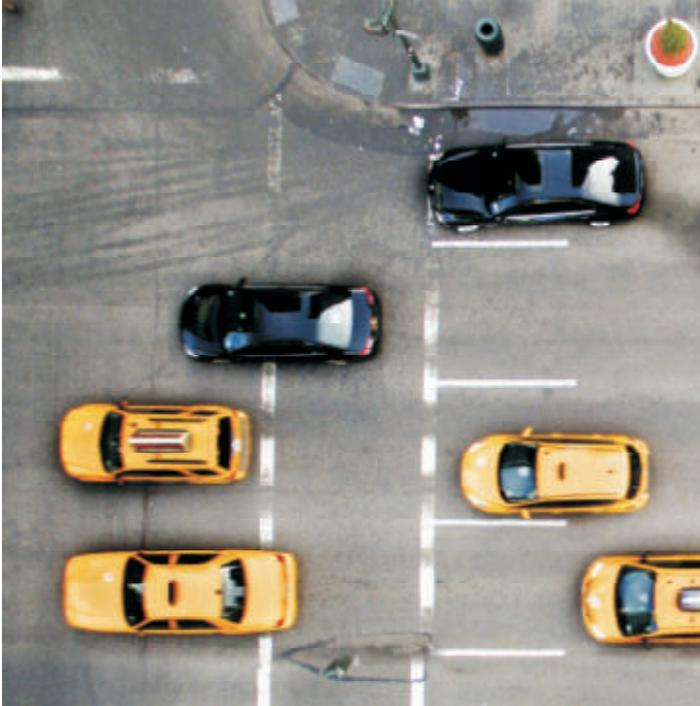


Automobil- technologie in Bayern + e-Car

PARTNER DER WELT





VOSSIUS & PARTNER

Ideen haben Rechte.

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

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

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

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

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



Editorial

Mobilität im Zentrum der Gesellschaft

Keine Branche beeinflusst das Verhalten der Menschen so ursächlich und wirkungsvoll wie die Automobilindustrie.

Neue Testfelder auf dem Weg in die Mobilität der Zukunft werden eröffnet. Die Entwicklung des Automobils wird vorangetrieben, damit die Wettbewerbsfähigkeit erhalten bleibt.

Vorrangig geht es um autonome und umweltschonende Systeme sowie die Bereitstellung einer entsprechenden Infrastruktur.

Spannende Fragen suchen eine Antwort:

- Welche Rolle spielen Lastkraftwagen für den Gütertransport der Zukunft?
- Ist der synthetische Kraftstoff eine Option auf dem Weg zum sauberen Verbrennungsmotor?
- Wie sehen nachhaltige, umweltfreundliche Mobilitätslösungen in den nächsten Jahren aus?
- Kann die Wasserstofftechnologie im Bereich der Mobilität eine langfristige Strategie sein?
- Welche intelligenten Lösungen für zu Hause und unterwegs gibt es im Bereich der Batterie- und Ladetechnologie?
- Mobilität & Health – eine Symbiose, die immer mehr an Bedeutung gewinnt?

- Wie ist das nächste Level bezüglich Innenraum und den Fahrzeugzugang erreichbar?
- Kann der Automotive-Sektor die Transferpotenziale von Aerospace nützen?

Erfahren Sie wie durch gemeinschaftliches Wirken hilfreiche Standards und richtige Lösungen erarbeitet werden können.

Walter Fürst, Geschäftsführer

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

Impressum:

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

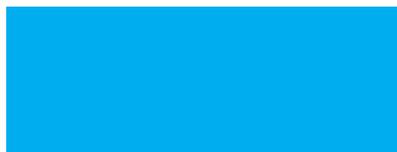
© 2009/2020 by media mind GmbH & Co. KG, München
Kein Teil dieses Heftes darf ohne schriftliche Genehmigung der Redaktion gespeichert, vervielfältigt oder nachgedruckt werden.

Anzeige	Vossius & Partner	2. US
Editorial		3
Anzeige	BAYERN INTERNATIONAL	6
Vorwort	Dr. Bernd Martens, AUDI AG	7
Bayern Innovativ, Neue Mobilität: ...	Das Auto im Mobilitätsökosystem	8
Automobiltechnikum	Bayern GmbH	10
Audi A1 Sportback		12
Neuer Audi A1 Sportback – idealer Begleiter für einen urbanen Lifestyle		
<i>Ansprechpartner: Tobias Söllner</i>		
<i>AUDI AG</i>		
Dynamische Innenräume		16
Bereit für das nächste Level		
<i>Autor: Sandro Scharlibbe</i>		
<i>Brose Fahrzeugteile GmbH & Co. KG, Coburg</i>		
TU München		18
Ganzheitliches Qualitätssicherungssystem für hochflexible Produktionsanlagen im Karosseriebau der Zukunft		
<i>Autoren: C. Stadler, M. Schmöller, Prof. Dr.-Ing. M. Zäh, TU München</i>		
Der Truck	der Zukunft	22
Der Truck der Zukunft		
<i>Kontakt: Christian Mährle, Sebastian Wolff, Simon Rauchbart</i>		
<i>TU München</i>		
Synthetischer	Kraftstoff	24
Auf dem Weg zum sauberen Verbrennungsmotor		
<i>Kontakt: Dr. Martin Härtl</i>		
<i>TU München, Lehrstuhl für Verbrennungskraftmaschinen</i>		
Mobilität	gestalten	26
Mobilität gestalten – Transfer-Potenziale von Aerospace und Automotive nutzen!		
<i>Autor: Jörg Ohlsen</i>		
<i>ESG MOBILITY GmbH</i>		
Motorentechnik + Markenartikel		28
BEDIA – innovative Lösungen seit über 30 Jahren		
<i>Kontakt: BEDIA Motorentechnik GmbH & Co. KG</i>		
<i>BEDIA Kabel GmbH & Co. KG</i>		

Community of Practice (CoP)	30
-----------------------------	----

Community of Practice (CoP)

Autoren: *Carolin Huber – MRK Management Consultants*
Hans Schell – MRK Media AG
Matthias Struck – Fraunhofer Institut IIS



acad group	32
------------	----

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

Autor: *Dipl.-Ing. Alexander Kalusche*
acad group



Sonderteil e-Car

Anzeige eMove360° munich expo	34
----------------------------------	----

Vorwort Prof. Dr. Siegfried Balleis	35
----------------------------------------	----

Bayern Innovativ Elektromobilität als Gesamtsystem	36
-------------------------------------------------------	----

Audi e-tron	38
-------------	----

Elektrischer Fahrspaß: der Audi e-tron

Ansprechpartnerin: *Tanja Lehner-Ilsanker*
AUDI AG



PUR-Schaumdichtungen	42
----------------------	----

Definierte Betriebssicherheit durch überwiegend geschlossenzellige PUR-Schaumdichtungen

Autor: *Dr. Frank Kukla*
CeraCon GmbH



Forschungsbereich Elektromaschinenbau	44
------------------------------------------	----

Innovationen für die Elektromotorenproduktion von morgen

Autoren: *M.Sc. A. Mayr, Dipl.-Ing. M. Masuch,*
Dr.-Ing. A. Kübl, M.Sc., FAPS Erlangen-Nürnberg



Audi e-tron Hochvolt-Batteriesystem	48
----------------------------------------	----

Audi e-tron: Batterie und Ladetechnologie

Ansprechpartnerin: *Tanja Lehner-Ilsanker*
AUDI AG



Sichere Elektromobilität	52
--------------------------	----

Sichere Elektromobilität

Autoren: *Christoph Nebel, Daniel Koch, Dr. Katja Brade,*
Prof. Dr. Hans-Georg Schweiger



Sichere Energiespeicher Bayern SENSE BAY	53
---------------------------------------------	----

Anzeige silver atena	3. US
-------------------------	-------

Anzeige Audi e-tron	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, Landesentwicklung und Energie





Liebe Leserinnen, liebe Leser,

wer dieses Magazin Seite für Seite liest, der bekommt einen beeindruckenden Einblick in die Leistungsfähigkeit und Kreativität der Autoindustrie im Freistaat. Bayern ist auch im Weltmaßstab eine Leitregion der Branche. Die AUDI AG als Unternehmen und besonders ich als Vorstand Beschaffung wissen, welchen Vorteil diese Vielfalt vor der Haustür und entlang der gesamten Wertschöpfungskette bedeutet.

Es gibt viel zu verteidigen in einer Phase der industriellen Entwicklung, die durch disruptive Technologien und neue Wettbewerber aus den verschiedensten Ländern und Branchen gekennzeichnet ist. Audi hat die Strategie noch weiter geschärft, um fokussierter die besten Lösungen für Kundenwünsche rund um Premium-Mobilität anzubieten.

Im Zentrum stehen dabei Produkte, die bei Elektrifizierung, digital vernetzten Services und Nachhaltigkeit einen deutlichen Mehrwert gegenüber dem Wettbewerb bieten. Unser Audi e-tron etwa kommt bereits aus einer komplett CO₂-neutralen Fertigung, ein weltweit einmaliger Umweltvorteil in dieser industriellen Größenordnung. Audi bietet auch eigene Ökostrom-Lösungen für den Kunden an oder digitale Updates wichtiger Fahrzeugfunktionen wie Leistungskomponenten des Antriebs oder der Beleuchtung. Das bedeutet einen Vorsprung für die Käufer unserer neuen Technik.

Die Produktoffensive ist in vollem Gang. Allein im Jahr 2019 takteten wir 20 Modelleinführungen

ein; viele Angebote sind komplett neue Modelle ohne einen direkten Vorgänger. Besonders wichtig: Bis Ende 2020 werden wir fünf Elektroautos und sieben Plug-In-Hybride im Angebot haben. Beim Brennstoffzellen-Antrieb ist Audi sogar Kompetenzzentrum für den gesamten Volkswagen-Konzern; erste Fahrzeuge werden bereits Anfang des kommenden Jahrzehnts in Serie gehen. Damit werden wir konsequent und rasch unsere Palette in diesem Zukunftssegment so stark ausbauen wie kein Konkurrent. Schon in sechs Jahren wird jeder dritte neue Audi elektrisch angetrieben sein.

Für diesen Kraftakt haben wir unser Know-how bereits erheblich gesteigert und die Mitarbeiter bei Elektrifizierung, Digitalisierung und hochautomatisiertem Fahren weitergebildet. Die Transformation geht mit steigender Geschwindigkeit voran.

Aufgaben wie diesen stellen sich auch viele andere Unternehmen der Branche im Freistaat. Wir müssen sie gemeinsam meistern. Für die Zukunft unserer Firmen – aber auch die Zukunft des gesamten Landes. Denn was Politik und Gesellschaft auch bei kritischer Begleitung stets präsent sein sollte: 30 Prozent der industriellen Wertschöpfung in Bayern kommen aus der Automobilindustrie.

Dr. Bernd Martens

Mitglied des Vorstands der AUDI AG,
Beschaffung und IT



Innovationsfelder



e-Mobilität

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



Elektrik / Elektronik

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



Mechanik / Konstruktion

- › Motor/Antrieb
- › Fahrwerk
- › Karosserie



Interieur / Design

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

Querschnittsthemen

Digitalisierung | Produktion | Nachhaltigkeit
Fahrzeugkonzepte | Multimaterialdesign

Intelligente Mobilität

Mobilitätsdienstleistung | Mobilitätskonzepte
Mobilitätsszenarien | Mikromobilität

„Der Kontext der Automobilindustrie ändert sich rapide: Sharing Konzepte, Urban Air Mobility, Seamless Mobility ... all diese Themen spiegeln sich auch auf Fahrzeugebene und damit über die Technologie auf Zulieferer-Ebene wider. ■

Trendthemen hineinspiegeln können, um auch in Zukunft gut aufgestellt zu sein. Die aktive Mitarbeit im Cluster Automotive liefert dazu wertvolle Informationen, wie sich der Kontext des Automobils im Gefüge der Mobilität und darüber hinaus verschiebt.

Im Netzwerk erfolgreich

Um Antworten auf die aktuellen Herausforderungen zu finden, wird die Zusammenarbeit von Marktteilnehmern aus unterschiedlichen Bereichen und Branchen immer wichtiger. Der 2006 vom Bayerischen Wirtschaftsministerium

etablierte Cluster Automotive gestaltet deswegen attraktive Netzwerke und Kooperationsplattformen für OEMs, Zulieferunternehmen und Forschungsinstitute. Gemeinsam mit seinen Akteuren identifiziert der Cluster wichtige Trends und übersetzt sie in zukunftsfähige Produkte und Geschäftsmodelle. Ziel des Clusters Automotive ist, die internationale Wettbewerbsfähigkeit der bayerischen Automobilindustrie langfristig zu stärken. Thematisch an den Bedarfen seiner Akteure orientiert, verknüpft der Cluster die vier Innovationsfelder Elekt-

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

Autor:



Dr. Andreas Böhm

Leiter Automotive
Bayern Innovativ
GmbH

Bayern Innovativ GmbH

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



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

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

Automobiltechnikum Bayern GmbH

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

Kontakt

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

E-Mail info@atbayern.de

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

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





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

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

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

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

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

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

Autor
Peter Rüpplein

Geschäftsführer
Automobiltechnik
Bayern GmbH

E-Mail: pru@atbayern.de

Besuchen Sie uns auf unserer Website
www.atbayern.de



Umweltsimulation

Betriebsfestigkeitsprüfung

Messlabor

Elektrotechnik



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-11100-01-00



Neuer Audi A1 Sportback – idealer Begleiter für einen urbanen Lifestyle



Im Jahr 2010 debütierte mit dem A1 eine ganz neue Modellreihe von Audi. Nun fährt die zweite Generation des kompakten Erfolgsmodells an den Start. Den neuen Audi A1 Sportback zeichnet sein dynamisches Design aus. Er ist der ideale Begleiter im urbanen Umfeld und auch für längere Strecken sehr gut geeignet. Mit seinen Infotainment- und Fahrerassistenzsystemen auf Oberklasse-Niveau ist der A1 Sportback bestens vernetzt mit der digitalen Welt. Neue Ausstattungslinien schaffen viel Spielraum für Individualisierung.

Außendesign: Markant, maskulin mit Genen des Ur-quattro

In der Länge ist der A1 Sportback mit 56 Millimetern deutlich gewachsen, er misst nun 4,03 Meter. Gleichzeitig ist die Breite mit 1,74 Meter nahezu gleich geblieben. Die Höhe beträgt in der neuen Generation nur 1,41 Meter – inklusive Antenne sind es 1,43 Meter. Mit der breiten Spur und den kürzeren Überhängen ist sein Erscheinungsbild sportlich-straff. Der breite, tief platzierte Singleframe-Grill und die angedeuteten seitlichen Lufteinlässe beherrschen die markante Front. Unter der Kante der Motorhaube befinden sich drei flache Schlitze – eine Reminiszenz an den Sport quattro, die Rallye-Ikone der Marke aus dem Jahr 1984.

Auch in der Seitenansicht betont der neue A1 Sportback die optische Nähe zu Audi Ur-quattro und Sport quattro: Die breite, flach geneigte C-Säule scheint ihn schon im Stand anzuschieben. Der in zwei dunklen Farben erhältliche Dachkontrastbogen endet über der C-Säule. Dadurch wirken das Dach und das ganze Auto noch flacher. Alle Linien auf den Flanken, von der Fensterkante bis zum Schweller, steigen keilförmig nach hinten an. Mit ausgeprägten Betonungen der Räder



Audi A1 Sportback ■

und der tiefen Schulterlinie dazwischen steht der A1 Sportback stabil auf der Straße. Die tiefe Linie zwischen den Kotflügelkanten senkt den optischen Schwerpunkt noch weiter.

In der S line-Ausstattung hat Audi den sportlichen Charakter durch zahlreiche Features noch stärker herausgearbeitet. Dazu zählen unter anderem größere Lufteinlässe, zusätzliche Schwellerleisten, drei flache Schlitze zentral unterhalb der Haube, bei denen der mittlere länger gestaltet ist als die beiden äußeren. Der größere Heckflügel rundet das sportliche Gesamtpaket ab. Die leistungsstärkste Motorisierung ist zusätzlich an einem markanten Doppelendrohr erkennbar.

Die prägnante Tagfahrlicht-Graphik der optionalen Voll-LED-Leuchten

zeigt Anleihen dynamischer Flügelformen aus dem Segelsport, sogenannte Hydrofoils. Ebenso davon inspiriert ist die Gestaltung der Blenden für die Hauptlichtfunktionen. Die Flügelsegmente an den Flanken erzeugen maximale Breitenwirkung. Ein tiefer, konzentrierter Blick sorgt im Zusammenspiel mit den kleinen Rautensegmenten im oberen Bereich der Scheinwerfer für ein sportliches Erscheinungsbild.

Zur hohen Wiedererkennbarkeit der A1-Lichtgrafik findet sich das dynamische Segmentierungsmotiv auch in den Heckleuchten. Es ist eingefasst in die markante 3D-Geometrie der Abschlusscheibe. Bemerkenswert für die zweiteiligen Heckleuchten ist das fugenlose Leuchtbild der Grafik im Dunkeln. ■



Audi A1 Sportback – Innenraum ■

Mehr Platz und Komfort: das Raumkonzept

Der neue A1 Sportback bietet ein deutlich verbessertes Raumangebot – und damit ein Komfort-Plus für Fahrer, Beifahrer und Fondpassagiere. Trotz der kompakten Außenabmessungen und der sportlichen Dachlinie genießen Erwachsene im Fond viel Kopf- und Beinfreiheit. Das Gepäckraumvolumen ist um 65 Liter gewachsen: Im Normalzustand passen 335 Liter hinein, mit umgeklappter Fondlehne sind es dachhoch sogar 1.090 Liter. Mit 67 Zentimetern liegt die Ladekante angenehm niedrig. ■

Alles digital: Bedienung und Anzeige

Der neue Audi A1 Sportback ist fit für die digitale Zukunft. Schon in seiner Basisversion sind ein volldigitales Kombiinstrument mit einem hochauflösenden 10,25-Zoll-Display sowie ein Multifunktionslenkrad serienmäßig an Bord. Das optionale Audi virtual cockpit mit erweitertem Funktionsumfang präsentiert umfassende und vielseitige Informationen, wie zum Beispiel animierte Navigationskarten und Grafiken einiger Fahrerassistenzsysteme, im direkten Blickfeld des Fahrers. ■

Vollvernetzt und immer aktuell: Infotainment und Audi connect

Das Infotainment-Konzept im neuen A1 Sportback entstammt der

Oberklasse. Serie ist das MMI Radio, das über die Multifunktions-tasten am Lenkrad und die Anzeige im volldigitalen Kombiinstrument bedient wird. In der höchsten Ausbaustufe bietet die MMI Navigation plus einen 10,1 Zoll großen MMI Touchscreen, der sich nahtlos einfügt in die Glasoptik schwarz. Wie vom Smartphone gewohnt, erfolgen sämtliche Befehle per Touch-Eingabe. Die neueste Generation der Sprachbedienung verbessert den Dialog zwischen Fahrer und Auto weiter. Die MMI Navigation plus bietet den A1 Sportback-Fahrern in Verbindung mit Audi connect Funktionen wie beispielsweise die Hybrid-Routenführung – sie führt eine

Routenberechnung in der Cloud durch und berücksichtigt dabei die gesamte Verkehrslage.

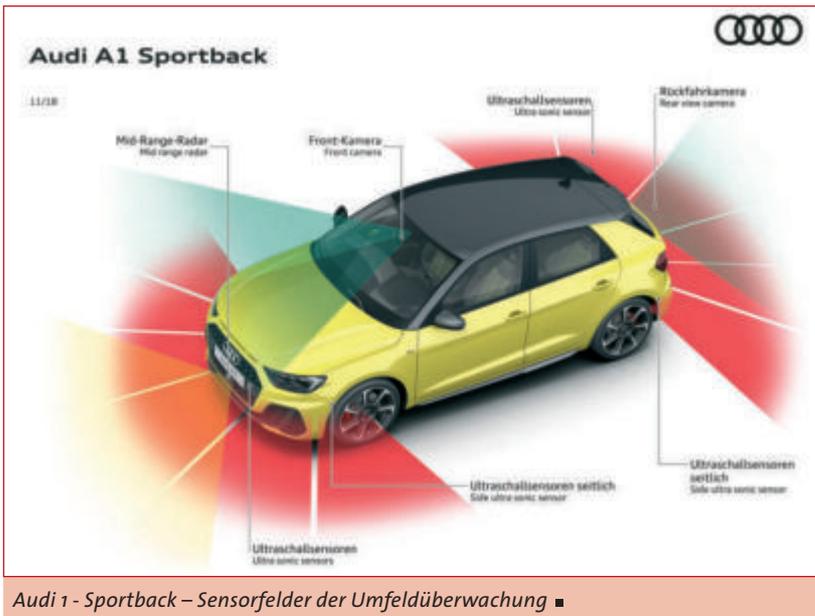
Weitere Highlights sind die Satellitenkartenansicht und die neuen 3D-Stadtmodelle, die eine exakte Kartendarstellung vieler Stadtzentren anbieten. Bis zu vier kostenlose Kartenupdates im Jahr werden automatisch heruntergeladen und installiert, zudem kann der Kunde auch die vielseitigen Online-Dienste von Audi connect nutzen.

Beste Verbindung an Bord des neuen A1 Sportback garantiert das Audi smartphone interface. Es integriert iOS- und Android-Smartphones per Apple CarPlay und Android Auto in eine speziell für sie entwickelte Umgebung im MMI und bietet zwei USB-Schnittstellen (1x USB-A, 1x USB-C mit Ladestromerhöhung). Die Audi phone box, eine weitere Option, sorgt so für eine verbesserte Empfangsqualität mit LTE-Unterstützung und lädt das Smartphone per wireless charging induktiv nach dem Qi-Standard.

