

Automobil- technologie in Bayern

e-Car + Wasserstoff





Key to Bavaria – Ihr Schlüssel zum Exporterfolg

Nutzen Sie die Bayerische Firmendatenbank „Key to Bavaria“ – Bayerische Firmen können sich kostenlos eintragen und wir vermarkten die Datenbank weltweit. „Key to Bavaria“ ist auf Deutsch und Englisch verfügbar und ermöglicht eine kostenlose Recherche über bayerische Firmen und Institutionen aus 22 Branchen.

WWW.KEYTOBAVARIA.DE

Bayerisches Staatsministerium für
Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie





Editorial

Quo vadis Automobil

Die Zukunft des Autos steht auf dem Spiel. Ideale und nachhaltige Lösungen bei Problemen der Mobilität während der Corona-Krise stellen Politik, Wirtschaft und Wissenschaft vor Mammut-Aufgaben.

Die Frage nach technisch versierten, bezahlbaren, emissionsfreien und zugleich betankbaren Autos verwirrt die gesamte Industrie und fordert fundierte Antworten:

- Wo können kompetente und fahrzeugspezifische Technologien erschlossen und zusammengeführt werden?
- Wie sieht die nächste Generation der Tür-elektronik unter Einsparung von Kosten, Bauraum und Gewicht aus?
- Ist durchgängiges Engineering im Anlagenbau notwendig?
- Wann sind patentrechtliche Unterlassungsansprüche geltend zu machen?
- Können Kunststoffmaterialien in Verbindung mit effizienten Fertigungsverfahren punkten?
- Welche Perspektiven bietet die Metropolregion Nürnberg bei der Transformation emissionsarmer Antriebe sowie digitalen Produkten und Prozessen.
- Wie trägt die Lasertechnik zur Mobilität von Morgen bei?

- Gehört der Wasserstofftechnologie im Zeichen des Klimawandels die Zukunft?
- Lässt sich Energie speichern und transportieren?

Haben wir Vertrauen in die Mobilität der Zukunft und nehmen wir Galileo zum Vorbild unserer Bemühungen: Und die Mobilität bewegt sich doch.

Walter Fürst, Geschäftsführer

Diese Publikation finden Sie auch im Internet unter www.media-mind.info

Impressum:

Herausgeber:	media mind GmbH & Co. KG Hans-Bunte-Str. 5 80992 München Telefon: +49 (0) 89 23 55 57-3 Telefax: +49 (0) 89 23 55 57-47 E-mail: mail@media-mind.info www.media-mind.info
Verantwortlich:	Walter Fürst Jürgen Bauernschmitt
Gestaltung + DTP:	Jürgen Bauernschmitt
Druckvorstufe:	media mind GmbH & Co. KG
Verantwortl. Redaktion:	Ilse Schallwegg
Druck:	Grafik + Druck digital K.P. GmbH,
Erscheinungsweise:	1 mal jährlich

© 2020/2021 by media mind GmbH & Co. KG, München
Kein Teil dieses Heftes darf ohne schriftliche Genehmigung der Redaktion gespeichert, vervielfältigt oder nachgedruckt werden.

Anzeige	2. US
Vossius & Partner	
Editorial	3
Vorwort	6
Wolfgang Sczygiol	
Bayern Innovativ GmbH	8
Cluster Automotive	
Automobiltechnikum	10
Bayern GmbH	
Türelektronik	12
Türelektronik der nächsten Generation	
<i>Autoren: Thomas Schindler, Thomas Liedtke</i>	
<i>Brose Fahrzeugteile SE & Co. KG, Coburg</i>	
Anlagenbau	14
Durchgängiges Engineering im Anlagenbau	
<i>Autoren: F. Faltus, E. Fischer, M. Sjarov, Dipl.-Ing. M. Brossog</i>	
<i>Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg</i>	
<i>Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke</i>	
Patentschutz	17
Verhältnismäßigkeitsvorbehalt für patentrechtliche Unterlassungsansprüche	
<i>Autor: Dr. Johannes Pitz, Rechtsanwalt</i>	
<i>Vossius & Partner</i>	
Bordnetz	20
Effizienzsteigerung in der Bordnetzwert-schöpfungskette	
<i>Autoren: Dipl.-Ing. Robert Süß-Wolf, Moritz Meiners M.Sc.</i>	
<i>M.Sc., Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg</i>	
acad group	22
acad group – Ihr Experte für Automotive Interieur und Express-Spritzgussteile	
<i>Autor: Dipl.-Ing. Alexander Kalusche</i>	
<i>acad group</i>	



Sonderteil e-Car + Wasserstoff

Metropolregion Nürnberg 24

Europäische Metropolregion Nürnberg: Emissionsarme Mobilität als strategischer Trumpf

Autoren: Dipl.-Ing. Robert Schmidt, Dr. rer. nat. Ronald Künmeth, IHK Nürnberg für Mittelfranken



Umstellung E-Mobilität 27

E-Mobilität: Wie sieht die Umstellung aus und welche Rahmenbedingungen benötigen Unternehmen

Autor: Wolfgang Sczygiol, Sczygiol Consulting



Lasertechnik 30

Laser in der Batterieproduktion

*Autoren: M. Sc. Sophie Grabmann, M. Sc. Johannes Kriegler, Prof. Dr.-Ing. F. Zäh
TUM, Fakultät für Maschinenwesen*



Verunfallte Elektrofahrzeuge 34

Umgang mit verunfallten Elektrofahrzeugen

*Autoren: Katharina Wöhrl, Christoph Nebl, Dr. Susanne Lott, Prof. Dr. Hans-Georg Schweiger
Sichere Elektromobilität CARISSMA*



PUR-Schaumdichtungen 40

Definierte Betriebssicherheit durch überwiegend geschlossenzellige PUR-Schaumdichtungen

*Autor: Dr. Frank Kukla
CeraCon GmbH*



Einsatz von Wasserstoff 42

Mobilität der Zukunft mit Wasserstoff-technologie

Autor: Prof. Dr. Siegfried Balleis



TÜV SÜD Industrie Service GmbH 46

„Geburtsurkunden“ für Wasserstoff

*Autor: Klaus Nürnberger
TÜV SÜD Industrie Service GmbH
Geschäftsfeld Umwelttechnik, München*



Anzeige Mobilität mit Wasserstoff 3. US

Anzeige media mind GmbH & Co. KG 4. US



Vorwort

Coronakrise hin oder her – meine Mutter hat mir von Kindheit an immer wieder gesagt: «Jedes Schlechte ist auch für etwas Gutes gut.» Und nun fange ich an, das Gute zu suchen, und hoffe, es auch zu finden.

Im Verlauf dieser Pandemie konnte man sich auf der A9 so bewegen, wie ich es in den letzten Jahren nicht erlebt habe – und das konventionell oder auch elektrisch.

Überall in der Welt hören wir, wie positiv sich die Werte unserer Luft entwickelt haben, wie sich der Umgang mit der Zeit geändert hat und wie sich unsere Arbeitsprozesse entwickelt haben.

Leider sind viele Messen der Automobilindustrie der Pandemie zum Opfer gefallen und niemand konnte sich ein Bild davon machen, welche Neuigkeiten unsere Industrie zu bieten hat. Daher waren alle gespannt, was in dieser Hinsicht in Genf gezeigt werden würde.

Es gibt trotz Krise große Fortschritte in der E-Mobilität, sei es in Sachen Carsharing, Elektrobus oder kleine elektrisch angetriebene Lieferwagen. Es gibt aber auch Fortschritte bei neuen Services und Ladetechniken.

Mittlerweile diskutieren wir nicht mehr über die Reichweite der Fahrzeuge. Nicht nur ein Tesla, sondern auch ein Audi e-tron oder ein Porsche Taycan, ein VW ID und viele andere Modelle können mittlerweile ohne große Probleme bis zu

500 Kilometer mit einer Ladung fahren. Heute brauchen wir aber mehr als bisher die dazugehörige Infrastruktur und eine hohe Zuverlässigkeit. Das Ziel, bis 2030 mindestens sieben Millionen Elektrofahrzeuge im Markt zu haben, wird durch die Förderung des Neukaufes von Elektrofahrzeugen und die Dienstwagenregelung zusätzlich beschleunigt. Nun müssen Lade- und Leitungsinfrastruktur für die Elektromobilität auf- und ausgebaut werden.

Ein wichtiger Schritt in diese Richtung ist in meinen Augen die Neugestaltung der Internationalen Automobil-Ausstellung IAA. Ich persönlich setze viel auf München im Jahr 2021, wo wir dann das erste „Deutsche Zentrum Mobilität der Zukunft“ sehen werden. Allein die Vorstellung, dass hier diverse Projekte wie ein Forschungszentrum, ein Praxiscampus und Werkstätten zusammengefasst werden, erfreut mich und erinnert mich an meine Zeit in Kalifornien, insbesondere die Zeit an der Stanford University mit dem CARS-Institut. Es geht also nicht nur um Elektromobilität, sondern um Mobilität allgemein, verbunden mit der Digitalisierung, mit der Forschung nach alternativen Kraftstoffen und der Weiterentwicklung der Wasserstofftechnologien sowie um die Vorstellung von neuen Mobilitätskonzepten. Mittlerweile haben auch viele Automobilhersteller die virtuelle

Welt für sich entdeckt und viele neue Produkte über diesen Kanal vorgestellt.

Was wir heute mehr denn je brauchen, sind die Grundlagen für eine Konnektivität. Ein optimal ausgebautes Infrastrukturnetz, das es uns ermöglicht, alle Informationen im Auto zur Verfügung zu haben, die wir haben oder auch nicht haben wollen. Unsere heutigen Autos sollen uns künftig nicht mehr nur von A nach B bringen, sondern uns auch mit Informationen versorgen. BMW zum Beispiel hat schon heute 14 Millionen Fahrzeuge auf der Straße, die vollumfänglich vernetzt sind. Daten können anonym ausgewertet und Verbräuche und Ladeverhalten so analysiert werden. Als Ergebnis erkennt man dann, dass viele Fahrzeuge schon heute die WLTP-Norm erfüllen. Der Verkauf von Fahrzeugen, egal mit welchem Antrieb, wird sich weiter verändern. Kundennähe gilt es aber auch im Online-Business zu entwickeln. Interessant sind aber auch solche Themen wie sie Sixt mit dem Programm Sixt One eröffnet: Alle Möglichkeiten von ÖPNV über Taxi und E-Scooter bis zum klassischen Mietwagen sind hier kombiniert. Der Vorteil bei Sixt: Anstatt 25 Angebote über 25 verschiedene Apps mit unterschiedlichen Log-in-Daten zu verwenden, wie heute noch üblich, kann der Nutzer mit Sixt One auf alle Angebote mit nur einer App zugreifen.

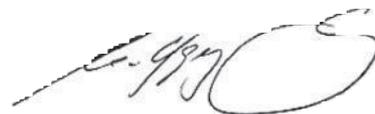
Seit nunmehr 20 Jahren bin ich immer wieder auf der Consumer Electronics Show CES in Las Vegas gewesen und habe die sich verändernde Welt in Bezug auf das Fahrzeug gesehen. Erst in diesem Jahr stellte Henrik Fisker ein SUV-Projekt vor, das seinesgleichen sucht. Mit

früheren Unternehmen habe ich Henrik Fisker bereits bei der Entwicklung des Fisker Karma begleitet. Das SUV Fisker Ocean ist das nachhaltigste SUV der Welt, und das zu einem sehr vernünftigen Preis. Auch Hyundai hat in Las Vegas mit dem fliegenden Taxi für Furore gesorgt und gezeigt, dass die Formen der Mobilität sich ändern – angetrieben von Elektromotoren ist dieser Hubschrauber an sich schon etwas Besonderes.

Fazit: Die Mobilität ist in Bewegung und ich freue mich darauf, die sich verändernden Formen zu erleben und zu genießen.

Die Zukunft des Autos hat erst begonnen. Wir müssen uns immer wieder die Frage stellen: Wollen die Menschen mehrheitlich die rein batteriebetriebene Elektromobilität oder welche Art des Antriebes wird es sein? Elon Musk als Pionier setzt auf Elektromobilität, aber letztlich werden Umweltfragen entscheidend dafür sein, wie wir uns bewegen, denn auch die Elektromobilität muss sich fragen lassen, wie klimafreundlich sie ist. Der ökologische Fußabdruck der Mobilität ist heute zu einem entscheidenden Kriterium geworden.

Im Rennen sind sowohl die rein batteriebetriebenen elektrischen Fahrzeuge als auch die Plug-in-Hybride, die letztlich zum Erzielen höherer Reichweiten immer noch über einen Verbrennungsmotor verfügen. Die Zukunft wird zeigen, welcher Weg der richtige ist.



Wolfgang Scygiol

Cluster Automotive – Kompetenz von der fahrzeugspezifischen Technologie bis zum Mobilitätskonzept

Im Kontext aufkommender Trends müssen unterschiedliche Disziplinen und Technologien in Zukunft neu zusammengedacht werden. Aus diesen Trends müssen eigene Strategien und Anwendungsfelder für das Thema Automotive sowohl fahrzeugspezifisch – im Bereich Elektromobilität, autonomes Fahren, alternative Antriebskonzepte, Interieur, I4.0 – als auch darüber hinaus für die Mobilität erschlossen werden. Die Arbeit des Cluster Automotive deckt diese Themen in ihrer ganzen Breite ab und bildet somit eine Brücke zwischen der Automobiltechnologie mit neuen Themen und Playern der Mobilität für morgen.

Die Fachexpertisen des Automotive-Teams beinhalten interdisziplinäre Denkansätze sowie branchen-übergreifende Aspekte und spiegeln damit das Durchdenken von neuen Projekten sowohl unter technologischen als auch strategischen Gesichtspunkten wider.

Dass Aspekte der neuen Mobilität nicht zwingend einen Schwerpunkt in der Automobiltechnologie haben müssen, ist evident, jedoch:

Da die Mobilität gerade in wirtschaftlicher Hinsicht Bayerns auch im Kontext der Transformation der (klassischen) Automobilindustrie gedacht werden muß, gilt es, gerade dieser Branche, speziell KMUs, einer besonderen Awareness gegenüber



Lange Zeit stammte ein Großteil der Akteure des Clusters Automotive aus Branchen, die vom Maschinenbau geprägt waren. Heute suchen auch immer mehr Mobilitätsanbieter den Kontakt zur bayerischen Automobilindustrie. Die Entwicklung der Themen des Cluster Automotive ist stellvertretend für die rasante Veränderung der Wertschöpfung in der Automobilindustrie, auch im Kontext Mobilität. ■

diesem Thema aufzuzeigen und neue Business-Potenziale für die Zulieferkette zu erschließen. Hier sind die jahrelang gewachsenen Insights in die Branche sowie die Vernetzung mit den Technologieabteilungen ein enormer Vorteil, der in Verbindung mit neuen Playern und deren Kompetenzen sowie des „Denkens in neuen (Service-) Geschäftsmodellen“ einen herausragenden Benefit für alle beteiligten Stakeholder darstellt. In der Unterstützung der Automobilindustrie unter dem Transformations-Gesichtspunkt der Mobilität bedient der Cluster Automotive ein entscheidendes Brückenelement.

Mobilität wird vor allem, gerade im urbanen Umfeld, konzeptionell gedacht: vom ÖPNV über

die shared mobility bis zur Mikromobilität. In dieser Hinsicht gilt es, nicht nur gegenüber neuen, nicht-technologischen Playern (Kommunen, Quartiers- und Stadtentwickler, Berater, Mobilitäts-Dienstleistungsanbieter, StartUps, wissenschaftl. Institute, ...) Impulse zu setzen und Lösungen vorzustellen, sondern im Ziel als kompetenter Projekt- und Netzwerkpartner des Themenfeldes „Mobilität“ zur Verfügung zu stehen.

Über das Dienstleistungsportfolio der Bayern Innovativ GmbH kann die Vernetzung mit weiteren Themenfeldern vorangetrieben werden, um für externe Stakeholder den Cluster Automotive zu einem nachhaltig wertbestimmenden Faktor zu machen.



Innovationsfelder



e-Mobilität

- › Elektrofahrzeuge
- › Schnittstelle Fahrzeug / Grid
- › HV-Energiespeicher
- › HV-Energiewandler



Elektrik / Elektronik

- › Bordnetz
- › Fahrerassistenz
- › hochautomatisiertes Fahren
- › HMI



Mechanik / Konstruktion

- › Motor/Antrieb
- › Fahrwerk
- › Karosserie



Interieur / Design

- › Look & Feel
- › Bedienkonzepte
- › Individualisierung
- › Wellbeing

Querschnittsthemen

Digitalisierung | Produktion | Nachhaltigkeit
Fahrzeugkonzepte | Multimaterialdesign

Intelligente Mobilität

Mobilitätsdienstleistung | Mobilitätskonzepte
Mobilitätsszenarien | Mikromobilität

Nicht nur die Themen der Automobilindustrie ändern sich rapide — auch die Aspekte der neuen Mobilität: Sharing Konzepte, Urban Air Mobility, Seamless Mobility ... all diese Themen spiegeln sich auch auf Fahrzeugebene und damit über die Technologie auf Zulieferer-Ebene wider. ■

Im Netzwerk erfolgreich

Der Cluster Automotive bei Bayern Innovativ nutzt seine Netzwerke und Kooperationsplattformen, um Antworten auf die aktuellen Herausforderungen zur Mobilität der Zukunft zu finden. Entscheidend ist dabei die Zusammenarbeit von OEMs, Zulieferunternehmen, Forschungsinstituten und neuen Playern, um neue Trends der Branche zu identifizieren und diese in zukunftsfähige Produkte und Geschäftsmodelle zu übersetzen. Oberstes Ziel ist es, die internationale Wettbewerbsfähigkeit der bayerischen Automobilindustrie langfristig zu stärken. Der Cluster arbeitet dazu in den fünf Innovationsfeldern Elektromobilität, Elektrik/Elektronik, Antriebskonzepte, Innenraum und Komfort und technologieübergreifenden Spektren wie Intelligente Mobilität, Digitalisierung

Starker Partner

Der Cluster Automotive stärkt die internationale Wettbewerbsfähigkeit bayerischer Fahrzeughersteller und Zulieferunternehmen nachhaltig. Rund 700 bayerische Unternehmen und Institute aus dem Automobilsektor und allen für das Automobil relevanten Bereichen sind im Cluster aktiv. Synergieeffekte mit anderen Clustern und Netzwerken fördern den Wissenstransfer zwischen Unternehmen und Wissenschaft. Durch Teilnahme an internationalen Projekten und Messebeteiligungen unterstützt der Cluster bayerische Unternehmen auch bei der Erschließung neuer Märkte. Zudem profitieren Partner von einem attraktiven Partnerpaket, das Firmen und Forschungsinstituten den Zugang zu weiteren Services im Bereich Mobilität ermöglicht.

und Nachhaltigkeit und verknüpft diese gezielt miteinander. In themenorientierten Veranstaltungsformaten bringt der Cluster Automotive Key Player aus Industrie und Wirtschaft zusammen und bietet attraktive Plattformen, um sich untereinander zu vernetzen und auszutauschen. ■

und Nachhaltigkeit und verknüpft diese gezielt miteinander.

In themenorientierten Veranstaltungsformaten bringt der Cluster Automotive Key Player aus Industrie und Wirtschaft zusammen und bietet attraktive Plattformen, um sich untereinander zu vernetzen und auszutauschen. ■

Autor:



Dr. Andreas Böhm

Leiter Automotive
Bayern Innovativ
GmbH

Bayern Innovativ GmbH

Tel.: 0911-20671-214
E-Mail: boehm@bayern-innovativ.de
www.bayern-innovativ.de



Das nach EN 17025 akkreditierte Prüflabor, gegründet vom Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie, inmitten des Automobilzuliefererparks Pole-Position in Hof-Gattendorf, führt Tests und Erprobungen nach **kundenspezifischen Prüfvorschriften** und Anforderungen durch. Betreut werden die Tests durch einen kompetenten Personalstamm. Ebenso werden individuelle Ingenieurdienstleistungen und Problemlösungen sowie Konstruktionsanpassungen angeboten.

Im Bereich Betriebsfestigkeitsprüfung stehen dem ATB **drei Occubot Sitzprüfroboter von KUKA** zur Verfügung. Der Einsatz eines Wechselsystems für Prüfdummys lässt nicht nur einen automatisierten Programmablauf, sondern auch eine durchgehende Fotodokumentation zu. Die Prüfkräfte werden dabei stetig überwacht und nachgeregelt. Ebenso zum Bereich Betriebsfestigkeitsprüfungen gehören drei Federprüfmaschinen der Bauart „Schenck“ und „Reicherter Kurz- und Langhub“.

Automobiltechnikum Bayern GmbH

Das Automobiltechnikum Bayern ist Ihr unabhängiges Kompetenzzentrum für Umweltsimulation, Betriebsfestigkeitsprüfung, Messverfahren und Elektrotechnik.

Kontakt

Automobiltechnikum Bayern GmbH
Ferdinand-Porsche-Straße 10
95028 Hof/Haidt

E-Mail info@atbayern.de

Phone + 49 (0) 9281 / 850 19 - 0

Fax + 49 (0) 9281 / 850 19 - 500





Das servohydraulische Prüfsystem mit insgesamt **8 Hydropulszylindern** arbeitet mit Kräften von bis zu 40 kN. Die Maximalhübe liegen bei 400 mm. Zwei elektrische Hubzylinder mit Kräften von bis zu 20 kN und maximalen Hüben bis 350 mm arbeiten auch in Verbindungen mit einer 1,5 m³ großen Klimakammer. Für Tests mit geringeren Kräften kann auch auf diverse Pneumatikhubzylinder ausgewichen werden.

Der Abteilung Umweltsimulation stehen **14 Klimakammern in den Größen 115 Liter bis zu 30 m³** zur Verfügung. Letztere ist befahrbar. Die Temperaturbereiche liegen zwischen -70 °C und 180 °C, die relative Luftfeuchtigkeit kann zwischen 10% und 97% stufenlos programmiert werden.

Die beiden **Wärmeöfen** bis zu einem Volumen von 720 Liter ermöglichen Tests bis 300 °C. Die **Salzsprühnebelkammer** mit einem Prüfvolumen von 2 m³ erfüllt alle gängigen Prüfnormen, auch für Kondenswassertests.

Das Messlabor ist mit einer **Materialprüfmaschine für Zug- und Druckprüfungen**, mehreren Digitaltracern von HBM mit bis zu 8 Messkanälen pro System, einer **Wärmebildkamera** und einem digitalen Lichtmikroskop mit bis zu 200facher Vergrößerung ausgestattet.

