

Automobil- technologie in Bayern + e-Car

PARTNER DER WELT





Wir gestalten die Zukunft der Automobilelektronik

Infineon Technologies gehört zu den weltweit führenden Pionieren im Bereich der Automobilelektronik. Unseren lang anhaltenden Erfolg verdanken wir einer klaren strategischen Ausrichtung auf Automotive-Anwendungen und -Standards, sowie fundierten Kenntnissen und Erfahrungen aus fast 40 Jahren. In der gesamten Branche steht unser qualitativ erstklassiges Produktportfolio für herausragende Innovationsleistung.

Unsere Halbleiterlösungen umfassen den gesamten Regelkreis und tragen zur nachhaltigen Mobilität bei, indem sie den Kraftstoffverbrauch und die Emissionen reduzieren, die Sicherheit optimieren und die Kosten senken.



Führendes Produktportfolio an Sensoren und Sicherheits-ICs für individuellen Komfort und Konnektivität:
Wir machen Autos intelligent.



Marktführer im Bereich Elektroantriebe und CO₂-Reduktion:
Wir machen Autos umweltfreundlicher.



Marktführer im Bereich ADAS:
Wir machen automatisiertes Fahren sicher und zuverlässig.



Editorial

Wer spricht Klartext über die Zukunft der Mobilität?

Dieselnotstand, blaue Plakette, Fahrverbot, Luftreinhaltung, weniger Emission – die Aufzählung ließe sich unbegrenzt weiterführen.

Die Herausforderungen an eine zeitgerechte und nachhaltige Mobilität sind riesengroß.

Veränderungen der globalen Märkte und der Gesellschaften erfordern neue technische Entwicklungen und Geschäftsmodelle.

Eine Welt mit emissionsfreier Mobilität stellt grundsätzliche Fragen:

- Wie sieht die Zukunft der Luxusklasse aus?
- Welche Rolle spielen automatisierte Fahr-funktionen für die zukünftige technologische Entwicklung?
- Was bedeutet Remote-Laserstrahlschweißen für den Karosseriebau?
- Wie sind Herausforderungen in der Bord-netzwertschöpfungskette zu bewältigen?
- Was ist von einer emotionalen und kraft-vollen Architektur der E-Mobilität zu erwarten?
- Kann man den Anforderungen der Auto-mobilindustrie in Bezug auf Kosten, Qualität und Zuverlässigkeit gerecht werden?

- Wie kann die Gefahr fast geräuschloser Elektromotoren für unaufmerksame Fußgänger gebannt werden?

Viele aktuelle Beiträge zeigen den Weg zu mehr Lebensqualität und Verständnis für die Technologien der Zukunft..

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:	Kössinger AG
Erscheinungsweise:	1 mal jährlich

© 20018/2019 by media mind GmbH & Co. KG, München
Kein Teil dieses Heftes darf ohne schriftliche Genehmigung der Redaktion gespeichert, vervielfältigt oder nachgedruckt werden.

Anzeige	Infineon	2. US
Editorial		3
Anzeige	BAYERN INTERNATIONAL	6
Vorwort	Dr. Bernd Martens, AUDI AG	7
Bayern Innovativ, Connected - Autonomous - Shared & Service - Electrified		8
Automobiltechnikum	Bayern GmbH	10
Seitentürantrieb		12
Offen für mehr Komfort		
<i>Brose Fahrzeugteile GmbH & Co. Kommanditgesellschaft, Coburg</i>		
Der neue Audi A8		14
Der neue Audi A8: Zukunft der Luxusklasse		
<i>Ansprechpartner: Christoph Lungwitz AUDI AG</i>		
Anzeige Verein zur Förderung chinesischer Waisenkinder		17
Optical Algorithms		18
Multisensor-Kalibrierung zur Sensordatenfusion		
<i>Autor: Thomas Scheriubl ESG Elektroniksystem- und Logistik-GmbH</i>		
Photonik		20
Hochflexibles Remote-Laserstrahlschweißen für den Karosseriebau der Zukunft		
<i>Autoren: Christian Stadter, Maximilian Schmöller, Prof. Dr.-Ing. Michael Zäh, TU München</i>		
Mechatronische Systeme		23
Herausforderungen in der Bordnetzwert-schöpfungskette bewältigen		
<i>Autoren: M. Sc. M. SC. Moritz Meiners, Dipl.-Ing. Robert Süß-Wolf, FAPS Nürnberg</i>		
Network of Automotive Excellence		26
Network of Automotive Excellence		
<i>Kontakt: Dipl.-Kfm. H. Köpplinger ewf institute NoAE</i>		
acad group		28
acad group – Ihr Experte für Automotive Interieur und Express-Spritzgussteile		
<i>Autor: Dipl.-Ing. Alexander Kalusche acad group</i>		

Sonderteil e-Car

Anzeige Bayern Innovativ	30
Vorwort Siegfried Balleis	31
Bayern Innovativ, Nachhaltig unter Strom - elektromobil in die Zukunft	32
Metropolregion Nürnberg	34
Europäische Metropolregion Nürnberg: Stark in Automotive – ... <i>Autoren: Dr.-Ing. R. Schmidt, Dr. rer. nat. R. Kimmeth, Industrie- und Handelskammer (IHK) Nürnberg f. Mittelfranken</i>	
E-Mobilität und elektromagnetische Verträglichkeit (EMV), Infracron GmbH	37
Audi e-tron Sportback concept	38
Audi e-tron Sportback concept – Architektur der E-Mobilität <i>Ansprechpartner: Josef Schloßmacher AUDI AG</i>	
Anzeige eMove360° munich expo	41
E Drive-Center	42
Produktionstechnologien für die Antriebe der Zukunft <i>Autoren: Dr.-Ing. A. Kübl, M.S. M.Sc. A. Mayr, Dipl.-Ing. M. Masuch, FAPS Nürnberg</i>	
Magnetfelder	46
Elektrobleche: Starke Magnetfelder durch scharfe Kanten <i>Autorin: Stefanie Reiffert TU München</i>	
Concept Car Audio Aicon	48
Concept Car Audi Aicon – autonom auf Zukunftskurs <i>Ansprechpartner: Josef Schloßmacher AUDI AG</i>	
Industrie 4.0 und Immaterialgüterrecht Vossius & Partner	52
Künstliche Sounds	54
Künstliche Sounds für die Verkehrssicherheit <i>Autorin: Stefanie Reiffert TU München</i>	
aCar – der elektrische „Alleskönner“ Stefanie Reiffert, TU München	56
Anzeige Vossius & Partner	3. US
Anzeige Audi A8	4. US



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 und Medien, Energie und Technologie





Liebe Leserinnen, liebe Leser,

das Jahr 2018 steht für Audi ganz im Zeichen der Elektromobilität. Mit dem Audi e-tron stellen wir in der zweiten Jahreshälfte unser erstes Elektroauto vor: einen SUV, der alltagstaugliche Reichweite mit einem sportlichen Fahrerlebnis vereint. Wir gehen die Elektrifizierung entschlossen an und verfolgen eine klare E-Roadmap: Der Audi e-tron bildet den Auftakt für eine ganze Reihe weiterer Elektromodelle. Bis 2025 haben wir mehr als 20 elektrifizierte Modelle im Angebot, mehr als die Hälfte davon ist rein-elektrisch, die übrigen sind Plug-in-Hybride.

Der Audi e-tron wird in Brüssel vom Band fahren, ein Jahr später das Derivat Audi e-tron Sportback. Die Batterien dafür montieren wir vor Ort in Brüssel, während die E-Motoren aus unserem Motorenwerk im ungarischen Győr kommen. Auch unsere beiden deutschen Stammwerke bereiten wir bereits auf die Elektrifizierung vor. Denn je zwei Elektroautos der Marke werden wir in Neckarsulm und Ingolstadt produzieren. Hinzu kommt ein Granturismo, den Audi Sport als elektrisches RS-Modell herausbringen wird – gefertigt in unserer Heilbronner Manufaktur.

Für unsere Elektroautos der Mittel- und Oberklasse des kommenden Jahrzehnts ge-

stalten wir gemeinsam mit Porsche die Premiumarchitektur Elektrifizierung. Wir gehen dafür keine Kompromisse ein: Daher setzen wir hier bewusst nicht auf eine Multi-Traktionsstrategie, sondern nutzen stattdessen eine Architektur, die speziell auf elektrische Antriebe ausgerichtet ist. Dies verschafft uns viele Freiheitsgrade in punkto Technik und Interieurdesign.

Wir gehen davon aus, dass im Jahr 2025 bereits ein Drittel unserer verkauften Autos elektrisch angetrieben sein wird. Daher steckt unser Unternehmen bereits inmitten einer gewaltigen Transformation. Wir haben unsere Kernkompetenzen neu definiert, bauen neues Know-how auf und qualifizieren unsere Mitarbeiter für die Zukunftsthemen Elektrifizierung, Digitalisierung und hochautomatisiertes Fahren. Seit Jahren arbeiten wir mit einer ganzen Reihe von bayerischen Zulieferfirmen zusammen. Wir schätzen deren technologische Innovationskraft und die Qualität „made in Bayern“ enorm. Lassen Sie uns die Mobilität der Zukunft gemeinsam gestalten!

Dr. Bernd Martens
Mitglied des Vorstands der
AUDI AG,
Beschaffung

Elektrik/Elektronik, Mechanik/Konstruktion, Interieur/Design mit branchen- und technologieübergreifenden Aspekten wie Mobilität, Digitalisierung und Nachhaltigkeit.

Betriebssicherheit im autonomen Fahrzeug

Das Zukunftsthema Automobiles Bordnetz zeigt exemplarisch, wie der Cluster Automotive gemeinsam mit seinen Akteuren kontinuierlich Herausforderungen identifiziert und neue Antworten formuliert. Standen zunächst Fragen rund um Automatisierung, Variantenreduktion und Leichtbau im Vordergrund des von Dr. Andreas Böhm moderierten „Arbeitskreis Bordnetz“, bilden heute die Auswirkungen des Zusammenwachsens von Energie- und Datenbordnetz einen Schwerpunkt der Aktivitäten. Denn moderne Automobile sind längst nicht nur ein Fortbewegungsmittel, sondern zugleich Arbeitsplatz und zukünftig auch Medienplattform. Der massive Einzug von Unterhaltungselektronik und hochwertigen Fahrerassistenzsystemen ins Fahrzeug erhöht die Anforderungen an das Bordnetz enorm, denn es muss sowohl Energie als auch Daten mit hoher Geschwindigkeit und Zuverlässigkeit transportieren. „Deswegen ist die Zusammenarbeit zwischen OEMs und Zulieferern in diesem Themenfeld besonders sinnvoll. Gemeinsam lassen sich die richtigen Lösungen erarbeiten und Standards festlegen“, erläutert Dr. Böhm.

„Look and Feel!“

Ein weiteres Beispiel für die kontinuierliche Netzwerkarbeit des Clusters Automotive liefert das Themengebiet „Interieur im

The infographic is titled 'Cluster Automotive' and 'Innovationsfelder'. It is divided into four main columns representing different automotive domains: e-Mobilität, Elektrik/Elektronik, Mechanik/Konstruktion, and Interieur/Design. Each column lists specific sub-topics. Below these columns are two rows of 'Querschnittsthemen' (cross-cutting themes) and 'Intelligente Mobilität' (Intelligent Mobility) topics.

Innovationsfelder	e-Mobilität	Elektrik / Elektronik	Mechanik / Konstruktion	Interieur / Design
	<ul style="list-style-type: none"> › Elektrofahrzeuge › Schnittstelle Fahrzeug / Grid › HV-Energiespeicher › HV-Energiewandler 	<ul style="list-style-type: none"> › Bordnetz › Fahrerassistenz › hochautomatisiertes Fahren › HMI 	<ul style="list-style-type: none"> › Motor/Antrieb › Fahrwerk › Karosserie 	<ul style="list-style-type: none"> › Look & Feel › Bedienkonzepte › Individualisierung › Wellbeing
Querschnittsthemen	Digitalisierung Produktion Nachhaltigkeit Fahrzeugkonzepte Multimaterialdesign			
Intelligente Mobilität	Mobilitätsdienstleistung Mobilitätskonzepte Mobilitätsszenarien Mikromobilität			

„Die Geschäftsmodelle der Automobilindustrie ändern sich rapide: Smart Mobility Services wie Carsharing, intelligente Parkplatzsuche oder Paketlieferungen in den eigenen Kofferraum zeigen bereits heute, wie künftig mit Mobilität Wachstum erzielt werden kann“, Jennifer Reinz-Zettler, im Cluster Automotive für den Themenschwerpunkt „Intelligente Mobilität“ verantwortlich. ■

Automobil“. Auch hier entwickelt der Cluster die Schwerpunkte gemeinsam mit seinen Akteuren weiter, um auf aktuelle Fragestellungen einzugehen: Handelte es sich lange um ein maßgeblich von Material- und Werkstofffragen getriebenes Thema, stehen heute auch elektrische und elektronische Funktionen für den Innenraum im Fokus der Aktivitäten. „Look and Feel, im Interieur ist ein entscheidendes markendifferenzierendes Kaufkriterium beim Endkunden“, weiß Tanja Flügel, die das interdisziplinäre Themengebiet Neue Werkstoffe im Cluster Automotive bearbeitet. „Wer seine technischen Funktionen ansprechend für den Fahrer umsetzen kann und die perfekte Synergie zwischen Werkstoff und Elektronik hinbekommt, ist für die Zukunft gut aufgestellt“, so die Cluster-Managerin. Im Zuge ansteigender Medien im Automobil im Kontext des autonomen

Fahrens wird das Innenraumdesign noch vordergründiger. Die beiden Beispiele Bordnetz und Interieur zeigen: Das Verständnis für Synergien zwischen unterschiedlichen Technologiethematen ist ein wichtiger Schlüssel, um auch in Zukunft in der sich derzeit rapide verändernden Automobilindustrie wirtschaftlich erfolgreich zu sein. Die aktive Mitarbeit im Cluster Automotive liefert so einen ausgezeichneten Zugang zu beiden Netzwerken, Automotive und Werkstoffe. ■

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

Automobiltechnikum Bayern GmbH in Hof



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

Im Bereich Betriebsfestigkeit 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 Prüfkraft wird dabei stetig überwacht und nachgeregelt. Ebenso zum Bereich Betriebsfestigkeitsprüfungen gehören vier Federnprüfmaschinen der Bauart "Schenck" und "Reicherter Kurz- und Langhub". Das servohydraulische Prüf-

system mit insgesamt 8 Hydropulszylindern arbeitet mit Kräften von bis zu 40 kN. Die Maximalhuben liegen bei 400 mm. Zwei elektrische Hubzylinder mit Kräften von bis zu 20 kN und maximalen Huben bis 350 mm arbeiten auch in Verbindung mit einer 1,5 m³ großen Klimakammer. Für Tests mit weniger Kräftebedarf 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

Forschung und Entwicklung





ist befahrbar. Die Temperaturbereiche liegen zwischen $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ und $180\text{ }^{\circ}\text{C}$, die relative Luftfeuchtigkeit kann zwischen 10 % und 97 % stufenlos pro-



grammiert werden. Die beiden Wärmeöfen bis zu einem Volumen von 720 Liter ermöglichen Tests bis $300\text{ }^{\circ}\text{C}$. Die Salzsprühnebelkammer mit einem Prüfvolumen von 2 m^3 erfüllt alle gängigen Prüfnor-

men, 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 bzw. mit einem Streifenlichtscanner angeboten.

Der 90 kN-Shaker ist mit einem Head-Expander mit den Maßen $150\text{ cm} \times 150\text{ cm}$ ausgestattet. Der Frequenzbereich reicht von 5 Hz bis zu 3000 Hz. Die maximale Beschleunigung liegt bei ca. 20 g. Das Regelsystem erlaubt zudem Tests im Multisinus-Modus. Zusätzlich kann eine 15 m^3 Klimakammer

über den Aufspannplatten positioniert werden. Weitere Informationen gibt es auf unserer Homepage:

www.atbayern.de



Autor:

Peter Rüppléin
Automobiltechnikum
Bayern GmbH

Ferdinand-Porsche-Straße 10
95028 Hof/Haidt
Tel.: +49 9281 85019 0
Fax: +49 9281 85019 500

pru@atbayern.de

Offen für mehr Komfort

Wenn Fahrzeuge in Zukunft autonom über die Straßen rollen, werden selbsttätig öffnende und schließende Türen eine Selbstverständlichkeit sein. Doch schon in den nächsten Jahren soll diese Funktion in immer mehr Autos den Fahrzeugzugang so komfortabel wie nie zuvor machen. Der Mechatronik-Spezialist Brose bietet hierfür ein komplettes System an: von A wie Antrieb bis Z wie Zuziehhilfe.

Das Auto erkennt den Fahrer, die Tür öffnet sich ohne menschliches Zutun, die Seitenwangen des Vordersitzes senken sich für ein leichteres Einsteigen ab. So präsentierte der Zulieferer Brose auf der Internationalen Automobilausstellung 2017 in Frankfurt am Main das intelligente Zusammenspiel seiner Tür- und Sitzfunktionen. Das zentrale Element dieses neuen Zugangserlebnisses ist ein elektrischer Antrieb, der Seitentüren selbsttätig öffnet und schließt. Spätestens im Zeitalter des autonomen Fahrens wird diese Funktion alltäglich sein, und schon heute kann sie beim Car-Sharing nützliche Dienste erweisen: Schließt der Nutzer beim Aussteigen die Tür nicht richtig, muss das Fahrzeug dies vor der Weiterfahrt oder nach dem Abstellen selbst übernehmen. Zunächst bedient der Antrieb jedoch den zunehmenden Wunsch nach mehr Komfort beim Ein- und Ausstieg – und bietet Automobilherstellern die Möglichkeit, sich mit dieser Funktion von ihren Wettbewerbern abzuheben.

Deutlicher Komfortgewinn

Das Konzept eines Seitentürantriebs hat Brose 2015 erstmals vorgestellt. Der Zulieferer konnte dabei auf seine Expertise als Weltmarktführer bei Systemen für das selbsttätige Öffnen und Schließen von Heckklappen zurückgreifen. Die Innovation wurde konsequent zur Serienreife weiter-



Der kompakte Seitentürantrieb von Brose lässt sich flexibel an unterschiedliche Kunden- und Fahrzeuganforderungen anpassen. Die Serienproduktion startet 2019. ■

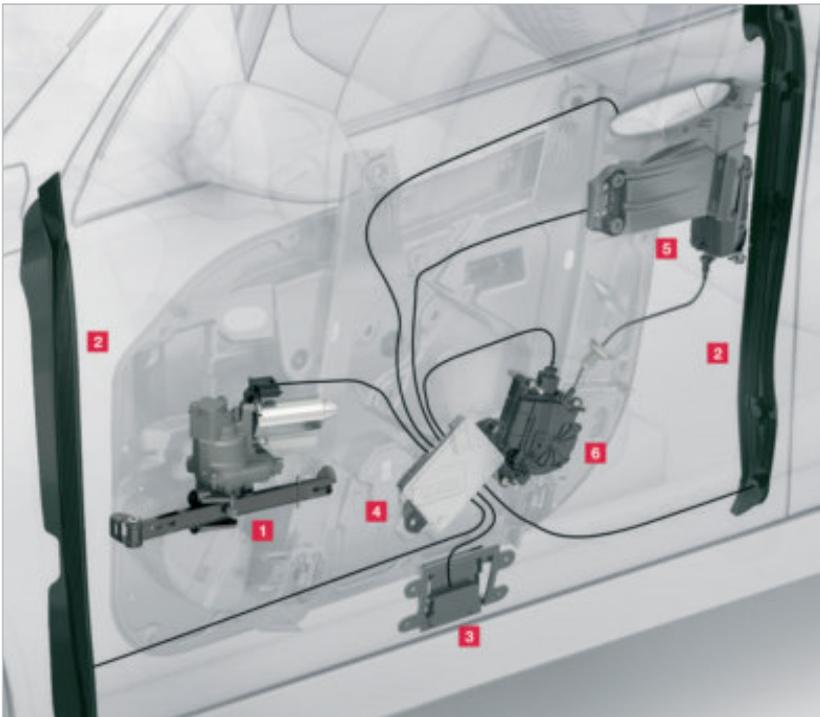
entwickelt: Der erste Produktionsanlauf startet im Jahr 2019, bis 2025 sind mehrere Einsätze in Fahrzeugen der Ober- und Mittelklasse bestätigt. Mittels Fernbedienung, Smartphone oder durch Gesten gesteuert, bewegt der Antrieb die schwenkbare Autotür auch in Hang- und Schräglagen mit bis zu 15 Grad Neigung.

Die klassische Bedienung von Hand ist weiterhin möglich – und wird ebenfalls komfortabler: Registriert die Elektronik eine manuelle Betätigung, kuppelt sich der Antrieb aus und gibt die Bewegung frei. Stoppt diese, hält der integrierte stromlose Feststeller

die Tür sicher in jeder beliebigen Position.

Flexibilität spart Kosten

Das Besondere am Brose Konzept: Dank eines Baukastensystems und seiner kompakten Form lässt sich der Seitentürantrieb flexibel an unterschiedliche Kunden- oder Fahrzeuganforderungen anpassen. Das senkt die Entwicklungszeit, gleichzeitig hält die Verwendung von Standardbauteilen die Kosten gering. Weil das Brose Produkt vorhandene Türschnittstellen nutzt, kann es ohne Anpassungen an der Fahrzeugkaros-



Das Türantriebssystem von Brose umfasst den (1) Antrieb, die (2) Einklemm- und (3) Kollisionsschutzsensorik, das (4) Steuergerät sowie das (5) elektrisch öffnende Seitentürschloss mit (6) Zuziehhilfe. ■

serie als Sonderausstattung angeboten werden. Der Antrieb wirkt direkt am Fangband. Falls der benötigte Bauraum dort nicht vorhanden ist, erlaubt die optionale Anbindung über Bowdenzüge eine flexible Positionierung der Einheit in der Tür. Brose hat seine Kompetenz in der Verbindung von Mechanik, Elektrik und Elektronik um Sensorik erwei-



Der elektrische Seitentürantrieb von Brose soll den Zugang zum Fahrzeug so komfortabel wie nie zuvor gestalten. Öffnet sich die Tür selbsttätig, ist ein zuverlässiger Kollisionsschutz unabdingbar. ■

tert und bietet seinen Türantrieb als komplettes System aus einer Hand an: Dazu gehören ein elektrisch öffnendes Schloss mit Zuziehhilfe sowie das Türsteuergerät. Kapazitive Sensorleisten auf Scharnier- wie Schlossseite erhöhen als berührungsloser Einklemmschutz die Sicherheit und können zudem als Schalter verwendet werden. Diese Technologie hat sich im Einsatz bei Brose Heckklappensystemen seit Jahren bewährt.