Musik- und Akustikfreunde dürfen sich über einen Tuner für digitalen Radioempfang, das Audi Soundsystem und das Bang & Olufsen Premium-Soundsystem freuen. Das B&O-System steuert elf Lautsprecher mit 560 Watt an. Sein 3D-Effekt nutzt die Windschutzscheibe als Reflektionsfläche. ■



Audi A1 Sportback – Instrumententafel



Sicher ist sicher: die Fahrerassistenzsysteme

Auch die Fahrerassistenzsysteme des Audi A1 Sportback stammen aus der Oberklasse. Sie halten den kleinen Kompakten auf dem richtigen Abstand zum Vordermann, erleichtern dem Fahrer das Halten der Spur oder unterstützen ihn beim Parken.

Die serienmäßige Spurverlassungswarnung unterstützt den Fahrer ab Tempo 65 km/h das Auto im Fahrstreifen zu halten. Der ebenfalls serienmäßige Geschwindigkeitsbegrenzer verhindert zuverlässig, dass der A1 Sportback eine eingestellte Maximalgeschwindigkeit überschreitet.

Ein weiterer Baustein der Grundausstattung ist Audi pre sense front. Der Radarsensor erkennt kritische Situationen mit anderen Fahrzeugen, querenden Fußgängern oder Fahrradfahrern vor dem Auto – auch bei schlechten Sichtverhältnissen wie Nebel.

Das System warnt den Fahrer daraufhin mit einem akustischen und optischen Signal. Gleichzeitig bereitet es eine mögliche Vollbremsung vor und leitet – falls erforderlich – eine automatisierte Notbremsung ein, um eine drohende Kollision zu vermeiden oder deren Schwere zu mindern. Wenn nötig, treten die Schutzmaßnahmen des optionalen

Audi pre sense basic in Kraft: Die vorderen Gurte werden elektrisch gestrafft, die Fenster geschlossen und die Warnblinkanlage angeschaltet.

Ebenfalls radarbasiert arbeitet der adaptive Geschwindigkeitsassistent. Er hält den Audi A1 Sportback auf gewünschtem Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug. Ist die S tronic an Bord, deckt das System den Geschwindigkeitsbereich von 0 bis 200 km/h ab, mit dem Schaltgetriebe startet es bei 30 km/h. Im Stop- & Go-Verkehr bremsst der A1 Sportback mit S tronic-Getriebe bis zum Stillstand und fährt unter bestimmten Voraussetzungen automatisch wieder an.

Um das Einparken zu erleichtern, stehen im neuen Audi A1 Sportback unterschiedliche Systeme bereit. Neben der Einparkhilfe hinten gibt es erstmals eine Rückfahrkamera. Die vorderen Ultraschallsensoren des Systems Einparkhilfe plus erkennen auch Objekte vor dem Auto und warnen akustisch wie optisch. Der Parkassistent steuert den A1 Sportback längs und quer in Parklücken. Mit der neuen Version des Assistenten parkt der A1 Sportback auch vorwärts in Querparklücken ein – wenn nötig auch in mehreren Zügen. Das Ausparken aus Längsparklücken übernimmt das System ebenfalls. ■

Leicht und besonders robust: die Karosserie

In der Karosserie des neuen Audi A1 Sportback bilden Komponenten aus warmumgeformtem Stahl das Rückgrat der Fahrgastzelle. Die steife Karosserie und die exakten Passungen garantieren die sportliche Fahrpräzision und unterbinden Störgeräusche an Bord. Mit einer Stirnfläche von 2,07 Quadratmeter und einem cW-Wert von 0,31 bietet der neue A1 Sportback dem Wind nur wenig Angriffsfläche. ■

Viel Spielraum für Individualisierung

Der Lackfächer des neuen A1 Sportback bietet eine Auswahl aus zehn Farben. Auf Wunsch spannt sich das Dach des kleinen Kompakten von der A-Säule bis zum Dachkantenspoiler in Kontrastfarbe. Die Außenspiegelgehäuse, die seitlichen Frontspoilerlippen und die Seitenschweller sind ebenfalls in Kontrastfarbe bestellbar.

Besonders individuell ist das Editionsmodell „edition one“ auf Basis der Ausstattungslinie S line, das ab Marktstart verfügbar ist. Es inszeniert die Design-Sprache des A1 eindrucksvoll und kontrastreich. Große 18-Zoll-Räder – in Abhängigkeit von der Außenlackierung in Bronze, Weiß oder Schwarz ausgeführt – setzen starke Akzente. Auch die folierten Audi-Ringe auf der Fahrzeugseite kommen passend in Felgenfarbe. Die LED-Scheinwerfer und LED-Heckleuchten sind in Anlehnung an den legendären Audi Sport quattro abgedunkelt. Die Audi-Ringe im Singleframe sowie die Heck-Kennzeichnung sind schwarz. ■

Frei kombinierbar: die Ausstattungslinien

Ein Novum im A1 Sportback ist die modulare Lines-Struktur. Sie ermöglicht eine besondere Flexibilität – erstmals kann der Kunde die Exterieur- und Interieur-Umfänge vollkommen frei miteinander kombinieren. Je nach Ausstattungslinie – Basis, advanced



Audi A1 Sportback – Cockpit ■

oder S line – sind die Anbauteile im Exterieur unterschiedlich ausgeführt. Das Optikpaket schwarz setzt weitere Akzente. Mit den Lines „Interieur advanced“, „Interieur design selection“ und „Interieur S line“ bietet Audi zusätzlich zahlreiche Möglichkeiten, Farben und Materialien entsprechend auszuwählen. ■

Neuer Look: das Interieurdesign

„Das sportlichste Interieur der Kompaktklasse“, das war das erklärte Ziel des Designs. Der Innenraum präsentiert sich dementsprechend fahrerfokussiert, emotional gestaltet und individualisierbar. Dabei fällt besonders die sportlich-kompakte Einheit von Luftdüsen, Hutze und digitalem Kombiinstrument ins Auge. Alle Bedienelemente und das optionale MMI touch-Display sind stark fahrerorientiert und verstärken so den besonderen Cockpitchenarakter. Das Display und das Luftausströmerband auf der Beifahrerseite sind in einer Fläche in Glasoptik schwarz integriert. Das optionale Kontur- und Ambientelichtpaket setzt bei Dunkelheit das Interieurdesign auf Wunsch durch LED-Lichtelemente in 30 auswählbaren Farben in Szene. ■

Kraftvoll und effizient: die Motoren

Egal ob im urbanen Umfeld oder während eines Wochenendausflugs – für den Fahrspaß im neuen Audi A1 Sportback sind vor allem seine kräftigen Motoren zuständig. Es stehen

effiziente TFSI-Aggregate mit einer Leistungsspanne von 70 kW (95 PS) bis 147 kW (200 PS) zur Wahl. Turboaufladung, Direkteinspritzung und ein Partikelfilter sind Standard.

Für den A1 Sportback bietet Audi vier unterschiedliche Aggregate an. Als Dreizylindermotor mit 1,0 Liter Hubraum gibt es den 25 TFSI (Kraftstoffverbrauch kombiniert in l/100 km: 4,7 - 4,6¹⁾; CO₂-Emission kombiniert in g/km: 106 - 104¹⁾ mit 70 kW (95 PS) und den 30 TFSI (Kraftstoffverbrauch kombiniert in l/100 km: 4,9 - 4,8¹⁾; CO₂-Emission kombiniert in g/km: 111 - 108¹⁾ mit 85 kW (116 PS) Leistung. Beim A1 Sportback 35 TFSI (Kraftstoffverbrauch kombiniert in l/100 km: 5,1 - 5,0¹⁾; CO₂-Emission kombiniert in g/km: 116 - 115¹⁾ handelt es sich um einen 110 kW (150 PS) starken 1,5-Liter-Vierzylinder mit dem Effizienzsystem cylinder on demand.

Der 40 TFSI (Kraftstoffverbrauch kombiniert in l/100 km: 6,0¹⁾; CO₂-Emission kombiniert in g/km: 137 - 136¹⁾ – ebenfalls ein Vierzylinder – ist mit 147 kW (200 PS) und 320 Nm Drehmoment die stärkste Motorisierung im Audi A1.

Audi stellt je nach Motorisierung ein manuelles Schaltgetriebe oder das Doppelkupplungsgetriebe S tronic bereit. Eine Ausnahme bilden die Vierzylinder-Varianten, bei denen serienmäßig die S tronic an Bord ist. ■

Sportlich-souverän abgestimmt: das Fahrwerk

Die Achskonstruktion des neuen Audi A1 Sportback sorgt für ein agi-

les Handling und ein sportlich-souveränes Fahrgefühl. Bei der Vorderadaufhängung handelt es sich um eine McPherson-Konstruktion, im Heck kommt eine kompakte, leichte Verbundlenkerachse zum Einsatz. Neben dem Basisfahrwerk steht optional ein strafferes Sportfahrwerk zur Wahl.

Individuell für jede Motorisierung zugeschnittene Dynamikpakete bündeln Ausstattungsoptionen, die den A1 Sportback noch mehr in Richtung Sportlichkeit trimmen. Für den 25 TFSI umfasst das Dynamikpaket „Basis“ ein Sportfahrwerk, rote Bremssättel und vergrößerte Bremscheiben. Für die weiteren Motorisierungen offeriert Audi das Dynamikpaket „Performance“. Es enthält ebenfalls rote Bremssättel und vergrößerte Bremscheiben sowie zusätzlich ein Fahrwerk mit schaltbaren Dämpfern, einen Soundaktor und Audi drive select.

Die Bremsanlage des neuen A1 Sportback lässt sich fein dosieren und liefert ein spontanes, straffes Pedalgefühl. Der optionale Anfahrassistent erhöht an Steigungen und Gefällen die Sicherheit, indem er nach dem Stopp ein Zurückrollen verhindert. Das Räderprogramm reicht von 15 bis 18 Zoll. ■

Vier Modi für ein individuelles Fahrgefühl: Audi drive select

Optional fährt der neue A1 Sportback mit dem Fahrdynamiksystem Audi drive select vom Band. Mit ihm lassen sich vier Modi zur Beeinflussung der Fahrcharakteristik wählen – auto, dynamic, efficiency und individual. ■

¹⁾Angaben zu den Kraftstoffverbräuchen und CO₂-Emissionen bei Spannweiten in Abhängigkeit vom verwendeten Reifen-/Rädersatz

Ansprechpartner:

Tobias Söllner
I/GP-P3

D-85045 Ingolstadt
Telefon: +49 841 89-36188
tobias.soellner@audi.de
www.audi.com

Bereit für das nächste Level

Vom Spezialisten für elektrisch verstellbare Sitzstrukturen zum Systemlieferanten von dynamischen Innenräumen: In Vorbereitung auf die nächsten Stufen des autonomen Fahrens erweitert der Zulieferer Brose seine Kompetenzen im Interieur. Dabei setzt das Familienunternehmen auch auf Joint Ventures und Forschungsk Kooperationen. Ein besonderer Mehrwert für die Kunden bietet sich durch die Verknüpfung der Brose Kompetenzen für den Innenraum und den Fahrzeugzugang.

Per Knopfdruck übernimmt der Autopilot das Steuer und das Lenkrad verschwindet im Armaturenbrett. Nun kann der Fahrzeugnutzer selbst entscheiden, wie er die Fahrt verbringen möchte. Denn der Innenraum ist flexibel: Sitze, Bildschirme und Konsolen verschieben sich und passen sich der gewünschten Nutzung an. Verschiedene Modi zum Arbeiten, Entspannen, Unterhalten sowie für den Ein- und Ausstieg bieten höchsten Komfort und maximale Flexibilität. Mit dieser Vision eines dynamischen Innenraums beantwor-

tete der Mechatronik-Spezialist Brose schon auf der IAA 2017 eine der aktuell interessantesten Fragen der Branche: Wie verändert die neue Freiheit während der autonomen Fahrt die Ansprüche der Nutzer an das Interieur? Das Exponat „Brose Interior Experience“ wagte einen Blick in die Zukunft und stieß bei Fahrzeugherstellern auf großes Interesse. Seitdem treibt der Zulieferer seine Strategie voran, präferierter Entwicklungspartner der OEMs für innovative Verstellsysteme im Fahrzeuginnenraum zu werden. ■

Neue Verstellungen für das Interieur

Der naheliegendste Schritt ist das Erweitern der Verstellmöglichkeiten von Sitzen: durchgehende verdeckte Führungsschienen für die Längsverstellung, ausklappbare Beinauflagen und ausfahrbare Bedienelemente aus der Armlehne ermöglichen neue Einstellungen von der Besprechung zu viert bis hin zur bequemen Liege- oder Arbeitsposition. Die dafür notwendige mechatronische Kompetenz weitet Brose zukünftig auch auf den gesamten

Dynamische Innenräume



Der Innenraum der Zukunft passt sich an wechselnde Fahrsituation an. Neue Kinematiken und zusätzliche Verstellungen ermöglichen maximale Flexibilität. ■



Brose fertigt ab 2020 Strukturen für bewegliche Mittelkonsolen ■

Innenraum aus, etwa auf die Mittelkonsole. Diese wird in Zukunft besonders flexibel sein und sich teilen, schwenken, nach vorne und hinten bewegen, in einen Tisch verwandeln oder einen verstellbaren Bildschirm integrieren. Der erste Auftrag für das neue Betätigungsgebiet liegt bereits vor: Ab 2020 liefert Brose die Struktur einer verfahrbaren Mittelkonsole an einen Hersteller in Nordamerika. Dabei übernimmt der Zulieferer auch die Entwicklung des Motors sowie des elektronischen Einklemmschutzes. ■

Innovative Sensorlösungen

Der Elektronikkompetenz des Familienunternehmens kommt bei dynamischen Innenräumen ohnehin eine Schlüsselrolle zu: Mehrere

Dutzend Verstellungen müssen vernetzt und sicher koordiniert werden. Dazu greift Brose unter anderem auf die Expertise als Weltmarktführer bei mechatronischen Systemen für Türen und Heckklappen zurück. Das Unternehmen besitzt mehr als 30 Jahre Erfahrung im Elektronik-Bereich, beschäftigt dort rund 600 Mitarbeiter und liefert jährlich über 75 Millionen Elektronik- und Sensoren in den Markt. Um die besonderen Sicherheitsanforderungen flexibler Innenräume zu erfüllen, kooperiert man außerdem mit dem Sensorspezialisten Vayyar. Dieser liefert 3D-Radar-Bildsensoren, die von Brose in die Elektronik-Umgebung eingebettet werden. Die präzise Innenraumüberwachung ermöglicht neben dem Kollisions- und Einklemmschutz Funktionen wie Diebstahlschutz, Gestensteuerung oder das Erkennen von zurückgelassenen Kleinkindern – letzteres könnte in sehr naher Zukunft eine rechtliche Anforderung werden. Zusätzlich lassen sich bisher notwendige Komponenten wie Sitzbelegungsmatten einsparen. Der Ansatz kommt bei den Kunden gut an: Mehrere Unternehmen haben bereits Testfahrzeuge mit der Sensorlösung ausgestattet.

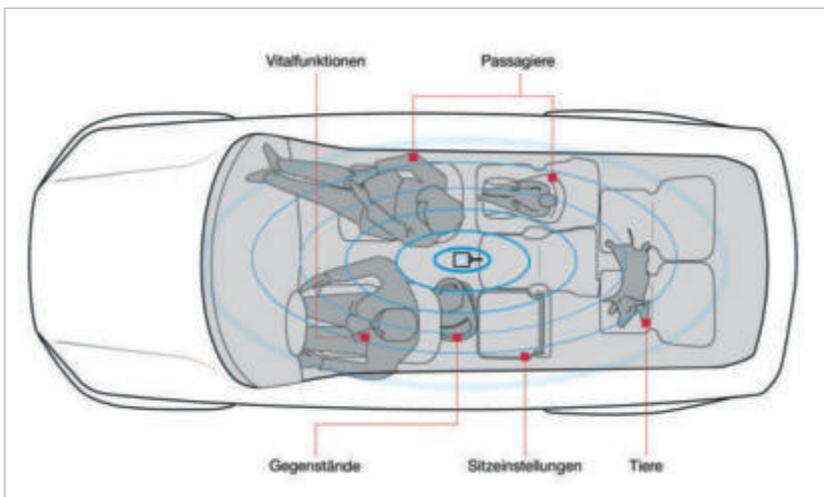
Eine weitere Kooperation zielt auf die Entwicklung und Liefere-

rung komplett gepolsterter Fahrzeugsitze durch das Joint-Venture Brose AUNDE Fahrzeugsitze ab. Der Kooperationspartner AUNDE steuert dafür sein Know-how rund um Schaum, Bezüge und Verkleidungsteile bei.

Die Zusammenarbeit bietet beiden Unternehmen Chancen für zukünftiges Wachstum und technologische Innovationen – beispielsweise Sitzschäume mit integrierten Massagesystemen, neuartige Komfortkopfstützen oder Sitzbezüge im 3D-Druck. So entstehen gänzlich neue Sitzkonzepte. ■

Fokus auf systemübergreifendem Kundenerlebnis

Bei allen Weiterentwicklungen steht der Fahrzeugnutzer immer im Mittelpunkt. Brose vereint die Kompetenz in den Bereichen Sitz, Tür, Antriebe und Elektronik und ermöglicht dem Endkunden ein besonderes Erlebnis. Beispielsweise wird der Fahrzeugzugang komfortabel wie nie zuvor, wenn das Auto den Nutzer erkennt, die Tür sich selbsttätig öffnet sowie der Sitz eine „Welcome“-Position einnimmt und einen bequemen Einstieg ermöglicht. Die dafür notwendigen Technologien liefert Brose dem Fahrzeughersteller aus einer Hand und perfekt aufeinander abgestimmt. ■



Die Innenraum-Sensoren von Brose und Vayyar ermöglichen zuverlässigen Kollisionschutz für flexible Interieurs sowie weitere Anwendungen wie Airbagsteuerung oder Diebstahlschutz ■



Autor:



Sandro Scharlibbe
Geschäftsführer Sitz
Brose Gruppe

Brose Fahrzeugteile GmbH & Co. KG, Coburg

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

Ganzheitliches Qualitätssicherungssystem für hochflexible Produktionsanlagen im Karosseriebau der Zukunft

Innovative Sensortechnologie und Datenauswertung mittels Künstlicher Intelligenz als Befähiger für hochflexible Fügetechnologien

Anforderungen an (automobile) Produktionssysteme der Zukunft

Die steigende Modell- und Variantenvielfalt, mit denen Automobilhersteller dem zunehmenden Bedürfnis nach kundenindividuellen Produkten begegnen, erfordert Produktionstechnologien, die eine flexible Fertigung der Karosserievarianten in einem wirtschaftlichen Rahmen erlauben. Neben der zunehmenden Komplexität durch die steigende Anzahl an Fahrzeug-

varianten stellen immer kürzer werdende Produktlebenszyklen und ein zunehmend volatiler Absatzmarkt große Herausforderungen für konventionelle Produktionsstrukturen dar. [1]

Heutige Produktionsanlagen im Karosseriebau sind starr verkettet und modellvariantenspezifisch aufgebaut. Insbesondere im Bereich der Fügetechnik werden fahrzeugspezifische Spannvorrichtungen eingesetzt, die nur eine sehr geringe Geometrieflexibilität zulassen. Änderun-

gen an der Karosseriestruktur bei einem Modell- oder Variantenwechsel erfordern daher in der Regel sehr hohe Aufwände. Aufgrund der stetigen Zunahme der Komplexität und einer steigenden Volatilität gewinnt die Flexibilisierung von Produktionssystemen an strategischer Bedeutung. Als eine der zentralen Technologien im Karosseriebau wird derzeit zu großen Teilen das Widerstandspunktschweißen eingesetzt. Zusammen mit der typischerweise verwendeten vorrich-

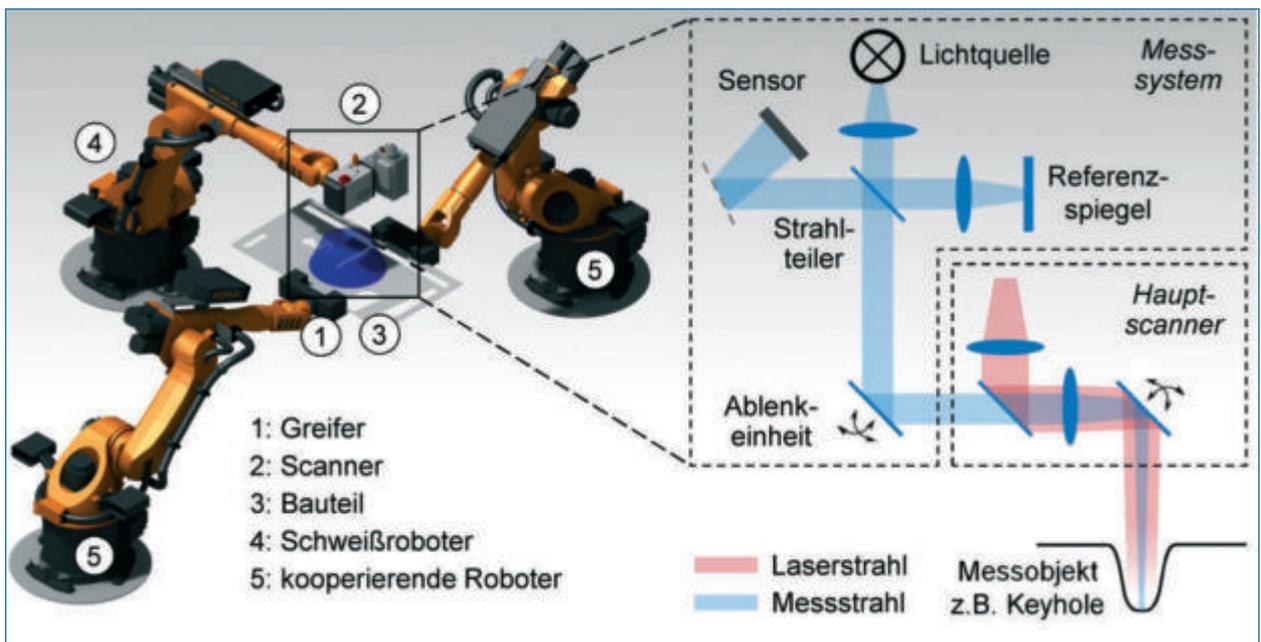


Abb. 1: Geplanter Funktionsdemonstrator im Rahmen des Forschungsprojektes RoKtoLas zur Realisierung eines hochflexiblen Systems basierend auf dem Remote-Laserstrahlschweißen (links) sowie Prinzipskizze der Kurzkohärenz-Interferometrie (rechts) ■

tungsbasierten Spanntechnik zur Positionierung der Bauteile bietet dieses Verfahren nur eine sehr begrenzte Flexibilität – sowohl hinsichtlich geometrischer Änderungen an der Karosseriestruktur als auch in Bezug auf Änderungen am Produktionsablauf. ■

