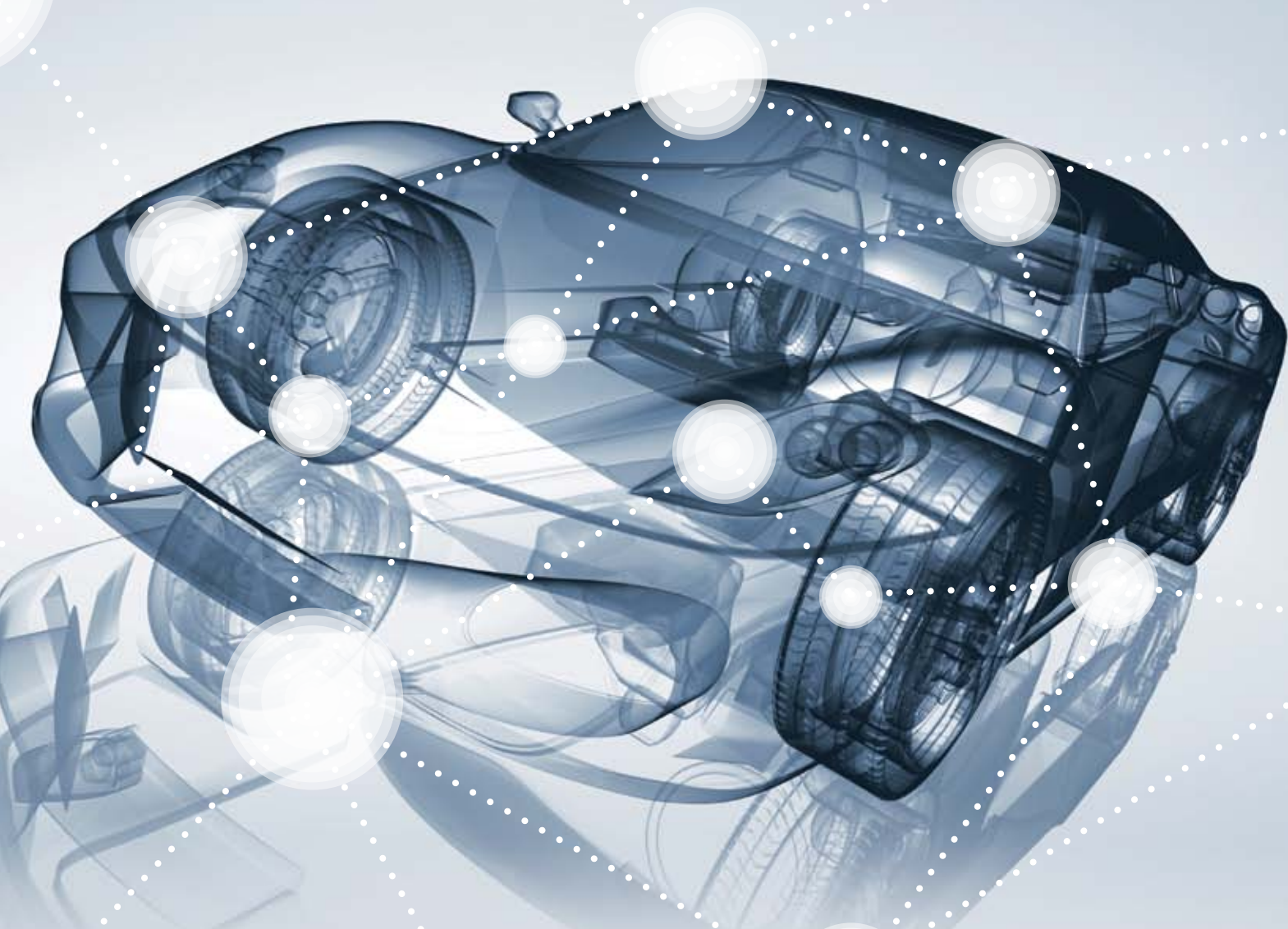


AMPERE

3.2014

DAS MAGAZIN DER ELEKTROINDUSTRIE



Das Auto der Zukunft

Vernetzt, unfallfrei,
umweltfreundlich

„BEST-IN-CLASS“- LEITERPLATTEN FÜR DIE LEISTUNGSELEKTRONIK



1. LÖSUNGEN FÜR HOCHSTROM



Dickkupfer Board:

- z. B. für AC/DC und DC/DC Wandler



Inlay Board:

- z. B. für Start-Stopp-Systeme

2. LÖSUNGEN FÜR ENTWÄRMUNG



IMS Board:

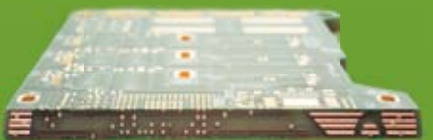
- z. B. für LED Scheinwerfer



Cool Board:

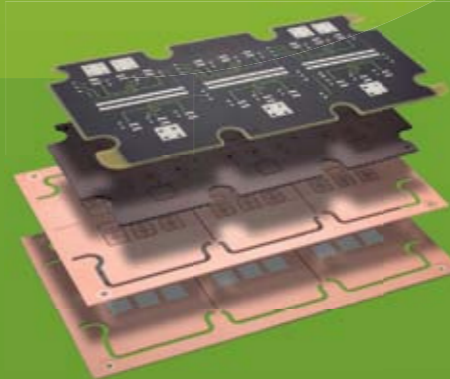
- z. B. für Zellverbinder und Batterieschalter

3. LÖSUNGEN FÜR HOCHSTROM & LOGIK AUF EINER LEITERPLATTE



Power Combi Board:

- z. B. für E-Pumpen



Smart p² Pack®:

- z. B. für E-Motoren
- Super niederinduktiver Aufbau durch Power Embedding
- Verbesserte elektrische-, thermische- und EMV Eigenschaften
- Miniaturisierung durch neuen AVT Ansatz



PROJECT H-LEVEL



„Die Neuerfindung des Automobils hat gerade erst begonnen. In nicht allzu ferner Zukunft werden Pkw und Lkw weite Strecken ohne Zutun des Fahrers ‚Auto-matisch‘ fahren.“

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

ohne das Automobil wäre Deutschland nicht Deutschland. Die weltweit erfolgreiche Premiumstrategie der deutschen Hersteller führt zu einem hohen Innovationsdruck bei Ausrüstern und Zulieferern. Elektrotechnik in all ihren Facetten steht heute bereits für mehr als 80 Prozent der Innovationen in der Automobilindustrie.

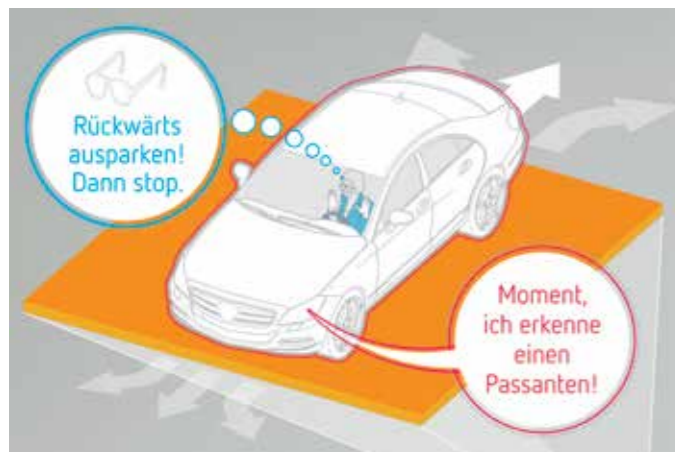
Dabei hat die Neuerfindung des Automobils gerade erst begonnen. Denn die „Faszination Auto“ bekommt eine neue Bedeutung. In nicht allzu ferner Zukunft werden Pkw und Lkw weite Strecken ohne Zutun des Fahrers „Auto-matisch“ fahren. Dabei werden sie weder Unfälle verursachen noch Klima- oder Luftschadstoffe ausstoßen. Die Menschen werden die Fahrtzeit nutzen, um zu arbeiten, auszuruhen oder zu kommunizieren – oder sich bewusst für das Selbstfahren entscheiden, um Fahrspaß zu erleben. Die Voraussetzung dafür schafft die vollständige Vernetzung des Fahrzeugs, das zu einem Knotenpunkt im Internet der Dinge wird.



Vernetzung ist auch die Aufgabe der Anfang 2014 gegründeten „Themenplattform Automotive“ des ZVEL, in der wir alle Aktivitäten zum Auto der Zukunft bündeln. So bringen wir Automobil-, Elektro- und Informationstechnik zusammen. Warum das wichtig ist, erfahren Sie in dieser Ausgabe von AMPERE.

Eine anregende Lektüre wünscht Ihnen

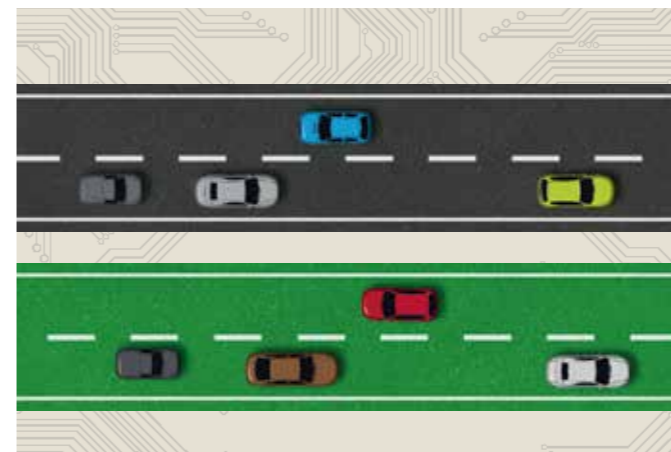
MICHAEL ZIESEMER
ZVEI-Präsident



VISION 2025: Das Auto wird intelligenter als je zuvor. Es sieht alles und kann sogar Gedanken lesen. → Seite 14



CHEFSACHE: Hans-Georg Frischkorn will Risiken der Vernetzung minimieren – und spricht deshalb über sie. → Seite 18



MARKT: Alle Welt spricht über Hybrid- und Elektrofahrzeuge. Wie alltagstauglich sind die neuen Antriebe? → Seite 28



STANDPUNKTE: Wie man Automobil- und Informationstechnik "verkuppelt", diskutieren Continental und IBM. → Seite 34

SCHWERPUNKT: AUTOMOTIVE

Autonom und vernetzt.

Das Auto der Zukunft ist kaum wiederzuerkennen: **Es fährt ohne Zutun des Fahrers und ist permanent mit dem Internet verbunden.** Die Technologien, die unfallfreies Fahren mit ungekannter Energieeffizienz ermöglichen, stehen vor dem Durchbruch. Das hat erheblichen Einfluss auf die Geschäftsmodelle der gesamten Industrie.

STANDARDS

- 03 EDITORIAL
- 06 FRAGEN
- 26 IMPRESSUM
- PERSONENVERZEICHNIS

AUFTAKT

- 08 **DAS THEMA**
Fahr'n, fahr'n, fahr'n ... auf der Datenautobahn
Die Automobilindustrie verspricht sich viel vom vernetzten Auto. Dazu muss sie ihre Geschäftsmodelle anpassen
- 14 **VISION 2025**
Dienstfahrt in die Zukunft
Das Auto weiß, was zu tun ist. Denn es kann nicht nur sehen, sondern auch Gedanken lesen
- 18 **CHEFSACHE**
„Die Risiken thematisieren“
Hans-Georg Frischkorn glaubt an das vernetzte Auto und empfiehlt doch einen nüchternen Blick

TECHNOLOGIE

- 22 **PRAXIS**
Alles hinterfragt
Ein Elektroauto ist auch nur ein Auto? Nun ja. Ein Blick in die Entwicklung des e-Golf
- 24 **FORSCHUNG**
In Nachbars Garten
Roboterautos in Singapur und Elektrotaxis in Peking. An der Zukunft des Autos wird auch anderswo geforscht

GESELLSCHAFT

- 28 **MARKT**
Ich bin dann mal weg ...
Reichweiten verschiedener Antriebskonzepte im Vergleich
- 30 **NUTZEN**
Alles, was Recht ist
Die Wiener Konvention verbietet autonomes Fahren eigentlich. Doch nun kommt Bewegung in die Sache
- 32 **EINWÜRFE**
Risikofaktoren
Ob der Fahrer oder das vernetzte Auto das größere Risiko darstellen, diskutieren der F.A.Z.-Redakteur Michael Spehr und NXP-Manager Kurt Sievers

LÖSUNGEN

- 34 **STANDPUNKTE**
Licht und Schatten
Big Data ist eine Chance, sagen Ralf Lenninger von Continental und Dirk Wollschläger von IBM
- 38 **REPORT**
Kärnerarbeit
Elektrotechnik für das Auto stammt nicht von der Stange, sondern erfordert mühsame Anpassung
- 42 **FAKTEN STATT VORURTEILE**
Zahlen sagen mehr als Worte
Markante Zahlen zum Auto der Zukunft

AM PULS

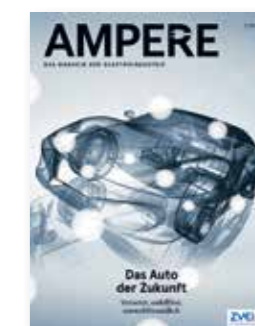
- 40 **HEISSES EISEN**
Intelligente Basis
Peter Heuell von Landis+Gyr will die Stromnachfrage flexibler gestalten
- 44 **LIVE ON STAGE**
Digital und real
Industrie 4.0 verändert alles. Kurzbericht vom ZVEI-Kongress 2014
- 46 **VORAUSGEDACHT**
Unter Strom
Schülerreporter befragen Physiomed-Chef Jens Reinhold zu moderner Medizintechnik

ABO

AMPERE – Das Magazin der Elektroindustrie

Was bewegt einen der wichtigsten Industriezweige in Deutschland? Kontrovers und informativ – das neue Magazin setzt sich in jeder Ausgabe mit einem aktuellen Thema der Elektroindustrie auseinander.

Abonnieren Sie **AMPERE kostenfrei (4 Ausgaben/Jahr)** zsg@zvei-services.de oder www.zvei.org/ampere



Illustrationen: halbautomaten (li.), Frank Weidenfelder | Fotos: Markus Hintzen (li.), Tom Maurer



Wie vernetzt man das Auto mit anderen Verkehrsträgern?

Wann gibt es endlich keine Verkehrstoten mehr?

Kann man das Auto der Zukunft hacken?

Wie schnell setzt sich das Elektroauto durch?

Fährt das Auto der Zukunft autonom?

Wer profitiert davon, wenn das Auto zum Smartphone auf Rädern wird?

Ist es möglich, ein Auto zu bauen, das der Umwelt nicht schadet?

Macht Autofahren überhaupt noch Spaß?

Kann die deutsche Automobilindustrie den Weltmeistertitel verteidigen?

Kommt es nur noch auf die Software an?

Bauen Apple und Google bald selbst Autos?

Ist der menschliche Fahrer ein Risikofaktor?

Mobilität baut Brücken zwischen Menschen – und stößt doch immer öfter an Grenzen.

Mit der ganzen Welt vernetzt und völlig autonom – so fährt das Auto der Zukunft. Doch kann die auf Komfort, Leistung und Sicherheit gepolte Automobilindustrie schnell genug umsteuern? Text: Johannes Winterhagen

Fahr'n, fahr'n, fahr'n ... auf der Datenautobahn

Ende Mai präsentiert der Internetkonzern Google den Prototyp eines selbstfahrenden Autos auf der konzernerneigenen Video-Plattform „Youtube“. Innerhalb von nur drei Wochen sehen sich mehr als sieben Millionen Menschen den Kurzfilm an. Europas größter Autobauer Volkswagen schafft mit seinem beliebtesten Spot nicht einmal ein Zehntel der Klickrate – und das, obwohl das Video seit neun Monaten online ist.

Man hätte es ahnen können. Anfang März trifft sich die Autobranche traditionell zum Autosalon in Genf. Auf dem Stand von Daimler herrscht schon an den Pressetagen Massenandrang. Das Gros der 2.000 angereisten Fachjournalisten, viele mit dem iPhone in der Tasche, interessiert sich nicht für den neuen Supersportwagen SL. Sondern für eine äußerlich eher biedere Mittelklasse-Limousine. Denn die lockt mit einer Testinstallation von Apples „Carplay“, das Apps vom Telefon auf den Fahrzeug-Bildschirm bringt.

Bleibt noch Tesla. Neue Modelle gibt es derzeit nicht. Doch als das von Elon Musk gegründete Unternehmen im Juni bekannt gibt, seine Patente zur allgemeinen Verwendung freizugeben, schafft es die Nachricht bis in die Tagesschau – vermutlich das einzige Mal in diesem Jahr, dass Schutzrechte im beliebtesten deutschen Fernsehnachrichten-Format erwähnt werden. Angesichts der Vehemenz, mit der die Ikonen des Silicon Valley in das Automobilgeschäft vordringen, liegt

GELD IST WICHTIG

Für 64 % der Autofahrer ist das Preis-Leistungs-Verhältnis der wichtigste Grund, sich für ein bestimmtes Modell zu entscheiden.

der Schluss nahe, dass die deutsche Vorzeigebranche akut bedroht ist. Zu nahe vielleicht. Denn ein genauer Blick auf die Fakten hinter den Meldungen zeigt, dass die PR besser ist als die Substanz. Das selbstfahrende Auto von Google fährt nur auf bestimmten Straßen von Mountain View, Kalifornien. Auf Nachfrage gibt Google-Projektleiter Chris Umerson zu, dass man eigentlich gar keine Autos bauen wolle, sondern Partner in der Automobilindustrie sucht. Carplay von Apple geht 2015 in ersten Modellen von Mercedes, Ferrari und Volvo in Serie – funktioniert aber nur in Kombination mit den Highend-Infotainmentsystemen der Hersteller, deren Wertschöpfung dadurch nicht sinkt. Und Teslas Patente? Viele Experten fragen sich, worin deren Wert bestehen soll. Denn für seinen Elektroantrieb nutzt Tesla Akkus, die aus der Unterhaltungselektronik stammen und nicht speziell auf die für die Autos benötigte Leistungsdichte gezüchtet wurden. Abgesehen davon: Mercedes und Toyota sind ohnehin Aktionäre bei Tesla und hätten vermutlich auch ohne Offenlegung Zugang zum Firmenwissen.

