

## Aus dem Inhalt:

- E-Mobility
- MINT 2016

- Mitgliederversammlungen 2017
- VDE Kurpfalz: 7. April
  - VDI Nordbaden-Pfalz: 26. April

# Editorial

*Liebe Mitglieder, sehr geehrte Damen und Herren,*

das Thema E-Mobility charakterisiert diese Ausgabe des **technikforum**. Das Redaktionsteam hat dieses Schwerpunktthema gewählt, da es sich durch Aktualität auszeichnet und zugleich einen Blick in die Vergangenheit und die Zukunft bietet.

Mai 2008: Eine Gruppe von Mitgliedern des VDE Kurpfalz und VDI Nordbaden-Pfalz bereist Vietnam. Auf dem Fach-Programm steht unter anderem der Besuch einer Fabrik für Elektrofahrräder und -motorroller. Die Eigentümer führten die Mitglieder durch die Fabrikation, stellten die Modelle vor und wollten wissen, ob es dafür Interesse auf dem deutschen Markt gäbe. Zwar waren die VDE- und VDI-Mitglieder sehr an der Idee interessiert und probierten die E-Roller auch mit Vergnügen aus. Unsicher war man jedoch in der Einschätzung, inwieweit es Nachfrage danach in Europa gibt. Die Antwort darauf hat das Statistische Bundesamt in einer Veröffentlichung vom 30. August diesen Jahres: Inzwischen besitzen knapp zwei Millionen Haushalte in Deutschland mindestens ein Elektrofahrrad.

Mai 2016: Wieder ist eine Gruppe von Mitgliedern des VDE Kurpfalz und VDI Nordbaden-Pfalz gemeinsam auf Reisen, dieses Mal in Japan. Man steht in der abendlichen Rushhour an einer Fußgängerampel auf Tokios Haupt-einkaufsstraße, der Ginza, und überlegt, was anders ist, als in deutschen Großstädten. Es fehlt das Geräusch von Autos im Leerlauf, beim Bremsen sowie beim Beschleunigen. Die Antwort, warum dies auffiel, zeigte sich bei einem Besuch bei Toyota: Die überwiegende Mehrzahl der produzierten Autos sind entweder Hybridfahrzeuge oder reine E-Mobile. Man war überrascht über das große Angebot von Typen, die auf dem europäischen Markt gar nicht bekannt sind.

Wir hoffen, dass das Schwerpunktthema auch für Sie, sehr geehrte Leserin, sehr geehrter Leser, in den vorgestellten Facetten von Interesse ist – ebenso wie beispielsweise der Bericht über die MINT-Tage 2016, Forschungen an den Hochschulen und die verschiedenen Aktivitäten unser beiden Bezirksvereine.

Ihnen einen guten Jahresausklang und einen angenehmen Start  
in das Jahr 2017!

Mit freundlichen Grüßen



Nordbadisch-Pfälzischer  
Bezirksverein



## Aus dem Inhalt:

Editorial	2
<b>E-Mobility</b>	
Überblick E-Mobility	3
Ohne Strom fährt nichts	6
Starthilfe von Freudenberg	7
Elektroautos für Polizei	7
E-Mobility in der Landwirtschaft	8
Masterstudiengang Elektromobilität	8
E-Busse im Praxiseinsatz	9
Elektro-Hybridbusse	10
eHighway	11
Zukunft Turbolader	12
Solarflug um den Globus	15
Freie Fahrt für autonome Fahrzeuge	16
Tesla	18
Historische Genese der E-Mobilität	20
Arbeitsmarkt Ingenieure	21
Sicherheit durch Digitalisierung	22
Urbane Mobilität	24
Verkehr und Umwelt im Wandel	25
Blickpunkt Elektromobilität	26
Statistische Daten	26
<b>Vermischtes</b>	
Neuer VDE-Präsident	26
VDE Kongress 2016	27
VDE-VDI-Video-Projekt	28
VDE-VDI-MINT-Tage	30
VDE Auszeichnungen	33
20 Jahre <b>technikforum</b>	34
10 Jahre Graduate School	35
VDI Fortbildungen 2017	36
VDIni Pirmasens	37
TU KL: Benzinalternative	38
Labor für intelligente Stromnetze	39
VDE Digital Summerschool	40
HS Mhm: Forschungsexzellenz	41
200 Jahre 2-Räder	42
Formel 1 in der Schule	43
VDI-Mitgliederversammlung	44
VDE-Mitgliederversammlung	44
Impressum	44