Technologiesprung im automobilen Karosseriebau

Am Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften (iwb) der Technischen Universität München wird zusammen mit Partnern aus der Industrie an der Flexibilisierung des Karosseriebaus geforscht. Im Zentrum des Ansatzes steht die partielle Substitution des Widerstandspunktschweißens durch das Remote-Laserstrahlschweißen, das sich unter anderem aufgrund einer hochdynamischen und flexiblen Prozessführung in besonderem Maße für die Realisierung adaptiver und vernetzter Produktionsanlagen eignet. Das Konzept einer hochflexiblen Fertigungszelle mittels Remote-Laserstrahlschweißen und das Funktionsprinzip der optischen Sensoreinheit ist in *Abbildung 1* gezeigt. Im Hinblick auf die zahlreichen Auswirkungen dieser Technologiesubstitution – von der Fahrzeugkonstruktion über die gesamte Produktionskette von Rohkarosserien bis hin zu nachfolgenden Produktionsschritten – hat sich ein einmaliges Konsortium vom Sensorentwickler über Anlagenentwickler bis zum Automobil-OEM zusammengefunden. Im Rahmen des öffentlich geförderten Forschungsprojektes RoKtoLas wird ein umfassendes Anlagen- und Produktionskonzept auf Basis der neuartigen optischen Sensoreinheit erforscht und die industrielle Umsetzbarkeit dieses Ansatzes nachgewiesen. ■

Universelles Sensorikkonzept zur vollumfänglichen Qualitätssicherung

Für einen großflächigen industriellen Einsatz des Remote-Laserstrahlschweißens ist für viele An-

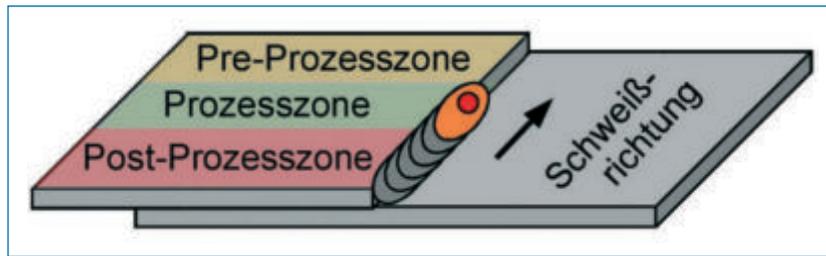


Abb. 2: Prozesszonen beim Laserstrahlschweißen ■

wendungen eine umfangreiche Sicherstellung der Qualität jeder Schweißnaht eine zwingende Voraussetzung. Herkömmliche Qualitätssicherungssysteme erlauben jedoch entweder nur eine indirekte Aussage über die hochdynamischen Vorgänge beim Schweißen und den daraus resultierenden Nahteigenschaften oder erfordern sehr aufwändige nachgelagerte Prüfschritte. Ein System, basierend auf Optischer Kohärenztomographie (OCT), erlaubt erstmals eine direkte Beobachtung der Wechselwirkungsvorgänge in der Prozesszone durch die Aufnahme von geometrischen Informationen.

Das interferometrische Prinzip ermöglicht zeitlich und räumlich hochaufgelöste Abstandsmessungen, die weitestgehend unabhängig von elektromagnetischen Prozessemissionen und beim Schweißen entstehendem Metallrauch oder -plasma sind. Durch eine geeignete Ablenkung des Messstrahls können topographische Scans der Prozesszone sowie der umliegenden Bereiche (vgl. *Abbildung 2*) in Echtzeit während des Schweißens aufgenommen werden.

Die topographischen Aufnahmen können zur Prozessbeobachtung, zur Prozessregelung sowie zur Qualitätssicherung genutzt werden: Im Vorlauf der Prozesszone kann anhand der Höhenaufnahmen die genaue Lage der Stoßkante ermittelt werden, um etwaige Bauteil- oder Bahnführungstoleranzen auszugleichen (vgl. *Abbildung 3*). In der Prozesszone kann die Tiefe der Dampfkapillare als entscheidende Einflussgröße auf die resultierenden mechanischen Eigenschaften der Schweißnaht gemessen werden.

Im Nachlauf der Prozesszone ermöglichen topographische Aufnahmen eine exakte Rekonstruktion der Schweißnahtoberfläche zu Qualitätssicherungszwecken.

Neben geometrischen Informationen über die Dampfkapillare, die mit Blick auf die resultierenden Schweißnahteigenschaften eine der zentralen Einflussgrößen darstellt, kann mittels geeigneter Auswertungsalgorithmen eine Vielzahl an Qualitätskriterien der Schweißnaht ohne weitere Prüfschritte abgeleitet werden.

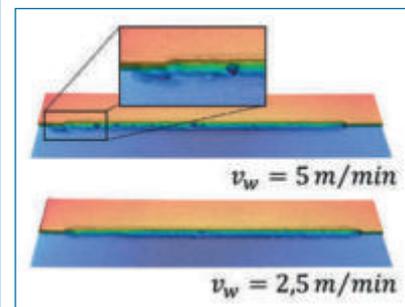


Abb. 3: OCT-basiertes Kantentracking sowie topographische Aufnahmen zur Qualitätssicherung (nach [2]) ■

Künstliche Intelligenz zur Echtzeit-Datenauswertung und Prozessregelung

Obwohl das Messprinzip eine hochpräzise Abstandsmessung mit einer Genauigkeit von wenigen Mikrometern und einer zeitlichen Auflösung in der Größenordnung von 100 Kilohertz ermöglicht, besteht eine wesentliche Herausforderung darin, die aufgenommenen Daten geeignet auszuwerten, um etwa das inline gemessene Einschweißtiefsignal zur Prozessregelung nutzen zu können. Die Charakteristik eines typischen Einschweißtiefsignals ist in *Abbildung 4* gezeigt. Die Herausforde-

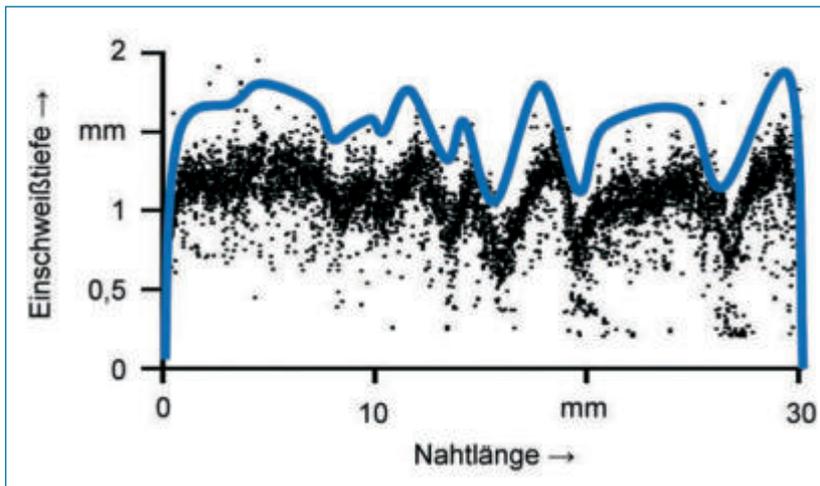


Abb. 4: Bestimmung der Einschweißtiefe (blau) beim Laserstrahlschweißen anhand des OCT-Signals mittels Methoden des Maschinellen Lernens. ■

rung besteht dabei in der korrekten und universellen Interpretation der Signalstruktur unter der Anforderung der Echtzeitfähigkeit. Untersuchungen der Signalcharakteristik ergaben, dass die Streuung in der Einschweißtiefe nicht nur stochastischen Fluktuationen der Dampfkapillare folgt, sondern durch charakteristische Prozessphänomene hervorgerufen wird und mit diesen zuverlässig korreliert werden kann.

Konventionelle Ansätze der Signalverarbeitung und -analyse können bei der vorliegenden Datenstruktur die Einschweißtiefe nur in einem sehr eingeschränkten Bereich approximieren, für den im Vorfeld eingehende Untersuchungen durchgeführt werden müssen. Für davon abweichende Prozesszustände kann sich die Signalcharakteristik erheblich ändern und bedarf einer entsprechend angepassten Auswertung. Auch können Effekte, deren Einflüsse auf die Fluktuationen im Einschweißtiefsignal nicht durch einfache statistische Größen quantifizierbar sind, nicht zuverlässig erkannt werden. Ein alternativer Ansatz ist die Nutzung von Methoden des Maschinellen Lernens. Ohne die zugrunde liegenden Signalmuster quantifizierend beschreiben können zu müssen, sind etwa Künstliche Neuronale Netze dazu in der Lage, zuverlässig Korrelationen zwischen Signalcharakteristika und Prozesseffekten zu finden. ■

Maschinelles Lernen als Befähiger für hochflexible Produktionsanlagen

Die hochdynamischen Vorgänge beim Laserstrahlschweißen setzen ein hohes Verständnis über die genauen Vorgänge voraus, um entsprechende Prozessdaten valide bewerten zu können. Eine genaue Studie der Vorgänge ist allerdings aufgrund der aufwändigen Maßnahmen zur umfänglichen Prozessbeobachtung beim Laserstrahlschweißen in der Regel auf den individuellen

Anwendungsfall beschränkt und nur sehr eingeschränkt übertragbar. Ändert sich etwa der Werkstoff der Fügepartner oder kommen andere Prozessparameter zum Einsatz, sind meist neue umfangreiche Untersuchungen notwendig, um ein ausreichendes Prozessverständnis zu gewinnen (z.B. zur Bewertung des Einflusses der Strahlungscharakteristik, vgl. Abb. 5). Im Gegensatz dazu erfordert die Datenauswertung mittels Maschinellen Lernens kein grundlegendes Verständnis über die physikalischen Wechselwirkungen und Vorgänge innerhalb der Prozesszone. Vielmehr können durch geeignete Trainingsalgorithmen die Abhängigkeiten und Wechselwirkungen automatisiert erkannt und für zukünftige Anwendungsfälle nutzbar gemacht werden. Moderne Ansätze setzen zur Datenauswertung ermöglichen damit flexibel und universell einsetzbare Systeme, die unabhängig vom Anwendungsfall und ohne vorherige Auslegungsversuche eine valide Bewertung der hochdynamischen und komplexen Vorgänge beim Laserstrahlschweißen gewährleisten können. ■

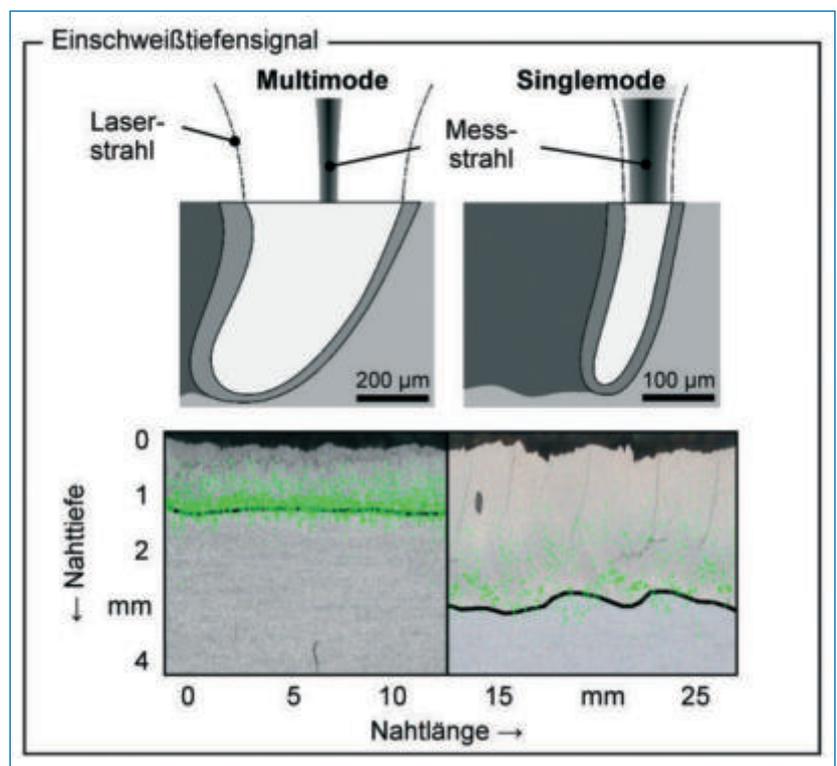


Abb. 5: Einfluss der Strahlungscharakteristik auf die Einschweißtiefenmessung (links: Multimode-Laserstrahlung, rechts: Singlemode-Laserstrahlung (nach [3])) ■

Remote-Laserstrahl-schweißen für den Karosseriebau der Zukunft

Eine zuverlässige Methode zur Prozessbeobachtung ist die Basis für eine robuste Prozessregelung und eine valide Qualitätssicherung beim Laserstrahlschweißen. Die Optische Kohärenztomographie in Kombination mit geeigneten Methoden des Maschinellen Lernens erlaubt eine sehr robuste und direkte Beobachtung des Prozesses. Im Vergleich zu konventionellen Ansätzen zur Qualitätssicherung in der Lasermaterialbearbeitung werden durch die direkte Vermessung der Prozesszone Interpretationsfehler stark reduziert. Die umfangreiche Prozessdatengenerierung erlaubt darüber hinaus die Bewertung einer Vielzahl an Qualitätskriterien auf Basis der inline aufgenommenen Daten.

Damit ist unmittelbar nach dem Schweißprozess eine valide Aussage hinsichtlich der Einhaltung von Prozessgrenzen möglich. Die Universalität des Sensorikkonzepts erlaubt eine durchgängige und umfangreiche Prozessdatenaufnahme und damit eine lückenlose Nachverfolgbarkeit über die Prozesskette hinweg. Neben der Bewertung der Prozessstabilität und der resultierenden Schweißnahtigenschaften ist durch die Schaffung einer Wissensbasis

eine Prozessqualifizierung für viele Anwendungsfälle möglich, für die es heute noch umfangreiche Untersuchungen bedarf. Durch die Qualifizierung des hochflexiblen Prozesses für die Anwendung im Karosseriebau werden hochgradig adaptive Anlagen ermöglicht. Im Rahmen des Projektes wird damit ein Konzept zur Realisierung intelligenter Fügesystemtechnik im Sinne einer digitalisierten Produktion demonstriert und anhand seriennaher Bauteilumfänge validiert. ■

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. ■

Literatur

- [1] Erler, F.: Downstream-Risiken in der automobilen Wertschöpfungskette: Instrument zur Risikobewältigung in der Kundenbeziehung von Automobilzulieferern. Dissertation. Technische Universität Chemnitz (2015).
 [2] Stadter, C.; Schmoeller, M.; Zeitler, M.; Tueretkan, V.; Munzert, U.; Zaeh, M. F.: Process Control and Quality

Assurance in Remote Laser Beam Welding by Optical Coherence Tomography. In: ICALEO Conference Proceedings (2018).

[3] Schmoeller, M.; Stadter, C.; Liebl, S.; Zaeh, M. F.: Inline Weld Depth Measurement for High Brilliance Laser Beam Sources Using Optical Coherence Tomography. In: ICALEO Conference Proceedings (2018). ■

Autoren:



Christian Stadter
 Forschungsfeld
 Intelligente
 Fügesystemtechnik
 christian.stadter
 @iwb.mw.tum.de
 +49 89 289 15560



Maximilian Schmöller
 Forschungsfeld
 Laserfertigungstechnik
 maximilian.schmoeller@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/roktolas

C-KES - Consulting & Engineering Gegründet, um den Erfolg IHRES Unternehmens für Generationen auszubauen

Für die Transformationsstrategie und Neuausrichtung der Märkte, entwickeln wir Kooperationen und neue Partnerschaften. Wir forcieren smarte, schnelle und innovative Geschäftsmodelle. Wo immer sich die Welt verändert – Kompetenzen und Ressourcen spielen eine entscheidende Rolle.

C-KES entwickelt innovative Lösungen, die es Ihnen im laufenden Betrieb ermöglichen bei fehlenden Aufträgen, bei Auftragsschwankungen und in Auslastungsfragen, die Ressourcen dauerhaft anzupassen und Ihre Kosten geringer zu halten.

Geschäftsfelder

- Pipeline-Management, Ressourcen-Management
- Optimierung bei schwankender Kapazitätsauslastung
- Minimalismus, Kosten - und Prozessoptimierung
- Vermittler von Kompetenzen und Ressourcen (z.B. Human Resources, IT- Architekturen, Versuchsanlagen, Projektbüros)
- Schulungen und Training

Unser vorrangiges Ziel ist es, mit Vertriebs-Engineering die Abhängigkeit unserer Kunden von heutigen Branchen zu reduzieren und intelligente

Netzwerke zu formen. Die Kombination von Engineering-Kompetenzen unterschiedlicher Unternehmen ermöglicht eine einzigartige Startaufstellung für ein leistungsfähiges Innovationszentrum, um von der Idee bis zu der Industrialisierung marktfähige Produkte zu schaffen. Unser Geschäftsmodell basiert auch darauf, gemeinsam mit unseren Kunden (aus neuen und traditionellen Branchen wie z.B. Luft- und Raumfahrt, Sport- und Freizeitbranche, Lifestyle-Strukturen und Mobilitätsindustrie) innovative und begehrliche Produkte und komplexe Gesamtlösungen bis zur Serienreife zu entwickeln und über neuartige Vertriebswege am Markt zu etablieren.

Haben Sie bereits ein ausgewähltes Thema vor Augen?
 Ein Erstgespräch ist kostenlos – schreiben Sie uns gleich an!

Werden Sie jetzt erfolgreicher – www.c-kes.de.

C-KES Consulting & Engineering GmbH

Heinrich-Schütz-Straße 20
 71065 Sindelfingen / Headquarter

M +49 (0) 171 / 31 55 42 0
 c.weiss@c-kes.de

Der Truck der Zukunft



„Truck2030“: TU München stellt Konzept für effizienten Gütertransport vor

Lastkraftwagen (Lkw) sind für den Gütertransport auch in den kommenden Jahrzehnten unverzichtbar. Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen der Technischen Universität München (TUM) und ihre Partner haben ein Konzept für den Truck der Zukunft erarbeitet. Dazu zählen die europaweite Zulassung für Lang-Lkw, der Diesel-Hybrid-Antrieb und eine multifunktionale Fahrerkabine.

Laut der Prognose des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur wird der Lkw-Güterverkehr bis 2030 im Vergleich zu 2010 um 39 Prozent steigen. Effiziente und umweltfreundliche Transportkonzepte werden daher immer wichtiger, um den Verkehr zu entlasten und Emissionen wie Kohlendioxid, Rußpartikel und Stickoxide zu vermeiden.

Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen der TUM haben im Projekt „Truck2030“ alle Bereiche des Lkw der Zukunft untersucht. Ihre Ergebnisse stellten sie auf der IAA Nutzfahrzeuge in Hannover vor. Die wichtigsten Ergebnisse bei den Schwerpunkten Mensch, Logistik und Transport, Umwelt sowie Politik sind:

Mensch

Im Konzept gehen die Forscher und Forscherinnen von der Annahme aus, dass die Lastwagen auf der Autobahn in Zukunft automatisiert fahren. Die für die Fahrer und Fahrerinnen gewonnene Zeit könnten sie in ihre Gesundheit investieren. Die von dem Team gestaltete Fahrerkabine ist unter anderem mit Seilzügen



So könnte der Lkw der Zukunft aussehen. (Bild: Lehrstuhl für Industrial Design / TUM) ■

ausgestattet, die wie im Fitnessstudio für Fitnessübungen verwendet werden können. Um die Motivation zu erhöhen, soll noch ein spielerischer Aspekt hinzukommen, etwa durch ein virtuelles Belohnungssystem. ■

Logistik und Transport

Lang-Lkw mit einer Länge von 25,25 Metern sind für einen effizienten Güterverkehr ideal. Dabei ersetzen zwei Lang-Lkw drei Lkw von normaler Länge. So kann Kraftstoff eingespart werden, was wiederum Vorteile für die Umwelt

und die Wirtschaftlichkeit bringt. Auch sind insgesamt weniger Lkw auf der Straße.

Apps, mit deren Hilfe die Ladung via Scancode oder NFC erfasst werden kann, könnten Zeit und Ressourcen beim Be- und Entladen sparen. ■

Umwelt

Allein durch den Einsatz von Lang-Lkw könnten wegen des geringeren Kraftstoffverbrauchs bei gleicher Ladung etwa 20 Prozent der CO₂-Emissionen eingespart werden. Um gut 10 Prozent kön-

nen die CO₂-Emissionen durch einen Diesel-Plug-in-Hybridantrieb gesenkt werden. Dieser ist sowohl für den Umweltschutz als auch aus wirtschaftlicher Sicht die beste Lösung. Ein elektrischer Antriebsstrang wäre beim jetzigen Stand der Technik nicht sinnvoll, da eine Batterie, die genügend Energie für die benötigte Reichweite zur Verfügung stellen würde, zu groß und zu schwer wäre. Auf Rollwiderstand optimierte Reifen und eine verbesserte Aerodynamik des Lkw könnten die CO₂-Emissionen ebenfalls um etwa 10 Prozent senken. ■

Politik

Die wichtigste Voraussetzung zur Umsetzung des Konzepts ist die Zulassung des Lang-Lkw in ganz Europa. Gegenargumente, wie etwa eine geringere Fahrzeugsicherheit oder eine stärkere Straßenabnutzung, konnten die Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen in ihren Untersuchungen entkräften.

Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Infrastruktur. Für den Diesel-Plug-in-Hybrid werden zusätzliche Ladesäulen an den Autobahnen benötigt. Diese Ladesäulen können ebenso von Elektroautos genutzt werden. ■



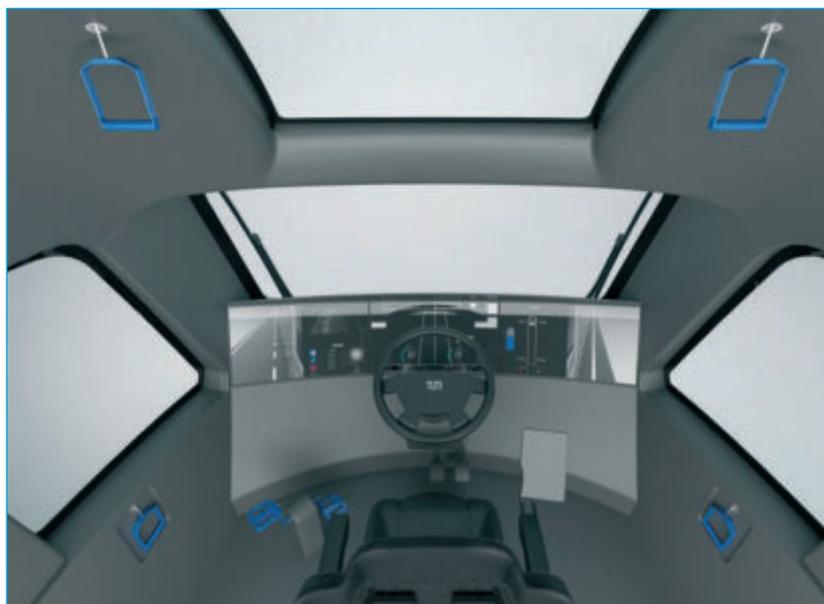
In der Werkstatt baut das Team ein Modell der Fahrerkabine für die IAA Nutzfahrzeuge zusammen. (Bild: A. Heddergott / TUM) ■

Weitere Informationen

Truck2030 ist ein Forschungsprojekt der Technischen Universität München in Kooperation mit der Ostbayerischen Technischen Hochschule Regensburg sowie fünf Industriepartnern. Es

wird von der Bayerischen Forschungsförderung gestiftung gefördert. Beteiligt sind seitens der Technischen Universität München der Lehrstuhl für Fahrzeugtechnik, der Lehrstuhl für Verbrennungskraftmaschinen und der Lehrstuhl für Industrial Design.

<https://www.truck2030.tum.de/home/>



Die Fahrgastkabine bietet die Möglichkeit für Sportübungen. (Bild: Lehrstuhl für Industrial Design / TUM) ■

Kontakt:

Christian Mährle
Lehrstuhl für
Verbrennungskraftmaschinen
Tel. +49 89 289 16344
maehrle@lvk.mw.tum.de

Sebastian Wolff
Lehrstuhl für Fahrzeugtechnik
Tel. +49 89 289 15881
wolff@ftm.mw.tum.de

Simon Rauchbart
Lehrstuhl für Industrial Design
Tel. +49 89 289 28674
simon.rauchbart@tum.de

Auf dem Weg zum sauberen Verbrennungsmotor



OME: Forscher testen synthetischen Kraftstoff

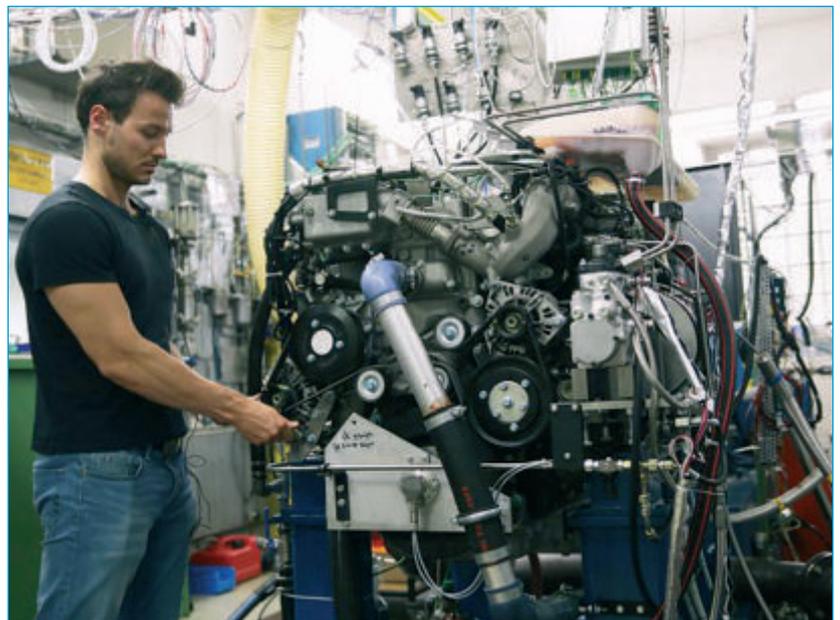
Autos mit Verbrennungsmotoren, die keine Emissionen verursachen – mit synthetischen Kraftstoffen wie Oxymethylenether wäre das denkbar. Forscher der Technischen Universität München (TUM) haben getestet, wie sich ein solcher Kraftstoff im Motor verhält und ein optimiertes Brennverfahren entwickelt.

Sie erzeugen Kohlendioxid, Feinstaub und Stickoxide: Verbrennungsmotoren stehen in der Kritik, in vielen Innenstädten gelten bereits Fahrverbote für bestimmte Dieselfahrzeuge. Synthetische Kraftstoffe wie die Gruppe der Oxymethylenether (OME) könnten die Lösung sein. Sie verbrennen fast ohne unerwünschte Nebenprodukte wie Rußpartikel oder Kohlenwasserstoffe.

Gegenüber anderen, schon länger bekannten Designerkraftstoffen bieten sie damit einen zusätzlichen Vorteil für die Luftqualität. Es gibt allerdings auch Nachteile: Die Herstellungskosten sind höher als die der fossilen Kraftstoffe und noch gibt es keine Anlagen für die Produktion.

Das Projekt XME-Diesel, das vom Bundeswirtschaftsministerium gefördert wird, hat das Ziel, den Einsatz von OME voranzubringen. Auch Wissenschaftler des Lehrstuhls für Verbrennungskraftmaschinen der TUM sind an dem Projekt beteiligt.

Sie haben untersucht, wie sich OME im Motor verhalten, welche Anpassungen nötig sind, damit die Verbrennung effizienter ist und wie stark sich die schädlichen Emissionen im Vergleich zu fossilen Kraftstoffen reduzieren lassen. ■



Dominik Pélerin beim Test am Vollmotor-Prüfstand. (Bild: Moritz Ermert / TUM) ■

Vom Einzylinder auf den Vollmotor

Zunächst arbeiteten die Forscher mit Computer-Simulationen und Versuchen an einem Einzylindermotor-Prüfstand. Sie bestimmten die optimalen Parameter für die effiziente Verbrennung. So besitzt der synthetische Kraftstoff zum Beispiel einen geringeren Heizwert als Diesel. Das bedeutet, dass mehr Kraftstoff in den Motor gegeben werden muss, um die gleiche Leistung zu erreichen. Die Wissenschaftler passten die Einspritzventile daher dementsprechend an.

Da der synthetische Kraftstoff keinen Ruß produziert, ist es außerdem möglich, große Mengen an Abgas wieder in den Motor zurückzuführen, ohne dass der Einlasstrakt verschmutzt wird. Mit diesem Verfahren wird die Entstehung von Stickoxiden gebremst, weil das rückgeführte Abgas sehr hohe Temperaturen während der Verbrennung verhindert.

Im Anschluss testeten die Wissenschaftler die Parameter an einem Vollmotor-Prüfstand. Dabei handelt es sich um einen Serienmotor mit sechs Zylindern, der



Test von synthetischen Kraftstoffen ■

speziell für den Betrieb mit dem synthetischen Kraftstoff umgerüstet wurde. Die Versuche am Vollmotor bestätigten die vorherigen Ergebnisse. ■

Emissionen können auf Null gesenkt werden

„Wir haben festgestellt, dass sich durch den Einsatz des Kraftstoffs die Schadstoffemissionen deutlich reduzieren lassen“, erklärt Dr. Martin Härtl, der das Projekt koordiniert. „Das Euro-6-Niveau, also der gültige Grenzwert, ist mit dem synthetischen Kraftstoff ohne Probleme erreichbar. Wir sind außerdem davon überzeugt,

dass mit einer leistungsfähigen Abgasnachbehandlung die Emissionen sogar auf nahezu Null gesenkt werden können.“ Wird OME aus Abfall-CO₂ – also Kohlendioxid, das etwa bei Prozessen in der Stahlindustrie, der Zementindustrie oder in Kohle- und Gaskraftwerken anfällt – und Strom aus erneuerbaren Quellen hergestellt, wäre es sogar klimaneutral. Besonders interessant sei der Einsatz von OME vor allem für Fahrzeuge und Anlagen, bei denen der Verbrennungsmotor nicht einfach durch batterieelektrische Antriebe ersetzt werden kann, erklärt Härtl. So zum Beispiel Lkw, bei denen

es sehr auf die Reichweite ankommt, die Energieversorgung in abgelegenen Gebieten sowie im Bereich der Luft- und Schifffahrt. ■

Mehr Informationen:

Die Versuche wurden im Rahmen des Projekts „XME Diesel – (Bio-)Methylether als alternative Kraftstoffe in bivalenten Dieselmotoren“ durchgeführt, das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie gefördert wird.

Weitere Forschung im Bereich OME am Lehrstuhl für Verbrennungskraftmaschinen finden statt im Rahmen vom Projekt „OME – Umweltfreundliche Dieseldieselkraftstoffadditive“ (Förderung durch die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe mit Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft) sowie dem Projekt „Sub-Zero-Emissions Dieselmotor“ (Förderung durch die Bayerische Forschungsförderung). ■

Kontakt:

Dr. Martin Härtl
Technische Universität München
Lehrstuhl für
Verbrennungskraftmaschinen

Tel: +49 89 289 24110
haertl@lvk.mw.tum.de

Unsere Erfahrung ist Ihr Vorsprung! ←

	<p style="font-size: 0.8em;">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.</p>	<p style="font-size: 0.8em;">Ansprechpartner Jörg Glösmann</p>
	<p style="font-size: 0.8em;">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.</p>	<p style="font-size: 0.8em;">Ansprechpartner Christian Heldwein</p>
	<p style="font-size: 0.8em;">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.</p>	<p style="font-size: 0.8em;">Ansprechpartner Michael Mojnacki</p>

www.protosoft.de

Mobilität gestalten – Transfer-Potenziale von Aerospace und Automotive nutzen!

Auf den ersten Blick scheint die moderne Luftfahrzeugbranche wenig mit dem Automotive-Sektor gemein zu haben. Betrachtet man Kennzahlen wie Dauer von Entwicklungszyklen, Mitarbeiterzahl, Umsatz, oder Preis pro (Luft-)Fahrzeug erkennt man zum Teil enorme Unterschiede. Dennoch stehen bei beiden Branchen hochkomplexe Technologien und immer stärker vernetzte (eingebettete) Systeme im Mittelpunkt. Und gleichzeitig weist der Trend in Richtung einer immer tiefgreifenderen Verzahnung beider Welten auf dem Weg in die Mobilität der Zukunft – einer Mobilität in allen Dimensionen.

Grundsätzliche Synergie- und Transferpotenziale

Mobilität muss immer stärker ganzheitlich gedacht werden, um den Herausforderungen der zunehmend vernetzten und globalisierten Welt gerecht werden zu können. Daher gilt es, die möglichen Synergie- und Transferpotenziale des Luftfahrt- und des Automobilbereichs zu identifizieren und gezielt für die Mobilität zu nutzen.

In beiden Anwendungsfällen geht es um Transportmittel mit teilweise hoch-komplexen Funktionalitäten. Die Funktionen werden auf der Basis von Elektronik und Software als eingebettete Systeme realisiert und müssen vielfach kritischen Realzeit-Anforderungen genügen. Die Einbindung in eine komplexe Verkehrssteuerung ist ebenfalls vergleichbar. Aus der Engineering-Sicht weisen zugleich auch die Domänenstrukturen aus Karosserie & Cockpit, Antrieb und Plattform-Kontrolle große Ähnlichkeiten auf. Zweifellos sind die konkreten funktionalen Anforderungen, und damit auch die gefundenen Lösungen, in den meisten Fällen grundverschieden. Es gibt aber eine große Schnittmenge insbesondere bei den

Prozessen und bei der Übertragbarkeit von grundlegenden Ansätzen und Lösungen im Bereich der Technologien.

Der gemeinsame Nenner liegt also zuallererst im Bereich der Vorgehensweisen bei der Lösungsfindung, mit anderen Worten, im Engineering. Beispiele hierfür: Bei der „funktionalen Sicherheit“ geht es im Kern um die Frage der Vorgehensweise, wie aus gegebenen Anforderungen ein funktionssicheres Produkt entsteht. Im Wesentlichen ist dieser Prozess unabhängig von der Domäne. Ähnlich beim Anforderungsmanagement, natürlich kann man das gleiche Standard-Tool nutzen. Sogar bezüglich des eher technischen Aspekts „Systemarchitektur“ sind die prinzipiellen Lösungsansätze übertragbar. ■

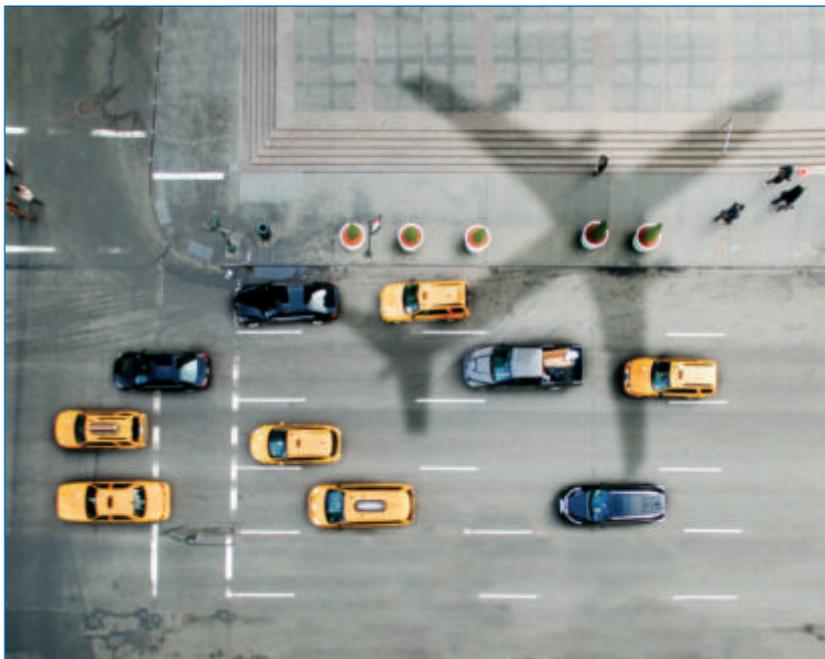
Prozesse übertragen, aber richtig

Einer „einfachen“ Übertragbarkeit stehen einige grundsätzlichen Unterschiede zwischen Aerospace und Automotive entgegen, z.B.: Entwicklungszeit, Innovationsgeschwindigkeit, Stückzahlen oder Kosten und Nutzungsdauer des Produktes. Dennoch gilt: Die Prozessschritte in

der Elektronik- und Softwareentwicklung sind in beiden Industrien vergleichbar. Ausgehend von diesen Gemeinsamkeiten lassen sich also durchaus erfolgversprechende Ansatzpunkte für die Automobilindustrie finden.

Die steigende Bedeutung von Software im Fahrzeug ruft nach einem gleichermaßen effizienten und robusten Softwareentwicklungsprozess. Immer mehr Funktionen müssen in immer kürzeren Zeitspannen von immer mehr Mitspielern unter Beachtung von zunehmend unübersichtlicheren Randbedingungen umgesetzt werden. Die daraus erwachsende enorme Prozess- und Methodenkomplexität kann nur dann beherrscht werden, wenn die Entwicklungsschritte im Netzwerk von Fahrzeugherstellern, Zulieferern und Dienstleistern nahtlos ineinandergreifen und die Aufgabenteilung klar definiert und allen Beteiligten transparent ist. Eine wichtige Maßnahme in dieser Richtung ist die Standardisierung von Schnittstellen.

In der Luftfahrtindustrie hat man schon länger die großen Vorteile der Standardisierung von nicht-differenzierenden technischen Lösungen erkannt und handelt danach: In den



letzten Jahren ist die Digitalisierung des Autos durch den extensiven Einsatz von Elektronik und Software mit hoher Innovationsgeschwindigkeit vorangetrieben worden, so dass mittlerweile die Systemkomplexität eines Premium-Automobils mit allen Varianten die eines modernen Verkehrsflugzeugs übersteigt – zumindest gilt dies, wenn man das schiere Gesamtaufkommen an Software und Daten zugrunde legt. Standardisierung, so wie es die Luftfahrtindustrie vormacht, ist also eine Möglichkeit, einen Teil der Komplexität aus dem Entwicklungsprozess herauszunehmen: Ein Modell für die Automobilindustrie! ■

Technologietransfer – Erfahrungen bieten Mehrwert

Wir haben gesehen, die technologischen Grundlagen sind vergleichbar (Prozessoren, Programmiersprachen, Sensoren, Aktuatoren etc.). Aber: Der 1-zu-1-Transfer von Technologien ist nicht realistisch und kann keinen durchgreifenden Erfolg bringen. Sinnvoll ist hingegen der „Transfer von Erfahrungen“ bei der Lösung von Problemen, beispielsweise in den Bereichen der System- und Unterstützungsfunktionen (Betriebsfunktionen wie Steuerung, Kontrolle und Gewährleistung des

Systembetriebs oder Administratorfunktionen wie die Unterstützung von Entwicklungs-, Produktions- und Serviceprozessen).

Ähnliches gilt für die Grundfunktionen auf der Anwendungsebene, wie Sensor- und Datenfusion, Systemzustandserfassung, Umfeld-Erkennung, zentrale Systemkoordination sowie Manöverunterstützung und -durchführung. ■

Top-Down-Architekturentwicklung – ein ganzheitliches Systemverständnis ist nötig

Ein einschneidender technologischer Paradigmenwechsel – weg vom klassischen Maschinenbau, hin zu Elektronik, eingebetteten Systemen und IT – liegt mehr oder weniger hinter uns. Jedoch erfordern die Elektrifizierung des Antriebs, der noch weiter rasant wachsende Einsatz von Software und die Fülle der unterschiedlichen neuen und stark vernetzten Assistenzsysteme, zum Teil bereits mit Elementen von künstlicher Intelligenz versehen sowie die Verwischung der Systemgrenzen durch Cyber-Physical Systems neue, zukunftssichere Lösungen. Ein ganzheitliches Systemverständnis im Entwicklungsprozess ist hierfür gleichermaßen Voraussetzung und Kennzeichen. Der in der Luftfahrtindustrie etab-

lierte hochentwickelte Top-Down-Architekturentwicklungsprozess ist in dieser Hinsicht beispielgebend. Die bestimmenden Elemente dieses Prozesses sind Standardisierung, Vereinheitlichung der Schnittstellen und Abstraktion von technologischen Detaillösungen. Zentraler Aspekt: Safety und Security können nur auf Seiten der Architektur wirklich sinnvoll „hergestellt“ werden. Dasselbe gilt für die Systemverifikation, sie profitiert ebenfalls von einem stringenten Architekturan-satz.

Auf der Subsystem- und Komponentenebene ist das nur sehr unvollkommen möglich und erzeugt dennoch einen immens hohen Aufwand. Sicherheit ist unteilbar, und muss deswegen als Ganzes von der Architektur her „entworfen“ werden. Die Luftfahrtindustrie mit ihrer aus Erfahrung gewachsenen Hinwendung auf hochverlässliche Systeme und sichere Funktionen kann hier als Beispiel dienen.

Freilich ist dieser Anspruch mit z.T. großen Anstrengungen verbunden – der Gegenwert ist jedoch greifbar: technologisch, funktional, prozessual und, so unsere Überzeugung, auch monetär! ■



Autor:



Jörg Ohlsen
Geschäftsführer
ESG MOBILITY

ESG MOBILITY GmbH

Frankfurter Ring 211
80807 München
Tel.: +49 89 92161-0
mobility@esg.de

BEDIA – über 30 Jahre durchdachte Lösungen auf höchstem Niveau

Füllstands-/Temperatursensoren + Fahrzeugleitungen

Die Firma BEDIA ist ein mittelständisch geprägtes familiengeführtes Unternehmen mit internationaler Ausrichtung, das im Jahr 1986 in Leinburg als BEDIA Motorentechnik gegründet wurde. In den ersten Jahren konzentrierte man sich vorrangig auf den Handel mit Sensoren, Wasserfiltern und Fahrzeugleitungen. Kontinuierliches und gesundes Wachstum durch innovative und weitsichtige Entscheidungen ließen die Firma BEDIA sich erfolgreich entwickeln. 2006 wurde der Geschäftsbereich BEDIA Kabel als eigenständiger GmbH & Co.KG ausgegliedert. Ein Meilenstein in der bisherigen Firmengeschichte war der Umzug der beiden eigenständigen Unternehmen 2009 in das großzügige Firmengebäude im Altdorfer Gewerbepark in Unterwiltzleithen. Durch ein kontinuierliches Wachstum konnte 2017 das Gebäude um eine zusätzliche Lagerhalle und Parkplätze erweitert werden. In dem modernen Gebäude sind derzeit über 140 – meist



Füllstands- und Temperatursensoren ■

langjährige – Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter beschäftigt. Von der Entwicklung über die Produktion bis zum Versand sind alle Firmenbereiche an einem Standort. Interessante Ausbildungsplätze mit Zukunft gibt es für das Berufsbild Industriekaufmann/-frau und als Fachkraft für Lagerlogistik.

