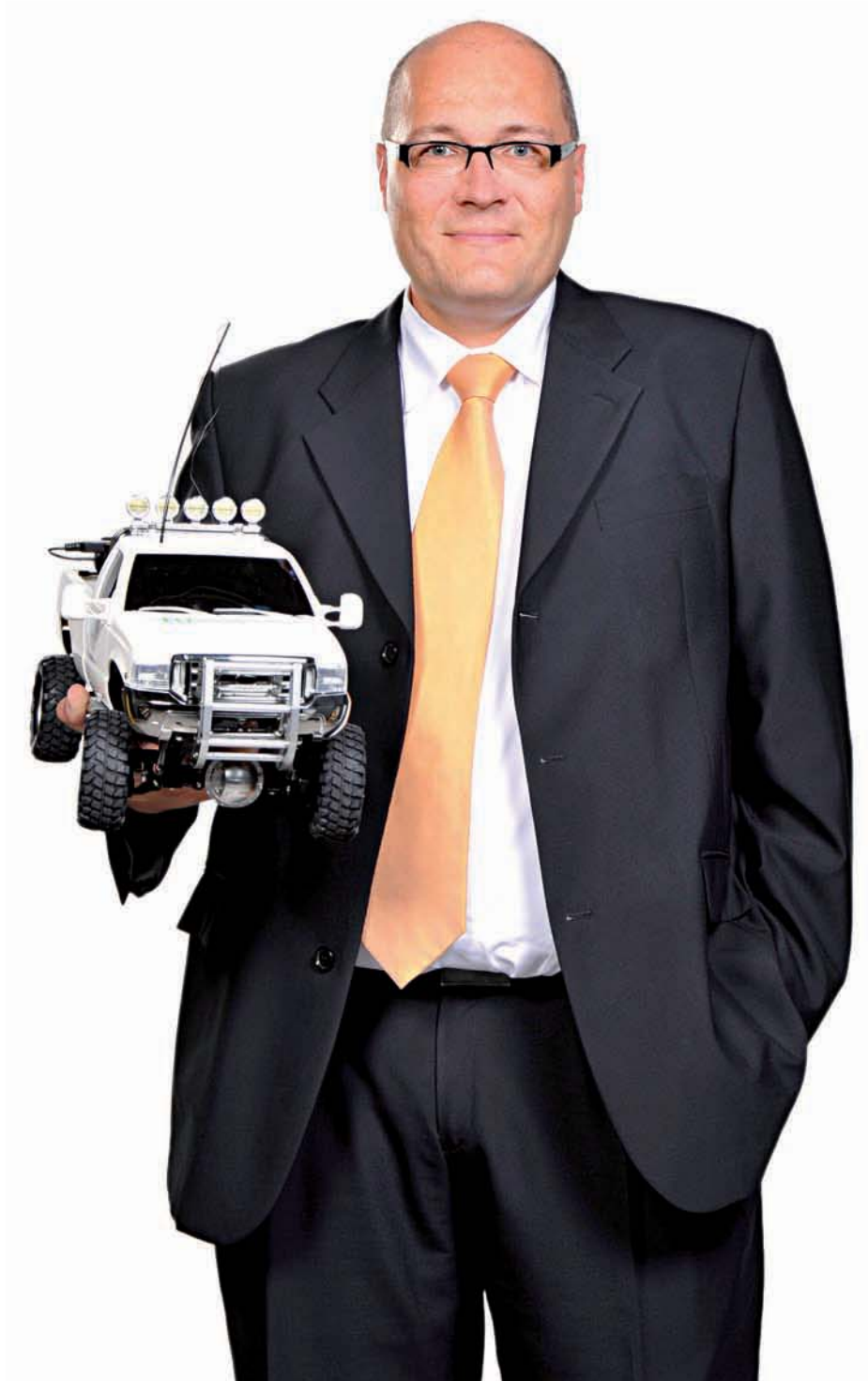




Mobilität aus erneuerbaren C

Eine Million Elektrofahrzeuge sollen bis 2020 auf den Straßen fahren



Quellen

Seit einhundert Jahren sorgen Verbrennungsmotoren für Automobilität. Der Treibstoff ist durch begrenzte Erdöl-Ressourcen endlich. Die fossilen Energieträger setzen bei der Verbrennung Kohlendioxid frei, jenes Gas, das für den Klimawandel mitverantwortlich gemacht wird. Der PKW-Verkehr verursacht in Deutschland etwa 14 Prozent der Emissionen des für den Treibhauseffekt mitverantwortlichen Gases.

