mm Durchmesser und 20 mm Zapfenhöhe wiegt lediglich 21 g.

sant, bei denen eine Verringerung der Massenträgheit angestrebt wird, beispielsweise in der Luft- und Raumfahrt, der Automobilindustrie und dem Maschinenbau. So lassen sich aus Magnesiumknetlegierungen beispielsweise Strukturbauteile für Kraftfahrzeuge in einer Segment-beziehungsweise Knotenverbundbauweise herstellen, die mit modernster Fügetechnik verbunden werden können. Diese angepassten Konstruktionen sind in der Lage, bei minimalem Gewicht maximale Kräfte aufzunehmen und zu übertragen. In der Luftfahrtindustrie laufen derzeit Zulassungsverfahren für Bauteile aus Magnesiumlegierungen, die im Innenbereich von Verkehrsflugzeugen zum Einsatz kommen sollen. Dabei handelt es sich unter anderem um Strukturteile für Sitzkonstruktionen. ■

Autor: Holger Kibler  
Weisensee Warmpressteile GmbH



# Hochleistungsbatterien der Zukunft laufen mit „geschmolzener Luft“



**W**issenschaftler in den USA haben hocheffiziente Batterie aus Luft und geschmolzenen Elektrolyten hergestellt. Sie soll leistungsstärker, haltbarer und kosteneffizienter als die bisherigen Produkte sein. Anwendung könnte die Batterie vor allem in der Autoindustrie finden. Bislang gelten Elektrofahrzeuge vor allem aufgrund ihrer geringen Reichweite als unattraktiv. Dank jüngster Forschungsergebnisse könnte sich das künftig ändern. Ein Team der George Washington University hat eine neue Hochleistungs-Batterie entwickelt. Diese könnte eine interessante Alternative für die üblichen Batterien in den Fahrzeugen darstellen. Allerdings benötigen sie bislang sehr hohe Temperaturen, um zu funktionieren.

Das Team um Forschungsleiter Stuart Licht bezeichnet seine Innovation als „molten air battery“. Diese neuen aufladbaren Batterien basieren auf geschmolzenen Elektrolyten, Luft-Sauerstoff und speziellen „Multi-Elektron-Elektroden“, welche aktuell die höchste Energiedichte ermöglichen. Das Ergebnis: Dank ihrer Energiedichte, Lebensdauer und Wirtschaftlichkeit könnten sie konventionelle Elektroautobatterien ersetzen.

Die Forscher experimentierten mit Eisen, Kohlenstoff oder Vanadiumborid und untersuchten sie auf ihre Fä-

higkeit, mehrere Elektronen zu übertragen. Ihre Batterien waren schließlich in der Lage, drei, vier und elf Elektronen pro Molekül zu speichern. Sie besaßen also die 20 bis 50-fache Speicherkapazität eines herkömmlichen Lithium-Ionen-Akkus. Sie kann nur ein Elektron pro Lithium-Molekül speichern. Nach Einschätzung von Licht sei damit eine völlig „neue Klasse“ von Batterien entstanden.

Licht und sein Team haben bereits andere Batterien dieser Art gearbeitet. Auch sie hatten hohe Speicherkapazitäten, daneben aber einen gravierenden Nachteil: Sie waren nicht wiederaufladbar. Produkte, die es waren, verfügten jedoch nur über geringe Speicherkapazitäten. Die jüngste Batterien-Generation vereint nun das Beste aus bei-

den Welten: Eine Kombination aus hoher Speicherkapazität und Reversibilität.

Das Funktions-Prinzip der neuen Batterie ergibt sich übrigens bereits aus dem Namen: Luft dient als eine der Batterieelektroden, einfaches Nickel oder Eisen als die andere. „Geschmolzen“ bezieht sich auf die Elektrolyte, die mit Reagenzien von Eisen-, Kohlenstoff- oder Vanadium-Borid gemischt und erhitzt werden, bis sie flüssig sind. Der flüssige Elektrolyt bedeckt die Metallelektrode und ist auch der Lufterlektrode ausgesetzt. Die Batterien sind durch elektro-chemische Wiedereinsetzung in der Lage, eine hohe Anzahl von Elektronen aufzuladen. Die wiederaufladbaren Batterien nutzen den Sauerstoff direkt aus der Luft. Das sorgt für eine hohe Batterie-Kapazität. Die geschmolzenen Elektrolyte machen die Aufladung möglich, so Licht.