Weiterhin werden **fotogrammetrische Vermessungen** mit einem System von AICON angeboten.

Der **90 kN-Shaker** ist mit einem Head-Expander mit den Maßen 150 cm x 150 cm ausgestattet. Der Frequenzbereich reicht von 5 Hz bis 2000 Hz. Die maximale Beschleunigung liegt bei ca. 15 g. Das Regelsystem erlaubt zudem Tests im Multisinus-Modus. Zusätzlich kann eine 15 m³ Klimakammer über den Aufspannplatten positioniert werden.

Autor
Peter Rüpplein

Geschäftsführer
Automobiltechnikum
Bayern GmbH

E-Mail: pru@atbayern.de

Besuchen Sie uns auf unserer Website
www.atbayern.de



Umweltsimulation

Betriebsfestigkeitsprüfung

Messlabor

Elektrotechnik



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-11100-01-00



TÜVRheinland®
CERT
ISO 9001

Türelektronik der nächsten Generation von Brose

Vom Fensterheber-Einklemmschutz über die Bildverarbeitung der Seitenkameras bis hin zum aktiven Noise-Cancelling für den Innenraum – eine neue Generation von Brose Steuergeräten integriert künftig alle Funktionen in der Fahrzeugtür. Das spart Kosten, Bauraum und Gewicht.

Bereits aus der Entfernung erkennt das Auto den Fahrer und begrüßt ihn mit Projektionen in den Fensterscheiben. Durch eine einfache Geste öffnet sich die Seitentür selbstständig. Um dabei Kollisionen zu vermeiden, scannt ein Radarsensor das Umfeld. Während der Fahrt zeigen Monitore in den Türen das in Echtzeit übertragene Bild der Seitenkameras an und die Seitenscheiben werden zu individuellen Infotainment-Displays. Für mehr Ruhe im Innenraum reduziert die Steuerung der Lautsprecher durch aktives Noise-Cancelling die Fahrgeräusche – und verbessert zusätzlich den Klang des Soundsystems.

Weniger Platinen, mehr Funktionen

Um dieses Mobilitätserlebnis der Zukunft möglich zu machen, treibt der Automobilzulieferer Brose den Ausbau seiner Kompetenzen und Personalkapazitäten in den Bereichen Elektronik und Software voran. Die Herausforderung: Besonders die Analyse von Sensordaten oder die Übermittlung von Bildsignalen überfordert herkömmliche Elektrik-/Elektronikarchitekturen, da große Datenmengen ohne wahrnehmbare Verzögerung übertragen und ausgewertet werden müssen.

Gleichzeitig ist eine zunehmende Zentralisierung bei der Elektronik sinnvoll: In einem Oberklasse-Fahrzeug befinden sich heute im Durchschnitt über 150 Steuergerä-



Brose Seitentürantrieb mit Radar-Kollisionsschutz ■

räte mit Mikrocontrollern. In Zukunft werden sie schrittweise durch zentrale Rechenplattformen im Auto ersetzt. Diese steuern über Hardwaresignale zum Beispiel smarte Aktuatoren mit integrierter (Basis-)Elektronik. Brose Fensterheber dieser Art sind bereits führend am Markt – demnächst bietet der Zulieferer auch Antriebe für Seitentüren und Heckklappen mit integrierter Elektronik an.

Softwarekompetenz wird ebenfalls wichtiger, denn die wegfallenden physischen Steuergeräte werden durch digitale Varianten auf den zentralen Plattformen ersetzt. Das funktioniert nur mithilfe sogenannter Hypervisors, die den einzelnen Funktionen virtuell vorgeschaltet sind. Diese lenken ein- und ausgehende Daten an die richtige Stelle

und orchestrieren die Funktionen im Steuergerät.

Brose entwickelt in Zukunft nicht nur die einzelnen Applikationen und deren Zusammenspiel mit dem Hypervisor, sondern wird die Funktions-Software auch einzeln anbieten. Dabei halten standardisierte Schnittstellen den Integrationsaufwand für den Kunden gering.

Geringe Latenzen und Hochfahrzeiten als Schlüssel

Die Entwicklung hin zu einer zentralen Recheneinheit hat jedoch auch Nachteile. Das eingangs beschriebene Zukunftsszenario wird zum Beispiel nur möglich durch den Austausch einer großen Menge unkomprimierter Echtzeitinformationen. Aktuell in Serien-

fahrzeugen verwendete Lösungen mit nur einer Haupt-CPU erfordern lange Kabelstrecken und sind daher mit hohen Kosten sowie hohen Latenzen verbunden. Die damit einhergehenden verlängerten Hochfahrzeiten der Funktionen sind sowohl in Bezug auf den Bedienkomfort als auch für die Sicherheit problematisch – zum Beispiel bei der Bildverarbeitung der Seitenkameras.

Daher entwickelt Brose eine neue Generation von Türsteuergeräten, die alle Funktionen in der Tür lokal bearbeitet. Dazu gehören auch innovative Konzepte wie Spracherkennung im Umfeld des Autos, die Vorverarbeitung aller empfangenen Antennensignale oder variable Sonnenblenden durch elektrifizierte Scheibensegmente mit einzeln anpassbarer Lichtdurchlässigkeit. Die Anbindung an die zentrale Steuereinheit erfolgt über eine einzige Breitbandleitung, was Bauraum und Kosten einspart. So entfallen beispielsweise in der Türschnittstelle mehr als 30 Kabel.

Dank der Kompetenz aus rund 35 Jahren Elektronik-Erfahrung kann das Familienunternehmen alle Funktionen selbst in das Gesamtsystem integrieren, was den technischen und finanziellen Auf-



Einsatzzwecke von Scheibenprojektionen und ihre Vernetzung mit anderen Funktionen zeigte Brose auf der IAA 2019 an einem zukunftsweisenden Exponat ■

wand der Automobilhersteller weiter reduziert.

Brose entwickelt dabei nicht nur das Steuergerät, sondern liefert Komplettlösungen. Das Unternehmen übernimmt daher auch die Verknüpfung des mechatronischen Gesamtsystems – beim aktiven Noise-Cancelling etwa die Einbindung des digitalen Signalprozessors in die vorhandene Multimedia-Architektur, die Integration von Sensorik und Lautsprechern in das Türmodul sowie die Feinabstimmung der einzel-

nen Komponenten. Dieser Systemansatz spart Kosten und ermöglicht weitere Vorteile. Zum Beispiel können Scheiben-Projektoren deutlich kleiner ausfallen und flexibler positioniert werden, wenn ihre Grafikeinheit künftig in der Türelektronik verortet wird.

Die erste Präsentation des All-in-One-Türsteuergeräts und seiner Funktionen fand auf der IAA 2019 statt. Für die Entwicklung mehrerer Funktionen wie den Scheibenprojektionen, der variablen Sonnenblende und dem aktiven Noise-Cancelling liegen bereits konkrete Anfragen von Fahrzeugherstellern vor. Ab 2025 könnte die neue Generation des Steuergeräts in Serie gehen. ■



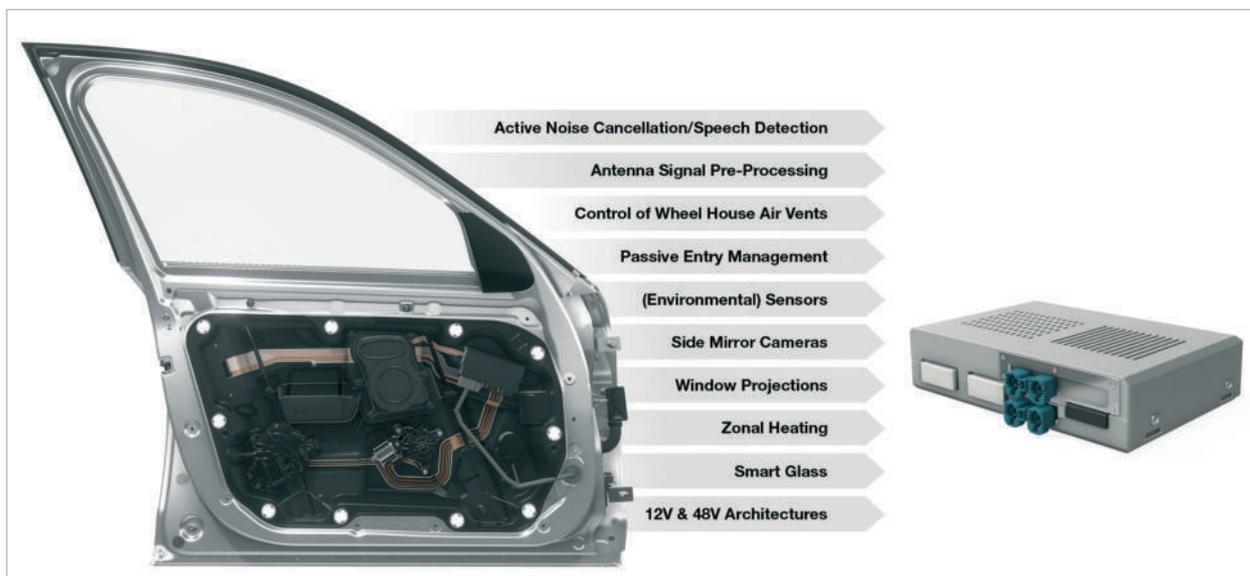
Autoren:

*Thomas Schindler
Leiter Produktgruppe Türmodule*

*Thomas Liedtke
Projektleiter Entwicklung Türsteuergeräte und Sensorik
Brose Gruppe*

*Brose Fahrzeugteile SE & Co. KG,
Coburg*

*Max-Brose-Str. 1
96450 Coburg
Tel: 09561/21-0
info@brose.com
www.brose.com*



Mögliche Funktionen der neuen Generation von Brose Türsteuergeräten ■



Durchgängiges Engineering im Anlagenbau

Notwendigkeiten, Mehrwerte und die praktische Vermittlung in der Lehre

Durchgängiges Engineering

Der Maschinenbau ist heutzutage durch eine zunehmende Mechatronisierung aller verwendeten Komponenten gekennzeichnet. Dies bedeutet, dass der Entwicklungs- und Wertschöpfungsanteil aktueller Produkte zunehmend weg von der mechanischen Domäne in Richtung der elektrischen und informationstechnischen Domäne verschoben wird. Damit einhergehend steigt die Informationsmenge, die notwendig ist, um derartige Produkte, seien es bspw. cyberphysische Systeme oder Sondermaschinen, zu definieren, zu entwickeln, zu testen und in Betrieb zu nehmen.

Durch die zielgerichtete Verknüpfung aller Informationen kann effektiv auf wechselnde Kunden-

und Marktanforderungen reagiert werden. Dies geht einher mit den stetig kürzer werdenden Produktlebenszyklen einerseits sowie der steigenden Forderung nach Kundenindividualität andererseits. Ein entsprechend ausgerichteter Entwicklungsprozess, modulare Produkte sowie kurze Inbetriebnahmezeiten sind hierfür unabdingbar und können durch den Ansatz des durchgängigen Engineerings ermöglicht werden. Gerade in der Automobilindustrie ist dieser Wandel besonders deutlich zu spüren. Neue Mitbewerber drängen auf den Markt und etablieren alternative Technologien zu einer Serienreife, die von etablierten Anbietern aufgrund bestehender Prozesse nur mit erheblicher Verzögerung realisierbar sind. Diese

neuen Technologien führen ebenfalls zu neuartigen Kundenwünschen oder auch Standards und ermöglichen die Erschließung neuer Geschäftsfelder und -modelle. Durch diese aktuellen und zukünftigen Herausforderungen sind Hersteller gezwungen ihre Effizienz zu steigern und den Entwicklungsprozess darauf anzupassen. Hierbei kann das durchgängige Engineering eine mögliche Lösung darstellen.

Das durchgängige Engineering verfolgt den Ansatz, von der Anforderungsaufnahme bis zur Produktabnahme, entstehende Informationen strukturiert aufzunehmen, horizontal sowie vertikal miteinander zu verknüpfen und deren Nutzung in der domänenübergreifenden Entwicklung zu ermöglichen. Hierbei

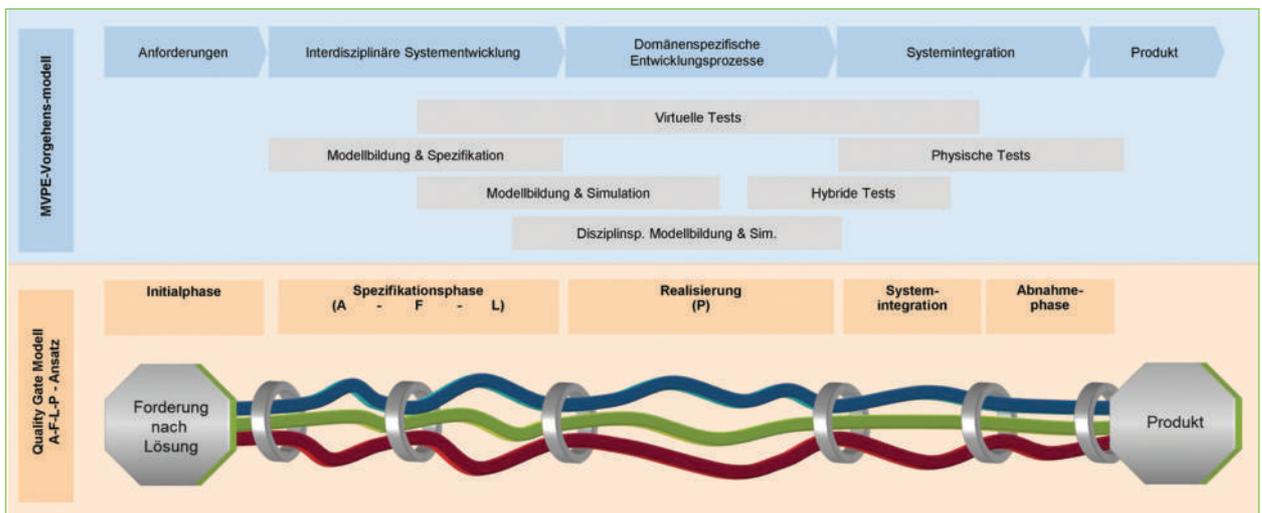


Abb. 1: Domänenübergreifende Zusammenarbeit steht mehr denn je im Fokus der Produktentwicklung; bewährte Vorgehensmodelle unterstützen hierbei methodisch. ■

orientiert sich das durchgängige Engineering am Ansatz des Model Based System Engineering (MBSE) / Modellbasierte Virtuelle Produktentwicklung (MVPE). Der Einsatz von Product Lifecycle Management (PLM) Software stellt einen Befähiger dieses Vorgehens dar. In Kombination mit einer Vorgehensmethodik wird so der Produktentwicklungsprozess zielführend unterstützt (vgl. Abb. 1).

Je nach Phase der Entwicklung werden durch planmäßige Synchronisation der Domänen (Quality Gates) definierte Zwischenstände abgestimmt. Zwischen den Quality Gates findet die Entwicklungsarbeit synchron innerhalb der Domänen „Mechanik“, „Elektrik“ sowie „Informatik“ statt. PLM-Systeme unterstützen die interdisziplinären Teams hierbei durch die Bereitstellung von Prozessen, Entwicklerrollenmodellen, Dokumentenablage und -austausch. ■

Zu Beginn stehen die Anforderungen

Mit der strukturierten Aufnahme der Kundenanforderungen beginnt der Prozess des durchgängigen Engineerings. Beschrieben werden die zu erfüllenden Eigenschaften und Randbedingungen, welche anhand verschiedener Kriterien strukturiert und in Hierarchie gebracht werden. Zur Nutzbarmachung im weiteren Entwicklungsprozess werden diese in ein PLM-System eingebunden (vgl. Abb. 2).

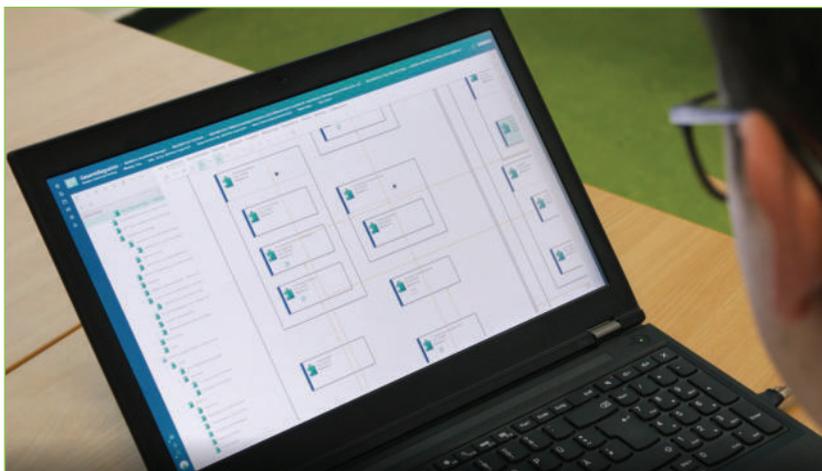


Abb. 2: Aufnahme von Anforderungen in einem PLM-System ■

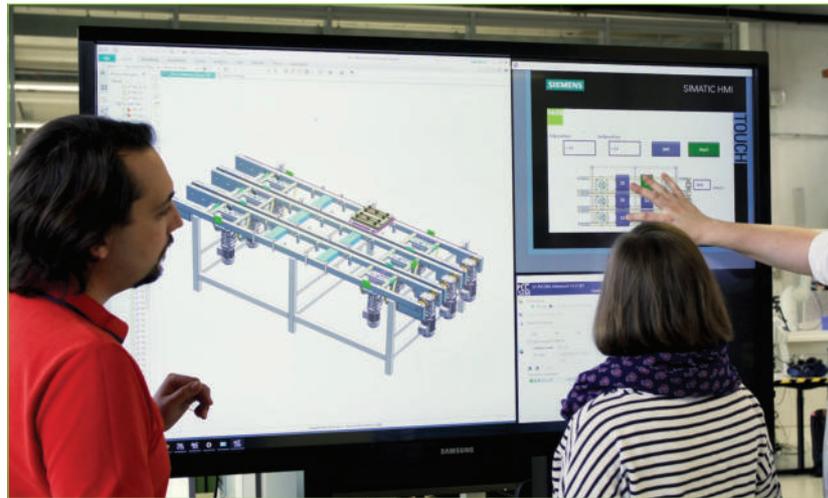


Abb. 3: Kinematisiertes Modell und virtuelle Steuerung können zur Absicherung der Anlagenfunktion kombiniert werden ■

Im Rahmen der methodischen Vorgehensweise werden die Anforderungen in eine Funktionsstruktur überführt, aus welcher später die logische und physische Realisierung des Produkts abgeleitet wird. Alle Zwischenergebnisse werden wiederum im PLM-System festgehalten und phasenübergreifend miteinander in Beziehung gesetzt. Quality Gates sichern zu definierten Zeitpunkten die Synchronität der Domänen. Notwendige Freigabeprozesse werden unter Nutzung hinterlegter Rollenmodelle durch das PLM-System umgesetzt und dokumentiert.

Ebenfalls sind bereits in frühen Entwicklungsphasen die Tests zu definieren, mit denen später die Anforderungserfüllung abgesichert werden soll. Ein entsprechend ein-

gerichteter Prozess im PLM-System stellt das Vorgehen sicher. ■

Domänenspezifische Entwicklungsdaten werden mit PLM-Software verknüpft

Während der Realisierung der Entwicklungsarbeit in den einzelnen Domänen Mechanik, Elektrotechnik und Software werden anfallende Dokumente und Daten aus domänenspezifischen Programmen revisionssicher in das PLM-System eingepflegt. Die verwendeten domänenspezifischen Tools wie M-CAD, E-CAD oder Programme zur Erstellung von Softwarecodes für Steuerungen oder Human-Machine-Interface (HMI) sind hierbei über entsprechende Schnittstellen mit dem PLM-System integriert. Damit ist garantiert, dass alle Entwickler mit den aktuellsten Daten arbeiten und darauf aufbauen. Weiterhin werden Prozessschritte durch die Verantwortlichen in den Domänen freigegeben, was die zielgerichtete Entwicklung und die Verlässlichkeit fördert. Dieses Vorgehen unterstützt die Zusammenarbeit über die Grenzen der Domänen, aber auch über Grenzen von Zeitzonen und Arbeitsplätzen hinweg. ■

Die virtuelle Inbetriebnahme bildet die Brücke von virtueller in die reale Welt

Zur Absicherung von Funktion und Qualität der entwickelten Anlage findet die virtuelle Inbetriebnahme Anwendung. Sortiert



Abb. 4: Hardware in the Loop (HiL) stellt einen Modus der virtuellen Inbetriebnahme dar, bei dem die tatsächliche Steuerung mit einem virtuellen Anlagenmodell interagiert. ■

nach Grad der Konkretisierung kann diese beispielsweise in die Modi

- Model in the Loop (MiL),
- Software in the Loop (SiL) sowie
- Hardware in the Loop (HiL)

unterschieden werden. Für den Test grundlegender Abläufe ohne Kenntnis der Implementierung einer SPS kann das Verfahren nach MiL genutzt werden. Ein kinematisiertes Anlagenmodell in virtueller Umgebung interagiert hier entsprechend der Vorgaben des Entwicklers. Zur virtuellen Integration der zugehörigen Anlagensteuerung kann SiL zum Einsatz kommen. Der Steuerungscode wird hierbei mittels einer virtuellen Steuerung ausgeführt und interagiert mit den Ein- und Ausgängen des virtuellen Modells (vgl. Abb. 3). Die Brücke in die physische Welt schlägt dann das Verfahren nach HiL, bei welchem der finale Steuerungscode auf die zu verwendende physische Steuerung geladen und mit dem virtuellen Modell gekoppelt wird (vgl. Abb. 4). Schlussendlich steht der realen Inbetriebnahme nichts mehr im Wege. ■

Ein Blockpraktikum bringt die Konzepte angehenden Ingenieuren näher

Die Methoden des Durchgängigen Engineerings vermittelt der Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik (FAPS) der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

angehenden Ingenieuren im gleichnamigen Blockpraktikum. Einmal pro Semester lernen die Teilnehmer, welche Vorteile, aber auch welche Aufwände dies in der Praxis bedeutet. Anhand eines übersichtlichen Projekts werden die Schritte von der Anforderung bis zur Inbetriebnahme absolviert. Mit dem Verbinden der zuvor getesteten Steuerung samt Code mit der realen Anlage und dem Start des implementierten Ablaufs endet das Praktikum mit einem Erfolgserlebnis. Die verwendete Softwarekette, welche auf Siemens PLM Produkten aufbaut, wird stetig aktualisiert und entspricht dem Stand der Industrie. ■

Auch dieses Jahr richtet der Forschungsbereich eine Fachtagung aus

Alljährlich lädt der Forschungsbereich Engineering-Systeme des Lehrstuhls für Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik zu einer zweitägigen Fachtagung ein. Dieses Jahr findet diese unter dem Leitgedanken „Durchgängiges Engineering – von der Anforderung zum fertigen Produkt“ voraussichtlich am 06.10.2020 und 07.10.2020 in den Räumlichkeiten des Lehrstuhls in Erlangen statt. Experten aus Industrie und Forschung sind herzlich zur Teilnahme eingeladen. Eine Registrierung ist unter folgender Adresse möglich: <https://www.faps.fau.de/veranst/fachtagung-durchgaengiges-engineering/>.