Alles gut also? Autos müssen komfortabel, schön und sicher sein, dabei sollen sie sparsam mit dem Kraftstoff umgehen. So zumindest sehen es deutsche Autofahrer. Wie konservativ der Kunde ist, zeigt die Aral-Studie „Trends beim Autokauf“. Die alle zwei Jahre unter potenziellen Autokäufern durchgeführte Umfrage zeigt, dass nur ein Prozent das nächste Auto mit Elektroantrieb beschaffen will, für weitere sechs ▶



Big Data im Automobil

Die Sensoren in einem autonom fahrenden Auto erzeugen große Datenmengen.

Daten pro Minute

1 Gigabyte

Prozent kommt immerhin ein Hybridantrieb in Frage. Nicht weiter verwunderlich, ist doch für 64 Prozent der Autokäufer das Preis-Leistungs-Verhältnis der wichtigste Kaufgrund. Auf den Plätzen zwei und drei folgen Verbrauch und Sicherheit. Auf der Liste der gewünschten Ausstattung findet sich wenig Hightech. Am wichtigsten ist das ohnehin gesetzlich verpflichtende Antiblockiersystem ABS. Es folgen Klimaanlage und elektrische Fensterheber – als ob es nicht schwieriger wäre, überhaupt noch ein Auto mit manueller Fensterkurbel zu finden. Während 48 Prozent der Käufer noch einen CD-Spieler wünschen, ist eine MP3-Abspielfunktion für nur 37 Prozent relevant.

DAS INTUITIVE AUTO

Der Blick auf die heutigen Wünsche des Kunden führt jedoch in die Irre. Das meint zumindest Ricky Hudi, der die Elektronikentwicklung von Audi leitet. Er spricht von einem „Paradigmenwechsel“, der durch die Vernetzung des Automobils mit dem Internet eingesetzt habe. In der Vergangenheit habe man die Steuergeräte innerhalb des Autos miteinander vernetzt, die bis zu 70 kleinen Computer tauschen mittlerweile alle relevanten Informationen untereinander. Jetzt geht es laut Hudi darum, den Informationsaustausch zwischen Fahrzeugen und zwischen Fahrzeug und Infrastruktur zu ermöglichen. Peter Langen, der beim Wettbewerber BMW die Fahrerassistenzsysteme verantwortet, setzt noch eins drauf: „Entscheidend ist das Backend“, also Funktionen, die auf externen Servern berechnet werden. Das Premiumfahrzeug der Zukunft wird dadurch signifikant intelligenter werden, so Langen. „Das Auto soll intuitiv genau das tun, was der Fahrer will.“

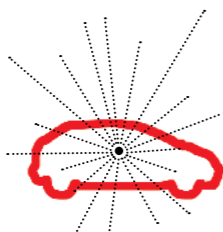
Nur besser als der menschliche Fahrer soll das Auto werden. Denn laut Volvo gehen mehr als 90 Prozent aller Unfälle auf Fahrfehler zurück, in 80 Prozent aller

Fälle ist der Fahrer dabei abgelenkt. Das Resultat: Jedes Jahr sterben 1,2 bis 1,4 Millionen Menschen im Straßenverkehr. Die offiziellen Zahlen schwanken je nach Quelle, doch die weiter ansteigende Motorisierung in aufstrebenden Industrieländern wie China lässt befürchten, dass eine Trendumkehr nicht in Sicht ist. Die soll nun das automatisierte Fahren bringen. Hans-Peter Hübner, Bereichsvorstand bei Bosch, rechnet im Juni auf der Tagung „Fortschritte der Automobilelektronik“ die zu erwartenden Vorteile vor: 90 Prozent weniger tödliche Unfälle, 80 Prozent besserer Verkehrsfluss, bis zu 30 Prozent weniger Kraftstoffverbrauch. In den USA würde jeder Mensch im Schnitt jeden Tag 56 Minuten mehr Zeit zur freien Verfügung haben, wenn er nicht selbst Hand ans Lenkrad legen müsste.

Zwar fahren Prototypen von Audi, BMW und Mercedes längst vollautomatisiert über Teststrecken, nicht nur im menschenleeren Nevada, sondern auch auf der A9 zwischen Nürnberg und München. Hinter dem Lenkrad sitzt jedoch immer ein professioneller Testfahrer, den Blick starr auf die Straße gerichtet, jederzeit bereit einzugreifen. Und das ist auch notwendig. Denn was das menschliche Gehirn meisterhaft kann, aus ungeheuren Datenmengen das wenig Relevante filtern, ist eine große Herausforderung für Maschinen. In einem mit Videosensoren ausgestatteten autonomen Auto, rechnet Continental-Vorstand Helmut Matschi gerne vor, fällt in jeder Minute ein Gigabyte an Daten an. Allein mit den Daten der im Fahrzeug verbauten Sensoren sind autonome Autos ohnehin kaum zu realisieren. Hochpräzise Daten der Umgebung, bezogen über externe Server, sind ebenso notwendig wie stabile Übertragungstechnik. Alle deutschen Hersteller setzen darauf, aus der Kombination von Kamera, Laser, Radar und Umfelddaten ein realistisches Bild der jeweiligen Situation zu gewinnen. Die Unterschiede liegen im Detail: Welches Laserverfahren wird eingesetzt? Reicht eine Monokamera oder braucht es das Stereoverfahren?

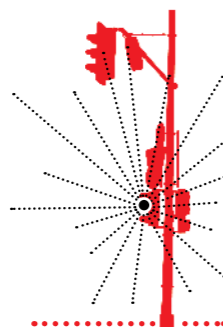
MEHR ALS SOFTWARE

Da ist sie wieder, die Ingenieurskunst, die Liebe zum Detail, die deutsche Autos zu den besten der Welt macht. Deutlich wird auch, dass nicht allein Software-Kompetenz zählt, wo am Auto der Zukunft gearbeitet wird. „Halbleiter, aber auch Leistungselektronik und mikromechanische Sensoren sind Schlüsseltechnologien für das Auto von morgen“, erläutert Jürgen Weyer, Deutschland-Chef des Halbleiterherstellers Freescale. Denn nur scheinbar rücken die Welten zwischen Unterhaltungselektronik und Automobil zusammen – tatsächlich ist das Gegenteil der Fall. Bei Smartphones, einem ohnehin unter hohem Preis- >



LEBENS-QUALITÄT

Wer sich fahren lässt, gewinnt Zeit und Lebensqualität: US-Amerikaner im Schnitt eine Stunde pro Tag.



75
JAHRE

75 JAHRE VORAUSSCHAUEN

Kann man 75 Jahre lang innovativ und vorausschauend denken und handeln? Man kann. Denn BLOCK richtet seinen Blick seit der Gründung 1939 immer nur in eine Richtung: voraus in die Zukunft. So ist ein international operierendes Unternehmen entstanden, das 11 Gesellschaften und 38 Standorte weltweit umfasst und allein in Deutschland über 700 Mitarbeiter beschäftigt.

Mit unseren zukunftsweisenden Innovationen sind wir heute eines der weltweit führenden Unternehmen der Branche. Wir entwickeln uns konsequent weiter und investieren intensiv in Grundlagenforschung und Entwicklung. Gleichzeitig ist BLOCK seit Jahrzehnten ein verlässlicher und leistungsstarker Partner für Industrie und Handel.

Wir schauen und denken voraus – und das seit 75 Jahren.



Transformatoren • Stromversorgungen • Drosseln • EMV-Filter

BLOCK
block.eu

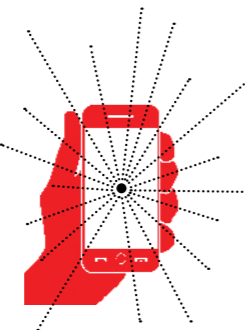
druck stehenden Markt, geht es vor allem darum, immer mehr Rechenleistung auf immer weniger Raum unterzubringen. Die Mikrostrukturen auf den Chips sollen von heute 100 auf künftig 20 Nanometer verkleinert werden. Die Folge ist laut Helmut Keller, der im ZVEI das „Robustness Validation Forum“ leitet: „Die Zuverlässigkeit und Lebensdauer sinkt. Bei kurzlebigen Endgeräten wird dies toleriert und ist für die Garantiezeit bereits eingepreist. In der Automobilindustrie wird das nicht funktionieren.“ In dem Forum, in dem Auto- und Halbleiterhersteller zusammenarbeiten, wird an Spezifikationen gearbeitet, die den hohen Sicherheitsanforderungen eines mit 250 km/h fahrenden Autos entsprechen.

HALBLEITER-FORSCHUNG

Auch die Politik hat erkannt, dass Hardware nicht gleich Hardware ist. So fördert das BMBF das 55-Millionen-Forschungsprojekt „eRamp“, mit dem unter Führung von Infineon neue Leistungshalbleiter entwickelt werden sollen. Diese speziellen Halbleiter werden in Leistungselektroniken eingesetzt, die beispielsweise den Motor eines Elektrofahrzeugs ansteuern. Dr. Reinhard Ploss, der Vorstandsvorsitzende von Infineon, gibt sich optimistisch: „Die Forschungsergebnisse werden dazu beitragen, elektrische Energie noch effizienter zu nutzen.“ Insgesamt werde die strategische Bedeutung der Leistungselektronik jedoch noch immer unterschätzt, mahnt Christoph Stoppok, im ZVEI für den Bereich Components, Mobility and Systems verantwortlich. „Alles redet über die Batterien für das Elektroauto. Doch in Elektromotor, Umrichter und Leistungselektronik steckt ein hoher Teil der Wertschöpfung, den wir unbedingt in Deutschland halten müssen.“

Ohne Software fährt das Auto der Zukunft allerdings trotzdem nicht. Deshalb investieren Hersteller und Zulieferer massiv in den Ausbau ihrer Entwicklungskapazität. Neuen Partnerschaftsmodellen kommt dabei eine wichtige Rolle zu. So gründete Audi mit dem finnischen IT-Unternehmen Elektrobit ein Gemeinschaftsunternehmen, um neue Infotainmentsysteme zu entwickeln. Im Jahr 2009 startete das Unternehmen mit 42 Mitarbeitern, der 400ste wurde im April dieses Jahres eingestellt. Der Autozulieferer Continental verbündete sich 2013 nicht nur mit IBM (siehe Interview auf Seite 34), sondern auch mit dem Netzwerkspezialisten Cisco. Gemeinsam will man sichere Übertragungstechnik entwickeln, die jedem Hackerangriff trotzt.

Überhaupt ist die Absicherung das wichtigste Thema automobiler Software-Entwicklung. Die Herausforderung in einer vernetzten Welt besteht darin, alle mög-



AUTOMOTIVE

Die Visionen vom Auto der Zukunft reichen vom autonomen Fahren bis hin zur Gedankensteuerung des Autos. Der neue Imagefilm zeigt, die automobiler Zukunft hat bereits begonnen.

http://youtu.be/1_AxzXDqFLM



Fortschritt

Auf die Frage, ob automatisiertes Fahren ein nützlicher Fortschritt ist, antworten Deutsche und Chinesen unterschiedlich. Ja sagen in...

Deutschland

53%

China

79%

lichen Betriebszustände zu testen, bevor ein Auto in Serie geht. Denn je autonomer das Auto fährt, desto aufwändiger wird das. Kam man in der Serienfreigabe eines Abstandsregeltempomaten noch mit 1.000 Teststunden aus, so bräuchte man für einen Autopiloten bis zu einer Milliarde Teststunden – undenkbar in einer Welt, in der die Zeit bis zur Marktreife zum kritischen Faktor geworden ist. Jeder mühsam erarbeitete Wettbewerbsvorteil ist in der global agierenden Autoindustrie in kürzester Zeit kopiert. „Ich glaube nicht daran, dass es heute noch eine Technologie gibt, die uns für fünf Jahre oder gar länger eine Differenzierung erlaubt“, erläutert Hudi.

NEUE PLATTFORM

Trotz des harten Wettbewerbs arbeiten Autohersteller und Elektroniklieferanten daher bei der Entwicklung neuer Testverfahren zusammen. Anstöße dafür gibt unter anderem die neue Themenplattform Automotive, die der ZVEI im Februar 2014 gegründet hat. Sie führt alle Einzelaktivitäten zu Hardware, Software und Vernetzung innerhalb der Fachverbände zusammen und soll so den Elektronikern in der noch immer vom Maschinenbau geprägten Autobranche eine einheitliche Stimme geben. „Wir bringen damit wichtige Gesichtspunkte der Automobilelektronik in die Diskussion ein“, sagt Bosch-Bereichsvorstand Klaus Meder, der zum Sprecher der Plattform gewählt wurde. Neben den vielen Einzelaktivitäten, bei denen es um Sicherheit und Qualität künftiger Automobilelektronik geht, hat die Plattform laut Meder eine weitere wichtige Aufgabe: den elektrotechnischen Nachwuchs zu fördern. Denn mag das Auto der Zukunft auch ohne Menschen fahren, entwickelt wird es nach wie vor von klugen, gut ausgebildeten Menschen. ■

Mit E-Mobility auf den Gipfel



Ladestecker DC Typ 2



Ladestecker AC Typ 2

Lösungen für die Zukunft

Vielen Herausforderungen können wir heute schon mit exzellenten Komponenten, Systemen und Lösungen für eine intelligente Automatisierungstechnik begegnen. Mit besonderem Engagement entwickeln wir z. B. Ladestecksysteme für die E-Mobility. Erneut haben sich diese Produkte erfolgreich bewährt bei unserer Teilnahme an der E-Mobility Rallye Wave Trophy 2014: Zum zweiten Mal in Folge standen Frank und Frank von Phoenix Contact auf dem Siegestreppchen!

Mehr Informationen unter
Telefon (0 52 35) 3-1 20 00 oder
phoenixcontact.de

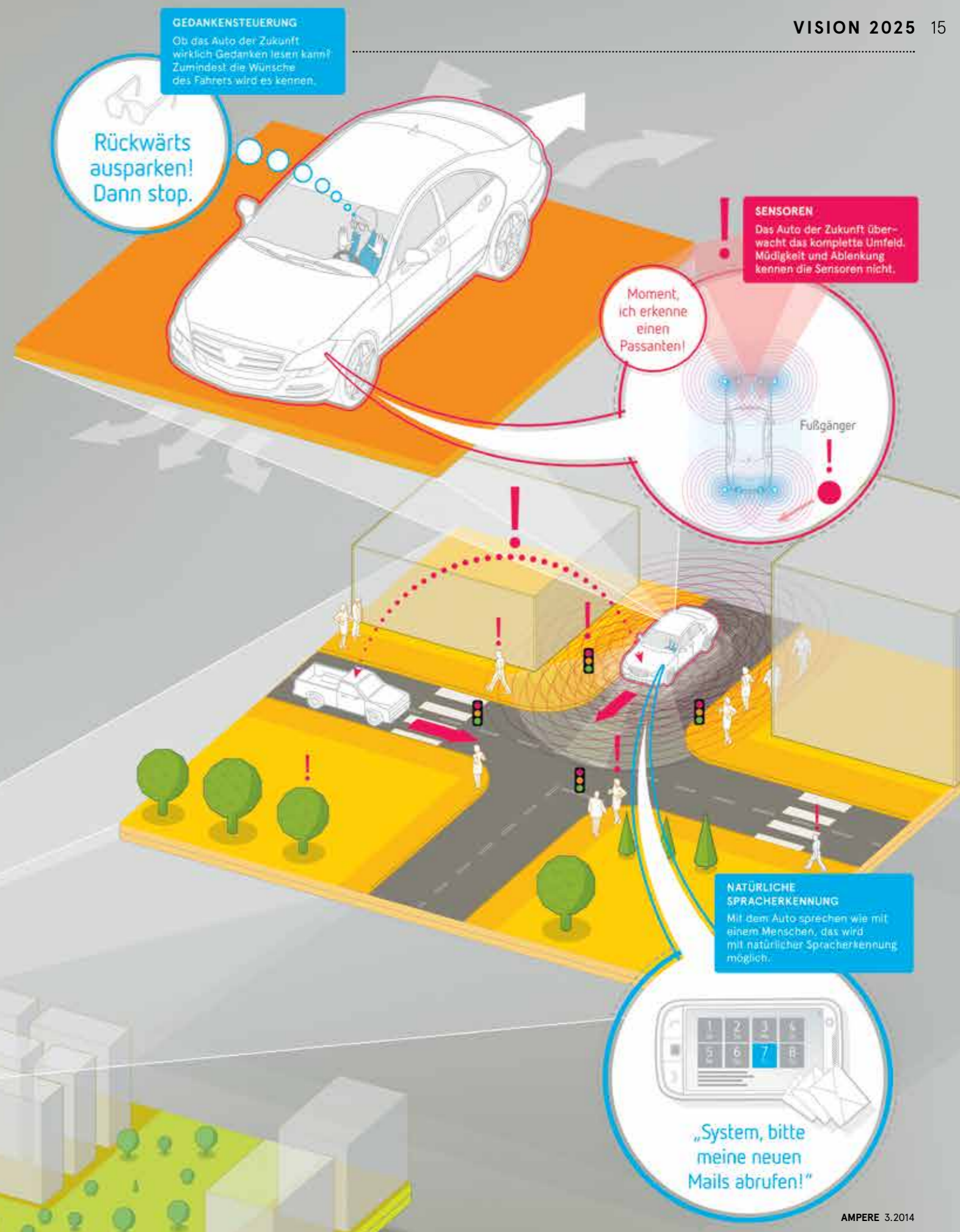
Quelle: Christof R. Schmidt Photography

Dienstfahrt in die Zukunft

Text: Michael Tetzlaff | Illustration: halbautomaten

Autos, die selbst das Steuer übernehmen, gehören im Jahr 2025 zum Alltag. Doch nun wollen sie auch noch Gedanken lesen.

Hannah M. kramt nervös in ihrer Tasche. Wenn sie aufgeregt ist, braucht die Professorin am Karlsruher Institut für Technologie (K.I.T.) Schokolade, am liebsten eine ganze Tafel. Doch nicht die Präsentation ihrer Forschungsarbeiten bei einem Softwareunternehmen in Nordbaden, die in etwa einer Stunde beginnen wird, macht der Spezialistin für semantische Technologien zu schaffen. Es ist die Fahrt dorthin, die sie nervös werden lässt. Ihr Kollege Hans B. vom Institut für Mobilität überlässt ihr nämlich heute den „Nightrider“, ein Elektroauto der Oberklasse, das „denken“ kann, wie Hans B. es lax formulierte. Hannah M. steigt in den Wagen ein. >



AUTO-SERVER
Millionen Daten schnell analysieren, das können nur Großrechner, mit denen das Auto der Zukunft permanent in Verbindung steht.