Der bisherige Haken: Die Elektrolyte werden bei extrem hohen Temperaturen geschmolzen. Sie benötigen zwischen 700 und 800 Grad Celsius. Dieser Umstand könnte zu einer Herausforderung in Bezug auf einen Einsatz in der Fahrzeugindustrie werden. Doch genau an diesem Punkt setzt nun die weitere Forschung an. Bislang ist es schon gelungen, eine Schmelze bei 600 Grad und weniger herbeizuführen. ■

# MATERIALICA 2015

18<sup>th</sup> International Trade Fair for Lightweight Design

Lightweight Design for New Mobility!

20. – 22. Oktober 2015, Messe München



# 11.864

Besucher aus 56 Ländern



**463**  
Aussteller

**82%**  
Fach-  
besucher

**71%**  
Entscheider

**51%**  
Engineering  
Anteil





Neben der Türverkleidung werden auch Außenspiegel mit verstecktem Blinker und die elektronische Seitentürverriegelung „SmartLatch“ von dem Automobilzulieferer Magna für den BMW i8 hergestellt.

## Ultraleichte Türverkleidung

**M**agna International hat bekannt gegeben, dass der Automobilzulieferer mit der im BMW i8 eingeführten Türverkleidung aus expandiertem Polypropylen (EPP) eine Branchenneuheit auf den Markt bringt. Das aus einem Guss geformte Türträgersystem wird in einem sogenannten One-Shot-Produktionsverfahren hergestellt. Dabei wird das EPP-Material direkt mit Befestigungselementen und Strukturteilen versehen. Durch die anschließende Beschichtung mit Leder oder Textilfaser erhält die Türverkleidung ihr hochwertiges Oberflächendesign. Dank der intelligenten Konstruktion und dem eingesetzten Materialverbund ist der Türträger rund 22% leichter als herkömmliche Spritzgussverkleidungen. „Wir sind stolz darauf, dass sich BMW bei den Türverkleidungen für den neuen i8 für Magna als bevorzugten Zulieferer entschieden hat. Wir freuen uns insbesondere, unserem Kunden eine innovative Technologie bieten zu können, die in puncto Leichtbau, Sicherheit und Funktionalität neue Maßstäbe für die gesamte Branche setzt“, so Albert Lidauer, President Magna Interiors. ■

## NEUER WERKSTOFF LÄSST WASSER UND ÖL ABPERLEN

**A**utolack, an dem kein Schmutz haftet, Fassaden, von denen Graffiti-Farbe abgleitet, und Schuhe, die auf matschigen Wegen sauber bleiben - der Werkstoff

„Fluoropor“ könnte all dies möglich machen. An der neuen Klasse hochfluorierter superabweisender Polymere könnten sowohl Wasser als auch Öle abperlen. Von Lotuspflanzen, aber auch von Weißkohlblättern ist das Phänomen bekannt, dass Wassertropfen einfach von ihnen abperlen. „Allerdings funktioniert dieser Trick nicht für Öle – die Lotuspflanze ist wasser- nicht aber ölabweisend“, sagt Dr.-Ing. Bastian Rapp vom Institut für Mikrostrukturtechnik (IMT) des KIT. „Ölabweisende Oberflächen müssen chemisch anders aufgebaut sein, hierfür sind Fluorpolymere notwendig“, erklärt der Wissenschaftler. Fluorpolymere sind Hochleistungskunststoffe, die sehr hitzebeständig und chemisch überaus stabil sind. „Kombiniert man die chemischen Eigenschaften von Fluorpolymeren mit der Rauigkeit der Lotuspflanze, erreicht man Oberflächen, von denen sowohl Wasser als auch Öle abperlen“, sagt Rapp. Im Labor ist es bereits gelungen, solche superabweisende Oberflächen mit Lotus 2.0-Effekt herzustellen. Im Praxiseinsatz haben sie sich allerdings bislang noch als unzureichend stabil herausgestellt. Vor allem die Empfindlichkeit gegen Abrieb erweist sich als ein großes Problem. ■