Im vergangenen Jahr konnten wir rund 45 Experten zum Thema „Digitaler Zwilling“ begrüßen. Wir freuen uns auch dieses Jahr auf Ihr Kommen.

QR-Code zur
Fachtagung:



QR-Code
Forschungsbereich



FAPS Lehrstuhl für
Fertigungsautomatisierung
und Produktionssystematik
Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke

FAU FRIEDRICH-ALEXANDER
UNIVERSITÄT
ERLANGEN-NÜRNBERG

Autoren:



Florian Faltus,
M.Sc.
Wissenschaftlicher
Mitarbeiter



Eva Fischer,
M.Sc.
Wissenschaftliche
Mitarbeiterin



Martin Sjarov,
M.Sc.
Wissenschaftlicher
Mitarbeiter



Dipl.-Ing.
Matthias Brossog
Forschungsbereichs-
leiter

Forschungsbereich Engineering-Systeme des Lehrstuhls für Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik

Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke
Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg
Egerlandstraße 7-9
D-91058 Erlangen
Tel.: +49.9131.85.27991
Fax: +49.9131.302528
E-Mail: matthias.brossog@faps.fau.de
www.faps.fau.de



Verhältnismäßigkeits- vorbehalt für patentrechtliche Unterlassungsansprüche

Kritik am automatischen Unterlassungsanspruch

Anders als in den Vereinigten Staaten (siehe 35 U.S.C. 283 – ebay ./ mercexchange) gibt es in der deutschen Rechtspraxis keine obligatorische Verhältnismäßigkeitsprüfung für Unterlassungsanordnungen in ordentlichen Patentverletzungsverfahren (§§ 9, 139 Abs. 1 PatG). Bei vorliegender Patentverletzung kommt es i.d.R. automatisch zum Erlass einer entsprechenden Unterlassungsverfügung. Dem Patentinhaber wird insoweit ein scharfes Schwert gegenüber Patentverletzern an die Hand gegeben.

Das zunehmende Aufkommen komplexer Produkte, die durch Hunderte von Patenten geschützt sind, damit verbundene Informationstechnologien, die durch Standard-Essentielle-Patente (SEPs) abgedeckt sind, und nicht zuletzt das vermehrte Auftreten von Verwertungsgesellschaften – sog. „non-practising entities“ (NPEs), also Gesellschaften, welche (abgesehen von der Patentverwertung) keine eigene operative Tätigkeit ausführen, haben den Ruf nach Verhältnismäßigkeitsvorbehalten für patentrechtliche Unterlassungsansprüche in Deutschland ausgelöst, um „unfaire“ Unterlassungsverfügungen zu vermeiden. Insbesondere die Automobilindustrie weist darauf hin, dass komplexe Produkte, wie Automobile, und entsprechende kostenintensive Produktionsprozesse

durch Patente blockiert werden, die nur einen einzigen Teil des gesamten Produkts und/oder des Verfahrens abdecken. Es wird daher verlangt, explizite Proportionalitätsanforderungen für Unterlassungsansprüche im deutschen Patentrecht zu verankern, um vor dem Erlass gerichtlicher Unterlassungsverfügungen eine Interessenbewertung zu ermöglichen.

Gesetzesinitiative der Bundesregierung

Das Bundesministerium für Justiz und für Verbraucherschutz hat im Januar 2020 einen Diskussionsentwurf eines Zweiten Gesetzes zur Vereinfachung und Modernisierung des Patentrechts (2. PatMoG) vorgelegt, der eine Ergänzung der Regelung bezüglich des Unterlassungsanspruchs bei Patentverletzungen beinhaltet.

Nach dem Diskussionsentwurf soll § 139 Abs. 1 PatG, der vorsieht, dass der Patentinhaber im Falle einer Patentverletzung einen Anspruch auf Unterlassung gegen den Verletzer hat, durch folgenden Satz ergänzt werden: „Der Anspruch ist ausgeschlossen, soweit die Durchsetzung des Unterlassungsanspruchs unverhältnismäßig ist, weil sie aufgrund besonderer Umstände unter Beobachtung des Interesses des Patentinhabers gegenüber dem Verletzer und der Gebote von Treu und Glauben eine durch das Ausschließlichkeitsrecht nicht gerechtfertigte Härte darstellt.“

Motive des Gesetzgebers

Der Gesetzgeber unterstreicht in der Begründung zur vorgeschlagenen Gesetzesänderung, dass die ergänzende Bestimmung lediglich eine Klarstellung der gesetzlichen Voraussetzungen für den Erlass von Unterlassungsansprüchen darstelle, und weist darauf hin, dass das deutsche Recht bereits heute eine Prüfung der Verhältnismäßigkeit des Unterlassungsanspruchs bei Patentverletzungen zulasse. Verwiesen wird auf die verfassungsrechtliche Gewährleistung des Verhältnismäßigkeitsprinzips, das als Ausdruck der Gebote von Treu und Glauben in Art. 19 Abs. 4 GG verankert ist.

Schließlich wird in der Begründung zum Gesetzesentwurf auf die in der Rechtsprechung des BGH anerkannte Möglichkeit der Einräumung von Aufbrauchsfristen im Falle einer Patentverletzung verwiesen. Nach der unter dem Schlagwort „Wärmetauscher“ bekannt gemachten Entscheidung des BGH (Urteil vom 10. Mai 2016, GRUR 2016, 1031) dürfe eine gerichtliche Unterlassungsanordnung nicht unmittelbar erlassen werden, wenn die sofortige Durchsetzung des Unterlassungsanspruchs des Patentinhabers auch unter Berücksichtigung seiner Interessen gegenüber dem Patentverletzer eine unzumutbare, gegen Treu und Glauben verstoßende Härte darstellen würde.

Die Einräumung von Aufbrauchsfristen erlaube es dem vermeintli-

chen Verletzer, das patentgeschützte Produkt nach Erlass einer Unterlassungsverfügung für einen bestimmten Zeitraum weiter zu nutzen und gebe Zeit, patentfreie Alternativen zu entwickeln. Im so genannten Wärmetauscher-Urteil schützt das Streitpatent ein System zur Erwärmung der um Nacken und Schultern strömenden Luft einer Person in einem Cabriolet. Die Patentinhaberin erhob eine Klage wegen Verletzung ihres Patents und machte Unterlassung der Herstellung und des Vertriebs der betroffenen Automobile geltend. Die Beklagte beantragte die Abweisung der Klage wegen Nichtverletzung und als Hilfsantrag die Gewährung einer Aufbrauchsfrist, um die Wirkung einer Unterlassungsverfügung zu verzögern. Auch wenn die beantragte Aufbrauchsfrist in dieser Entscheidung nicht gewährt wurde, weil das patentverletzende Element für die Funktion des Automobils nicht wesentlich war, hat der Bundesgerichtshof einige Leitlinien für die Gewährung von Aufbrauchsfristen vorgegeben, die bei künftigen Instanzentscheidungen zu beachten sind (z.B. Landgericht Düsseldorf GRUR-RS 2017, 106557 -Herzventile; LG München, Urt. V. 13.6.2019, Beck RS 2019, 11305).

Dementsprechend könnten Aufbrauchsfristen bereits nach geltendem Recht aber nur auf Antrag und unter strengen Bedingungen gewährt werden und seien ausgeschlossen, wenn seit Kenntnis des Verletzungsvorwurfs eine Umstellung auf patentfreie Lösungen schon möglich gewesen wäre. Weder der normale wirtschaftliche Schaden, der durch die Durchsetzung einer Unterlassungsverfügung verursacht wird, noch das öffentliche Interesse könnten derzeit die Gewährung einer solchen Frist rechtfertigen. Unerheblich sei auch, ob der Patentinhaber die patentgeschützte

Technologie verwende. Nur wirtschaftliche Folgen einer sofortigen Durchsetzung der Verfügung gegen den Verletzer, die über seinen normalen Schaden hinausgehen, erlaubten es, die Wirkungen des Patents durch die Gewährung einer Aufbrauchsfrist zu begrenzen.

In der Begründung zum Diskussionsentwurf hat der Gesetzgeber ausdrücklich betont, dass die Berücksichtigung des Verhältnismäßigkeitsprinzips in § 139 PatG entsprechend geltender Rechtsprechungsgrundsätze nicht zu einer Entwertung der Patentrechte führen dürfe und die Beschränkung der Unterlassungsanordnung auch nach der Neuregelung auf Ausnahmefälle beschränkt bleiben müsse.

Die Unterlassungsverfügung soll eine starke Waffe im Patentrecht bleiben, die im Falle einer Patentverletzung grundsätzlich und unabhängig von einem Verschulden erlassen werden kann. Daher sei der Patentinhaber grundsätzlich nicht verpflichtet, zur Verhältnismäßigkeit vorzutragen, um sein Patentrecht durchzusetzen. Dies gelte nur in Fällen, in denen der mutmaßliche Rechtsverletzer wesentliche Argumente vorbringe, die für eine Beschränkung der Unterlassungsverfügung sprächen. Solche Argumente können auf spezifischen Umständen des Einzelfalls beruhen, wie zum Beispiel

- Rolle des Patentinhabers als reiner Patentverwerter mit geringem Interesse an der Durchsetzung der Unterlassungsverfügung
- nachteilige wirtschaftliche Auswirkungen der Unterlassungsverfügung für den vermeintlichen Rechtsverletzer, die in keinem Verhältnis zum Wert des verletzten Patents stehen
- komplexe Produkte, die von vielen Patenten abgedeckt wer-

den, und deren Umgestaltung in Bezug auf den patentverletzenden Bestandteil hohen zeitlichen und wirtschaftlichen Aufwand verursacht

- Grad des Verschuldens des Verletzers.

Ernsthafte Zweifel an der Bestandsfähigkeit des verletzten Patents scheinen kein Aspekt der Verhältnismäßigkeit zu sein, sondern bleiben ein Kriterium für eine Aussetzung des Verletzungsverfahrens im Falle eines parallel anhängigen Rechtsbestandsverfahrens vor dem Bundespatentgericht oder den Patentämtern.

Aus der Intention des Gesetzgebers kann geschlossen werden, dass Einschränkungen der Unterlassungspflicht wegen Unverhältnismäßigkeit die absolute Ausnahme sein sollen und nur dann gewährt werden dürfen, wenn unbillige Härten für den Patentverletzer nicht durch Umstellungs- und Aufbrauchsfristen vermieden werden können.

Aus diesen gesetzgeberischen Motiven muss geschlossen werden, dass die bloße Tatsache, dass das Patent nur ein geringfügiges Einzelmerkmal eines komplexen Produkts abdeckt, das durch Hunderte von Patenten geschützt sein könnte, wie z.B. ein Auto, per se nicht ausreicht, um Aufbrauchsfristen zu gewähren bzw. die Durchsetzung des Unterlassungsanspruchs zu beschränken. Dasselbe gilt in Fällen, in denen Patente von Patentverwertern durchgesetzt werden. Es bleibt offen, wie die Gerichte – im Falle einer Implementierung der vorgeschlagenen Gesetzesänderung – die Anforderungen an eine „nicht durch Patentrecht gerechtfertigte Härte“ definieren werden. Dabei ist festzuhalten, dass es für die Auslegung und Anwendung gesetzlicher Vorschriften durch die Gerichte nicht primär und ausschließlich auf die Entste-

hungsgeschichte und die Motive des Gesetzgebers ankommt.

Ausblick

Der Diskussionsentwurf wird vor seiner Umsetzung in gültiges Patentrecht weitere kontroverse Diskussionen auslösen. Das Bundesjustizministerium hat die beteiligten Kreise der Industrie, Rechtspraxis und Lehre zu Stellungnahmen aufgerufen. Praktiker aus dem Bereich der Anwaltschaft befürchten eine Entwertung des Patentsystems und sorgen sich um den Gerichtsstandort Deutschland. Demgegenüber wird von den Befürwortern der Reform eine weitergehende Beschränkung des Unterlassungsanspruchs gefordert, der auch die Berücksichtigung öffentlicher Interessen sowie Drittinteressen erlaube. Kommt es zu einer Implementierung der im Diskussionsentwurf vorgeschlagenen Vorschriften sollte sich der Kläger im Patentverletzungsverfahren auf den zu erwartenden Einwand der Unverhältnismäßigkeit einer Unterlassungsverfügung einstellen. Die etwaige Notwendigkeit von Beweisaufnahmen bezüglich streitiger Tatsachenbehauptungen zur Unverhältnismäßigkeit wird zu Verfahrensverzögerungen führen. Für Beklagte aus der Automobilindustrie wird die beabsichtigte Neuregelung jedenfalls eine Plattform zur Vermeidung oder jedenfalls Verzögerung vermeintlich „unfairer“ Unterlassungsverfügungen bieten.

sichtigung öffentlicher Interessen sowie Drittinteressen erlaube. Kommt es zu einer Implementierung der im Diskussionsentwurf vorgeschlagenen Vorschriften sollte sich der Kläger im Patentverletzungsverfahren auf den zu erwartenden Einwand der Unverhältnismäßigkeit einer Unterlassungsverfügung einstellen. Die etwaige Notwendigkeit von Beweisaufnahmen bezüglich streitiger Tatsachenbehauptungen zur Unverhältnismäßigkeit wird zu Verfahrensverzögerungen führen. Für Beklagte aus der Automobilindustrie wird die beabsichtigte Neuregelung jedenfalls eine Plattform zur Vermeidung oder jedenfalls Verzögerung vermeintlich „unfairer“ Unterlassungsverfügungen bieten.



VOSSIUS & PARTNER

Autor:



*Dr. Johann Pitz
Rechtsanwalt
Patentstreitigkeiten
und Patentverletzungsprozesse*

*Vossius & Partner
Siebertstraße 3
81675 München
Tel. +49 89 41304-0
Fax +49 89 41304-430
E-mail: pitz@vossiusandpartner.com
www.vossiusandpartner.com*

MOMENT

**WIR BEWEGEN BILDER
BILDER BEWEGEN MENSCHEN
MENSCHEN BEWEGEN SCHICKSALE**

Ob Imagefilm oder Messerfilm - faszinierend, informativ und visuell einbindend, sorgen unsere bewegten Bilder für eine individuelle Unternehmenspräsentation und machen neugierig auf Ihre Produkte. Nutzen Sie für Ihren Auftritt im Internet oder bei Messen einen der wirkungsvollsten Wege der Kommunikation. Wir begleiten Sie gerne und freuen uns darauf!

MEDIA MIND MOTION
www.mediamindmotion.com



Effizienzsteigerung in der Bordnetzwertschöpfungskette

Der Wandel in der Automobilindustrie hin zur Elektrifizierung des Antriebsstranges und zum hochpilotierten Fahren stellt die gesamte Wertschöpfungskette vor neue Herausforderungen bei steigenden Anforderungen. Hohe Ströme für das effiziente Laden und den elektrischen Antrieb, hohe Datenströme durch die Vernetzung mit 5G-Netzen und der Echtzeitverarbeitung von Sensorsignalen sind hier exemplarisch zu nennen. Hinzu kommen Forderungen nach drastisch verkürzten Entwicklungszeiten und extrem gestiegene Anforderungen an die Qualität und der Sicherheit. Diese Forderungen machen eine durchgängige Traceability für alle Komponenten und die Erfüllung der ISO 26262 zur funktionalen Sicherheit für neue Fahrzeugpaletten notwendig. Die aktuelle Wertschöpfungskette ist geprägt von manuellen Tätigkeiten und Kostendruck statt sicherheitsgetriebener Entwicklungen, weshalb die aufkommenden Anforderungen zu einem großen Teil nicht erfüllt sind. Die traditionellen Hauptkomponenten für die Signal- und Leistungsnetze sind Kabel und Kontakttechnologien zum reversiblen und irreversiblen Verbindungsaufbau. Auf Grund des biegeschlaffen Charakters und der sehr unterschiedlichen Losgrößen wird die Montage von Leitungssätzen weitestgehend manuell durchgeführt. In der heutigen Wertschöpfungskette sind nur etwa 10 % der gesamten Prozesszeit durch Automaten abgedeckt. Doch der geringe Automatisierungsgrad und beste-

hende Designprozesse erfüllen die zukünftigen Anforderungen nicht. Der Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik (FAPS) der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg hat dies vor Jahren erkannt und unterstützt mit dem eigens aufgebauten Forschungsbereich Bordnetze mit 13 wissenschaftlichen Mitarbeitern die deutsche Industrie bei der Bewältigung der Herausforderungen. Ein Forschungsschwerpunkt bildet das Bordnetzdesign (Abb. 1) und damit verbunden alternative Methoden zur Signal- und Leistungsvernetzung. ■



Abb. 1: Leitungssatzdesign ■

Alternative Signal- und Leistungsvernetzung

Stromverteiler und Vorsicherungsdosen sind passive Komponenten mit großem Volumen. Für zukünftige E/E-Architekturen gilt es diese effizient in den verfügbaren Bauraum zu integrieren. Technologien zur Herstellung von dreidimensionalen mechatronischen Baugruppen (3D-MID) ermöglichen die Erstellung von integrativen Stromverteilern mit galvanischer Metallisierung auf duroplastischen Substraten und bewerkstelligen so die

notwendige dreidimensionale Flexibilität im Designprozess für eine optimale Bauraumnutzung (Abb. 2). Darüber hinaus ermöglicht die Technologie die Integration von intelligenten Funktionen und Antennenstrukturen in Strukturelementen und durchgängige Datensätze aus bereits verfügbaren Design-Tools.



Abb. 2: Integrativer Stromverteiler ■

Für die aktuelle Kabelsatzherstellung ist die Etablierung eines datendurchgängigen Prozessflusses, der die Rückverfolgbarkeit des Kabelsatzes ermöglicht, ein wesentliches Handlungsfeld. Im Hinblick auf die Anforderungen des autonomen Fahrens wurde ein Traceability-Schema für Kfz-Bordnetze spezifiziert. Auf der Grundlage von Produktionsereignissen wurde eine abgestimmte Rückverfolgbarkeits-Informationssystemarchitektur abgeleitet, in der relevante Rückverfolgbarkeitsfunktionalitäten durch Mikroservices bereitgestellt werden. Dies überwindet die Unzulänglichkeiten der aktuellen monolithischen Rückverfolgbarkeitslösungen und trägt zu einem skalierbaren und konfigurierbaren Fertigungsdatendesign bei, das die verteilte Datennutzung und komplexe

Fertigungsabläufe ermöglicht. Die entwickelte Lösung visualisiert die gesammelten Daten der Produktionsereignisse über eine Benutzerschnittstelle und ermöglicht so über KPIs ein grundlegendes Monitoring der Track-und Trace Aktivitäten. ■

Automatisierungstechnik

Nicht nur als Enabler für die Rückverfolgbarkeit, auch sich verändernde Rahmenbedingungen in Best-Cost-Ländern und Forderungen nach immer kürzeren Lieferzeiten erfordern Automatisierungslösungen für die Fertigung herkömmlicher Kabelbäume.

Neben Lösungen zum automatisierten Verlegen und Stecken werden insbesondere innovative Automatisierungslösungen für den Ummantlungsprozess bei der Herstellung von Kabelbäumen entwickelt. Das manuelle Bandagieren ist mit über 30 % Produktionszeitanteil einer der aufwendigsten Prozesse der Kabelbaumfertigung und stellt einen hohen Automatisierungs- und Optimierungsbedarf dar. Am Lehrstuhl wurde daher ein Materialauftragswerkzeug entwickelt, welches erlaubt einzelne Drahtbündel mit einem kalten und flüssigen Material zu ummanteln. Das neu entwickelte Konzept basiert auf einem Dispensierverfahren und besteht aus einem 3D-gedruckten Materialauftragswerkzeug in verschiedenen Ausführungen, einem raum- oder UV-vulkanisierenden Silikon mit scherverdünnenden oder thixotropen Eigenschaften. Das Dosier-



Abb. 3: Iris-Dosierwerkzeug ■

verfahren hat keinen Materialverlust. Die grundlegende Idee stammt von konventionellen Extrusionsverfahren aus der Kabelindustrie zum Aufspritzen durchgängiger Kunststoff- oder Elastomerhüllen. Mittels eines formadaptiven Iris-Dosierwerkzeuges können unterschiedliche Bündeldurchmesser ohne Werkzeugwechsel bearbeitet werden (Abb. 3). ■

Kooperationsformen und Technologietransfer:

Der Lehrstuhl FAPS gliedert sich in die FAU Erlangen-Nürnberg ein, die mit rund 40.000 Studierenden die zweit größte Universität in Bayern ist und als innovativste Universität in Deutschland gilt. Seit Gründung des Bereichs Bordnetze im Rahmen der Zuwendung von EFRE-Fördermitteln für das Projekt E|Connect konnten bereits eine Vielzahl an Forschungs- und Industrieprojekten erfolgreich durchgeführt werden.