Keine Frage: Wir brauchen für Mobilität eine Alternative. Elektromobilität bietet nicht nur die Chance, die Abhängigkeit vom Öl zu reduzieren, sondern auch, den Ausstoß von Kohlendioxid zu minimieren. Gerade wenn die Energie aus erneuerbaren Quellen wie Sonnen- und Windenergie stammt, vermindern sich Kohlendioxidemissionen und der Verbrauch an fossilen Ressourcen erheblich. Ein weiterer Vorteil ist die Speicherung von Energie in einer Batterie. Windkraftträder erzeugen Strom bei günstigen Winden; über das Stromnetz zum Elektromobil transportiert, wird dieser dann zur Mobilität genutzt, wenn der Bedarf beim Pendelverkehr entsteht. Auch der Rückfluss von elektrischer Energie ins Stromnetz ist angedacht. Elektromobile wären dann das Speichermedium für elektrische Energie und bieten umfangreiche Netzregelleistung. Darüber hinaus produzieren Elektrofahrzeuge lokal keine Abgase und weniger Lärm als konventionelle Fahrzeuge.

Die Bundesregierung will im Rahmen des Konjunkturpaketes II in die Entwicklung des Mobilitätskonzeptes investieren. Ziel ist es, unser Land zum Leitmarkt für Elektromobilität zu machen. Das neue Mobilitätskonzept stellt noch eine ganze Reihe von Aufgaben, bevor es flächendeckend eingeführt werden kann. Die Automobilindustrie wird neue Wertschöpfungsketten entwickeln: Elektroantriebfertigungen ergänzen den Verbrennungsmotorbau, und das herkömmliche Tankstellennetz ist durch Ladestationen zu erweitern. Für das alternative Mobilitätskonzept benötigen Stromversorger Geschäftsmodelle und Tarifstrukturen. Erste spek-

takuläre Erfolge wurden bereits auf der Internationalen Automobil-Ausstellung (IAA) gefeiert. Ein amerikanischer Sportwagenhersteller präsentierte den Tesla, auch als „Ferrari-Killer“ bezeichnet. Der Wagen knackt die 100 Stundenkilometer in nicht einmal vier Sekunden.

Für den Fortschritt des neuen Konzeptes sind Kompetenzen rasch aufzubauen, denn nach Plänen der Bundesre-

gierung sollten bis zum Jahr 2020 schon eine Million Elektrofahrzeuge fahren. Schließlich müssen Elektrofahrzeuge mit der gewohnten Zuverlässigkeit konventioneller Antriebe funktionieren, um am Markt akzeptiert zu werden. Wegen der Komplexität der Problemstellung dürfen Entwicklungen zur Integration nicht erst am Ende des Einführungsprozesses vollzogen werden. Daher wird für das neue Mobilitätskonzept an der Fa-

Am Forschungsprojekt beteiligt sind:



Prof. Dr.-Ing. Prof. h.c. Torsten Bertram studierte 1985 bis 1990 Allgemeinen Maschinenbau an der Gerhard-Mercator-Universität Duisburg. Dort war er von 1990 bis 1994 wissenschaftlicher Angestellter am Fachgebiet für Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, wo er mit der Dissertation „Zur systematischen Analyse und Synthese nichtlinearer Systeme mit Fuzzy-Logik“ promovierte. 1995 ging er zur Robert Bosch GmbH, wechselte 1998 zurück an die Uni Duisburg, um die Forschungsgruppe Fahrzeugsystemtechnik im Fachgebiet Mechatronik zu leiten. 2002 folgte er dem Ruf auf den Lehrstuhl für Mechatronik an die TU Ilmenau. Seit 2005 hat Bertram an der TU Dortmund den Lehrstuhl für Regelungssystemtechnik inne.



Prof. Dr.-Ing. Stephan Frei absolvierte die Reifeprüfung in Hanau 1985. Anschließend studierte er Elektrotechnik in Saarbrücken und Berlin. In der Bundeshauptstadt wurde er 1999 mit einer Arbeit zur elektromagnetischen Verträglichkeit zum Dr.-Ing. promoviert. Sein Einstieg in die Wirtschaft erfolgte bei Audi. Hier begann er 1999 und war für die Elektronikentwicklung zuständig. Seit 2006 ist er Professor an der TU Dortmund und beschäftigt sich mit Fahrzeugelektronik und Bordnetzen. In seiner seltenen Freizeit ist Frei Familienmensch. Er ist mit einer Ärztin verheiratet und hat zwei Kinder.



Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. Stefan Kulig studierte Elektrotechnik an der Technischen Universität Krakau. Dort promovierte er 1974 über „Innere Unsymmetrie von elektrischen Synchronmaschinen“. 1971 trat er in die heutige Siemens KWU, ein. Nach seinen Untersuchungen über die „Phasen- und Windingsschlüsse in einem Turbogenerator“ promovierte er 1979 über dieses Thema in Hannover. 1987 habilitierte er sich an der Fernuni Hagen „Über die Auswirkungen von Störfällen in elektrischen Energieübertragungsnetzen auf Kraftwerksturboasätze“. Seit 1996 ist er Inhaber des Lehrstuhls „Elektrische Maschinen, Antriebe und Leistungselektronik“ an der TU Dortmund.

kultät für Elektrotechnik und Informatik an verschiedenen aufeinander abgestimmten Aspekten gearbeitet. Entwickelt werden Ladekonzepte, Kommunikationsmöglichkeiten, Antriebe mit den zugehörigen Ansteuerungen, Fahrerassistenzsysteme, Modellbildung in Simulation sowie elektromagnetische Verträglichkeiten. Hierzu haben die Professoren Bertram, Frei, Kulig, Rehtanz, Wietfeld sowie Myrzik ein Netzwerk

entwickelt, um ihre Kompetenzen zu ergänzen. Der Beitrag geht auf die Arbeitsfelder von drei Arbeitsgruppen näher ein.

Die Gruppe um Prof. Rehtanz analysiert die Daten genauer; so beträgt der Anteil parkender Fahrzeuge 95 Prozent. Kraftfahrzeuge legen im Schnitt kaum mehr als 30 Kilometer pro Tag zurück und fahren selten mehr als 100 Kilometer in diesem Zeitabschnitt. Durchschnittlich

benötigt ein Elektrofahrzeug sechs Kilowattstunden Energie pro Tag. Autos nach dem klassischen, aber auch nach dem Elektroantriebskonzept wandeln die Energie im Kraftstoff oder in der Batterie, einem Lithium-Ionen-Akku, in Bewegungsenergie des Fahrzeuges um. Die Energiedichte (Energie/Masse) in den Akkus beim Elektroantrieb ist jedoch weit kleiner als beim fossilen Rohstoff, so dass die Bewegungsfreiheit eingeschränkt ist. Bei einem Batteriegewicht von 100 bis 200 Kilogramm haben Elektrofahrzeuge eine Reichweite um die 100 Kilometer. Auch deshalb sieht der Experte für Stromnetze noch kein Verschwinden herkömmlicher Fahrzeuge, sondern eine Ergänzung im Kleinwagenbereich durch das elektrische Antriebskonzept.

Das Team um den Dortmunder Elektroingenieur entwickelt die Netz- und Ladeinfrastruktur. Ergebnisse bei der Entwicklung des Ladevorganges überprüfen die Techniker im Versuchsraum gleich praktisch. »Steckdosen reichen für den Mobilitätsbedarf meist aus, aber zusätzliche öffentliche Ladestationen bieten die Mobilitätssicherheit, wenn die Reichweite mal knapp wird«, so Rehtanz, eine Aufgabe mit Detailproblemen wie Sicherheit und Vandalismusschutz bei der Energieversorgung der Fahrzeuge.

Auch das Netzwerk untersuchen die Energieprofis. Das Szenario: Eine Million Elektrofahrzeuge in Deutschland benötigen im Tagesverlauf eine Ladeleistung von 370 Megawatt. Dieses entspricht einem mittelgroßen Kraftwerk. Umgerechnet auf den Jahresenergieverbrauch sind dies nur 0,5 Prozent. »Das Laden von einer Million Fahrzeugen ist technisch bei der jetzigen Netz- und Energieversorgungsstruktur durchaus realisierbar«, so Rehtanz zu den Überlegungen seiner Gruppe. Unterschiedliche Netzbetreiber, Energieversorger und die Datenübertragung stellen komplexe Ansprüche an die Abrechnung. Geschäftsprozesse und IT-Strukturen für ein flexibles Laden werden entwickelt. Vorschläge zur Standardisierung vom Stecker bis hin zum Ladekabel und



Prof. Dr.-Ing. Johanna Myrzik ist seit September 2009 Inhaberin der neuen Stiftungsprofessur Energieeffizienz der RWE an der TU Dortmund. Myrzik studierte nach dem Abitur 1985 an der TU Darmstadt Elektrotechnik. 1993 wurde sie mit einem Promotionsstipendium an der Universität Kassel ausgezeichnet und dort im Jahr 2000 zum Dr.-Ing promoviert, anschließend wechselte sie in die Niederlande. An der Universität Eindhoven folgte dann

der Werdegang vom Post Doc (wissenschaftliche Forschungstätigkeit nach Beendigung der Promotion) bis zum Associate Professor mit Lehrtätigkeit und Forschung zu dezentraler Energieversorgung und Power Quality.