## Neues Fügeverfahren

**B**öllhoff und Delo haben die Entwicklung eines neuen Fügeverfahrens abgeschlossen. Mit den Onsert genannten Klebebolzen erhalten insbesondere Composite-Materialien, aber auch dünne Bleche sowie Kunststoffe ein flexibel einsetzbares Verbindungselement. Das Besondere an dem Verfahren ist die Geschwindigkeit: Die Aushärtung des Klebstoffs benötigt den Herstellern zufolge mit LED-Lampen weniger als 5 Sekunden und lasse sich vollständig automatisieren. Die so entstandene Verbindung sei sofort belastbar. Auf CFK erzielen die Klebebolzen bei einem Fuß-Durchmesser von 25 mm eine Abzugsfestigkeit von bis zu 2000 N. Wirken höhere Kräfte, stellt eine Sollbruchstelle im Fuß sicher, dass das Laminat des Verbundwerkstoffs intakt bleibt. Dennoch sind die Onserts widerstandsfähig, wie sie in Salzsprüh- und VDA-Klimatests gezeigt haben. ■

# Ultimativer Leichtbau nach dem Vorbild der Natur



Der „EDAG Light Cocoon“ ist nicht nur eine Konzeptstudie eines kompakten, dynamischen Sportwagens, sondern ein noch nie gesehener Ausblick auf den ultimativen Leichtbau der Zukunft:

**E**ine komplett bionisch optimierte Fahrzeugstruktur in Kombination mit einer Außenhaut aus wetterbeständigem Textil, die eine neue Dimension für Leichtbau und automobiler Ästhetik aufzeigt: Eine Hinterleuchtungstechnik macht die skelettartige, organische Struktur sichtbar und erweckt den „EDAG Light Cocoon“ zum Leben. Mit an Bord bei diesem außergewöhnlichen und visionären Konzept ist der Outdoor-Spezialist Jack Wolfskin.

Nach dem Erfolg des EDAG GENESIS im Frühjahr dieses Jahres hat der Engineering-Spezialist EDAG seine Vision einer bionisch inspirierten Karosseriestruktur weiter konkretisiert. Um die bionischen Bauprinzipien und Strategien der Natur umsetzen zu können, werden auch beim „EDAG Light Cocoon“ die Potenziale der generativen Fertigung genutzt. „Wir verfolgen die Vision der Nachhaltigkeit – so wie es uns die Natur vormacht: leicht, effizient, ohne Verschwendung“ erläutert EDAG Chef-Designer Johannes Barckmann. „Im Ergebnis zeigt der „EDAG Light Cocoon“ eine stabile verästelte Tragstruktur aus dem 3D-Drucker, die nur dort Material vorsieht, wo es tatsächlich gebraucht wird.“

Dabei wurde die Karosserie nicht als eine geschlossene Fläche betrachtet, sondern all das an Material entfernt,

was für die speziellen Lastfälle nicht benötigt wird. Diese topologisch optimierte Ideal-Struktur wurde von den EDAG-Simulationsexperten statisch und dynamisch berechnet und damit als potenzielles Leichtbaukonzept bestätigt.

Für eine ebenfalls ultimativ leichte Außenhaut haben sich die Designer von einem Pflanzenblatt inspirieren lassen. Wie auch beim Blatt die ideale Struktur mit einer leichten Abschlusshaut überspannt ist, ist der „EDAG Light Cocoon“ mit einer Haut aus Textil überzogen. Mit dem Outdoor-Spezialisten Jack Wolfskin wurde der ideale Projektpartner gefunden, um einen extrem wetterbeständigen, dehnbaren und erprobten Stoff als neue Karosserieaußenhaut zu liefern.