Im Rahmen des Fachseminars „Effizienzsteigerung in der Bordnetz-Wertschöpfungskette“ lädt der FAPS einmal jährlich (19./ 20. Mai 2021) zu einem intensiven Wissenstransfer mit Vorträgen, Fachdiskussionen sowie Vorführungen im Forschungslabor ein. Das Tagesprogramm bietet darüber hinaus auch die Gelegenheit zur Diskussion individueller Problemstellungen innerhalb der Leitungssatzherstellung. Für die Erforschung und Entwicklung innovativer Produkte und Produktionsprozesse bietet der Lehrstuhl FAPS verschiedenste Kooperationsmöglichkeiten an. Sowohl kurz- bis mittelfristige Dienstleistungen als auch mittel- bis langfristig angelegte Forschungsprojekte werden in enger Zusammenarbeit mit den Partnern bearbeitet. Zur Durchführung und Beantragung langfristiger Forschungsprojekte in Form eines Projektverbundes mit

mehreren Forschungs- und Industriepartnern im Rahmen von durch Land, Bund oder EU geförderten Projekten, kontaktieren Sie uns. Gerne unterstützen und beraten wir bei der Ausarbeitung und Beantragung von gemeinsamen Forschungsprojekten mit unserer jahrelangen Erfahrung. Für die lösungsorientierte Bearbeitung industriebezogener Forschungsprojekte stehen die umfangreichen Möglichkeiten aller am Lehrstuhl verfügbaren Ressourcen zur Verfügung. ■



Europäische Union

Europäischer Fonds für regionale Entwicklung



E|Connect

Effiziente Signal- und Leistungsvernetzung in mechatronischen Systemen

Autoren:



Dipl.-Ing.
Robert Süß-Wolf
Leiter
Forschungsbereich
Bordnetze



Moritz Meiners
M.Sc. M.Sc.
Wissenschaftlicher
Mitarbeiter

Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik
Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke
Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

Fürther Str. 246 b
D-90429 Nürnberg
Tel.: +49 9115302-9095
Fax: +49 9115302-9070
robert.suess-wolf@faps.fau.de
www.faps.fau.de

acad group – Ihr Experte für Automotive Interieur und Express-Spritzgussteile



Kostenorientiert. Verfahrensgerecht. Innovativ.

Kunststoffe sind aus der Automobilbranche nicht mehr wegzudenken. Dabei übernehmen sie in vielen Variationen im und am Fahrzeug unterschiedlichste Aufgaben und treiben Neuheiten voran. Egal was kommt, Kunststoffmaterialien können in Verbindung mit effizienten Fertigungsverfahren in fast allen Bereichen punkten.

Experte in Sachen Kunststoff: acad group GmbH

„Wir stellen durch ein spezielles Express-Spritzgussverfahren in nur 10 bis 15 Arbeitstagen echte und komplexe Kunststoffteile her und sparen so den Unternehmen erhebliche Kosten“, erläutert Alexander Kalusche. ■

acad engineering

Besonderes Wissen haben wir uns in den vergangenen 30 Jahren in den Bereichen Armlehnen vorne und hinten, Kopfstützen, Cupholder und Sitzkomponenten angeeignet. Hier können Sie auf einen großen Erfahrungsschatz zurückgreifen. Dank einer stringenten Prozesskette und hohem Kunststoff-Know-how entstehen innovative Ergebnisse, die richtungsweisend sind.



Entwicklungsprojekt elektrisch klappbare Mittelarmlehne Landrover L405 im Fond ■

Unsere Entwicklungsprozesse sind schnell, kostengünstig und ganz auf die Bedürfnisse unserer Kunden und deren Produkte abgestimmt. ■



Entwicklungsprojekt V213 Mercedes Benz E-Klasse Langversion China ■

acad prototyping

Wenn die Idee das Papier verlässt und zum Produkt reift, ist die Stunde der Prototypenbauer gekommen. Prototypen sind die ideale Möglichkeit, eine Produktbestätigung und Absicherung durch vielfältige Erprobungsmöglichkeiten zu bekommen und weitere Entwicklungsbedarfe zu erkennen.

acad prototyping kann mit dem hierfür speziell entwickelten Werkzeugsystem RMS (Rapid Molding System) in unschlagbar kurzer Zeit Spritzgusswerkzeuge in Aluminium und Spritzguss-Prototypen im Originalwerkstoff herstellen. Die Segmentierung der Werkzeuge ist besonders bei sehr komplexen Teilen ein entscheidender Vorteil. Die auf hocheffizienten Fertigungsprozessen basierende Methode ermöglicht es bereits in der Planungsphase schnell und unkompliziert Prototypen in Originalmaterialien zu fertigen. Geometrieänderungen sind so schnell und kostengünstig möglich. Die dadurch gewonnenen Erfahrungen er-

weisen sich spätestens beim Serienwerkzeugbau als geldwerter Vorteil, da Risiken vorab minimiert werden können.

Dieses Wissen, verbunden mit fundierten Entwicklungs- und Fertigungskennnissen, ist die Basis unserer Serviceleistung im Prototypenbau. ■

acad engineering

driven by evolution

- 30 Jahre Erfahrung mit namhaften OEMs
- Schwerpunkt Automotive Interieur Armlehnen und Kopfstützen
- Verfahrensgerechte, kostenorientierte Entwicklung
- Eigener Funktionsmusterbau

acad prototyping

driven by improvement

- Express-Spritzgussteile in originalen Serienmaterialien
- Hohe Erprobungsfähigkeit
- Frühe Produktbestätigung
- Komplexeste Teile mit div. Entformungsrichtungen

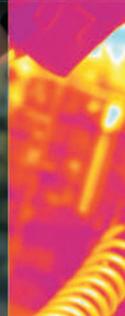
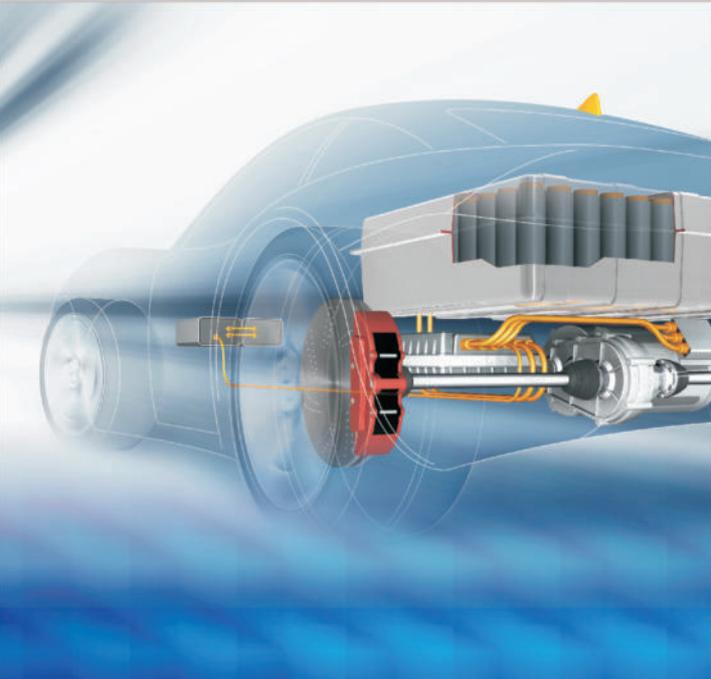
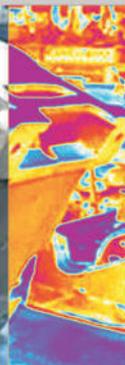
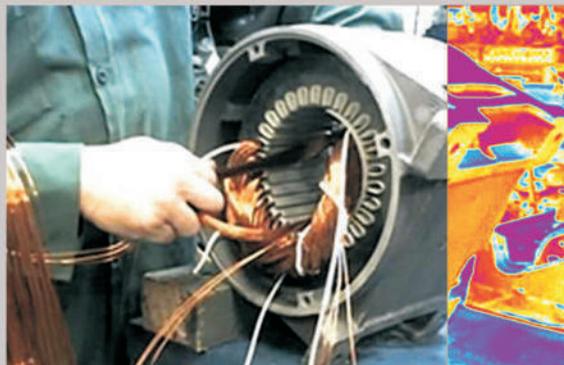


Autor:
Dipl.-Ing.
Alexander Kalusche
Geschäftsführer

acad group
Gutenbergstraße 26
91560 Heilsbrunn (Mfr)
Tel.: +49 (0)9872 5298
E-Mail: kontakt@acad-group.de
www.acad-group.de



Sonderteil *e-Car +* *Wasserstoff*

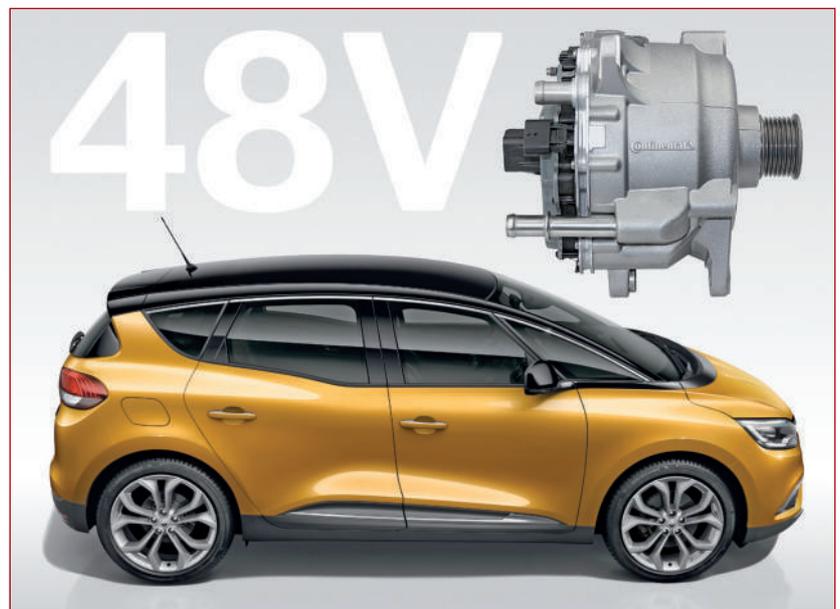


Europäische Metropolregion Nürnberg: Emissionsarme Mobilität als strategischer Trumpf

Die Automobilindustrie sowie deren Zulieferer sind Leitindustrie und Exportmotor in Bayern. Die Corona-Krise beschleunigt die bereits eingeleitete Transformation zu emissionsarmen Antrieben sowie digitalen Produkten und Prozessen. Mit ihrem breiten Mix an unterschiedlichen Zulieferern ist die Metropolregion Nürnberg bestens aufgestellt, um diese Zukunftsthemen voranzutreiben und entscheidend zu prägen. Besondere Stärken liegen in der elektrischen und mechanischen Antriebstechnik sowie bei mechatronischen Systemlösungen.

Ein Beispiel bietet Vitesco Technologies Germany GmbH (früher Continental AG) mit dem Standort Nürnberg, an dem allein 500 der rund 3000 Mitarbeiter mit allen Facetten der Elektrifizierung beschäftigt sind. Seit Oktober 2016 wird dort der weltweit erste 48-Volt-Hybrid-Antrieb in Serie gefertigt. Bei der Technik handelt es sich um eine besonders kosteneffiziente Lösung, um Kraftstoffverbrauch und Abgasemissionen deutlich zu senken. Die 48-Volt-Variante ist dabei eine Alternative zu der wesentlich aufwändigeren Hochvolttechnik mit 300 bis 400 Volt, die bisher üblicherweise in Hybridfahrzeuge verwendet wird. Seit 2013 entwickelten die Ingenieure bei Continental in Nürnberg diesen Hybridantrieb gemeinsam mit Renault sowie regionalen Partnern wie dem Fraunhofer Institut für Integrierte Systeme und Bauelemente-Technologie (IISB) und dem Bayerischen Laserzentrum.

Für die weltweit beachtliche Kompetenz im Bereich der elektrischen bzw. hybriden Antriebstechnik ste-



*Der weltweit erste Hybridantrieb, der mit einer Spannung von 48-Volt arbeitet, wurde bei Conti in Nürnberg entwickelt und wird dort auch in Serie gefertigt.
Grafik: Continental ■*

hen darüber hinaus Unternehmen wie Siemens, Baumüller, Brose, Semikron, Schaeffler, MAN Nutzfahrzeuge oder ABM Greiffenberger.

Eine Vielzahl an Unternehmen bietet Komponenten und Lösungen für die Bereiche Elektronik, Kabel, Bordnetze sowie Speicher- und Ladesysteme. Beispiele für

Unternehmen und Marken sind hier Bosch, Leoni, Komax, Aptiv Services, ZF Friedrichshafen, Diehl, Schlenk, Scherdel, E-T-A, ABL Sursum sowie TÜV Süd und TÜV Rheinland.

Die Metropolregion Nürnberg beherbergt mehrere auf Elektromobilität spezialisierte Forschungseinrichtungen und Fachbereiche an

Universitäten und Hochschulen. Beispiele sind das o. g. Fraunhofer IISB (Entwicklung von Leistungselektronik, Konzipierung und Realisierung von Speichersystemen sowie Testzentrum für Elektrofahrzeuge), das Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS (z.B. Informations- und Kommunikationstechnik für Batteriemangement, Energiemanagement, Anbindung an Smart Grids), das Fraunhofer-Institut für Silicatforschung ISC (Werkstoffentwicklung für leistungsfähige schnelle und sichere Energiespeicher), das E|Drive Center an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (fertigungsnahe Auslegung, Produktionstechnologien und Applikationsentwicklung für elektrische Antriebe), das Technologie Transfer Zentrum-Elektromobilität (TTZ-EMO) an der Hochschule für angewandte Wissenschaften Würzburg-Schweinfurt (u.a. Lastmanagement mit Elektromobilität und innovative Ladetechnologien), das Institut für leistungselektronische Systeme (ELSYS) an der Technischen Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm (u.a. Netzintegration von Elektrofahrzeugen), die Ostbayerische Technische Hochschule Amberg-Weiden (Eingebettete System und Echtzeitsoftware für Elektromobilität), das Technologietransferzentrum Automotive an der Hochschule Coburg (TAC) sowie das AutomobilTechnikum Bayern (ATB) in Hof.

Batteriebetriebene Elektroautos sind nur ein Teil der Energiewende, aber nicht die gesamte Lösung. Zukünftig wird Wasserstoff eine tragende Rolle spielen, denn dieser bietet mit vielfältigen Lösungen eine Brücke zwischen den Bereichen Energie, Verkehr und Industrie. Das Zentrum Wasserstoff.Bayern (H2.B) mit Sitz am Energie Campus Nürnberg soll Wirtschaft, Wissenschaft und Politik vernetzen, um die Wasserstoffwirtschaft zu entwickeln und insbesondere auch den Transformationsprozess



Der Ladeverbund Franken+ bündelt die Angebote von rund 50 kommunalen und regionalen Energieversorgern für eine flächendeckende, einheitliche und nutzerfreundliche Ladeinfrastruktur. Derzeit stehen rund 200 Ladestationen zur Verfügung. Quelle: N-ERGIE ■

der bayerischen Fahrzeug- und Zulieferindustrie zu unterstützen. Wasserstoff ist Energieträger für Elektrofahrzeuge, die den Strom zum Fahren durch Brennstoffzellen erzeugen. Zur Marktaktivierung wird die Staatsregierung kombiniert Elektrolyseanlagen und Brennstoffzellenfahrzeuge wie Busse und Nutzfahrzeuge/Lkw fördern. Am 18. November 2020 findet erstmals der sog. HYDROGEN DIALOGUE in Nürnberg

statt. Diese Veranstaltung der Nürnberg Messe bildet künftig den zentralen Treffpunkt für Experten aus Politik, Wirtschaft und Wissenschaft und unterstützt sie dabei, Wasserstoff-Technologien zur Anwendung zu bringen.

Der Ladeverbund+ hat sich zum Ziel gesetzt, die Elektromobilität in der Metropolregion Nürnberg sowie in angrenzenden Gebieten voranzubringen. Um dieses Ziel zu erreichen investieren die Mit-



Die Motoren von der Nürnberger Unternehmensgruppe Baumüller werden mittlerweile auch in batterieelektrischen LKWs der Firma FRAMO eingesetzt. Der 18 Tonnen e-LKW verfügt über eine Reichweite von 250 - 270 km und kann eine Nutzlast von 9,5 Tonnen befördern. Quelle: Baumüller ■



Die Bayerische Staatsregierung hat am 5. September 2019 das Zentrum Wasserstoff.Bayern (H2.B) gegründet. Die neue Einrichtung soll die Erforschung und Weiterentwicklung der Zukunftstechnologie Wasserstoff beschleunigen. Lösungen für emissionsarme Mobilität, insbesondere im Segment Nutzfahrzeuge, stehen im besonderen Fokus. Quelle: Kurt Fuchs/H2.B ■

gliedert des Ladeverbund+ in den Ausbau einer flächendeckenden, einheitlichen Ladeinfrastruktur. Im Jahr 2019 wurde die Ladeinfrastruktur von 280 auf 520 Ladesäulen ausgebaut. Das entspricht einem Wachstum von 85 Prozent. Deutschlandweit wuchs die öffentliche Ladeinfrastruktur im gleichen Zeitraum um rund 50 Prozent.

Um bei den regionalen Anbietern, Anwendern und Entwicklern Kooperationsmöglichkeiten zu schaffen und den Wissensaustausch zu fördern, bietet die IHK Nürnberg für Mittelfranken in Kooperation mit den IHKs aus Coburg, Bayreuth und Würzburg-Schweinfurt seit dem Jahr 2013 den Innovations- und AnwenderClub eMobilität an (<http://emobility-nordbayern.de>). Einen weiteren AnwenderClub planen die genannten IHKs zum Thema Wasserstofftechnologie und Infrastruktur. Beispiele für weitere regionale Cluster, die das Thema Wasserstoff- bzw. Elektromobilität vorantreiben sind die Bayern Innovativ GmbH, der EnergieRegion e.V. der Center for Transportation and Logistics Neuer Adler e.V. (CNA), der European Center for Power Electronics e.V. (ECPE) sowie das Automobilnetzwerk ofra-Car-Automobilnetzwerk e.V. ■



Autoren:



Dr.-Ing.
Robert Schmidt



Dr. rer. nat.
Ronald Kühneth

Industrie- und Handelskammer (IHK)
Nürnberg für Mittelfranken
Geschäftsbereich
Innovation|Umwelt

Hauptmarkt 25/27
D-90331 Nürnberg
E-Mail: iu@nuernberg.ihk.de
www.ihk-nuernberg.de



Die lokale Emissionsfreiheit bei Stickstoffoxyden, Co₂ und Feinstaub spricht für diese Antriebsform.

Bewusst wurde im Hinblick auf eine umweltfreundliche Mobilitätswende in die Brennstoffzellen-Technologie große Hoffnung gesetzt.

Der „grüne Wasserstoff“ wird deshalb auch vom Wirtschaftsministerium bei industriellen Prozessen in der Entwicklung und Prozessumstellung gefördert.

Im Zusammenspiel von Politik, Wirtschaft und Wissenschaft in den Bereichen Forschung, Entwicklung und Anwendung kann Wasserstoff ein Zaubermittel für eine klimaneutrale Mobilität sein.



media mind GmbH & Co. KG
Tel.: 089/23 55 57-3
mail@media-mind.info
www.media-mind.info



E-Mobilität: Wie sieht die Umstellung aus und welche Rahmenbedingungen benötigen Unternehmen?

Ausgangslage

Auf dem Elektroauto lastet eine schwere Hypothek. Es soll den gleichen Komfort wie ein Verbrenner bieten, für saubere Luft sorgen, die von Kohlendioxid und Stickoxiden gebeutelte Atmosphäre in den Innenstädten entlasten und nach Möglichkeit das Autofahren nicht verteuern – schließlich sollen die Kunden E-Autos kaufen. All diesen hohen Erwartungen gerecht zu werden, ist eine für die deutsche Automobilindustrie kurzfristig nicht zu lösende Aufgabe.

Der erhoffte große Durchbruch der Elektromobilität in Deutschland ist bisher ausgeblieben. 2018 hatten lediglich 68.000 von rund 3,45 Millionen neuzugelassenen Fahrzeugen einen Elektroantrieb, davon waren 36.000 reine Elektroautos. Der Marktanteil stieg von 1,6 Prozent auf gerade einmal 2,0 Prozent. Am 1. Januar 2019 betrug der Bestand von Elektroautos rund 83.200 Fahrzeuge – bei einem Gesamtbestand von 47 Millionen Pkw. Dennoch hat die Bundesregierung aufgrund des Drucks durch Medien und Öffentlichkeit die Weichen inzwischen voll auf batteriebetriebene Elektromobilität gestellt. Das „Klimakabinett“ der Bundesregierung hat Ende September 2019 ein umfangreiches Klimapaket für alle Sektoren geschnürt, mit dem die Klimaziele bis 2030 erreicht werden sollen. Im Mittelpunkt der Maßnahmen steht der Verkehrs-

sektor. Die Grenzwerte für die CO₂-Emissionen von Pkw müssen nach Vorgaben der EU-Kommission bis 2030 erheblich auf 57,5 Gramm/km reduziert werden, die NO_x-Grenzwerte wurden erheblich auf 40 mg/Kubikmeter Luft verschärft. Soll bis 2030 der CO₂-Ausstoß der Pkw-Neuwagenflotte im Durchschnitt diese Werte erreichen, entspricht dies einem Verbrauch von beispielsweise rund 2,6 Litern Diesel. Selbst die gegenwärtig nominell sparsamsten Autos auf dem Markt mit 3,3 l/100 km verbrauchen immer noch 75 Gramm CO₂ je Kilometer. Alle deutschen Modelle liegen deutlich darüber.

Das heißt im Klartext dreierlei:

- Die gesetzlichen Vorgaben führen – Stand heute – mittelfristig zum Tod des Verbrennungsmotors auf Basis fossiler Brennstoffe. Nur mit dem Elektroauto als Akku-/Batterie- oder Hybridfahrzeug (BEV oder PHEV), mit Wasserstoff und Brennstoffzelle oder mit synthetischen Treibstoffen (e-Fuels) ist eine Dekarbonisierung der Kraftstoffe oder zumindest Klimaneutralität zu erreichen.
- Auf kurze Sicht stehen dafür nur Elektrofahrzeuge mit Batteriespeicher zur Verfügung.
- Will man den Verbrenner retten, reicht es nicht aus, die heutigen Motoren weiter zu optimieren. Ohne klimaneutrale, elektrisch erzeugte (Kunst-) Kraftstoffe (Power-to-Gas/Liquid, PTX) oder in Form von Hybridfahrzeugen sind die Umweltziele mit Verbrennungsmotoren nicht zu erreichen. Nur Wasserstoff und synthetische (Kunst-)Kraftstoffe können Verbrenner-Aggregate und CO₂-neutrale Mobilität verbinden.

Kraftstoffe (Power-to-Gas/Liquid, PTX) oder in Form von Hybridfahrzeugen sind die Umweltziele mit Verbrennungsmotoren nicht zu erreichen. Nur Wasserstoff und synthetische (Kunst-)Kraftstoffe können Verbrenner-Aggregate und CO₂-neutrale Mobilität verbinden.