Sie finden das aktuelle

**technikforum**

sowie vorangegangene Ausgaben auf den Homepages:

[www.vdi-nordbaden-pfalz.de](http://www.vdi-nordbaden-pfalz.de)

[www.vde-kurpfalz.de](http://www.vde-kurpfalz.de)

## Cover:

**Foto 1:** „Autoflüsterer“; Foto: Picture of the future

**Foto 2:** Elektrisch unterstützter Turbolader; Foto: Pankl APC

**Foto 3:** Smart Power Generator; Foto: John Deere

**Foto 4:** Spannendes Experiment am VDE-VDI-MINT-Tag 2016; Foto: Kunkel

**Foto 5:** Akteure des VDE-VDI-Video-Projektes; Foto: Kunkel

# Elektrische Energieversorgungssysteme, Stecker, Ladesysteme, Ladestationen – Antworten auf Fragen

Um einen Überblick über das weite Feld der Elektromobilität zu bekommen, konnte das **technikforum** auf einen fundierten Vortrag von Juniorprofessor Dr.-Ing. Daniel Görges zurückgreifen. Der Inhaber der Juniorprofessur für Elektromobilität an der Technischen Universität Kaiserslautern referierte zu diesem Thema im Rahmen der VDE-Mitgliederversammlung im Mai dieses Jahres.

## Was ist ein Elektrofahrzeug?

Mit einer Definition, um ein Elektrofahrzeug von einem Fahrzeug mit Verbrennungsmotor zu unterscheiden, startete Görges seinen viel beachteten Vortrag. Danach ist ein Elektrofahrzeug ein Fahrzeug mit mindestens einem Elektromotor und einem elektrischen Energieversorgungssystem für den Antrieb des Fahrzeugs. Im englischen Sprachgebrauch wird es als Electric Vehicle bezeichnet, kurz EV.

Nach verschiedenen Statistiken wurden im Jahr 2015 global knapp 1,3 Millionen E-Fahrzeuge verzeichnet. Die USA liegen mit einem Fahrzeugbestand von gut 400.000 Fahrzeugen vorne, es folgen China und

Japan. Deutschland rangiert mit knapp 50.000 Fahrzeugen am Ende der Skala hinter Frankreich, Holland, Norwegen und Großbritannien.

## Vorteile der E-Mobilität?

Die Bundesregierung setzt sich verstärkt für E-Mobilität ein und gibt Prämien beim Kauf eines EVs. Es gibt zahlreiche Argumente dafür, vor allem vor dem Hintergrund der in Rede stehenden Energiewende.

Als die wichtigsten führte Görges an: Geringer Verbrauch aufgrund des hohen Systemwirkungsgrads und der Bremsenergieerückgewinnung; keine lokalen Schadstoff- und Lärmemissionen; keine Emissionen von Treibhausgasen bei regenerativer Versorgung; Nutzbarkeit verschiedener Energiequellen. Auch die Umweltbilanz fällt grundsätzlich positiv aus.