„Auch wenn es im ersten Moment futuristisch klingt, hat der Ansatz seinen ganz eigenen Reiz: das Material von Jack Wolfskin unterstützt mit einem Minimalgewicht von bis zu 19g/m<sup>2</sup> maximale Leichtbauansprüche. Zum Vergleich: Der extrem belastbare Stoff ist 4x leichter als normales Kopierpapier“, unterstreicht EDAG Vorstand Jörg Ohlsen. „In Kombination mit der topologisch optimierten und generativ gefertigten Struktur ergeben sich große Potenziale und Impulse für den ultimativen Leichtbau der Zukunft.“ ■



# Sandwich-Bauweise macht Karosserie leicht und crashsicher

Leichtbau ist ein Schlüsselfaktor zum effizienten Auto. Mit der Entwicklung einer Karosserie in Metall-Monocoque-Bauweise hat das Forschungsfeld Leichtbau und Hybridbauweisen am Institut für Fahrzeugkonzepte des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Stuttgart die Basis für eine hochinnovative Konzeptfahrzeugstruktur gelegt. Hauptmerkmal ist eine sehr geringe Masse bei hoher Steifigkeit. Ziel des Projekts ist die Entwicklung eines fahrfähigen Technologiedemonstrators.

**L**eichtbau ist ein Schlüsselfaktor zum effizienten Auto. Mit der Entwicklung einer Karosserie in Metall-Monocoque-Bauweise hat das Forschungsfeld Leichtbau und Hybridbauweisen am Institut für Fahrzeugkonzepte des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Stuttgart die Basis für eine hochinnovative Konzeptfahrzeugstruktur gelegt. Hauptmerkmal ist eine sehr geringe Masse bei hoher Steifigkeit. Ziel des Projekts ist die Entwicklung eines fahrfähigen Technologiedemonstrators.

## KNITTERNDE KAROSSERIE ABSORBIERT AUFPRALLENERGIE

Die Leermasse des Leichtbau-Gesamtfahrzeugs soll maximal 400 Kilogramm betragen (ohne Batterien) und ist auf die L7e-Fahrzeugklasse ausgelegt, in der beispielsweise

auch Quads geführt werden. Bei dem Projekt unter Leitung von Dipl.-Ing. Simon Brückmann und Dipl.-Ing. Michael Kriescher wurde mit L7e bewusst eine Fahrzeugklasse herausgesucht, die nicht den Pkw-Restriktionen unterliegt, damit bei der Entwicklung Freiheiten für Innovationen gegeben ist.

Bei dem Prototyp der Karosserie in Sandwichbauweise bestehen die Decklagen aus Aluminium, im Kern findet sich zelluläres Polyurethan. Beim Fügeverfahren wurden Crashstabiler Strukturklebstoff sowie partielles Verschrauben und Schweißen verwendet. Neben den leichten Materialien wurde auch durch Funktionsintegration mit lediglich 50 Elementen eine Massereduktion erreicht. So können beispielsweise Funktionen wie Wärmedämmung oder Anschraubpunkte integriert werden.

## SANDWICHBAUWEISE AUS ALUMINIUM UND POLYURETHAN

Die Sandwich-Materialien kommen in Crashstrukturen

sowie tragenden Fahrzeugstrukturen zum Einsatz. Die Sandwichbauweise wurde dafür ausgelegt, dass sie bei einem Frontalaufprall knittert und somit so viel Energie umwandelt, dass der Insassenschutz gewährleistet werden kann. Der Vorteil ist, je mehr kleine Knitterfalten erzeugt werden, desto höher ist der plastische Verformungsanteil im Material und desto mehr kinetische Energie kann umwandelt werden. Die Integrität bleibt dabei erhalten. Die Hochsteifigkeit einer speziell entwickelten Fahrzeugvorderwagenstruktur wurde bereits in Crashtest am Institut nachgewiesen.