Intelligenz aus dem Netz

NATÜRLICHE SPRACHERKENNUNG
Mit dem Auto sprechen wie mit einem Menschen, das wird mit natürlicher Spracherkennung möglich.

„System, bitte meine neuen Mails abrufen!“

„Willkommen im Nightrider, Frau M.! Sie hatten sich im Drive Management System dafür entschieden, mich die Fahrt übernehmen zu lassen. Schnallen Sie sich bitte an. Wenn Sie bereit sind, setzen Sie sich die DMS-Brille auf und führen Sie mich vom Parkplatz des KIT. Auf der Straße übernehme ich das Steuer für Sie.“ Vor der Fahrt musste die Professorin nicht nur das Ziel ihrer Reise ins Drive Management System (DMS) eingeben, sondern auch Fragen nach Alter, Gewicht, Ernährungsgewohnheiten und eventuellen Erkrankungen beantworten. Beim Gewicht hatte die leidenschaftliche Esserin etwas geschummelt. Aus den Daten errechnete das DMS ihr Profil für den „Nightrider“ und übertrug es per Internet direkt ins Auto.

LENKRAD LOSLASSEN

„Wozu sollte ich diese seltsame Brille aufsetzen?“, fragt sich Hannah M. und bekommt auch prompt eine Antwort, da sie sich die Frage laut gestellt hat. „Das wird eine kleine Überraschung für Sie, die Ihr Kollege und ich vorbereitet haben. Doch dazu später. Wollen wir starten?“, informiert sich „Nightrider“. „Mein Kollege UND das Auto?“, fragt sich die Frau, diesmal jedoch nicht laut. Sie setzt sich die Brille auf, schnallt sich an und fährt vom Parkplatz. Auf der Straße meldet sich „Nightrider“ wieder: „Sie können jetzt das Lenkrad loslassen und die Füße von den Pedalen nehmen. Sobald Sie das Lenkrad oder eines der Pedale wieder berühren, schaltet sich der Autopilot wieder ab.“ Natürlich hätte das Auto auch von selbst vom Parkplatz fahren können, aber als Hans B. mitbekommen hatte, welchen Respekt seine Kollegin vor der Fahrt hatte, wollte er ihr nicht gleich von Anfang an den Autopiloten zumuten.

Hannah M. zögert, doch dann lässt sie das Lenkrad los und zieht die Füße nach hinten. Das Auto fährt unbeirrt weiter, hält die Geschwindigkeiten und Abstände ein, beschleunigt und bremst mit einer Präzisi-

on, die vor wenigen Jahren noch professionellen Rennfahrern vorbehalten war. Den Streckenverlauf berechnet der Computer nicht nur mit Hilfe von Satellitenortung, sondern auch anhand ein paar Dutzend On-Board-Sensoren. So können andere Verkehrsteilnehmer genauer bestimmt werden, aber auch der Abstand zum Fahrbahnrand. Verkehrsschilder zu scannen und zu verstehen ist eine der leichtesten Übungen für „Nightrider“.



Hannah M. würde aber auch nichts passieren, wenn überhaupt keine Fahrbahnmarkierungen oder Verkehrssymbole zu sehen wären. Die Sensoren des Autos können einen befestigten Untergrund von Sand, Schotter oder Wiesen unterscheiden. Damit kann die Breite der Straße erfasst und zum Beispiel die Mitte berechnet werden. Ist nicht mehr genügend Platz für „Nightrider“, bleibt er stehen und fordert den Fahrer auf, die Verantwortung zu übernehmen. Straßen ohne Markierungen befährt der „Nightrider“ mit einer voreingestellten Geschwindigkeit von 30 km/h.

„Möchten Sie vielleicht nachsehen, ob Sie neue E-Mails haben?“ Das Auto kümmert sich gut um Hannah M. „Warum nicht?“, antwortet die Professorin, „Ich habe ja offenbar sowieso nichts mit der Fahrt zu tun.“ Auf dem Display erscheint ihr Post-

fach. Nach gut der Hälfte der Strecke sagt „Nightrider“: „An der nächsten Raststätte finden Sie einen vorzüglichen Cappuccino, den Sie sonst um diese Tageszeit gerne trinken. Sollen wir eine kurze Pause machen?“ Eine großartige Idee findet Hannah M. Sind mit solchen Autos Pausen überhaupt noch nötig, fragt sie sich. Es würde ja im Grunde auch keinen Unterschied machen, wenn ich schlafen würde. Aber auch die ausgefeilteste Technik kann einmal Aussetzer haben, denkt sie sich, als sie wieder einsteigt.

Ihr Mobiltelefon klingelt. Hans B. ist am anderen Ende. „Hallo Hannah. Ist alles okay bei Dir?“, erkundigt er sich. Sie bejaht. „Dann kommt jetzt die Überraschung: Du hattest zwar schon die Brille auf, aber sie war noch ohne Funktion. Diese Brille misst Deine Gehirnströme mittels EEG. Und Du steuerst den Nightrider jetzt nur noch mit Deinen Gedanken.“ Hannah M. hatte zwar bereits davon gelesen, dass das in Simulatoren wohl gut klappt, aber jetzt ist ihr wieder nach Schokolade zumute. „Probier es doch erst mal auf dem Parkplatz aus. Ich kann das Steuer ja notfalls von meinem Computer aus übernehmen“, bestärkt sie Hans B.

GEDANKEN LESEN

Hannah M. setzt sich die Brille auf und denkt: „Rückwärts ausparken!“ Langsam setzt „Nightrider“ nach hinten. Hannah M. schaut in den Rückspiegel und denkt: „Stopp!“ Das Auto hält an. Es vergeht nicht viel Übungszeit auf dem Parkplatz, bis sich Hannah M. auf die Straße wagt und nur mit ihren Gedanken das Auto zum Ziel steuert. Als sie schließlich auf den Parkplatz des Software-Unternehmens einbiegt, denkt sie: „Puh, jetzt könnte ich noch eine Tafel Schokolade brauchen.“ Blitzschnell antwortet Nightrider: „Der nächste Supermarkt ist 800 Meter entfernt, bei aktueller Verkehrslage benötigen wir zwei Minuten dorthin. Wollen Sie das Ziel aktualisieren?“ ■



Automatisierungslösungen, die perfekt passen.

Endress+Hauser ist der weltweite Hersteller mit dem kompletten Leistungsspektrum für die Prozessautomatisierung, von der vollumfänglichen Feldinstrumentierung bis hin zu Automatisierungslösungen und attraktivem Life Cycle Management. Dabei sind alle Geräte, Komponenten und Systeme exakt aufeinander abgestimmt und arbeiten perfekt zusammen. Auf der ganzen Welt betreuen wir seit Jahrzehnten Kunden aus allen Branchen der Verfahrenstechnik. Als solides, finanzkräftiges und global agierendes Familienunternehmen mit 60 Jahren Erfahrung in der Prozessautomatisierung steht Endress+Hauser für Fairness und Verlässlichkeit, für langfristige Geschäftsbeziehungen, höchste Qualität im gesamten Leistungsangebot sowie für Innovationskraft und Technologieführerschaft.

Endress+Hauser
Messtechnik GmbH+Co. KG
Colmarer Straße 6
79576 Weil am Rhein

Telefon 0 800 348 37 87
Telefax 0 800 343 29 36
info@de.endress.com
www.de.endress.com

Endress+Hauser 
People for Process Automation



Autonomes Fahren und Vernetzung verändern die Autowelt rapide. Doch die dafür benötigte Elektronik ist noch nicht ausgereift, genauso wenig wie die künftigen Geschäftsmodelle. Ein Gespräch mit **Hans-Georg Frischkorn, der die Software-Themen in der neuen Automotive-Plattform des ZVEI verantwortet.**

Interview: Johannes Winterhagen | Fotografie: Markus Hintzen

„DIE RISIKEN THEMATISIEREN“

Für einen Revolutionär spricht Hans-Georg Frischkorn sehr ruhig, beinahe bedächtig. Seit vielen Jahren arbeitet er an der elektronischen Zukunft des Automobils, unter anderem bei BMW und General Motors. Als Geschäftsführer des Verbandes der Automobilindustrie (VDA) trieb er die großflächige Erprobung vernetzter Fahrzeuge voran. Von 2012 bis Mitte 2014 leitete er die Autosparte des aus der Luft- und Raumfahrt stammenden Elektronik-Entwicklungsdienstleisters ESG.

Ampere: 93 Prozent aller Verkehrsunfälle sind vom Menschen verursacht. Was kann man dagegen tun?

Frischkorn: Die Vernetzung des Autos mit seiner Umwelt kann zunächst dafür sorgen, dass der Fahrer besser informiert ist und in komplexen Situationen unterstützt wird. Der nächste Schritt besteht darin,

dass das Auto aktiv ins Geschehen eingreift. Das automatisierte Fahren ist zumindest für bestimmte Szenarien nicht mehr weit weg.

Bedeutet das autonome Fahren nicht eine enorme Einschränkung der Autonomie des Fahrers?

Als Einschränkung meiner Autonomie empfinde ich es vielmehr, wenn ich im Stau stehe und nicht frei über meine Zeit verfügen kann. Ein Auto, das mit autonomen Fahrfunktionen ausgestattet ist, wird man jederzeit auch selbst über kurvige Landstraßen in den Bergen fahren können, wenn man Spaß daran hat.

In welchen Szenarien sollte der Faktor Mensch ausgeschaltet werden?

Wenn ich auf dem Mittleren Ring in München zur Hauptverkehrszeit langsam dahinrolle, leiste ich als Fahrer keinen sinnvollen Beitrag. Das automatische Staufolgefahren ist sicher ein hoch attraktives Szenario. Das Gleiche gilt für die Parkplatzsuche: Ich steige vor dem Haupteingang aus und mein Auto parkt sich selbst

in einem benachbarten Parkhaus. Das ist, wenn keine Fußgänger durchs Parkhaus laufen, technisch schon gut beherrschbar. Gleiches gilt für mittlere Geschwindigkeiten auf Autobahnen.

Wo sind die technischen Grenzen?

Urbane Verkehr, bei dem Fahrzeuge und Fußgänger aufeinandertreffen, ist technisch sicher die größte Herausforderung.

Nach der von Deutschland ratifizierten Wiener Konvention darf das Auto mit höherer Geschwindigkeit momentan für maximal zehn Sekunden automatisch fahren.

Das ist so, doch da ist durchaus Bewegung. Ich bin zuversichtlich, dass wir zu vernünftigen Lösungen kommen, auch wenn das noch ein paar Jahre dauern wird. Das politische Ziel, keine Verkehrstoten mehr, wird nur mit hochautomatisiertem Fahren zu erreichen sein.

Ganz aus der Verantwortung wird man den Menschen aber nicht lassen können.

Das ist auch nicht erstrebenswert. ▷

Eine der schwierigsten Aufgaben ist es allerdings, die situationsbezogen optimale und sichere Form der Verantwortungsübergabe von der Maschine an den Menschen zu finden. Hier kann die Autobranche auch von der Flugzeugindustrie lernen. Denn für Piloten ist das Alltag: Eigentlich fliegt der Autopilot, doch der Pilot muss ständig bereit sein einzugreifen. Das ist allerdings nicht 1:1 aufs Auto zu übertragen.

Weil der Autofahrer gerade eine längere SMS schreibt.

Genau deswegen wird automatisiertes Fahren zunächst in Szenarien eingeführt, bei denen es nicht entscheidend ist, dass der Fahrer sehr schnell eingreift, zum Beispiel im Staufolgeverkehr.

Wenn man dem Auto so viel Verantwortung überlässt, wie sieht dann dessen Elektronik-Struktur aus?

Das bislang betriebene inkrementelle Wachstum von Funktionen ist dafür tatsächlich nicht der richtige Weg. Da kann man viel von der Luft- und Raumfahrttechnik lernen. Voraussetzung ist nämlich ein robuster Entwicklungsprozess auf Systemebene. Wir Informatiker nennen das „System of Systems Engineering“, eine erprobte Methodik, die nur bislang in der Automobilindustrie noch zu wenig Anwendung findet. Es geht darum, einen Gesamtsystementwurf in eine schrittweise Detaillierung zu bringen, statt von den Einzelfunktionen auszugehen. Das Fahrzeug-System, das ja mit anderen Verkehrsteilnehmern und der Infrastruktur kommuniziert, muss über flexible und offene Schnittstellen von anderen Systemen entkoppelt werden.

Offene Schnittstellen, das klingt für mich erst einmal danach, als ob die Funktionssicherheit künftiger Autos sinkt.

Das kann ich nicht nachvollziehen. Die Sicherheit hängt in erster Linie daran, wie strukturiert und konsequent ein Entwick-

lungsprozess vollzogen wird. Dabei geht es beispielsweise darum, wie sauber die Funktionen und die Tests definiert sind.

Nun gibt es ja eine Menge Richtlinien und Standards für die Software- und Elektronikentwicklung in der Automobilindustrie. Brauchen wir da noch mehr?

Eindeutig nein. Es geht darum, die existierenden Richtlinien konsequent zu leben. Die Schwierigkeit besteht darin, in der Industrie zu einem gemeinsamen Verständnis zu gelangen, wie man die Standards anwenden will. Denn da gibt es schon erhebliche Spielräume. Dazu braucht es Erfahrungsaustausch und Verständigung. Dabei können Verbände wie der ZVEI einen Riesenbeitrag leisten.

Okay, gehen wir davon aus, das Auto fährt genau so, wie es soll. Dann besteht bei offenen Schnittstellen aber doch die Gefahr, dass Hacker ins System eindringen.

Das ist ein ernstzunehmendes Thema. Wir müssen die Risiken thematisieren. Es gibt nämlich eine Menge Technologien für die Absicherung technischer Systeme. Und doch gilt auch hier: Eine Kette ist nur so stark wie ihr schwächstes Glied. Wir brauchen nicht mehr Verschlüsselung oder andere Technologien, sondern müssen viel-



mehr analysieren, wo die Sicherheitslücken bestehen. Wir würden es uns zu leicht machen, wenn wir behaupten, es gäbe die eine Technologie, die uns vor Hackern schützt.

Aber ist ein genereller Schutz denn möglich?

Man darf nie mit dem erreichten Stand zufrieden sein. Die Erfahrung in anderen

STECKBRIEF

Name
Hans-Georg Frischkorn

Stationen
IBM
McKinsey
BMW
General Motors/Opel
VDA
ESG

Geburtsdatum und -ort
20. August 1956 in Köln

Erste Ausbildung
Diplom-Informatiker
(Universität Stuttgart)

Lieblingselektrogerät
Digitale Spiegelreflexkamera

Häufig anzutreffen
Am Wochenende im Frankfurter Nordend

Industrien, aber auch mit Wegfahrsperrern im Automobil zeigt, dass man relativ gut geschützt ist, wenn man die Technologien schnell weiterentwickelt. In dem Moment, wo man sich zwei Jahre Zeit für den nächsten Technologieschritt lässt, haben den die Hacker schon genutzt.

Muss ich denn mein Auto wie das Betriebssystem meines Mobiltelefons alle sechs Wochen updaten?

Ob das alle paar Wochen der Fall sein wird, weiß ich nicht. Ich halte es aber für wahrscheinlich, dass regelmäßige Updates notwendig sein werden. Damit wird das sichere Überschreiben elektronischer Speicher ein wichtiges Thema, für das es schon geeignete Technologien gibt.

Das macht das Tor für Hacker ja aber erst recht auf.

Und deswegen sind rasche technologische Innovationen hier besonders wichtig.

Wird das Auto der Zukunft denn einen Zentralrechner mit einem zentralen Betriebssystem haben oder bleibt es beim vernetzten Nebeneinander vieler dezentraler Steuergeräte?

Eine Architektur, wo mehr als 50 Steuergeräte nebeneinander werkeln, ist nicht ideal für sicherheitskritische Lösungen. Trotzdem werden wir nicht komplett

zentralisierte Lösungen, sondern eine überschaubare Zahl – etwa fünf – Domänensteuergeräte sehen. Die werden jeweils einen eigenen Bereich – etwa den Antriebsstrang – zentral steuern.

Hinter dieser Aussage verbirgt sich eine gravierende Änderung des Geschäftsmodells für Automobilzulieferer. Denn die werden pro Steuergerät bezahlt, nicht für ein wenig Software, das auf einem zentralen Steuergerät läuft.

Neben den zentralen Steuergeräten wird es auch weiterhin Geräte geben, die nah an den Sensoren und Aktoren sitzen. Aber unzweifelhaft wird die Trennung von Hard- und Software zu anderen Geschäftsmodellen führen.

Wie sollen die aussehen?

Grundsätzlich wird „Software as a product“ desto interessanter, je öfter ich die Software wiederverwenden kann. Wiederverwendung ist aber an Standardisierung gebunden, und das bleibt in der Industrie ein schwieriges Thema. Ich glaube aber, dass mit der Bewegung hin zum autonomen Fahren, die Industrie auch firmenübergreifend eine nächste Phase der Standardisierung starten wird, die über das reine Betriebssystem hinausgeht. Es ist doch offensichtlich, dass die Riesenbeträge, die für solche komplexe Softwaresysteme erforderlich sind, nicht für jedes Fahrzeug immer wieder neu bezahlt werden können. Wiederverwendung ist der wichtigste Faktor, um Kosten zu senken und gleichzeitig die Qualität zu steigern.



Know-how-Transfer:
Die Automobilindustrie kann vom Flugzeugbau lernen.

Man könnte auch behaupten, automatisiertes Fahren ist ohnehin im Wettbewerb nicht differenzierend.

Das ist grundsätzlich richtig. Die Differenzierung erfolgt nicht über die Funktion an sich, sondern über die Mensch-Maschine-Schnittstelle und die Gestaltung der Verantwortungsübergabe.

Warum arbeiten dann nicht alle Hersteller zusammen an dem Thema?

Es gibt schon noch eine „Kleinigkeit“, die differenzierend ist: der Zeitpunkt, ab dem ein Hersteller in der Lage ist, so etwas anzubieten. Das macht es für die Standardisierung so schwierig. Wir reden in einem hochdynamischen Umfeld über Standardisierung, bevor die technologische Reife erreicht ist, die man sich eigentlich wünscht.