Neue Sensorik für den Kollisionsschutz

Eine Einschränkung beim Komfort gibt es aktuell noch: Der Nutzer muss stets die Öffnungsbewegung beobachten und in dieser Zeit beispielsweise eine Taste auf der Fernbedienung gedrückt halten. Der Grund hierfür und gleichzeitig die größte technische Herausforderung für die Serientauglichkeit komplett selbsttätig öffnender Türen ist der Kollisionsschutz. Zusammenstöße mit Hindernissen wie Pollern oder anderen Verkehrsteilnehmern müssen sicher ausgeschlossen werden. Ein Baustein hierfür ist der sogenannte „Sensorkokon“ – die Summe der Lidar-, Radar- und Kamerasys-

teme, mit denen die OEMs ihre Fahrzeuge für das automatisierte Fahren fit machen. Schließlich ist eine zuverlässige Umfeldüberwachung auch dann unabdingbar, wenn der Computer das Steuer übernimmt. Doch die Sache hat einen Haken: Der Bereich direkt vor den Türen wird nicht ausreichend genau erfasst. Daher hat Brose einen speziell für diesen Einsatz entwickelten Nahfeld-Radarsensor vorgestellt. Dieser bietet als momentan einzige Lösung auf dem Markt einen Überwachungswinkel von 180 Grad vor der Tür und erfasst dank einer hohen Auflösung auch schmale Hindernisse zuverlässig. Das Familienunternehmen ist der einzige Zulieferer, der diese Sensorik in das mechatronische Gesamtsystem einbindet. Dennoch ist eine intensive Zusammenarbeit von Fahrzeughersteller und Systemanbieter unabdingbar: Letzten Endes bietet nur das Zusammenspiel von Sensorkokon und Nahfeldsensorik einen umfassenden Kollisionsschutz. ■

brose
Competence in Mechatronics

Autoren



Rainer Weichel,
Leiter
Produktbereich
Türantriebe
Brose Gruppe



Thomas Schindler,
Leiter Elektronik
Brose Gruppe

Brose Fahrzeugteile GmbH & Co.
Kommanditgesellschaft, Coburg

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

Der neue Audi A8: Zukunft der Luxusklasse



- *Neue Designsprache und ein wegweisendes Touch-Bedienkonzept*
- *Pilotierte Fahrfunktionen im Audi A8 ab diesem Jahr sukzessive in Serie*

In der vierten Generation gibt das Flaggschiff erneut die Referenz für Vorsprung durch Technik – mit einer neuen Designsprache, einem innovativen Touch-Bedienkonzept und einer konsequenten Elektrifizierung des Antriebs. Darüber hinaus ist der Audi A8 als erstes Serienauto der Welt für hochautomatisiertes Fahren entwickelt. Ab diesem Jahr bringt Audi pilotierte Fahrfunktionen wie Parkpilot, Garagenpilot und Staupilot sukzessive in Serie.

Stilbildend: das Exterieurdesign

Der Audi A8 ist stilprägend – er markiert für die gesamte Marke den Start in eine neue Design-Ära. Die Front mit dem breiten, aufrecht stehenden Singleframe-Grill und der fließendmuskulöse Körperbau symbolisieren sportliche Eleganz, Hochwertigkeit und progressiven Status. Der neue A8 löst das Versprechen ein, das der Audi prologue als Designstudie gemacht hat. Die Luxuslimousine besitzt starke Präsenz – ob in der 5,17 Meter langen Normalversion oder als A8 L mit 13 Zentimeter längerem Radstand.

Weltweit ist die Marke Audi bekannt für Sportlichkeit, Leichtbau und den permanenten Allradantrieb quattro – das Design des neuen A8 bringt diese Werte zum Ausdruck. Die ausgewogenen Proportionen betonen alle vier Räder gleichermaßen. Über den Radhäusern sitzende Muskeln visualisieren den quattro-Antrieb. In der Seitenansicht sorgt die aufrechte



Audi A8 - Frontansicht ■

Front in Kombination mit dem leicht schräg stehenden Heck für Spannung. Sein Selbstverständnis demonstriert das Flaggschiff bei Tag und auch bei Nacht. Hierfür sorgen sowohl die markanten HD Matrix LED-Scheinwerfer mit Audi Laserlicht als auch das LED-Leuchtenband in Kombination mit Heckleuchten in OLED-Technologie. Sie empfangen und verabschieden den Fahrer mit einzigartigen Lichtanimationen. ■

Mit Fingerspitzengefühl: die Bedienung

Das Interieur der Luxuslimousine ist bewusst reduziert gestaltet, die Architektur des Innenraums ist klar und strikt horizontal orientiert. Mit einem radikal neuen Bedienkonzept transportiert Audi seinen hohen Qualitätsanspruch ins digitale Zeitalter. Es verzichtet auf den bekannten Dreh-/Drück-Steller und das Touchpad des Vorgängermodells. Die Instrumententafel bleibt weitgehend



Audi A8 - Cockpit mit MMI touch response ■

frei von Tasten und Schaltern. Ihr Zentrum bildet ein 10,1-Zoll-Touch-Display, das sich durch die Black-Panel-Optik vor dem Start nahezu unsichtbar in die schwarzhochglänzende Blende einfügt.

Die Benutzeroberfläche erscheint, sobald sich das Auto öffnet. Auf dem großen Display steuert der Fahrer das Infotainment per Fingerdruck. Über ein zweites Touch-Display auf der Konsole des Mittel隧nells hat er Zugriff auf die Klimatisierung und Komfortfunktionen sowie die Möglichkeit zur Texteingabe. Löst der Fahrer im oberen oder unteren Display eine Funktion aus, hört und spürt er einen Klick als Bestätigung. Die Bedientaster in Glasoptik reagieren in gleicher Weise. Mit der Kombination aus akustischem und haptischem Feedback sowie der Anwendung gängiger Touch-Gesten, wie beispielsweise dem Wischen, lässt sich das neue MMI touch response besonders sicher, intuitiv und schnell bedienen.

Darüber hinaus steht der A8 als intelligenter Gesprächspartner bereit. Mit einer neuen, natürlichen Sprachbedienung kann der Fahrer eine Vielzahl an Funktionen im Auto aktivieren. Die Informationen über Ziele und Medien sind entweder onboard vorhanden oder kommen mit LTE-Geschwindigkeit aus der Cloud. Zum breitgefächerten Angebot von Audi connect gehören mit Verkehrszeichen- und Gefahreninformation auch innovative Car-to-X-

Dienste, die die Schwarmintelligenz der Audi-Flotte nutzen.

Ein weiteres Novum bietet die umfangreich optimierte Navigation: Sie lernt selbst – und zwar auf Basis der zuvor gefahrenen Strecken. Somit erhält der Fahrer intelligente Suchvorschläge. Zudem integriert die Karte hochdetaillierte 3D-Modelle von europäischen Großstädten. ■

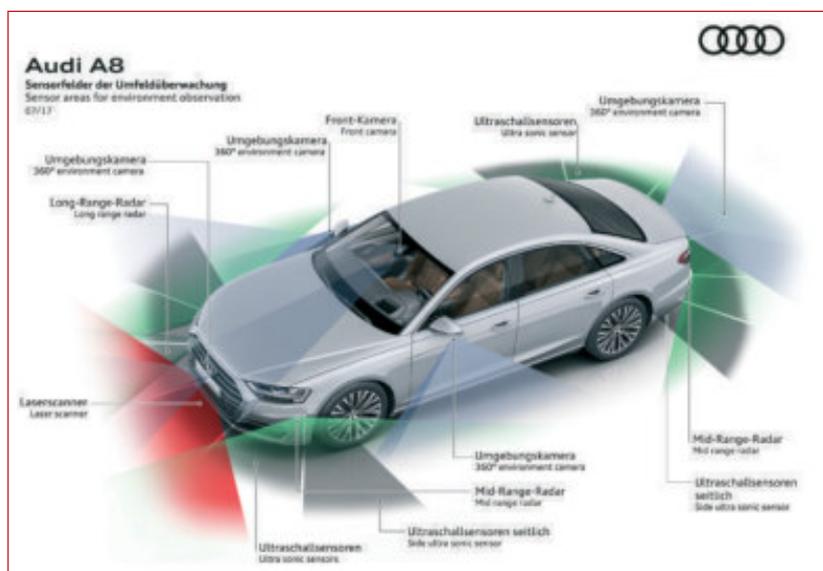
Weltpremiere: *der Audi A8 fährt pilotiert*

Als erstes Serienautomobil weltweit ist der neue A8 speziell für hochautomatisiertes Fahren nach Level 3 entwickelt. So übernimmt der Audi AI Stau-pilot auf Autobahnen und Bundesstraßen mit baulicher Trennung im zähfließenden Verkehr bis 60 km/h die Fahraufgabe. Zum Akti-

vieren des Systems dient die AI-Taste auf der Mittelkonsole.

Der Stau-pilot entspricht Level 3 der Klassifizierung für automatisierte Fahrsysteme der Gesellschaft der Automobilingenieure (SAE). Unter bestimmten Voraussetzungen übernimmt er sämtliche Fahraufgaben wie Beschleunigen, Lenken und Bremsen – der Fahrer kann seine Hände dauerhaft vom Lenkrad nehmen bis das System ein manuelles Eingreifen verlangt. Diese Aufforderung zur Übernahme der Fahraufgabe erfolgt kurz bevor der Stau-pilot seine Betriebsgrenzen erreicht.

Aus technischer Sicht ist der Stau-pilot eine Revolution. Während der pilotierten Fahrt errechnet erstmals ein zentrales Fahrerassistenzsteuergerät (zFAS) aus der Fusion der Sensordaten permanent ein Abbild der Umgebung. Neben den Radarsensoren, einer Frontkamera und den Ultraschallsensoren nutzt Audi dafür als erster Automobilhersteller überhaupt auch einen Laserscanner. Die Einführung des Audi AI Stau-pilot erfordert für jeden einzelnen Markt neben der Klarheit über die gesetzlichen Rahmenbedingungen eine landesspezifische Applikation und Erprobung des Systems. Dabei gilt auch für das hochautomatisierte Fahren der hohe Qualitätsanspruch der Marke. Darüber hinaus sind weltweit unterschiedliche Zulas-



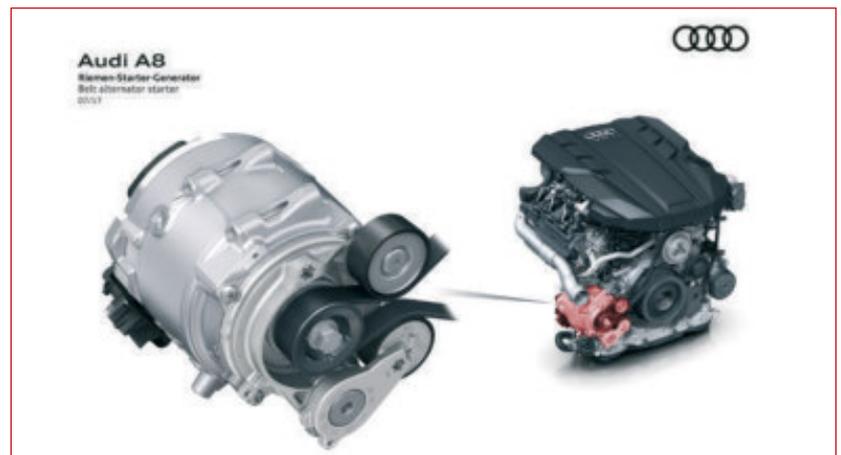
Audi A8 - Sensorfelder der Umfeldüberwachung ■

sungsverfahren und ihre entsprechenden Fristen zu beachten. Aus diesen Gründen wird Audi den Staupilot im neuen A8 Schritt für Schritt in Serie bringen.

Der Audi AI Remote Parkpilot und der Audi AI Remote Garagenpilot steuern den A8 selbsttätig unter Überwachung des Fahrers in eine Parklücke beziehungsweise Garage und wieder heraus. Dabei muss der Fahrer nicht im Auto sitzen. Er startet das jeweilige System über sein Smartphone mit der neuen myAudi App. Zum Überwachen des Parkvorgangs hält er den Audi AI Button permanent gedrückt und sieht auf seinem Display eine Live-Anzeige der Umgebungskameras des Autos. ■

Neue Größenordnung: Fahrwerk

Mit einem ganzen Paket an Innovationen lotet das Fahrwerk die Grenzen der Physik neu aus: Eine von ihnen ist die Dynamik-Allradlenkung, die direktes, sportliches Lenken mit unerschütterlicher Stabilität vereint. Die Lenkübersetzung an der Vorderachse variiert je nach Geschwindigkeit, die Hinterräder schlagen abhängig vom Tempobereich um einige Grad gegen- oder gleichsinnig ein. Noch dynamischer und präziser wird das Handling mit dem Sportdifferenzial. Es verteilt die Antriebsmomente aktiv zwischen den Hinterrädern



Audi A8 - Riemen-Starter-Generator ■

und ergänzt auf diese Weise den permanenten Allradantrieb quattro, der im neuen A8 zum Serienumfang gehört.

Bei der zweiten neuen Technologie, dem Audi AI Aktivfahrwerk, handelt es sich um ein vollaktives Federungssystem. Je nach Fahrerwunsch und Fahrsituation ist es in der Lage, jedes Rad separat über elektrische Aktoren nach oben zu ziehen oder nach unten zu drücken. Durch diese Flexibilität erreicht die Fahrcharakteristik eine große Bandbreite – vom sanften Abrollkomfort einer klassischen Luxuslimousine bis hin zur Dynamik eines Sportwagens.

In Kombination mit pre sense 360° hebt sich das Auto blitzschnell an, wenn eine seitliche Kollision droht und reduziert so mögliche Unfallfolgen für die Insassen. Die benötigte Energie bezieht dieses

hochinnovative Fahrwerkssystem aus einem 48-Volt-Bordnetz. Audi setzt es im A8 bei allen Modellvarianten erstmals als Hauptbordnetz ein. Im Zusammenspiel mit der für den A8 weiterentwickelten Luftfederung sorgt das innovative Fahrwerkskonzept so für ein völlig neues Fahrerlebnis. ■

Mild-Hybrid: die Antriebe

Der neue A8 ist seit der Markteinführung im November 2017 mit zwei stark weiterentwickelten V6-Turbomotoren verfügbar. Beide Aggregate arbeiten mit einem Riemen-Starter-Generator (RSG) zusammen, der das Herz des 48-Volt-Bordnetzes ist. Diese Mild-Hybrid-Technologie (MHEV, mild hybrid electric vehicle) ermöglicht das Segeln mit ausgeschaltetem Motor samt komfortablem Wiederstart. Zudem verfügt sie über eine erweiterte Start-Stopp-Funktion und eine hohe Rekuperationsleistung bis 12 kW. In Summe senken diese Maßnahmen den Verbrauch der ohnehin effizienten Aggregate weiter – um bis zu 0,7 Liter pro 100 Kilometer im realen Fahrbetrieb. ■



Audi A8 - AI Aktivfahrwerk ■

Ansprechpartner:

Christoph Lungwitz

AUDI AG

I/GP-P3

D-85045 Ingolstadt

Tel.: +49-841-89-33827

Fax: +49-841-89-90786

christoph.lungwitz@audi.de

www.audi.com



WENN ICH KAISER VON CHINA WÄRE...

... dann würde ich noch heute mit dem Bau von 100 Waisenhäusern beginnen.

Kaiser bin ich nicht.

So bin ich in besonderer Weise auf Ihr Engagement angewiesen.



Mit einer großzügigen Spende von AUDI und weiteren helfenden Händen konnte 2009 in Dazhou (Provinz Sichuan) ein Waisenhaus für 200 hilfsbedürftige Waisenkinder eröffnet werden.

Heping Wang, Leiter des Kinderdorfes in Dazhou schreibt:

„... die selbstlose Hilfe, die Ihr Verein und AUDI unserem Kinderdorf gewährte, hat uns unerschöpfliche Kraft gegeben. Ein Land hat Grenzen, aber die Liebe ist grenzenlos!“

Das 2. Waisenhaus soll in der Zentralprovinz Henan entstehen. Der Plan und eine Animation liegen vor. Helfen Sie durch Ihre Mitgliedschaft oder eine Spende Waisenkinder in China eine perspektivische und lebenswürdige Zukunft zu ermöglichen.



Walter Fürst
c/o **Verein zur Förderung
chinesischer Waisenkinder e.V.**
Aachener Str. 11, 80804 München
E-mail: fuerst-walter@gmx.de
www.chinawaisen.de

Spendenkonto: HypoVereinsbank, IBAN: DE94700202700657613150, BIC: HYVEDEMMXXX

Multisensor-Kalibrierung zur Sensordatenfusion

Automatisierte Fahrfunktionen sind für die zukünftige technologische Entwicklung der Automobilindustrie hin zu einem fahrerlosen Fahrzeug von enormer Bedeutung. Ohne Zweifel ist dabei die hochgenaue Beschreibung der aktuellen Situation als Umfeldmodell eines der zentralen Themen. Dies erfordert die Kenntnis der genauen Positionen und Blickrichtungen aller verbauten Sensoren am Fahrzeug, wofür die ESG an innovativen Lösungen arbeitet.

Das umfangreiche Angebot der Fahrerassistenzfunktionen und die Entwicklung hin zum hochautomatisierten Fahren stellt bereits heute hohe technische Anforderungen an die im Fahrzeug verbauten Sensoren und Algorithmen. Eine Grundvoraussetzung für die Sicherstellung der korrekten Funktionsweise eines Systems mit vielen unterschiedlichen Sensoren ist die genaue Bestimmung der Position und der Ausrichtung dieser Sensoren zum Fahrzeug, also deren extrinsische Kalibrierung.

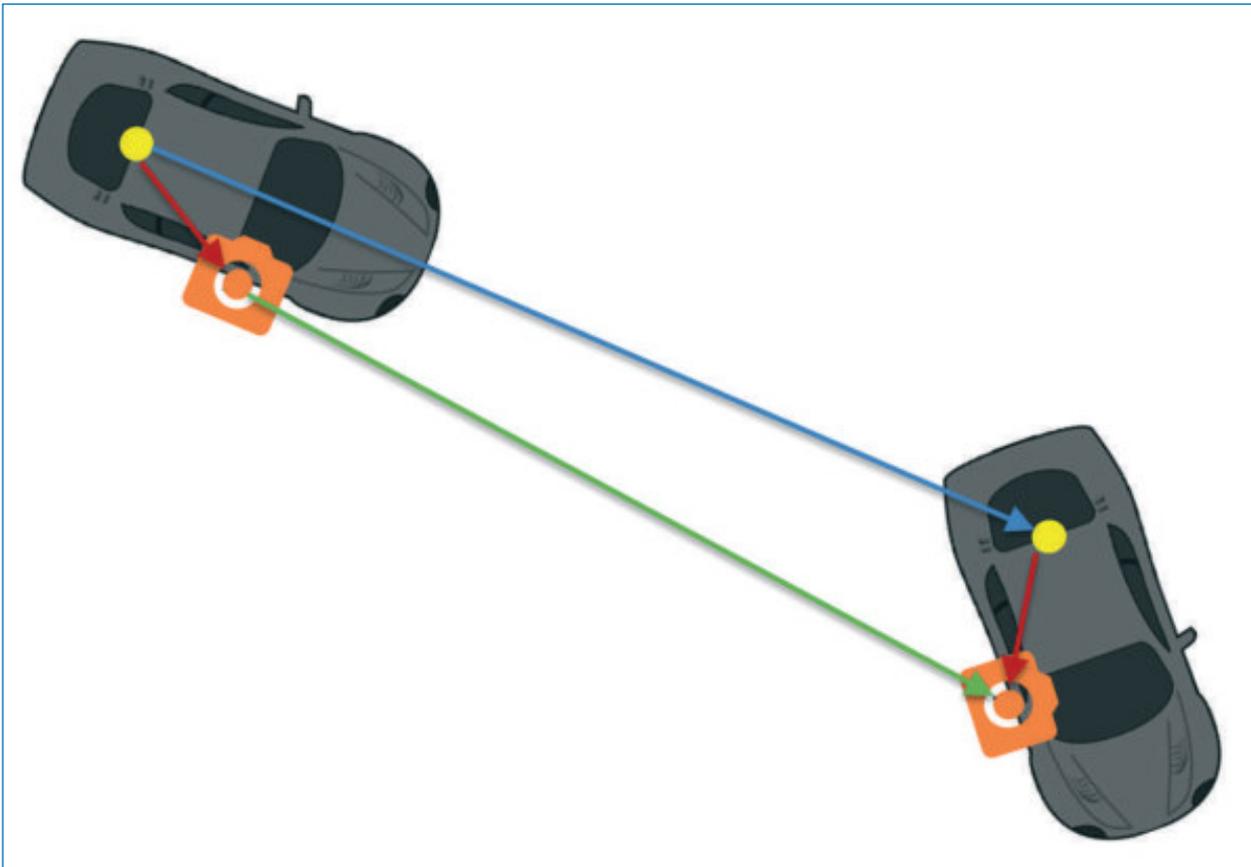
Eine Kalibrierung muss allein aufgrund von Fertigungstoleranzen bei jedem Fahrzeug pro Sensor einmalig durchgeführt werden. Umwelteinflüsse, Alterungseffekte und Unfallschäden verändern jedoch die Ausrichtung der Sensoren und erfordern selbst bei geringfügigen Veränderungen eine kontinuierliche Nachjustierung. Je nach Kalibrierverfahren ist für die Durchführung der Kalibrierung sogar ein sog. Target, ein für das System bekanntes Objekt und somit eventuell auch ein Werkstattbesuch erforderlich. Die ESG arbeitet seit 2010 an Kalibrierverfahren, die im laufenden Betrieb bedarfsorientiert ohne Targets funktionieren. Eine Lösung für rein kameraba-

sierte Systeme ist die Online Calibration (OC), welche das Verfahren der visuellen Bewegungsschätzung, also die Rekonstruktion der Kamerabewegung auf Basis des Videostromes, nutzt. Aus der rekonstruierten Kamera-Trajektorie und einem vereinfachten Fahrzeugmodell wird schließlich auf die Einbaulage der Kamera geschlossen. Die Kalibrierung wird pro Kamera ausgeführt, die Kalibrierergebnisse der anderen Sensoren werden nicht berücksichtigt. Dieses Verfahren wurde nach der Erweiterung um zusätzliche Sensortypen zur Multi-Sensor-Calibration (MSC), welche die Ausrichtung und die Position aller Sensoren zeitgleich während eines Kalibriervorganges bestimmt, indem die Sensordaten aller Sensoren fusioniert und verarbeitet werden.

Die Ermittlung der Sensorpositionen und Orientierungen zum Fahrzeug beruht auf der Tatsache, dass Sensoren abhängig von ihrer Positionierung an einem Automobil bei einer Kurvenfahrt unterschiedliche Bewegungen erfahren. Dabei setzt sich eine Bewegung aus einer linearen und einer rotatorischen Komponente zusammen. Dies ist in der Abbildung exemplarisch veranschaulicht: Bei der Fahrt einer Kurve ist zu

sehen, dass die relative Bewegung der dargestellten Kamera sich von jener des Referenzpunktes im Auto unterscheidet. Des Weiteren wird angenommen, dass die Position und Orientierung des Sensors zum Fahrzeug starr ist, beziehungsweise sich nicht stark verändert. Unter Berücksichtigung dieser Annahmen und Informationen über die Bewegung des Autos und des Sensors lässt sich die Position des Sensors zum Auto ermitteln.

Das soeben beschriebene Verfahren beruht auf dem Vorhandensein von Informationen über die Fahrzeug-, sowie Sensorbewegung, dabei kann Erstere zum Beispiel aus der Odometrie des Automobils gewonnen werden. Letztere wird abhängig von dem verwendeten Sensor mit Hilfe von unterschiedlichsten Algorithmen ermittelt, beispielhaft seien Visual Simultaneous Localization and Mapping (VSLAM) für Kameras bzw. Iterative Closest Point (ICP) für LIDAR (Light Detection And Ranging) genannt. Um die Robustheit des Systems zu erhöhen wird die resultierende Gleichung für eine Vielzahl von Bewegungen aufgespannt und diejenige Sensorposition ermittelt, welche den besten Konsens über alle Messdaten darstellt aus-



gewählt. Da, wie bereits erwähnt, eine große Anzahl von Sensoren für das automatisierte Fahren verwendet werden, kann das Gleichungssystem nicht nur in die zeitliche Dimension erweitert werden, sondern auch die der unterschiedlichen Sensoren – mehrere Kameras, LIDARs, etc. – verknüpft werden, um ein besseres Ergebnis für die Position aller Sensoren am Fahrzeug zu erlangen.