Prof. Dr.-Ing. Christian Rehtanz studierte nach dem Abitur 1988 Elektrotechnik und promovierte 1997. Anschließend habilitierte er sich 2002 an der ETH Zürich. 2000 trat er in den Konzern für Energie- und Automatisierungstechnik ABB ein. Von 2003 bis 2005 war er Entwicklungsleiter und Mitglied der Geschäftsleitung im Geschäftsgebiet „Power Systems“ bei ABB in Zürich. Von 2005 bis 2007 führte ihn sein Weg als Forschungs- und Entwicklungsdirektor der ABB China Ltd. nach Peking. Einen Ruf an die Universität Hannover schlug er aus und übernahm wegen der besseren Bedingungen einen Ruf an den Lehrstuhl für Energiesysteme und Energiewirtschaft an der TU Dortmund.



Prof. Dr.-Ing. Christian Wietfeld studierte nach dem Abitur Elektro- und Nachrichtentechnik an der RWTH Aachen. Anschließend promovierte er über „Mobilfunksysteme für die europäische Verkehrsleittechnik“. Für seine wissenschaftliche Arbeit erhielt er Auszeichnungen wie die „Borchers-Plakette“ der RWTH Aachen. 1997 trat er in die Siemens AG mit den Arbeitsgebieten Kommunikations- und Mobilfunknetzinfrastruktur ein. Zuletzt bekleidete

er die Position des Leiters für Produktlinienmanagement. Von 1999 bis 2004 war er Lehrbeauftragter für „Mobilfunknetze 2“ an der RWTH Aachen. Seit 2005 ist er Inhaber des Lehrstuhls für Kommunikationsnetze an der TU Dortmund.

der Kommunikation zwischen Fahrzeug und Lade- und Abrechnungssystemen liegen bereits vor. Unterstützt werden die Dortmundener vom Bundeswirtschaftsministerium.

Prof. Dr.-Ing. Christian Wietfeld ist Kommunikationsprofi im Bereich Elektrotechnik. Mit seinem früheren Arbeitgeber, der Siemens AG, entwickelte er

Telefonie entwickelt«, so Wietfeld zur Kommunikation zwischen Elektromobil und Ladestation. Unter dem Namen „Power Line Communication“ verbirgt sich das neue System. Über ein Kabel zwischen Fahrzeug und Ladestation kann die Energie übertragen und gleichzeitig über die Energiemenge kommuniziert werden.

das internetfähige Handy. Auch diese Erfahrung will er auf die Kommunikationsprozesse bei Elektrofahrzeugen übertragen. Nach seiner Einschätzung der Elektromobilität befragt, antwortet der Hochschullehrer: »Wir befinden uns im Hype-Bereich der Entwicklung. Zurzeit besteht ein sehr großes Interesse an der neuen Technik. Wie bei anderen neuen Technologien folgt hierauf oft zunächst eine gewisse Abkühlung („Tal der Enttäuschungen“), da offene Probleme zunächst durch intensive Forschungs- und Entwicklungsarbeiten gelöst werden müssen. Mittelfristig ist ein Erfolg der Elektromobilität und ein nachhaltiger Anstieg des Marktanteils sehr wahrscheinlich.«

Wenn Elektrofahrzeuge in Serie gehen, muss die Kommunikation der Komponenten im Fahrzeug zuverlässig funktionieren. Das Kommunikationssystem unterstützt den Lade- und Abrechnungsvorgang. Energielieferanten und Stromkunden benötigen flexible Berechnungs- und Ladevorgänge von variierenden Orten. Um eine neue Infrastruktur mit räumlich verteilten und mobilen Teilnehmern zu entwickeln, forscht die Arbeitsgruppe, so der Profi für elektronische Kommunikation: »Die Datenübertragung wird analog zur DSL-