Apple und Google drängen mit Macht ins Automobil. Werden es die Automobilhersteller und die klassischen Elektroniklieferanten schaffen, ihren Wertschöpfungsanteil zu verteidigen?

Ihre Frage postuliert eine Kampfsituation. Als Konsument habe ich ein Interesse daran, dass ich meine Geräte, mein Smart-

phone, mein Tablet, in vollem Umfang im Kontext mit meinem Fahrzeug nutzen kann. Das Auto soll mir jene Funktionen zur Verfügung stellen, die meine Geräte oder irgendeine Cloud-Anwendung besitzen. Letztendlich wird der im Wettbewerb die Nase vorn haben, der die richtigen Dienste anbietet. Hierfür ist entscheidend, die richtigen Daten zu besitzen und diese sinnvoll zu strukturieren. Dadurch ergibt sich eine Art natürliche Grenze. Die fahrzeugbezogenen Daten sind beim Hersteller richtig aufgehoben. Das sagen die Konsumenten in Studien übrigens auch. Börsendaten sind hingegen sicher nicht Kerngeschäft eines Autoherstellers. Es geht also nicht um Konfrontation, sondern darum, dass sich die Anbieter intelligent vernetzen. Das ist die eigentliche neue Herausforderung. Die Themenplattform des ZVEI kann dabei übrigens eine wichtige Rolle übernehmen. ■

Verbrennungsmotor und Tank raus, Elektromotor und Batterie rein: Fertig ist das Elektroauto. **So einfach ist die Gleichung aber nicht.** Erst recht, wenn man wie Volkswagen seinen Bestseller – den Golf – als Stromer anbieten und in Serie produzieren möchte.

Text: Marc-Stefan Andres

ALLES HINTERFRAGT

Von weitem ist das „C“ zu erkennen, das am unteren Ende der Frontschürze leuchtet: Die Form des Tagfahrlichts stellt den e-Golf unverwechselbar auch auf größere Entfernungen vor. Und damit hat es sich mit auffälligen Äußerlichkeiten. Das Elektroauto von Volkswagen macht auf den ersten Blick nicht viel Aufheben um seine Antriebstechnik. „Unser Ziel war es, unseren Bestseller, den Golf, als e-Auto in Serie zu bringen“, bestätigt Thomas Lieber die VW-Strategie. Der Maschinenbauingenieur ist bei VW für die rund 1.000 Mitarbeiter zuständig, die den klassischen Golf in Bereichen wie Antriebsmotor, Batteriesystem, Karosserie, Steuerungs- und Leistungselektronik oder Fahrwerk weiterentwickelt haben. „Das haben wir geschafft. Heute fertigen wir den e-Golf Stoßstange an Stoßstange mit den benzin-, diesel- und erdgasbetriebenen Varianten“, sagt der 48-Jährige.

Der e-Golf, als Quantensprung gefeiert, ist mitnichten der erste Volkswagen, der elektrisch fährt. Die Konzernforscher verfolgen schon seit Mitte der 70er-Jahre die neuesten Batterieentwicklungen, bauten Konzeptfahrzeuge, die zeigen sollten, was der neueste Stand der Technik ist, arbeiteten 1999 erstmals mit Lithium-Ionen-Batterien für Elektrofahrzeuge. Umsetzung in der Breite: Fehlanzeige. 2007 kam mit den ersten seriennahen Batteriezellen für Elektromobilität Bewe-

gung in das Thema – in der gesamten Branche. Wieder ein Jahr danach annoncierte der VW-Vorstandsvorsitzende Martin Winterkorn, dass sein Unternehmen im Jahr 2013 die ersten E-Autos auf den Markt bringen wolle. Ein ehrgeiziges Versprechen, dem seine Leute folgten. Vergangenes Jahr stand der Kleinwagen e-up in den Autohäusern, 2014 dann der e-Golf. Die besondere Herausforderung: Es ging VW nicht darum, den Verbrennungsmotor einfach gegen einen Elektromotor auszutauschen. „Wir mussten viele Stellschrauben neu justieren, um aus dem Golf ein richtiges Elektroauto zu machen“, sagt Thomas Lieber. Die Zielvorgabe lautete: „Wir wollen eine möglichst große elektrische Reichweite zu einem angemessenen Preis erreichen und dabei selbstverständlich nicht auf die geschätzten Werte eines Volkswagen verzichten.“

Damit das funktioniert, waren Anpassungen und Innovationen in allen Bereichen notwendig. Denn die Gleichung ist recht einfach: Je mehr Batterie an Bord ist, umso schwerer und teurer wird das Auto. VW nahm sich zum Beispiel die Klimaanlage vor. „Bei einem Verbrennungsmotor beeinträchtigt die Beheizung nicht die Reichweite, da die notwendige Wärmemenge als Nebenprodukt des Verbrennungsprozesses abfällt. Bei einem Elektromotor hingegen wird die erforderliche Energie aus der Traktionsbatterie entnommen, wodurch die Reichweite geringer wird“, sagt Lieber. Von fünf auf 3,5 Kilowattstunden Ver-

brauch konnten die Entwickler die Energieaufnahme der Klimaanlage reduzieren. Weitere Potentiale bietet die neu konzipierte Wärmepumpe.

Ähnliche Effekte brachten weitere Änderungen etwa an Fahrerassistenzsystemen, die die Grundlast des Energieverbrauchs reduzierten. „Dabei haben wir sehr eng mit den Zulieferern zusammengearbeitet und alles in Frage gestellt, hinterfragt und in akribischer Detailarbeit energetisch optimiert“, sagt Thomas Lieber. Dies gelte beispielsweise für die mit Bosch entwickelte Leistungselektronik oder das Ladegerät von Kostal. Eine weitere Innovation neben etwa speziellen Reifen mit geringem Rollwiderstand: der Unterboden, der als eine glatte Fläche konzipiert ist und dadurch einen sehr geringen Widerstand im Windkanal zeigt. „Wir konnten auf die Abgasanlage verzichten. Diesen frei gewordenen Bauraum haben wir dahingehend modifiziert, dass dort ein Teil der Traktionsbatterie eingebaut wurde, gleichzeitig der e-Golf aber weiterhin auf der vorhandenen Fertigungsstraße problemlos gefertigt werden kann“, erklärt Lieber. Interdisziplinäre Teams arbeiteten daran, dass der e-Golf ohne Reibungsverluste in ein Baukastensystem integriert werden konnte, der für VW die effiziente und kostengünstige Produktion ermöglicht.

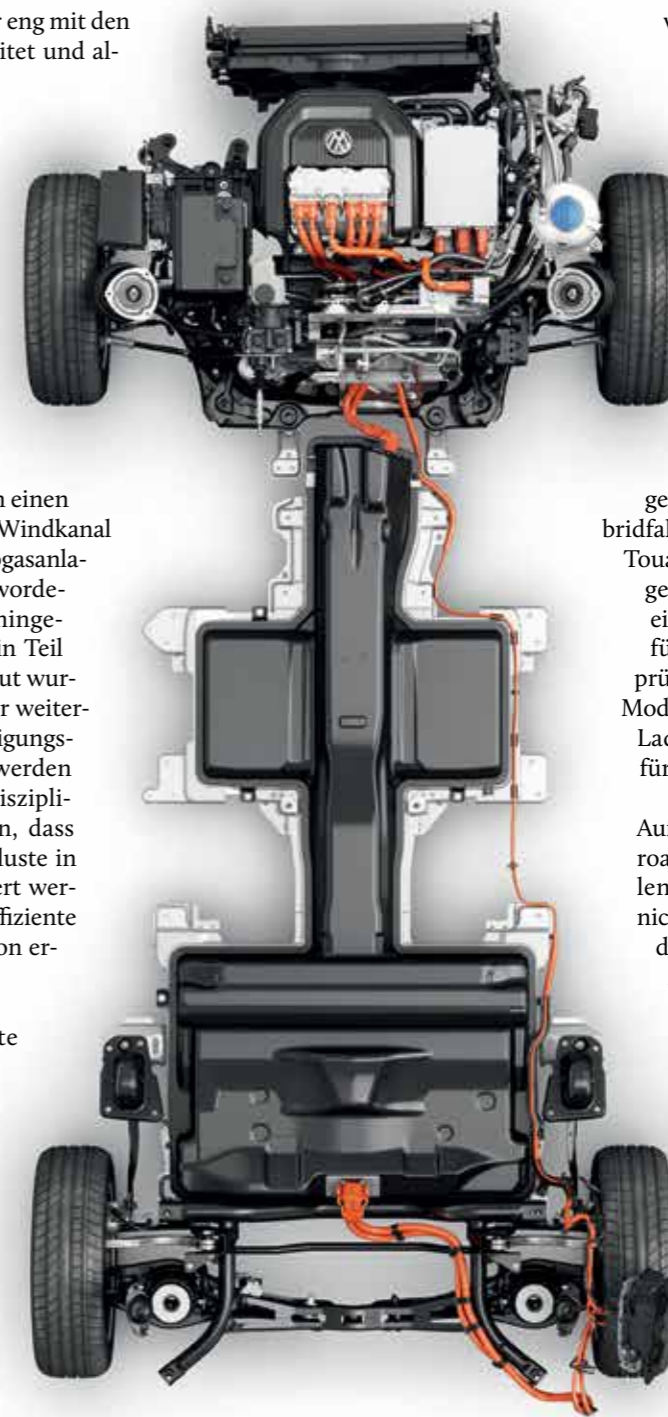
VW entwickelte und fertigte zudem einen eigenen Elektromotor und die Batteriesysteme. „Wir betrachten das als eine Kernkompetenz, die wir ebenso wie beim Verbrenner nicht aus der Hand geben wollten“, sagt Hanno Jelden. Der Elektrotechnikingenieur leitet seit 2005 den Bereich Antriebselektronik bei VW und bekam innerhalb kürzester Zeit ein Team von zusätzlich 80 Mitarbeitern an die Hand, um den e-Golf zu entwickeln und für die Serie vorzubereiten. „Wir haben Kollegen aus unserer Forschung mit Hochschul-

absolventen und erfahrenen Ingenieuren aus anderen Unternehmen wie von Ingenieurdienstleistern zusammengebracht, um diese Aufgabe umzusetzen“, sagt der 54-Jährige. Insgesamt hat VW für die Elektromobilität rund 500 neue Mitarbeiter eingestellt.

Sämtliche Feinheiten sorgen dafür, dass die Energie der 264 Hochvolt-Batteriezellen von Panasonic – verteilt auf 27 Module – möglichst gut ausgenutzt wird. Auch die Akkus selbst stehen ständig unter Beobachtung. Das Forschungs- und Testzentrum, das aus verschiedenen VW-Einrichtungen in einem Industriegebiet am Rande von Wolfsburg zusammengelegt wurde, muss Sicherheit, Ausdauer und Reichweite gewährleisten. An Prüfständen laufen Belastungs- und Temperaturprüfungen für alle Batteriesysteme, die nicht nur in reinen E-Fahrzeugen, sondern auch für die künftigen Hybridfahrzeuge des Konzerns wie den neuen Touareg, den Jetta oder den Golf GTE eingesetzt werden. Die Mitarbeiter dort – eine ganze Reihe von Chemikern wurde für das Großprojekt neu eingestellt – prüfen von der einzelnen Zelle über das Modul und das gesamte Package bis hin zu Ladestationen und -steckern alles, was für die Elektromobilität nötig ist.

Auf eine Voraussage, wie viele VW-Elektroautos demnächst auf den Straßen rollen werden, lässt sich Thomas Lieber nicht ein. „Wir sind sehr flexibel, weil wir den e-Golf in Linie mit den anderen Antriebsvarianten fertigen“, sagt der Elektromobilitätschef. „Somit können wir sehr kurzfristig auf die Kundennachfrage reagieren. Die Forderung der Bundesregierung, bis 2020 eine Million Fahrzeuge mit Elektroantrieb auf der Straße zu haben, wird an Volkswagen nicht scheitern.“

„Ein Vorteil der intensiven Forschung, die im Gegensatz zu den konventionellen Antrieben deutlich schnellere Entwicklungszyklen hat, ist zudem schon heute zu sehen“, sagt Thomas Lieber. „Wir können viele Erkenntnisse, die wir bei der Entwicklung unserer e-Fahrzeuge gewonnen haben, auch auf die anderen Konzernfahrzeuge mit konventionellen Antrieben übertragen.“ ■



Gut versteckt:
Unterbau des e-Golf

Foto: Volkswagen

Rund 16 Milliarden Euro geben deutsche Automobilhersteller und -zulieferer jedes Jahr für Forschung und Entwicklung aus, um ihre internationale Wettbewerbsfähigkeit zu sichern. **Doch auch in China und den USA wird intensiv am Auto der Zukunft geforscht.** So geben die US-Hersteller mit 18 Milliarden etwa ebenso viel aus. Zwei Korrespondenten berichten.

Text: **Christiane Kühn** (Beijing), **Jens Meiners** (New York City)

In Nachbars Garten

Roboterautos: von Boston nach Singapur

Wer von Hightech in den USA spricht, denkt inzwischen beinahe automatisch an das kalifornische Silicon Valley. Doch es gibt auch noch einen anderen Gravitationspunkt für die Hochtechnologie-Branche in den USA: Das Massachusetts Institute of Technology, kurz MIT, an der Ostküste. Seit einigen Jahren arbeitet man hier am autonomen Fahren. Initialzündung war dabei die Teilnahme an der vom US-Militär unterstützten Darpa Urban Challenge – einem Wettbewerb im Jahr 2006, bei dem mehr als 100 Autos vollautomatisch durch eine Geisterstadt fuhren. Sie meisterten ihre Aufgabe gut, größere Unfälle gab es nicht.

Mittlerweile testet das MIT Fahrzeuge im realen Straßenverkehr – und zwar in Singapur. Federführend für das Projekt ist der Forscher Emilio Frazzoli. Er hat sowohl ein Elektroauto von Mitsubishi als auch mehrere elektrische Golfwagen zu autonomen

Mobilen umgebaut; Letztere sind mit einer Geschwindigkeit von 20 bis 30 km/h unterwegs. Die relativ niedrigen Geschwindigkeiten sorgen auch in städtischem Umfeld dafür, dass die Komplexität im Griff und die Technik erschwinglich bleibt – ein Ansatz, den auch Google beim jüngst vorgestellten Robocar verfolgt.

Der Aufwand ließe sich ebenfalls begrenzen, indem man autonome Fahrzeuge zwar bei höheren Geschwindigkeiten, jedoch in einem kontrollierten Umfeld fahren lässt – etwa auf dedizierten, zuvor exakt vermessenen Schnellstraßen. Diesen Ansatz verfolgt zum Beispiel Volvo mit dem „Drive Me“-Projekt, für das bis 2018 einhundert autonome Autos auf dem Autobahnring um die schwedische Hauptstadt fahren sollen.

Frazzoli will die Kosten im Griff halten und beschränkt sich primär auf den städtischen Bereich und relativ niedrige Geschwindigkeiten. „Wir wollen mit Google konkurrieren, aber erschwinglich bleiben“, sagt der Forscher. „Die Technologie kostet schon heute nur 25.000 Dollar pro Auto. In Zukunft sind Zusatzkosten von 5.000 bis 10.000 Dollar realistisch.“ Eine eigenständige Infrastruktur hält er für einen Irrweg: „Das wäre so teuer, dass die autonome Mobilität niemals kommt.“

In der Stadt sind die größten Vorteile zu erzielen, sagt der MIT-Forscher: Er hat am Beispiel Singapur errechnet, dass 300.000 autonome, auf Zuruf zur Verfügung stehende Fahrzeuge sämtliche Mobilitätsbedürfnisse der Bevölkerung abdecken könnten, bei Wartezeiten von maximal 15 bis 20 Minuten während der Stoßzeiten. Damit könnte auf 800.000 private Fahrzeuge verzichtet werden. Die Existenz von Privatfahrzeugen will der Forscher genauso wenig verbieten wie autonome Fahrzeuge, die von Familien geteilt werden. Am MIT glaubt man allerdings an die Vorteile des „Car-Sharing“: „Warum soll ein autonom fahrendes Auto auf einem Parkplatz stehen?“

Staatliche Regulierungen, so die Forscher, seien mittlerweile das größte Hemmnis. So strebt man danach, der Politik die gesellschaftlichen Vorzüge der Technologie nahezubringen, damit sie nicht bloß als Spielerei für wohlhabende Autofahrer eingeordnet wird. Die Bürger werden sich nach Frazzolis Erfahrung rasch an autonome Fahrzeuge gewöhnen: „In Singapur haben sich die Leute anfangs erschreckt, aber inzwischen nehmen sie die Mobile gar nicht mehr zur Kenntnis. Es ist kein Unfall passiert – und so sind sie zu einer freundlichen und unspektakulären Einrichtung geworden.“ ■