BEDIA Motorentechnik GmbH & Co. KG

BEDIA Motorentechnik entwickelt, produziert und vertreibt als leistungsstarkes innovatives Unternehmen durchdachte Lösungen im Sektor der Überwachung von Füllstand und Temperatur. Die jahrelange Konzentration der



BEDIA Hauptsitz in Altdorf bei Nürnberg ■

Kompetenzen auf die Gebiete der Füllstands- und Temperaturüberwachung unter extremen Betriebsbedingungen ermöglicht es, auf die spezifischen Anforderungen der Kunden mit individuell angepassten Lösungen bei Großserien wie auch bei kleineren Stückzahlen zu reagieren. Dabei werden bewährte Technologien mit innovativen Produktideen erfolgreich kombiniert. Gerade bei der Entwicklung dieser kundenspezifischen Lösungen kann BEDIA Motorentchnik seine hohe Kompetenz und Flexibilität optimal unter Beweis stellen. BEDIA Motorentchnik ist seit 1986 ein weltweit geschätzter Partner zahlreicher Hersteller von Baumaschinen, Motoren, Nutzfahrzeugen, Landmaschinen, Aggregaten und Kompressoren. Angesichts der robusten Bauform, der IP-Schutzart und einem Arbeitstemperaturbereiche von -40 bis +125 Grad Celsius können die Überwachungssonden äußerst vielfältig eingesetzt werden. Der hohe Qualitätsanspruch der internationalen langjährigen Kunden an die Produkte und Lösungen von BEDIA Motorentchnik ist für das Unternehmen Ansporn zu stetiger Verbesserung. 2012 wurde in Austin / Texas (USA) die



BEDIA Spulenwagen ■

BEDIA Sensors als neue Verkaufsniederlassung gegründet. Mit unseren weltweiten Vertriebspartnern sind wir mit BEDIA Produkten auf den wichtigsten Märkten erfolgreich vertreten.

BEDIA Kabel GmbH & Co. KG

BEDIA Kabel ist als anerkannter Partner zahlreicher Unternehmen spezialisiert auf den Ein- und Wiederverkauf von Markenkabeln

aller Art. BEDIA Kabel versorgt weltweit Kunden im Bereich Automotive, Nutzfahrzeuge Industrie, Maschinenbau, Elektrik, Haustechnik, Photovoltaik und Solarenergie. Zum Portfolio zählen: Fahrzeugleitungen aller Art, verdrehte Leitungen, Mantelleitungen, ABS/EBS Truckleitungen, H05/H07 Leitungen, Solarkabel, Lautsprecher-, Schweiß-, Zünd-, Datenleitungen, wie FlexRAY und CAN, Hochtemperatur- und medienbeständige Leitung FLR6Y, dünne Querschnitte mit Kupfer-Magnesium-Legierung (FLCuMg02RY 0,13mm²) und vieles mehr. Besonders schätzen die internationalen Kunden die kompetente Vorratshaltung mit rund 2.000 verschiedenen Kabelvarianten und somit die enorme Flexibilität auf Kundenwünsche auch kurzfristig zu reagieren.

Kontakt:

BEDIA Motorentchnik GmbH & Co. KG
 Tel: 09187/9509-632
 Fax: 09187/9509-1632
 E-Mail: bedia-vertrieb@bedia.com

BEDIA Kabel GmbH & Co. KG
 Tel: 09187/9509-811
 Fax: 09187/9509-1811
 E-Mail: kabel@bedia.com

Im Erlet 1, 90518 Altdorf bei Nürnberg
 Internet: www.bedia.com

www.media-mind.info



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

Unsere Magazine stehen Ihnen auch elektronisch zur Verfügung. Nehmen Sie einen echten "Mehrwert" in Anspruch!



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

Community of Practice (CoP)

Grundidee und Rückblick

In der Community of Practice (CoP) arbeiten Hochschulen, Forschungseinrichtungen, Erfinder, Start-ups und etablierte Firmen zusammen. Dabei stehen Vorhaben im Bereich der Digitalisierung im Mittelpunkt, welche mittels branchenübergreifender Digitalisierungskonzepte sowie Cross-Industrie-Ansätzen den Menschen und seine individuelle Lebenssituation in den Mittelpunkt stellen. Die generierten Konzepte sind offen für innovative und damit für aktuell noch nicht bekannte bzw. sich ändernde Lebens-, Arbeits- und Mobilitätssituationen. Im Zentrum steht insbesondere die enge Verknüpfung zwischen Mobilität und Gesundheit.

Den ersten Digitalisierungsschwerpunkt bilden auf der einen Seite die Branchenbereiche Mobilität und Reisen sowie Gesundheit und Medizin auf der anderen Seite (*siehe Abbildung 1*). Hieraus leiten sich die Schwerpunkte in

der Reihenfolge: „Prävention“, „Prozesskette Unfallvermeidung“ sowie „Unfall“ ab. Bei dem Schwerpunkt „Prozesskette Unfall“ stehen vor allem Unfallmeldungen per eCall und eRettungswagen im Vordergrund. Die Fahrer/Ärzte des eRettungswagen erhalten durch eine digitale Datenübertragung sofort Zugriff auf die relevanten Patientendaten des Verunglückten, um eine schnelle und zielgerichtete Versorgung gewährleisten zu können. Der Schwerpunkt „Prävention“ beschäftigt sich mit Vorsorgemaßnahmen während der Fahrt- oder Reisezeit. So ist es beispielsweise möglich, dass eingebaute Sensoren im PKW eine bessere Körperhaltung fördern können, indem sie Personen auf ihre schlechte Haltung hinweisen oder durch gemessene Vitalparameter ein Stressmanagement unterstützen. Informationen in Echtzeit ermöglichen es, dass Autofahrer vor potenziellen Gefahren, wie Stau oder Unfällen, gewarnt wer-

den, um so weitere Unfälle zu verhindern. Aus diesen Themen hat sich das laufende Förderprojekt „personalisierter eCall“ entwickelt. Seit 2018 werden die Themen von der MRK mit der Unterstützung der Themenplattform Digitale Gesundheit/Medizin des Zentrum für Digitalisierung.Bayern (ZD.B) sowie des Medical Valley EMN e.V. bearbeitet. Im Rahmen der Treffen werden Ideen, Fragen und Entwicklungen zum Thema Mobility und Healthcare besprochen.

Bei der Kick-off Veranstaltung „mobility meets health“ beim ZD.B im November 2018 wurde die Grundidee dieser Initiative bereits umgesetzt. Es wurden hier verschiedene Konzepte wie bspw. eine Mobilitäts-App für Menschen, die in ihrer Mobilität eingeschränkt sind, vorgestellt. Ebenso wurde eine sensorgestützte Präventions-App, die Menschen motiviert sich zu bewegen bzw. eine ungünstige Sitzhaltung zu ändern erwähnt





Abb. 1: Branchenbereiche und Brainstorming-Ideen ■

sowie auch Fragen beantwortet und Anregungen aufgenommen. Desweiteren wurden neue Ansätze für die medizinische Versorgung älterer Menschen – vor allem im ländlichen Raum – angesprochen. ■

Mögliche weitere Use-Cases

Die CoP bietet Raum für weitere Use-Cases, diese sind rund um die Verkehrsträger, Auto, Bahn sowie Flugzeug vorstellbar.

- Erfassung der Sitzhaltung, Stimulation und Förderung von aktivem Sitzen bzw. Bewegungsanregungen
- Nicht-invasive / berührungslose Erfassung von Vitalparametern (Herzrate, Herzratenvariabilität, Atmungs- und Bewegungsparameter, etc.) und Mimikanalyse zum Stressmanagement, Emotionserkennung, Aufmerksamkeitserfassung, Fahrerzustandserkennung
- Entwicklung einer telematischen Infrastruktur zur Fusion, Analyse und Kommunikation aller erhobenen Daten für Forschungszwecke und zur Umsetzung der Use-Cases in echte Anwendungen

Einladung an Automotive-Firmen

Eingeladen sind insbesondere Firmen aus der Automobil- und Zulieferindustrie eigene Vorstellungen und Ideen aus ihrer Sicht einzubringen. ■

Wie geht es weiter?

Haben auch Sie Ideen zur Bündelung von Mobilität- und Gesundheit in Bezug zur Digitalisierung? Suchen Sie Partner die Ihnen bei der Umsetzung Ihrer Ideen helfen, oder sind Sie allgemein an den Themenbereichen interessiert? Dann freuen wir uns, Sie beim nächsten CoP-Meeting begrüßen zu dürfen.

Alle Firmen, Startups, Verbände, Organisationen, Hochschul- und Forschungseinrichtungen, die im Bereich Mobilität & Health tätig sind, werden herzlich dazu eingeladen bei der CoP dabei zu sein. Für weitere Fragen steht Ihnen der Sprecher der CoP Initiative Herr Köpplinger zur Verfügung. ■

*Kontakt: Herbert Köpplinger
Geschäftsführer
MRK Management Consultants
GmbH
Herbert.Koepplinger@mrk.de
+49 89 21 66 67-0*

Autoren:



Carolin Huber
Projektassistentin

MRK Management Consultants
GmbH

carolin.huber@mrk.de
+49 89 21 66 67-166



Hans Schell
Teamleiter

MRK Media AG

hans.schell@mrk-media.de
+49 911 25 52 49-100



Matthias Struck
Gruppenleiter
Bereich
Smart Sensing and
Electronics

Fraunhofer-Institut für Integrierte
Schaltungen IIS

matthias.struck@iis.fraunhofer.de
+49 9131 776-7345

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



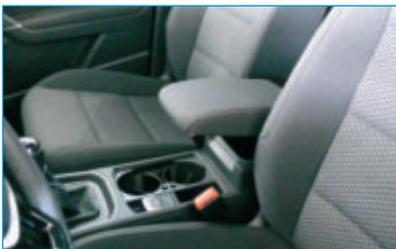
Kostenorientiert. Verfahrensgerecht. Innovativ.

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 richtungweisend 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:

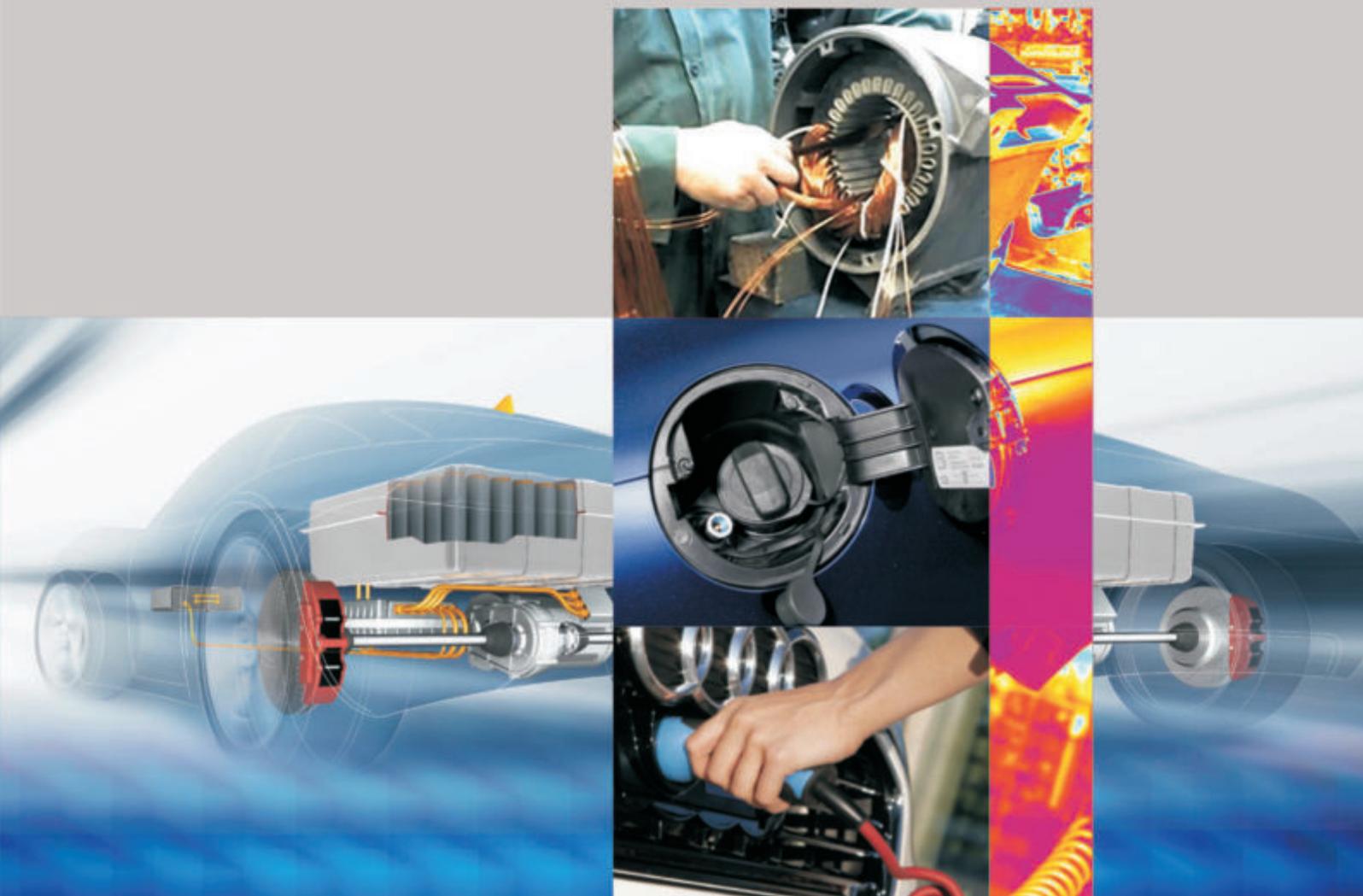


Dipl.-Ing.
Alexander Kalusche
Geschäftsführer

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

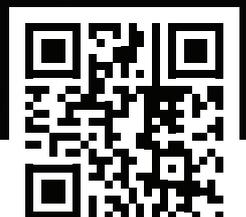


eMove360° 2018

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

15. - 17. Oktober 2019, Messe München

PARALLEL
4
CONFERENCES





Vorwort

Die ehrgeizigen Klimaziele der Vereinten Nationen vom November 2015 sowie die Beschlüsse des Europäischen Parlaments, des Europäischen Rates und der EU-Kommission vom Dezember 2018 sind – wenn überhaupt – nur durch eine systematische Dekarbonisierung des Verkehrs zu erreichen.

Es ist deshalb sinnvoll und unerlässlich, dass die meisten Länder auf Elektromobilität setzen. Allerdings sollte dabei auf lange Sicht nicht die Wasserstofftechnologie vernachlässigt werden. Die Anwendung der Wasserstofftechnologie im Bereich der Mobilität ist sicherlich eine langfristige Strategie, die aber durchaus ressourcenschonender ist, als die batteriebasierte Elektromobilität, die sehr stark von der Verfügbarkeit von Lithium abhängig ist.

Mit Hilfe der Bindung des ansonsten explosiven Wasserstoffs an eine organische Trägersubstanz wurde an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg eine Speicherungs- beziehungsweise Transportmöglichkeit entwickelt, die es erlaubt, die vorhandene Tankstellen-Infrastruktur nahezu unverändert zu nutzen. Mittels geeigneter Katalysatoren, kann eine organische Substanz namens Dibenzyltoluol hydriert werden, kann dann gefahrlos transportiert werden, um dann am Bestimmungsort wieder mit Katalysatoren den Wasserstoff von

der organischen Trägersubstanz abzuschneiden. Selbst im nationalen beziehungsweise internationalen Handel kann somit der gefahrlos gebundene Wasserstoff in vorhandenen Strukturen in Form von Tankschiffen oder auch auf dem Schienenwege gefahrlos transportiert werden.

Diese neue Methode hat in den vergangenen Monaten in der Fachwelt für enorme Aufmerksamkeit gesorgt und das Projekt hat es sogar unter die „Top 3“ des Zukunftspreises des Bundespräsidenten geschafft.

Es ist sicher unbestritten, dass mit den mehrmaligen chemischen Transformationsprozessen deutliche Effizienzverluste verbunden sind. Aber mit dem weiteren Ausbau der regenerativen Energien wird es immer mehr auch Überschussstromproduktion geben, die für die Herstellung von Wasserstoff genutzt werden kann.

Siegfried Balleis

Honorarprofessor an der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

Elektromobilität als Gesamtsystem

Nach wie vor ist das Verbrenner getriebene Auto ein wesentlicher Träger unserer Mobilität. Dabei ist das Auto selbst eigentlich nur der sichtbare Teil einer umfassenden Infrastruktur, die wir in den letzten 150 Jahren explizit für die Verbrenner-Technologie aufgebaut haben. Dazu zählen Tankstellen und die gesamte Treibstoff-Industrie ebenso wie Werkstätten oder Produktionsketten. Diese Infrastruktur wird sich im Zuge der Elektrifizierung wesentlich ändern. Denn, wo bisher das Auto zur Tankstelle gefahren wurde, wird zukünftig die Steckdose zum Auto kommen. Ladepunkte werden also dort entstehen, wo E-Autos lange „freiwillig“ stehen: an P&R-Plätzen, zu Hause, am Arbeitsplatz oder bei Freizeiteinrichtungen und Shopping-Centern. Auch die Geschäftsmodelle von Werkstätten und Autohäusern werden sich ändern, denn der



„Ländliche Elektromobilität“, Bildquelle Bayern Innovativ ■

Wartungsbedarf eines E-Motors ist deutlich geringer als bei einem Verbrenner.

Neue Wertschöpfungsketten

Doch auch wenn sich der Elektroantrieb fundamental vom Verbrenner unterscheidet, ist ein E-Auto letztlich doch „nur“ ein Auto. Es erfordert ein komfortables Interieur, zuverlässige Technik und intelligente Assistenzsysteme. Viele bayerische

Zulieferer können daher auch in der Elektromobilität erfolgreich sein. Und dort, wo Kompetenzen rund um den klassischen Antriebsstrang wegfallen, wird Raum für neue Produkte und Services frei.

Wertschöpfungsketten werden sich ändern und der technologische Wandel wird zunehmend noch stärker den Menschen und dessen Mobilitätsbedarfe in den Fokus nehmen.

Kompetenzstelle Elektromobilität

Der Transformationsprozess in der Automobilindustrie wird sich wesentlich auf unsere Alltagsmobilität auswirken. Daher nimmt die Bayern Innovativ GmbH seit 2016 auch das öffentliche Leben in den Fokus und begleitet mit der Kompetenzstelle Elektromobilität beispielsweise Kommunalentscheider. Das Angebot umfasst Fachinformationen und Workshops



„e-Nutzfahrzeuge 2019“ bei Paul Nutzfahrzeuge, Bildquelle Paul Nutzfahrzeuge ■

ebenso wie Fördermöglichkeiten oder Sensibilisierung von Bürgern und Gremien. Denn in der Schnittstelle zum Bürger nimmt die Kommune eine entscheidende Schlüsselfunktion ein, um Elektromobilität zielorientiert voranzutreiben. Auch wenn Elektromobilität und Ladeinfrastruktur heute noch nicht zu den Pflichten von Städten und Gemeinden zählen, entstehen dennoch die meisten Ladesäulen im kommunalen Auftrag. Mit der Elektrifizierung ihrer Fahrzeugflotten setzen viele Kommunen und Landkreise schon heute ein sichtbares Signal für eine umweltgerechte Mobilität von morgen.

Wanderausstellung fördert Akzeptanz

Mit der Wanderausstellung Elektromobilität erreicht die Kompetenzstelle zahlreiche Bürger und fördert somit die Akzeptanz für Elektromobilität. Der Bayerische Ladeatlas dient nicht nur den Elektromobilisten bei der Suche nach Lademöglichkeiten, sondern zeigt sich auch als ideales Werkzeug, um den weiteren



Fahrevent bei „Technisches Flottenmanagement“ in Augsburg. Bildquelle LEW/Christina Bleier ■

Ausbau der Ladeinfrastruktur in Bayern zu optimieren. Einschlägige EU-Projekte, an denen sich Bayern Innovativ beteiligt, bereichern die bayerische Elektromobilitäts-Szene mit internationalen Erfahrungen rund um Fördermöglichkeiten, Schnellladeinfrastrukturen oder kommunale Erfolgskonzepte. Nicht zuletzt auch durch das Bayerische Förderprogramm für Ladesäulen, in dem bisher rund 2000 Ladepunkte beantragt wurden, zählt Bayern deutschlandweit mit zu den Vorreitern

einer öffentlichen Ladeinfrastruktur. Damit diese bedarfsorientiert und mobilitätsgerecht ausgelegt wird, hat die Kompetenzstelle bisher zahlreiche Elektromobilitäts- und Ladeinfrastrukturkonzepte initiiert und begleitet. In synergetischer Kooperation zwischen Kompetenzstelle und Cluster Automotive unterstützt Bayern Innovativ sowohl die ansässige Automobilindustrie als auch Verwaltung und Öffentlichkeit bei der Elektrifizierung unserer Mobilität von morgen. ■



Wanderausstellung im Landratsamt Würzburg, Bildquelle LRA Würzburg ■

Autor:



Dr.
Guido Weißmann
Diplom-Physiker
Projektmanager
Technologie
Elektromobilität

Bayern Innovativ GmbH
Bayerische Gesellschaft für Innovation
und Wissenstransfer mbH

Am Tullnaupark 8
90402 Nürnberg
Tel. +49 911 20671-251
Fax +49 911 20671-792
weissmann@bayern-innovativ.de
www.bayern-innovativ.de

Elektrifizierender Fahrspaß: der Audi e-tron



Mit dem Audi e-tron präsentiert die Marke mit den Vier Ringen ihr erstes rein elektrisches Serienmodell. Der Oberklasse-SUV ist sportlich und alltagstauglich. Seine beiden E-Maschinen sorgen im Zusammenspiel mit dem elektrischen Allradantrieb für beachtliche Fahrleistungen und agiles Handling, die große Hochvolt-Batterie legt die Basis für mehr als 400 Kilometer Reichweite im WLTP-Fahrzyklus. Gepaart mit einem ganzheitlichen Ladeangebot für zu Hause und unterwegs fährt der Kunde rein elektrisch, ohne Kompromisse eingehen zu müssen.