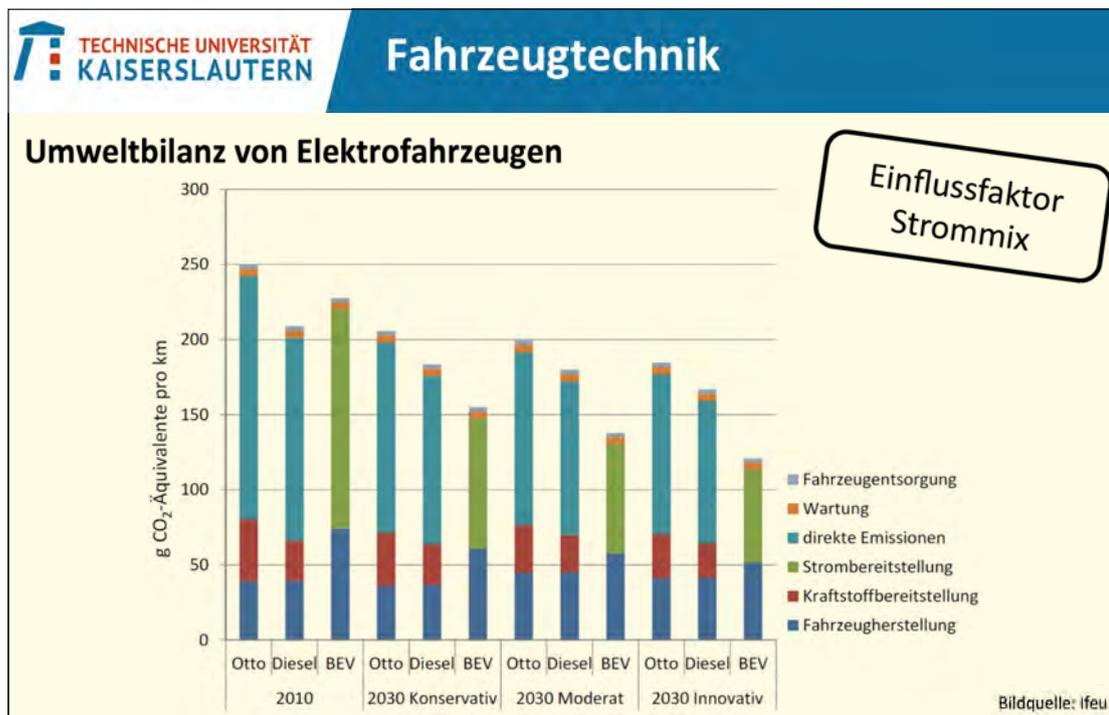
## Hybridfahrzeuge?

Dennoch gibt es auch Argumente, die derzeit noch gegen die Anschaffung eines E-Mobils sprechen. Dazu gehören die geringe Reichweite, noch zu lange Ladezeiten und auch last but not least vergleichsweise hohe Anschaffungskosten.

Ist also ein Hybridfahrzeug eine gute Lösung? Görges führte aus, worin die wesentlichen Unterschiede liegen. So haben EVs einen Energiewandler und einen Energiespeicher, sprich einen Elektromotor und in der Regel eine Batterie. Hybridfahrzeuge dagegen haben, einfach gesagt, zwei Energiespeicher und zwei Energiewandler. Als Energiespeicher sind beispielsweise Kraftstoffe, Batterien, Kondensatoren, Schwungräder oder Druckspeicher verwendbar. Als Energiewandler können Verbrennungsmotoren, Elektromotoren oder fluidische Aktoren genutzt werden. Am gängigsten ist die Kombination aus Verbrennungsmotor und Batterie gepufferten E-Motor/Generator.

In seinem Vortrag lud Görges die Zuhörer ein, im Geist einigen Hybridfahrzeugen, die in den letzten Jahren von den Herstellern als Prototypen vorgestellt wurden, unter die Motorhaube zu schauen. Beispielsweise einem Hybridauto eines bekannten Fahrzeugbauers aus Zuffenhausen: Deren Hybrid-Sportwagen hat einen Ottomotor und einen Elektromotor, der über ein