Unter Berücksichtigung von zusätzlichen praktischen Problemen wurde der oben beschriebene Ansatz und die Algorithmen zur Bewegungsschätzung implementiert und daraufhin verifiziert. Zur Verifikation wurde in einer virtuellen Simulationsumgebung eine Stadtfahrt inklusive Sensordaten generiert und anschließend von dem System prozessiert. Die dabei ermittelten Ergebnisse haben gezeigt, dass mit dieser Methode präzise Werte für die Sensororientierung ermittelt werden können, die bestimmte Position allerdings nicht die Genauig-

keit von Werten aus einem CAD-Modell (Produktionsungenauigkeiten) übertrifft. Jedoch ist die genaue Ermittlung der Rotation der Sensoren für ein präzises Umgebungsmodell wichtiger, da kleine Ungenauigkeiten sehr große Fehler verursachen können.

Ein Problem, welches die Tests gezeigt haben ist die Verwendung der Odometrie als Maßstab für die Bewegung des Autos, da diese lediglich eine zweidimensionale Information liefert und somit nicht alle Freiheitsgrade des Gesamtfahrzeugsystems genau ermitteln kann. Aus diesem Grund verbessert die Integration eines zusätzlichen Sensors zur Bewegungsschätzung, z.B. eine Inertial Measurement Unit (IMU), die Ergebnisse erheblich. Dies ist aktuell Gegenstand von internen Weiterentwicklungen des Kalibrierverfahrens.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das System der MSC eine spannende Anwendung von vielen verschiedenen Forschungsgebieten ist, um das Problem der

Kalibrierung einer großen Anzahl von Sensoren an einem Fahrzeug zu beherrschen. Eine solche Lösung verspricht eine Vielzahl von möglichen Anwendungen und Vorteilen, zum Beispiel das Erkennen der Notwendigkeit einer erneuten Kalibrierung oder die Kosteneinsparung in der Produktion und im After-Sales. ■



Autor:



Thomas Scherübl
Senior Software
Engineer,
Development
Advanced Driver
Assistance /
Embedded Software,

ESG ELEKTRONIKSYSTEM- UND
LOGISTIK-GMBH

Livry-Gargan-Straße 6
82256 Fürstenfeldbruck
Thomas.Scheruebl@esg.de

Hochflexibles Remote-Laserstrahlschweißen für den Karosseriebau der Zukunft



Innovationen in der Photonik als Befähiger für hochflexible Fertigungsanlagen

Der allgemeine Trend zu individualisierten Produkten zeichnet sich auch im Automobilbau durch eine starke Zunahme an Fahrzeugderivaten ab. Verschärfend wirkt in diesem Zusammenhang die stetig ansteigende Verbreitung von elektrischen Antriebskonzepten, durch die die Anzahl an Varianten und damit die Komplexität in der Produktion deutlich steigen. Demgegenüber stehen starre Produktionsstrukturen, mit denen nur eine begrenzte Variantenvielfalt abgedeckt werden kann. Daher wird am Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften (iwb) der Technischen Universität München zusammen mit Partnern aus der Industrie an der Flexibilisierung des Karosseriebaus geforscht. Das Konsortium des Projekts RoKtoLas umfasst dabei große Teile der Wertschöpfungskette – vom Sen-

sorhersteller bis zum Automobil-OEM. Im Rahmen des Forschungsvorhabens wird ein Technologiesprung im Automobilbau angestrebt, der zum einen eine Flexibilisierung der Prozessketten im Karosseriebau und zum anderen eine prozessinterne Qualitätssicherung beim Remote-Laserstrahlschweißen ermöglichen soll. Schlussendlich werden anhand eines Demonstrators (siehe *Abbildung 1*), das Funktionsprinzip und die Vorteile einer hochflexiblen Fertigungszelle herausgestellt. ■

Technologiesubstitution im Bereich der Fügechnik

Die angestrebte Flexibilisierung der Prozessketten soll durch eine Substitution des konventionell eingesetzten Widerstandspunktschweißens durch das Remote-Laserstrahlschweißen für einzelne Baugruppen der Karosserie erreicht werden.

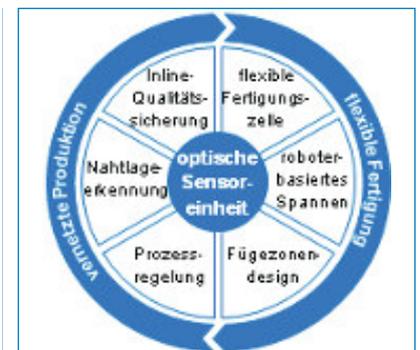


Abb. 2: Konzept zur Flexibilisierung von Prozessketten im Karosseriebau ■

Zentral für das Vorhaben, dessen Arbeitspakete in *Abbildung 2* dargestellt sind, ist die Sensoreinheit auf Basis der optischen Kohärenztomografie (OCT-Sensoreinheit). Diese wird erstmals eine ganzheitliche und universelle Prozessbeobachtung ermöglichen.

Die durch die Sensoreinheit gewonnenen Informationen über die Bauteilpositionierung, gemessen im Vorlauf der Prozesszone, ermöglichen den Einsatz einer roboterbasierten Spanntechnologie. Mit dieser können im Vergleich zu vorrichtungsbasierten Systemen die Anforderungen hinsichtlich der Bauteilzugänglichkeit deutlich reduziert werden. Somit kann erstmals eine für das Laserstrahlschweißen optimierte Bauteilkonstruktion zum Einsatz kommen, die grundlegende neue Freiheitsgrade hinsichtlich eines effizienten Leichtbaus bietet. Dadurch kann das volle Potenzial des Remo-

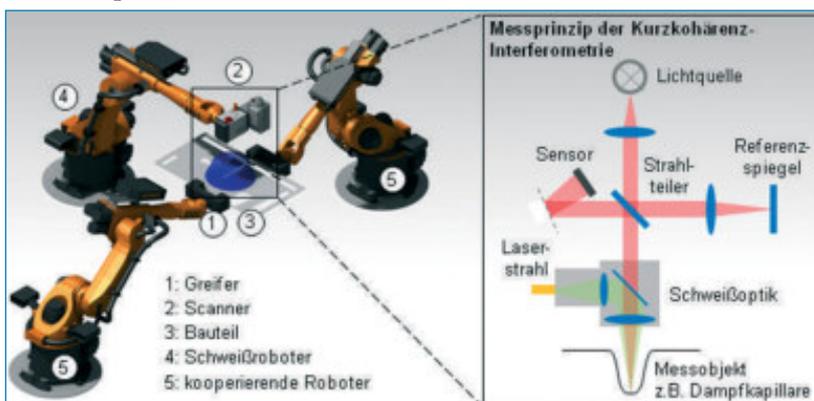


Abb. 1: Geplanter Funktionsdemonstrator im Rahmen von RoKtoLas und Messprinzip der Kurzkohärenz-Interferometrie ■

te-Laserstrahlschweißens ausgeschöpft und hochflexible Produktionsanlagen realisiert werden. ■

Universelles Sensorikkonzept zur Qualitätssicherung

Der Einsatz von Laserschweißverfahren im automobilen Karosseriebau erfordert eine zuverlässige und reproduzierbare Bewertung der Schweißnahtgüte. Dementsprechend ist eine umfassende Qualitätssicherung notwendig, damit das Remote-Laserstrahlschweißen für diese Anwendung qualifiziert werden kann. Zudem ist für Laserstrahl-Schweißnähte in der Automobilindustrie zunehmend eine Prozessbeobachtung als Maßnahme zur Einhaltung und Nachverfolgung der Nahtqualität eine grundlegende Voraussetzung. Die direkte Prozessbeobachtung beim Laserstrahlschweißen ist bisher jedoch nur sehr eingeschränkt möglich. Optische Aufnahmen der Prozesszone sind etwa auf die Bauteiloberfläche beschränkt. Vorgänge innerhalb der für das Laserstrahlschweißen typischen Dampfkapillare sind damit nicht erkennbar. Ebenso ist eine zuverlässige Auswertung der Bildaten zur Qualitätssicherung nicht reproduzierbar möglich. Üblicherweise werden aus einem Vergleich zu Referenznähten Rückschlüsse auf die Schweißnahtqualität gezogen. So können größere Abweichungen zu den gesammelten Daten eines stabilen Prozesses erkannt und eine Kategorisierung in Gut- und Schlechteile durchgeführt werden. Da jedoch keine absolute Aussage über die Nahtgüte abgeleitet werden kann, sind indirekte Beobachtungstechnologien wie Kamerasysteme anfällig für Interpretationsfehler. Dies gilt insbesondere für das Remote-Laserstrahlschweißen, da die dynamischen Vorgänge in der Prozesszone und deren Auswirkung auf die Nahtqualität kaum nachvollzogen werden können. Dies ist durch den großen Arbeitsabstand der

Bearbeitungsoptik und durch Störeinflüsse wie etwa den aus der Prozesszone entweichenden Metaldampf begründet. Die in *Abbildung 3* dargestellte Hochgeschwindigkeitsaufnahme eines Remote-Laserstrahlschweißprozesses, in der eine deutliche Spritzerbildung zu erkennen ist, verdeutlicht die hohe Prozessdynamik sowie den Einfluss des entweichenden Metaldampfes auf die Beobachtbarkeit von Prozessunregelmäßigkeiten.

Eine direkte Messung von Kenngrößen innerhalb der Prozesszone stellt dagegen einen deutlich robusteren Ansatz zur Bewertung des Prozessergebnisses dar. Bisher stehen für eine direkte Beobachtung der Wechselwirkungszone mit Ausnahme von aufwendigen Röntgenverfahren keine geeigneten Methoden zur Verfügung. Der Einsatz der optischen Kohärenztomografie, deren Funktionsprinzip in *Abbildung 1* veranschaulicht ist, bietet erstmals die Möglichkeit, die Vorgänge innerhalb der Dampfkapillare direkt zu beobachten. Das Verfahren beruht auf dem Interferometer-Prinzip und ermöglicht sowohl räumlich als auch zeitlich hoch aufgelöste Abstandsmessungen. Damit kann etwa die Einschweißtiefe beim Laserstrahl-Tiefschweißen in Echtzeit bestimmt werden.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens RoKtoLas wird ein OCT-Messsystem für die Anwendung in 3D-Scanneroptiken erforscht. Der Messstrahl kann über eine zusätzliche Ablenkeinheit beliebig im Arbeitsraum des Scannersystems positioniert werden. Dadurch ist nicht nur die Messung der Einschweißtiefe sondern zusätzlich die



Abb. 3: Prozessdynamik beim Remote-Laserstrahlschweißen ■

Beobachtung des vor- sowie nachlaufenden Bereichs der Prozesszone möglich. Mit dem Sensor können im Vorlauf Kanten gefunden und für die Nahtführung verwendet oder im Nachlauf die Schweißnahtoberfläche, exemplarisch in *Abbildung 4* dargestellt, analysiert werden.

Die Messmethode, die sich im Umfeld der Medizintechnik bereits seit langer Zeit etabliert hat, findet zunehmend Einzug in die industrielle Fertigung. Bisher werden solche Sensoren nur an Festoptiken für eindimensionale Messungen eingesetzt. Die Übertragung auf die Remote-Lasermaterialbearbeitung ermöglicht erstmals eine umfassende Beobachtung sowohl der Wechselwirkungszone als auch der Pre- und Post-Prozesszone und damit eine ganzheitliche Qualitätssicherung. ■

Roboterbasierte Spanntechnologie

Zur Fertigung von Rohkarosserien kommen heute hauptsächlich bauteilspezifische Spannvorrichtungen zum Einsatz, mit denen die einzelnen Blechteile mit der gewünschten Toleranz positioniert und orientiert werden. Diese Vorrichtungen können die Bauteile während des Fügens aufgrund ihrer massiven Bauweise zuverlässig in Position halten. Da sie jedoch meist individuell auf eine spezifische Baugruppe abgestimmt sind, lassen sie – ohne erhebliche Änderungen am Aufbau – kaum Änderungen an der Bauteilgeometrie, der Bauteillage oder am Prozessablauf zu. Muss beispielsweise aufgrund konstruktiver Maßnahmen die Lage eines Bauteils verändert werden, ist häufig ein Umliegen des Bauteils in eine nachfolgende Vorrichtung oder sogar eine Vorrichtungsneukonstruktion notwendig. Dies ist nicht nur mit hohen Kosten sondern auch mit erheblichen Einschränkungen in der Planung von Prozessschritten verbunden. Damit hat jede Änderung, wie etwa aufgrund einer Anpassung der Fügefolge, einer Integration von neuen Fahrzeugderivaten in den

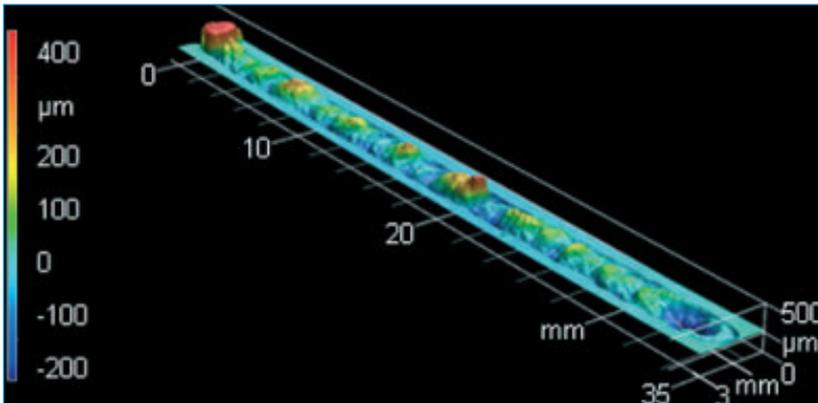


Abb. 4: Vermessung der Nahttopologie zur Qualitätssicherung ■

Produktionsablauf oder einem Modellwechsel, nicht nur erhebliche Anpassungen an den Vorrichtungen sondern auch an dem gesamten Fertigungsprozess zur Folge.

Gegenwärtig werden daher roboterbasierte, vorrichtungsfreie Konzepte zur Bauteilpositionierung erforscht. Diese zielen darauf ab, starre Fügevorrichtungen durch flexible Greifer an Industrierobotern zu ersetzen. Neben kooperierenden Robotern werden dazu meist aufwendige optische und mechanische Sensorsysteme eingesetzt. Das Ziel ist dabei stets, dass bei Änderungen an der Bauteilgeometrie oder dem Prozessablauf keine Hardwareänderungen sondern lediglich Softwareanpassungen am Roboter- und Greifersystem notwendig sind.

Bisherige Forschungsansätze haben sich mit der Einbindung von externer Sensorik und mit Auswertemethoden zur Bauteilpositionierung beschäftigt. Allen Ansätzen fehlt jedoch eine intelligente Kopplung der Greifersysteme mit Fügeprozessdaten und deren Integration zu einem hochflexiblen Gesamtsystem. Die umfangreichen Daten des Sensorsystems ermöglichen diese intelligente Kopplung, sodass jederzeit flexibel auf Änderungen am Fügeprozess reagiert werden kann.

Einzelteilschwankungen, die die Maßhaltigkeit der zu fügenden Baugruppe beeinflussen, können so etwa korrigiert werden. Insgesamt kann dadurch ein größeres Bauteilspektrum prozesssicher verarbeitet werden. ■

Hochflexible intelligente Produktionsanlagen

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die im Karosseriebau konventionell eingesetzten Fügeverfahren den Einsatz starrer Spannvorrichtungen erfordern und dadurch starke Einschränkungen sowohl an der Bauteilkonstruktion als auch an den Produktionsabläufen hervorrufen. Im Gegensatz dazu stellt das Remote-Laserstrahlschweißen sehr viel geringere Anforderungen an die Bauteilzugänglichkeit und erlaubt damit eine belastungsgerechtere Bauteilauslegung.

Durch eine Anpassung und Optimierung der Bauteilkonstruktion kann zudem ein vorrichtungsloses Fügen ermöglicht werden. Dazu wird ein roboterbasiertes Greifersystem zur Bauteilpositionierung konzipiert und entwickelt. Auf Grundlage der Daten des optischen Messsystems kann die Spannsituation beurteilt und mittels aktiven Greifern angepasst werden. Das roboterbasierte System bietet dabei eine Vielzahl an Stellgrößen. Zur Anpassung der Spannsituation oder des Schweißprozesses werden Methoden des maschinellen Lernens eingesetzt, mit denen die neu geschaffenen Freiheitsgrade effizient genutzt werden können. Durch eine intelligente Positionierung können Bauteiltoleranzen besser beherrscht und die Prozessstabilität gesteigert werden.

Letztendlich ermöglicht das neue Sensorikkonzept eine umfangreiche

und universelle Prozessdatengenerierung, auf deren Basis erstmals eine ganzheitliche Prozessbeobachtung beim Remote-Laserstrahlschweißen erfolgen kann. Dies ermöglicht eine anforderungsgerechtere Konstruktion sowie eine umfangreiche prozessinterne Qualitätssicherung und stellt im Sinne einer vernetzten Produktion die Voraussetzung für den Aufbau hochflexibler Produktionsanlagen dar. ■

Danksagung

Das vorgestellte Vorhaben wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) unter dem Förderkennzeichen 13N14555 gefördert und vom VDI Technologiezentrum (VDI TZ) betreut. Wir danken dem BMBF sowie dem VDI TZ für die Unterstützung sowie die gute und vertrauensvolle Zusammenarbeit. ■



Autoren:



Christian Stadter

Wissenschaftlicher
Mitarbeiter
christian.stadter
@iwb.mw.tum.de
+49 89 289 15560



**Maximilian
Schmöller**

Wissenschaftlicher
Mitarbeiter
maximilian.schmo-
eller@iwb.mw.tum.
de
+49 89 289 15492



**Prof. Dr.-Ing.
Michael F. Zäh**

Institutsleiter
michael.zaeh@iwb.
mw.tum.de
+49 89 289 15502

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



Herausforderungen in der Bordnetzwerk- schöpfungskette bewältigen

Signal und Leistungsvernetzung mechatronischer Systeme

Kein Auto gleicht dem anderen. Diese Individualität spiegelt sich insbesondere in den elektronischen Komponenten in einem Fahrzeug wieder. So sehen sich Hersteller von Kabelbäumen in der Regel mit der Herausforderung konfrontiert Losgröße 1 zu realisieren. Gemeinsam mit dem biegeschlaffen Verhalten entsteht eine hohe Komplexität, welche in der Fertigung und Montage aktuell hauptsächlich durch manuelle Tätigkeiten bewältigt wird. Die wachsende Sensortechnik und Elektrifizierung des Antriebs von Fahrzeugen weist dem Kabelbaum, als Blutkreislauf und Nervensystem, einen wachsenden Stellenwert zu. Dieser wachsende Stellenwert wird speziell im Automotivbereich durch steigende Anforderungen an die Qualität des Produktes deutlich, so dass innovative Lösungen und neuartige Konzepte benötigt werden.

Um die wachsenden Anforderungen und den hohen Komplexitätsgrad bei geringen Kosten und kontrollierten Prozessen zu beherrschen, ist eine Steigerung des Automatisierungsgrades der Kabelbaummontage notwendig. Dabei entstehen insbesondere durch die Integration der Energie- und Informationsverteilung in mechanisch tragende Bauteile sowie einer virtuellen Simulation und Optimierung der Bordnetze durch neue, rechnergestützte Technologien große Potenziale. Überdies erhöht der Zuwachs



Abb. 1: Automatisierte Kabelbaummontage durch Industrieroboter ■

an Sensorik sowie der Ausblick auf das autonome Fahren die Notwendigkeit zur Übernahme intelligenter Funktionen durch das Bordnetz bei einer gesteigerten und gesicherten Langzeitstabilität der Aufbau- und Verbindungstechnologien. ■

E-Connect

In dem europäisch geförderten Projekt E-Connect geht der Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik FAPS die Herausforderungen der effizienten Leistungsvernetzung in mechatronischen Systemen an. Insbesondere KMUs profitieren vom Wissens-

austausch und haben die Chance ihre Kompetenzen und Kapazitäten zu erweitern und so ihre Fertigungsprozesse ganzheitlich zu optimieren und gleichzeitig ihre Wettbewerbsfähigkeit zu steigern.

So finden intensive Forschungsaktivitäten im Kontext von Zuverlässigkeitsanalysen und Lebensdauermodellen von Steckersystemen statt. *Abbildung 2* zeigt Klemmkontakte in einem Prüfstand für Thermoschock und Temperaturwechselfestigkeit. Die Einflüsse unterschiedlicher Spitzentemperaturen und Materialien werden unter anderem mittels REM-Aufnahmen identifiziert.

Um der Komplexität des Bordnetzes und dessen vorwiegend manueller Fertigung begegnen zu können, arbeitet der Forschungsbereich an



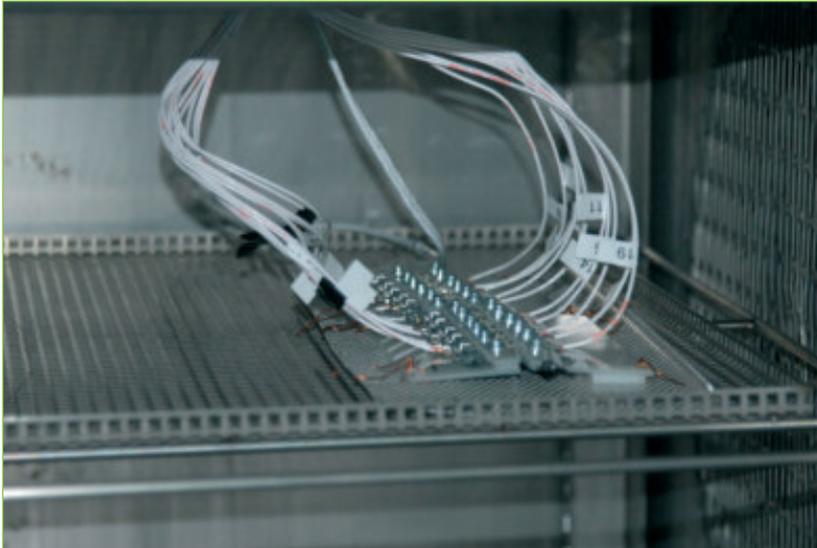


Abb. 2: Klemmkontakte in einem Thermoschrank des FAPS ■

neuen Automatisierungslösungen zur effektiven und kosteneffizienten Kabelbaumfertigung. In einer prototypischen Fertigungszelle (vgl. *Abbildung 3*) wird durch einen kollaborativen Roboter der automatisierte Routingprozess in verschiedenen Experimenten erfolgreich getestet. Durch den Einsatz von 3D-gedruckten Kabelgreifern unterschiedlicher Formen und Eigenschaften wird die Flexibilität des Systems nachhaltig erhöht. Weiteres Potenzial entsteht durch die am FAPS stattfindende Forschung zur erhöhten Absolutge-

nauigkeit von Industrierobotern. Neben den vorgestellten Arbeiten finden sich aktuelle Projekte im Kontext der automatisierten Verdrahtung von Schaltschränken, der elektrischen Funktionsintegration in mechanische Bauteile sowie Data Mining und Maschine Vision wieder. Weitere Themenstellungen und Schwerpunkte des Lehrstuhls und von E-Connect können auf der Webseite, abrufbar über die QR-Codes, gefunden werden. ■

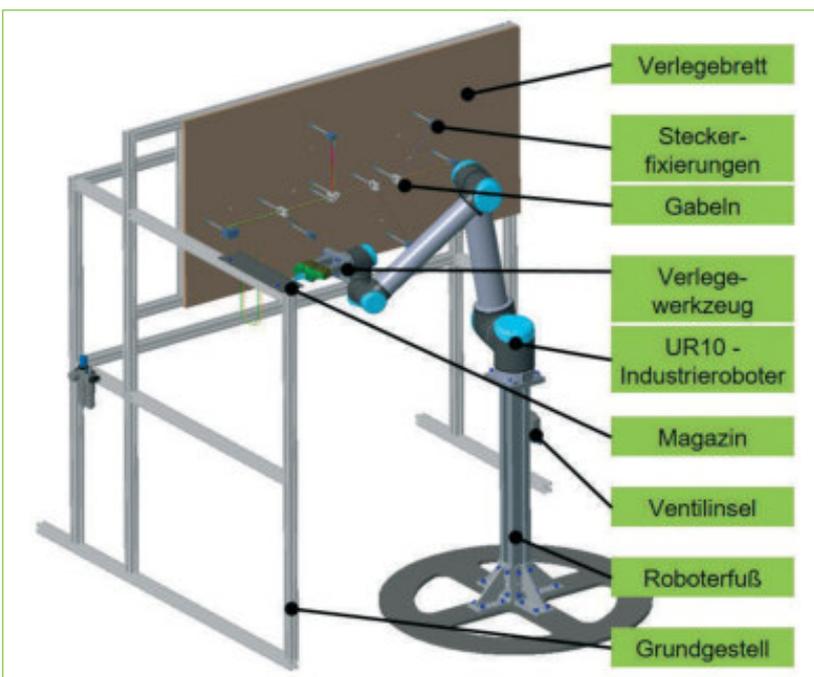


Abb. 3: Prototypische Fertigungszelle zur Kabelbaumfertigung ■

Der Lehrstuhl FAPS an der FAU Erlangen-Nürnberg



Der Forschungsbereich Bordnetze gliedert sich in den Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik FAPS der FAU Erlangen-Nürnberg ein, die mit rund 40.000 Studierenden die zweit größte Universität in Bayern ist. Darunter stellt die Technische Fakultät mit über 10.000 Studierenden den größten Anteil. Der Lehrstuhl FAPS unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke beschäftigt an seinen zwei Standorten am Südgelände der Technischen Fakultät in Erlangen sowie auf dem ehemaligen Werksgelände der AEG in Nürnberg ca. 100 Mitarbeiter, von denen rund 75 % über Drittmittel finanziert sind und aus interdisziplinären Fachrichtungen, wie dem Maschinenbau, der Elektrotechnik, der Informatik, der Mechatronik, der Mathematik, des Chemie-Ingenieurwesens, der Kommunikationswissenschaften und des Wirtschaftsingenieurwesens stammen. Den Mitarbeitern stehen derzeit auf rund 2.500 qm leistungsfähige Maschinen- und Anlagentechnik für die Produktion mechatronischer Produkte zur Verfügung. Die Qualifizierung mechatronischer Komponenten und Systeme kann auf Basis vorhandener Testsysteme für Klima, Temperaturwechsel- und Vibrationsbelastungen durchgeführt werden. Moderne EDV-Systeme bieten die Möglichkeit zur rechnergestützten Entwicklung und Simulation von Produkten und Prozessen.