Kommt 2020 der Durchbruch für das Elektroauto?

Um die Ziellücke bei der Absenkung der Klimaemissionen zu schließen, und gleichzeitig die E-Mobilität zu fördern, hat die Bundesregierung in ihrem Klimapaket Maßnahmen vorgesehen, die fossile Treibstoffe verteuern und eine Reihe von Subventionen und Entscheidungshilfen für den Kunden zugunsten der Elektromobilität beinhalten. Dank der Fördermaßnahmen versucht die Politik, den erhofften Durchbruch der Elektromobilität zu ermöglichen. Denn bislang sind von den bis 2020 angepeilten eine Million Elektrofahrzeugen nicht einmal 100.000 auf den deutschen Straßen angekommen; bis 2030 sollen es sogar bis zu zehn Millionen E-Fahrzeuge sein. Darüber hinaus soll die Anzahl der öffentlichen Ladepunkte auf eine Million erhöht werden.

Die Rahmendaten für die künftige Mobilität sind damit für die Branche gesetzt. Am Elektroantrieb führt kein Weg mehr vorbei. In der deutschen Automobilindustrie

nimmt der politisch gewollte Wechsel in der Antriebstechnik inzwischen deutliche Formen an. Alle deutschen Hersteller bauen ihre Palette an Elektroautos beschleunigt aus, an der Spitze der Volkswagen-Konzern. Richtig Fahrt wird die Elektromobilität 2020 aufnehmen, wenn die Angebotspalette vom VW ID.3 bis zum ersten Elektro-Porsche Taycan reichen wird. Damit hat die deutsche Automobilindustrie sowohl in der Breite als auch in der Höhe des Marktes – und auch beim Preis – für Elektroautos die Führung im internationalen Wettbewerb übernommen. Versäumnisse bei der reinen Elektromobilität kann man ihr nicht vorwerfen, allenfalls bei Hybridisierung und Antriebsalternativen.

Die Kernfrage für Hersteller und Zulieferer ist: Zieht der Markt auch mit? Kommt 2020 der Durchbruch für die E-Mobilität? Oder später? Oder nie?

Die Voraussetzungen für den raschen Durchbruch der Elektroautos in Deutschland und Europa sind rasche und nachhaltige Fortschritte bei den folgenden heutigen Kaufschwelen:

- Geringe Reichweiten und Speicherkapazitäten der Lithium-Ionen-Batterien
- Schwache Ladeinfrastruktur im Stromnetz und im Immobilienbestand
- Unzureichende Verfügbarkeit von Ladestationen – wie auch in vielen anderen Ländern Europas
- Verkürzung des Ladevorgangs auf eine tolerable Zeitspanne
- Kurze Lebensdauer der Akkus bei häufigen Ladezyklen
- Nicht wettbewerbsfähige Kosten bei Anschaffung und Betrieb eines E-Autos
- Kaum vorhandener Markt für gebrauchte E-Autos
- Ungelöste Recycling-Fragen bei Verschrottung von E-Autos

Heute überwiegen für den Kunden die Kaufnachteile. Wettbewerbsfortschritte gegenüber den Verbrennerautos in Bezug auf Anschaffungskosten, Reichweite und Ladegeschwindigkeit zeichnen sich zwar ab, allerdings noch sehr graduell. Es ist davon auszugehen, dass bei den Kaufschwelen keine raschen Fortschritte erzielt werden können. Der Markt für reine Elektroautos wächst zwar – die jährlichen Zuwachsraten sind aufgrund der geringen Bezugsbasis hoch und werden es bleiben –, aber er bleibt auf absehbare Zeit ein Nischenmarkt für Flotten und regionale Bedarfe, nicht für Flächen- und Fernfahrten. Anders verhält sich die Lage bei Hybridautos, die für den lokalen und regionalen Einsatz, privat wie als Flottenfahrzeuge, besser geeignet sind und dabei dem Umweltgedanken Rechnung tragen können.

Schlussfolgerungen

Aus all dem folgt, dass Verbrenner noch länger als ein Jahrzehnt das Verkehrsgeschehen auf den deutschen Straßen weiter dominieren werden. Das ist „alternativlos“. Denn selbst wenn sich die Zahl der neuzugelassenen Elektroautos bis 2025 auf rund eine Million erhöhen würde, bedeutete dies, dass es noch immer mehr als zwei Drittel (rund 2,5 Mio.) Neuzulassungen von Autos mit herkömmlichem Verbrennungsmotor gäbe – ganz zu schweigen von den 47 Millionen Pkw im Altbestand, die mit Benzin oder Diesel betrieben werden. Vorerst werden Elektroautos somit auf den Straßen nicht die Oberhand gewinnen. Somit sind auch in Zukunft große Anstrengungen der Automobilindustrie zur weiteren Optimierung der Verbrennungsmotoren, vor allem der Dieselmotoren, erforderlich.

Es ist davon auszugehen, dass Elektromobilität vorerst eine Parallellösung sein wird und der

Verbrenner noch viele Jahre bleibt. Allerdings wird es sich bei den Verbrennern oft um Hybride handeln, die in Städten lokal emissionsfrei fahren können. Denn antriebsseitig lässt sich das Abgasproblem in Ballungszentren nur über Elektroantriebe oder mit synthetischen Kraftstoffen, Wasserstoff oder E-Fuels lösen. In diesem Fall hätte der Verbrenner sogar dauerhaft eine Zukunft, weil er mit CO₂ neutralem Kraftstoff ohne Umbruch der bestehenden Produktions- und Logistikstrukturen weiter betrieben werden könnte.

Die Konsequenzen für die Autoindustrie sind sehr fordernd, vor allem für die Zulieferer, die bislang ausschließlich für die Verbrennertechnologie tätig waren. Grundsätzlich müssen alle Beteiligten Know-how und finanzielle Ressourcen für zwei unterschiedliche Antriebstechnologien vorhalten. Die Branche muss künftig zweigleisig fahren. Soweit bei Zulieferern kein Know-how für Elektroantrieb und Akku-Technologie vorhanden ist, muss dieses aufwendig – selbst bei Abnehmern mit verbrennungsmotorischer PHEV-Auslegung – hinzugeworben werden. Wo dies innerbetrieblich nicht möglich ist, sollte der Know-how-Zuwachs über Kooperationen angestrebt werden. ■

Autor:



Wolfgang Sczygiol

Sczygiol Consulting

Jägerstrasse 22a

85283 Wolnzach

Email:

wolfgang.sczygiol@consulting.sczygiol.com



VOSSIUS & PARTNER

Ideen haben Rechte.

VOSSIUS & PARTNER steht seit 50 Jahren für High-End-Beratung von innovativen Unternehmen in allen Bereichen des Patent-, Marken-, Design- und Urheberrechts. VOSSIUS & PARTNER arbeitet in Ihrem Interesse: kompetent, zuverlässig, genau und kreativ.

Rechtsgebiete. Patente, Marken und andere Kennzeichen, Designs, Urheberrechte, Know-how, Domains, Wettbewerbsrecht, Pirateriebekämpfung, Software und Informationstechnologie, Arbeitnehmererfinderrecht, Lizenzverträge, Lebensmittelrecht, Vertriebsverträge, Franchiseverträge, Forschungs- und Entwicklungsverträge, Werberecht, Äußerungsrecht, kartellrechtliche Bezüge des Lizenzrechts, ergänzende Schutzzertifikate, Arzneimittelzulassungsrecht.

Technikgebiete. Maschinenbau, Elektro- und Informationstechnik, Physik, Chemie, Biotechnologie, Pharmazie, Life Sciences.

Dienstleistungen. Schutzrechtsanmeldung, gerichtliche und außergerichtliche Durchsetzung von Schutzrechten, Recherchen, Freedom-to-operate-Gutachten, Vertragsgestaltung und -verhandlung, Jahresgebühren, Schiedsverfahren, Mediation, IP-Portfoliomanagement, Due Diligence, IP-Strategie, IP-Landscaping, IP-Bewertung.

Nicht ohne Grund gilt VOSSIUS & PARTNER als eine der renommiertesten Kanzleien auf dem Gebiet des gewerblichen Rechtsschutzes in Europa.

Laser in der Batterieproduktion



Wie die Lasertechnik zur Mobilität von Morgen beiträgt.

Der Bedarf an nachhaltiger und klimafreundlicher Mobilität führt aktuell zu einem Umdenken im Verkehrssektor. Als Innovationsmotor Deutschlands fällt der Automobilindustrie die Aufgabe zu, die Elektrifizierung des Antriebsstranges voranzutreiben. Einen der wichtigsten Erfolgsfaktoren stellt dabei die Traktionsbatterie dar, auf die etwa 40 % der gesamten Wertschöpfungskosten eines Elektrofahrzeugs entfallen. Dementsprechend hoch sind die Anforderungen an die aktuell eingesetzten Lithium-Ionen-Batterien hinsichtlich der Lebensdauer, der Schnellladefähigkeit, der Sicherheit sowie der Energie- und Leistungsdichte. Um das vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicher-

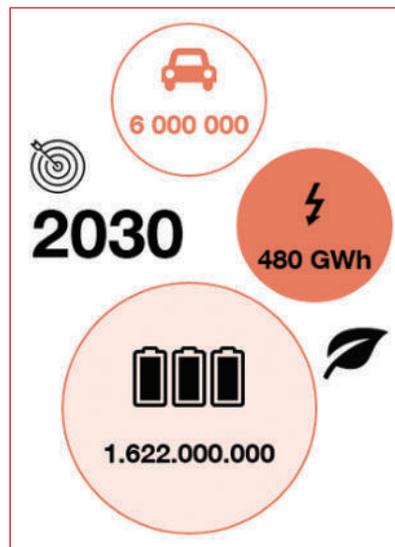


Abb. 1: Geschätzter Bedarf an Batteriezellen zur Erreichung der Flottenziele bis zum Jahr 2030. ■

heit (BMU) ausgegebene Flottenziel von 6 Millionen Elektrofahrzeugen in Deutschland bis

zum Jahr 2030 zu erreichen, müssen, unter anderem durch Fortschritte in der Zellherstellung, sinkende Zellkosten bei verbesserten Leistungsmerkmalen erreicht werden. Unter der Annahme, dass jedes Elektrofahrzeug einen Energiespeicher mit einem Energieinhalt von durchschnittlich 80 kWh besitzt, wird bis zum Jahr 2030 die Produktion von Batteriespeichern mit einer Gesamtspeicherenergie von insgesamt 480 GWh benötigt. Wird von häufig im Automobilbau eingesetzten Pouch-Zellen ausgegangen und ein Energieinhalt von 0,3 kWh pro Zelle angenommen, ergibt sich ein Bedarf von mehr als 1,6 Milliarden einzelnen Batteriezellen (vgl. Abbildung 1). Diese Zahlen verdeutli-



Abb. 2: Die Prozesskette zur Herstellung von Lithium-Ionen-Batterien. ■

chen die enormen benötigten Produktionskapazitäten und damit die hohen Anforderungen an die Prozesskette zur Herstellung von Batteriezellen. Nur durch hochautomatisierte und robuste Produktionsprozesse können die ambitionierten Ziele bezüglich der Stückzahlen, der Zellqualität und der Zellkosten erreicht werden. Das Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften (iwb) der Technischen Universität München (TUM) ist eines der führenden Forschungsinstitute im Bereich der Produktion von Batteriezellen innerhalb Deutschlands. Eine eigene Pilotlinie zur Produktion von Lithium-Ionen-Batterien ermöglicht die Forschung entlang der kompletten Wertschöpfungskette, von der Elektrodenfertigung über die Zellproduktion bis hin zur Assemblierung der Batterien zu Modulen. ■

Prozesskette zur Herstellung von Lithium-Ionen-Batterien

Die Herausforderungen in der Herstellung von großformatigen Lithium-Ionen-Batterien liegen unter anderem in der Komplexität der Produktionskette und den bestehenden Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Prozessschritten (vgl. *Abbildung 2*). Mit der Elektrodenfertigung beginnend werden Aktivmaterial, Leitadditiv sowie Binde- und Lösemittel einem Mischprozess zugeführt. Die vermengte Elektrodenpaste wird daraufhin kontinuierlich auf dünne Metallfolien aufgetragen. Die Folien stellen dabei nicht nur das Substrat für den Beschichtungsprozess dar, sondern sie dienen auch als Stromkollektoren im späteren Zellbetrieb. Während des sogenannten Kalandrierens, ein Verdichtungsschritt durch beheizte Walzen, wird die Porosität der Materialien verringert und das Anoden- und Kathodenmaterial anschließend zu Rollen aufgewickelt. In der

Zellassemblierung wird zunächst durch einen Schneidprozess die gewünschte Elektrodengeometrie erzeugt. Nachfolgend werden während der Zellbildung in Abhängigkeit der gewünschten Zellgröße eine bestimmte Anzahl an Anoden und Kathoden zu einem Zellstapel oder -wickel zusammengeführt. Für die elektrische Isolierung zwischen den Elektrodenschichten dient dabei der sogenannte Separator. Die elektrische Kontaktierung der einzelnen Schichten erfolgt über das Verschweißen der Kollektorfolien. Nach der Einbringung des kontaktierten Stapels in ein Zellgehäuse wird die Zelle mit einem flüssigen Elektrolyten befüllt. Dieser stellt die Leitfähigkeit für die Lithium-Ionen innerhalb der Zelle her und ermöglicht so einen Ladungsausgleich bei elektrischem Stromfluss über die Stromableiter der Zelle. Zuletzt wird in der Zellformierung jede Zelle mehrmals geladen und entladen, um die finale Betriebsfähigkeit herzustellen. ■

Potenziale der Lasertechnologie entlang der Produktionskette

Innovative Fertigungstechnologien tragen dazu bei, die Produktionsziele in der Herstellung von Lithium-Ionen-Batterien zu erreichen. Dabei sind die Produktqualität zu erhöhen, der Ausschuss zu reduzieren und die Produktionskosten zu senken. Laserstrahlung stellt dabei ein flexibles Werkzeug zur Bearbeitung der sensitiven und dünn-schichtigen Zellmaterialien dar. Die hohe Verfahrensvielfalt der Lasertechnologie eröffnet ein breites Einsatzpotenzial entlang der gesamten Prozesskette, welches zudem durch innovative Lasersystemtechnik und intelligente Prozessführung sukzessive gesteigert wird. Die Flexibilität in der Strahlführung erleichtert im Vergleich zu mechanischen Ferti-

gungsverfahren die Anpassung an neue Produktmerkmale, beispielsweise an ein geändertes Zellformat. Nachfolgend werden drei ausgewählte Prozesse in der Zellfertigung genauer beleuchtet und die jeweiligen Potenziale der Lasertechnik aufgezeigt. ■

Schneiden von Elektroden

Je nach Zelldimension müssen sowohl das Anoden- als auch das Kathodenmaterial zu spezifischen Elektrodenformaten vereinzelt werden (vgl. *Abbildung 3*). Dazu wird die Rollenware abgewickelt und einem Schneidwerkzeug zugeführt. Aktuell erfolgt die Konfektionierung der Elektrodenblätter häufig mittels mechanischen Feinstanzens. Der hohen erreichbaren Schneidkantenqualität stehen der Werkzeugverschleiß und damit eine sinkende Produktqualität sowie der regelmäßige Wartungsaufwand gegenüber. In einer Zellfertigung mit einer Gigawattstunde produzierter Energiespeichermenge jährlich geht die tägliche Anzahl an Werkzeughüben dabei in die Millionen. Das Konturschneiden mittels Laserstrahlung schafft hier durch einen berührungslosen und formatflexiblen Prozess Vorteile. Um den hohen Ansprüchen an die Schnittkantenqualität zu genügen, muss ein geeignetes Prozessregime ausgewählt werden. Durch den Einsatz von gepulster Laserstrahlung mit Pulsdauern im Nanosekundenbereich wird weniger Wärme als bei kontinuierli-

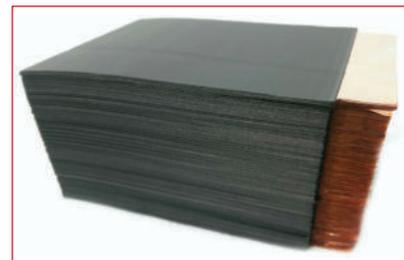


Abb. 3: Stapel mit lasergeschnittenen Anodenblättern. Mit neuartigen Laserprozessen können die Geschwindigkeiten beim Schneiden der Elektroden signifikant erhöht und so Millionen Laserschnitte pro Tag ermöglicht werden. ■

cher Strahlführung in die Materialien eingebracht. Dadurch können Schmelzspritzer und Defekte im Bereich der Schneidkanten verringert werden. Weiteres Verbesserungspotenzial stellen die erreichbaren Prozessgeschwindigkeiten dar. Zur Erhöhung des Durchsatzes werden Schnittgeschwindigkeiten von deutlich mehr als einem Meter pro Sekunde angestrebt. Einen Ansatz bietet hier eine spezielle Prozessstrategie, bei der hochfokussierte Laserstrahlung mit sehr hohen Geschwindigkeiten mehrmals über das Material geführt wird. Damit die gewünschten Abtragsraten erreicht werden, sind Dauerstrichlaser mit einer hohen Strahlqualität sowie Laserscanner, welche die Strahlung ausreichend schnell über das Werkstück bewegen können, gefragt. ■

Elektrodenstrukturierung

Einen möglichen Prozess in der Zellfertigung stellt die, sich aktuell noch im Forschungsstadium befindende, Elektrodenstrukturierung dar. Nach dem Kalandrieren verbleibt in den Elektroden eine Restporosität. Diese wird während der Befüllung durch den Elektrolyten benetzt und stellt so die ionische Leitfähigkeit innerhalb der Elektrodenschichten her. Um einen Ladungsausgleich zwischen den Elektroden zu ermöglichen, müssen die Lithium-Ionen durch das komplexe Porennetzwerk wandern. An diesem Punkt setzt die Elektrodenstrukturierung an, bei der mittels eines Lasers mikroskopische Bohrungen in die Materialschichten eingebracht werden (vgl. *Abbildung 4*). Die nach dem Kalandrieren zufällig angeordneten Poren werden infolge der Strukturierung durch gerichtete Kanäle ergänzt, womit die Diffusion der Lithium-Ionen durch das Elektrodenmaterial erleichtert wird. Die so gesteigerte ionische Leitfähigkeit führt im Betrieb nicht nur zu

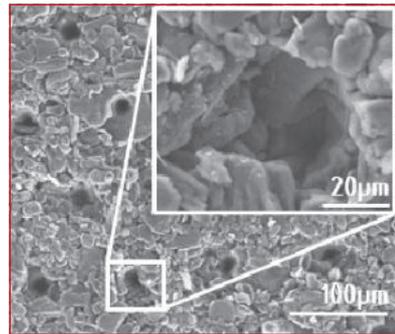


Abb. 4: Rasterelektronenmikroskop-Aufnahme einer laserstrukturierten Anodenoberfläche. Mittels gepulster Laserstrahlung können mikroskopische Strukturen in Batterieelektroden eingebracht werden, um deren Leistungsfähigkeit zu erhöhen. ■

einer Steigerung der Entladekapazität bei hoher Stromentnahme, sondern verbessert auch die Schnellladefähigkeit der Zelle. Pro Quadratmeter Elektrode können je nach Elektrodenkonfiguration bis zu 10000 Bohrungen sinnvoll sein. Als Strukturierungswerkzeug bietet die gepulste Laserstrahlung die Möglichkeit, in Sekundenschnelle tausende Bohrungen mit Durchmessern unter 50 µm einzubringen. Der materialschädigende thermische Einfluss wird dabei durch die kurzen, hochenergetischen Laserpulse gering gehalten. Außerdem kann die gewünschte Menge an Laserpulsen individuell an die Elektrodendicke angepasst werden. Auch bei der Strukturierung bieten Scannertechnologien mit hohen Ablenkgeschwindigkeiten Vorteile bei der Prozessführung. Als vielversprechend gelten hier Polygonscanner, die das Werkstück mit mehreren hundert Metern pro Sekunde überstreichen können und so die Strukturierung in einem Rolle-zu-Rolle-Prozess ermöglichen. ■

Zellinterne Kontaktierung

Bei der zellinternen Kontaktierung werden die Kollektorfolien der gestapelten Anoden und Kathoden verschweißt und an ein Ableiterfännchen, das einen externen Spannungsabgriff ermöglicht, gefügt. Hierbei wird eine

Verbindung mit einem möglichst geringen elektrischen Widerstand angestrebt, um Leistungsverluste in der Zelle zu reduzieren. Aktuell erfolgt die Kontaktierung der Kollektorfolien mit dem Ultraschallschweißen, einem Festphasenschweißprozess, bei dem die Verbindungsbildung unterhalb der Schmelztemperatur der Fügepartner erfolgt. Eine thermische Belastung der temperaturempfindlichen Separatoren wird dadurch ausgeschlossen. Allerdings wird diese kontaktbasierte Prozessführung durch eine geringe Formflexibilität und eine hohe mechanische Belastung begrenzt. Die während des Schweißens eingebrachten Schwingungen können zu einer Schädigung der dünnen Folien aus Kupfer und Aluminium mit Einzeldicken zwischen 8 µm und 15 µm führen. Zudem besteht die Gefahr, dass einzelne Partikel des Elektrodenmaterials abgelöst werden. Als berührungsloses Fügeverfahren stellt das Laserstrahlschweißen hier eine vielversprechende, formatflexible Prozessalternative dar. Insbesondere neuartige Hochleistungs-Strahlquellen im sichtbaren Wellenlängenbereich eröffnen Möglichkeiten im Bereich der zellinternen Kontaktierung. Die Kollektorfolien auf der Anodenseite bestehen aus Kupferwerkstoffen, bei denen sich der Absorptionsgrad durch den Einsatz von grüner im Vergleich zu infraroter Laserstrahlung um das Siebenfache erhöht. Infolge dessen wird ein stabiler Wärmeleitungsschweißprozess mit stark reduziertem Materialauswurf ermöglicht (vgl. *Abbildung 5*). Sicherheitskritische Schweißspritzer können so deutlich reduziert werden. Auf gepulster Laserstrahlung basierende Prozessstrategien bieten darüber hinaus die Möglichkeit, den Wärmeeintrag in die Fügepartner zu reduzieren und so eine thermische Schädigung der temperaturempfindli-

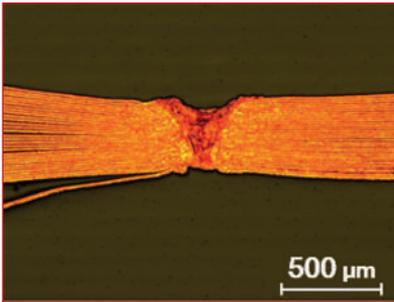


Abb. 5: Querschliff eines laserkontaktierten Folienstapels. Mit Hilfe von grüner Laserstrahlung wird ein stabilerer Schweißprozess beim Fügen der Batteriefolien ermöglicht. ■

chen Batteriekomponenten zu vermeiden. Als hochflexibles Werkzeug ist der Laserprozess zudem eine vielversprechende Technologie hinsichtlich der Gestaltung neuer Zellkonzepte. Die räumlichen Freiheitsgrade des Laserstrahlschweißens ermöglichen ein verändertes Design im Zellaufbau, wodurch das Totvolumen (nicht genutztes Volumen)

in der Zelle reduziert und so die Energiedichte gesteigert werden kann. ■

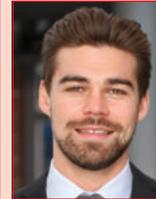
Moderne Batterieproduktion am Standort Deutschland

Der Einsatz von innovativer Lasersystemtechnik bietet in Kombination mit einer zielgerichteten Prozessführung zahlreiche Chancen für eine leistungsfähige Produktion von Batteriezellen. Entlang der gesamten Prozesskette eröffnen sich so Möglichkeiten zur Verbesserung der Qualität der Endprodukte sowie der Produktionsprozesse. Dies bildet die Grundvoraussetzung für den Aufbau einer Batterieindustrie, die am Markt gegenüber etablierten Anbietern aus Asien oder den USA bestehen kann und so langfristig den Produktionsstandort Deutschland zu sichern hilft. ■

Autoren:



M. Sc.
Sophie Grabmann
Wissenschaftliche
Mitarbeiterin
sophie.grabmann
@iwb.tum.de



M. Sc.
Johannes Kriegler
Wissenschaftlicher
Mitarbeiter
johannes.kriegler
@iwb.tum.de



Prof. Dr.-Ing.
Michael F. Zäh
Institutsleiter
michael.zaeh
@iwb.tum.de

Technische Universität München
Fakultät für Maschinenwesen
Institut für Werkzeugmaschinen
und Betriebswissenschaften (iwb)
www.iwb.mw.tum.de

www.media-mind.info



Wir stellen die Zukunftstechnologien aus Bayern noch mehr ins Rampenlicht, damit mehr interessierte Menschen mehr zukunftsweisende Informationen aus Forschung, Entwicklung und Anwendung erhalten.