Die Wissenschaftler am DLR haben als Werkstoffe für die Sandwichbauweise Aluminium und Polyurethan ausgewählt. Beide Materialien sind vergleichsweise günstig und leicht verfügbar. Zudem können sie gut verarbeitet werden. ■

## PEN-FOLIE MIT BESSEREM FLAMMSCHUTZ

**E**in Joint Venture von Teijin und DuPont hat eine neue Hochleistungsfolie aus Polyethylenaphthalat (PEN) mit verbessertem Flammschutz auf den Markt gebracht. „Teonex“ QF besitzt laut Firmenangaben die Zulassung für die Flammschutznormen von Kunststoffen nach UL VTM-0. Die Teonex-Folie bietet gute Festigkeit und Hitzebeständigkeit, zudem seien keine halogenierten Flammschutzmittel enthalten, so der Hersteller. Zu den möglichen Anwendungen zählen Lithiumionen-Batterien, flexible Leiterplattensubstrate, flache Kabel sowie Lichttechnik- und Baumaterialien. ■

## PMMA-Formmasse für Automobilscheiben



**M**it „Plexiglas Resist AG 100“ hat Evonik (Essen) eine Polymethylmethacrylat (PMMA)-Spezialformmasse für die Herstellung von Automobilscheibungen entwickelt. Die nach Unternehmensangaben weltweit erste PMMA-Formmasse für diese Anwendung ist beständig gegen UV-Strahlung und Witterung sowie darüber hinaus schlagzähmodifiziert. Das Material erfüllt laut Evonik alle relevanten Anforderungen für Automobilscheibungen, es hat alle Prüfungen gemäß ECE R43 für hintere Seitenscheiben, Dach- und Heckscheiben bestanden. ■

## Neue Carbonfaser-Prepregs mit Bismaleimid-Harz

**E**ine neue Reihe hoch-hitzebeständiger carbonfaserverstärkter (CFK) Prepregs hat Toho Tenax entwickelt. Ziel sind Anwendungen mit starker Hitzeentwicklung in der Nähe von Automotoren und Flugzeugturbinen. Neu an den CFK-Materialien ist die Matrix aus speziell formuliertem Bismaleimid-Harzen. Die Bildung von Temperaturrissen sowie die Oxidation sollen damit auch bei Temperaturen deutlich über 200 °C ausgeschlossen sein. Die Carbonfaser-Tochtergesellschaft der Teijin Ltd will das Material für weitere Anwendungen fortentwickeln, unter anderem für Strukturteile. ■

## ULTRALEICHTE FENSTER

**A**uf der eCarTec Munich 2014 stellten die Technische Universität München (TUM), BMW, Daimler und ein Konsortium von Industrievertretern ein ultraleichtes

Konzeptfahrzeug vor – der Visio.M ist das Ergebnis eines Forschungs- und Entwicklungsprojekts von zweieinhalb Jahren. Das Elektrofahrzeug ist mit einem 15-kW-Elektromotor ausgerüstet und wiegt ohne Batterie nur 450 kg. Um dieses Leichtgewicht zu erzielen, sind sämtliche Fahrzeugfenster vollständig aus Kunststoff gefertigt. Sie bestehen aus Lexan, einem Polycarbonat (PC) von Sabic. Auch die Windschutzscheibe ist aus diesem Kunststoff gefertigt, obwohl Polycarbonat in Windschutzscheiben in Europa (noch) nicht zugelassen ist. Durch die Verwendung der Polycarbonatscheiben kann im Vergleich zu herkömmlichem Glas das Gewicht der Fahrzeugfenster um mehr als 13 kg gesenkt werden. Diese Senkung schlägt sich in einer Steigerung der Reichweite des Fahrzeugs von mehr als 2 km pro Batterieladung nieder. ■





# Guide der Elektromobilität

Guide der Elektromobilität

## Antriebstechnik / Motoren / Komponenten

**VECTOPOWER**  
Der Umrichter für mobile Anwendungen

- + Flexibel einsetzbar: Traktionsantrieb, Generator, DC/DC, ...
- + Skalierbar bis 1,6 MW  
- bei minimalem Platzbedarf
- + Hoher Wirkungsgrad auch bei günstigen Asynchronmotoren