Der Audi e-tron ist ein Elektro-SUV für Sport, Familie und Freizeit. Er ist 4.901 Millimeter lang, 1.935 Millimeter breit und 1.616 Millimeter hoch. Raumangebot und Komfort entsprechen einem typischen Oberklasse-Modell der Marke. Mit einem Radstand von 2.928 Millimetern bietet der Audi e-tron fünf Personen nebst Gepäck reichlich Platz. Das Gesamtladevolumen beträgt 660 Liter und wappnet den Elektro-SUV für große Reisen. ■

Starke Performance auf jedem Terrain:

Antrieb und Fahrdynamik

Effizienz, Performance und souveräne Ruhe – der Audi e-tron steht für das Fahrerlebnis einer neuen Technologie-Ära. Zwei E-Maschinen treiben den Elektro-SUV mit einer Systemleistung von bis zu 300 kW und 664 Nm Drehmoment kraftvoll, emissionsfrei und nahezu lautlos an. In Sekundenbruchteilen liegt das maximale Antriebsmoment an und sorgt für enormen Durchzug. Den Standardsprint absolviert der Audi e-tron in 5,7 Sekunden. Bei 200 km/h erreicht er seine elektronisch abgeregelte Höchstgeschwindigkeit.

Für hervorragende Traktion und Dynamik auf jedem Terrain und bei



Audi e-tron: Frontansicht ■

allen Witterungsbedingungen sorgt eine neue quattro-Generation: der elektrische Allradantrieb. Er regelt permanent und voll variabel die ideale Verteilung der Antriebsmomente zwischen beiden Achsen – und zwar innerhalb von Sekundenbruchteilen. Um den höchsten Wirkungsgrad zu erzielen, nutzt der Elektro-SUV in den meisten Fällen hauptsächlich seine hintere E-Maschine. Fordert der Fahrer mehr Leistung an, als diese bereitstellen kann, verschiebt der elektrische Allradantrieb die Momente bedarfsgerecht auf die Vorderachse. Das geschieht auch vorausschauend noch

bevor bei Glätte oder schneller Kurvenfahrt Schlupf auftritt oder das Auto unter- oder übersteuert. Speziell bei niedrigem Reibwert, etwa auf Schnee, kommen die dynamischen Talente des Audi e-tron besonders zum Tragen.

Ein Schlüsselfaktor für den sportlichen Charakter und die hervorragende Querdynamik ist die tiefe und zentrale Einbaulage der Antriebskomponenten. Das Batteriesystem ist optimal an die Abmessungen des Audi e-tron angepasst und befindet sich in Form eines flachen, breiten Blocks unter der Passagierzelle zwischen den Achsen. Damit



Audi e-tron: Innenraum ■

liegt der Schwerpunkt des Audi e-tron auf einem ähnlichen Niveau wie bei einer Limousine. Die Achslastverteilung ist mit einem Verhältnis von annähernd 50:50 perfekt austariert.

Über Audi drive select kann der Fahrer die Charakteristik des Audi e-tron je nach Fahrsituation, Straßenzustand oder persönlichen Bedürfnissen in sieben Profilen variieren. Das System beeinflusst auch die serienmäßige Luftfederung mit adaptiven Dämpfern. Sie ermöglicht eine große Spreizung zwischen geschmeidigem Abrollkomfort und sportlich-stabilem Handling. Je nach Geschwindigkeit und Fahrerwunsch passt sich die Luftfeder individuell an die Straßengegebenheiten an und variiert das Höhenniveau der Karosserie um bis zu 76 Millimeter. Vor allem auf langen Etappen verbessert das Absenken die Aerodynamik und begünstigt somit die Reichweite. ■

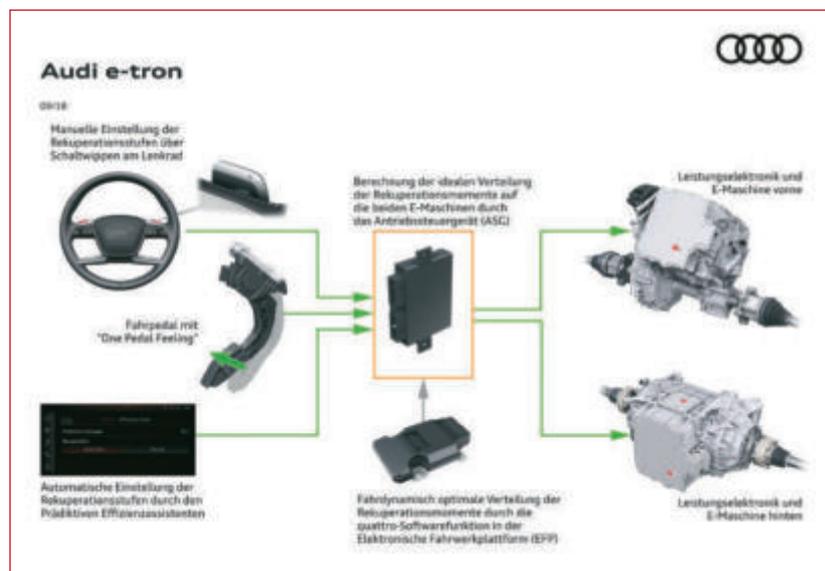
Hohe Effizienz: Rekuperation, Aerodynamik und Thermomanagement

Mit einer Batterieladung legt der Audi e-tron im WLTP-Prüfzyklus mehr als 400 Kilometer zurück. Hinter diesem Wert steht vor allem das innovative Rekuperationssystem, das bis zu 30 Prozent zur Reichweite beiträgt. Der Elektro-

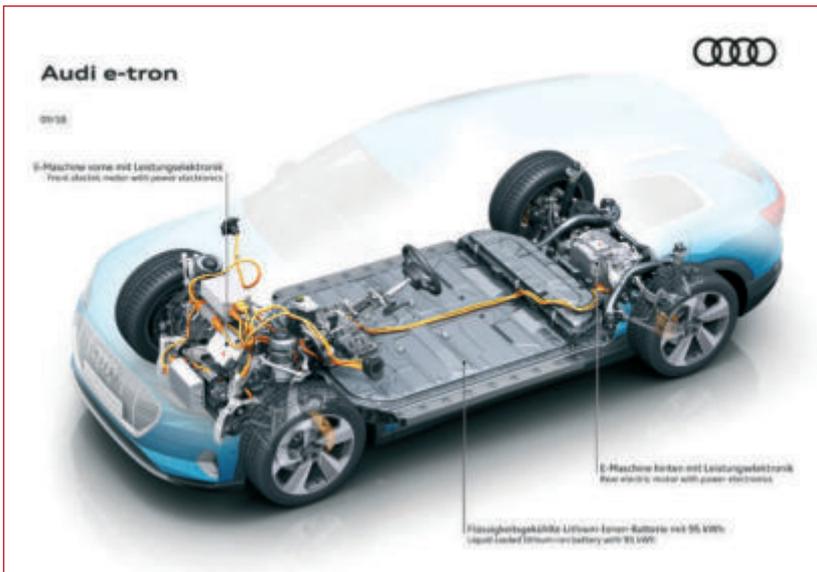
SUV kann auf zwei Arten Energie zurückgewinnen: wenn der Fahrer vom Fahrpedal geht über die Schubrekuperation oder wenn er aufs Bremspedal tritt über die Bremsrekuperation. In beiden Fällen arbeiten die Elektromotoren als Generator und wandeln die Bewegungsenergie des Audi e-tron in elektrische Energie um. Bis 0,3 g rekupe-riert der Elektro-SUV allein über die E-Maschinen. Dies ist bei weit mehr als 90 Prozent aller Verzögerungen der Fall. Erst wenn der Fahrer mit dem Bremspedal stärker als 0,3 g verzögert, kommen die Radbremsen ins Spiel. Sie sprechen äußerst schnell an – aufgrund eines

neuen elektrohydraulischen Betätigungs-konzepts, das Audi als erster Hersteller weltweit in einem elektrisch angetriebenen Serienautomobil einsetzt. Bei einer Bremsung aus 100 km/h beispielsweise kann der Audi e-tron mit maximal 300 Nm und 220 kW elektrischer Leistung rekuperieren. Das sind mehr als 70 Prozent seiner Antriebsleistung. So viel schafft kein anderes Serienmodell. Das elektrohydraulisch integrierte Bremsregelsystem entscheidet je nach Fahrsituation, ob der SUV mit E-Maschine, Radbremse oder einer Kombination aus beidem rekuperiert – und das individuell an jeder Achse. Der Übergang zwischen elektrischem und hydraulischem Bremsen vollzieht sich weich und homogen, unmerklich für den Fahrer. Die Bremskräfte bleiben konstant.

Entscheidend für die hohe Effizienz des Audi e-tron ist auch die ausgeklügelte Aerodynamik. Highlight im Konzept sind die optionalen virtuellen Außenspiegel – eine Welt-Innovation im Serien-Automobilbau. Ihre Träger integrieren je eine kleine Kamera, deren Bilder auf kontraststarken OLED-Displays im Interieur erscheinen. Andere Aerodynamik-Lösungen erfüllen ihren Zweck im Verborgenen, beispielsweise der vollverkleidete Unterboden mit der Aluminiumplatte zum



Audi e-tron: Manuelle und automatische Schubrekuperation ■



Audi e-tron: elektrischer Antriebsstrang ■

Schutz der Hochvolt-Batterie und die Luftfederung. Sie reduzieren den Luftwiderstand ebenso wie der steuerbare Kühlluft einlass. Er integriert Kanäle zur Kühlung der vorderen Bremsen und dient als Schaltstelle des komplexen Thermomanagements mit der serienmäßigen Wärmepumpe. Es ermöglicht gleichbleibend starke Fahrleistungen auch bei hoher Beanspruchung, eine lange Lebensdauer der Batterie und schnelles Laden mit Gleichstrom. Mit den virtuellen Außenspiegeln erreicht der Audi e-tron einen cw-Wert von 0,27 – ein Top-Ergebnis im SUV-Segment. Bei einem typischen Nutzungsprofil sorgt dieser Wert für einen Reichweitenvorteil von rund 35 Kilometern pro Batterieladung gegenüber einem vergleichbaren, konventionell angetriebenen Fahrzeug. ■

Intelligente Lösungen für zu Hause und unterwegs: die Ladekonzepte

Die große Hochvolt-Batterie des Audi e-tron speichert bis zu 95 kWh Energie und ist damit die Basis für die hohe Reichweite. Stopps an Ladesäulen sind bei alltäglichen Fahrten so meistens nicht nötig. Auf Langstrecken, beispielsweise bei der Fahrt in den Urlaub, kann der Kunde an Schnellladesäulen mit bis zu 150 kW Gleichstrom

(DC) laden – als erstes Serienautomobil überhaupt. Damit ist der Audi e-tron in etwa einer halben Stunde bereit für die nächste Langstreckentappe. Alternativ lädt der Elektro-SUV Wechselstrom (AC) mit bis zu 11 kW, optional mit 22 kW. Dabei gewährt ein Audi-eigener Ladedienst den e-tron-Kunden einfachen Zugang zu etwa 80 Prozent aller öffentlichen Ladestationen in Europa. Ob AC-oder DC-Laden, ob 11 oder 150 kW – eine einzige Karte genügt, um den Vorgang zu starten. Mit der Funktion Plug & Charge, die 2019 folgt, wird das Prozedere noch komfortabler: Das Auto autorisiert sich selbst an der

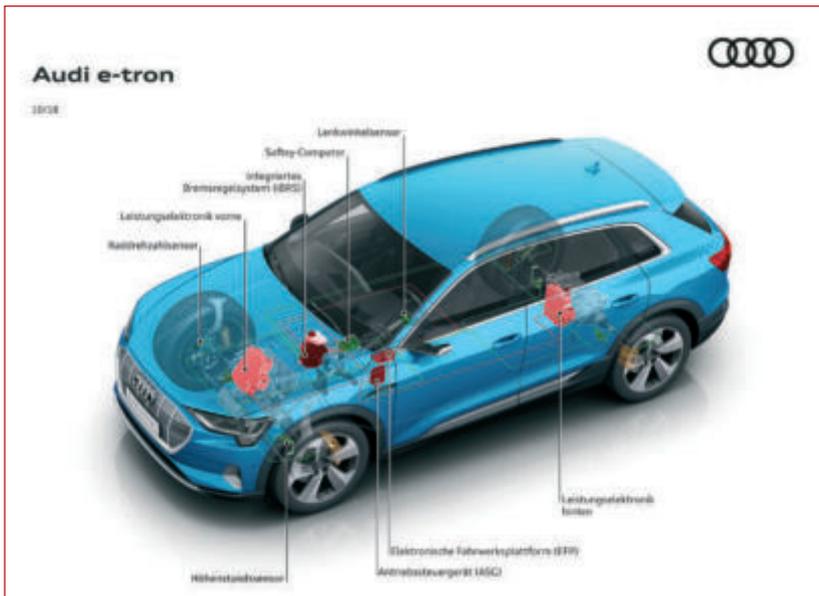
Ladesäule und schaltet sie frei. Für das Laden in der eigenen Garage bietet Audi verschiedene Lösungen an. Das serienmäßige mobile Ladesystem lässt sich sowohl an einem 230 Volt-Haushaltsanschluss nutzen als auch an einer 400 Volt-Drehstromsteckdose. Das optionale System connect verdoppelt die Ladeleistung auf bis zu 22 kW. Im Zusammenspiel mit einem Heimenergiemanagementsystem bietet es intelligente Funktionen, etwa das Laden zu kostengünstigen Zeiten oder mit Solarstrom, sofern das Haus über eine Photovoltaik-Anlage verfügt. Mit der myAudi App managen Audi-Kunden alle Ladevorgänge sowie die Vorklimatisierung über ihr Smartphone. ■

Elektrifizierung visualisiert: Exterieur und Innenraum

Der Audi e-tron spiegelt die grundlegende Formensprache des Audi-Designs wider – übersetzt ins Elektrozeitalter durch neue, stilprägende Details. Typisch für einen SUV der Marke trägt der Audi e-tron den Singleframe im Oktagon-Design mit vertikalen Streben. Dessen Korpus ist größtenteils verschlossen und in hellem Platinumgrau gehalten – das macht ihn als vollelektrisches Modell erkennbar. Am unteren Rand der Matrix LED-Scheinwerfer zeichnen vier horizontale



Audi e-tron: Ladeanschluss ■



Audi e-tron: Vernetzung der quattro Antriebsregelung ■

Stege die e-tron spezifische Tag-fahrlicht-Signatur. Sie ist erstmals direkt in den Scheinwerfer integriert. Die expressive Gestaltung im Schwellerbereich mit den schwarzen Einlegern visualisiert, wo sich die Batterie und damit das Energiezentrum des Audi e-tron befindet. Am Heck weisen Lamellen im breiten Diffusor auf den Entfall der Abgas-Endrohre hin. Der e-tron-Schriftzug an der Ladeklappe sowie optional die Bremsättel leuchten in der Hochvolt-Signalfarbe Orange.

Solche farbigen Akzente setzt auf Wunsch auch der großzügige, lichte Innenraum, dessen Design für Performance, Intelligenz und Leichtigkeit steht. Der große Bogen umspannt die weitläufige Instrumententafel bis zu den skulptural gestalteten Türverkleidungen und integriert auf harmonische Weise die Displays der optionalen virtuellen Außenspiegel. Damit erreicht die Digitalisierung im Auto ein neues Niveau. Die Mittelkonsolle ruht auf offenen Seitenwänden. Über ihr scheint die Handauflage mit integriertem Fahrstufenschalter zu schweben, den der Fahrer mit Daumen und Zeigefinger bedient. Leichtigkeit und Performance bilden eine Einheit.

Das gesamte Cockpit ist auf den Fahrer ausgerichtet, die beiden

großen MMI touch response-Displays sind in seine Richtung geneigt. Sie ersetzen fast alle konventionellen Schalter und Regler. Alternativ lassen sich viele Funktionen per natürlicher Sprachbedienung sowie mit dem Amazon-Sprachassistent Alexa steuern. Mit dem serienmäßigen Audi virtual cockpit bekommt der Fahrer alle Informationen in scharfen, hochauflösenden Grafiken übersichtlich angezeigt, wobei er zwischen zwei Ansichten wählen kann. Das optionale Audi virtual cockpit plus bietet einen dritten Screen, der den elektrischen Antrieb in den Mittelpunkt rückt. Die umfangreichen Komfortausstattungen, gepaart mit hochwertigen Materialien und feiner Verarbeitung machen E-Mobilität zum Premium-Erlebnis. ■

Vernetzung auf Top-Niveau: Infotainment und Assistenzsysteme

Auf dem deutschen Markt hat der Audi e-tron serienmäßig die High-End-Medienzentrale MMI Navigation plus an Bord. Sie unterstützt den Datenübertragungsstandard LTE Advanced und integriert einen WLAN-Hotspot für die mobilen Endgeräte der Passagiere. Die Navigation macht intelligente Zielvorschläge auf Basis der zuvor gefahre-

nen Strecken – ideal ergänzt mit dem e-tron Routenplaner. Er zeigt die passende Strecke mit den erforderlichen Ladepunkten an. Neben der Verkehrslage berücksichtigt die Kalkulation den Füllstand der Batterie und berechnet die Ankunftszeit inklusive der notwendigen Ladezeit. Zahlreiche Assistenzsysteme machen die Fahrt noch entspannter, darunter der serienmäßige Effizienzassistent. Er unterstützt den Fahrer durch prädiktive Hinweise im Audi virtual cockpit und die automatische Rekuperation bei einer ökonomischen Fahrweise. Das System erkennt das Verkehrsumfeld und den Streckenverlauf mithilfe von Radarsensoren, Kamerabildern, Navigationsdaten und Car-to-X-Informationen. Im Zusammenspiel mit dem adaptiven Fahrassistenten kann der Effizienzassistent den Elektro-SUV zudem vorausschauend verzögern und beschleunigen. Hinter den Assistenzsystemen steht das zentrale Fahrerassistenzsteuergerät, das permanent ein exaktes Abbild der Umgebung errechnet. Die Daten dafür liefern – je nach Ausstattung – bis zu fünf Radarsensoren, sechs Kameras, zwölf Ultraschallsensoren und der Laserscanner.

Als erstes Modell der Marke ermöglicht der Audi e-tron seinen Kunden ab Mitte 2019, bestimmte Funktionen online hinzu zu buchen – je nach Bedarf und zu jedem beliebigen Zeitpunkt. So lassen sich beispielsweise die LED-Scheinwerfer zu Matrix LED-Scheinwerfern mit intelligentem Fernlicht upgraden, Assistenzsysteme oder Infotainment-Extras wie das Digitalradio DAB+ und das Audi smartphone interface an Bord holen. ■

Ansprechpartnerin:

Tanja Lehner-Ilsanker
I/GP-P3

D-85045 Ingolstadt
Telefon: +49 841 89-34105
tanja.lehner@audi.de
www.audi.com

Definierte Betriebssicherheit durch überwiegend geschlossenzellige PUR-Schaumdichtungen

E-Mobilität profitiert von Wissenstransfer aus breitem Anwendungsspektrum

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

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

Kompetenz als Entwicklungslieferant

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



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

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



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

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



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

Expertise in Werkstoff-Kombinationen

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

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



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

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

Über das Unternehmen CeraCon

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

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

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

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

Autor:



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

CeraCon GmbH

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



Innovationen für die Elektromotorenproduktion von morgen

Von neuen Prozesstechnologien, Automatisierungslösungen bis hin zu Industrie 4.0-Ansätzen

Neue Anforderungen an die Elektromotorenproduktion

Durch die Verbreitung der Elektromobilität wird sich die hiesige Automobilindustrie grundlegend verändern. Neben leistungsfähigen Batterien müssen effiziente Antriebe entwickelt werden, die den strikten Anforderungen der Automobilindustrie hinsichtlich Kosten, Qualität, Zuverlässigkeit und Betriebssicherheit gerecht werden. Beim Elektromotor ist vor allem die Reduzierung des Bauraums, des Gewichts sowie der Geräuschemissionen von Belang. Weitere Ziele sind die Erhöhung der Leistungsdichte, Optimierung von Kühlkonzepten und Verbesserung der Regelbarkeit.

Aktuellen Forschungsbedarf gibt es 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 Produktionstechnologien des Elektromaschinenbaus für die Automobilindustrie sind daher weitreichende Neuentwicklungen

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

Elektromaschinenbau am Lehrstuhl FAPS

Um den neuen Herausforderungen zu begegnen, beschäftigen sich Forscher der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU) u.a. mit der serienflexiblen Automatisierung der Elektromotorenproduktion. Im Forschungsbereich Elektromaschinenbau 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 liegen neben der fertigungsnahen Auslegung vor allem in der Produktionsprozessgestaltung von Komponenten und Systemen der elektrischen Antriebstechnik, insb. für die Elektromobilität und das hybrid-elektrische Fliegen. Darüber hinaus werden Prozesse zur Fertigung von induktiven Ladesystemen erforscht. Elektromotoren und induktive Ladesysteme stellen zwar einen wichtigen Bestandteil zukünftiger Mobilitätsformen dar, müssen jedoch stets im Zusammenwirken mit weiteren



Abb. 1: Blick auf die Demonstrationsanlagen zu verschiedenen Wickeltechnologien im Labor des Forschungsbereichs Elektromaschinenbau des Lehrstuhls FAPS ■

zentralen Komponenten wie Energiespeicher, Bordnetz oder Leistungselektronik betrachtet werden. Die Forschungsaktivitäten rund um den Elektromaschinenbau werden daher um die komplementären Arbeitsgebiete der angrenzenden Forschungsbereiche Elektronikproduktion, Bordnetze und Effiziente Systeme ergänzt. Insgesamt beschäftigt der Lehrstuhl FAPS rund 100 Mitarbeiter, aufgeteilt auf seine zwei Standorte in Erlangen und Nürnberg. ■

Forschungslabor mit umfangreichem Anlagenpark

Aufgrund des hohen Anwendungsbezugs der Forschung des Lehrstuhls FAPS wurden im Rahmen vergangener Projekte zahlreiche Demonstrationsanlagen aufgebaut und in praktischen Versuchsreihen optimiert. Den Platz hierfür bieten die Labor- und Büroräume des ehemaligen AEG-Geländes, auf dem sich der Forschungsbereich Elektromaschinenbau 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 Industriepro-

jekten, sondern auch für die praktische Ausbildung von Studierenden der FAU genutzt. ■

Forschungsprojekte entlang der gesamten Prozesskette

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

Als ergänzende Alternative in der Verarbeitung von Elektroband wird 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 Paketierverfahren optimiert.