Foto: Prof. Emilio Frazzoli, MIT

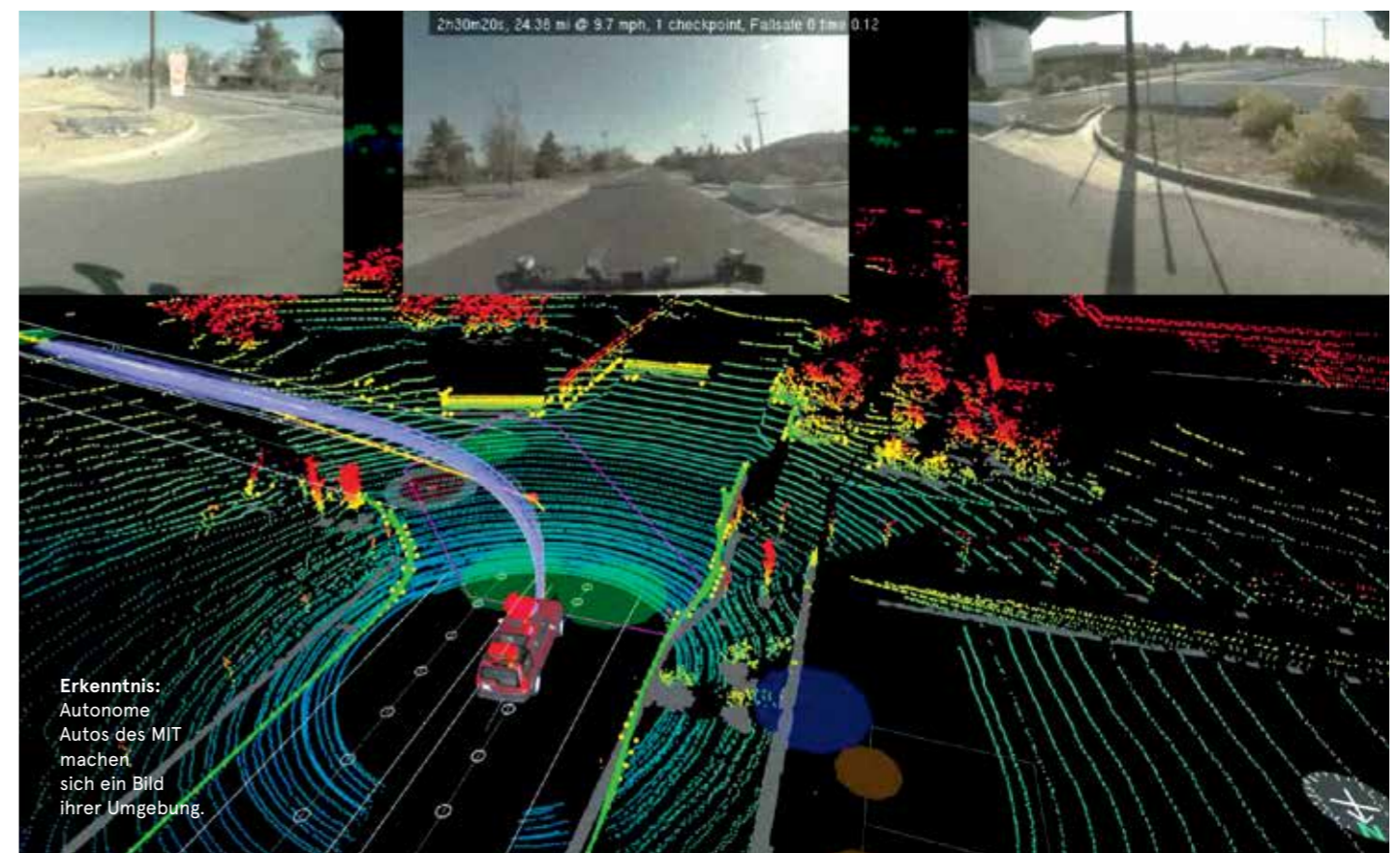
In Bewegung: Peking und Shanghai

In China ging vor einiger Zeit ein dramatischer Unfall durch die Presse: Ein Elektrotaxi des lokalen Herstellers BYD wurde in der Südmegropole Shenzhen von einem Sportwagen gerammt; der Fahrer hatte getrunken. Das Taxi brannte völlig aus. „Die Batterie ist aber nicht explodiert“, erinnert sich Yale Zhang, Managing Director von Automotive Foresight in Shanghai. „In

dem Wrack fand man die Batteriezellen weitgehend intakt, sie enthielten sogar noch Elektrizität.“ Die Erkenntnis: In China entwickelte Batterien für Elektroautos waren sicherer, als damals viele Experten glaubten. Chinas Batterien sind nach Ansicht von Zhang und anderen Experten qualitativ durchaus gut; nur ein paar Jahre hinke das Land hinter den weltweit besten Anbietern her, etwa bei Gewicht und Reichweite.

Ziel der Regierung ist es, bis 2020 fünf Millionen Elektroautos über Chinas Straßen fahren zu lassen. Dazu subventioniert Peking den Kauf von Elektroautos und Plug-in-Hybridfahrzeugen – und fördert die Forschung. Darunter darf man sich nicht eine europäisch geprägte Grundlagenforschung

vorstellen. Ein großer Teil der staatlichen Förderung fließt direkt in die Entwicklungsabteilungen großer Firmen. Zum Beispiel an BYD Auto, Tochter des Batterieherstellers BYD („Build your dreams“). Neben dem vor allem als Taxi genutzten Modell e6 in Größe eines VW Touran hat das Unternehmen kürzlich zwei kleinere Plug-in-Hybride vorgestellt. Mit Daimler gründete BYD zudem ein Gemeinschaftsunternehmen namens BDNT, das im April diesen Jahres eine Elektro-Kompaktlimousine präsentierte. In dem „Denza“ genannten Modell stecken Daimlers Kfz-Expertise und ein Batterie-Paket von BYD. Die Energiedichte dieser Lithium-Eisenphosphat-Batterie sei „um ein Drittel niedriger als bei hochgezüchteten Batterien“, erklärt Arno Röhringer von BDNT. ▷



Dass China beim Elektroauto halbwegs mithalten kann, liegt laut Zhang auch daran, dass deutsche Hersteller und Zulieferer mit immer mehr Entwicklungsstandorten ins Reich der Mitte strömen. Schaeffler etwa setze in China auf die Entwicklung von Plattformprodukten, sagt Dr. Niu Mingkui, Leiter e-Mobilität bei Schaeffler China. „Viele lokale Autobauer können damit die Kosten für Forschung und Entwicklung sowie die Werkzeuge teilen und die Entwicklungszeiträume verkürzen.“ 2014 beschäftigte Schaeffler China bereits 45 Mitarbeiter in der E-Mobilitätsforschung. Das Team entwickelt laut Niu nicht nur Produkte, sondern destilliert auch Ideen aus dem lokalen Markt. So etwa E-Motorroller, von denen China jedes Jahr 30 Millionen produziert. „Diese Scooter sind ein preisgünstiger Weg, die E-Mobilität einzuführen“, sagt Niu. „Außer-

dem befindet sich der E-Motor der Scooter in den Rädern“ – ein Konzept, das ihm zufolge künftig auch bei Elektroautos greifen könnte. Dass 2013 in China gerade einmal 14.600 Elektroautos und gut 3.000 Plug-in-Hybriden verkauft wurden, liegt auch an der mangelhaften Ladeinfrastruktur. Nur in wenigen Großstädten gibt es überhaupt Stationen – die aber nicht für alle Fahrzeuge kompatibel sind. Denn lokale Hersteller arbeiten mit unterschiedlichen Stecker-Systemen. „Landesweit einheitliche Standards für die Ladeinfrastruktur sind ein wichtiger Erfolgsfaktor für die Entwicklung der E-Mobilität“, sagt daher Ingo Deking, Leiter Strategie bei Audi China in Peking. Die Ingolstädter wollen bis 2016 eine Plug-in-Hybrid-Version des Audi A6L auf den Markt bringen, die speziell für China entwickelt wird. Gemeinsam mit anderen internationalen und lokalen Her-

stellern sowie Behörden und Universitäten arbeitet Audi daran, Standards und Prozesse für Installation und Betrieb privater und öffentlicher Ladestationen zu verbessern. Deutsche Autobauer haben sich mit dem gleichen Ziel im „Sino-German EV Charging Projekt“ zusammengeschlossen.

Allmählich kommt Bewegung in den Aufbau der Infrastruktur. Bis 2015 erwarten Experten für Wechselstrom, bis 2017 auch für Gleichstrom einheitliche Standards. Wie weit die auf den europäischen nach langem Ringen beschlossenen Normen beruhen, ist noch offen. Zudem beauftragten die Behörden mehrere Universitäten mit der Entwicklung von Standortplänen für Ladestationen entlang des verzweigten Fernstraßennetzes. Selbst die universitäre Forschung in China ist anwendungsorientiert. ■



Die Bosch-Philosophie:
Eine gute Idee löst ein Problem.
Eine geniale Idee gleich mehrere.

IMPRESSUM



CHEFREDAKTEUR

Thorsten Meier

HERAUSGEBER

ZVEI-Services GmbH
Dr. Henrik Kelz, Patricia Siegler (Geschäftsführung)
Lyoner Straße 9, 60528 Frankfurt am Main
Telefon +49 69 6302-412
E-Mail: zsg@zvei-services.de
www.zvei-services.de
ZSG ist eine 100-prozentige Servicegesellschaft des
ZVEI - Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V.

ANSPRECHPARTNER ZVEI E.V.

Thorsten Meier (Abteilungsleiter Kommunikation und Marketing), meier@zvei.org
Nadine Novak (Referentin Kommunikation und Marketing), novak@zvei.org
www.zvei.org

VERLAG, KONZEPT & REALISIERUNG

PICS publish-industry Corporate Services GmbH, München
Projektleitung: Julia Rinklin, j.rinklin@publish-industry.net
Redaktion: Johannes Winterhagen
Art-Direktion: Rose Pistola GmbH

ANZEIGEN

Dr. Henrik Kelz, kelz@zvei-services.de

DRUCK

Firmengruppe APPL, sellier druck GmbH, Freising

Der Bezug des Magazins ist im ZVEI-Mitgliederbeitrag enthalten. Alle Angaben sind ohne Gewähr, Änderungen vorbehalten. Nachdruck, Vervielfältigung und Onlinestellung nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers gestattet. Alle Rechte vorbehalten. Stand: 08/2014.



Dieses Magazin wurde auf FSC®-zertifiziertem Papier gedruckt. Mit der FSC®-Zertifizierung (Forest Stewardship Council) wird garantiert, dass sämtlicher verwendeter Zellstoff aus nachhaltiger Forstwirtschaft stammt. Der FSC® setzt sich für eine umweltgerechte, sozial verträgliche und wirtschaftlich tragfähige Bewirtschaftung der Wälder ein und fördert die Vermarktung ökologischer und sozial korrekt produzierten Holzes.

PERSONENVERZEICHNIS

	Seite
Ahrens, Dr. Gritt Senior Managerin Zertifizierung, Daimler	30
Deking, Dr. Ingo Director Corporate Planning and Strategy, Audi China	26
Draeger, Dr. Klaus Vorstand Einkauf und Lieferantennetzwerk, BMW	44
Frankenberger, Hagen Personalreferent, Nexans Deutschland	45
Frazzoli, Emilio Professor für Raumfahrtkunde, Massachusetts Institute of Technology	24
Frischkorn, Hans-Georg Informatiker	18
Heuell, Dr. Peter CEO, Landis+Gyr Deutschland	40
Hudi, Ricky Leiter E/E-Entwicklung, Audi	10
Hübner, Dr. Hans-Peter Produktbereichsleiter, Bosch	10, 42
Jelden, Hanno Leiter Entwicklung Antriebs elektronik, Volkswagen	23
Kaeser, Joe Vorstand, Siemens	45
Keller, Helmut CEO, Keller Consulting	12
Kegel, Dr. Gunther CEO, Pepperl+Fuchs	45
Kriwet, Dr. Carla Vorsitzende der Geschäftsführung, Philips Deutschland	45
Langen, Peter Leiter Entwicklung Assistenzsysteme, BMW	10
Lieber, Thomas Leiter Elektrotraktion, Volkswagen	22
Lenninger, Ralf Leiter Strategie und Systementwicklung, Continental	34
Loh, Friedhelm Ehrenpräsident, ZVEI	44
Matschi, Helmut Vorstand, Continental	10
Meder, Klaus Bereichsvorstand, Bosch	12
Michels, Dr. Karsten Entwicklungsleiter Inside e-Car, Siemens	38
Minhkui, Niu Leiter E-Mobilität, Schaeffler Shanghai	26
Mittelbach, Dr. Klaus Vorsitzender der Geschäftsführung, ZVEI	45
Musk, Elon CEO, Tesla Motors	9
Ploss, Dr. Reinhard Vorstandsvorsitzender, Infineon	12
Reinhold, Dr. Jens Vorstand, Physiomed	46
Risch, Florian Leiter E-Drive Center, Universität Nürnberg-Erlangen	39
Röhringer, Arno Projektleiter Joint Venture, BDNT	26
Sievers, Kurt General Manager Automotive, NXP	33
Spehr, Dr. Michael Redakteur, F.A.Z.	32
Stoppok, Christoph Geschäftsführer Fachverband PCB & Electronic Systems, ZVEI	12
Struht, Dr. Werner Geschäftsführer, Bosch	45
Urmson, Chris Projektleiter, Google	9
Weyer, Jürgen Geschäftsführer, Freescale Deutschland	10
Wollschläger, Dirk General Manager, Global Automotive Industry	34
Zhang, Yale Managing Director, Automotive Foresight	25
Ziesemer, Michael Präsident, ZVEI	3, 44

DOWNLOAD & BESTELLUNG

Sie können die Ausgabe von AMPERE über den QR-Code downloaden oder unter zsg@zvei-services.de bestellen. QR-Code Reader im App Store herunterladen und Code mit Ihrem Smart Phone scannen.

ISSN-Nummer 2196-2561 | Postvertriebskennzeichen 84617



www.zvei.org/ampere

Bewegungssensoren von Bosch:



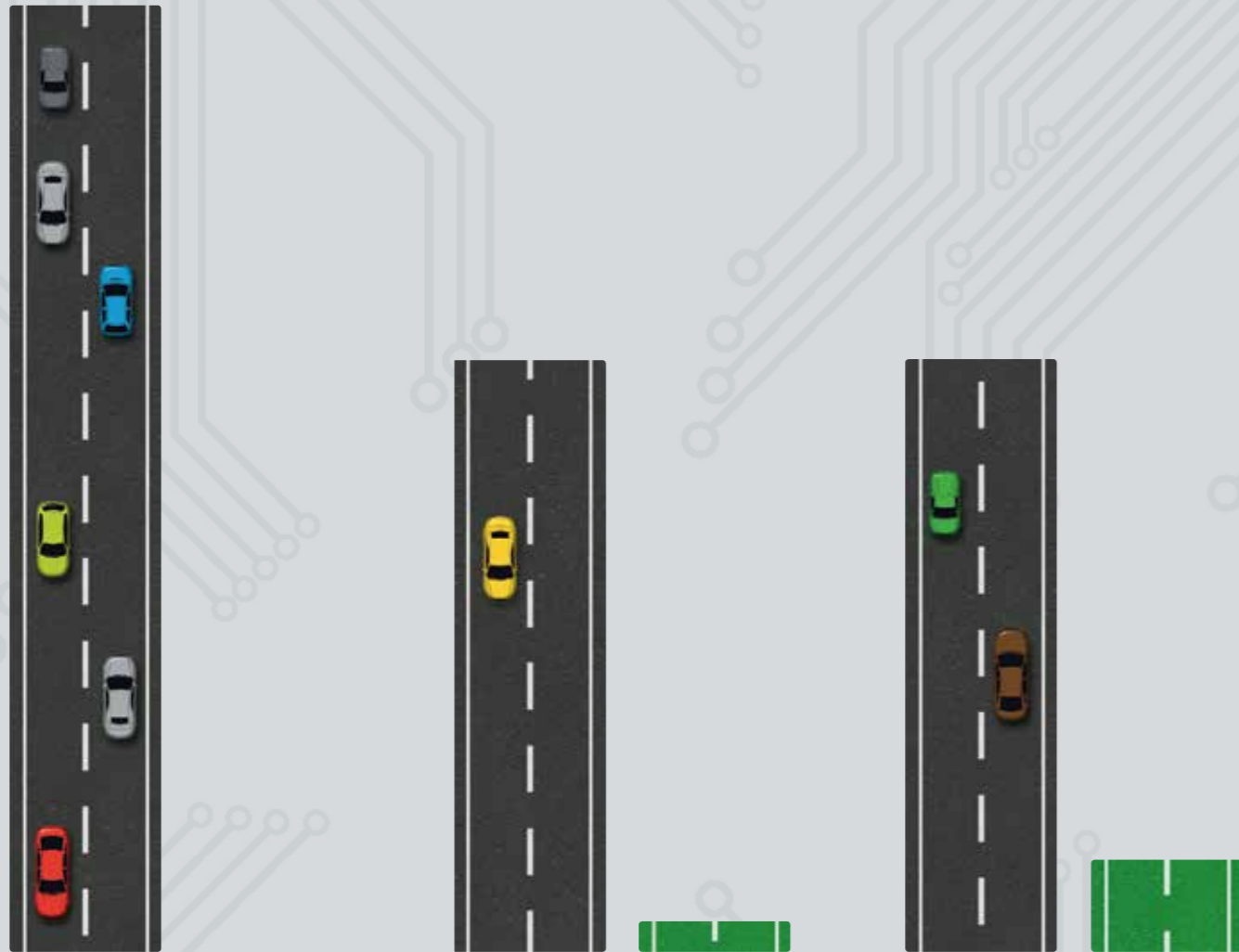
Von der Automobilbranche bis hin zur Unterhaltungselektronik – Sensoren von Bosch eröffnen **vielfältige Möglichkeiten**. So ist beispielsweise **jedes 2. Smartphone** weltweit mit Sensoren von Bosch ausgestattet.

Mehr Informationen unter: www.bosch-denken.de



BOSCH
Technik fürs Leben

Ich bin dann mal weg ...



Dieselmotor

Dieselmotoren sind die sparsamsten Verbrennungsmotoren.

Gesamtreichweite:	1.000 km
Elektrische Reichweite:	0 km
CO ₂ -Emission ¹ :	ca. 90 g/km
Elektrische Leistung:	0 kW
Systemleistung ² :	Klasse C
Typischer Fahrer:	Langstrecken-Vielfahrer
Verfügbar:	heute, ca. 25.000 Euro

Hybridfahrzeug

Ein kleiner Elektromotor nutzt die Energie, die beim Bremsen zurückgewonnen wird.

Gesamtreichweite:	600 km
Elektrische Reichweite:	2 km
CO ₂ -Emission ¹ :	ca. 90 g/km
Elektrische Leistung:	30 kW
Systemleistung ² :	100 kW
Typischer Fahrer:	technologieverliebter Early Adopter
Verfügbar:	heute, ca. 30.000 Euro

Plug-in-Hybrid

Anders als konventionelle Hybridfahrzeuge kann ein Plug-in an der Ladesäule Strom tanken.

Gesamtreichweite:	600 km
Elektrische Reichweite:	50 km
CO ₂ -Emission ¹ :	ca. 50 g/km (Einsatz von EE-Strom)
Elektrische Leistung:	60 kW
Systemleistung ² :	150 kW
Typischer Fahrer:	Alltagspendler
Verfügbar:	heute, ca. 35.000 Euro



Reichweite ist Trumpf.

Zumindest zeigen das nahezu alle Kundenumfragen. Doch mit welchem Antrieb kommt man wie weit?

LEGENDE

- Gesamtreichweite
- Elektrische Reichweite

¹ CO₂-Emissionen und Preise beziehen sich auf ein durchschnittlich ausgestattetes Fahrzeug des C-Segments, z. B. Volkswagen Golf oder Toyota Prius.