Unsere Magazine stehen Ihnen auch elektronisch zur Verfügung.

Nehmen Sie einen echten "Mehrwert" in Anspruch!



media mind GmbH & Co. KG
80992 München, Hans-Bunte-Str. 5
Tel.: 089/23 55 57-3, Fax: 089/23 55 57-47
E-Mail: mail@media-mind.info

Umgang mit verunfallten Elektrofahrzeugen



Verunfallte Elektrofahrzeuge

Die Elektromobilität, insbesondere PKW-Elektrofahrzeuge, erfährt in naher Zukunft nicht zuletzt aufgrund der staatlichen Regulierung zur Reduktion des CO₂-Flottenverbrauchs ein deutliches Wachstum und resultiert in eine zunehmende Anzahl an zugelassenen Elektrofahrzeugen. Dadurch sind statistisch gesehen auch vermehrt Unfälle mit Elektrofahrzeugen zu erwarten. Derzeit herrscht noch eine natürliche Skepsis und Zurückhaltung der breiten Bevölkerung gegenüber solchen neuen Technologien [1]. Besonders Brände von Elektrofahrzeugen erzeugen große Schlagzeilen in den Medien. So wurde Anfang Oktober 2019 die Meldung eines verunglückten Tesla Model S in Österreich in den Medien ausführlich berichtet und kontrovers diskutiert [2], [3], [4], [5], [6]. Nach einem Zusammenstoß mit einem Baum ging das Elektrofahrzeug binnen weniger Sekunden in Flammen auf. Niemand wurde verletzt, doch der Umgang, die Zuständigkeiten und das Vorgehen mit dem verunfallten Elektroauto gestaltete sich als unbekannt und daher äußerst schwierig [4].

Dieser und ähnliche Fälle zeigen die derzeit noch unscharfe Gesetzeslage und Regelungen sowie fehlende Erfahrung der Bevölkerung und sämtlicher beteiligter Akteure, die mit der Handhabung und Abwicklung der verunfallten Fahrzeuge beauftragt sind (Feuerwehr, Polizei, Abschleppdienst etc.). Genau an dieser Stelle setzt das CARISSMA Technologiefeld

„Sichere Elektromobilität“ der Technische Hochschule Ingolstadt im Rahmen des EU geförderten Netzwerk-Projekts SENSE BAY an. Ziel ist es unter anderem zusammen mit dem Know-how der Netzwerkpartner Empfehlungen zum Umgang mit verunfallten Elektrofahrzeugen (PKW, NKW) vom Unfallort bis zur Werkstatt bzw. bis zum Recyclingunternehmen zu entwickeln und dabei die Unterschiede zu konventionell angetriebenen Fahrzeugen herauszustellen. ■

Hochvolt-Gefährdung – eigensichere Fahrzeugarchitektur

§ 323c StGB verpflichtet in Deutschland jeden Erste Hilfe zu leisten. Im Straßenverkehr spielt

es dabei keine Rolle, ob das Fahrzeug mit Verbrennungsmotor oder mit Elektroantrieb ausgestattet ist. Doch Ängste durch Berühren hoher Spannungen einen elektrischen Schlag zu erleiden sind weit verbreitet. Spannungen oberhalb des Bereichs der Schutzkleinspannung, sogenanntes Hochvolt, (> 60 V und ≤ 1500 V (DC) oder > 30 V und ≤ 1000 V (AC) [7]) stellen tatsächlich eine erhebliche Gefahr dar und auch für Paragraph § 323c StGB ist Eigenschutz bedeutend und es muss nur geholfen werden, wenn es den Umständen nach dem Helfer zumutbar ist. Da für einen Laien die elektrische Gefährdung nicht einschätzbar ist, müssen die Fahrzeuge so konzipiert sein, dass auch nach einem

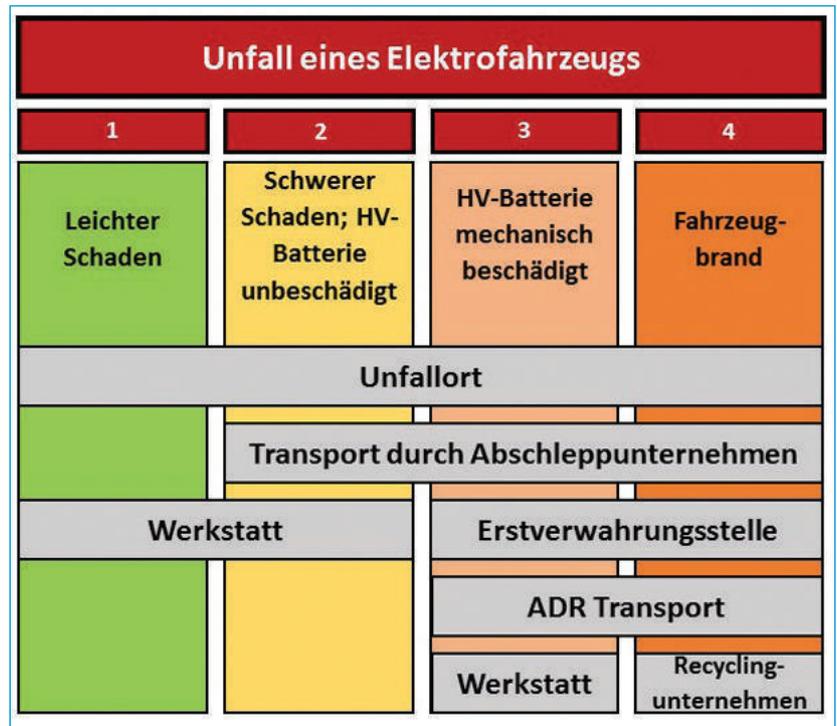


Abb. 1: Handlungsabfolge der Unfallszenarien unterteilt nach Schweregrad

schweren Unfall vollständige Sicherheit gewährleistet ist. Daher genießt die elektrische Sicherheit bei der Entwicklung aller Fahrzeuge die höchste Priorität [8]. Durch technische Maßnahmen wie dem Isolationswächter des Energiespeichers sind die Elektrofahrzeuge eigensicher [7]. Sämtliche HV-Komponenten sind berührsicher ausgeführt, galvanisch zum 12 V-Bordnetz und damit von der Karosserie des Fahrzeugs getrennt. Löst ein Airbag durch einen Aufprall aus, werden sofort die Schütze des HV-Kreises geöffnet und das Hochvoltsystem deaktiviert [9]. ■

Unfallszenarien und Ablauf

Der Schweregrad eines Unfalls ist maßgebend für den Umgang mit einem Elektrofahrzeug. Er wurde für diesen Leitfaden in vier Rubriken der Schwere unterteilt (Abbildung 1).

Eine detaillierte Darstellung aller vier Fälle ist im Rahmen dieses

Artikels nicht möglich. Deshalb beschränkt er sich lediglich auf die Beschreibung des vierten Falls, eines Unfalls mit resultierendem Fahrzeugbrand, da hier die größten Verunsicherungen bestehen. Anhand dieses Unfallszenarios wird der Umgang mit einem Elektrofahrzeug vom Unfallort bis hin zum Recyclingunternehmen konstruiert und im Folgenden erläutert. ■

Unfallszenario Fahrzeugbrand

Abbildung 2 veranschaulicht die chronologische Handlungsabfolge des Unfallszenarios mit Fahrzeugbrand und beginnt mit einem verunfallten und brennenden Elektrofahrzeug am Unfallort.

Die Alarmierung der Einsatzkräfte, das Löschen des Brandes, das Abschleppen des Fahrzeugs bis hin zum Eintreffen am Recyclingunternehmen werden in den folgenden Abschnitten Stück für Stück erläutert. Es wird im Einzelnen auf die Akteure der Leitstelle, der Ret-

tungskräfte, des Abschleppunternehmers und des Entsorgungunternehmens eingegangen.

Meldung des Unfalls – Akteur Leitstelle

Bei schweren Unfällen wird bei neueren Fahrzeugen (verpflichtend ab März 2018) automatisch ein Emergency Call (eCall) an die nächste Leitstelle versendet [10]. Der Disponent der Leitstelle versucht sofort Kontakt mit den Fahrzeuginsassen aufzunehmen. Falls diese ansprechbar sind, fragt der Disponent anhand der fünf W-Fragen unter anderem den Unfallort, den Unfallhergang und die Anzahl der Betroffenen ab. Nun spielt der Faktor Zeit eine große Rolle, denn von Anrufeingang über das Koordinieren der Einsatzkräfte bis zum Eintreffen der Feuerwehr am Einsatzort muss die in der Region geltende Hilfsfrist eingehalten werden. Sie beträgt in Bayern je nach Lage maximal 12 min [11]. Der eCall, der automatisch bei Auslö-

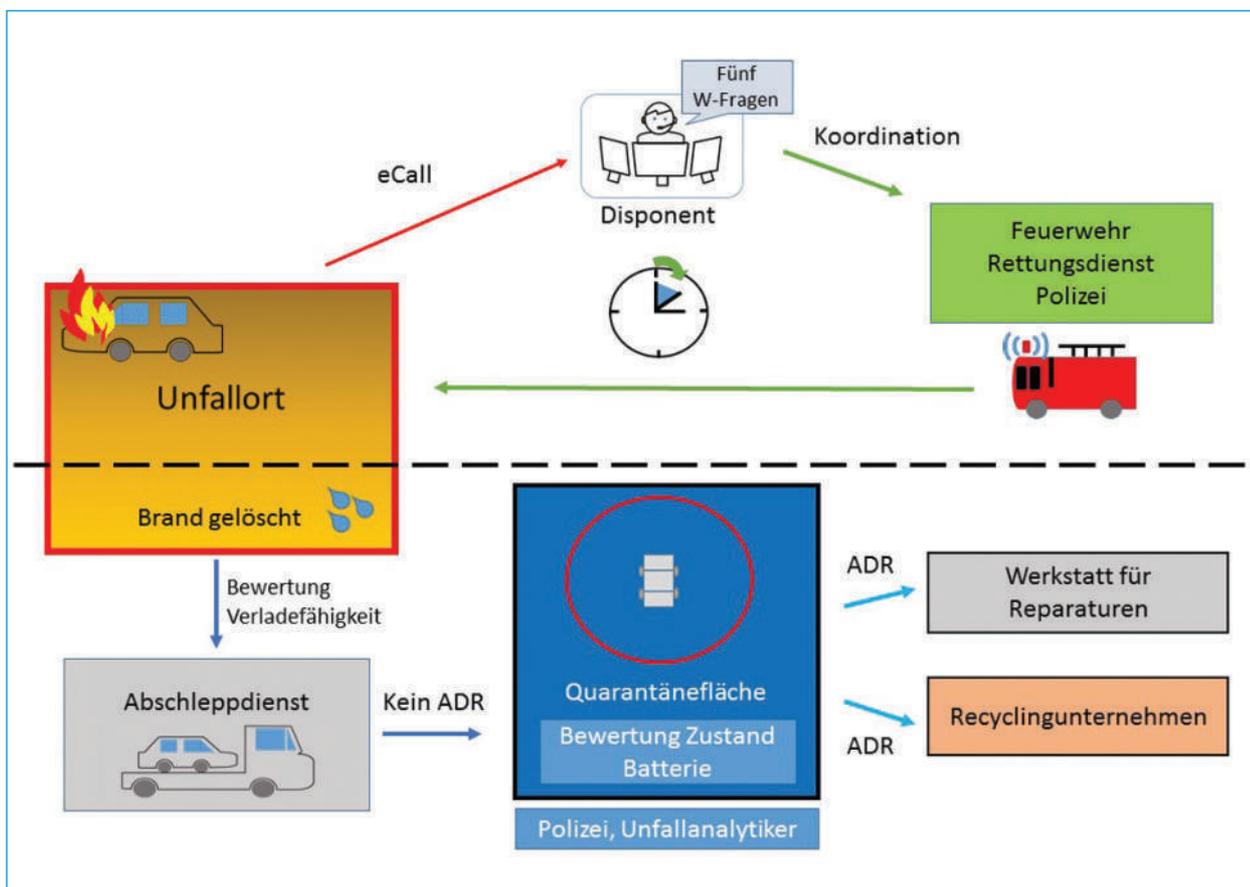


Abb. 2: Handlungsabfolge und Akteure des vierten Unfallszenarios – Ist-Situation

sen der Airbags einen Notruf absetzt, liefert neben Daten zur Fahrzeugposition, zur Anzahl der Insassen und zum Zeitpunkt des Unfalls auch die Antriebsart des verunfallten Fahrzeugs [10].

Das Fahrzeugkennzeichen alleine dient nicht als eindeutiger Hinweis auf ein Elektrofahrzeug, da der Fahrzeughalter die E-Endung auf dem Kfz-Kennzeichen optional wählen kann. Bei Hybridelektrofahrzeugen ist es möglich, dass aufgrund begrenzter Reichweite das E nicht gewählt werden darf (mind. 40 km elektrische Reichweite nötig [12]), obwohl auch hier bereits ein Hochvoltssystem verbaut sein kann. Vor Ort sprechen eindeutige Indizien, wie zum Beispiel die orangefarbenen Kabel der Hochvoltkomponenten, für ein Elektrofahrzeug. Seit 2013 hat die Leitstelle die Möglichkeit zeitnah durch eine online Kennzeichenabfrage beim Kraftfahrt Bundesamt das passende Rettungsdatenblatt zu ermitteln, welches die Rettungskräfte für ihre Arbeit vor Ort benötigen [9].

Löschen des E-Fahrzeug-Brandes – Akteur Feuerwehr

Vor oder spätestens zu Beginn der Löscharbeiten stellt die Leitstelle den Rettungskräften vor Ort das Rettungsdatenblatt des betroffenen Fahrzeugmodells bereit. Dieses gibt Aufschluss über die Lage der HV-Batterie und HV-Kabel im Fahrzeug sowie eine Anleitung zum Deaktivieren des HV-Systems. Allgemein sind die durch den Brand eines Elektrofahrzeugs entstehenden elektrischen Gefahren für die Einsatzkräfte als gering einzustufen, da das HV-System bereits abgeschaltet ist. Eine eventuell herrschende Restgefahr kann durch Sicherheitsabstände beim Löschen (Sprühstrahl 1 m, Vollstrahl 5 m [13]) vermieden werden.

Durch die Benutzung umluftunabhängiger Atemschutzgeräte sichern sich die Einsatzkräfte vor Rauchgasen, Rußpartikeln und Schadgasen



Abb. 3: Beteiligte Akteure - Feuerwehr und Polizei

wie Flusssäure ab. Letztere entsteht bei Fahrzeugen mit einem herkömmlichem Antrieb ausschließlich aus einem fluorierten Bestandteil des Klimamittels R1234yf. Bei einem batteriebetriebenen Fahrzeug entsteht Flusssäure zusätzlich durch das als Leitsalz eingesetzte LiPF_6 .

Vergleicht man die Menge an austretender Flusssäure bei einem Brand, so unterscheidet sich ein E-Fahrzeug von einem konventionellen daher um ca. den Faktor 2 [14].

Da Flusssäure äußerst reaktiv ist, wird diese schnell in andere stabile Verbindungen umgewandelt. So können beispielsweise die im Löschwasser vorhandenen Calcium- und Magnesium-Ionen mit HF zu festen CaF_2 bzw. MgF_2 abreagieren.

Ist den Rettungskräften mithilfe des Rettungsdatenblatts die Position der Batterie im Fahrzeug bekannt, kann diese gezielt gekühlt werden, um den Batteriebrand einzudämmen und bestenfalls zu vermeiden. Abweichend zum Brand mit herkömmlichem Antrieb kann die benötigte Menge an Löschwasser sein. Die Erfahrung im Einsatz zeigt, dass der Wasserbedarf zur Löschung bzw. Deaktivierung von PKW-Elektrofahrzeugen im Vergleich zu herkömmlichen Antriebsarten (800 – 1.000 l [15]) deutlich erhöht ist und sogar Löschwassermengen zwischen 11.000 – 20.000 l benötigt. Allerdings nicht um das Feuer zu löschen, viel-

mehr umfasst dies den gesamten Wasserbedarf, um die Batterie und die Einzelzellen des Batteriesystems soweit zu kühlen, dass das thermische Durchgehen der Einzelzellen unterbrochen und dadurch der Batteriebrand eingedämmt wird [13], [16].

Räumen der Unfallstelle – Akteur Polizei

Aufgaben der Polizei sind das Umleiten des Verkehrs, die Unfallaufnahme, die Beweissicherung und Dokumentation vor Ort. Diese Tätigkeiten werden bei konventionellen und Elektrofahrzeugen gleichermaßen durchgeführt.

Für das Räumen der Unfallstelle informiert die Polizei ein Abschleppunternehmen. Dabei teilt sie ihm mit, dass es sich um ein verunfalltes Elektrofahrzeug handelt, damit der Abschleppdienst einen dafür ausreichend qualifizierten Mitarbeiter an den Unfallort schicken kann.

Abschleppen des Unfallfahrzeuges – Akteur Abschleppunternehmen

Ein Abschleppunternehmen in Bayern verfügt i.d.R. über mindestens eine Fachkraft, die für Arbeiten an Fahrzeugen mit Hochvoltssystem ausgebildet ist [17]. Empfohlen ist hier die Stufe 1 (DGUV-I 200-005), welche ausschließlich nichtelektrotechnische Arbeiten vor-

sieht [7]. Für die Räumung der Unfallstelle als Notfallmaßnahme gibt es derzeit keine weiteren spezifischen gefahrgutrechtlichen Anforderungen, es muss demnach nicht nach den Vorschriften des Europäischen Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (ADR 2019 [18]) befördert werden, ist jedoch trotzdem nicht von diesen Vorschriften freigestellt (Unterabschnitt 1.1.3.1 d des ADR). Deshalb muss das verunfallte Fahrzeug als transportierbar eingeschätzt werden. Bei Elektrofahrzeugen geht es hier vor allem um eine Zustandseinschätzung der Batterie. Dabei stehen dem Mitarbeiter zu diesem Zeitpunkt jedoch keinerlei Daten aus der Batterie zur Verfügung.

Um trotzdem die Transportfähigkeit einzuschätzen, kann eine Wärmebildkamera zur Erkennung bestehender Wärmeherde eingesetzt werden [19]. Da die HV-Batterie jedoch tief und geschützt im Fahrzeug verbaut ist, erfasst die Wärmebildkamera hauptsächlich oberflächlich Fahrzeugkarosserie und Abdeckungen. Die Hauptwärmequelle, nämlich der HV-Speicher, wird dadurch verdeckt. Daher geben die Wärmebilder einer solchen Kamera keinen 100%igen Aufschluss über die tatsächlichen Temperaturverhältnisse und sie kann nur als grober Indikator für

die Zustandsbewertung der Batterie verwendet werden.

Quarantänefläche – Akteur Vertragshändler/Servicepartner

Da ein verunfalltes Elektrofahrzeug die Gefahr birgt, dass sich die Batterie auch nach längerer Standzeit erneut entzündet, muss dieses auf jedem Fall im Freien abgestellt werden [9].

Derzeit werden die verunfallten Fahrzeuge von der Unfallstelle zu einer Quarantänefläche des Herstellers gebracht, die der Vertragshändler/Servicepartner bereitstellt. Diese Fläche kann jedoch nur zu den Geschäftszeiten des Unternehmens angefahren werden. Dies stellt ein essentielles Problem dar, wenn sich ein Unfall außerhalb der Öffnungszeiten ereignet und dem Abschleppunternehmen somit kein Ort zum Abstellen des verunfallten Fahrzeugs ermöglicht wird.

Die verunfallten Elektro-/Hybridfahrzeuge sind, wie konventionelle Fahrzeuge, im Freien mit ausreichenden Abständen zu anderen Fahrzeugen, Gebäuden, brennbaren Gegenständen und brennbaren Untergründen zu verwahren [13]. Ein Abstellen eines Elektro-/Hybridfahrzeugs mit beschädigtem Hochvolt-System in geschlossenen Räumlichkeiten wird nicht empfohlen [20], da das Risiko

eines Gebäudebrands zu hoch ist. Eine Elektrofachkraft [7] bewertet vor Ort anhand der verfügbaren Daten den Batteriezustand, jedoch kann je nach Ausmaß des Brandes ein Auslesen technisch nicht mehr möglich sein.