Um produktspezifische Werkzeugkosten zu minimieren, werden unter anderem verschiedene roboterbasierte Wickel- und Einziehtechni-

ken erprobt. Roboterbasierte Verlegeverfahren für Hochfrequenzlizen ermöglichen außerdem die Fertigung komplexer Spulengeometrien für induktive Ladesysteme. Daneben wird eine innovative Universalwickelmaschine weiterentwickelt, mittels derer verschiedene Wickschemata mit variierenden Drahtgeometrien hergestellt werden können (Abb. 4). Zur schnellen und flexiblen Offline-Programmierung wurde die Anlage um eine CAD/CAM-Kette erweitert.

In den nächsten Generationen elektrischer Traktionsantriebe werden verstärkt halboffene Formspulen, sogenannte Hairpins, eingesetzt. Diese sind leichter automatisiert zu handhaben, bringen jedoch eine Vielzahl an Kontaktstellen mit sich. Eine zentrale Herausforderung der Hairpin-Technologie ist daher die Kontaktierung. Einen vielversprechenden Ansatz bildet hier das Laserschweißen, welches im Forschungsbereich Elektromaschinenbau ganzheitlich erforscht und weiterentwickelt wird (Abb. 5). Darüber hinaus werden im Rahmen weiterer Projekte das Heißcrimpen sowie das innovative Ultraschallschweißen zum Kontaktieren von Kupferlackdrähten untersucht. Im gleichen Kontext werden auch

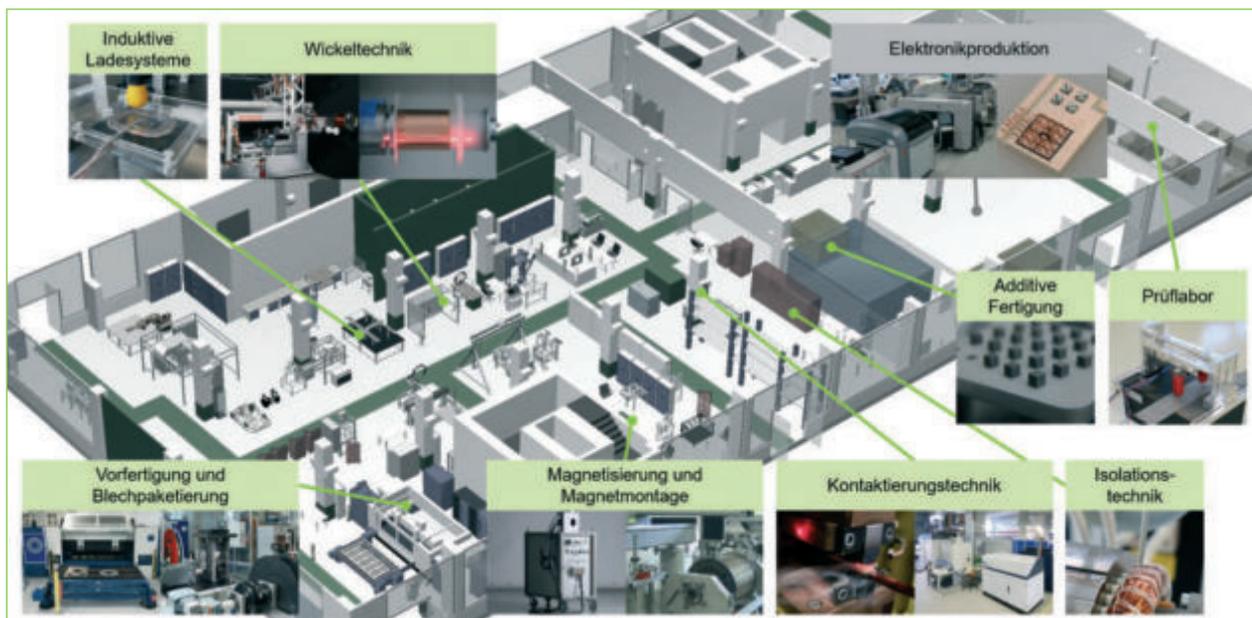


Abb. 2: Überblick über das Forschungslabor des Lehrstuhls FAPS am Standort Nürnberg mit zahlreichen Demonstrationsanlagen zu innovativen Technologien rund um den Elektromaschinenbau ■



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

diverse Verfahren zur taktzeitoptimierten Entfernung der Lackisolation von Kupferflächleitern qualifiziert. Zusätzlich werden neue Konzepte zur Montage und zum Twisten von Hairpins entwickelt. Weitere Optimierungspotenziale liegen in der Herstellung der Isolation von Elektromotoren. Gegenüber herkömmlichen Einlegeteilen kann die Pulverbeschichtung den Kupferfüllfaktor von Rotoren und Statoren entscheidend verbessern. Überdies wird das induktive Aushärten von Isolationsharzen als ressourceneffiziente Alternative zu Ofenprozessen eruiert. Hierzu wurden unter anderem Ansätze zur effektiven Regelung und Überwachung der Temperatur erarbeitet.

Einen weiteren Schwerpunkt des Forschungsbereichs Elektromaschinenbau stellt die Handhabung und Montage bereits magnetisierter Permanentmagnete dar. Neben Zuführeinrichtungen werden präzise Positioniersysteme und Klebprozesse untersucht. 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 entwickelt. Dabei wurde ein neuartiges Konzept zur Kombinati-

on des Paketierens und der Magnetmontage erarbeitet.

Aufgrund der erhöhten Anforderungen an die Qualität von Traktionsantrieben bedarf es der Entwicklung leistungsfähiger Inline-Prüfverfahren. Folglich werden neue Prüftechniken zur Erweiterung des Produktverständnisses und Fehlerdetektion angewandt und weiterentwickelt. So verfügt das Magnetfeldmesslabor des Forschungsbereichs Elektromaschinenbau über verschiedene Magnetfeldsonden und Messsysteme zur Charakterisierung von permanentmagnetischen Materialien, Elektroblechen oder sonstigen ferromagnetischer Erzeugnissen.

Verschiedene Hochspannungsprüfgeräte erlauben zudem die normgerechte Qualifizierung von Primärisolationen und Isolationssystemen. Darüber hinaus ermöglichen speziell entwickelte Verfahren die Erfassung von Isolationsschwächungen durch Fertigungsprozesse.

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 Selten-Erd-Magnetmaterial durch das Laserstrahlschmelzen im Pulverbett erforscht. Weiterhin werden rechnergestützte Methoden der digitalen Fabrik zur Simulation von Produktionssystemen und virtuellen Prozessabsicherung verwendet. Im Kontext von Industrie 4.0 bieten vor allem datengetriebene Ansätze, die sich der Methoden des Maschinellen Lernens bedienen, großes Potenzial. Beim Ultraschallschweißen konnte beispielsweise die Verbindungsqua-



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 ■

lität in Form des elektrischen Übergangswiderstands allein auf Basis von Schallemissionen und Bildern des Abbrands vorhergesagt werden. Weitere Anwendungsfälle für maschinelle Lernverfahren werden aktuell in engem Austausch mit der Industrie untersucht. ■

Kooperationsformen und Technologietransfer

Mit der Erforschung innovativer Produktionstechnologien für die Antriebe von morgen fügt sich der Forschungsbereich Elektromaschinenbau hervorragend in die Cluster-Initiativen für Mechatronik und Automation, Automotive und Umwelttechnologie ein. Seit Gründung des Forschungsbereiches Elektromaschinenbau im Mai 2010 konnten bereits eine Vielzahl an Forschungs- und Industrieprojekten abgeschlossen werden. Im Zuge des vom Freistaat geförderten E|Drive-Centers, dem Bayerischen Technologiezent-

rum für elektrische Antriebstechnik, wurde die Kooperation mit Partnern aus Industrie und Wissenschaft nachhaltig gestärkt und der Lehrstuhl FAPS als anerkannte Lehr- und Forschungseinrichtung im Bereich Elektromaschinenbau etabliert.

Neben mehreren Erfindungsmeldungen wurden auch zahlreiche Fachseminare, Vortragsreihen und Konferenzen veranstaltet. Im Rahmen des WGP-Seminars „Produktion elektrischer Antriebe“ laden die Wissenschaftler des Forschungsbereichs Elektromaschinenbau einmal jährlich zu einem intensiven Wissenstransfer mit Vorträgen, Fachdiskussionen sowie Vorführungen im Forschungslabor ein. Das Seminarprogramm bietet darüber hinaus auch die Gelegenheit zur Diskussion individueller Problemstellungen innerhalb der Elektromotorenproduktion.

Mit der E|DPC, der „International Electric Drives Production Conference“, organisiert der Forschungsbereich außerdem einen international einmaligen wissenschaftlichen Fachkongress (Abb. 6). Die diesjährige E|DPC in Esslingen bietet vom 3. bis 4. Dezember 2019 bereits zum neunten Mal in Folge eine einzigartige Plattform zum intensiven Erfahrungsaustausch zwischen Wissenschaft und Praxis zur Produktion elektrischer Antriebe. ■

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



Autoren:



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



Dipl.-Ing.
Michael Masuch
Wissenschaftlicher
Mitarbeiter



Dr.-Ing.
Alexander Kühl
Forschungs-
bereichsleiter

Forschungsbereich Elektromaschinenbau des Lehrstuhls 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 ■

Audi e-tron: Batterie und Ladetechnologie

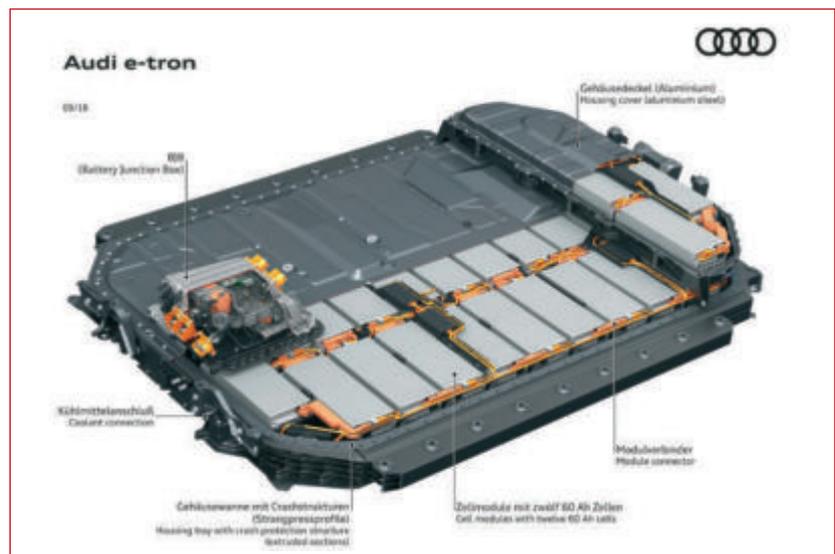


Mit seinem ersten rein elektrisch angetriebenen Serienmodell hat sich Audi vom klassischen Automobilhersteller zum Systemanbieter für Mobilität gewandelt. Dank eines ganzheitlichen Ladeangebots mit intelligenten Lösungen für zu Hause und unterwegs fährt der Kunde rein elektrisch, ohne dabei Kompromisse eingehen zu müssen.

Audi e-tron Hochvolt-Batteriesystem

95 kWh Energie: das Hochvolt-Batteriesystem

Die leistungsstarke Lithium-Ionen-Batterie im Audi e-tron ermöglicht mehr als 400 Kilometer Reichweite im WLTP-Fahrzyklus. Sie arbeitet mit 396 Volt Nominalspannung und speichert 95 kWh Energie. Das Batteriesystem des Audi e-tron befindet sich unter der Fahrgastzelle und ist 2,28 Meter lang, 1,63 Meter breit und 34 Zentimeter hoch. Insgesamt enthält es 36 Zellmodule, die als quaderförmige Aluminium-Gehäuse gestaltet und in etwa so groß sind wie ein Schuhkarton. Sie sind in zwei Ebenen, sogenannten „Floors“, angeordnet – als langer unterer und als kurzer oberer. Die Zellmodule des Audi e-tron können über breite Temperatur- und Ladezustandsfenster kontinuierlich und reproduzierbar Strom abgeben sowie aufnehmen. Sie lassen sich so dicht packen, dass sie im vorhandenen Volumen eine sehr hohe Leistungs- und Energiedichte erzielen. Zum Marktstart ist jedes Zellmodul mit zwölf Pouch-Zellen bestückt, die eine flexible Außenhülle aus Aluminium beschichtetem Kunststoff besitzen. Künftig setzt Audi in seinem Modulkonzept technisch gleichwertig ebenso prismatische Zellen ein –

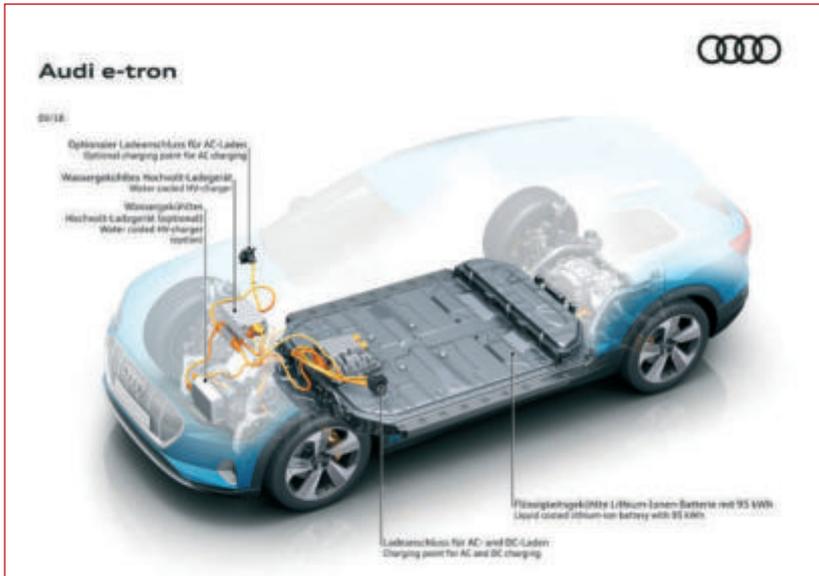


Audi e-tron: Lithium-Ionen-Batterie ■

auch im Sinne einer Mehrlieferantenstrategie.

Für einen dauerhaften Hochleistungsbetrieb der Lithium-Ionen-Batterie sorgt ein indirektes, vom Zellraum getrenntes Kühlsystem. Es besteht aus flachen Aluminium-Strangpressprofilen, die einheitlich in kleine Kammern aufgeteilt sind. Der Wärmeaustausch zwischen den Zellen zu dem unterhalb angeordneten Kühlsystem erfolgt über ein wärmeleitfähiges Gel, das unter jedes Zellmodul gepresst wird. Es führt die entstehende Abwärme gleichmäßig über das Batteriegehäuse in das Kühlmittel – eine besonders effiziente Lösung.

Das Management der Batterie mit allen wichtigen Parametern – etwa Ladezustand, Leistungsabgabe und Thermomanagement – obliegt dem externen Battery Management Controller (BMC). Er ist in der Fahrgastzelle an der rechten A-Säule des Audi e-tron untergebracht. Der BMC kommuniziert sowohl mit den Steuergeräten der E-Motoren als auch mit den Zellmodul-Controllern (CMC), von denen jeder die Ströme, die Spannung und die Temperatur der Module überwacht. Die Battery Junction Box (BJB), die die Hochvolt-Relais



Audi e-tron: Flüssigkeitsgekühlte Lithium-Ionen-Batterie mit zwei Ladeanschlüssen ■

und -Sicherungen integriert, bildet die elektrische Schnittstelle zum Auto. Von einem Gehäuse aus Aluminiumdruckguss umgeben, befindet sie sich im vorderen Bereich des Batteriesystems. Der Datenaustausch zwischen dem BMC, den CMCs und der BJB erfolgt über ein eigenes Bussystem. ■

Serienmäßig mit 11 kW, auf Wunsch mit 22 kW: Laden zu Hause

Typischerweise wird ein Großteil aller Ladevorgänge des Audi e-tron zu Hause stattfinden. Und jeder von ihnen kostet den Besitzer nur wenige Sekunden Zeit – jene Momente, in denen er das Ladekabel anschließt und absteckt. In den meisten Fällen wird der Elektro-SUV über Nacht laden, am nächsten Morgen startet er dann mit voller Batterie und mehr als 400 Kilometer Reichweite gemäß WLTP-Prüfzyklus.

Für das Laden zu Hause bietet Audi verschiedene Lösungen an. Auf Wunsch prüft ein Elektriker, den der örtliche Audi-Händler vermittelt, die Stromversorgung in der Garage und installiert die geeignete Technik. Das serienmäßige mobile Ladesystem kompakt lässt sich auf zwei Arten nutzen – an einer 230 Volt-Haushaltssteckdose mit bis zu 2,3 kW Ladeleistung und an einer 400 Volt-Drehstromsteckdose mit

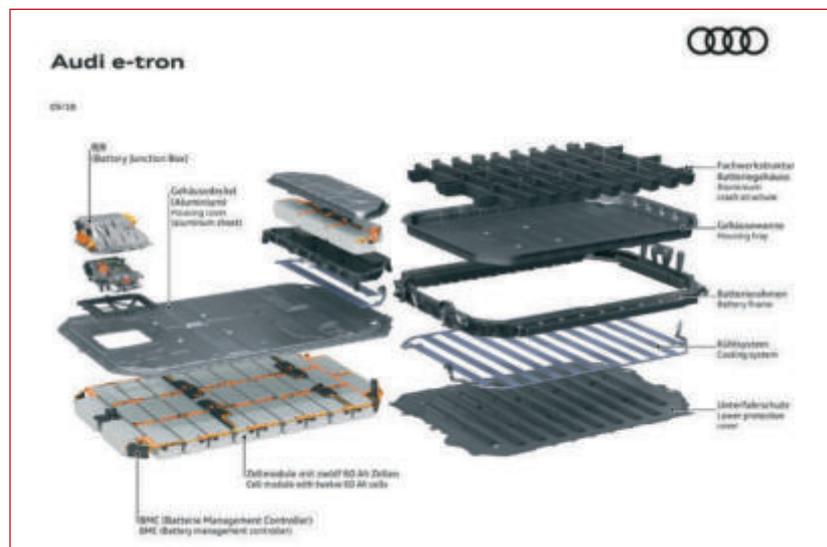
bis zu 11 kW Leistung. Letztere sorgt dafür, dass die Batterie in etwa achteinhalb Stunden wieder voll ist. Mit dem optionalen Ladesystem connect verdoppelt sich die Ladeleistung auf bis zu 22 kW. Voraussetzung dafür ist das zweite Ladegerät an Bord des Audi e-tron, das ab 2019 erhältlich sein wird. Das System connect umfasst eine Bedieneinheit mit einem 5 Zoll-Touchdisplay und eine Wandhalterung. Es ermöglicht den Kunden, im myAudi Portal und in der myAudi App ihre individuelle Ladestatistik und den Ladeverlauf einzusehen. Im Zusammenspiel mit einem Heimenergie-Managementsystem bietet das Ladesystem connect

intelligente Funktionen. Hier kann der Audi e-tron mit der maximal verfügbaren Leistung laden und dabei den Bedarf der anderen Verbraucher im Haushalt berücksichtigen, um eine Überlastung des Anschlusses zu vermeiden. Zudem hat der Kunde die Möglichkeit, individuelle Prioritäten festzulegen, etwa das Laden zu kostengünstigen Zeiten. Verfügt sein Haus über eine Photovoltaik-Anlage, kann das Auto bevorzugt den eigengenerzeugten Strom nutzen, wobei es auch prognostizierte Sonnenscheinphasen einbezieht. ■

Fernsteuerung per App: Laden und Klimatisieren

Für eine entspannte Bedienung vom Sofa aus sorgt die myAudi App auf dem Smartphone. Mit ihr kann der Kunde die Ladevorgänge und die Vorklimatisierung des Audi e-tron planen, fernsteuern und überwachen. Zum Beispiel kann er einen Timer für die Abfahrtszeit anlegen, so dass der Elektro-SUV zum gewünschten Zeitpunkt geladen und/oder vorklimatisiert ist.

Dabei hat der Kunde erstmalig die Möglichkeit, bestimmte Zonen im Auto bevorzugt zu klimatisieren. Zum Beispiel kann er an kalten Wintertagen die Sitz-, Lenkrad- und Heckscheibenheizung per Smartphone aktivieren. Zusätzlich zeigt die App Lade- und Fahrdaten



Audi e-tron: Bauelemente der Lithium-Ionen-Batterie ■



Audi e-tron: elektrischer Antriebsstrang ■

an. Die Kommunikation zum Auto erfolgt über das integrierte LTE-Modul, das beim Audi e-tron zur Serienausstattung gehört. ■

Mit bis zu 150 kW: Laden unterwegs

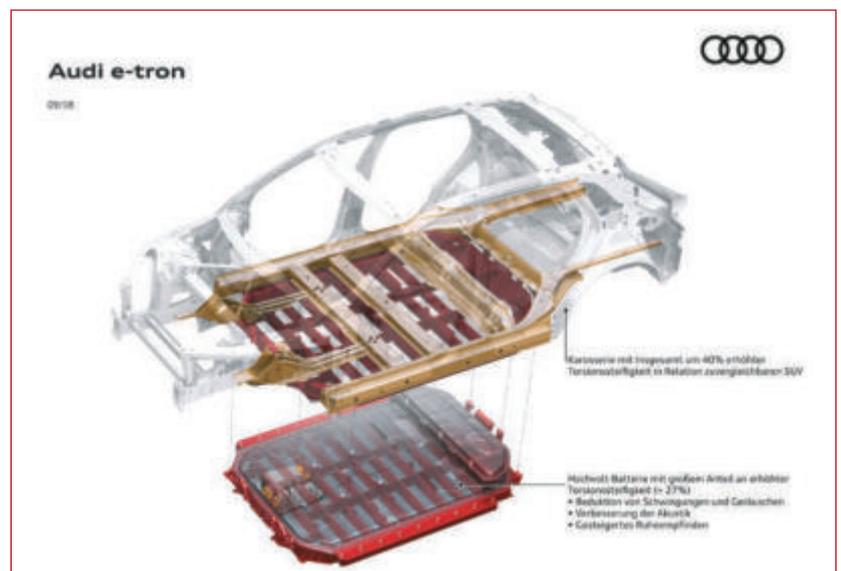
Aufgrund der hohen Reichweite von mehr als 400 Kilometern sind Stopps an Ladesäulen bei alltäglichen Fahrten meistens nicht notwendig. Anders dagegen auf Langstrecken, beispielsweise bei der Fahrt in den Urlaub. Hier kann der Audi e-tron an Schnellladesäulen mit dem europäischen Ladestandard Combined Charging System (CCS) mit bis zu 150 kW Gleichstrom laden – als erstes Serienauto überhaupt. Damit ist der Elektro-SUV in etwa einer halben Stunde bereit für die nächste Langstrecken-Etappe. Die Basis dafür ist das aufwändige Thermomanagement der Lithium-Ionen-Batterie, das Laden mit bis zu 150 kW ermöglicht. Bis 2020 sind im Netz von Ionity 400 solcher High-Power-Charging (HPC)-Stationen an europäischen Autobahnen und Hauptverkehrsachsen in je 120 Kilometer Entfernung geplant. Der Volkswagen-Konzern mit Audi und Porsche, die BMW Group, die Daimler AG und die Ford

Motor Company treiben den Ausbau des HPC-Netzwerkes gemeinsam voran. Auch außerhalb dieses Joint Ventures entstehen weitere kompatible HPC-Ladepunkte in Europa.