² Systemleistung: Leistung, die Elektromotor und Verbrennungsmotor gemeinsam erreichen.



Range Extender

Ein „Range Extender“-Fahrzeug ist ein Elektroauto mit kleinem Zusatz-Verbrennungsmotor.

Gesamtreichweite:	300 km
Elektrische Reichweite:	200 km
CO ₂ -Emission ¹ :	0 g/km (Einsatz von EE-Strom) bis 120 g (Strommix China)
Elektrische Leistung:	125 kW
Systemleistung ² :	125 kW
Typischer Fahrer:	Städter mit Ambitionen auf gelegentliche Landpartien
Verfügbar:	heute, ca. 45.000 Euro

Purer Elektroantrieb

Ein Elektromotor, ein Umrichter, eine große Batterie. Getankt wird grundsätzlich nur Strom.

Gesamtreichweite:	200 km
Elektrische Reichweite:	200 km
CO ₂ -Emission ¹ :	0 g/km (Einsatz von EE-Strom) bis 120 g (Strommix China)
Elektrische Leistung:	85 kW
Systemleistung ² :	85 kW
Typischer Fahrer:	Großstadtschungel-Ureinwohner
Verfügbar:	heute, ca. 40.000 Euro

Brennstoffzelle (Fuel Cell)

Die Brennstoffzelle erzeugt aus Wasserstoff an Bord des Autos Strom für den Vortrieb.

Gesamtreichweite:	500 km
Elektrische Reichweite:	500 km
CO ₂ -Emission ¹ :	0 g/km (Wasserstoff-erzeugung aus EE-Strom)
Elektrische Leistung:	100 kW
Systemleistung ² :	100 kW
Typischer Fahrer:	Pioniere und Jules-Verne-Fans
Verfügbar:	ab 2016, ca. 80.000 Euro

Infografik: Frank Weidenfelder/rose pistola, shutterstock/hokandr; iStockphoto.com/e-crow, Aaltazar

Technisch ist das automatisierte Fahren schon in greifbare Nähe gerückt. Der regulatorische Rahmen will dazu noch nicht recht passen.

Text: Wilhelm Missler

Als Bertha Benz 1888 die erste Fahrt mit einem Motorwagen von Mannheim nach Pforzheim trotz etlicher Pannen erfolgreich absolviert hatte, setzte sie einen Meilenstein in der Automobilgeschichte – und beging einen klaren Gesetzesbruch. Es war den ersten Automobilen schlicht untersagt, auf öffentlichen Straßen zu fahren – man befürchtete, dass der Motorenlärm die Pferde scheu machen würde, die damals das Straßenbild beherrschten. Als Daimler 125 Jahre später die gleiche Strecke mit einer autonom fahrenden S-Klasse absolvierte, war dies nur mit einer Ausnahmegenehmigung des Regierungspräsidiums möglich.

Die Ingenieure sind den Juristen offenbar immer eine Wagenlänge voraus. Gerade erst haben die Unterzeichnerstaaten des Wiener Übereinkommens über den Straßenverkehr einer Änderung des § 8 Absatz 5 zugestimmt. Dieser schreibt vor, dass jeder Fahrzeugführer sein Fahrzeug „unter allen Umständen beherrschen“ können muss. Durch die Modifikation gilt dies künftig auch als gewährleistet, wenn das Assistenzsystem jederzeit abschalt- oder übersteuerbar ist. Alternativ dazu genügt für ein nicht abschaltbares System auch eine Regelung, die die Arbeitsteilung zwischen Fahrer und System sowie deren technische Absicherung genau definiert. Damit wird erstmalig auch zulassungsrechtlich der Weg vom assistierten zum teilautomatisierten Fahren geebnet: Das Auto darf künftig auf der Autobahn nicht nur selbsttätig die Geschwindigkeit und den Abstand zum vorausfahrenden Fahr-

Alles, was Recht ist

zeug halten, sondern auch kleine Lenkkorrekturen ausführen, um in der Spur zu bleiben.

Dieser Fortschritt könnte jedoch einen Preis haben, der heute manchem zu hoch erscheint: Der Hersteller muss sicherstellen können, dass der Fahrer fest im Regelkreis integriert bleibt. Dazu schlägt der Verband der Automobilindustrie eine „Fahreraktivitätserkennung“ vor, die im Automatikmodus den Fahrer durchgehend intensiv überwacht. Weil dadurch das Persönlichkeitsrecht tangiert wird, stößt die Intention auch in der Fachwelt auf Skepsis. „Das kann nicht überraschen. Nicht nur die Techniker, auch die Gesellschaft muss sich Schritt für Schritt herantasten an das, was geht und was nicht“, sagt Dr. Gritt Ahrens von Daimler. Als Senior Managerin ist sie für Zertifizierung und Erfüllung von Sicherheitsrichtlinien verantwortlich.

Solche Befindlichkeiten sind nicht die einzige Hürde auf dem Weg zum hochautomatisierten Fahren. Denn die Technik übernimmt per definitionem in bestimmten Situationen das Steuer komplett. Dazu muss die Lenkfunktion automatisch geregelt werden. Das jedoch erlaubt die ECE-Regelung Nr. 79 derzeit nur bis zu einer Geschwindigkeit von zehn Stundenkilometern. Vollautomatisches Einparken ist deshalb möglich, mehr aber nicht. Fachleute der Automobilhersteller und -zulieferer können sich einen Entwicklungspfad vorstellen, bei dem diese Geschwindigkeitsgrenze in der Stadt zunächst weiter gilt und automatisches Lenken nur auf mindestens dreispurigen Autobahnen bis zu einem noch zu definierenden Tempo

freigegeben wird. Von dieser Einschränkung abgesehen sind es ab dem Grad des hochautomatisierten Fahrens weniger die zulassungs- als die verhaltens- und haftungsrechtlichen Fragen, die noch nicht geklärt sind. Nach heutiger Auslegung braucht der Fahrer auf Autobahnen bei eingeschaltetem System den Fahrbetrieb nicht permanent zu überwachen. Nur wenn ihm das Auto „Gefahr im Verzug“ meldet, soll er wieder übernehmen müssen. Die Juristen des Bundesamts für Straßenwesen (BASt) haben hier einen Konflikt mit § 1 der Straßenverkehrsordnung (StVO) ausgemacht. Diese Vorschrift richtet sich ausnahmslos an die Person hinter dem Steuer. Die aber kommt in den automatisch gesteuerten Phasen in diesem Sinn abhandeln. Eine Fehlfunktion der Technik ist dem Fahrer aber nicht anzulasten. Sie kommen daher zu dem Schluss, dass nach der heute gültigen StVO die Nutzung von Hoch- und Vollautomatisierung als nicht zulässig anzusehen ist.

WER IST SCHULD?

Komplex wird es beim Haftungsrecht. Für den Fahrzeughalter ändert sich nichts – ihn trifft weiterhin die sogenannte Gefährdungshaftung –, wohl aber für den Fahrzeugführer. Letzterer ist für einen Verkehrsverstoß oder Unfall nur haftbar, wenn ihn ein Verschulden trifft. Das ist heute zweifellos der Fall, wenn er während der Fahrt Zeitung liest. Im Auto von morgen mit eingeschaltetem Autopiloten ist das anders: Die Technik des vollautomatisierten Fahrens soll dem Lenker ja gerade fahrfremde Tätigkeiten ermöglichen. Dann aber, so urteilen die BASt-Experten, könne er bei der Fahrzeugführung gar nicht mehr schuldhaft handeln. Sollte dennoch etwas schiefgehen, kommen bei diesem Automatisierungsgrad außer der höheren Gewalt nur zwei Auslöser in Betracht: der andere Verkehrsteilnehmer oder die Technik. Im zweiten Fall muss also ein Fabrikations- oder Konstruktionsfehler vorliegen. „Das

wäre wohl ein Fall von Produkthaftung“, konzediert Gritt Ahrens. Doch es geht nicht nur um Systemversagen. Bei allen Automatisierungsgraden unterhalb des vollautomatisierten Fahrens könnte immer auch eine Fehlbedienung die Ursache für einen Regelverstoß sein. Denkbar wären etwa der automatisierte Betrieb außerhalb der Systemgrenzen oder eine Übergabe vom Automatik- in den manuellen Modus, die den Fahrer in eine brenzlige Situation bringt. „Genau dieser Schnittstelle widmen wir ausführliche Untersuchungen“, erklärt die Daimler-Managerin. „Wir müssen genau wissen, wie lange jemand für den gedanklichen Wechsel von einer bestimmten fahrfremden Tätigkeit bis zum Erfassen des Verkehrsgeschehens braucht.“

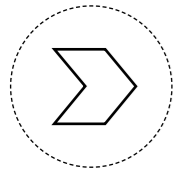
Fehler dabei können teuer werden, weil sie gleichfalls eine Produkthaftung begründen können. Ein Experte eines deutschen Zulieferers, der ungenannt bleiben möchte, befürchtet daher, „dass durch bis ins Kleinste ausformulierte Betriebsanleitungen dieser Teil der Produkthaftung auf den Fahrer überwältigt wird“. Das sieht offenbar auch das Kraftfahrtbundesamt so. Dem Vernehmen nach wird dort deshalb erwogen, die Betriebsanleitung zum festen Bestandteil der Typzulassung zu machen. Ob ein Fahrer die bei modernen Autos mehrere hundert Seiten umfassende Anleitung je zur Hand nimmt, kann hingegen auch weiterhin nicht geprüft werden. ■





Dr. Michael Spehr, Redakteur im Ressort „Technik und Motor“ der Frankfurter Allgemeinen Zeitung, über das bevorstehende Ende des manuellen Autofahrens.

Von **Dr. Michael Spehr**



Die Ergebnisse repräsentativer Umfragen wundern kaum: Vom vernetzten Fahrzeug der Zukunft erwarten deutsche Autofahrer mehr Sicherheit und ein besseres Fortkommen. Internetdienste, die Anbindung an die eigene Cloud oder den Zugriff auf die sozialen Netzwerke werden als weniger wichtig angesehen, eher fasziniert die Idee des autonomen Fahrens. In diesem Sinne könnte sich die Aufrüstung des Fahrzeugs mit immer mehr Komponenten aus der Unterhaltungselektronik schon bald als Irrweg erweisen. In diese Richtung sind vor allem die deutschen und die asiatischen Hersteller seit Jahren gegangen. Sie haben ihre Multimedia-Anlagen rund um das Smartphone gebaut, Facebook und Twitter ins Auto geholt und raffinierte Bediensysteme entwickelt, die auch während der Fahrt mit minimaler Ablenkung einsetzbar sein sollen.

Solche Umfragen an der Basis sind nicht nur wegen ihrer Ergebnisse interessant. Sie zeigen auch, dass das vernetzte Fahrzeug noch nicht als disruptive Technologie gesehen wird. Man projiziert das bewährte Vorhandene weiter in die Zukunft und vermag noch nicht zu erkennen, dass vernetztes Fahren womöglich ein ganz neues Modell der individuellen

Mobilität hervorbringt, das mit allen Konventionen der Vergangenheit bricht. Disruptive Technologien beginnen klein, sind am Anfang wenig überzeugend und etablierten Produkten unterlegen. Man denke an die Anfänge der Digitalfotografie. Die ersten Apparate waren teuer und hatten eine nur mickrige Auflösung. Sie speicherten auf teuren, exotischen Karten oder gar Disketten und standen hinsichtlich der Bildqualität viele Jahre lang der

RISIKOFAKTOR MENSCH?

klassischen Kleinbild-Fotografie deutlich nach. Aber disruptive Technologien deuten bereits in ihren Anfängen eine neue Zukunft an: Ungeachtet aller Einwände brachte die Digitalfotografie einige Vorzüge mit, die sofort für jedermann auf der Hand lagen.

Man konnte seine Aufnahme unmittelbar überprüfen, die Entwicklung des Films im Labor entfiel und die Fotos ließen sich ohne Zusatzkosten bequem weiterverarbeiten, kopieren oder elektronisch versenden.

Von nun an war nichts mehr, wie es mal war. Das vernetzte Auto könnte in diesem Sinne das Ende des manuellen Fahrens bedeuten. Aktuell sind Assistenzsysteme, die unter der

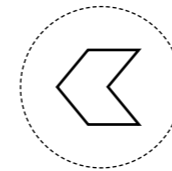
Aufsicht des Fahrers stehen. Schon bald bieten Fahrzeuge eine Chauffeur-Funktion für längere Autobahnpassagen. Und was kommt danach? Wenn das automatisierte Fahren sicher und zuverlässig funktioniert, das ist die Prämisse, wird es von einem gewissen Zeitpunkt an eine gesellschaftliche Diskussion über das Verbot des manuellen Betriebs von Autos geben. Disruptiv wird man vom „Risiko Mensch“ sprechen, denn mehr als 90 Prozent der Unfälle gehen vom Menschen aus, nicht von der Technik. Ein Algorithmus am Lenkrad wird nicht müde, er startet keine waghalsigen Überholmanöver, er fährt nicht zu schnell, er lässt sich nicht ablenken und hat jederzeit geschärfte Sinne für seine Umgebung. Manuelles Fahren wird der eine oder andere als wagemutiges, gefährliches Hobby weiterführen, als exotische Liebhaberei schrulliger älterer Herren, die dann von den guten Zeiten der Freiheit schwärmen. ■

Illustrationen: Bernd Schiffendecker



Kurt Sievers, als General Manager für das Automobilgeschäft des Halbleiterherstellers NXP verantwortlich, über die Sicherheit vernetzter Autos.

Von **Kurt Sievers**



Das vernetzte Auto sammelt und analysiert riesige Datenmengen und tauscht diese mit anderen Fahrzeugen oder mit der Infrastruktur aus. Dadurch können Fahrzeuge ein dynamisches Mo-

dell ihrer Umgebung aufbauen. Das Auto „erfährt“ mehr über die augenblickliche Verkehrslage, als es dem Fahrer selbst möglich ist. So entstehen vollkommen neue Möglichkeiten für mehr aktive Sicherheit, Komfort und Umweltfreundlichkeit. Schrittweise zur Realität wird die Vision vom selbstfahrenden Auto, das sich auch in komplexen Verkehrssituationen völlig eigenständig und sicher bewegt.

Mit der Einbindung des Fahrzeugs ins Internet der Dinge sind ganz neue Herausforderungen verbunden. Wesentlich ist das Thema Sicherheit in all seinen Bedeutungen: sowohl Daten-Sicherheit (Persönlichkeitsschutz) als auch die damit verbundene Funktionssicherheit des Gesamtsystems Fahrzeug/Infrastruktur. Insbesondere die diversen Funkschnittstellen haben sehr hohe Sicherheitsanforderungen. So sind Funkschlüssel-, Telematik-, Car-to-X- und Entertainment-Systeme potentielle Angriffsziele für Manipulation durch Hacker. Im Vordergrund steht, die Qualität und Integrität der übertragenen Daten zu sichern. Die Technologien dafür sind grundsätzlich vorhanden. So kommen spezielle Mikrocontroller zum Einsatz, die mit modernsten Verschlüsselungstechnologien arbeiten – eine Schlüssellänge von 256 Bit ist für sicherheitskritische Anwendungen möglich. Ziel der

Verschlüsselung ist sicherzustellen, dass die ausgetauschten Daten nicht manipuliert werden können und eindeutig feststellbar ist, dass die Daten wirklich von einem spezifischen Fahrzeug stammen und dieses vertrauenswürdig ist. Die ausgetauschten Daten werden mit einem Zertifikat versehen, welches auf der Empfängerseite entschlüsselt werden kann. Die verwendeten Chips sind so gestaltet, dass potentielle Angreifer nicht in der Lage sind, die gespeicherten Passwörter und Verschlüsselungsalgorithmen auszulesen.

Das richtige Systemdesign und die Verwendung von Kryptoalgorithmen und -schlüsseln bilden die Grundlage dafür, die hohen Sicherheitsanforderungen einzuhalten, die an vernetzte Fahrzeuge gestellt werden. Hierbei kann die Automobilindustrie auf etab-

lierte Technologien und Erfahrungen aus anderen Märkten zurückgreifen. Krypto-Controller werden von spezialisierten Herstellern in großen Mengen für Bankkarten und digitale Ausweise geliefert. Allerdings gibt es zusätzliche automobil-spezifische Anforderungen. So sind Verschlüsselungstechnologien sehr rechenintensiv, dürfen aber den Datentransfer trotzdem nicht bremsen – auch nicht, wenn hunderte von Fahr-

zeugen bei Geschwindigkeiten oberhalb von 200 km/h und Sendedistanzen von 1,5 Kilometern sich austauschen. Der hohe Sicherheitsgewinn, der mit vernetzten, einander vor Gefahren warnenden Fahrzeugen verbunden ist, führt zu einem enormen volkswirtschaftlichen Gewinn. So rechnet der VDA (Verband der Automobilindustrie) mit Einsparungen von zehn Milliarden Euro durch flächendeckende Fahrzeug-Infrastruktur-Vernetzung. Werden bei der Einführung konsequent die besten verfügbaren Sicherheitstechnologien eingesetzt, muss auch der einzelne Autofahrer kein erhöhtes Risiko durch Hacker und andere Kriminelle fürchten. ■

RISIKOFAKTOR VERNETZUNG?

Big Data hält Einzug ins Automobil und führt zu neuen Partnerschaften zwischen Elektronikzulieferern und IT-Unternehmen. Über Chancen und Risiken intensiver Datennutzung diskutieren wir mit **Ralf Lenninger, Continental**, und **Dirk Wollschläger, IBM**. Interview: Johannes Winterhagen | Fotografie: Tom Maurer

LICHT

SCHATTEN



Autozulieferer und
IT-Unternehmen:
Gegensätze
ziehen sich an.

Dirk Wollschläger (links)
Ralf Lenninger (rechts)

RALF LENNINGER

Jahrgang 1959, Elektrotechniker und Wirtschaftswissenschaftler, startete seinen Berufsweg als Halbleiter-Entwickler bei Siemens. Heute ist er für Strategie, Innovation und Systementwicklung in der Interior-Division des Autozulieferers Continental verantwortlich.

DIRK WOLLSCHLÄGER

Jahrgang 1961, ist Maschinenbauer, beschäftigte sich aber schon in seiner Diplomarbeit mit IT-gestützter Produktentwicklung. Mit mehr als 20 Jahren Berufserfahrung übernahm er 2012 die Verantwortung für das weltweite IBM-Geschäft mit Automobilkunden.