Das Kommunikationssystem muss das Fahrzeug und den Batterietyp erkennen, um eine reibungslose Energieübertragung zu garantieren. Die Energie wird mit einer variablen Stromstärke übertragen. Dies hat Einfluss auf den Ladezeitraum. Wietfeld vergleicht die Größe des Ladestroms mit unterschiedlichen Kraftstoffqualitäten beim konventionellen Treibstoff. Auch dies soll das Power Line Communication-System erkennen. Ladestationen werden wie das Tankstellennetz öffentlich verteilt sein und in Privathaushalten zur Verfügung stehen. In der Ladestation befindet sich ein Zähler, der die übertragene Energiemenge an den Energielieferanten funkt. Die Position der Ladestation ist ebenfalls bezüglich der drahtlosen Übertragung mit Verkehrsplanern auszuwählen, damit es zum ungehinderten Informationsfluss kommt. »Hier besteht beträchtlicher Harmonisierungs- und Zertifizierungsbedarf«, so der ehemalige Siemens-Manager für Mobilfunk. Es dürfen bei unterschiedlichen Netz- und Ladestationsbesitzern sowie den Elektromobilen keine Schnittstellen- und Kommunikationsprobleme auftreten. Auch ist die Ladezeit im Vergleich zum konventionellen Tanken lang, daher

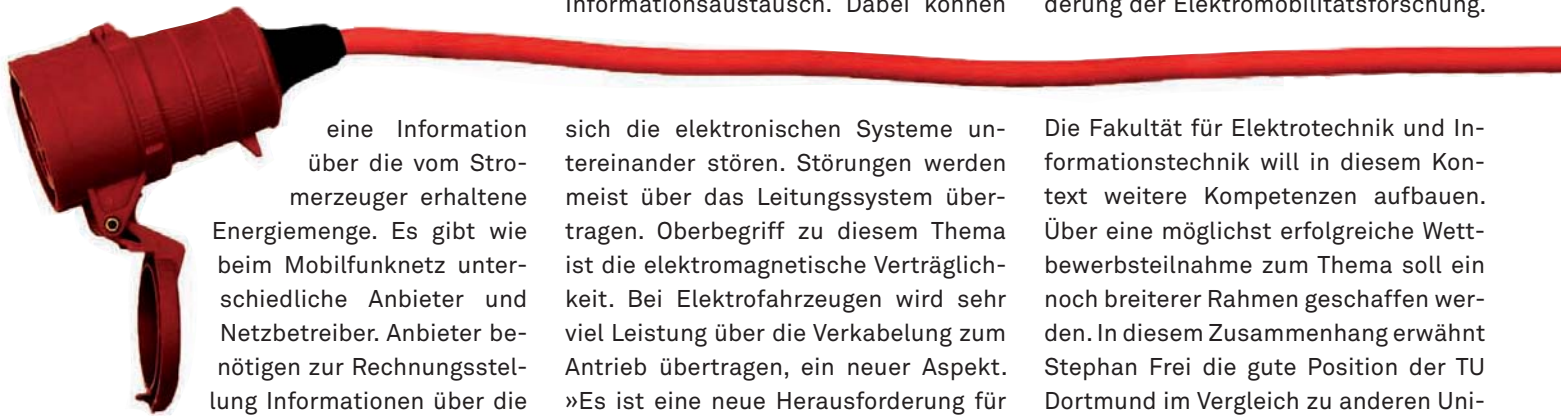
abstract

The German federal government wants to see one million electric cars on the road by 2020. However, they need to be just as reliable as conventional vehicles. That's why the new mobility concept being developed at the Faculty of Electrical Engineering and Information Technology comprises several interconnected aspects. The TU Dortmund professors Bertram, Frei, Kulig, Rehtanz, Wietfeld and – as the latest addition – Myrzik have formed a network to complement each other's expertise. Their work covers charging schemes, communications, drives with controls, driver assistance systems, simulation modeling and electromagnetic compatibility. Professors Rehtanz, Wietfeld and Frei provide some insights into their new developments. They describe network and communication structures for charging and operating electric cars and present studies on electromagnetic compatibility.

denken die Planer an ein Buchungssystem für Ladeplätze. Diese Fragen sind im Vorfeld der flächendeckenden Einführung von Elektromobilen zu klären. Die Geschäftsmodelle sieht die Dortmunder Gruppe um Wietfeld ebenfalls in der Nähe des Telekommunikationsmarkts. Der Fahrzeuginhaber braucht