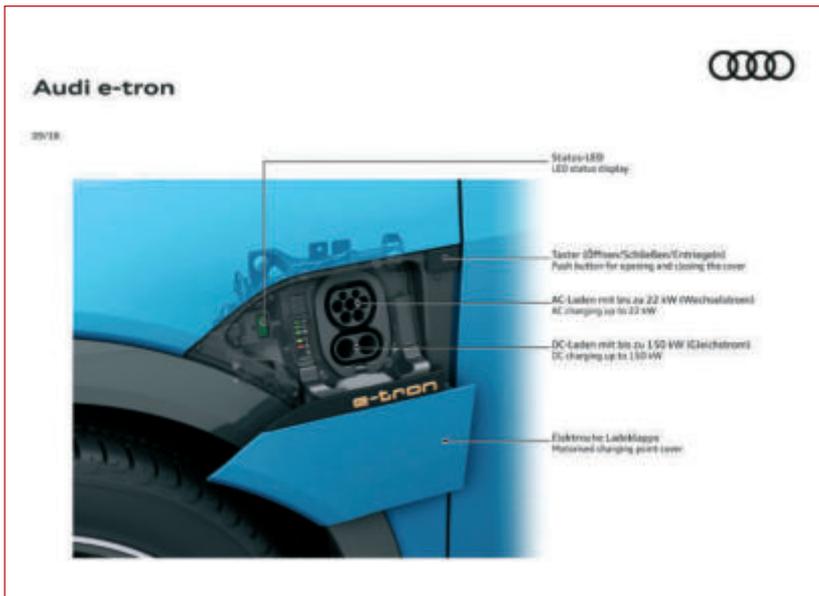
Neben Gleichstrom kann der Elektro-SUV unterwegs auch mit Wechselstrom an AC-Säulen laden – standardmäßig mit bis zu 11 kW, bei optionalem zweitem Onboard-Charger mit 22 kW. Zum Anschluss an die Ladesäule dient das serienmäßige Mode-3-Ladekabel. Etwa 95 Prozent aller vorhandenen Ladepunkte in Europa entsprechen aktuell diesem Standard.

Vom Marktstart an offeriert Audi seinen Kunden einen eigenen Ladedienst – den Audi e-tron Charging Service. Er erschließt den hochkomfortablen Zugang zu etwa 80 Prozent aller Ladestationen in Europa, was weit über 70.000 öffentlichen Ladepunkten in 16 EU-Ländern entspricht. Ob AC-oder DC-Laden, ob 11 oder 150 kW – eine einzige Karte genügt, um den Ladevorgang zu starten. Die Datenübertragung basiert auf der Funktechnologie RFID (Radio Frequency Identification). Viele Säulen lassen sich auch über das Scannen eines QR-Codes per Smartphone freischalten.

Um den Dienst zu nutzen, muss sich der Kunde einmalig im myAudi Portal registrieren und einen Vertrag abschließen. Die Abrechnung erfolgt automatisiert über das hinterlegte Benutzerkonto – ohne physisches Zahlungsmittel. Über das myAudi Portal kann der Kunde jederzeit seine aktuelle Ladehistorie und die letzten Abrechnungen einsehen sowie seinen Vertrag verwalten. Unabhängig davon kann er auch an Säulen laden, die nicht in das Portfolio des e-tron Charging Service eingebunden sind. Dort rechnet er direkt mit dem jeweiligen Anbieter ab.



Audi e-tron: Integration Hochvolt-Batterie ■



Audi e-tron: Ladeanschluss ■

Von 2019 an wird das Laden für Audi-Kunden noch komfortabler. Dann debütiert die Funktion Plug & Charge. Damit autorisiert sich der Audi e-tron über modernste kryptographische Verfahren selbst an Ladesäulen und schaltet sie frei – die Karte wird nicht mehr benötigt. Voraussetzung dafür ist ein gültiger Ladevertrag beim e-tron Charging Service. Alle Audi e-tron, die ab Mitte 2019 vom Band fahren, unterstützen die Funktion ab Werk. ■

In Szene gesetzt: der Ladevorgang

Jeder Ladevorgang des Audi e-tron beginnt mit einer kleinen Inszenierung: Per Tastendruck fährt die Klappe im Kotflügel auf der Fahrerseite elektrisch nach vorn und nach unten, um den von einer weißen LED beleuchteten Anschluss freizugeben. Neben ihm befindet sich eine zweite LED, die den Status visualisiert – ein grün pulsierendes Licht etwa zeigt einen aktiven, ein konstant grünes Licht einen abgeschlossenen Ladevorgang an. Wenn der Stecker abgezogen wird, schließt sich die Ladeklappe innerhalb von fünf Sekunden selbsttätig. Zusammen mit dem optionalen zweiten Ladegerät liefert Audi

einen zusätzlichen Anschluss für Wechselstromladen auf der Beifahrerseite. ■

Wichtiger Performance-Faktor: das Thermomanagement

Das leistungsfähige Thermomanagement des Audi e-tron ist Garant für das schnelle Gleichstromladen mit bis zu 150 kW, für eine lange Lebensdauer der Batterie und für reproduzierbare Fahrleistungen auch bei starker Beanspruchung. Für den Kunden bedeutet das hohe Performance zu jeder Zeit.

Das Thermomanagement des Audi e-tron umfasst vier Kreisläufe, die sich je nach Bedarf auf unterschiedliche Weise zusammenschalten lassen. Es kühlt die E-Maschinen samt ihrer Rotoren, die Leistungselektroniken und das Ladegerät. Darüber hinaus kühlt und heizt es den Innenraum sowie die Hochvolt-Batterie. Die Rotoren, die im realen Fahrbetrieb bis zu 13.300 Umdrehungen pro Minute erreichen, bestehen aus magnetisch leitfähigen Elektblechen und leichtem, hochreinem Aluminium. Das Innere der Wellen wird mit Kühlmittel durchströmt, so dass die Temperatur 180 Grad Celsius nicht übersteigt. Die Statoren und die Lagerschilde der

Elektromotoren sind ebenfalls wassergekühlt – eine Lösung, von der die auf den Lagerschilden montierten Getriebe indirekt profitieren. Speziell beim koaxial angeordneten Elektromotor an der Hinterachse stellte eine effektive Kühlung die Entwickler vor neue Herausforderungen. Die Lösung ist eine Kühlmittelführung über ein doppelwandiges Rohr und ihre keramische Abdichtung am Rotor der E-Maschine.

Insgesamt zirkulieren in den etwa 40 Meter langen Kühlwasserleitungen des Audi e-tron 22 Liter Kühlmittel. Als heißeste Bauteile im Antriebsstrang stellen die E-Maschinen dem Thermomanagement eine große Wärmemenge zur Verfügung. Die serienmäßige Wärmepumpe nutzt ihre Abwärme – bis zu 3 kW der eigentlichen Verlustleistungen werden effizient für die Aufheizung und Klimatisierung des Innenraums verwendet. Je nach Außentemperatur erzielt der Audi e-tron im Kundenbetrieb so Reichweitenvorteile von bis zu zehn Prozent.

Das Thermomanagement sorgt auch dafür, dass die Batterie in allen Situationen – vom Kaltstart im Winter bis zu schneller Autobahnfahrt an heißen Sommertagen – in ihrem optimalen Effizienzbereich von 25 bis 35° Celsius bleibt. Das trägt ebenfalls zur Langlebigkeit bei. Beim Gleichstromladen mit 150 kW Leistung, das der Audi e-tron als erstes Serienauto überhaupt ermöglicht, führt kaltes Kühlmittel die Wärme ab, die durch die elektrischen Widerstände entsteht. Ist die Batterie beim Laden im Winter noch kalt, wird sie mit warmem Kühlmittel beheizt. ■

Ansprechpartnerin:

Tanja Lehner-Ilsanker
I/GP-P3

D-85045 Ingolstadt
Telefon: +49 841 89-34105
tanja.lehner@audi.de
www.audi.com

Sichere Elektromobilität



Forschung und Entwicklung für die aufstrebende Mobilitätsform

Die bereits etablierte Lithium-Ionen Energiespeicher-Technologie wird heute in Mobiltelefonen, Smartphones, Notebooks, Tablets und nun auch stark zunehmend im Automobilbereich genutzt. Einhergehend mit der derzeitigen Energiewende und allen daraus resultierenden Herausforderungen, einem global zunehmenden Umweltbewusstsein sowie einer steigenden Elektrifizierung in der Mobilität wie in allen technischen Bereichen, gewinnt die sichere Speicherung von Energie an Bedeutung.

Daher beschäftigt sich die Forschergruppe „Sichere Elektromobilität“ unter der Leitung von Prof. Dr. Hans-Georg Schweiger mit einem Post-Doc, zehn Doktoranden und zwei Versuchs- bzw. Laboringenieuren mit der Erforschung von Energiespeichersystemen. Darüber hinaus werden zusammen mit kleinen und mittelständischen Unternehmen, Industriepartnern und Universitäten Batteriesysteme und deren Sicherheit, wie auch elektrochemische Messtechnik untersucht. Es besteht ein Labor für sichere Energiespeicher, in dem unterschiedliche Szenarien dargestellt und die Auswirkungen der zu untersuchenden Zustände getestet werden können. Dort können Batteriezellen mit der vorhandenen Prüfstandtechnik geprüft und alle relevanten Zellparameter aufgezeichnet werden. Auf einem externen Testgelände hat



Abb. 1: Arbeitsbereiche mit dem Ziel einer sicheren Elektromobilität ■

das Technologiefeld die Möglichkeit, Missbrauchsversuche an elektrochemischen Energiespeichern, insbesondere an LIB, durchzuführen (Versuche auf Zell-, Modul- und Systemebene). Der Schwerpunkt liegt dabei in Versuchen zu Forschungszwecken wie die Weiterentwicklung von Testverfahren und die Erforschung von neuen Batteriesicherheitskonzepten. ■

Lehre

Im Labor für elektrische Energiespeicher, welches vorwiegend für die Lehre an der Technischen Hochschule Ingolstadt dient, werden studentische Praktika in der physikalischen Chemie, Elektrochemie und zu elektrochemischen Energiespeichern angeboten. Zudem werden Semesterprojekte durchgeführt, in denen Batteriesysteme, Batteriemanagement-Elektronik wie auch Batteriemesstechnik im Rahmen der Lehre entwickelt werden. In einem weiteren Labor, dem Labor für Elektromobilität, liegt der Fokus im Bereich der

Softwareentwicklung für Batteriemanagementsysteme, Batteriemesstechnik, der Simulation von Batteriesystemen (thermisch, elektrisch und mechanisch) wie auch dem im Betrieb eines Fahrmodulators eines Elektrorennwagens. ■

Sichere Batteriesysteme

Die Beschleunigung der Elektromobilität steigert die Bedeutung von Batteriesystemen signifikant. Um die Sicherheit der komplexer und leistungsfähiger werdenden Batteriesysteme gewährleisten zu können, müssen zunächst die Einzelkomponenten des Systems betrachtet werden. Dieses Ziel verfolgen die Forschungen an den Komponenten Batteriemanagementsysteme (BMS), Abschaltenelemente, Isolationsüberwachung und -konzepte, Crashesicheres Design, Thermische Auslegung und Zustandserkennung der Energiespeicher.

Forschung und Lehre sind an der Technischen Hochschule Ingolstadt stark verzahnt. Daher kommen die



Abb. 2: Batteriemodul des E-Falke Projekts der Technischen Hochschule Ingolstadt ■

Ergebnisse der Forschung direkt anwendungsnah im Rahmen von Studentenprojekten wie dem Projekt E-Falke (siehe Abb. 2) zum Einsatz, bei dem das Batteriekonzept und die Batteriemodule entwickelt wurden. ■

Sicherer Fahrzeugbetrieb

Neben dem Batteriesystem als zentrale Einzelkomponente von Hybrid- und Elektrofahrzeugen wird das Fahrzeug als Gesamtkonzept betrachtet. Um einen sicheren Fahrzeugbetrieb zu gewährleisten, werden Untersuchungen durchgeführt, die den gesamten Betrieb einschließlich des Endes der Le-

bensdauer des Fahrzeugs berücksichtigen. Darunter fallen Warnkonzepte, Abschaltstrategien in allen Betriebsmodi, sicheres Abschalten während der Fahrt, sicheres Laden und schlussendlich



Abb. 3: Batteriepack nach Überladeversuch ■

sicheres Entsorgen der Fahrzeuge am Ende der Lebensdauer. ■

Verhalten unter extremen Bedingungen

Für den sicheren und zuverlässigen Betrieb von Energiespeichern in allen Anwendungsbereichen ist es von Bedeutung, das Verhalten bei extremen Belastungen zu kennen. Um dies abzubilden, werden Kenngrößen von Energiespeichern wie Kapazität, Leistungsfähigkeit, Energieinhalt, Innenwiderstand und Leistungsentfaltung von Lithium-Ionen-Zellen bei Überschreitung des normalen Arbeitsbereichs untersucht, um bei der Auslegung von Energiespeichern den Wirkungsgrad sowie gleichzeitig das Sicherheitsniveau erhöhen zu können.

Auf der bereits genannten Außenfläche werden Energiespeicher-Missbrauchstests (auch: Abuse-tests) durchgeführt, welche für die Zulassung von Batteriesystemen notwendig sind. Die Durchführung zerstörender Tests und die daraus gewonnenen Erkenntnisse können die Crashesicherheit von Elektrofahrzeugen erhöhen und tragen wesentlich zur sicheren Elektromobilität bei. ■

Sichere Energiespeicher Bayern

SENSE BAY – Vernetzung von Wissenschaft und Wirtschaft

Leistungsfähige und sichere elektrochemische Energiespeicher spielen für die Energiewende und die Elektromobilität eine zentrale Bedeutung. Um vor allem kleine und mittelständische Unternehmen in diesem dynamischen Markt zu fördern, unterstützt das Projekt „SENSE BAY – Sichere Energiespeicher Bayern“ den Aufbau einer bayerischen Spitzenposition in Forschung und technologischer Entwicklung im Bereich elektrochemischer Energiespeicher. Eine Anpassung der Versuchs- und

Batteriemesstechnik der THI und eine Verstärkung des Technologietransfers ermöglicht den Aufbau einer Kompetenzregion zu elektrochemischen Energiespeichern in zentraler Lage von Bayern. Dank einer gezielten Vernetzung von Akteuren im Themengebiet und durch den offenen, fachlichen Austausch von Wissenschaft und Wirtschaft werden innovative Geschäftsmodelle und Dienstleistungen im Bereich der Entwicklung sicherer Energiespeicher generiert, wie beispielsweise die Optimie-

rung von Testverfahren in der Entwicklungsphase oder die Realisierung zuverlässiger Sicherheitskonzepte. ■

Vision

Leistungsfähige und sichere elektrochemische Energiespeicher sind für die Energiewende und die Elektromobilität von zentraler Bedeutung. Die Optimierung bestehender Technologien, die Entwicklung innovativer Konzepte und neu entstehende Geschäftsmodelle geben dem Markt eine hohe Dyna-



Abb. 4: Projekt-Treffen der Partner im Projekt SENSE BAY ■

mik, die für Unternehmen eine große Herausforderung, sowie eine Chance zur Erschließung neuer Geschäftsfelder ist. Allerdings birgt die stetig steigende Leistungsfähigkeit der Systeme auch Risiken, die zu einem großen Bedarf an Innovationen im Bereich Sicherheit führen – ein Innovationsbedarf, der neben moderner Versuchs- und Batteriemesstechnik die Zusammenarbeit von Unternehmen unterschiedlicher Disziplinen erfordert und vor allem für kleinere und mittelständische Unternehmen nicht leicht zu bewältigen ist.

Hier setzt das Projekt „SENSE BAY – Sichere Energiespeicher Bayern“ an. Eine zielgruppenspezifische Anpassung der Batterie-Testmöglichkeiten an der Technischen Hochschule Ingolstadt (THI) einerseits und eine Förderung der Vernetzung von Wissenschaft und Wirtschaft andererseits erlaubt den Aufbau von Kooperationen zur Generierung neuer Geschäftsideen und damit die Entwicklung einer bayerischen Spitzenposition in Forschung und technologischer Entwicklung im Bereich elektrochemische Energiespeicher. ■

Projektimplementierung und Ziele

Durch folgende Maßnahmenpakete wird der Aufbau einer Kompetenzregion für sichere Energiespeicher erreicht:

Der aktuell hohe Bedarf an Batterie-Testmöglichkeiten für die Entwicklung sicherer und leistungsstarker

Energiespeicher wird über eine Stärkung des Forschungsfelds „Sichere Elektromobilität“ an der THI adressiert. Die Möglichkeiten der erweiterten, modernen Versuchs- und Batteriemesstechnik wie Teststände, Ausrüstung zur Test-Aufzeichnung und Ionenchromatographie zur Analyse entstehender Schadstoffe inklusive entsprechendem Personal wird zusammen mit einem verstärkten Technologietransfer zwischen Wissenschaft und Wirtschaft vor allem die Entwicklungstätigkeit der KMU-Partner und sonstigen Stakeholder anregen. Batterieversuche auf Zell- oder Systemebene mit dem Ziel der Entwicklung innovativer Produkte und Dienstleistungen in der Förderregion werden durchgeführt, die die Sicherheit elektrochemischer Energiespeicher und deren Komponenten erhöhen.

In einer übergeordneten Ebene wird ein Netzwerk aus Kooperationspartnern aufgebaut, das KMU eine spannende Plattform des Austauschs bietet. KMU unterschiedlichster Bereiche rund um elektrochemische Energiespeicher sind beteiligt, wie beispielsweise Entwicklungsdienstleister, Hersteller elektrochemischer Workstations, Ingenieurbüros, Anbieter für Stromversorgungslösungen, Forschungsdienstleister und Beratungsdienstleister für Entsorgung.

Die Zusammenarbeit aller Partner in „SENSE BAY“ erfolgt über halbjährliche, offene Netzwerktreffen. Zur Projektmitte und -ende werden

diese Treffen zu einem Kongress „KONSENSE – Sichere Energiespeicher Bayern“ erweitert, der über Vorträge, Ausstellungen und themenspezifische Workshops eine Information der breiten Öffentlichkeit gewährleistet. Weiterhin ist die Teilnahme an Veranstaltungen (Fachkonferenzen, Veröffentlichungen, Vorträge) vorgesehen, sowie ein umfassender digitaler Auftritt zusammen mit Printmedien. ■

Zur effizienten Zusammenarbeit wurden Innovationscluster zu folgenden Themen gebildet:

- Batterieentwicklung
 - Testing
 - Messtechnik
- Anwendung/Entsorgung

Das Projekt „SENSE BAY – Sichere Energiespeicher Bayern“ wird gefördert von:



Autoren:

Christoph Nebl

*Technischer Leiter Technologiefeld
Sichere Elektromobilität*

Christoph.Nebl@carissma.eu
+49 841 9348 1491

Daniel Koch

Wissenschaftlicher Mitarbeiter

Daniel.Koch@carissma.eu
+ 49 841 9348 6504

Dr. Katja Brade

Lehrbeauftragte

Katja.Brade@thi.de

Prof. Dr.

Hans-Georg Schweiger

Leiter des Technologiefelds

Sichere Elektromobilität

Hans-Georg.Schweiger@thi.de
+49 841 9348 4500

STEUERGERÄTE UND LEISTUNGSELEKTRONIK FÜR DIE E-MOBILITÄT

Technische Expertise und Abdeckung der gesamten Wertschöpfungskette der Elektronikentwicklung – vom Gerätekonzept bis zur Serienlieferung*.

Modularer Elektronik-Baukasten für neue Bordnetze

- Kurze Entwicklungszeiten
- Darstellung zukünftiger Bordnetzarchitekturen
- Fail-Operational-Architekturen für autonomes Fahren

DC/DC-Wandler und Leistungselektronik

- Konventionelle Inverter / Hochdrehzahlinverter auf Si-/SiC-Basis
- Kompakte HV-DC/DC-Wandler

Sicherheit

- Safety-Analysen vom System-Level bis auf Bauteilebene
- Ultraoxidationsanalysen von HV-Komponenten und Leistungselektronik

* Serienstückzahlen unterhalb des TIER 1 Portfolios



silver atena
an expleo company

e-tron



Wer bremst, gewinnt.

Die alltagstaugliche Reichweite des rein elektrischen Audi e-tron wird dank teilweiser Rückgewinnung von Bremsenergie gesteigert. Welche Features des Audi e-tron Sie außerdem zum Gewinner machen, erfahren Sie jetzt bei Ihrem Audi Partner.

[audi.de/e-tron](https://www.audi.de/e-tron)

Audi Vorsprung durch Technik