Die Partnerschaft zwischen Conti und IBM wurde zur IAA 2013 bekannt gegeben. War es denn eine Liebesheirat oder eine Vernunfteh?

Lenninger: Eine Liebes-Vernunft-Ehe! Wir haben schon vor einigen Jahren gemerkt, dass sich die Krake Internet das Auto angelt. Ablesbar war das an der Unfallstatistik. Die Nutzung des Internets während der Fahrt führte zu steigenden Unfallzahlen. Wir haben eine große Geschäftschance darin gesehen, die sichere Internetnutzung im Auto zu ermöglichen – mussten uns aber plötzlich mit Themen wie „Backend“ und „Big Data Analytics“ beschäftigen. Je tiefer man sich da hineinbohrte, desto bewusster wird einem, wie wenig man weiß.

Das klingt sehr vernünftig. Wo bleibt der Liebesanteil?

Lenninger: Wir sind dann auf Brautschau gegangen und haben mit vielen Unter-

nehmen gesprochen. Anschließend haben wir anhand einer Vernunftmatrix, aber auch einer emotionalen Bewertungsmatrix entschieden. Es hilft ja nichts, wenn ein Partner alles bietet, aber man nicht zueinanderfindet.

Was bringt IBM denn als Mitgift in die Ehe ein?

Wollschläger: IBM arbeitet schon sehr lange mit der Automobilindustrie zusammen. Es ist spannend zu sehen, was man mit Unternehmens- oder Fahrzeugdaten machen könnte, wenn man sie denn besser nutzt. Zudem investieren wir jedes Jahr mehr als sechs Milliarden Dollar in Forschung und Entwicklung.

Wann wird denn das erste Kind aus dieser Ehe geboren?

Lenninger: Wir können noch nicht alles offenlegen. Ein Teil wird die natürliche Sprachbedienung sein, das heißt, der Fah-

rer wird mit seinem Auto in Zukunft so reden können, wie er es mit anderen Menschen tut und nicht mehr starre Befehle verwenden müssen. Um den Sinn natürlich gesprochener Sätze sicher zu erkennen, benötigt man ausgefeilte semantische und logische Verfahren.

Wollschläger: ... die man übrigens nicht nur im Automobil, sondern auch in vielen anderen Branchen, etwa der Medizintechnik, verwendet.

Was ist daran so schwierig?

Wollschläger: Das Navigationssystem soll auch umgangssprachliche Regelungen verstehen. Ein einfaches Beispiel: Das Navigationssystem soll die Frage verstehen: „Wo ist hier der nächste Italiener?“ Damit ist natürlich das nächstliegende italienische Restaurant gemeint. Lösbar ist das aber für einen Computer durchaus. Denken Sie an das Computerprogramm Watson, das 2011 einen Menschen beim Quiz „Jeopardy“



Datenschutz kein Problem:
Keine Nutzung ohne Zustimmung.

dass ein normaler Autofahrer sich so bevormunden lässt?

Wollschläger: Es geht nicht darum, den Autofahrer zu entmündigen, sondern für ihn einen Mehrwert zu schaffen. So wäre es denkbar, ihm in einem „Eco Pro“-Modus solche Funktionen zur Verfügung zu stellen. Der Fahrer kann jederzeit einen anderen Modus wählen.

Was kann das vernetzte Auto außerdem besser als heutige Modelle?

Lenninger: Ich glaube, dass hier gilt: The sky is the limit. Ähnlich wie bei einem App-Store werden Funktionen entstehen, die wir noch gar nicht kennen. Letztlich wollen wir drei Dinge erreichen: Zunächst schönere Erlebniswelten für den Fahrer, etwa durch Musik-Streamingdienste. Zweitens reden wir über Informationen, die für die genannten CO₂-Einsparungen sorgen, etwa aktuelle Verkehrsdaten. Und drittens wollen wir die Sicherheit erhöhen, etwa indem sich Autos vor Gefahrenstellen gegenseitig warnen.

Wenn man Daten im Auto nutzt, müssen diese extrem zuverlässig sein.

Lenninger: Ja, aber man muss beachten, dass keine Fahrentscheidung allein aufgrund von Backend-Daten getroffen werden wird. Es handelt sich immer um Empfehlungen. Die oberste Entscheidungsinstanz ist immer die On-Board-Elektronik, die die Fahrzeugsensoren nutzt.

Wie wird die App im Auto zum Geschäft?

Wollschläger: Da gibt es bereits verschiedene Modelle. So sind Einmalzahlungen wie in einem App-Store genauso denkbar wie Abomodelle. So sind US-Amerikaner dazu bereit, 99 Dollar im Jahr für Musik- und Nachrichten-Streamingdienste zu bezahlen.

Aber wer verdient daran?

Lenninger: Es gibt nicht das eine Geschäftsmodell für alle neuen Dienste. So ist für sicherheitsrelevante Daten durchaus auch denkbar, dass wir als Zulieferer eine Einmalzahlung von Autoherstellern für jedes neu produzierte Auto bekommen. Dafür wird das Auto über dessen Lebenszeit von uns konsequent mit Daten versorgt. Alternativ kann der Fahrzeughersteller natürlich auch jedes Jahr einen geringeren Betrag bezahlen. Ein ganz anderes Modell bietet sich für Kfz-Versicherungen an, die ihre Tarife besser gestalten wollen.

Was für Daten wollen die Versicherer denn haben?

Lenninger: Die wollen wissen, was mit den Fahrzeugen wirklich passiert. Da interessieren Fahr- und Geschwindigkeitsprofile genauso wie die Frage, wo das Auto genutzt wird. Die Versicherer zahlen einen Betrag X für die Nutzung der anonymisierten Daten. Davon könnte ein Teil des Ertrags an den Autohersteller zurückfließen, er muss ja einer solchen Transaktion zustimmen.

Muss der Autofahrer denn künftig damit rechnen, laufend überwacht zu werden?

Wollschläger: Das glaube ich nicht. Es muss so sein, dass ohne die Zustimmung des Autofahrers keine Nutzung der Daten erfolgt. Zur Steuerung des Verkehrs benötigt man außerdem ohnehin anonyme Daten. Ich persönlich verstehe die öffentliche Diskussion zu diesem Punkt nicht ganz. In öffentlichen Verkehrsmitteln erzählen sich die Leute alles Mögliche, teilweise recht Vertrauliches. Und dann soll es ein Problem darstellen, wenn eine Fahrstrecke von A nach B gespeichert wird?

Jetzt könnte man umgekehrt sagen: Es geht ja bei der Vernetzung auch darum, Unfälle zu vermeiden und die Zahl der Verkehrstoten zu senken. Stellt ein Menschenleben nicht einen höheren Wert dar als der Datenschutz?

Lenninger: Es gibt zunächst einen rechtlichen Rahmen, der unter anderem vom Deutschen Verkehrsgerichtstag derzeit diskutiert wird. Wir, also Continental und IBM, werden uns selbstverständlich zu 100 Prozent innerhalb dieses

Neue Geschäftsmodelle:
Mit Daten lässt sich künftig auch im Auto Geld verdienen.

Rahmens bewegen. Die Nutzung von Daten im erlaubten Rahmen hat Licht und Schatten. Wir kaprizieren uns derzeit zu sehr auf den Schatten. Lassen Sie uns doch mal ins Licht schauen. Wenn ich bei einem Verkehrsunfall schwer verletzt werde, dann bin ich froh, wenn der Notarzt direkt Zugriff auf meine Krankenakte und meine Blutgruppe hat. Wir müssen die Diskussion in Deutschland ausgewogener führen.

Geht es aber nicht weniger um so spektakuläre Fälle als darum, Werbung an den richtigen Mann – oder die Frau – zu bringen?

Wollschläger: In anderen Branchen, etwa der Modeindustrie, gibt es einen Trend zu kundenspezifischem Marketing. Die Technik zur Ermittlung der Kundenpräferenzen ist technisch ausgereift.

Lenninger: Die Frage, ob es auch im Automobil kostenlose, sprich werbefinanzierte Dienste geben wird, ist offen. Die Automobilindustrie wird auf jeden Fall nichts akzeptieren, was die Ablenkung des Fahrers erhöht und damit der Sicherheit schadet.

Solange Google nicht autonom fahrende Autos baut.

Lenninger: Zunächst einmal hat Google meines Wissens nicht gesagt, dass sie über die 100 Prototypen hinaus selbst Autos bauen. Sondern dass sie erreichen wollen, dass diese Technologie in künftigen Autos angeboten wird, um die Verkehrssicherheit zu steigern. Dafür werden Partner in der Automobilindustrie gesucht.

Das heißt, Sie würden auch eine Menage a trois eingehen?

Lenninger: Es gilt, etwas zu tun, um die enorme Zahl von 1,3 Millionen Verkehrstoten weltweit zu vermindern. Wenn wir das zu viert oder zu fünft darstellen können, würden wir auch größere Allianzen eingehen.

Wollschläger: In der Tat spricht nichts gegen eine offene Ehe, in der IT-Branche sind Allianzen durchaus üblich.

Herzlichen Dank für das Gespräch! ■



pardy!“ geschlagen hat, einen Champion, der das Spiel zuvor 74-mal gewonnen hatte. Hinzu kommt, dass Watson noch gar nicht an das Internet angebunden war.

Die eigentliche Spracherkennung findet also künftig nicht mehr im Auto, sondern auf einem großen Server statt?

Lenninger: Eine grundlegende Aufgabenstellung ist es, darüber zu entscheiden, welche Vorverarbeitung im Auto stattfindet und was auf externen Rechnern erledigt wird. Dazu müssen auch die Schnittstellen neu definiert werden.

So sinnvoll natürliche Sprachbedienung ist, allein rechtfertigt sie sicher nicht den Einsatz von Big-Data-Methoden im Automobil.

Lenninger: Schon heute hat ein Auto 100 Millionen Zeilen Software-Code. Doch in der Vergangenheit waren die vollständig isoliert. Auf einmal steht dem Auto nun das komplette Wissen des Internets zur

Verfügung. Das kann man beispielsweise für vorausschauendes Fahren nutzen. Wenn das Auto die zu fahrende Strecke genau kennt – und zwar unter Echtzeitbedingungen –, kann es sich ähnlich wie ein Marathonläufer die Kraft exakt einteilen. Das nennt man dann aktives Energiemanagement, mit dem man je nach Auto zwischen drei und 20 Prozent CO₂ einsparen kann. Das geht aber nur, wenn Sie die Daten von 80 Millionen Autos in Deutschland auf sehr großen Computern analysieren, bevor Sie die einzelne Fahrstrecke und Fahrweise berechnen.

Wollschläger: Aus Projekten, unter anderem für Unternehmen der öffentlichen Hand, wissen wir, dass Verbrauchseinsparungen von knapp zehn Prozent zu erzielen sind, wenn das Fahrzeug nur so beschleunigen kann, wie es angesichts der aktuellen Verkehrssituation sinnvoll ist.

Ein angestellter Busfahrer muss so etwas akzeptieren. Aber glauben Sie wirklich,

Elektromotoren und Leistungselektronik, Radarsensoren und WLAN-Gateways sind nur einige der elektrotechnischen Komponenten, die das Automobil der Zukunft benötigt. Sie für einen Einsatz im Fahrzeug fit zu machen, bedeutet jedoch mühsame Detailarbeit.

Text: **Stefan Schlott**

Kärrnerarbeit

Mehr als zehn Milliarden Euro Umsatz machten allein deutsche Unternehmen im Jahr 2013 mit elektrischer Antriebstechnik. Dahinter stehen Millionen von Elektromotoren, die in Industriehallen treue Dienste verrichten, um Maschinen oder Förderbänder anzutreiben. Und hinter vielen Elektromotoren steht eine Leistungselektronik, die den Stromfluss in der Maschine regelt. Doch so stolz die Hersteller auf Haltbarkeit und Energieeffizienz sind, für den Alltags-einsatz im Automobil taugt die Industrie-technik nicht.

So liegt die geforderte Lebenszeit bei der Masse der Industrieanwendungen bei rund 50.000 Stunden und damit deutlich höher als im Auto, für das eine Lebenszeit von rund 8.000 Stunden ausreicht. Dafür müssen die Automobilbauteile viel höhere Energiedichten ermöglichen, was ein deutlich schnelleres Altern der Bauteile nach sich zieht. Denn je höher der geschaltete Strom pro Chipfläche, desto größer sind die Anforderungen an die lebensdauerbestimmenden Bauteile. Automobil-

bauteile sollen zudem weniger kosten und müssen besonders gut abgeschirmt sein, um die vielen elektronischen Steuergeräte an Bord nicht durch elektromagnetische Felder zu stören.

Dennoch verschafft die starke Position im Industriegeschäft der deutschen Industrie einen Wettbewerbsvorteil, wie Dr. Karsten Michels erläutert. Michels ist Entwicklungsleiter der Siemens-Geschäftseinheit Inside e-Car, die Antriebssysteme für Elektrofahrzeuge anbietet. „Viele Grundlagenthemen wie die Motorregelung sind identisch und werden für die jeweilige Anwendung spezifisch eingesetzt.“ Regelalgorithmen, wie sie zum Beispiel für die exakte Positionierung in Werkzeugmaschinen eingesetzt werden, bilden auch die Basis dafür, um Torsionsschwingungen im Fahrzeug durch eine entsprechende Regelung des elektrischen Antriebsmotors auszugleichen.

Die aktuellen Entwicklungsschwerpunkte unterscheiden sich je nach Produktgruppe. Bei den Umrichtern, die letztlich die Charakteristik eines elektrischen Antriebs und damit das Fahrverhalten eines Elektro-

autos bestimmen, geht es weiterhin um Gewicht, Bauraum, Leistungsdichte und Kühlung. Daran arbeitet auch das Verbundforschungsprojekt ProPower, zu dem sich 21 Partner aus Industrie und Wissenschaft zusammengeschlossen haben. Immerhin: Bereits im kommenden Jahr wird Siemens eine erste Großserienfertigung für einen europäischen Automobilhersteller starten. Und noch in diesem Jahr beginnt gemeinsam mit der chinesischen Beijing Automotive Group (BAIC) eine Prototypen- und Kleinserienfertigung, die ab 2015 große Stückzahlen liefern soll.

MEHR AUTOMATISIERUNG

Bei den elektrischen Antrieben geht es gleichzeitig um eine kontinuierliche Weiterentwicklung mit dem Ziel, Kosten und Bauraum zu minimieren und die Energiedichte zu erhöhen. Und zwar für Synchron- und Asynchronmotoren gleichermaßen. Dazu sind zahlreiche Detailfragen rund um die Wickeltechnik, die Wicklungsauslegung, die Schmierung und die Lagerkonzepte zu klären. Ein weiterer Entwicklungsansatz lautet schließlich,

Leistungselektronik und Elektromotor zu einem einbaufertigen Gesamtpaket zu schnüren.

Bleibt die Frage nach der Produzierbarkeit. Anders als Komponenten für die Industrie müssen sich die Komponenten für den Automobileinsatz den Gesetzen der Großserienfertigung unterordnen. Das gilt nicht zuletzt auch für Elektromotoren, die für die Traktion von Pkws eingesetzt werden. Außer bei kleinen Elektromotoren für Komfortfunktionen war für Motore in den Leistungsklassen, wie sie für den Fahrzeugantrieb erforderlich sind, bislang kein entsprechend großer Markt vorhanden, um die Produktion auf eine Großserienfertigung zu trimmen.

Nun hat die Automobilindustrie bei den Elektromotorenherstellern eine wahre Innovationswelle losgetreten, zu der auch Florian Risch mit seiner Forschungsgruppe beiträgt. Er erforscht im „E Drive Center“ der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg neuartige Produktionstechniken für innovative Antriebskonzepte. Die Arbeiten umfassen die komplette Wertschöpfungskette einschließlich



Die Summe ist mehr als die Teile, doch die müssen stimmen.

Prüfverfahren für Stator und Rotoren. Dazu zählt die Planung von Montageanlagen bis hin zu ganzen Elektromotorenwerken ebenso, wie serienflexible robotergestützte Automatisierungslösungen für die Wickeltechnik und Magnetmontage.

Lebenserwartung

Elektromotoren in der Industrie müssen weitaus länger standhalten, werden aber nicht so stark belastet.

Industrie

> 50.000 h

Automotive

< 8.000 h

LEISTUNGSDICHTE ZÄHLT

Damit soll es unter anderem möglich werden, den Lohnanteil im Elektromaschinenbau zu reduzieren. Dieser beträgt nach Aussagen von Risch bei elektrischen Industriemotoren bis zu 25 Prozent, für elektrische Automotoren betrage die Zielgröße hingegen unter fünf Prozent. Gleichzeitig soll eine höhere Automatisierung die Lieferqualität verbessern und die Liefertreue erhöhen, um die im Automobilbau übliche Versorgung der Montagewerke just-in-time zu gewährleisten.

Die Elektrifizierung des automobilen Antriebsstrangs fordert derzeit nicht nur die Automobilhersteller, sondern auch viele Unternehmen der Elektrotechnik, die sich auf einen Markt mit vielen Besonderheiten einstellen müssen. ■



◀ **Zählmeister:**
Dr. Peter Heuell
plädiert für
eine klare
Regulierung.

Der Umstieg auf eine nachhaltige Energieerzeugung bedeutet mehr, als möglichst viele Windräder und Solaranlagen zu errichten. Auch die Nachfrage muss flexibler werden. Ein Besuch bei **Dr. Peter Heuell, Geschäftsführer von Landis+Gyr Deutschland.**

Text: **Wilhelm Missler** | Fotografie: **Dominik Gigler**

Heißes Eisen

Intelligente Basis statt Blindflug

Der Ausbau von Windkraft- und Solarparks kommt schneller voran, als es viele Experten anfangs für möglich hielten. In den ersten vier Monaten dieses Jahres hat die Stromproduktion aus Windenergie gegenüber dem Vorjahreszeitraum um gut 26 Prozent, aus Photovoltaikanlagen sogar um fast 45 Prozent zugelegt. Doch damit wird es immer dringlicher, das Stromnetz auf die schwankende Produktion und dezentrale Einspeisung der aus regenerativen Quellen erzeugten Energie auszurichten. „Ohne intelligente Netze – sogenannte „Smart Grids“ – ist die Energiewende nicht machbar“, sagt Dr. Peter Heuell, Geschäftsführer der deutschen Niederlassung von Landis+Gyr. Das Unternehmen ist einer der weltweit führenden Anbieter

von intelligenten Lösungen für Energieverbrauchs- und -management. Ein entscheidender Baustein für das Stromnetz der Zukunft, so Heuell, ist der Einsatz von „Smart Meter“-Systemen, die nicht nur den Verbrauch messen, sondern die Daten auch dem Energiesystem zur Verfügung stellen können.