Weitere Infos: [www.aradex.de/elektromobilitaet/](http://www.aradex.de/elektromobilitaet/)

## Antriebstechnik / Motoren / Komponenten

**SCHWARZ ELEKTROMOTOREN**

Effiziente Elektromobilität  
[www.schwarz-elektromotoren.de](http://www.schwarz-elektromotoren.de)



Schwarz Elektromotoren GmbH, Rudolf-Strunz-Straße 3, 95111 Rehau, Tel: 09283 59106-0 Fax: 09283 59106-11  
[info@schwarz-elektromotoren.de](mailto:info@schwarz-elektromotoren.de)

**STW**  
Sensor-Technik Wiedemann GmbH  
Mobil-Steuerungen und Messtechnik



[www.sensor-technik.de](http://www.sensor-technik.de)

Mobil-elektrische Leistungs- und Antriebstechnik für Fahrzeuge und Maschinen.

Ensuring Reliable Networks **TTTech**



Taking the Right Turn With Safe and Modular Solutions  
[www.tttech-automotive.com](http://www.tttech-automotive.com)

## Elektrische Verbindungstechnik

More Power Density  
Better Design Flexibility  
Superior Contact Reliability

**The Bal Seal Canted Coil Spring®**  
for electric and hybrid automotive applications.

**BAL SEAL** ENGINEERING, INC.  
[www.balseal.com](http://www.balseal.com) +31 20 638 6523

## Elektrische Verbindungstechnik

**Rosenberger**

**Steckverbindersysteme für Elektromobilität**

HVR®-Hochvolt-Steckverbinder zur Hochspannungsübertragung  
RoPD®-Magnet-Steckverbinder zur Strom- und Datenübertragung in LEVs



[www.rosenberger.com](http://www.rosenberger.com)

## Elektronische Bauteile

**Dräxlmaier**



**E-MOBILITY**  
made by Dräxlmaier

- Hochvoltbordnetz
- 48-Volt Bordnetz
- Stecksysteme
- Stromverteiler
- Batteriesysteme

**Kontakt:**  
[info@draexlmaier.com](mailto:info@draexlmaier.com)  
[www.draexlmaier.com](http://www.draexlmaier.com)

## Entwicklungsdienstleistung

Die Integration der Elektromobilität als Gesamtpaket?



Done.  
[altran.de](http://altran.de) **altran**

## Entwicklungstools

**GOSSEN METRAWATT**  
Sicherheit durch Kompetenz

Isolations- & Milliohmmeter  
Elektrische Sicherheitsanforderungen nach UN ECE R100

**METRAHIT | H+E CAR**

Jetzt auf [www.gossenmetrawatt.com](http://www.gossenmetrawatt.com) informieren!

## Infrastruktur / Energie

**E-Mobility: Walther bietet Ihnen die gesamte Technologie und Kompetenz aus einer Hand. Intelligente Produkte für die Verbindung zwischen Netz und Fahrzeug.**



[www.walther-werke.de](http://www.walther-werke.de)

*your best connection*  
**walther**  
Elektrotechnische Systeme

## Ladetechnologie

**eMH1**  
Unsere perfekte Lösung für die Garage oder den Firmenparkplatz. Einfach über Nacht oder während der Arbeit laden.



**ABL SURSUM**  
[www.abl-sursum.com](http://www.abl-sursum.com)

**sit GREEN SOLUTIONS**

eMotionen für eMobilität



... mit sit immer im grünen Bereich!

SIT Antriebsselemente | Rieseler Feld 9 | 33034 Brakel | +49 5272 3928-0  
[info@sit-antriebsselemente.de](mailto:info@sit-antriebsselemente.de) | [www.sit-antriebsselemente.de](http://www.sit-antriebsselemente.de)

**MENNEKES®**

AMTRON® Wallboxen.  
Mit Ideen aufgeladen.



[www.DieLadestation.de](http://www.DieLadestation.de)



Ladetechnologie



AC-Ladeboxen bis  
32 A / 400 V / 22 kW  
gem. aktueller Normen

Für den privaten, öffentlichen und  
kundenspezifischen B2B-Bereich

[www.etankstation.de](http://www.etankstation.de)



Elektromobil mit SEDIBAUE!