Im letzteren Fall ist eine nochmalige Beurteilung für den Weitertransport, welcher in jedem Fall dem ADR unterliegt, nötig. Für den Transport zum Recyclingunternehmen gelten nun die Sondervorschriften des ADR für Abfalltransport, wie die Sondervorschrift SV 377 für den Transport von unkritischem Batterieabfall.

Recycling – Akteur Recyclingunternehmen

Da ein ausgebranntes Fahrzeug nicht mehr zur Reparatur in die Werkstatt gebracht wird, bleibt als letzte Station das Recyclingunternehmen. Der Demontageprozess beinhaltet hier im Unterschied zu einem konventionellen Fahrzeug auch den Ausbau der HV-Batterie durch eine Elektrofachkraft.

Die Verwertung des Restfahrzeugs geschieht gemäß der Altfahrzeugrichtlinie der EU (Richtlinie 2000/53/EG) [21] und der Abfallrahmenrichtlinie der EU (Richtlinie 2008/98/EG über Abfälle) [22] analog zu konventionell betriebenen Fahrzeugen und erfährt in Deutschland einen zweistufigen Verwertungsprozess. Denn auch das ausgebrannte Fahrzeug weist immer noch einige Wertstoffe, wie Stahl, Kupfer, Leicht- und Edelmetalle, Glas, Reifen und Kunststoffe auf [23]. Die separierte HV-Batterie wird einem speziellen Recyclingprozess übergeben. Denn die einzelnen Module enthalten neben Kupfer und Aluminium auch seltenere Metalle wie Mangan, Nickel, Kobalt und Lithium, welche aus Schadstoffgründen nicht in die Umwelt gelangen dürfen und zugleich auch aus ökonomischer Sicht wiederverwendet



Abb. 4: Feuerwehr Schlauchverteiler mit Ventilabsperung

werden können [24]. Hydro- oder pyrometallurgische Prozesse können diese Metalle teils wiedergewinnen. In Deutschland sind Unternehmen wie die Duesenfeld GmbH oder die Accurec Recycling GmbH spezialisiert auf das Recycling von Lithium-Ionen-Batterien [25], [26]. ■

Empfehlungen für den zukünftigen Umgang mit Elektrofahrzeugen

Für die Optimierung des Handlungsablaufs bei verunfallten E-Fahrzeugen werden im Folgenden Empfehlungen für die beteiligten Akteure abgegeben. Den eingehenden Notruf nimmt die Leitstelle entgegen. Hier soll der Disponent dafür zukünftig sensibilisiert werden, die durch den eCall mitgelieferte Information zur Antriebsart an die Rettungskräfte weiterzugeben.

Am Einsatzort ist es empfehlenswert, dass die Feuerwehr der Polizei und diese wiederum dem benachrichtigten Abschleppunternehmen mitteilt, dass es sich bei dem verunfallten Fahrzeug um ein Elektrofahrzeug handelt. Dabei wäre es von Vorteil, dass ein Mitarbeiter des Abschleppunternehmens die Qualifikation Stufe 2 (Ausbildung zur EFK) nach DGUV-I 200-005 [7] vorweisen kann, um sicher und weisungsfrei Elektrofahrzeuge aller Hersteller spannungsfrei schalten und so den Zustand des Fahrzeugs bewerten zu können.

Sobald ein transportierbarer Zustand des Fahrzeugs hergestellt ist, kann die Räumung der Unfallstelle durchgeführt werden. Je nach Beurteilung der Schwere des Unfalls kann der Abtransport situativ durch das Begleiten der Feuerwehr unterstützt werden.

Empfohlen wird die Schaffung mindestens einer Erstverwahrungsstelle pro Region, die zentral und unabhängig vom Automobilhersteller jederzeit von den umliegenden Abschleppunternehmen angefahren werden kann. Dabei soll das Fahrzeug aufgrund der potenziellen Brandgefahr im Freien und mit

einem ausreichenden Abstand zu brennbaren Gegenständen abgestellt werden [27]. Wird von der Polizei eine Sicherstellung des Fahrzeuges beauftragt, sollte zusätzlich ein verschlossenes Zelt über dem im Freien platzierten Fahrzeug aufgestellt werden, um eine Manipulation durch Wettereinflüsse oder Dritte zu verhindern. Ein Zelt bedeutet bei einem verzögert auftretenden Elektrofahrzeugbrand eine geringere Brandlast und ist somit unkritischer als ein Gebäudebrand.

Es kann logistisch am sinnvollsten sein, ein ausgebranntes E-Fahrzeug vom Unfallort direkt zum Recycling zu überführen. Somit könnte insbesondere im Brandfall das Recyclingunternehmen die Erstverwahrungsstelle sein.

Für den Fall, dass nach dem Brand ein Datenauslesen über den OBD II Stecker möglich ist, sollte dieser zukünftig einen „Minimaldatensatz“ zum Zustand und Historie der Batterie beinhalten. Über den OBD II Standard werden derzeit die relevanten Batteriedaten zur Zustandsbewertung nicht ausgegeben, weshalb es notwendig ist, dass der Gesetzgeber die Grundlage für das standardisierte Auslesen entsprechender Daten festlegt. Eine Elektrofachkraft (EFK) [7] kann mit diesen Daten den Batteriezustand bewerten und damit die Entscheidung treffen, ob das E-Fzg. bzw. die HV-Batterie als Gefahrgut nach ADR transportierbar ist.

Die Handlungsabfolge im Umgang mit verunfallten Elektrofahrzeugen weist an einigen Stellen Unterschiede zum konventionellen Fahrzeug auf.

Mit den hier ausgearbeiteten Empfehlungen soll für einen reibungslosen Ablauf in der Zusammenarbeit der beteiligten Akteure gesorgt werden. Die Umsetzung der Empfehlung unterliegt nicht ausschließlich den Akteuren. Sie ist insbesondere von der Anpassung der genannten Richtlinien und Regelungen abhängig. ■

Literaturverzeichnis

[1] O. Renn, Technikakzeptanz: Lehren und Rückschlüsse der Akzeptanzforschung des technischen Wandels, 2005.

[2] „Ausgebrannter Tesla stellt Entsorgungswirtschaft vor Rätsel,“ 21 November 2019. [Online]. Available: <https://www.die-presse.com/5725891/ausgebrannter-tesla-stellt-entsorgungswirtschaft-vor-raetsel>.

[Zugriff am 30 März 2020].

[3] R. Büllmann, „Wie entsorgt man E-Autos nach einem Unfall?“, Bayern 2, 20 November 2019. [Online]. Available: <https://www.br.de/radio/bayern2/nach-tesla-brand-entsorgung-batterien-akku-recycling-e-autos-100.html>.

[Zugriff am 30 März 2020].

[4] S. Mattke, „Batterie von ausgebranntem Tesla in Österreich findet nach Wochen Abnehmer,“ 28 November 2019. [Online]. Available: <https://teslamag.de/news/ausgebrannter-tesla-oesterreich-batterie-findet-nach-wochen-abnehmer-25873>.

[Zugriff am 20 März 2020].

[5] R. Bruckner, „Vom komplizierten Leben und Sterben der E-Auto-Batterie,“ 16 Januar 2020. [Online]. Available: <https://www.derstandard.de/story/2000113343095/vom-komplizierten-leben-und-sterben-der-e-auto-batterie>.

[Zugriff am 31 März 2020].

[6] Presse_Augsburg, „Audi e-tron fängt nach Unfall Feuer | Löschung der Akku-Einheit gestaltet sich problematisch,“ 19 August 2019. [Online]. Available: <https://presse-augsburg.de/audi-e-tron-faengt-nach-unfall-feuer-loeschung-der-akku-einheit-gestaltet-sich-problematisch/488293/>.

[Zugriff am 30 März 2020].

- [7] BGHM, „DGUV Information 200-005,“ April 2012. [Online]. [Zugriff am 20 März 2020].
- [8] UNECE - United Nations Economic Commission for EU, UNECE R100, 2014.
- [9] Staatliche_Feuerweherschulen, „Alternativ angetriebene Fahrzeuge,“ Februar 2018. [Online]. [Zugriff am 20 März 2020].
- [10] K. Dümmer, „eCall: Elektronischer Schutzengel im Auto,“ ADAC, 29 November 2019. [Online]. Available: <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/unfall-schaden-panne/unfall/ecall/>. [Zugriff am 26 März 2020].
- [11] „Verordnung zur Ausführung des Bayerischen Rettungsdienstgesetzes (AVBayRDG),“ 30 November 2010. [Online]. [Zugriff am 27 März 2020].
- [12] Bundesrat, „Verordnung des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur und des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit - 50. Verordnung zur Änderung straßenverkehrsrechtlicher Vorschriften,“ 28 Mai 2015. [Online]. [Zugriff am 20 März 2020].
- [13] DGUV, „Information 205-022,“ Dezember 2012. [Online]. [Zugriff am 23 März 2020].
- [14] A. Lecocq, M. Bertana, B. Truchot und G. Marlair, Comparison of the fire consequences of an electric vehicle and an internal combustion engine vehicle, Verneuil-en-Halatte, 2014.
- [15] C. Geib, Interviewee, Telefonat Löschwassermenge konventionelles Fahrzeug. [Interview]. 27 März 2020.
- [16] C. Geib, C. Nebl, J. Huber und H.-G. Schweiger, „Herausforderung Elektrofahrzeuge - Hilfestellung für den Einsatz,“ Brandwacht, pp. 18-20, 2020.
- [17] Bayerisches Staatsministerium des Inneren, „Abschlepprichtlinie Bayern - ARB,“ September 2019. [Online]. [Zugriff am 20 März 2020].
- [18] UNECE, ECE/TRANS/275, Vol. I and II („ADR 2019“), Genf, 2019.
- [19] S. Jacobs, Interviewee, Geschäftsführer. [Interview]. 26 März 2020.
- [20] D. Winkler und Auto Service Praxis, „Kühlen, bis der Arzt kommt,“ März 2020. [Online]. [Zugriff am 23 März 2020].
- [21] Bundesministerium, „Altfahrzeug-Richtlinie - Gesetzgebung der Europäischen Union,“ [Online]. [Zugriff am 01 April 2020].
- [22] Bundesministerium, „Gesetzesentwurf eines Gesetzes zur Umsetzung der Abfallrahmenrichtlinie der Europäischen Union,“ [Online]. [Zugriff am 01 April 2020].
- [23] „Altfahrzeuge,“ 06 November 2015. [Online]. Available: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/abfall-ressourcen/produktverantwortung-in-der-abfallwirtschaft/altfahrzeuge#altfahrzeuge-in-deutschland>. [Zugriff am 30 März 2020].
- [24] V. Wildermuth, „Recycling von Elektroautobatterien - Ein ak(k)utes Problem,“ 05 Januar 2016. [Online]. Available: https://www.deutschlandfunk.de/recycling-von-elektroautobatterien-ein-ak-k-utes-problem.676.de.html?dram:article_id=341633. [Zugriff am 30 März 2020].
- [25] Bundesregierung, „Richtlinie 2006/66/EG des europäischen Parlaments und des Rates über Batterien und Akkumulatoren sowie Altbatterien und Altakkumulatoren und zur Aufhebung der Richtlinie 91/157/EWG,“ 06 September 2006. [Online]. [Zugriff am 02 April 2020].
- [26] Bundesministerium, „Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die umweltverträgliche Entsorgung von Batterien und Akkumulatoren - Batteriegesetz,“ 26 November 2015. [Online]. [Zugriff am 02 April 2020].
- [27] R. Bisschop, O. Willstrand, F. Amon und M. Rosengren, „Fire Safety of Lithium-Ion Batteries in Road Vehicles,“ RISE - Research Institutes of Sweden, 2019.
- [28] Bundesregierung, „Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Judith Skudelný, Frank Sitta, Grigorios Aggelidis, weiterer Abgeordneter und der Fraktion der FDP – Brände und Gefahren bei beschädigten E-Fahrzeugen,“ 15 Januar 2020. [Online]. [Zugriff am 20 März 2020].

Autoren:
Katharina Wöhrl
 THI, Wissenschaftliche Mitarbeiterin
 Technologiefeld Sichere Elektromobilität
 CARISSMA
Katharina.Woehrl@carissma.eu
 +49 841 9348 3352

Christoph Nebl
 THI, Technischer Leiter Technologiefeld
 Sichere Elektromobilität CARISSMA
Christoph.Nebl@carissma.eu
 +49 841 9348 1491

Dr. Susanne Lott
 THI, Wissenschaftliche Mitarbeiterin
 Technologiefeld Sichere Elektromobilität
 CARISSMA
Susanne.Lott@carissma.eu
 +49 841 9348 7380

Prof. Dr. Hans-Georg Schweiger
 THI, Wissenschaftlicher Leiter Technologiefeld
 Sichere Elektromobilität CARISSMA,
 Professor für Fahrzeugelektronik und
 Elektromobilität
Hans-Georg.Schweiger@thi.de
 +49 841 9348 4500



Definierte Betriebssicherheit durch überwiegend geschlossenzellige PUR-Schaumdichtungen

E-Mobilität profitiert von Wissenstransfer aus breitem Anwendungsspektrum

Die Zukunft der Mobilität wird als zentraler Bestandteil der Energiewende elektrisch sein. Für den Automobilbau und seine Zulieferindustrie bedeutet das einen nie dagewesenen Paradigmenwechsel, der zu vielen Details die extrem schnelle Entwicklung hoch qualifizierten Expertenwissens erfordert. Für zwei der zentralen Herausforderungen – die Abdichtung elektrischer Verbindungen sowie vibrationsfreie (Geräusch)Dämmung – werden so künftig PUR-Schaumdichtungen eine maßgebliche Rolle spielen.

Diese überwiegend geschlossenzelligen, weichen Dichtungen vereinen grundlegende technische Voraussetzungen für den Einsatz in Anwendungen der E-Mobilität – wie beispielsweise eine hohe Reißfestigkeit / Dauerbelastbarkeit und spezielle Dichtigkeitsanforderungen selbst bei erheblichen Über- und Unterdrücken – mit den wirtschaftlichen Fertigungs- und Verarbeitungsvorteilen des Werkstoffs Polyurethan (PUR) unter Einhaltung engster Toleranzen auch in der Großserienfertigung.

Kompetenz als Entwicklungslieferant

Damit der Werkstoff und damit die daraus gefertigten Schaumdichtungen in Anwendungen wie Batterieabdeckungen, Steckerdich-



Die spezifische Ausführung beispielsweise zu Dichte und Belastbarkeit kann bei PUR-Schaumdichtungen genauso differenziert auf das jeweilige Produkt, hier ein Elektronikgehäuse, abgestimmt werden wie Bauhöhe oder notwendige Verformbarkeit. © CeraCon GmbH ■

tungen oder Abdichtungen für Blenden oder Gehäuse jeglicher Art jedoch uneingeschränkt ihre Vorzüge ausspielen können, ist gerade in Projekten wie der E-



Der überwiegend geschlossenzellige CeraPUR®-Schaum hält auch dann noch dicht, wenn die Außenhaut beschädigt wurde. © CeraCon GmbH ■

Mobilität eine frühzeitige Einbindung des Entwicklungslieferanten bereits in der Konstruktionsphase vorteilhaft: Die hier eingebrachte Expertise zu entscheidenden Parametern – wie platzsparende Dimensionierung, notwendige Dichtheit (Schutz vor Schmutz / Nässe / Geräuschübertragung), zu erwartender Deformationsgrad, Dichtungshöhen, Montagedetails (u.a. minimale Verbaukräfte) etc. – beeinflusst nicht nur ganz wesentlich die dauerhafte Funktionserfüllung der kompletten Unit, sondern genauso die Anwendungen für die Montage wie für spätere Wartung oder eventuellen Ersatz. ■

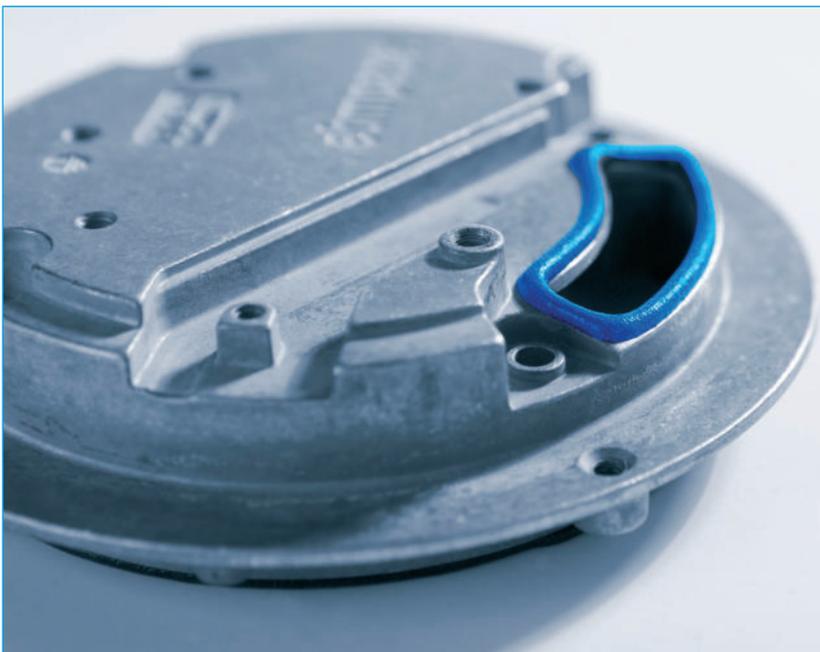


In der E-Mobilität werden PUR-Schaumdichtungen künftig in unterschiedlichsten Applikationen zu ebenso funktionalen wie wirtschaftlichen Problemlösern. © CeraCon GmbH ■

Expertise in Werkstoff-Kombinationen

Als einer der führenden Hersteller von 1K-PUR-Schaumdichtungen inklusive der notwendigen Erfahrung in der gesamten Wertschöpfungskette bringt CeraCon Sealing systems diese Expertise mit. Und zwar von der bedarfsgerechten Auswahl des spezifischen Dichtmaterials sowie der Unterstützung bei der prozessoptimierten Konstruktion der abzudichtenden Bauteile über die Entwicklung der Prototypen / Vorserie bis zur Serienfertigung in

Lohnschäumwerken im In- und Ausland. So können über die originäre Aufgabenstellung hinaus, wie Dichtheit gegen Schmutz / Nässe oder Geräuschdämmung, zugleich die spezifischen Besonderheiten der Materialien in die Entwicklung mit einbezogen werden, mit denen die PUR-Schaumdichtungen kombiniert werden sollen. Hier ist zum Beispiel, bedingt durch forcierten Leichtbau, aktuell eine klare Tendenz von den bekannten Guss- oder Aluminiumgehäusen hin zu besonders filigranen Metall-Leicht-



PUR-Schaumdichtung, hier in einer Abdeckung aus Alu-Druckguss. © CeraCon GmbH ■

bau- oder Kunststoff-Lösungen zu beobachten, auf die die überwiegend geschlossenzelligen PUR-Schaumdichtungen von CeraCon Sealing systems ebenfalls schon eingestellt sind. ■

Über das Unternehmen CeraCon

Die CeraCon GmbH mit Sitz in Weikersheim wurde im Jahr 2000 als Engineering- und Maschinenbauunternehmen gegründet. Heute betreibt das Unternehmen mit derzeit rund 200 Mitarbeitern mehrere Geschäftsbereiche an verschiedenen Standorten im In- und Ausland.

Den Kernbereich bilden der Vertrieb, die Konstruktion und die Herstellung von standardisierten und kundenspezifischen Anlagen. Der Bereich „Sealing systems“ umfasst das Verarbeiten und Aufbringen geschäumter Dichtungen direkt am abzudichtenden Bauteil sowie die Entwicklung und Produktion der dafür notwendigen Kleb- und Dichtstoffe. Zum Bereich „Thermal systems“ zählen das Wärmebehandeln und Puffern von Bauteilen in horizontaler und vertikaler Bauweise.

Zudem werden im Lohnauftrag Kundenbauteile im eigenen Anlagenpark in Groß- und Kleinserien mit Dichtschaum versehen.

Die Zielbranchen sind im Bereich der Automobilindustrie und deren Zulieferer, der Elektrik- und Elektronikindustrie, der weißen Ware sowie der Medizintechnik zu finden. Etwa 70% seines Umsatzes tätigt das Unternehmen im Ausland. ■

Autor:



Dr. Frank Kukla,
Geschäftsführer
Technik und
Entwicklung
„Sealing systems“

CeraCon GmbH

Talstr. 2
97990 Weikersheim
Tel.: 07934-9928-621
Fax: 07934-9928-600
E-mail: frank.kukla@ceracon.com
www.ceracon.com

Mobilität der Zukunft mit Wasserstofftechnologie



Die Beschlüsse der Vereinten Nationen und der Europäischen Union zur Bekämpfung der Folgen des Klimawandels haben eindeutig aufgezeigt, dass der Mobilitätssektor einen großen Bringschuld zur Lösung der mit dem Klimawandel verbundenen Probleme hat. Während bisher vor allem batteriegebundene Elektromobilität im Fokus der Betrachtung stand, ist es dringend erforderlich, auch die Nutzung von E-fuels und insbesondere von Wasserstoff im Bereich der Mobilität zu forcieren. Dabei ist es erforderlich, effiziente Maßnahmen zur Lösung der Transportprobleme des Wasserstoffs zu entwickeln. Hier könnte ein Verfahren, das an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg entwickelt wurde, bahnbrechende Möglichkeiten eröffnen. Allerdings ist auch die Politik gefordert, die entsprechenden Regularien anzupassen und wettbewerbsneutrale Voraussetzungen für deren Einsatz zu schaffen. ■

Elektromobilität als unabwiesbare Problemlösung.