Steuerung der Nachfrage

Die wachsende Dezentralisierung und Volatilität der Stromproduktion führen dazu, dass Regelung und Überwachung der Netzauslastung immer schwieriger werden. „Niemand kennt heute die Energieflüsse im Netzwerk oder den Spielraum bis zur Auslastungsgrenze zu einem bestimmten Zeitpunkt genau. Die Energieversorger operieren diesbezüglich mehr oder weniger im Blindflug“, diagnostiziert Heuell.

Inzwischen haben die Stromanbieter über die Funk-Rundsteuerempfänger zwar Zugriff auf die Einspeiseleistung aus den regenerativen Quellen, den Verbrauch zeitnah feststellen können sie dagegen mit den noch weit verbreiteten Ferraris-Zählern nicht. Genau das ist aber nach Ansicht von Heuell notwendig, um eine weitere wichtige Voraussetzung für das Gelingen der Energiewende zu erfüllen: zumindest ein partieller Wechsel von der nachfragezur angebotsgetriebenen Laststeuerung. „Wenn wir heute alle das Licht anschalten, fahren die Kraftwerke hoch. Das geht aber mit den regenerativen Energien nicht. Deshalb brauchen wir zur Flexibilisierung der Erzeugung auch eine Flexibilisierung des Verbrauchs.“ Die Idee dahinter ist, dass die Lastspitzen im Netz auf die Tageszeiten verschoben werden, in denen Solar- oder Windparks besonders produktiv arbeiten.

„Smart Meter werden sich im Markt jedoch nur durchsetzen, wenn auch der Verbraucher davon profitiert“, sagt Heuell. Laut einer Kosten-Nutzen-Analyse von

Ernst & Young ist das bei dem von der EU vorgeschlagenen Rollout-Szenario nicht der Fall. Danach sollen bis 2020 vier von fünf Haushalten mit Smart Metern ausgerüstet werden. Nach den Berechnungen der Berater übersteigen bei einem durchschnittlichen Haushalt die Kosten für ein solches System die erzielbaren Einsparungen deutlich. Stattdessen empfiehlt die Studie der Bundesregierung, neben den Erzeugern von regenerativen Energien nur die Verbraucher mit unterbrechbaren Lasten und solche mit einem jährlichen Energiebedarf von mehr als 6.000 kWh zum Einbau eines kompletten Messsystems zu verpflichten. Alle anderen Kunden sollten einen sogenannten intelligenten

—
„INTELLIGENTE
ZÄHLER
SETZEN SICH DURCH,
WENN DIE
VERBRAUCHER
PROFITIEREN.“
—

Basiszähler erhalten. Der leistet zwar zunächst kaum mehr als ein herkömmlicher Zähler, kann aber durch spätere Einbindung in das Kommunikationsnetz des Versorgers ohne großen Aufwand zum vollwertigen Smart Meter ausgebaut werden.

„Diesen Ansatz halten wir für vernünftig, weil er schneller umsetzbar ist als die EU-Variante und volkswirtschaftlich eine bessere Kosten-Nutzen-Relation zeitigt“, sagt Heuell. Darüber, wie hoch die Potenziale zur Verbrauchsreduzierung auf Endkundenebene sind, gehen die Zahlen weit auseinander. Ernst & Young sieht bei mittleren bis größeren Haushalten einen Min-

derverbrauch von 1,5 bis 2,0 Prozent, das E-Energy-Projekt „eTelligence“ unterstellt elf Prozent. Das Fraunhofer Institut (FIT) hat in einer Langzeitstudie bis zu 15 Prozent ermittelt, sofern den Bewohnern der Verbrauch über ein Display im Wohnbereich in Echtzeit angezeigt wird. Einhelliger sind die Berechnungen zu dem Anteil am Stromverbrauch, der in ein preislich günstigeres Zeitfenster verschoben werden kann. Dieses Lastverschiebungspotenzial sehen die meisten Experten bei 15 Prozent des Gesamtbedarfs. „Entscheidend wird sein, dass den Kunden Tarife mit attraktiver Preisspreizung angeboten werden. Zwei Cent pro Kilowattstunde reichen sicher nicht aus“, mahnt Heuell. Eine größere Differenz ist faktisch noch nicht möglich, weil heute der Stromlieferant seinen Energieeinkauf am Verbrauchsprofil eines typisierten Privathaushalts ausrichten muss. Erst mit dem Einsatz von Smart Metern wird diese Vorschrift hinfällig.

Wer trägt die Kosten?

Wenn die ersten Systeme ab etwa 2016 installiert werden sollen, muss nach Heuells Auffassung möglichst schnell der nächste wichtige regulatorische Schritt erfolgen: die Verabschiedung des Verordnungspakets „Intelligente Netze“. Dieses besteht aus fünf Verordnungen und soll die wesentlichen rechtlichen Vorgaben enthalten, die für ein sicheres und effizientes Smart Metering erforderlich sind. Dazu zählt beispielsweise, dass die technischen Anforderungen an die Messsysteme definiert sind. Zudem soll geregelt werden, wer welche Daten von wem wie oft erhalten darf – und zu welchem Zweck. Schließlich sollte festgelegt werden, welcher Marktteilnehmer welche Kosten zu tragen hat und wie diese finanziert werden. „Solange es dieses Paket nicht gibt, ist so viel Unsicherheit im Markt, dass sich keiner bewegt“, sagt Heuell. Nach dem Willen der Bundesregierung soll das Paket allerdings noch 2014 verabschiedet werden. ■

Zahlen sagen manchmal mehr als Worte.
Fakten zum Auto der Zukunft – und zu den
Wünschen des Autofahrers.

50 von 50

befragten Automobilexperten halten vernetzte Funktionen
für den wichtigsten Entwicklungstrend.
Branchenreport Embedded Systems, F.A.Z.-Institut, Februar 2012

97 €

würden deutsche Autofahrer maximal
monatlich für „Car Sharing“ ausgeben.

Das Wunschauto der Deutschen
kostet in der Anschaffung jedoch

23.943 €

Aral-Studie „Trends beim Autokauf“, 2013

53%

der deutschen Autofahrer
halten automatisiertes
Fahren für einen nützlichen
Fortschritt, doch Angst
davor haben gleichzeitig
52 Prozent.

Continental-Mobilitätsstudie 2013

90%

aller Unfälle mit tödlicher Folge werden durch menschliche Fahrfehler
verursacht. Allerdings sank die Zahl der im Straßenverkehr Getöteten in
Deutschland in den vergangenen 14 Jahren bereits um 60 Prozent.

Präsentation „Automatisiertes Fahren“, Hans-Peter Hübner, Tagung „Fortschritte der Automobil-Elektronik“, 2014

Rittal – Das System.

Schneller – besser – überall.

next level
for industry

67%

der deutschen Autofahrer sagen: „Mir macht
das Autofahren Spaß.“ In China sagen dies
nur 48 Prozent. Continental-Mobilitätsstudie 2013

350 km

Mindestreichweite erwartet jeder zweite Autokäufer von einem Elektroauto.
Die durchschnittliche Fahrleistung pro Jahr beträgt 14.000 Kilometer.

Aral-Studie „Trends beim Autokauf“, 2013

39%

aller Fahrzeughalter
interessieren sich für
automatisiertes Fahren.

Kostet das System
allerdings 4.000 Euro,
sinkt das Interesse auf

19%

Studie J. D. Power, April 2013

11.000.000.000 €

Kosten durch Unfälle und Umweltschäden könnten jährlich durch vernetzte Fahrzeuge
eingespart werden. Verband der Automobilindustrie, Abschlusspräsentation des Projektes simTD/Jahresbericht 2013

Interne Forschung und Entwicklung kosteten die deutsche Automobilindustrie 2012

16.100.000.000 €

Ihr Plus an Produktivität.

- **System** – mit Rittal, dem Spezialisten für Systemlösungen im Schaltanlagenbau
- **Prozessbeschleunigung** – mit durchgängigen Prozessen im einzigartigen Unternehmensverbund aus Eplan, Cideon, Rittal und Kiesling



SCHALTSCHRÄNKE

STROMVERTEILUNG

KLIMATISIERUNG

IT-INFRASTRUKTUR

SOFTWARE & SERVICE



Digital und real

Technologien. Vernetzen. Menschen. Ein öffentlicher Kongress begleitete die Mitgliederversammlung des ZVEI am 26. Juni 2014, auf der Michael Ziesemer zum neuen Präsidenten gewählt wurde. Im Zentrum der Diskussionen stand der Wandel industrieller Wertschöpfung im Zeitalter der Digitalisierung.



Konzentriertes Programm: Unternehmer diskutieren auf dem ZVEI-Kongress in der BMW-Welt

11:35



„Unseren Fingerabdruck hinterlassen – das ist unsere Aufgabe bei der Digitalisierung der Welt.“

Friedhelm Loh, ehemaliger ZVEI-Präsident, in seiner letzten Rede als Amtsinhaber

14:36



„Das Internet der Dinge erobert unsere Fabriken rasend schnell. Wir müssen das Tempo mitgehen.“

Michael Ziesemer, neuer ZVEI-Präsident, zur Eröffnung des Kongress-Teils

12:32

„Wir wollen die Zukunft der Mobilität gestalten.“

Klaus Draeger, Einkaufsvorstand der BMW AG



37%

der Kongressbesucher sehen den größten Vorteil vernetzter Produkte und Maschinen in einer flexibleren Fertigung.

15:23

„Deutschland ist nicht das einzige Land, das sich mit Industrie 4.0 beschäftigt.“

Dr. Werner Struht, Geschäftsführer der Robert Bosch GmbH



56%

der Kongressbesucher glauben, dass die Produktentwicklung im digitalen Zeitalter schneller auf neue Anforderungen reagieren muss.

17:10

„Klassische Branchenstrukturen werden künftig nicht mehr die entscheidende Rolle spielen.“

Dr. Klaus Mittelbach, Vorsitzender der ZVEI-Geschäftsführung, in der Abschlussdiskussion

Fotos: Christian Behrens



15:26

„Die Kommunikationsstruktur für Industrie 4.0 ist für Deutschland genauso entscheidend wie ein Straßen- oder Schienennetz. Das ist eine gesellschaftliche Aufgabe!“

Dr. Gunther Kegel, CEO von Pepperl+Fuchs

16:08

„Junge Menschen haben den klaren Anspruch, dass Arbeit Spaß machen muss.“

Hagen Frankenberger (links), Personalreferent bei Nexans, diskutiert mit Philips Deutschland-Chefin Dr. Carla Kriwet und dem Moderator Carsten Knop, Frankfurter Allgemeine Zeitung



16:22



„Die Generation Y ist die Generation, die die Unternehmen voranbringen wird.“

Links: Dr. Carla Kriwet, Deutschland-Chefin Philips

16:51



„Die Kombination aus Reindustrialisierung durch billige Energie und Software- und Halbleiter-Kompetenz ist unglaublich gefährlich.“

Siemens-Chef Joe Kaeser über die USA

Jens Reinhold, Chef von Physiomed, erläutert den AMPERE-Schülerreportern, was Medizintechnik heute kann.

Text: **Peter Gaide**

UNTERSTROM

Herr Reinhold, Heilen mit Energie – wir finden, das klingt ein bisschen nach Hokusfokus.

Wenn Sie auf die in Deutschland millionenfach verkauften Magnetfelddecken anspielen, haben Sie leider recht. Da wurde alles Mögliche versprochen, dabei ist deren Magnetfeld mitunter schwächer als das der Erde und hat keinerlei medizinische Wirkung. Von Medizintechnik kann man in diesem Fall auch gar nicht sprechen.

Was genau ist denn Medizintechnik?

Grob gesagt geht es um Geräte, die in der medizinischen Diagnostik und Therapie eingesetzt werden, also etwa beim Röntgen, bei Ultraschall-Untersuchungen oder Bestrahlungen im Fall von Krebserkran-

kungen. Ein anderes Beispiel: Bei der physikalischen Therapie wird elektrischer Strom verwendet, um gezielt Nerven und Muskeln zu reizen, die Durchblutung zu erhöhen oder Schmerzen zu behandeln.

Und das funktioniert im Gegensatz zu den Magnetfelddecken tatsächlich?

In vielen Bereichen ist die Wirkung sehr gut erforscht. In anderen stützt sich die Anwendung auf jahrzehntelange Erfahrungen. Außerdem arbeiten wir intensiv mit Universitäten zusammen, um besser zu verstehen, welche Energieform mit welcher Frequenz, Dauer und Dosierung in bestimmten Krankheitsfällen sinnvoll angewendet werden kann.

Wie oft haben Sie sich schon mit einem Ihrer Geräte behandeln lassen?

Häufig! Ich fahre leidenschaftlich gerne Kajak. Nach einer Verletzung lassen sich zum Beispiel Gewebeschwellungen durch gezielte Elektrostimulation schneller beseitigen. Wenn ich über Nacht an einem Gerät hänge, spüre ich am nächsten Morgen gleich mehr Bewegungsfreiheit.

Angenommen, ich habe Schmerzen: Sollte ich lieber zu Tabletten greifen oder mich auf medizinische Geräte verlassen?

Das lässt sich nur nach einer gründlichen

Untersuchung entscheiden. Der Vorteil der physikalischen Therapie besteht darin, dass ich ohne Umwege an die zu behandelnde Stelle komme. Elektrotherapie zur Schmerzbekämpfung kann ich über sechs Monate anwenden, und es gibt praktisch keine Nebenwirkungen. Schlucken Sie dagegen über sechs Monate täglich drei bis vier Schmerztabletten, ist das sehr belastend für den Organismus.

Wie wird sich die Medizintechnik in den kommenden Jahren entwickeln?

Im Bereich der Krebstherapien werden wir Tumore immer häufiger nicht mehr nur von einer Stelle aus bestrahlen, sondern quasi dreidimensional aus allen möglichen Winkeln, so dass die Strahlung auf das kranke Gewebe konzentriert wird. Dadurch kann die folgende Chemotherapie niedriger dosiert werden. Die kluge Kombination aus pharmazeutischen und technischen Therapien wird dem Patienten Vorteile bringen. ■

Die kommende Ausgabe von AMPERE erscheint im Vorfeld der **Medica** im November 2014.



Jens Reinhold im Gespräch mit Schülern der Schülerzeitung des Christoph-Jacob-Treu-Gymnasiums in Lauf bei Nürnberg.

Foto: Dominik Giggler

NXP connects the car

Driving secure connected mobility

Car-to-x Communication

(802.11p via Software-defined Radio, Authentication)

Personalization and Data Security

(NFC, Authentication)

Broadcast Reception

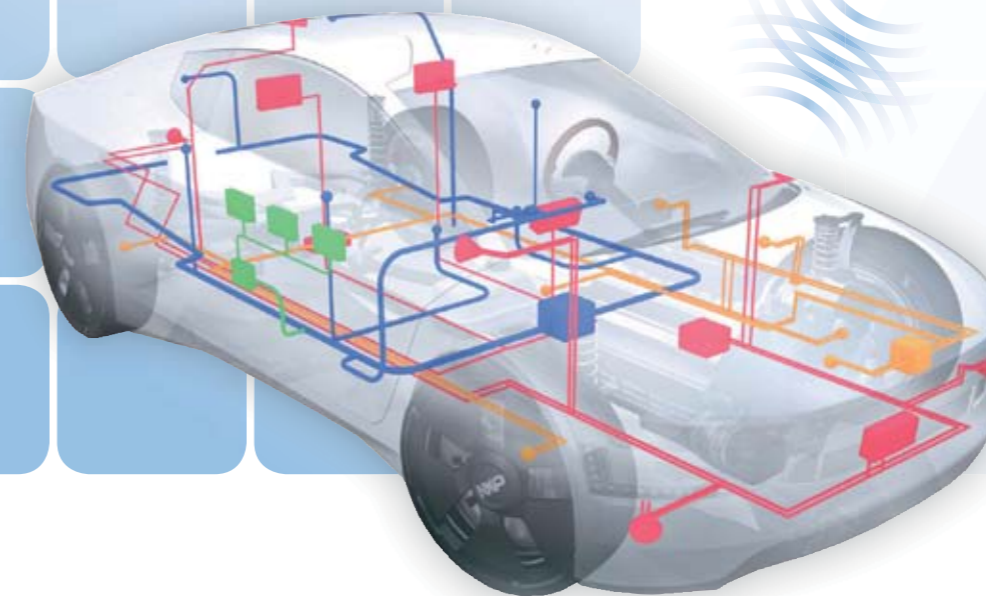
(Software-defined Radio, Digital Radio, AM/FM)

Car Access and Remote Car Management

(PKE, RKE, NFC, Authentication, Two-way RF, Passive Entry/Go)

In-Vehicle Networking

(Ethernet, FlexRay, CAN, CAN FD, LIN)



Making connected mobility a reality requires a variety of high-performance, automotive ready technologies. NXP Semiconductors offers exactly that. Our connectivity solutions cover multi-standard digital broadcast reception, NFC (Near Field Communication) and IEEE802.11p – and we can ensure these wireless technologies integrate seamlessly with the car's internal networks. Secure communications and privacy are crucial in Car-to-x communications, location-based services, remote car management, broadcast reception and personalization applications. And as a leader for RF crypto and authentication chips, NXP brings state-of-the-art, proven security to the connected car.

Leading in High Performance Mixed Signal

www.nxp.com/connected-mobility



MOBILITÄT FÜR MORGEN GESTALTEN.



Wie wird die Menschheit in Zukunft reisen, wie Waren transportieren? Welche und wie viele Ressourcen werden wir dabei nutzen? Angesichts rasanter Entwicklungen im Bereich des Personen- und Güterverkehrs sorgen wir für wegweisende und bewegende Momente. Wir entwickeln Komponenten und Systeme für Verbrennungsmotoren, die so sauber und effizient sind wie nie zuvor. Und wir treiben Technologien voran, die Hybridfahrzeuge und alternative Antriebe in neue Dimensionen führen – für Private, Unternehmen und die öffentliche Hand. Die Herausforderungen sind groß. Wir liefern die Antworten.

schaeffler-mobility.de



SCHAEFFLER