Neben dem hier vorgestellten Forschungsbereich Bordnetze existieren fünf weitere For-

schungsbereiche zu Effizienten Systemen, Biomechatronik, Elektronikproduktion, Hausautomatisierung und dem ebenfalls vorgestellten Forschungsbereich Elektromaschinenbau. Die einzelnen Forschungsbereiche pflegen einen intensiven Austausch und sind in Technologiefeldern eng vernetzt. ■

Kooperationsmöglichkeiten

Durch die Vielzahl der Kooperationen mit wissenschaftlichen Einrichtungen und industriellen Betrieben existieren verschiedenste Möglichkeiten mit dem Lehrstuhl FAPS zu kooperieren. Sowohl mittel- bis langfristig angelegte Forschungsprojekte als auch kurz- bis mittelfristige Dienstleistungen werden in enger Zusammenarbeit mit den Partnern in den sechs Lehrstuhlguppen bearbeitet. Zur Durchführung langfristiger Forschungsprojekte in Form eines Projektverbundes mit mehreren Forschungs- und Industriepartnern werden Forschungsanträge, z. B. zur Einreichung beim BMBF, der Bayerischen Forschungsstiftung, der AiF oder anderen Projektträgern erstellt. Für die problemorientierte Bearbeitung industriebezogener Forschungsprojekte stehen die umfangreichen Möglichkeiten aller am Lehrstuhl verfügbaren Ressourcen zur Verfügung. ■

Lehre

Der Forschungsbereich Bordnetze entwickelt eine Vorlesung zur Signal- und Leistungsvernetzung in mechatronischen Systemen. Diese behandelt die gesamte Prozesskette der Kabelbaumherstellung vom Kabelsatzdesign bis hin zum Einbau in ein Fahrzeug. Neben den Vorlesungen betreut der Forschungsbereich Bordnetze laufend ca. 100 Bachelor-, Projekt-, und Masterarbeiten zu den Themen und Projekten des Forschungsbereichs.

FAPS Fachtagung Effizienzsteigerung in der Bordnetz- Wertschöpfungskette

Am 13. und 14. Juni 2018
in Nürnberg

Schwerpunkte:

- Neue Perspektiven durch Digitalisierung
- Flexible Softwarelösungen
- Innovative Enabler-Technologien
- Best Practice Beispiele

Ansprechpartner:
Florian Hefner
Jessica Ochmann



Fachtagungen

Am 11. Oktober 2017 fand in Nürnberg die 2. Fachtagung „Effizienzsteigerung in der Bordnetz-Wertschöpfungskette durch Automatisierung, schlanke Organisation und Industrie 4.0-Ansätze“ statt.

Im Rahmen der Veranstaltung präsentierten erfahrene Experten aus der Industrie aktuelle Forschungsinhalte, innovative Lösungsansätze und neuartige Konzepte, die wesentlich dazu beitragen, die Effizienz in der Bordnetz-Wertschöpfungskette zu steigern und damit die Produktionskosten zu senken. Eine Besichtigung der Forschungsfabrik des Lehrstuhls FAPS rundete die gelungene Veranstaltung ab.

Die 3. Fachtagung „Effizienzsteigerung in der Bordnetz-Wertschöpfungskette“ wird am 13. und 14. Juni 2018 stattfinden. Die Abendveranstaltung der zweitägigen Veranstaltung bietet Raum, die Inhalte zu reflektieren und die geknüpften Kontakte zu vertiefen.

Die FAPS-Fachtagung „Big Data in der Industrie – Potenziale verstehen“ wurde am 18. und 19. Oktober 2017 zum ersten Mal erfolgreich durchge-

führt. Im Vordergrund standen Praxisnähe und Anwendbarkeit, um die Möglichkeiten für die industrielle Fertigung aufzuzeigen. Erfahrene Experten aus der Industrie präsentierten anhand von ausgewählten Anwendungsfällen aktuelle, innovative Technologien und Ansätze, die zur erfolgreichen Implementierung von Big Data Anwendungen beitragen.

Auch im Jahr 2018 möchten wir Sie gerne dazu einladen, sich den 18. und 19. Oktober für die zweite Auflage der Fachtagung „Big Data in der Industrie“ vorzumerken. Neben den Themenblöcken Big Data Infrastruktur, Analysen, Anwendungen und Open Source Software wird ein Benchmark zu Big Data Infrastrukturen und Analyseplattformen vorgestellt. ■

FAPS Fachtagung BigData in der Industrie - Potenziale verstehen

Am 18. und 19. Oktober
2018
in Nürnberg

Schwerpunkte:

- BigData Infrastruktur
- BigData Analysen
- BigData Anwendungen
- Open Source

Ansprechpartner:
Moritz Meiners
Christian Sand

Autoren:

Moritz Meiners, M. Sc. M. Sc.
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Telefon: 0911 5302-9073
Email: Moritz.Meiners@faps.fau.de
Standort:
Fürther Straße 246b
90429 Nürnberg

Dipl.-Ing. Robert Süß-Wolf
Leiter Forschungsbereich Bordnetze
Telefon: 0911 5302-9095
Email: Robert.Suess-Wolf@faps.fau.de
Standort:
Fürther Straße 246b
90429 Nürnberg

Network of Automotive Excellence:



Das branchenübergreifende Netzwerk

NoAE ist eine freie, offene Initiative für die Mobilitätsbranchen und deren Kooperationspartner. Ausgangspunkt vor 10 Jahren waren die Automobil- und Zuliefererindustrie. Daraus hat sich ein internationales und unternehmensübergreifendes Expertennetzwerk entwickelt.

Zielsetzung ist der Erfahrungsaustausch zu

- strategischen
- organisatorischen und
- technologischen

Fragen und Herausforderungen für die Unternehmen innerhalb und außerhalb der Branchen.

NoAE wurde 2002 von bekannten Persönlichkeiten der Automotive-Branche und unter Mitwirkung der Europäischen Kommission gegründet.

Die stetig steigenden Marktanforderungen nach branchenübergreifenden Lösungen führen zu den notwendigen Anpassungen im Netzwerk. ■

Die aktuellen Herausforderungen: Future Factory und Industrie 4.0

Die Zukunftsaufgaben sind vielfältig: Angefangen von den Mitarbeitern, die sich auf neue Abläufe und Kundenbeziehungen einstellen müssen, bis hin zum Einsatz von neuen Technologien. Eine besondere Herausforderung stellt der Umgang mit den Daten. ■

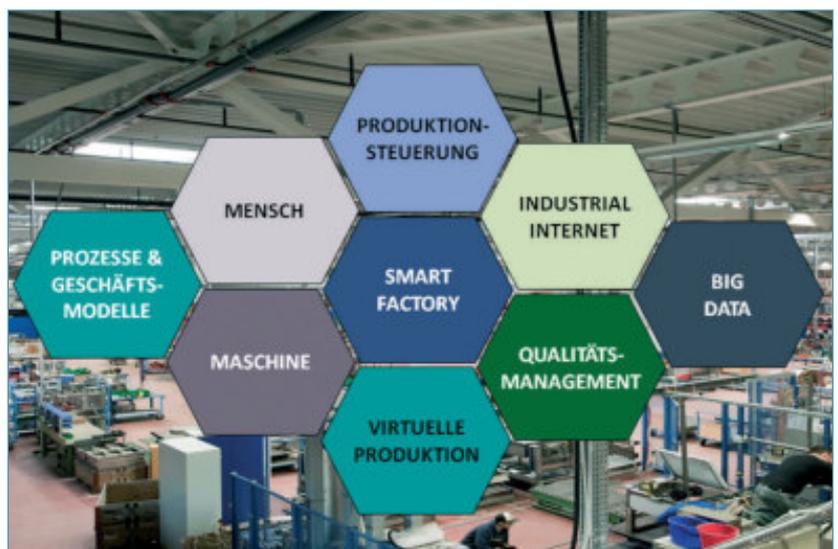


Abb. 1: Die Herausforderungen zur Fabrik der Zukunft - Industrie 4.0 ■

Die NoAE Initiative: Future Factory Alliance

Die skizzierten Herausforderungen lassen sich besser gemeinsam lösen – dazu haben sich Unternehmen zur Future Factory Alliance zusammengeschlossen:

- Bei der Future Factory Alliance handelt es sich um ein Kompetenzteam zum Thema „Industrie 4.0 – Fabrik der Zukunft“.
- Das Team ist aus mehreren Unternehmen aufgebaut und wird wissenschaftlich durch Institute sowie Hochschulen unterstützt.
- Der Ausgangspunkt dieser Unternehmung ist der Einsatz von innovativen und neuen Techno-

logien hin zu mehr Erfolg bei der Umsetzung von Industrie 4.0.

- Der Anspruch des Teams ist die Abbildung von End-to-End Prozessen, hierbei übernehmen die beteiligten Unternehmen die Verantwortung für die Umsetzung von Komplettlösungen ■

Future Factory Alliance: Der Lösungsansatz „alles aus einer Hand“

Gemeinsames Anliegen der Unternehmen ist es, die häufig bestehenden Lücken zwischen Prozessen und IT-Lösungen zu schließen – nur dieser gemeinsame Lösungsansatz gewährleistet die notwendige Flexibilität und nachhaltigen Erfolg.



**Gesamtkompetenz:
Planung, Umsetzung und Betrieb**



...alles aus einer Hand



Prozess- und IT Lösungen ohne Kommunikationsbrüche

- Abbildung von En-to-End Prozessen
- IT Strategie- und Architektur
- BigData
- Geodaten Management
- Security und Compliance
- Engineering Workspace
- Anlagen- und Systemauslegung

- Prozess- und Methodenkompetenz für Produktion und Logistik
- Mobile & Web Interfaces
- Cloud Transformation
- Ortsbasierte Dienste
- Mobile Solutions
- Augmented Reality

Abb. 2: Methodenkonzept des Future Factory Teams zur Beseitigung der Kommunikationsbrüche ■



*Ansprechpartner NoAE und Future Factory Alliance:
ewf institute NoAE*

Dipl.-Kfm. H. Köpplinger

*Goethering 17
D 85570 Markt Schwaben
Phone: +49 (8121) 2584 - 333
Fax: +49 (8121) 2584 - 335
Mobile: +49 (170) 52 77 666
eMail: h.koeplinger@ewf-institute.com*



MOVE

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

MEDIA MIND MOTION
www.mediamindmotion.com

Ob Imagefilm oder Messefilm - 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!

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



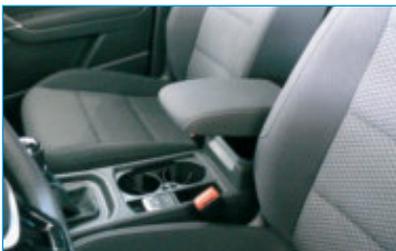
Kostenorientiert. Verfahrensgerecht. Innovativ.

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.

„Wir stellen durch ein spezielles Express-Spritzguss-Verfahren 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 27 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. Unsere Entwicklungsprozesse sind schnell, kostengünstig und ganz auf die Bedürfnisse unserer Kunden und deren Produkte abgestimmt. ■



Entwicklungsprojekt Konsolenarmlehne VW Touran ■

acad prototyping

Wenn die Idee das Papier verlässt und zum Produkt reift, ist die Stunde der Prototypenbauer ge-



Entwicklungsprojekt Mittelarmlehne Sonderausstattung Fond Daimler W222 S-Klasse ■

kommen. Prototypen sind die ideale Möglichkeit, eine Produktbestätigung und Absicherung durch vielfältige Erprobungsmöglichkeiten zu bekommen und weitere Entwicklungsbedarfe zu erkennen.

acad prototyping kann durch ein eigens entwickeltes Werkzeugsystem Prototypen im Originalwerkstoff erstellen. Die hohe Segmentierung ist besonders bei sehr komplexen Teilen ein entscheidender Vorteil. Die auf 3D-CAD-Daten 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 erweisen sich spätestens beim Serienwerkzeugbau als geldwerter Vorteil, da Risiken vorab minimiert werden können. ■

acad engineering

driven by evolution

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

acad prototyping

driven by improvement

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

Autor:

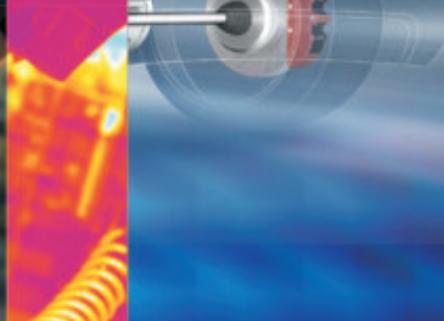
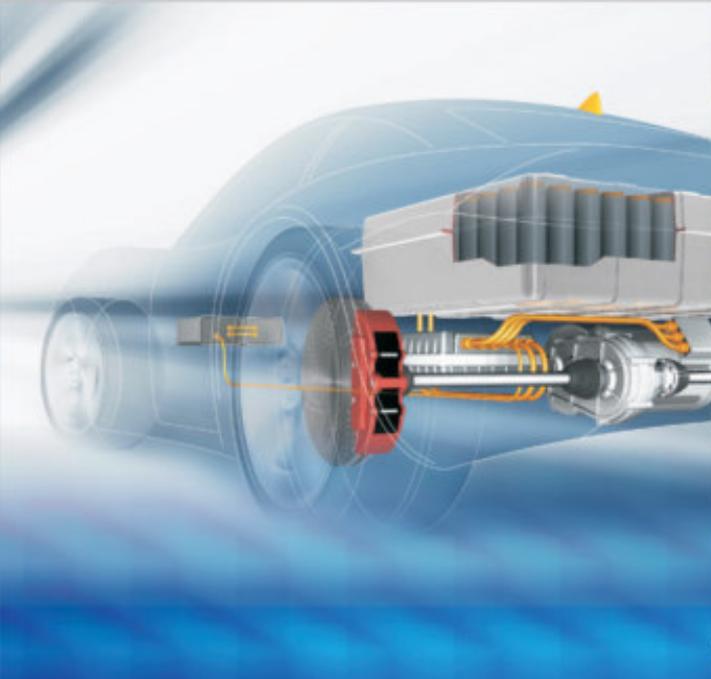
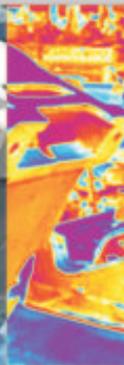


Dipl.-Ing.
Alexander Kalusche
Geschäftsführer

acad group

Gutenbergstraße 26
91560 Heilsbronn (Mfr)
Tel.: +49 (0)9872 95339-0
E-Mail: kontakt@acad-group.de
www.acad-group.de

Sonderteil e-Car



bayern  innovativ

Bildquelle: Fotolia/dell

Bayern Innovativ
Bayerische Gesellschaft für Innovation
und Wissenstransfer mbH
Gewerbemuseumsplatz 2
90403 Nürnberg
T +49 911 20671-0
info@bayern-innovativ.de

www.bayern-innovativ.de

Bayerisches Staatsministerium für
Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie





Vorwort

Deutschland ist unbestritten ein Auto- und Mobilitätsland – und das soll so bleiben. Wir stehen dabei aber vor großen Herausforderungen bei der Luftreinhaltung in unseren Städten. Die Entscheidung des Bundesverwaltungsgerichts zu Fahrverboten hat die Dynamik bei diesem Thema noch einmal erhöht und gezeigt, dass alle Maßnahmen zur Einhaltung der Stickoxid-Grenzwerte verhältnismäßig sein müssen. Die Frage ist also: Wie schaffen wir es, mehr Mobilität mit weniger Emissionen zusammenzubringen und gleichzeitig auf Fahrverbote und eine blaue Plakette zu verzichten?

Die Bundesregierung hat darauf schnell und nachhaltig reagiert und stellt über insgesamt elf Förderprogramme zusätzlich eine Milliarde Euro für die Nachrüstung von Diesel-Bussen, für die Elektrifizierung und für die Digitalisierung kommunaler Verkehrssysteme zur Verfügung. Mit ihrem Sofortprogramm „Saubere Luft 2017 - 2020“ und der Einrichtung einer Lotsenstelle, die die Antragsteller beim Zugang zu den Förderprogrammen unterstützt, wird dieser Prozess massiv vorangetrieben. Außerdem hat die Bundesregierung mit den Autokonzernen vereinbart, dass 5,3 Millionen Diesel-Pkw der Schadstoffklassen Euro 5 und 6

nachgerüstet werden. Die Maßnahmen wirken bereits: Seit ihrem Beginn vermehren etliche Kommunen rückläufige Emissionswerte.

Jetzt geht es darum, nicht nachzulassen. Die Bundesregierung hat deshalb fünf Modellstädte ausgewählt, mit denen über das Sofortprogramm hinausgehende innovative Maßnahmen zur Reduzierung der Stickoxidbelastung erprobt werden sollen. Dazu gehören zeitweilig fahrscheinloser ÖPNV, gezielte Verkehrslenkung und Umweltzonen für schwere Lkw.

Das ist unser intelligentes Maßnahmenpaket, um in unseren Städten und Gemeinden die Luft- und Lebensqualität zu verbessern – und mehr Mobilität mit weniger Emissionen zu vereinen. Ich bin überzeugt: Wenn alle gemeinsam – Bund, Länder und Kommunen – an einem Strang ziehen, gelingt die Emissionswende.

Siegfried Balleis

Sonderbeauftragter der Bundesregierung für das
Sofortprogramm „Saubere Luft“

Nachhaltig unter Strom – elektromobil in die Zukunft

Betrachtet man die CO₂-Emissionen der Sektoren in Deutschland lässt sich feststellen, dass der Anteil des Verkehrs rund 20 Prozent an diesen beträgt. Im Vergleich zu anderen Sektoren wie zum Beispiel Energie oder dem verarbeitenden Gewerbe nehmen die Treibhausgase im Verkehrssektor sogar eher zu als ab. Im Spannungsfeld der EU-Verordnung für Flotten von Automobilherstellern, die ab 2021 nur noch 95g/km ausstoßen dürfen erscheint es offensichtlich, dass in den nächsten Jahren verstärkt an nachhaltigen, umweltfreundlichen Mobilitätslösungen gearbeitet werden muss. In Bayern werden in diesem Zusammenhang zunehmend Aktivitäten im Bereich Elektromobilität im Sinne des Markthochlaufes vorangetrieben. Als zentralen Ansprechpartner sowie zur Umsetzung und Koordination entsprechender Maßnahmen im Freistaat hat das Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie die Bayern Innovativ GmbH mit der Kompetenzstelle Elektromobilität beauftragt. ■

Fahrzeuge

Die Diskussion über elektrisch betriebene Fahrzeuge konzentriert sich fast vollständig auf das Automobil und wird meist verkürzt und einseitig geführt. Mit über 50.000 rein batteriebetriebenen und mit in Summe gut über 100.000 inklusive Plug-in-Hybrid Fahrzeugen in Deutsch-



Bei der CoFAT - der jährlich von Bayern Innovativ in Fürstfeldbruck bei München ausgetragenen Conference on Future Automotive Technology - stellen führende Wissenschaftler und Unternehmensvertreter neue Trends der Elektromobilität vor. 2017 erläuterte Peter Schwarzenbauer, Mitglied des Vorstands der BMW AG, wie sich die Automobilindustrie auf das Digitale Zeitalter vorbereitet. Foto: Bayern Innovativ/Matthias Merz ■

land – der Anteil Bayerns ist daran ungefähr 20 % – steht der Hochlauf zum Massenmarkt noch bevor. Eine Vielzahl von neuen elektrischen Modellen in naher Zukunft lassen auch in Sachen Preis auf eine Optimierung für den Kunden hoffen. Ansonsten sind Elektroautos in vielen Fällen bereits alltagstauglich einsetzbar.

Wichtige Zukunftsfelder sind ebenfalls der öffentliche Nahverkehr insbesondere in urbanen ebenso wie in ländlichen Räumen. Die Elektrifizierung entsprechender Busflotten schafft die Möglichkeit zur Unterstützung einer lokalen Emissionsfreiheit in NOX-belasteten Städten. China gilt in diesem Kontext als Vorreiter und unterhält wohl bereits über 170.000 elektrische Busse. Der eBus des chinesischen Herstellers BYD wurde seit Verkaufsstart 2010 weltweit in fünfstelliger Stückzahl ver-

marktet und wird in London bereits mehr als fünfzig mal auch als Doppeldeckerbus eingesetzt. Die nahen Zukunftsaussichten sehen die zukünftigen Busse im ÖPNV aber auch im privaten Einsatz nicht nur elektrisch, sondern zunehmend auch autonom sowie on-demand. Ein weiterer wichtiger Einsatzbereich elektrischer Lösungen entsteht im Bereich des Liefer- und Wirtschaftsverkehrs. Wie elektrische Lieferfahrzeuge auch über den Einsatz in der eigenen Flotte hinaus erfolgreich selbst produziert und am Markt positioniert werden können zeigt die Erfolgsgeschichte rund um den Streetscooter und DHL. Nicht zu vergessen die mehr als drei Millionen Pedelecs und die deutliche Zunahme der eBikes. ■

Ladeinfrastruktur

Neben den elektrischen Fahrzeugen ist für den Markthochlauf

zum Massenmarkt der Aufbau einer bedarfs- sowie flächengerechten Ladeinfrastruktur entscheidend. In Ergänzung zum Bundesprogramm hat sich die Bayerische Staatsregierung das Ziel gesetzt, mit einem eigenen Landesförderprogramm den Aufbau einer flächendeckenden Ladeinfrastruktur voranzutreiben, um die Zielsetzung von 7.000 öffentlich zugänglichen Ladesäulen in Bayern im Jahr 2020 zu erreichen. Im Freistaat gab es laut Ladeatlas Bayern Ende 2017 ca. 2.000 Einträge von Ladesäulen mit etwa 3.500 Ladepunkten.