In der seit Jahren andauernden Diskussion um die Überschreitung der Grenzwerte für Stickoxide in 90 deutschen Städten wird immer stärker der Ruf nach einer Verkehrswende laut, und im Zusammenhang mit der Forderung nach einer Mobilität der Zukunft wird immer deutlicher gefordert, möglichst regenerative Energiearten zur Anwendung zu bringen. ■



Analyse des Wasserstoffträgermaterials LOHC (c) Hydrogenious LOHC Technologies ■

Neue Chancen durch Brennstoffzellenfahrzeuge

Leider wird von wenigen Ausnahmen abgesehen, dem Einsatz der Wasserstofftechnologie noch zu wenig Aufmerksamkeit gewidmet. Dabei könnte der Einsatz von Wasserstoff ein wichtiges Element der Sektorkopplung zwischen Energiewende einerseits und Verkehrswende darstellen. Bereits heute gibt es in der Bundesrepublik Deutschland aufgrund des systematischen Ausbaus der Windenergie beziehungsweise der Stromgewinnung durch Photovoltaikanlagen Zeiten, in denen Strom im Überfluss vorhanden ist. Dies ist beispielsweise dann der Fall, wenn gleichzeitig starker Wind bläst und eine intensive Sonneneinstrahlung vorhanden ist. In diesen Fällen müssen viele Windräder aus dem Wind gedreht werden, was ökologisch und ökonomisch außerordentlich unsinnig ist. ■

Sektorkopplung realisieren

Außerdem wird es in den nächsten Jahren immer mehr Windräder und Photovoltaikanlagen geben, die aus der EEG-Förderung herausfallen und die dringend auf Abnehmer für den selbst produzierten Strom angewiesen sind. Es drängt sich somit förmlich der Gedanke auf, mit dem Überschussstrom, der nicht im Netz benötigt wird, mittels Elektrolyse Wasserstoff herzustellen. Das Ziel ist die Erzeugung emissionsfreier Kraftstoffe aus erneuerbarem Strom und damit die Einführung von Wasserstoff als Kraftstoff der Zukunft. Dabei fungiert Wasserstoff als wichtiges Element einer integrierten Energiewende, als Baustein der Sektorkopplung. Das Bundesland Nordrhein-Westfalen scheint sich als Pionier der Wasserstofftechnologie zu entwickeln. So haben im Rahmen des öffentlichen Nahver-

kehr Köln gemeinsam mit Wuppertal ein Projekt gestartet, und insgesamt 40 Wasserstoffbusse für den Regionalverkehr Köln (RVK) und die Wuppertaler Stadtwerke (WSW) bestellt. Wie der CEO des Unternehmens van Hool, Filip Van Hool, bestätigt, sei dies ein bisher einzigartiger Auftrag und gleichzeitig der größte für Wasserstoffbusse europaweit. Auch im Rhein-Main-Gebiet wird Anfang 2019 ein großes Projekt gestartet, bei dem die Verkehrsbetriebe von Mainz, Wiesbaden und Frankfurt elf Wasserstoffbusse einsetzen wollen. ■

Skepsis gegenüber dem Einsatz von Wasserstoff

Es darf jedoch nicht verschwiegen werden, dass viele Bürger eine tiefe Skepsis gegenüber Wasserstoff hegen. Vielen ist wohl noch die Wirkung des Knallgases aus dem Chemieunterricht im Gedächtnis. Und in der Tat, Wasserstoff hat die unangenehme Eigenschaft, ein explosives Gas zu sein. Tatsächlich hat Wasserstoff im Bereich der Luftfahrt schon einmal eine überaus tragische Rolle gespielt, nämlich im Zusammenhang mit Zeppelinen, die sogar bei transatlantischen Flügen eingesetzt wurden. Die Skepsis vieler Menschen gegenüber dem Einsatz von Wasserstoff resultiert dabei vielfach auch aus einem dramatischen Unfall vom 4. März 1936 im amerikanischen Lakehurst im Bundesstaat New Jersey, als sich der Wasserstoff des Zeppelins LZ 129 Hindenburg entzündete und dabei in einem Flammeninferno viele Menschen ihr Leben verloren. Der Einsatz von Wasserstoff ist dagegen bei einer Brennstoffzelle überhaupt nicht spektakulär. Denn der Prozess, bei dem Wasserstoff in der Brennstoffzelle mit Sauerstoff zu Wasser reagiert, kann allenfalls als sogenannte kalte Verbrennung bezeichnet werden. Der Vorgang in der Brennstoffzelle ist somit nichts anderes als die Umkehrung der Elektrolyse, durch die umgekehrt beispielsweise

mit dem durch Windenergie erzeugten Strom Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff aufgespalten wird. Der Wasserstoff kann der Brennstoffzelle entzogen in Reinform oder in gasförmige Verbindung, zum Beispiel in Form von Methan, Propan, Erdgas oder Biogas, bereitgestellt werden. Die Marktreife automobiler Brennstoffzellensysteme ist heute unbestritten. Sie sind alltagstauglich und stellen eine vielversprechende Option für den Mobilitätssektor dar. Der Vorteil, bei der Erzeugung von Strom mit Hilfe einer Brennstoffzelle besteht darüber hinaus darin, dass Wärme freigesetzt wird, die beispielsweise zur Heizung der Fahrzeuge genutzt werden kann. Dies ist im übrigen ein großer Vorteil gegenüber batteriegetriebenen Elektrofahrzeugen im Winterbetrieb, die einen großen Teil des Stroms zur Heizung der Fahrzeuge verwenden müssen oder sogar eine fossil befeuerte Heizung benötigen. Unbestritten ist jedoch, dass reine Batteriefahrzeuge den effizientesten Antrieb haben und somit für planbare Routen und geringe Reichweite in sehr gut geeignet sind. Gleichzeitig ist es notwendig in der Ergänzung zu batteriebetriebener Elektromobilität Brennstoffzellenfahrzeuge einzusetzen, die mit Wasserstoff betrieben werden. Denn Wasserstoff eignet

sich besonders gut für größere Pkw, aber insbesondere für Lieferwagen, Busse, Lastwagen oder Züge. Ein weiterer Vorteil der Nutzung des Wasserstoffs besteht darin, dass er innerhalb weniger Minuten betankt werden kann. Diese Fakten können aber nicht darüber hinwegtäuschen, dass der Einsatz von Brennstoffzellenfahrzeug derzeit noch außerordentlich überschaubar ist. Nach Angaben des Kraftfahrt-Bundesamtes (KBA) sind derzeit insgesamt 329 wasserstoffbetriebene Pkw zugelassen. Hinzu kommen noch 16 Busse und zwei Lastwagen. Stellt man in dem die Zahl von mehr als 64 Millionen Fahrzeugen in der Bundesrepublik Deutschland gegenüber wird das Missverhältnis evident. Vor diesem Hintergrund ist es überraschend, dass gegenwärtig in Deutschland 60 Wasserstoff Tankstellen existieren, und dass diese rasch ausgebaut werden sollen. Berücksichtigt man, dass es Ende Oktober 2014 weltweit erste 220 Wasserstofftankstellen gab, ist dies ein durchaus positive Entwicklung. Derzeit ist aber die Lagerung und auch der Transport von Wasserstoff noch mit enormem Aufwand verbunden. So können selbst mit dem neuesten Transportverfahren der Linde AG mit einem Vierzigtonner-LkW gerade einmal 1,1 t Wasserstoff unter einem Druck von 500 bar transportiert werden. ■



Aufbau der globalen LOHC-Wasserstoff-Infrastruktur in den USA (c) Hydrogenious LOHC Technologies ■

Die LOHC-Technologie-Lösung des Transportproblems von Wasserstoff?

Hier könnte ein an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg entwickeltes Verfahren helfen. Dieses von den Professoren Wasserscheid, Arlt und Schlücker entwickelte Verfahren ermöglicht es, den Wasserstoff katalytisch an einen organischen Kohlenwasserstoff (Liquid organic hydrogen carrier, LOHC) zu binden. Wesentliches Element der LOHC-Technologie ist die chemische Bindung von Wasserstoff an eine organische Trägerflüssigkeit namens Dibenzyltoluol. Die Beladung des Trägermediums erfolgt über eine Hydrierreaktion bei der Wärme freigesetzt wird und bei der die Substanz perhydro-Dibenzyltoluol entsteht (exotherme Reaktion). Die Entladung dagegen erfordert einen massiven Einsatz von Wärme, ist also eine endotherme Reaktion, in deren Folge wieder Dibenzyltoluol entsteht. Das spannende an dieser Innovation ist es, dass die Trägersubstanz in einem Kreislauf immer wieder be- und entladen werden kann. Dieser an die Trägersubstanz gebundene Wasserstoff kann dann absolut unproblematisch in herkömmlichen Tankfahrzeugen zu den Tankstellen transportiert werden und an Ort und Stelle in der bestehenden Tankstelleninfrastruktur gelagert werden. Je nach nachgefragter Menge an Wasserstoff kann dann in der Wasserstofftankstelle in einem reversiblen Prozess der Wasserstoff wieder katalytisch vom Kohlenwasserstoff (LOHC) getrennt werden. Allerdings müsste an diesen Wasserstofftankstellen dann die Möglichkeit der Komprimierung des Wasserstoffs geschaffen werden. Der hoch komprimierte Wasserstoff kann dann von mit Brennstoffzellen ausgestatteten Fahrzeugen - wie bei der heute bereits an Erdgastankstellen anzutreffenden gängige Praxis - wie bereits weiter oben ausgeführt innerhalb weniger Minuten getankt werden. Im Gegensatz zu den rela-

tiv langen Ladevorgängen bei der Elektromobilität, dauert der Tankprozess - wie bereits ausgeführt - somit nicht länger, als heute die Betankung eines Fahrzeugs mit Verbrennungsmotor. Aus diesem Grund ist es nicht verwunderlich, dass es das oben genannte Forscherteam der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg gemeinsam mit Herrn Daniel Teichmann geschafft hat, sich als top drei des Zukunftspreises des deutschen Bundespräsidenten zu qualifizieren. ■

LOHC als generelles Speichermedium für Überschussstrom

Dass die Wasserstofftechnologie aber auch unabhängig vom Thema Mobilität Einsatzfelder hat, wurde bereits im Jahr 2016 gezeigt, als die erste netzgebundene LOHC-Wasserstoff-basierte Stromspeicheranlage in Betrieb genommen wurde. Dieses System bietet sowohl die Möglichkeit der Langzeitspeicherung und kann ebenfalls als Kurzzeitspeicher genutzt werden. Die oben beschriebene Technologie ist jedoch nicht nur im nationalen Rahmen einsetzbar, sondern es ist auch vorstellbar, dass Wasserstoff mittels Tankschiffen von jenen Ländern nach Deutschland transportiert wird, in denen die Herstellung von Wasserstoff extrem günstig ist, wie beispielsweise Norwegen, das über enorme Wasserkraftreserven verfügt. Dort ist der Strom extrem günstig und somit kann auch der Wasserstoff extrem günstig elektrokatalytisch gewonnen werden. Auch im

nationalen Maßstab könnte die Anwendung dieser Technologie dazu genutzt werden überschüssig gewonnen Wasserstoff aus den nördlichen Bundesländern wie beispielsweise Schleswig Holstein, Niedersachsen, Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg ebenfalls an LOHC zu binden und dann mit Kesselwagen per Schiene oder mit Binnenschiffen auf dem Wasserwege vom Norden unserer Republik in die industriellen Zentren des Südens zu transportieren. An diesen und ähnlichen Konzepten und der Vermarktung der LOHC-Technologie arbeitet die in Erlangen ansässige Hydrogenious LOHC Technologies GmbH, die von den Professoren Wasserscheid, Arlt und Schlücker sowie Herrn Teichmann als Spin-off des universitären LOHC Projektes gegründet wurde. Der Einsatz des Wasserstoffs im Bereich der Mobilität ist keine brandneue Innovation, sondern hat in Deutschland bereits eine gewisse - wenngleich beschränkte - Tradition. So hat beispielsweise BMW bereits vor 20 Jahren die Wasserstofftechnologie bei Fahrzeugen eingesetzt und auch in der Stadt Erlangen ist bereits 1996 ein Brennstoffzellenbus mit Wasserstoffantrieb ein halbes Jahr ohne Probleme im Linienbetrieb unterwegs gewesen. Der enorme Vorteil dieser Technologie besteht darin, dass sie absolut emissionsfrei ist, da als Verbrennungsprodukt des Wasserstoffs mit Luft bzw. Sauerstoff nur Wasserdampf entsteht. Im Gegensatz zur



LOHC Kreislauf mit StoragePLANT und ReleaseBOX (c) Hydrogenious LOHC Technologies ■

Elektromobilität, bei der ein enormer Ressourcenaufwand für die Herstellung der Batterien im Rahmen einer aufwändigen Lithiumgewinnung erforderlich ist, ist die Herstellung von Brennstoffzellen wesentlich günstiger und vor allen Dingen ist man dabei nicht von strategisch knappen Ressourcen wie Lithium abhängig. Vor diesem Hintergrund müssen beispielsweise auch die gegenwärtigen Diskussionen in Deutschland gesehen werden, in denen erwogen wird, mit Milliarden-Aufwand eine Batterieherstellung aufzubauen. Ein weiterer Vorteil des Einsatzes der Wasserstofftechnologie gegenüber der batteriebasierten Elektromobilität besteht auch hinsichtlich der Reichweite, der mit dieser Technologie angetriebenen Fahrzeugen. Während das Gewicht des zu transportierenden Wasserstoffs und der für den Antrieb benötigten Brennstoffzelle deutlich geringer ist, als das Gewicht der heutigen Verbrennungsfahrzeuge, erfordert die Elektromobilität zur Erreichung von Reichweiten von 400-500 km ein Batteriegewicht von nahezu einer halben Tonne, die quasi als „tote Last“ mitgeschleppt werden muss. ■

Das Sofortprogramm Saubere Luft 2017-2020 der Bundesregierung und der Koalitionsvertrag vom März 2018

In der Diskussion um die Einhaltung der Stickoxid-Grenzwerte von 40 µg/ Kubikmeter aufgrund der EU Verordnung 2008/50/EG (Luftqualitätsrichtlinie) aus dem Jahr 2008 hat die Bundesregierung im Herbst 2017 das Sofortprogramm Saubere Luft aufgelegt, das zwischenzeitlich, d.h. nach dem dritten Kommunalgipfel am 3. Dezember 2018 nahezu 2 Milliarden E umfasst. Die Bundesregierung beabsichtigt mit diesem Programm eine schnelle und nachhaltige Reduzierung der Stickoxidwerte durch Maßnahmen im Bereich der Digitalisierung kommunaler Verkehrssysteme, durch die Elektrifizierung des Verkehrs (Busse, Taxen und Lieferfahrzeuge) sowie durch die

Nachrüstung von Dieseln. Vermutlich werden diese Mittel aber nicht ausreichen, um in allen derzeit noch 60 betroffenen Städten die notwendigen Grenzwerte einzuhalten. Aus diesem Grund wird es unerlässlich sein, weiter in neue Antriebstechnologien zu investieren und den Einsatz der Wasserstofftechnologie durch entsprechende Fördermaßnahmen anzureizen. Große Hoffnungen richten sich in diesem Zusammenhang auf die Aussagen im Koalitionsvertrag der Koalitionsparteien CDU/CSU und SPD vom 13. März 2018. Dort heißt es wörtlich: Wir wollen das nationale Innovationsprogramm Wasserstoff und Brennstoffzellentechnologie fortführen. Wir wollen die Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie (MKS) technologiefreundlich weiter entwickeln und die Mittel zu deren Umsetzung erhöhen. Wir wollen die Sektorkopplung voranbringen und den regulativen Rahmen ändern, so dass grüner Wasserstoff und Wasserstoff als Produkt aus industriellen Prozessen als Kraftstoff oder für die Herstellung konventioneller Kraftstoffe (z. B. Erdgas) genutzt werden kann. Weiter wird wie folgt ausgeführt: Wir wollen die Elektromobilität (batterieelektrisch, Wasserstoff und Brennstoffzelle) in Deutschland deutlich voranbringen und die bestehende Förderkulisse, wo erforderlich, über das Jahr 2020 hinaus aufstocken und ergänzen. ■

Notwendige regulatorische Anpassungen

Diese Aussagen im Koalitionsvertrag geben Anlass zur Hoffnung, dass die Wasserstofftechnologie eine vollkommen neue Ära der Zukunft der Mobilität einläuten wird. Allerdings müssen in diesem Zusammenhang seitens der Politik noch die notwendigen Rahmenbedingungen geschaffen werden. So beschreibt das Positionspapier des BDI zu den E-fuels

zutreffend, dass sich diese aktuell in einer regulatorischen Sackgasse befinden und dass nur durch die Kombination verschiedener Gesetzesänderungen ein signifikanter Markthochlauf bewirkt werden kann. So müsste sichergestellt werden, dass die e-fuels von stromseitigen Abgaben beim netzdienlichen Betrieb entlastet werden und dass ambitionierte Anreize für fortschrittliche und strombasierte Kraftstoffe erfolgen. Energiesteuer auf synthetische Kraftstoffe Weiterhin sei eine Ermäßigung der Energiesteuer auf synthetische Kraftstoffe erforderlich. Das Positionspapier des BDI wird sogar noch deutlicher, in dem es ausführt, dass ohne die e-fuels die Pariser Klimaziele nicht erreichbar seien. Der Mobilitätssektor muss noch einen gewaltigen Beitrag zur Einhaltung der Klimaschutzziele der UN-Klimakonferenz von Paris vom November 2015 leisten. Die Dekarbonisierung des Verkehrs stellt aber auch einen wichtigen Beitrag zur Umsetzung der Beschlüsse des Europäischen Parlaments und der EU Kommission zur Reduzierung der CO₂ Emissionen vom Dezember 2018 dar. Der Einsatz der Wasserstofftechnologie leistet außerdem einen wichtigen Beitrag zur Reduzierung der Abhängigkeit von strategischen Rohstoffen wie beispielsweise dem Lithium, das in enormen Mengen für die Produktion von Lithium-Ionen-Batterien benötigt wird. ■

Autor:



Prof. Dr.
Siegfried Balleis

Tel: +49 9131 534944

Mobil: +49 171 3606363

Email: siegfried@balleis.de

„Geburts- urkunden“ für Wasserstoff



Industrie Service

Mehr Wert.
Mehr Vertrauen.

Mit Wasserstoff lässt sich Energie speichern und transportieren. Er kann nicht nur konventionell erzeugt werden, sondern auch mit Ökostrom und nachwachsenden Rohstoffen. TÜV SÜD informiert über Herkunftsnachweise, um solchen klimafreundlichen Wasserstoff am Markt auszuweisen.

Seit diesem Jahr existiert ein System, mit dem „nachhaltiger“ Wasserstoff über ein Register EU-weit erfasst werden kann. Es geht um H₂, bei dessen Herstellung erneuerbare Energien eingesetzt wurden. Denn das ist nicht selbstverständlich. Dampfreformierung und partielle Oxidation nutzen mitunter fossile Rohstoffe. Auch Wasserstoff, der aus Elektrolyseuren kommt, die mit konventionellem Strom betrieben werden, hat eine negative Klimabilanz. Der Einsatz von Ökostrom ermöglicht hingegen, H₂ klimafreundlich und ressourcenschonend zu erzeugen. Das leistet mitunter auch das Dampfreforming von Biomethan. Kunden, Abnehmer und Verbraucher tragen mit „grünem“ Wasserstoff zum Klimaschutz bei, weil er anteilig eine äquivalente Menge konventionell erzeugten Wasserstoffs vom Markt verdrängt. ■

Mehr Transparenz am Markt
Bislang ließ sich grüner Wasserstoff am Markt nicht von konventionellem unterscheiden. Es fehlte ein europaweit anerkanntes Regelwerk, um die klimaneutrale Erzeugung und die produzierte Menge durch unabhängige Dritte zu prüfen und zu bestätigen. Für mehr Transparenz sorgt nun das Konsortium CertifHy. Neben den Experten von TÜV SÜD Industrie Service sind Stakeholder aus der Wasserstoffwirtschaft beteiligt. CertifHy hat in den ver-

Klare Vorteile mit Umwelt-Know-how

Nachhaltiges Wirtschaften muss sich für die Menschen, für die Umwelt und Unternehmen auszahlen. Unabhängige TÜV SÜD-Experten unterstützen bei allen umweltrechtlichen und -technischen Fragen – von der Planung über die Umsetzung und den Betrieb bis hin zu Rückbau und Entsorgung. Das betrifft die Umweltverträglichkeit, Nutzungssicherheit und technische Machbarkeit von technischen Anlagen, Bauvorhaben und Infrastruktureinrichtungen sowie Schadstoff-Messungen oder geprüfte Klimaschutz-Maßnahmen.

Mehr Informationen zu den TÜV SÜD-Leistungen unter:
www.tuev-sued.de/umweltservice

gangenen Jahren nicht nur Herkunftsnachweise entwickelt, sondern auch erfolgreich getestet. Damit kann Wasserstoff jetzt nachvollziehbar und rückverfolgbar gehandelt werden – vom Erzeuger über die Händler bis hin zum Verbraucher.

Unternehmen, die Wasserstoff erzeugen, können sich von TÜV SÜD auditieren lassen. Die Prüfungsgesellschaft zertifiziert klimafreundlichen Wasserstoff schon seit 2011 nach eigenem „GreenHydrogen“-Standard und nun auch nach dem CertifHy-Regelwerk. Nach erfolgreicher Prüfung und verifizierten Messungen wird bestätigt, dass die emittierten Treibhausgase im Vergleich zur konventionellen Erzeugung um einen definierten Prozentsatz reduziert sind.

Das CertifHy-System erfasst die Mengen des erneuerbar bzw. klimafreundlich erzeugten Wasserstoffs in einem zentralen Register. Kauft beispielsweise eine Tankstelle eine Tonne grünen Wasserstoff, wird eine äquivalente Menge der Herkunftsnachweise aus dem Register gelöscht. Analog zu Ökostrom wird der Wasserstoff bilanziell ausgewiesen und gehandelt. ■

Ausblick

Das CertifHy-Regelwerk wird derzeit weiterentwickelt, um es auf europäischer Ebene abzustimmen und für alle Mitgliedstaaten zu vereinheitlichen. Das stellt die Weichen für einen grenzüberschreitenden Handel mit grünem Wasserstoff. ■

Autor:



Klaus Nürnberger

Leiter Zertifizierungsstelle „Klima und Energie“, TÜV SÜD Industrie Service

TÜV SÜD Industrie Service GmbH
Geschäftsfeld Umwelttechnik

Westendstraße 199
80686 München

Tel: 089 5791-2752
Fax: 089 5791-2756

klaus.nuernberger@tuev-sued.de
www.tuev-sued.de/green-hydrogen



BAYERN · BRANDENBURG · SACHSEN · SÜDTIROL · TIROL

MOBILITÄT MIT WASSERSTOFF



MIRK MANAGEMENT
CONSULTANTS

Magazinreihe

Zukunftstechnologien in Bayern