Veranstaltungen / Award



### Das Netzwerk Elektromobilität



Der e-Monday ist Deutschlands führende interdisziplinäre Netzwerk- und Informationsveranstaltung rund um Elektromobilität für Entscheider aus Wirtschaft, Technik, Wissenschaft und Politik.

Mehr Informationen: [www.e-monday.de](http://www.e-monday.de)



**JETZT BIS  
13. Juli 2014  
BEWERBEN**

**Vergabe in den Kategorien:**

- Material
- Surface & Technology
- Product
- CO<sub>2</sub> Efficiency
- Student

Mehr Informationen [www.materialica.de](http://www.materialica.de)



Ihre Eintragung im Guide der Elektromobilität

Der Guide erscheint in allen Ausgaben der Fachzeitschrift eMove sowohl in den Print-, als auch in den ePaper-Formaten. Eine Eintragung im Guide kostet für ein Jahr (4 Ausgaben) € 950,00 zzgl. MwSt.

Kontakt

Marco Ebner  
Tel.: +49 (89) 32 29 91-13  
[marco.ebner@e-monday.de](mailto:marco.ebner@e-monday.de)

Impressum

Verlag

e-Monday UG (haftungsbeschränkt)  
Zamdorfer Straße 100  
81677 München, Deutschland  
[www.e-monday.de](http://www.e-monday.de)

Herausgeber / Geschäftsführer

Robert Metzger  
Tel.: +49 (89) 32 29 91-11  
[robert.metzger@munichexpo.de](mailto:robert.metzger@munichexpo.de)

Redaktion

Marco Ebner (Chefredaktion)  
Tel.: +49 (89) 32 29 91-13  
[marco.ebner@e-monday.de](mailto:marco.ebner@e-monday.de)

Verena Treutlein

Tel.: +49 (89) 32 29 91-36  
[verena.treutlein@munichexpo.de](mailto:verena.treutlein@munichexpo.de)

Robert Metzger

Tel.: +49 (89) 32 29 91-11  
[robert.metzger@munichexpo.de](mailto:robert.metzger@munichexpo.de)

Eva Baentsch

Tel.: +49 (89) 32 29 91-14  
[eva.baentsch@munichexpo.de](mailto:eva.baentsch@munichexpo.de)

Edyta Szwec-Mikicz

Tel.: +49 (89) 32 29 91-23  
[edyta.mikicz@munichexpo.de](mailto:edyta.mikicz@munichexpo.de)

Selin Özer

Tel.: +49 (89) 32 29 91-18  
[selin.oezer@munichexpo.de](mailto:selin.oezer@munichexpo.de)

Gestaltung / Layout

Dagmar Rogge / Marco Ebner

Gerichtsstand

München  
Registergericht München, HRB 191293

UmSt. ID

DE276580540

Bankverbindung

Deutsche Bank  
Kto.-Nr.: 24008770, BIZ: 700 700 24  
SWIFT / BIG: DEUTDE33MUC  
IBAN: DE 65 700 700 240 240 0877 00



Die Ausgabe eMove 01-2015 erscheint am 18. März 2015 mit folgenden geplanten Themenschwerpunkte:

E-Bikes & Pedelecs

Batterietechnologie

Testing

Das vernetzte Fahrzeug

Infrastruktur

Für die genannten Themen können Sie uns gerne fachbezogene Autoren-Beiträge zusenden. Die Länge des Textes sollte zwischen 7.500 – 10.000 Zeichen liegen.

Für redaktionelle Rückfragen:

Marco Ebner (Chefredakteur)  
Tel.: +49 (89) 32 29 91-13  
[marco.ebner@e-monday.de](mailto:marco.ebner@e-monday.de)

Erscheinungstermin: 16. Dezember 2014

Redaktionsschluss: 25. November 2014

Anzeigenschluss: 28. November 2014

Verbreitung

Ausgabe eMove 01-2015:

ePaper: Verteilung an 55.000 Empfänger