Verbrennungsmotoren. »Im Arbeitsgebiet Bordsysteme haben wir uns die Leitungssysteme als Medium, das Elektronik zusammenhält, als Hauptforschungsgebiet ausgewählt«, so der Experte für Autoelektrik. Leitungssysteme dienen zum Energietransport zwischen den Elektronikkomponenten und zum Informationsaustausch. Dabei können

stellungsmerkmal erarbeiten«, so der Ingenieur weiter. Der Projektpartner FAT (Forschungsvereinigung Automobiltechnik) ist ein Bestandteil des VDA (Verbandes der Automobilhersteller). »Langsam wächst der Forschungsfokus bei den Unternehmen«, so Frei. Zurzeit gibt es verschiedene Aufrufe zur Förderung der Elektromobilitätsforschung.



eine Information über die vom Stromerzeuger erhaltene Energiemenge. Es gibt wie beim Mobilfunknetz unterschiedliche Anbieter und Netzbetreiber. Anbieter benötigen zur Rechnungsstellung Informationen über die gelieferte Energiemenge. Wie beim Telekommunikationsmarkt wird erwartet, dass der Stromanbieter versuchen wird, den Verbraucher möglichst langfristig an sich zu binden. Die Verbraucher wollen einen transparenten und freien Markt, um Energie günstig tanken zu können. Da es in Deutschland unterschiedliche Stromnetzbetreiber gibt, ist ein komplexes Marktgeschehen mit hartem Wettbewerb vorprogrammiert. Wietfeld erwähnt die Stichwörter „Call-by-Call“ und „Prepaid“ aus der Mobilfunkbranche, wenn er über das Thema Geschäftsmodelle spricht.

sich die elektronischen Systeme untereinander stören. Störungen werden meist über das Leitungssystem übertragen. Oberbegriff zu diesem Thema ist die elektromagnetische Verträglichkeit. Bei Elektrofahrzeugen wird sehr viel Leistung über die Verkabelung zum Antrieb übertragen, ein neuer Aspekt. »Es ist eine neue Herausforderung für das Energieversorgungsnetz, diese Leistung bereitzustellen«, so der Hochschullehrer für Autoelektrik.

Die Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik will in diesem Kontext weitere Kompetenzen aufbauen. Über eine möglichst erfolgreiche Wettbewerbsteilnahme zum Thema soll ein noch breiterer Rahmen geschaffen werden. In diesem Zusammenhang erwähnt Stephan Frei die gute Position der TU Dortmund im Vergleich zu anderen Universitäten.

Im PKW findet sich nahezu die gesamte Elektrotechnik wieder, so Prof. Stephan Frei. Regler steuern diverse Funktionen, zum Beispiel die Geschwindigkeit. Elektrische Maschinen sind der Antrieb für bewegte Teile wie Gebläse zur Temperaturregulierung oder Schiebedächer. Der neue Aspekt sind Elektroaggregate zum Antrieb der Räder als Ersatz für

Im Erdgeschoss des Elektrotechnik-Gebäudes befindet sich in einer mit pyramidenförmigen Schaumstoffabsorbieren verkleideten geschirmten Kabine ein Testaufbau für den Elektroantrieb eines Autos. Auf einem Kupfertisch in einem ungefähr 15 Quadratmeter großen Raum sind elektrische Komponenten eines Automobils angeordnet. Das System Elektroantrieb wird in unterschiedliche Komponenten zerlegt. Von Einflüssen der Außenwelt abgeschirmt, untersuchen die Techniker Energieversorgung, Steuerung und Antrieb, um unerwünschte Wechselwirkungen schon im Entwicklungsstadium auszumachen. Das Ergebnis soll ein Simulationsmodell für die Wechselwirkung der Komponenten sein. Datenmodelle liefern Informationen für Optimierungen. »Hier wollen wir uns ein Allein-

Auf die Frage, wie das Auto 2020 aussehen werde, antwortet der Experte: »Das typische Auto wird nicht viel anders aussehen als das Auto heute. Daneben werden andere Konzepte entstehen. Welches Konzept sich langfristig durchsetzen wird, können wir vielleicht 2020 langsam erahnen.« Die Elektromobilität wird neue Wege eröffnen, wobei die Hauptherausforderung das Speichermedium Batterie ist. Bisher ist zwar eine Grundfunktionalität gegeben, aber die gewohnte Fahrzeugreichweite ist mit heute realisierbaren Batterien nicht zu erreichen. Frei meint, die deutsche Automobilindustrie stehe gut da und spezifisches Know-how sei vorhanden, um Elektrofahrzeuge auf den Markt zu bringen. Bei steigendem Bedarf wird die Industrie reagieren.

Thomas Isenburg