Das angesprochene Förderprogramm „Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge in Bayern“ des Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie wird in den nächsten Jahren den Ausbau nachhaltig unterstützen. Zudem ist neben dem Ausbau öffentlicher Ladeinfrastruktur auch der Ausbau von Lademöglichkeiten an privaten Kfz-Stellplätzen nötig. Ob in großen Wohnanlagen, in Parkhäusern oder an zentralen Knotenpunkten, der Kunde verlangt nach einer gewissen Grundversorgung, um sein Fahrzeug mit Energie beladen zu können. Wichtig ist ebenfalls, dass die Ladesäulen über einen gewissen Standard technologischer Voraussetzungen verfügen – Ad-hoc-Autorisierung, das Bezahlen aber auch das Suchen und Finden müssen kundenfreundlich gelöst werden. Dabei wird auch der Ladeatlas Bayern weiterhin seinen Beitrag leisten, der kontinuierlich gepflegt und weiterentwickelt werden soll. Zudem unterstützt die Kompetenzstelle



Mit der Wanderausstellung Elektromobilität hat die Kompetenzstelle Elektromobilität in den vergangenen fünf Jahren an über 60 Orten in ganz Bayern anschaulich die wichtigsten Themenbereiche der Elektromobilität vorgestellt. Die Ausstellung mit Exponaten zum Ausprobieren und Mitmachen bietet der breiten Öffentlichkeit Zugang zur Mobilität von morgen. Im Bild (v.l.n.r.): Thomas Benz (Landratsamt Schweinfurt), Emma Costa und Dr. Guido Weißmann (Bayern Innovativ), Florian Töpfer, Landrat Landkreis Schweinfurt
Foto: Landratsamt Schweinfurt, Tanja Dannhäuser ■

Elektromobilität gezielt bayerische Kommunen beim Auf- und Ausbau der Ladeinfrastruktur. Hierbei bieten wir grundlegende Informationen rund um kommunale Elektromobilität, insbesondere neutrale Fachinformationen, Vorträge für Entscheider und die Öffentlichkeit sowie operative Begleitung aller E-Aktivitäten. ■

Elektromobilität muss ganzheitlich gedacht und gelebt werden

Bei der Auseinandersetzung mit der Mobilität der Zukunft ist zu beachten, dass die Nutzung elektrischer Alternativen im Vergleich zu klassischen Antriebsformen nur die halbe Miete ist. Es erscheint zwar auf den ersten Blick logisch, dass die Nutzung elektrischer Mobilitätslösungen grundsätzlich klimafreundlicher sein kann. Wirklich Sinn macht Elektromobilität aber nur dann, wenn zum einen der dafür benötigte Strom aus erneuerbaren Energien stammt und zum anderen, wenn damit ebenfalls eine Änderung unseres Mobi-

litätsverhaltens einhergeht. Die geteilte Nutzung von Verkehrsträgern, der Ausbau des ÖPNV und eine nutzerfreundliche intermodale Verknüpfung des elektrischen Verkehrs können hier erhebliche Potenziale heben. Elektromobilität ist damit eine ganzheitliche Systeminnovation und kann eine nachhaltige Mobilitätslösung der Zukunft sein. Um die beschriebenen Aktivitäten sowie das Thema umfassend voranzutreiben, arbeitet die Kompetenzstelle Elektromobilität bei der Bayern Innovativ GmbH gerne mit Ihnen gemeinsam in einem starken Netzwerk an der weiteren Umsetzung. ■

Autor:



Dr. Johann Schwenk
Leiter
Kompetenzstelle
Elektromobilität
Bayern

Bayern Innovativ GmbH

Tel.: 0911-20671-215
E-Mail: schwenk@bayern-innovativ.de
www.bayern-innovativ.de

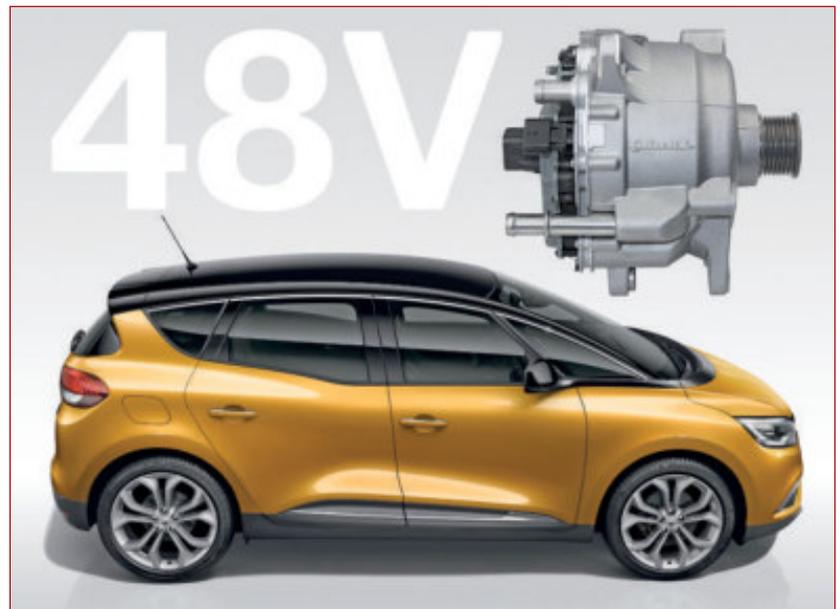
Europäische Metropolregion Nürnberg: Stark in Automotive – eMobilität als strategische Innovationstreiberin

Die Automobil-Zulieferer sind das industrielle Rückgrat der Europäischen Metropolregion Nürnberg (EMN). Mit rund 88.000 Beschäftigten und einem Arbeitsplatzwachstum von über zehn Prozent innerhalb der letzten sechs Jahre stellen sie eine bedeutende Branche dar. Die Unternehmenslandschaft ist dabei eher vom Mittelstand geprägt. Jedoch sind auch Weltmarktführer aus unterschiedlichsten Bereichen ansässig. Besondere Stärken liegen in der elektrischen und mechanischen Antriebstechnik sowie bei mechatronischen Systemlösungen.

Das Entwicklungsleitbild der EMN definiert daher nicht ohne Grund das technologieorientierte Kompetenzfeld „Automotive“ sowie das Aktionsfeld „Intelligente Mobilität“. Die Schwerpunkte darin sind: Automatisiertes Fahren, Umweltverträglichkeit, Intelligente Netze, Altersgerechte Mobilität und Hybride Antriebssysteme inklusive des Themas eMobilität.

Die effiziente und elektrische Mobilität gewinnt mehr und mehr an Bedeutung und es scheint nur eine Frage der Zeit, wann sie den klassischen Verbrennungsmotor dauerhaft ablösen kann. Mit ihrem breiten Mix an unterschiedlichen Zulieferern ist die EMN bestens aufgestellt, um diese und weitere Zukunftsthemen voranzutreiben und entscheidend zu prägen.

Ein Beispiel bietet die Conti Temic microelectronic GmbH am Standort Nürnberg, an dem allein 500 der rund 2500 Mitarbeiter mit allen Facetten der Elektrifizierung beschäftigt sind. Seit Oktober



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 ■

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 (beide mit Sitz in Erlangen).

Für die weltweit beachtliche Kompetenz im Bereich der elektrischen bzw. hybriden Antriebstechnik stehen darüber hinaus Unternehmen und Marken wie Siemens, Baumüller, Brose, Semikron, Schaeffler, MAN oder ABM Greiffenberger.

Weitere Stärken der Region umfassen Komponenten und Lösungen für die Bereiche Elektronik, Kabel, Bordnetze sowie Speicher- und Ladesysteme. Beispiele für Unternehmen und Marken sind hier Bosch, Leoni, Komax, FCI Connectors, ZF, Delphi, 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, zerstörungsfreie Materialprüfung), das Fraunhofer-Institut für Silicatforschung ISC (Werkstoffentwicklung für leistungsfähige schnelle und sichere Energiespeicher) sowie das Fraunhofer UMSICHT mit Institutsteil in Sulzbach-Rosenberg (Centrum für Energiespeicherung). Einrichtungen wie das E|Drive Center an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (fertigungsnahe Auslegung, Produktionstechnologien und Applikationsentwicklung für elektrische



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 ■

Antriebe), das Bayerische Polymer-Institut an drei Universitäten mit Sitz in Bayreuth, Fürth und Würzburg (u.a. Entwicklung von Faserverbundwerkstoffen wie CFK) sowie das Technologie-Transfer-Zentrum-Elektromobilität (TTZ-EMO) an der Hochschule für angewandte Wissenschaften Würzburg-Schweinfurt (u.a. Lastmanagement mit Elektromobilität und innovative Ladetechnologien) bieten zukunftsori-

enterte Lösungen an wie auch das Institut für leistungselektronische Systeme (ELSYS) der Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm (u.a. Netzintegration von Elektrofahrzeugen), das Automobiltechnikum Bayern in Hof (Mess- und Prüftechnik), die Ostbayerische Technische Hochschule Amberg-Weiden (Eingebettete System und Echtzeitsoftware für Elektromobilität) sowie das Technologietransferzentrum



Die Motoren von 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 9,5 Tonnen befördern. Quelle: Baumüller ■



Netherlands@Schaeffler: Der Bio-Hybrid von Schaeffler vereint die Vorteile Stabilität und Wetterschutz mit dem Energieverbrauch und der Raumausnutzung eines Pedelecs.
Foto: Schaeffler ■

Automotive an der Hochschule Coburg (TAC).

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, Regensburg und Würzburg-Schweinfurt seit dem Jahr 2013 den IHK-Innovations- und Anwender-Club eMobilität an (<http://emobility-nordbayern.de>). Beispiele für weitere regionale Cluster und Netzwerke, die das Thema Elektromobilität vorantreiben, sind die in Nürnberg angesiedelte Bayern Innovativ GmbH, die Kompetenzinitiativen EnergieRegion Nürnberg e.V. (Projekt „CODIFeY“), das Center for Transportation and Logistics Neuer Adler e.V.(CNA), der European Center for Power Electronics e.V. (ECPE) sowie in Bayreuth das Automobilnetzwerk ofraCar-Automobilnetzwerk e.V. Die in Fürth ansässige solid GmbH bündelt die Elektromobilitätsaktivitäten der regionalen Energieversorger, beispielsweise mit dem Projekt „Ladeverbund Franken+“. ■



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



HF-Abschirmung und EMV-Lösungen von Infratron

Elektromobilität bedeutet Antriebe mit getakteter elektrischer Leistung. Zusammen mit der allgegenwärtigen Digitalisierung sorgt dies für sprunghaft steigende Anforderungen bezgl. der elektromagnetischen Abschirmung im Fahrzeugbereich. Hier können anwendungsspezifische Lösungen von Infratron schnell und zuverlässig Abhilfe schaffen.



Seit über 45 Jahren beliefert Infratron anspruchsvolle Kunden aus den Bereichen Industrie, Medizintechnik, Automobilbau, sowie Luft- und Raumfahrt. Der aktuelle Schwerpunkt liegt auf kundenspezifischen EMV-Lösungen für die Elektromobilität. In jedem Elektrofahrzeug gibt es bestimmte kritische Problemstellen, die höchste Anforderungen bezgl. der Abschirmwirkung, der Leitfähigkeit, der Umwelтанforderungen und der Zuverlässigkeit stellen. Dies stellt sich aber leider manchmal erst beim EMV-Test heraus.

Mit seiner jahrelangen Erfahrung aus Serienprojekten namhafter Kfz-Hersteller bietet sich Infratron hier als lokaler Partner erster Wahl an.

Infratron GmbH
Am Schnepfenweg 34
80995 München
Tel. 089/158126-0
info@infratron.de
www.emv-support.de
www.infratron.de



Was zu tun ist, wenn der EMV-Test nicht bestanden wurde

Oder wie es erst gar nicht so weit kommt

Die gesamte moderne Elektromobilität beruht auf dem Einsatz von Leistungselektronik. Und die ist untrennbar mit der Aussendung hochfrequenter elektromagnetischer Wellen verknüpft. Damit rückt das Thema EMV (elektromagnetische Verträglichkeit) in den Mittelpunkt des Interesses. Für klassische Fahrzeugbauer stellt dies eine völlig neue Herausforderung dar.

Der Einsatz digitaler Elektronik in modernen Kfz ist keine neue Entwicklung. Neu ist aber, daß nun auch der Hauptantrieb elektrisch erfolgt. Damit sind die elektrischen Leistungen und somit auch die ausgesendeten Störpegel um viele Größenordnungen höher als bisher. Dies stellt eine völlig neue Herausforderung im Bereich des Fahrzeugbaus dar, und betrifft hauptsächlich den Antriebsstrang. Sowohl der Aufbau der Einheit „Leistungselektronik“ wie auch insbesondere die Verbindung mit dem Elektromotor haben sich hier als besonders kritisch erwiesen. Aber auch die Batterieseite kann ihre Tücken aufweisen.



Kombinierte EMV- und Umweltdichtung aus Fluorsilikon mit höchster Ölbeständigkeit und sehr hoher elektrischer Leitfähigkeit ■

Als EMV-Spezialist und langjähriger Partner der Automobilindustrie war Infratron von Anfang an in diese Entwicklung eingebunden und liefert seit Jahren Serienteile für derartige Anwendungen an eine

wachsende Anzahl namhafter Hersteller. Die Hauptschwierigkeit hierbei liegt in der gleichzeitigen Berücksichtigung von automobilspezifischen und EMV-Anforderungen, und zwar möglichst von Anfang an. Nur so und mit der dafür nötigen Erfahrung können qualitativ hochwertige, zuverlässige und preisgünstige Lösungen realisiert werden.



EMV-Zelt für Pre-Compliance Messungen ■

Ein ganz anderes Thema ist, wie man Messungen zur elektromagnetischen Verträglichkeit eines ganzen Fahrzeugs bewerkstelligt. Mit wachsenden Fahrzeug-Abmessungen und dem Einsatz immer höherer Frequenzen kommt die klassische Absorberhalle nämlich irgendwann an ihre Grenzen, weil die

Wellen nicht mehr ausreichend „um das Fahrzeug herum laufen“. Für ihre Nutzfahrzeuge verfolgt die Firma Daimler daher aktuell einen völlig neuen Ansatz, und hat in Zusammenarbeit mit ihrem Dienstleister MB Tech und Infratron als Lieferant erstmalig ein neues Hallenkonzept realisiert. Es handelt sich um eine sogenannte „Hybrid Chamber“, bei der innerhalb der bestehenden Absorberhalle leitfähige Textilien, die mit einem einfachen Scheibenwischermotor in Schwingung versetzt werden, für eine Verwirbelung der elektromagnetischen Wellen sorgen. Dadurch können erhebliche Einsparungen bei den Meßzeiten und gleichzeitig eine Verbesserung der Meßgenauigkeit erzielt werden. ■



Autor:



Jürgen Leistner
Technische
Geschäftsleitung

Infratron GmbH
Am Schnepfenweg 34
80995 München
089/158126-0
info@infratron.de



Audi e-tron Sportback concept – Architektur der E-Mobilität

- *Ab 2019 in Serie: zweiter Elektro-Audi*
- *Emotional und kraftvoll: Audi Coupé-Design*
- *Erhellend: Das e-tron-Licht kommuniziert mit seiner Umwelt*

Designstudie und Technikträger, E-Auto und Kraftpaket im Coupé-Gewand: Der viertürige Gran Turismo Audi e-tron Sportback concept verfügt über einen 320 kW starken Elektroantrieb. Die Formensprache verbindet klassische Audi-Elemente mit zahlreichen zukunftsweisenden Details: eine elektrisierende Architektur, der Technologie und dem Package des Elektroantriebs konsequent auf den Leib geschneidert.

Der Audi e-tron Sportback ist für Audi eine weitere wichtige Etappe auf dem Weg zur Elektromobilität. Rupert Stadler, Vorstandsvorsitzender der AUDI AG, bekräftigt: „2018 beginnen wir mit dem Audi e-tron – dem ersten alltags-tauglichen Elektroauto im Kernwettbewerb. Mit einer Reichweite von mehr als 500 Kilometern und dem besonderen elektrischen Fahrerlebnis machen wir diesen sportlichen SUV zum Must-have des kommenden Jahrzehnts. Und schon 2019 folgt mit der Serienversion des Audi e-tron Sportback eine emotionale Coupé-Variante, begeistert und bereits auf den ersten Blick als E-Automobil erkennbar.“ Im betont hell gestalteten Interieur bietet der Audi e-tron Sportback concept die Synthese aus funktionaler Klarheit und der Reduktion der Bedienelemente als Formprinzip. Großflächige berührungssensitive Bildschirme unterhalb des Zentraldisplays, an der Mittelkonsole und in den Türverkleidungen, dienen der Information und Inter-



Audi e-tron Sportback concept - Frontansicht ■

aktion mit den Fahrzeugsystemen. Horizontale Flächen am Armaturenträger und der scheinbar schwebenden Mittelkonsole vermitteln den vier Insassen auf Einzelsitzen ein Gefühl von lichter Weite. Eine bei Tag und Nacht sichtbare Innovation bietet die Lichttechnik des Konzeptautos. Digital gesteuerte LED-Matrix-Einheiten an Front und Heck schaffen eine exzellente Lichtausbeute. Winzige Digital-Matrix-Projektoren setzen buchstäblich Zeichen auf dem Asphalt, sie

machen das Licht zum vielseitigen, dynamischen Kommunikationskanal gegenüber dem Umfeld. Die Marke mit den Vier Ringen hat weltweit die ersten LED-Vollscheinwerfer eingeführt und auch der Matrix-LED-Technik sowie dem Laser-Licht und der OLED-Technologie zum Durchbruch verholfen. In der Technikstudie von Shanghai debütiert nun gleich eine ganze Reihe komplexer Funktionen, die Sicht und Interaktion mit dem Umfeld mittels Licht in neue Bahnen lenken.



Audi e-tron Sportback concept – Cockpit ■

Als Augen im Gesicht der Studie fungieren auf beiden Seiten schmale Leuchtbänder unterhalb der Motorhaube – die Tagfahrlichter. Mit einer Kombination von LED und einer mit Mikrospiegeln versehenen Oberfläche sowie einer komplexen Steuertechnik lassen sich hier zahlreiche animierte Bewegungen und Signaturen ermöglichen. Beim Starten des e-tron Sportback, auch beim Öffnen der Türen nutzt das System schaltbare Segmente, um dynamische visuelle Begrüßungssignale zu erzeugen. Unterhalb des Tagfahrlichts gibt es links und rechts vom Singleframe zwei großflächige Lichtfelder, in denen jeweils rund 250 LED in räumlicher Anordnung platziert sind. Daraus resultiert eine Vielzahl an Möglichkeiten, hier beein-

druckende Grafik und auch konkrete kommunikative Zeichen – sogar in Bewegung – zu erzeugen.



Audi e-tron Sportback concept - Designskizze Innenraum ■

Für den Antrieb nutzt der e-tron Sportback eine Konfiguration, die auch in künftigen Serien-Audi mit voll elektrischem Antrieb zu finden sein wird: Eine E-Maschine an der Vorderachse und zwei an der Hin-

terachse treiben alle vier Räder an und machen das leistungsstarke Coupé in typischer Audi-Manier zum quattro. 320 kW Leistung – beim Boosten sogar 370 kW – sorgen für standesgemäßen Vortrieb – der Sprint von 0 auf 100 km ist in nur 4,5 Sekunden absolviert. Die Reichweite beträgt mit 95 Kilowattstunden Energieinhalt der Batterie mehr als 500 Kilometer (NEFZ).

Die flüssigkeitsgekühlte Lithium-Ionen-Batterie der Konzeptstudie liegt – wie schon beim e-tron quattro concept – zwischen den Achsen unter der Fahrgastzelle. Diese Einbaulage sorgt für einen tiefen Schwerpunkt und eine aus-

gewogene Achslastverteilung von 52:48 (vorn/hinten). Das verleiht dem sportlichen SUV eine im Segment herausragende Fahrdynamik und -sicherheit. Die Batterie kann durch das so genannte Combined Charging System mit zwei Anschlüssen mit Wechselstrom (AC) und Gleichstrom (DC) geladen werden.

An der Front der Studie ist das bekannte Achteck des Singleframe betont breit und horizontal geschnitten – dank erheblich niedrigeren Luftbedarfs des E-Motors kann die große Öffnung hier entfallen. Die in Wagenfarbe lackierte plastische Abdeckung trägt ein Strukturmuster und ist vom Markenzeichen der Vier Ringe gekrönt – eben wie das Gitter des klassischen Singleframe.

Die zentrale Fläche ist an den Rändern nach hinten gezogen und gibt



Audi e-tron Sportback concept - Antriebsstrang ■

oberhalb Raum für die durchströmende Luft. Der Lufteinlass wird von einem gleichfalls achteckigen, schwarz lackierten Rahmen eingefasst, der nahezu die gesamte Breite der Frontpartie gliedert.

Zwischen der tief nach unten gezogenen Motorhaube und der Frontschürze sowie den Radhäusern formt er zusammen mit den Leuchteinheiten das unverwechselbare Gesicht dieses Audi.

Neue Wege gehen die Audi-Designer auch bei der durchströmten Motorhaube. Oberhalb der im vorderen Bereich tief nach unten gezogenen Haube verbindet eine parallel zur Front verlaufende Brücke die beiden Kotflügel und fungiert zugleich als Luftleitelement. So wirkt die Frontpartie deutlich dynamischer als die massigere Front eines Automobils mit vorn eingebautem Verbrennungsmotor.

An den Seiten des Konzeptautos formen die weit herausgezogen Radhäuser mit betont horizontalem oberen Abschluss die signifikante quattro-Architektur. Sie sind nicht nur ein visueller Beleg von breiter Spur und dynamischem Potential, sondern stehen auch für die Einbindung des e-tron Sportback in die Genetik der Marke. Große 23-Zoll-Räder im

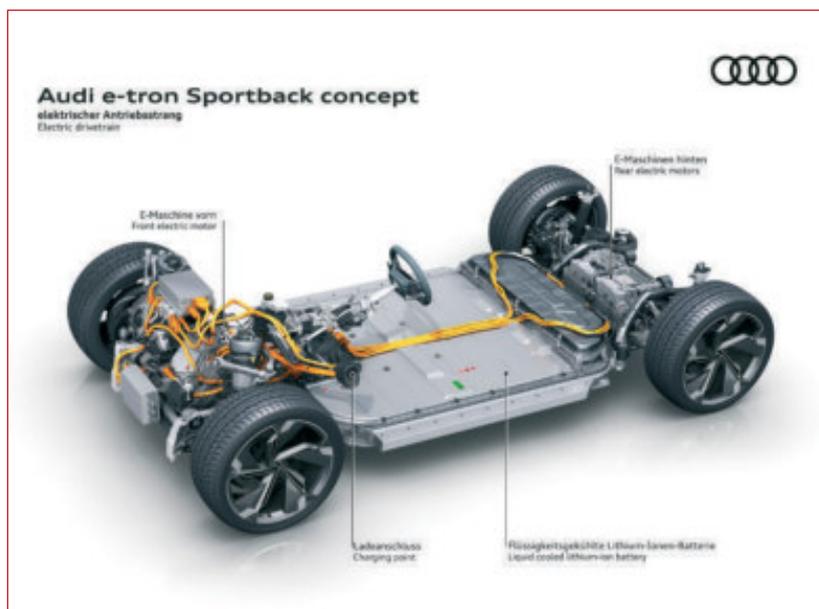


Audi e-tron Sportback concept - Heckansicht ■

technischen 6-Speichen-Design unterstreichen den selbstbewussten Auftritt des stattlich dimensionierten Coupés. 4,90 Meter Außenlänge, 1,98 Breite und eine Höhe von 1,53 Meter bei einem Radstand von 2,93 Meter positionieren den e-tron Sportback im C-Segment, also nahe am Audi A7. Kleine Kameras ersetzen die Außenspiegel – eine Technologie, die über die verbesserte Umströmung und Reduzierung der Windgeräusche hinaus weitere Vorteile bringt: Der tote Winkel der physischen Außenspiegel entfällt nahezu, ebenso wie die Sichtverdeckung nach schräg

vorn. Die Anzeige erfolgt über separate Displays in den Türen. Audi zeigt diese Technologie als konkreten Ausblick auf den Serieneinsatz.

Auf der IAA 2015 hat Audi die Konzeptstudie Audi e-tron quattro concept als Vorläufer eines ersten rein elektrisch angetriebenen Serienautomobils der Marke vorgestellt. Als SUV völlig neuen Zuschnitts bietet er eine Reichweite von bis zu 500 Kilometern bei Raumangebot und Komfortniveau eines typischen Audi-Oberklasse-Automobils. Die Fahrleistungen entsprechen denen eines Hochleistungs-Sportwagens – den Sprint von 0 auf 100 km/h absolviert der Audi e-tron quattro in nur 4,6 Sekunden. 2018 wird die Serienversion dieses zukunftsweisenden Elektro-SUV in den Markt starten. Dem Konzeptauto Audi e-tron Sportback concept wird 2019 die Serienversion nachfolgen. ■



Audi e-tron Sportback concept - elektrischer Antriebsstrang ■

Ansprechpartner:

Josef Schloßmacher

AUDI AG

I/GP-P

D-85045 Ingolstadt

Tel.: +49-841-89-33869

Fax: +49-841-89-90786

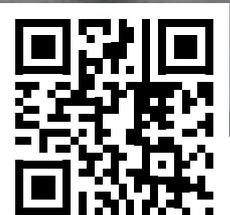
josef.schlossmacher@audi.de

www.audi.com

eMove360° 2018

3. Internationale Fachmesse für die Mobilität 4.0
elektrisch - vernetzt - autonom

16. - 18. Oktober 2018, Messe München



Produktionstechnologien für die Antriebe der Zukunft

*Anwendungsorientierte
Forschung am E|Drive-Center
des Lehrstuhls FAPS in Nürnberg*



Herausforderungen der Elektromotorenproduktion

Die Automobilindustrie steht derzeit vor einem bedeutenden Wandel – der Elektrifizierung des Antriebsstrangs. Für den Einsatz im Fahrzeug müssen leistungsfähige Elektromotoren entwickelt werden, die den strikten Anforderungen der Automobilindustrie in Bezug auf Kosten, Qualität, Zuverlässigkeit und Betriebssicherheit gerecht werden. Daneben ist die Reduzierung des Bauraums, des Gewichts sowie der Geräuschemissionen von großer Bedeutung. Weitere Entwicklungsziele sind die Erhöhung der Leistungsdichte, Optimierung von Kühlkonzepten und die Verbesserung der Regelbarkeit.

Neue Herausforderungen ergeben sich jedoch nicht nur in der Entwicklung von Elektromotoren, sondern insbesondere in deren Produktion. Da Industriemotoren in höheren Leistungsklassen bislang nur in geringen Stückzahlen gefertigt wurden, erfolgt deren Produktion größtenteils manuell. Doch für eine wirtschaftliche und serienflexible Fertigung von elektrischen Traktionsantrieben sind effiziente, hochautomatisierte Fertigungsprozesse unabdingbar. Zur Befähigung der bestehenden Prozesstechnologien des Elektromaschinenbaus für die Automobilindustrie sind daher

weitreichende Neuentwicklungen erforderlich. Die Kosten- und Qualitätsziele der Automobilisten lassen sich also nur in einer engen Maßnahmenkombination von Funktions- und Prozessoptimierungen erreichen. ■

E|Drive-Center des Lehrstuhls FAPS in Nürnberg

Um den neuen, fertigungstechnischen Anforderungen der Automobilindustrie zu begegnen, beschäftigen sich Forscher der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU) u.a. mit der serienflexiblen Automatisierung der Elektromotorenproduktion. Im E|Drive-Center, dem Bayerischen Technolo-

giezentrum für elektrische Antriebstechnik, des Lehrstuhls für Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik (FAPS) werden innovative Produktionstechnologien mit dem Ziel erforscht, die gewonnenen Erkenntnisse nutzbringend in die industrielle Praxis zu übertragen (Abb. 1). Die Arbeitsschwerpunkte des E|Drive-Centers liegen neben der fertigungsnahen Auslegung vor allem in der Produktionsprozessgestaltung von Komponenten und Systemen der elektrischen Antriebstechnik. Darüber hinaus werden Fertigungs- und Prüfprozesse für Komponenten induktiver Ladesysteme für Elektrofahrzeuge erforscht. ■



Abb. 1: Blick auf die Demonstrationsanlagen zu verschiedenen Wickeltechnologien im Forschungslabor des E|Drive-Centers am Lehrstuhl FAPS ■

Forschungslabor mit umfangreichem Anlagenpark

Aufgrund des hohen Anwendungsbezugs des E|Drive-Centers wurden im Rahmen vergangener Forschungsprojekte bereits zahlreiche Demonstrationsanlagen aufgebaut und in praktischen Versuchsreihen optimiert. Den Platz hierfür bieten die Labor- und Büroräume des ehemaligen AEG-Geländes, auf dem sich das E|Drive-Center des Lehrstuhls FAPS seit Mitte 2011 befindet. Die großflächige Versuchshalle deckt die verschiedenen Technologiebereiche der Elektromotorenfertigung umfassend ab (Abb. 2). Der umfangreiche Anlagenpark wird dabei nicht nur für die Bearbeitung von Forschungs- und Industrieprojekten, sondern auch für die praktische Ausbildung von Studierenden der FAU genutzt. Der Elektromotor stellt zwar einen wichtigen Teil im Antriebsstrang zukünftiger Mobilitätsformen dar, muss jedoch stets im Zusammenwirken mit weiteren zentralen Elementen wie Ladesystem, Energiespeicher, Bordnetz oder Leistungselektronik betrachtet werden. Die Forschungsaktivitäten am E|Drive-Center werden daher um die

komplementären Arbeitsgebiete der angrenzenden Forschungsbereiche Elektronikproduktion, Bordnetze und Effiziente Systeme ergänzt. Insgesamt beschäftigt der Lehrstuhl FAPS rund 100 Mitarbeiter an zwei Standorten, aufgeteilt auf sechs Forschungsbereiche, von denen das E|Drive-Center den größten Bereich darstellt. ■

Forschungsprojekte entlang der gesamten Prozesskette

Die zahlreichen vergangenen und aktuellen Forschungs- und Entwicklungsprojekte des E|Drive-Centers verteilen sich entlang der gesamten Prozesskette der Elektromotorenproduktion. Die nachfolgenden Ausführungen stellen daher nur einen kleinen Auszug der Forschungsaktivitäten dar.

Als ergänzende Alternative in der Verarbeitung von Elektroband wird am E|Drive-Center der kontinuierliche Prozess des Rotationsschneidens untersucht (Abb. 3). Zur schnellen Prototypenfertigung wird hingegen das flexible Laserschneidverfahren eingesetzt. Um den Wirkungsgrad des Motors zu erhöhen, wird weiterhin eine Minimierung der Ummagnetisierungsverluste

des Blechpakets angestrebt. Hierzu werden in einem aktuellen Projekt die eingesetzten Materialien verbessert und die jeweiligen Packierverfahren optimiert.

Um produktspezifische Werkzeugkosten zu minimieren, werden am E|Drive-Center unter anderem verschiedene roboterbasierte Wickel- und Einziehtechniken entwickelt. Roboterbasierte Verlegeverfahren für Hochfrequenzlitzten ermöglichen außerdem die Fertigung komplexer Spulengeometrien für induktive Ladesysteme. Daneben wird derzeit eine innovative Universalwickelmaschine in Betrieb genommen, mittels derer verschiedene Wickelschemata mit variierenden Drahtgeometrien hergestellt werden können (Abb. 4). Zur schnellen und flexiblen Offline-Programmierung wurde die Anlage um eine CAD/CAM-Kette erweitert. Daneben rücken halboffene Formspulen, sogenannte Hairpins, verstärkt in den Fokus der Automobilindustrie. Hairpins sind leichter automatisiert zu handhaben, bringen jedoch eine Vielzahl an Kontaktstellen mit sich.

Eine zentrale Herausforderung der Hairpin-Technologie ist daher die

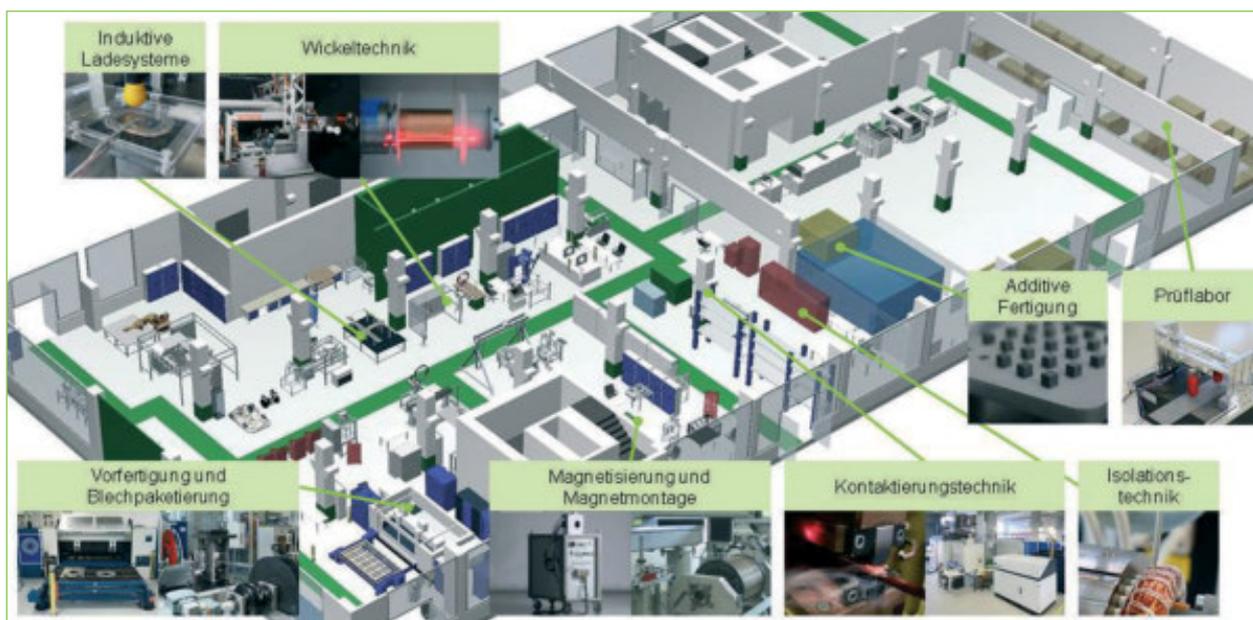


Abb. 2: Überblick über das Forschungslabor des E|Drive-Centers am Lehrstuhl FAPS mit zahlreichen Demonstrationsanlagen zu innovativen Technologien rund um den Elektromaschinenbau ■



Abb. 3: Prototypische Anlage zum Rotationsschneiden von Elektrobänd als ergänzende Alternative zum konventionellen Stanzen ■

Kontaktierung. Einen vielversprechenden Ansatz bildet hier das Laserschweißen, welches am E|Drive-Center ganzheitlich erforscht und weiterentwickelt wird (Abb. 5). Darüber hinaus werden im Rahmen weiterer Projekte das Heißschrumpfen sowie das innovative Ultraschallschweißen zum Kontaktieren von Kupferlackdrähten untersucht. Im gleichen Kontext werden auch diverse Verfahren zur taktzeitoptimierten Entfernung der Lackisolation von Kupferflächleitern entwickelt und qualifiziert. Zusätzlich werden neue Konzepte zur Montage und zum Twisten von Hairpins erforscht. Weitere Optimierungspotenziale liegen in der Herstellung der Isolation von Elektromotoren. Gegenüber herkömmlichen Einlegeteilen kann die Pulverbeschichtung den Kupferfüllfaktor von Rotoren und Statorn entscheidend verbessern. Überdies wird das induktive Aushärten von Isolationsharzen als ressourceneffiziente Prozessalternative zu Ofenprozessen untersucht. Hierzu wurden unter anderem Ansätze zur effektiven Regelung und Überwachung der Temperatur entwickelt.

Einen weiteren zentralen Forschungsschwerpunkt des E|Drive-Centers stellt die Handhabung und Montage bereits magnetisierter Permanentmagnete dar.

Neben Zuführeinrichtungen werden präzise Positioniersysteme und Klebprozesse erforscht. Darüber hinaus wurden Inline-Messsysteme zur Rotorprüfung entwickelt und ein Magnet-Intralogistiksystem zur selektiven Magnetmontage prototypisch aufgebaut.

Daneben werden automatisierte Prozessketten für das Fertigen und Wuchten von Rotor-Welle-Verbindungen untersucht. Dabei wurde ein neuartiges Konzept zur Kombination des Paketierens und der Magnetmontage entwickelt und validiert.

Aufgrund der erhöhten Anforderungen an die Qualität von Trak-

tionsantrieben bedarf es der Entwicklung leistungsfähiger Inline-Prüfverfahren. Folglich werden am E|Drive-Center neue Prüftechniken zur Erweiterung des Produktverständnisses und Fehlerdetektion angewandt und weiterentwickelt. So verfügt das Magnetfeldmesslabor über verschiedene Magnetfeldsonden und Messsysteme zur Charakterisierung von permanentmagnetischen Materialien, Elektroblechen oder sonstigen ferromagnetischen Erzeugnissen.

Aufgrund der begrenzten Verfügbarkeit und des hohen Wertes vieler, im Elektromotor verbauter Materialien (insb. seltene Erden, Bunt- und Schwermetalle), wurden zudem Verfahren zum Recycling sowie Prozesse zur Minimierung des Materialverbrauches entwickelt.

Auch die Trendthemen additive Fertigung und Industrie 4.0 werden bei der Produktion elektrischer Antriebe zunehmend adressiert. Zur additiven Herstellung von Permanentmagneten wird beispielsweise die Verarbeitung von Seltenerd-Magnetmaterial durch das Laserstrahlschmelzen im Pulverbett erforscht. Weiterhin werden rechnergestützte Methoden der digitalen Fabrik zur Simulation von Produktionssystemen und virtuel-



Abb. 4: Innovative Universalwickelmaschine zur flexiblen Herstellung verschiedener Wickelschemata mit variierenden Drahtgeometrien ■



Abb. 5: Versuchszelle zum Laserschweißen für die Erforschung laserbasierter Prozesse zum Fügen von Kupferwerkstoffen ■

len Prozessabsicherung verwendet. Darüber hinaus werden die Potenziale wissensbasierter Systeme sowie maschineller Lernverfahren im Sinne einer Elektromotorenproduktion 4.0 untersucht. ■

Kooperationsformen und Technologietransfer

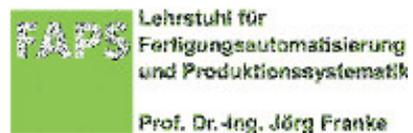
Mit der Erforschung innovativer Produktionstechnologien für die Antriebe von morgen fügt sich das E|Drive-Center hervorragend in die Cluster-Initiativen für Mechatronik und Automation, Automotive und Umwelttechnologie ein. Weiterhin unterstützt das E|Drive-Center effektiv die Automobilindustrie bei dem verstärkten Einsatz der elektrischen Antriebstechnik im Kraftfahrzeug. Seit Gründung des E|Drive-Centers im Mai 2010 konnten bereits eine Vielzahl an Forschungs- und In-

dustrieprojekten abgeschlossen werden.

Neben mehreren Erfindungsmeldungen wurden auch zahlreiche Fachseminare, Vortragsreihen und Konferenzen veranstaltet. Im Rahmen des WGP-Seminars „Produktion elektrischer Antriebe“ lädt das E|Drive-Center einmal jährlich 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 Elektromotorenproduktion.

Mit der E|DPC, der „International Electric Drives Production Conference“, organisiert das E|Drive-Center außerdem einen international einmaligen Fachkongress auf dem Gebiet der Elektromotorenproduktion (Abb. 6). Die diesjährige

E|DPC in Schweinfurt bietet vom 4. bis 5. Dezember 2018 bereits zum achten Mal in Folge eine einzigartige Plattform zum intensiven Erfahrungsaustausch zwischen Wissenschaft und Praxis im Bereich der Elektromotorenproduktion. ■



Autoren:



Dr.-Ing.
Alexander Kühl
Forschungsbereichsleiter



Andreas Mayr,
M.Sc., M.Sc.
Wissenschaftlicher
Mitarbeiter



Dipl.-Ing.
Michael Masuch
Wissenschaftlicher
Mitarbeiter

E|Drive-Center am Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik

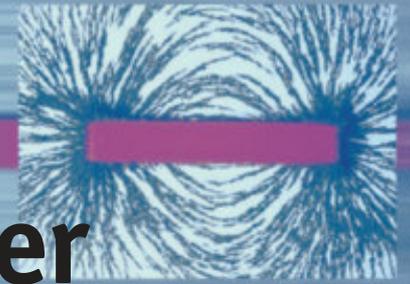
Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke
Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

Fürther Str. 246b
D-90429 Nürnberg
Tel.: +49.911.5302.9066
Fax: +49.911.5302.9070
E-Mail: alexander.kuehl@faps.fau.de
www.faps.fau.de



Abb. 6: Jährlich stattfindende internationale Konferenz mitsamt angehängter Messe zur Produktion elektrischer Antriebe ■

Elektrobleche: Starke Magnetfelder durch scharfe Kanten



Forscherinnen und Forscher optimieren Schneidvorgang von Blechen für den Elektromotor

Um in einem Elektromotor die Elektrizität in Bewegungsenergie umzuwandeln, müssen Magnetfelder erzeugt werden. Entscheidend für die Effizienz des Elektromotors sind die magnetischen Eigenschaften seiner Hauptbestandteile, der sogenannten Elektrobleche. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Technischen Universität München (TUM) haben den Verarbeitungsprozess dieser Bleche untersucht. Ihr Ergebnis: Stumpfe Werkzeuge vermindern die magnetischen Eigenschaften der Bleche beim Schneiden erheblich.

Die lange Ladedauer der Batterien und die geringe Reichweite – das sind aktuell die Hauptkritikpunkte an der Elektromobilität. Forscherinnen und Forscher arbeiten daran, die Effizienz der Elektromotoren zu erhöhen, um so den Energiebedarf von Elektrofahrzeugen zu senken. Dabei spielen viele Einzelkomponenten eine Rolle, allen voran die Elektrobleche. Sie sind wichtig, da in ihnen die Magnetfelder erzeugt werden, die den Motor durch die Anziehungs- und Abstoßungskräfte in Bewegung versetzen.

Je nachdem wie der Motor aufgebaut ist, müssen unterschiedliche Löcher in die Bleche geschnitten werden – zum Beispiel, um Platz für die Kupferspulen zu schaffen, die im Motor verbaut werden. Jedes Blech wird dabei einzeln in einer Presse gestanzt – das Prinzip ist vergleichbar mit dem eines Lochers. Das Schneiden erledigen spezielle Schneidwerkzeuge, die vorgegebene Geometrien in die Bleche einbringen. Zum Schluss werden die Bleche zu kompakten Paketen verbunden. ■



Hannes Alois Weiss, wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Umformtechnik und Gießereiwesen, am Stanzautomaten. An dieser Maschine schneiden die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler die Elektrobleche mit Hilfe komplexer Werkzeuge. (Bild: Andreas Heddergott / TUM) ■

Strombedarf steigt um bis zu 400 Prozent

In der Werkstatt haben Forscherinnen und Forscher vom Lehrstuhl für Umformtechnik und Gießereiwesen der TUM diesen Prozess im Detail untersucht. „Wir wollten herausfinden, wie die Verarbeitung der Bleche durch den Stanzprozess die magnetischen Eigenschaften der

Bleche beeinflusst“, erklärt Projektleiter Hannes Weiss.

Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler fanden heraus, dass die Schärfe der entsprechenden Schneidstempel einen sehr großen Einfluss auf die magnetischen Eigenschaften der Bleche hat. Vergleichen lässt sich dieser Effekt mit einer Schere, die mit der Zeit stumpf wird: Es ist mehr



Einzelne Elektroleche werden zu einem kompakten Paket zusammengefügt. Das Bild zeigt ein Rotorblechpaket. (Foto: Andreas Heddergott / TUM) ■

Kraft nötig, um das Papier zu schneiden. In den Blechen entstehen durch die stumpferen Kanten größere Spannungen – das Material wird gebogen und damit einer mechanischen Belastung ausgesetzt. Die resultierenden Spannungen haben einen großen Einfluss auf die magnetischen Eigenschaften. „Teilweise ist die vierfache Strommenge nötig, um die gleiche Magnetisierung zu erreichen“, erklärt Weiss.

Einen großen Einfluss hat auch der sogenannte Schneidspalt, der Abstand zwischen den Schneidkanten. Wieder lässt sich dieser Zusammenhang am Beispiel der Schere verdeutlichen: Wenn die Schraube, die die Klingen fixiert, locker wird, wird der Abstand zwischen diesen zu groß und das Papier franst beim Schneiden aus. „Um die besten magnetischen Eigenschaften und somit einen hohen Wirkungsgrad zu erreichen, sind scharfe Schneidkanten und ein sehr kleiner Schneidspalt optimal.“

Weiss und sein Team haben Empfehlungen für den Produktionsprozess erarbeitet. Allerdings müssen dabei auch ökonomische Faktoren berücksichtigt werden, erklärt der Ingenieur. Denn wenn die Werkzeuge und deren Wartung mehr Kosten verursachen,

steigt auch der Gesamtpreis der Elektromotoren. ■

Große Energieeinsparung

Die Verarbeitung von Elektrolechen ist nicht nur im Zusammenhang mit Elektromotoren ein Thema. Sie werden auch in Transformatoren verwendet, zum Beispiel in Ladegeräten von Handys oder Netzteilen von Computern. Auch in diesem Kontext wollen sich die Forscherinnen und Forscher dem Verarbeitungsprozess widmen. Weiss: „Wenn



Hannes Alois Weiss, wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Umformtechnik und Gießereiwesen, am Stanzautomaten. An dieser Maschine schneiden die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler die Elektroleche mit Hilfe komplexer Werkzeuge. Bild: Andreas Heddergott / TUM ■

man sich die große Zahl an Transformatoren anschaut, dann kann bereits durch eine kleine Wirkungsgradsteigerung sehr viel Energie eingespart werden.“

Informationen zum Projekt:

Die Arbeiten fanden im Rahmen des ersten Teils des Forschungsprojekts FOR1897 „Verlustarme Elektroleche für energieeffiziente Antriebe“ statt. Das Projekt wurde gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 218259799. ■

Veröffentlichungen

Weiss, H. A. et al.: Loss reduction due to blanking parameter optimization for different non-grain oriented electrical steel grades. Electric Machines and Drives Conference (IEMDC), 2017 IEEE International, 2017

Weiss, H. A. et al.: Influence of shear cutting parameters on the electromagnetic properties of non-oriented electrical steel sheets. Journal of Magnetism and Magnetic Materials Volume 421, 2016, 250-259 ■

Autor:

Stefanie Reiffert
TUM,
Corporate Communications Center

Kontakt:

Hannes Alois Weiss, M. Sc.
Technische Universität München
Lehrstuhl für Umformtechnik und
Gießereiwesen

Tel.: +49 (0)89 / 289 - 13998
hannes.weiss@utg.de

Concept Car Audi Aicon – autonom auf Zukunftskurs



Mit der viertürigen Design-Vision Audi Aicon stellt die Marke mit den Vier Ringen einen völlig autonom fahrenden Audi der Zukunft vor – ohne Lenkrad, ohne Pedalerie. Als Designkonzept wagt der viertürige 2+2-Sitzer sowohl beim Exterieur als auch im Interieur einen weiten Sprung in die Formgebung der nächsten Jahrzehnte. Der Technikträger vereint auf visionäre Weise Innovationen bei Antrieb und Fahrwerk, bei Digitalisierung und Nachhaltigkeit. Auch der Aicon ist für rein elektrischen Betrieb ausgelegt, und er soll Distanzen zwischen 700 und 800 Kilometern mit einer Batterieladung zurücklegen können.

Designstudie, Technikträger, Mobilitätskonzept: Mit beispielloser Konsequenz schöpft der Audi Aicon alle Möglichkeiten einer autonomen Luxuslimousine der Zukunft aus. Als Designstudie wagt der viertürige 2+2-Sitzer sowohl beim Exterieur als auch im Interieur einen weiten Sprung in die Formgebung der nächsten Jahrzehnte. Der Technikträger vereint auf visionäre Weise Innovationen bei Antrieb und Fahrwerk, bei Digitalisierung und Nachhaltigkeit.

Und als Mobilitätskonzept zeigt der Audi Aicon eine Welt von Morgen, in der die Vorzüge des Individualverkehrs von Tür zu Tür und die luxuriöse Sphäre einer First-Class-Flugzeugkabine sich miteinander verbinden. Einer Kabine, die ohne Lenkrad und Pedalerie auskommt und deshalb alle Annehmlichkeiten moderner Kommunikationselektronik und perfekte Bedienergonomie bietet – First Class eben.

Klar wird auf den ersten Blick: Anders als ein Roboter-Taxi, das auf pure Funktionalität reduziert ist, zieht das autonome Konzeptfahrzeug Audi Aicon alle Register. Seine Präsenz ist unübersehbar und deutet von außen den Raumkomfort der Passagiere und den gehobenen technischen Anspruch an. Der Audi Aicon ist der Ausblick auf ein Pres-



Audi Aicon - Frontansicht ■

tige-Automobil von Morgen, das bei anspruchsvollen Kunden Begehren wecken wird. ■

Pure Präsenz – das Exterieur

Spektakulär erscheint der Audi Aicon aus jedem Blickwinkel. Schon die schiere Größe – 5.444 Millimeter Außenlänge, 2.100 Millimeter Breite und 1.506 Millimeter Höhe – platziert ihn im automobilen Oberhaus, im D-Segment. Der Radstand beträgt 3.470 Millimeter – das sind noch einmal 240 Millimeter mehr als beim neuen Audi A8 in der Langversion.

Zum zentralen Körper des Exterieurs wird die Kabine – große Glasflächen an Front und Heck sowie die signifikant nach außen

gewölbten Seitenscheiben schaffen eine lichte Weite des Raums für die Reisenden. Eine klare Kante zieht sich auf den seitlichen Fensterflächen des Aicon als harte Linie bis zur D-Säule – ein Novum im Automobildesign. Diese Linie betont die Länge des Autos und reduziert optisch wirkungsvoll das Volumen der Kabine gegenüber dem Gesamtkörper. Die dezent nach hinten ansteigende Schwellerpartie ist abgedunkelt und lässt das Auto geduckt erscheinen.

Die Designer haben Front- und Heckpartie auf ein Minimum an Linien reduziert und setzen auf große durchgehende Flächen. Wie schon beim Audi e-tron Sportback concept, findet sich auch in der Aicon-Front der invertierte sechs-



Audi Aicon - Designskizze seitliche Lichtfelder ■

eckige Singleframe, ein typisches Merkmal der kommenden Generation von Elektro-Automobilen bei Audi. Stark geneigt drückt die Silhouette der gesamten Vorderpartie Vorwärtsdrang aus – auch dies eine typische Sportwagen-Linienführung. ■

Emotion und Information – die LED-Lichttechnik

Sowohl in der Front als auch im Heck verzichtet dieses Auto auf herkömmliche Scheinwerfer und Leuchteinheiten. Stattdessen gibt es komplett digital bespielbare Displayflächen, die aus hunderten dreieckigen Pixel-Segmenten bestehen. Sie sind dem Audi AI-Symbol dreidimensional nachempfunden.

Um den Singleframe herum gruppiert finden sich großflächige Lichtfelder, in denen – ebenso wie auch am Heck – mehr als 600 3D-Pixel in räumlicher Anordnung platziert sind. Die großen Flächen und die hohe Anzahl der Pixel erlauben vielfältige Grafiken, Animationen und Informationsdarstellungen in allen Farben. Der Audi Aicon ist damit nicht mehr an statische Tagfahrlicht-Optik gebunden, sondern passt sich Fahrsituationen und sogar seinen Passagieren an. Der Individualisierung sind keine Grenzen gesetzt.

Der Audi Aicon unterstützt seine Umwelt intelligent und weist Fußgänger oder Radfahrer mit Warn-Animationen mit seinen Displayflächen auf Gefahrensituationen hin. Fahrmodi wie Kolonnenfahrt, Stadtfahrt oder Fahren in Schrittgeschwindigkeit lassen sich visualisie-

ren. Beim Beschleunigen des Autos wandern horizontale Lichtstreifen von unten nach oben, beim Bremsen in umgekehrter Richtung – das Tempo nimmt synchron mit dem des Automobils zu oder ab.

Künftig dehnt ein Auto seinen Kommunikationsraum auf die Umgebung aus. Der Audi Aicon leuchtet mit Beamer-Modulen hochauflösend Straße und Umgebung aus und projiziert Signale auf den Boden. Warnhinweise und Fahrzeuginformationen übermittelt er so an Passanten, die keine direkte Sicht auf das Auto haben. ■

Raum, Form, Funktion – das Interieur

Die Türen des Audi Aicon sind gegenläufig, vorn und hinten angeschlagen; eine B-Säule gibt es nicht. So öffnet sich den Passagieren schon beim Einsteigen die gesamte Weite des Innenraums. Im Interieur ist die Linienführung der Dekorflächen und funktionalen Elemente betont horizontal gehalten. Der nach oben hin heller gestaltete Innenraum unterstützt den Eindruck eines einzigarti-

gen Raumangebots und auch der Verzicht auf Lenkrad und klassische Armaturentafel erzeugt ein Gefühl von Offenheit und Weite.

Besonders weit erscheint der Innenraum, wenn die beiden vorderen Einzelsitze ganz nach hinten geschoben sind. Der Audi Aicon ist ein 2+2-Sitzer. Eine gepolsterte zweisitzige Bank ist als Sitzgelegenheit in die Rückwand integriert, die beiden vorderen Sessel sind auf maximalen Komfort und ein optimales Raumangebot ausgelegt. Die Mitfahrer können sie auf Wunsch um bis zu 500 Millimeter in Längsrichtung zwischen vorderer und hinterer Position verschieben. Die Justierung der Sitze erfolgt dabei nicht in Schienen, sondern auf einer mit hochflorigem Teppich bedeckten und in Längsrichtung beweglichen Plattform, auf der auch die Füße der Passagiere ruhen. Die Höhe der Plattform ist variabel, so dass sie sich auch als Ottomane für die Beine nutzen lässt. Sitzflächen und Lehnen lassen sich stufenlos neigen und erlauben bequeme Arbeits- oder Ruhepositionen.

Zusätzlich lassen sich die Einzelsitze auch um bis zu 15 Grad schwenken. Sind die Sitze nach außen gedreht, wird das Einsteigen für die Passagiere noch bequemer, nach innen gedreht können die Passagiere leichter miteinander sprechen und interagieren. Wenden sie sich nach hinten, klappt die Kopfstütze der Sitze wie ein Kragen elektrisch nach hinten um und wird zur Armauflage.

Die Architektur der Sitze ist die automobiler Neuinterpretation eines Möbelklassikers, des Lounge Chair.



Audi Aicon - Designskizze Interieur ■

Sitzfläche und Rückenlehne sind optisch voneinander getrennt – zwei äußere Schalen tragen die hellen Polster Elemente in Kissenoptik mit rechteckig gesteppter Oberfläche. Die Seitenwangen der Rückenlehne sind dezent angewinkelt und sorgen so für ausreichende Abstützung in Kurven.

Raum bleibt im Langstreckenautomobil Audi Aicon selbstverständlich auch für Gepäck. Dank der platzsparenden Bauweise des Elektroantriebs gibt es sowohl im vorderen als auch hinteren Fahrzeugbereich je einen Stauraum – zusammen rund 660 Liter groß. Außerdem hat der Aicon zahlreiche Ablagemöglichkeiten in der Fahrgastkabine. ■

Entgegenkommend – Bedienung und Kommunikation

Der viel zitierte Paradigmenwechsel in der automobilen Welt – im Audi Aicon wird er sichtbar. Denn es fehlen auf den ersten Blick alle Bedien- und Anzeigenelemente. Lenkrad, Pedale, Batterien von Tasten und Anzeigeelementen – Fehlanzeige. Stattdessen: ruhige, weite Flächen. Die Passagiere werden umfasst von der sanft geschwungenen, nach vorn leicht ansteigenden Armauflage entlang der Türen. Vor ihnen findet sich statt eines Armaturenbretts eine großzügige Ablagefläche und das Zentraldisplay unterhalb der Frontscheibe.

Steigen Passagiere zu, kommt rasch Leben in das Interieur. Beleuchtete LED-Linien setzen farbige Akzente

im Türbereich. Auf dem vorderen Bildschirm leuchtet eine Begrüßung auf. PIA, die empathische elektronische Fahrzeugassistentin, hat den Mitfahrer an seinem Smartphone erkannt und aktiviert alle seine persönlichen Einstellungen. Klimaanlage und Sitzeinstellung, Innenlichtfarbe und das Layout des Infotainment-Systems passen sich individuell an. Die Navigation wartet auf die Zieleingabe, und alle zugänglichen Kommunikationskanäle, angebunden über den schnellsten verfügbaren Standard, sind zur Nutzung bereit.

Ein Novum sind die variabel positionierbaren Bedienungs-Interfaces in der umlaufenden Türbrüstung. Je nach Position der um 50 Zentimeter verschiebbaren Sitze stehen im digital belebten „wrap around“ stets ergonomisch perfekt platzierte Touch- und Anzeigeelemente zur Verfügung. Die Hand findet wie von selbst zu den berührungsempfindlichen Bedienfeldern. Der Passagier kann die wichtigsten Einstellungen per Fingertippen vornehmen, ohne dass er sich im Sitz aufrichten oder gar vorbeugen müsste. Die Bedienung erfolgt dabei interaktiv: Das PIA-System ist dem Passagier oft einen Schritt voraus und bietet Dienstleistungen an, noch bevor dieser sie aktiv angewählt hat.

Für den Dialog mit dem Auto stehen mehrere Eingabe-Modi zur Verfügung. Neben der haptisch-manuellen Ebene gibt es auch die Sprachbedienung und das so genannte „Eye-Tracking“, die Blick-Erfassung durch

Sensoren im vorderen Abschluss des Interieurs. Der Passagier fixiert dabei eine Bedieneinheit im Bereich des vorderen Hauptdisplays mit den Augen und wählt diese dadurch an; mit seiner Hand oder Stimme nimmt er die Feinjustierung vor.

Im Audi Aicon stehen jederzeit alle Angebote moderner Kommunikationselektronik zur Verfügung. Die Reisenden können entspannt einen Film anschauen oder im Internet surfen. Videokonferenzen sind ebenso möglich wie die Interaktion über einen Social-Media-Kanal. Je nach Sitzposition wählen die Fahrgäste dabei das große vordere Display als Ausgabefläche oder darüber ein virtuell eingespiegeltes Head-up-Bild in der Frontscheibe.

Die gläsernen Dachflächen sperren auf Wunsch das Tageslicht aus, indem sie durch Anlegen elektrischer Spannung ihren Transparenzgrad verändern. Integrierte OLED-Leuchtelemente erlauben zusätzlich gezielte Lichtstimmungen oder – etwa beim Ein- und Aussteigen – eine gleichmäßige Ausleuchtung des Innenraums.

Der Audi Aicon eröffnet seinen Passagieren eine neue Welt der Mobilität. Ohne die Fahraufgaben gewinnen sie Freiheit und können ihren Aufenthalt im Auto selbst bestimmen. Ob Arbeit, Kommunikation oder einfach nur Entspannung – sogar eine Schlafpause: Alles ist möglich, während das Automobil selbständig und sicher seinen Weg findet. ■

Optimiert für die Langstrecke – Antrieb und Fahrwerk

Der Audi Aicon zeigt sich bereits in seiner Formgebung als ein Automobil aus einer anderen Welt, ein Automobil der Zukunft. Auf diese Welt ist auch die Technik des Konzeptfahrzeugs konsequent ausgerichtet. Sie geht von einer Verkehrsinfrastruktur aus, in der autonom fahrende Automobile auf allen Straßen selbstverständlich sind. Die Verkehrsteilnehmer sind miteinander und mit ihrer Umwelt vernetzt.



Audi Aicon - Innenraum ■



Audi Aicon - Antrieb und Sitzkonzept ■

An diese veränderte Mobilitätswelt sind auch Antrieb und Gesamtfahrzeug optimal angepasst. Für die Dynamik des Audi Aicon sorgt ein hocheffizienter elektrischer Antrieb. Insgesamt vier Elektromotoren sind im Bereich von Vorder- und Hinterachse platziert. Die Energiespeicher sind im Unterflurbereich integriert. Es handelt sich um Festkörperbatterien, die über eine erheblich höhere Energiekapazität als Lithium-Ionen-Akkus verfügen werden. Insgesamt 260 kW und 550 Newtonmeter Drehmoment mobilisieren die vier Elektromotoren, die jeweils ein Rad antreiben und elektronisch gesteuert variablen Allradantrieb quattro ermöglichen. Maximale Beschleunigung stand dabei weit weniger vorn im Lastenheft als maximale Effizienz und damit auch Reichweite. Diese Betriebsstrategie verfolgen auch Antriebsstrang und elektrische Bremseinheiten, die durch Rekuperation Energie zurückgewinnen. Gezielter Leichtbau der Multimaterial-Karosserie und eine optimierte Aerodynamik tragen zusätzlich dazu bei, dass der Audi Aicon mit einer Ladung Reichweiten zwischen 700 und 800 Kilometern erreicht. Selbst das Aufladen wird sich auf ein Minimum verkürzen. Denn dank eines Hochvolt-Systems mit 800 Volt lässt sich die Batterieein-

heit des Aicon in weniger als 30 Minuten auf 80 Prozent ihrer Kapazität laden. Alternativ steht an Bord auch eine Einheit für das induktive – also kabellose – Laden zur Verfügung. Beides bewerkstelligt Aicon fahrerlos – er kann in einer AI-Zone selbstständig eine Ladestation anfahren und dort ohne menschliche Unterstützung seine Batterien aufladen.

Als echter quattro bietet der Audi Aicon fahrdynamisch hohe Reserven und kommt auch autonom bei jeder Witterung und auf jedem Fahrbahnbelag stets sicher ans Ziel. Das Fahrwerk ist auf maximalen Komfort ausgelegt: Luftfeder- und Dämpfereinheiten kompensieren jede Unebenheit der Straße. Und elektrisch angetriebene Aktuatoren an allen vier Rädern wirken gezielt jeder Karosserieneigung entgegen, bei der Kurvenfahrt ebenso wie beim Beschleunigen oder Bremsen. Als vollaktives Federungssystem optimiert es zusätzlich die Qualitäten der adaptive air suspension. Der Audi Aicon schwebt selbst über grobe Schlaglöcher buchstäblich hinweg.

Der Aicon bremst hauptsächlich über Rekuperation und lädt dabei die Batterien wieder auf. Die Scheibenbremsen haben die Entwickler aus den Rädern in eine antriebsnahe Position verlegt. Dies verbessert die Aerodynamik an

den Rädern, denn die stets von Turbulenz begleitete Luftkühlung im Rad kann entfallen. Ein weiterer Nebeneffekt ist die Reduktion der ungefederten Massen, was wiederum die Passagiere des Aicon als besonders sensibles Anfedern bei Bodenunebenheiten registrieren.

Die Achs- und Antriebseinheiten sind im Audi Aicon symmetrisch – also vorn und hinten identisch ausgelegt. Mechanische Komponenten wie Lenkwelle oder auch die Lenkhydraulik entfallen. Daher verfügt das Auto über eine komplette Allradlenkung, ohne dass dies zu Lasten des Bauraums und damit des Passagierabteils ginge. Positiver Effekt für die Alltagsqualitäten des Audi Aicon: Trotz des langen Radstands von nahezu 3,47 Meter ist das Auto dank der beiden lenkbaren Achsen enorm wendig – der Wendekreis von nur 8,50 Meter liegt unter Kleinwagen-Niveau und macht den Audi Aicon Innenstadt-tauglich.

So zeigt sich der Audi Aicon als Multitalent für seine Hauptaufgabe vorbereitet: auf der Langstrecke ein Maximum an Komfort, Kommunikationstechnologie und Freiraum für seine Insassen anzubieten. Er verbindet die Einsatzspektren für das autonome Fahren im urbanen Umfeld und auf dem Highway mit einer noch nicht gekannten Reichweite des elektrischen Antriebs. Weitere Audi-Mehrkämpfer mit je eigener Spezialdisziplin werden folgen und damit das Fahrzeugprogramm der Marke mit den Vier Ringen auch in der Zukunft so vielseitig wie faszinierend gestalten. ■

Ansprechpartner:

Josef Schloßmacher

AUDI AG

I/GP-P

D-85045 Ingolstadt

Tel.: +49-841-89-33869

Fax: +49-841-89-90786

joesf.schlossmacher@audi.de

www.audi.com



Industrie 4.0 und Immateriälgüterrecht

Das Schlagwort „Industrie 4.0“ steht für die revolutionäre Digitalisierung und Vernetzung von Arbeits- und Fertigungsprozessen. Der Einsatz computergesteuerter Produktionseinheiten in Form von Robotern sowie die Nutzung maschinengenerierter Daten (künstliche Intelligenz) bedingen fundamentale Innovationen in den Bereichen Automatisierung und Produktion, die insbesondere auf dem Gebiet der Automobiltechnologie relevant sind. Neuentwicklungen wie beispielsweise digitale Navigations- und Informationssysteme, selbstfahrende Autos, Elektromobilität und Smart Devices im Automobil erfordern geeignete rechtliche und organisatorische Schutzkonzepte.

Neue Herausforderungen für Patentämter und Anmelder

Im Bereich des Patentrechts geht es primär um Fragen der Patentierbarkeit neuer softwarebasierter Erfindungen sowie Entwicklungen durch künstliche Intelligenz. Vielfach geht es um fachübergreifende Kombinationen von Informatik und Naturwissenschaften, die besondere Anforderungen an die Sachkenntnis der Prüfer und Patentanwälte bei der Recherche zum Stand der Technik sowie der Formulierung von Patentansprüchen stellen.

Eine zunehmende Zahl von Patentanmeldungen betrifft computerimplementierte Erfindungen. Es handelt sich dabei um Erfindungen, die einen Computer, ein Computernetzwerk oder eine sonstige programmierbare Vorrichtung umfassen und ganz oder zum Teil mit einem

Computerprogramm realisiert werden. Maßgeblich für die Erteilung Europäischer Patente sind auf diesem Gebiet die CII-Richtlinien des Europäischen Patentamts. In jedem Einzelfall ist zu unterscheiden, ob es sich bei dem Schutzgegenstand um Computerprogramme „als solche“ handelt, die gemäß § 1 III, IV PatG sowie Art. 52 II, IV EPÜ nicht als patentfähige Erfindungen angesehen werden, oder ob das für die Patentierung notwendige Technizitätserfordernis durch vorhandene technische Effekte bei der Anwendung vorhanden ist. Falls dies nicht der Fall ist, bliebe lediglich das Urheberrecht, das seinen Inhaber nur vor dem Kopieren des Werks, nicht aber vor der inhaltlichen Nutzung durch Dritte schützt. Ist die erste Hürde des Technizitätserfordernisses genommen, kommt es für die Patentierbarkeit einer computerimplementierten Erfindung entscheidend darauf an, dass darüber hinaus eine technische Aufgabe mit technischen Mitteln gelöst wird. Dies wird im Bereich Industrie 4.0 häufig der Fall sein. Allerdings spielen dabei eine sorgfältige Formulierung der Patentansprüche sowie eine bereits bei der Ausarbeitung entsprechend optimierte Anmeldestrategie eine wichtige Rolle. Nicht abschließend geklärt ist, wem das Eigentum und die Verwertungsrechte an computergenerierten Daten zustehen. Hier stellt sich die Frage, ob die im Patentgesetz vorgesehene Figur des Erfinders und seine gedankliche Tätigkeit überhaupt auf automatisierte Entwicklungsergebnisse anzuwenden sind. Weitgehend geklärt ist die Frage, ob durch ein

patentgeschütztes Verfahren generierte Datenfolgen schutzfähig sind. Insoweit hat der BGH in seiner Entscheidung „Rezeptortyrosinkinase II“ klargestellt, dass ein patentrechtlicher Schutz für derartige Verfahrenserzeugnisse nur in Betracht kommt, wenn sie sachlich-technische Eigenschaften aufweisen, die ihr durch das Verfahren aufgeprägt worden sind und sie daher ihrer Art nach tauglicher Gegenstand eines Sachpatents sein können. Reine Informationen sind daher patentrechtlich nicht schutzfähig.

Umgang mit standardessentiellen Patenten

Die zunehmende Digitalisierung von Produkten und Dienstleistungen erfordert die Entwicklung weltweit gültiger Standardnormen, um den internationalen Austausch von Waren und Dienstleistungen sowie die Zusammenarbeit im wissenschaftlichen und technologischen Bereich zu ermöglichen. Dies gilt insbesondere auf dem Gebiet vernetzter Produkte (Smart Devices, intelligente Gegenstände für Haushalt und Automobil), die mit dem Internet und anderen Geräten verbunden sind. Entsprechende Standards werden von internationalen Standardisierungsorganisationen festgelegt. Diese Standards betreffen häufig Technologien, die durch Patente, sog. standardessentielle Patente (SEPs), geschützt sind. Hersteller intelligenter Produkte, die von SEPs Gebrauch machen, bedürfen daher Lizenzen für die relevanten standardisierten Technologien. Nach geltendem Recht sind

SEP-Inhaber dazu verpflichtet, Lizenzen zu fairen, angemessenen und nicht diskriminierenden (fair, reasonable and non-discriminatory – FRAND) Bedingungen für die vom Standard abgedeckten patentierten Technologien an potentielle Nutzer des Standards zu erteilen. Nach dem maßgeblichen Urteil des Europäischen Gerichtshofs in der Rechtsache Huawei Technologies / ZTE Corporation kann die Untersagung der Verletzung eines SEP in Gestalt eines Unterlassungsanspruchs nur dann gerichtlich geltend gemacht werden, wenn der Patentinhaber vor Klageerhebung den angeblichen Verletzter unter Angabe des Patents und der Art und Weise der Verletzung in Kenntnis gesetzt hat und er dem angeblichen Verletzter, nachdem dieser seine Bereitschaft zum Abschluss einer Lizenzvereinbarung zu FRAND-Bedingungen bekundet hat, ein konkretes schriftliches Angebot für eine Lizenz zu diesen Bedingungen vorgelegt hat. Mangels einheitlicher Rechtsvorschriften und divergierender Gerichtsentscheidungen bestehen nach wie vor erhebliche Unsicherheiten im Bereich der Bewertung und Durchsetzung standardessentieller Patente. Begrüßenswert sind daher die Bestrebungen der Europäischen Kommission, einheitliche Rahmenbedingungen für die Lizenzierung und Durchsetzung von standardessentiellen Patenten zu gewährleisten. Zu verweisen ist insoweit auf die Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat und den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss über den Umgang der EU mit standardessentiellen Patenten vom 29. November 2017 (<https://ec.europa.eu/docsroom/documents/26583>).

Länderübergreifender Patentschutz

Das Zusammenwirken vernetzter Produktions- und Verfahrenseinheiten, die in verschiedenen Ländern lokalisiert sind, bedarf schließlich eines grenzüberschreitenden Patentschutzes, der nach der bishe-

rigen Systematik territorial begrenzter Schutzrechte nur schwer gewährleistet werden kann. Dies gilt insbesondere bei Multi-State-Verletzungshandlungen, bei denen Verfahrensabschnitte eines patentgeschützten Verfahrens teils im Inland und teils im Ausland durchgeführt werden. Dabei kann es sich um Herstellungs-, Arbeits- oder Steuerungsverfahren handeln, die mit länderübergreifend verteilten computergesteuerten Sendeeinheiten und Empfangseinheiten vernetzt sind, beispielsweise autonome Kraftfahrzeuge. Eine inländische Patentverletzung kommt bei derartigen Fallkonstellationen nur dann in Betracht, wenn die im Ausland begangenen Teilakte dem im Inland Handelnden zugerechnet werden können. Für diese Fallgestaltungen verspricht die im Jahr 2019 zu erwartende Implementierung des geplanten Einheitspatentsystems mit einem für alle teilnehmenden Mitgliedstaaten der EU geltenden Einheitspatent und dem einheitlichen Patentgericht (EPG) eine Lösung. Das EPG ist ein internationales Gericht, das für Fragen der Verletzung und der Rechtsgültigkeit von Einheitspatenten, als auch von herkömmlichen Europäischen Patenten zuständig sein wird. Vorgesehen sind Lokalkammern in allen teilnehmenden Mitgliedstaaten, sodass beispielsweise vor der Lokalkammer in München oder Düsseldorf gegen Patentverletzungen in ganz Europa vorgegangen werden kann und damit kostspielige parallele Klagen in mehreren Ländern nicht mehr erforderlich sind. Auch im Fall von Multi-State-Verletzungshandlungen erübrigt sich die Frage der Zurechnung von teils im Inland und teils im Ausland begangener Handlungsabschnitte, wenn die einzelnen Verfahrensschritte innerhalb der teilnehmenden EU-Mitgliedstaaten begangen werden.

Europaweiter Schutz von Know-how

Auch im Bereich Know-how ist bereits ein harmonisierter Schutz für das Gebiet der Europäischen Union

auf der Basis einer neuen EU-Richtlinie konzipiert (Richtlinie (EU) 2016/943 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 8. Juni 2016 über den Schutz vertraulichen Know-hows und vertraulicher Geschäftsinformationen vor rechtswidrigem Erwerb sowie rechtswidriger Nutzung und Offenlegung). Die Richtlinie soll im Jahr 2018 in nationales Recht umgesetzt werden und gewährleistet einen einheitlichen europäischen Geheimnisschutz, der im Vergleich zu derzeitigen nationalen wettbewerbsrechtlichen Regelungen höhere Anforderungen an Geheimhaltungsmaßnahmen stellt. Insbesondere im Bereich dezentral gespeicherter und unternehmensübergreifend weiterverarbeiteter Daten ist daher besondere Vorsicht geboten.

Fazit

Die Anwendung geltenden Immaterialgüterrechts im digitalen Kontext stellt eine besondere Herausforderung dar und erfordert die Weiterentwicklung rechtlicher und organisatorischer Schutzkonzepte. Begrüßenswert ist insoweit die fortschreitende Harmonisierung und Vereinheitlichung des europäischen Rechts auf diesem Gebiet.



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

Künstliche Sounds für die Verkehrssicherheit

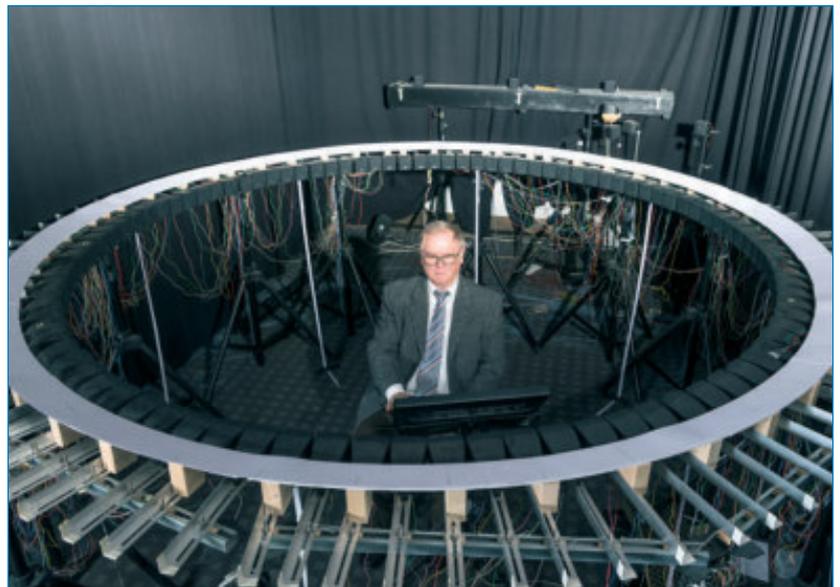


Acoustic Vehicle Alert System: Forscherinnen und Forscher designen Geräusche für Elektroautos

Die fast geräuschlosen Elektromotoren können eine Gefahr für unaufmerksame Fußgänger darstellen. Ab Sommer 2019 müssen daher alle neuen Elektro- und Hybridfahrzeuge mit einem akustischen Warnsystem ausgestattet werden. An der Technischen Universität München (TUM) entwickeln Psychoakustikerinnen und Psychoakustiker die entsprechenden Geräusche.

So ähnlich wie ein Fahrzeug soll es klingen – aber nicht genauso wie ein Diesel oder ein Benziner. Die Vorgaben für ein Warngeräusch, dem Acoustic Vehicle Alert System, wie es Elektro- und Hybridfahrzeuge ab Sommer 2019 abgeben müssen, sind eher weit gefasst. Zwar dürfen keine Musikstücke abgespielt werden, aber mit welchem Sound die einzelnen Fahrzeuge Fußgänger vor ihrem Herannahen warnen, ist damit den Herstellern überlassen.

Ein Beispiel, wie der Klang beschaffen sein sollte, bietet die Internetseite der Wirtschaftskommission für Europa der Vereinten Nationen (http://www.unece.org/fileadmin/DAM/for_PR_Silent_car_AVAS_sound.mp3). Dieses weckt Assoziationen zu einem startenden Raumschiff einer Science-Fiction-Serie. Vorgeschrieben sind die Warngeräusche für E-Fahrzeuge bei Geschwindigkeiten von bis zu 20 Stundenkilometern in Europa. Bei höheren Geschwindigkeiten ist bereits das Geräusch ausreichend, das die Reifen auf der Fahrbahn erzeugen.



Prof. Hugo Fastl im Soundstudio. (Bild: Uli Benz / TUM) ■

Hugo Fastl, Professor am Lehrstuhl für Mensch-Maschine-Kommunikation, erforscht die Grundlagen des Geräuschdesigns für Elektroautos unterschiedlicher Firmen. Zwar unterliegen die Geräusche noch der Geheimhaltung. Was Fastl aber verraten kann: Jede Firma will ihr eigenes Branding, ein Geräusch, das für das Auto typisch ist. „Schließlich klingt im Moment ein BMW auch anders

als ein Mercedes oder ein Porsche – das soll bei den E-Autos ebenfalls so sein.“ ■

Frequenzbereich, Klangfarbe und Rauigkeit

Aber wie genau wird ein solcher Sound entwickelt? „Wir haben zunächst ein Grundgeräusch, dem wir eine Tonhöhe zuordnen“, sagt Fastl. Dabei bewegen sich die Forscher und Forscherinnen im

mittleren Frequenzbereich. „Sehr tiefe Frequenzen sind schwierig abstrahlen“, sagt Fastl. „Dafür müssen die Lautsprecher am Auto sehr groß sein.“ Zu hohe Frequenzen dagegen können von älteren Menschen nicht mehr wahrgenommen werden. Die Tonhöhe kann außerdem einen Hinweis darauf geben, wie schnell das Auto fährt. Bei einem Auto, das beschleunigt, wird die Tonhöhe daher nach oben gehen. Eine weitere Eigenschaft der Geräusche ist die Klangfarbe. „Das ist wie in der Musik: Sie können auch auf dem Smartphone die ersten Takte einer Mozart-Symphonie abspielen, so dass jeder die Melodie erkennt“, sagt Fastl. „Das klingt allerdings nicht so toll. Wenn es von einem Kammerorchester mit zehn Musikern gespielt wird, ist das schon besser. Und ein volles Orchester mit 50 Personen kann es dann so spielen, wie es sich der Komponist vorgestellt hat.“ Fastl und sein Team arbeiten allerdings nicht mit einem Orchester, sondern erzeugen die Klangfarbe der Geräusche am Computer. Ein selbst konzipierter und programmierter Sound-„Baukasten“ hilft dabei, zielgruppenrelevante Geräusche zu entwickeln. „Das ist ein Computer, der diverse Schalle wie Zutaten abrufen kann; über

Algorithmen, die wir selbst entwickelt haben.“ Die Geräuschmaschine sieht aus wie ein Mischpult im Tonstudio. Über Regler wird ein synthetischer Klang kreiert und anschließend nach Hörversuchen mit Probanden bearbeitet und angepasst.

Neben dem Frequenzbereich und der Klangfarbe gibt es einige Merkmale, die beim Sounddesign für Autos besonders wichtig sind. So etwa die Rauigkeit. Diese wird dadurch bestimmt, wie schnell sich die Lautstärke des Tons ändert. Besonders große Rauigkeit entsteht, wenn die Lautstärke etwa 50 bis 70 Mal pro Sekunde schwankt. „Wenn Rauigkeit in einem Geräusch ist, wird es als sportlich empfunden“, erklärt Fastl. „Einen Ferrari ohne Rauigkeit können Sie schlecht verkaufen.“ ■

Laut, aber nicht zu laut

Die Innengeräusche werden für die E-Fahrzeuge ebenfalls designt – auch wenn es dazu keine Vorschriften gibt. Denn bei dem Original-Geräusch, das ein Elektromotor erzeugt, könnte sich der Fahrer an eine Straßenbahn erinnern fühlen. Das Innengeräusch ist genauso auf die Zielgruppe wie das Außengeräusch zugeschnitten. „Wer einen BMW 7er fährt, mag es eher ruhig“, erklärt Fastl.

„Ein Porschefahrer dagegen möchte von seiner Investition auch was hören.“

Nicht so viel hören wollen vermutlich Anwohner und Fußgänger vom Verkehrslärm. „20 Jahre lang war es immer das Ziel, dass die Autos leiser werden“, sagt Fastl. „Jetzt ist es teilweise zu leise und wir müssen es wieder lauter machen.“ Fastl plädiert dafür, nicht alle Vorteile der geräuscharmen Elektrofahrzeuge aufzugeben. „Es werden immer mehr Autos mit automatischer Fußgängererkennung auf den Markt kommen. Wir schlagen vor, dass die Geräusche von E-Fahrzeugen nur dann abgestrahlt werden, wenn ein Fußgänger in der Nähe ist.“ ■

Autor:

Stefanie Reiffert
TUM,
Corporate Communications Center

Kontakt:

Prof. Dr.-Ing. Hugo Fastl

Lehrstuhl für Mensch-Maschine-Kommunikation

Tel.: +49 (0)89 289 28541
mmk@ei.tum.de

Unsere Erfahrung ist Ihr Vorsprung!

PROTOSOFT

Die ProtoSoft AG hat mehrjährige Erfahrung im Entwurf von komplexen Softwarearchitekturen, der effizienten Realisierung und der Sicherstellung des Produktivbetriebs. Durch den Einsatz moderner Technologien (CASE-Tools, J2EE) erzielen wir ein hohes Mass an Flexibilität der Software und reduzieren Ihre Kosten auf ein Minimum.

Softwareentwicklung

Ansprechpartner: Jörg Glismann

Wichtige Voraussetzung für ein erfolgreiches Unternehmen ist ein IT-Umfeld, das die Geschäftsprozesse unterstützt, ohne Sie einzuschränken. Durch den Einsatz modernster Informationssysteme tragen wir zu einer Erhöhung der Schlagkraft Ihres Unternehmens maßgeblich bei.

IT-Consulting

Ansprechpartner: Christian Heldwein

Wir kennen aus eigener Erfahrung sowohl die Sorgen und Nöte Ihrer Entwickler als auch die Rahmenbedingungen, unter denen Sie als Projektleiter Entscheidungen treffen müssen. Nutzen Sie unser Know-how, damit Ihr Projekt termingerecht und im vorgesehenen Kostenrahmen zum Erfolg wird.

Projektmanagement

Ansprechpartner: Michael Hojnacki

www.protosoft.de

aCar – Der elektrische „Alleskönner“



Ein Elektroauto für Afrika, das auf die Bedürfnisse der Bevölkerung zugeschnitten ist, die ländliche Struktur stärkt und die Wirtschaft ankurbelt: An diesem Ziel haben Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Technischen Universität München (TUM) gemeinsam mit Kooperationspartnern über vier Jahre lang intensiv gearbeitet. Das aCar ist für den Personen- und Gütertransport konzipiert und auch für den europäischen Automobilmarkt interessant.

Mobilität gehört zu unserem täglichen Leben. Wir transportieren große Lasten, pendeln zur Arbeit und fliegen im Urlaub in ein fernes Land. Für viele Menschen in Afrika ist der Zugang zu Fahrzeugen dagegen nicht selbstverständlich. Für Bauern, die weit von den urbanen Zentren entfernt leben, bedeutet das, dass sie keinen direkten Zugang zu medizinischer Versorgung, Bildung und zum politischen Geschehen haben. Um ihren Lebensunterhalt bestreiten zu können, sind sie auf Transportunternehmen angewiesen, die ihre Erzeugnisse zum Verkauf in die nächste Stadt fahren. Viele Menschen verlassen daher die ländliche Umgebung, weil sie in der Stadt auf bessere Lebensbedingungen hoffen.

„Wir haben mit dem aCar ein Mobilitätskonzept entwickelt, das diese Probleme lösen kann“, erklärt Prof. Markus Lienkamp, Leiter des Lehrstuhls für Fahrzeugtechnik an der TUM. „Es handelt sich um ein Fahrzeug, das sich die Menschen dort finanziell leisten können, es ist geländegängig und kann große Lasten transportieren. Der modulare Aufbau erlaubt außerdem noch weitere



Aktueller Prototyp des aCar. Credit: Florian Lehmann / TUM ■

Nutzungen wie zum Beispiel Wasseraufbereitung.“ Gemeinsam mit Bayern Innovativ initiierte die TUM 2013 das Projekt „aCar mobility – Ländliche Mobilität in Entwicklungsländern“, um ein Fahrzeug zu konzipieren, das genau auf die Bedürfnisse der ländlichen Bevölkerung in den afrikanischen Ländern südlich der Sahara zugeschnitten ist. Die Förderung erfolgte seit 2015 über die Bayerische Forschungsförderung. ■

Das Konzept: Ein Fahrzeug, viele Anforderungen

Für die Straßen in Afrika, die größtenteils nicht asphaltiert sind, ist Allradantrieb Pflicht. Das Team entschied sich außerdem für einen elektrischen Antriebsstrang. „Ein Elektroantrieb ist nicht nur umweltfreundlicher, sondern auch technisch die bessere Lösung, da er wartungsarm ist und sein volles Drehmoment direkt beim Anfahren entfalten kann“, erklärt Martin Soltés, der



Aktueller Prototyp des aCar. Credit: Florian Lehmann / TUM ■

Erster Prototyp: Erprobung der Technik und Nutzerstudien

Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler stellten den ersten Prototyp im Mai 2016 fertig und erprobten ihn zunächst in Deutschland. Um herauszufinden, ob das Auto auch vor Ort allen Ansprüchen genügt, verschifften sie das Fahrzeug nach Ghana, wo sie im Juli 2017 die Technik und das Konzept unter lokalen Bedingungen prüften.

Das aCar bestand die Tests mit Bravour. „Es war sechs Wochen im Container unterwegs, wir haben es ausgeladen, eingeschaltet und es hat bis zum letzten Erprobungstag einwandfrei funktioniert“, berichtet Sascha Koberstaedt. Das Team ließ auch die Menschen vor Ort mit dem Auto fahren, die vom „Solarauto“ begeistert waren. Ein weiterer wichtiger Punkt war, den Einfluss der höheren Temperaturen und der Luftfeuchtigkeit auf die Elektrik zu prüfen. „Wir haben sehr viele Daten gesammelt, die noch ausgewertet werden müssen“, sagt Koberstaedt. „Aber was man bereits sagen kann, ist, dass alle Anforderungen erfüllt und unsere Erwartungen sogar übertroffen wurden.“

gemeinsam mit Sascha Koberstaedt das Projekt am Lehrstuhl für Fahrzeugtechnik leitet.

Der Hauptzweck des Fahrzeuges ist der Transport von Personen und Gütern, wobei es eine Gesamtlast von einer Tonne transportieren kann. Die Batterie bietet zusätzliche Anwendungsmöglichkeiten wie zum Beispiel als Energiequelle oder zur Nutzung leistungsstarker Verbraucher, wie etwa einer Seilwinde. Hierfür wurden bereits unterschiedliche Aufbauten für die Ladefläche konzipiert, die modular verwendet werden können. Mithilfe weiterer Module kann sich das Auto unter anderem in eine mobile Arztpraxis oder eine Wasseraufbereitungsstation verwandeln.

Die Batteriekapazität von 20 kWh ermöglicht eine elektrische Reichweite von 80 Kilometern. Sie kann an einer normalen Haushaltssteckdose mit 220 Volt innerhalb von 7 Stunden vollständig geladen werden. Solarmodule, die auf dem Dach des Fahrzeuges angebracht sind, liefern ebenfalls Energie für die Batterie und erhöhen die Reichweite. Solarplanen, die optional erhältlich sind, können noch deutlich mehr Solarenergie zum Laden der Batterie erzeugen. „Hightech-Komponenten wie die Bat-

terie und die Elektromotoren werden wir am Anfang natürlich importieren müssen“, sagt Martin Soltés. Jedoch sollen möglichst viele Komponenten des aCar vor Ort gefertigt werden, um die lokale Wirtschaft zu stärken. „Gussknoten und eine einfache geschraubte Bauweise ermöglichen eine einfache Produktion mit sehr niedrigen Investitionskosten“, erklärt Prof. Wolfram Volk, Leiter des Lehrstuhls für Umformtechnik und Gießereiwesen. Der Preis für das Basis-Fahrzeug in Afrika soll langfristig unter 10.000 Euro liegen. ■



aCar, Montage des Prototypen bei R&R Fahrzeugtechnik
Bild: Andreas Heddergott / TUM ■



Das aCar-Team, das aCar und Gäste auf der IAA in Frankfurt. Bild: Andreas Heddergott / TUM ■

Zweiter Prototyp: Modernes Design, optimierte Technik

Den zweiten, noch weiter verbesserten Prototyp stellte das Team 2017 auf der internationalen Automobil-Ausstellung (IAA) in Frankfurt der Öffentlichkeit vor. Das Fahrzeug zeichnet sich durch ein schnörkelloses, klares und modernes Design aus. „Die Herausforderung bestand darin, trotz einfacher Produktionsmethoden und geringer Herstellungskosten, ein begehrenswertes, funktionales und hochwertiges Fahrzeug zu entwickeln“, erklärt Prof. Fritz Frenkler, Leiter des Lehrstuhls für Industrial Design der TUM. „Durch die Reduktion auf das Wesentliche entstand ein modernes und somit langlebiges Design.“

Das Fahrzeug wurde auch technisch erheblich weiterentwickelt. Das Team arbeitete dabei unter anderem an der Gewichtsoptimierung, Elektrik und Software, Akustik, und der Sitz- und Sichtergonomie. ■

Modellfabrik in Deutschland für die ersten Fahrzeuge

Damit die Idee vom aCar keine Idee bleibt, sondern das aCar wirklich in Serie geht, haben Sascha Koberstaedt und Martin Soltés die Firma „Evum Motors GmbH“ gegründet. In einer Modellfabrik sollen die ersten Fahrzeuge in Europa gefertigt werden. „Bevor das Auto in Afrika produziert wer-

den kann, müssen wir zunächst die technischen Abläufe in den Griff bekommen. Dann können wir Menschen aus Afrika hier schulen, die wiederum ihr Wissen vor Ort weitergeben“, sagt Koberstaedt.

Das aCar ist ein Elektronutzfahrzeug mit Allradantrieb. Mit diesen Spezifikationen ist es nicht nur für den Einsatzort Afrika bestens gerüstet. So könnte das emissionsfreie Fahrzeug etwa in städtischen Betrieben zu Transportzwecken,



Auf dem Dach des Fahrzeugs sind Solarmodule angebracht.

Credit: Florian Lehmann / TUM ■

bei der Pflege von Grünanlagen oder auch für die Bewirtschaftung von Almen und Weingütern eingesetzt werden. Im Vergleich zur Konkurrenz ist das rein elektrische aCar wesentlich günstiger und verfügt außerdem über modernste Batterie- und Antriebsstrangtechnologie. ■

Technische Daten:

Leistung: 2 x 8 Kilowatt; elektrische Reichweite: 80 Kilometer; Zulassungskategorie L7e; Spannungsniveau: 48 Volt; Batteriekapazität: 20 kWh; Höchstgeschwindigkeit: 60 km/h; Leergewicht 800 kg; Zula-

dung 1000 kg; Länge 3.7 m; Breite 1.5 m; Höhe 2.1 m; Sitzplätze 2 ■

Über das Projekt:

An dem Projekt „aCar mobility – Ländliche Mobilität in Entwicklungsländern“, das von der Bayerischen Forschungsförderung gefördert wird, sind von Seite der TUM die Lehrstühle für Fahrzeugtechnik, Umformtechnik und Gießereiwesen, Industrial Design sowie Strategie und Organisation beteiligt. Wissenschaftliche Kooperationspartner sind die Hochschule Rosenheim und die Universität Bayreuth. Außerdem beteiligten sich sieben Industriepartner an dem Projekt: African Health & Agricultural Foundation, Teleclinic GmbH, DRÄXLMAIER Group, Hirschvogel Automotive Group, McKinsey & Company Inc., Otto SPANNER GmbH und Schnupp GmbH & Co. Hydraulik KG. Das Konzept des Fahrzeuges wurde gemeinsam mit wissenschaftlichen Partnern in Nigeria, Ghana, Kenia und Tansania entwickelt, der Federal University of Technology, Owerri (FUTO) Nigeria, der Kwame Nkrumah University of Science and Technology (KNUST) Ghana, der Dedan Kimathi University of Technology (DeKUT) Kenia und der St. Augustine University of Tanzania (SAUT) Tansania. Liste aller Unterstützer: <http://www.acar.tum.de/index.php?id=93> ■

Autor:

Stefanie Reiffert
TUM,
Corporate Communications Center

Kontakt:

Dipl.-Ing. Sascha Koberstaedt
Technische Universität München
Lehrstuhl für Fahrzeugtechnik

Tel.: info@acar.tum.de
+49 89 289 15875