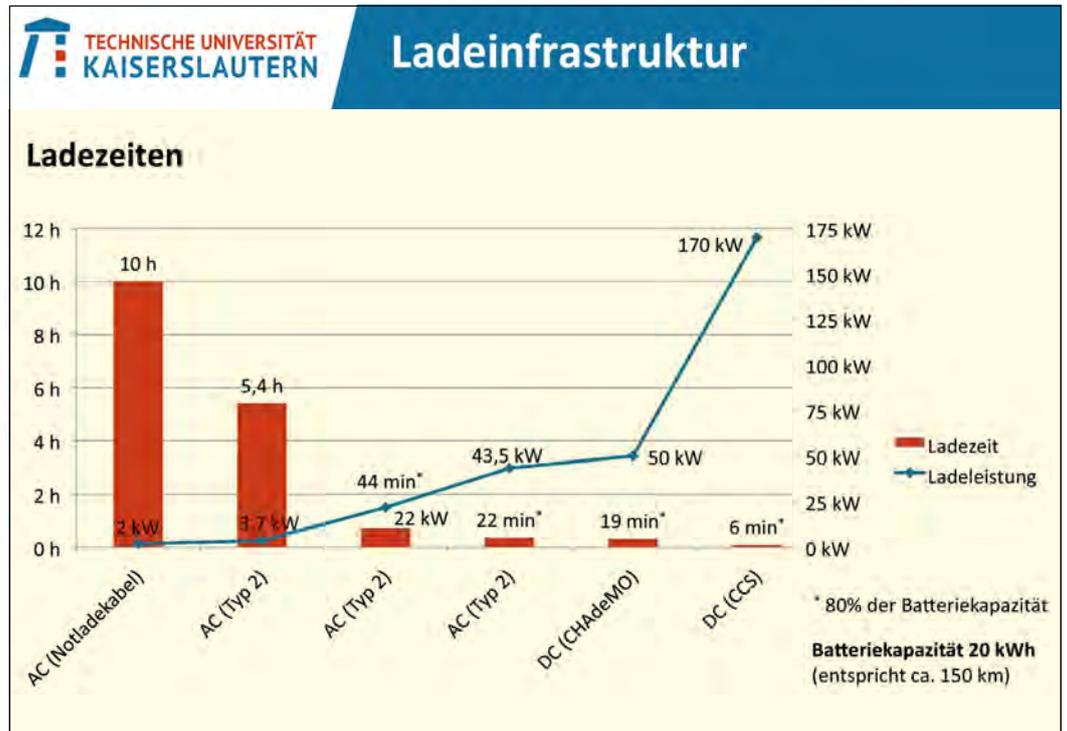
Schwungrad mit Energie versorgt wird. Ein französischer Autobauer, gemeint ist der mit dem Löwen als Emblem, hat folgende Variante für den Antrieb vorgeschlagen: Einen Ottomotor, einen Hydraulikmotor und einen pneumatischen Speicher. Wenn man einen Blick in ein E-Fahrzeug eines Herstellers aus Ingolstadt wirft, kann man folgende Komponenten sehen: Einen Benzin-Wankelmotor und einen Elektromotor, der über eine Batterie mit Energie versorgt wird.



## Stecker gleich Stecker?

Bei Elektromobilen dienen Batterien als fahrzeuginterne Energiespeicher. Bei Personenkraftwagen werden sie durch Anschluss an eine Steckdose geladen. Dass es aber auch andere Möglichkeiten gibt, zeigte Görges auf. Zum einen nannte er die fahrzeugexterne konduktive Energieversorgung wie sie beispielsweise Siemens im eHighway System untersucht. Ein anderes Beispiel, das von Bombardier entwickelte PRIMOVE System, weist dagegen eine fahrzeugexterne induktive Energieversorgung auf.

Zum Anschluss an eine Steckdose einer Ladestation sind besondere Stecker notwendig. Im Moment seien namentlich zwei verschiedene Versionen auf dem Markt, sagte der Juniorprofessor. In den USA und Japan ist der Typ-1-Stecker verbreitet. Er überträgt Wechselstrom (AC), einphasig und bis 7,4 kW/32 A. In Deutschland und der EU kommt der Typ-2-Stecker für Wechsel- beziehungsweise Drehstrom zum Einsatz. Er ist ein/dreiphasig bis 43,5 kW/63 A.



Auch für Gleichstrom gibt es passende Komponenten. Görges nannte drei Beispiele: Den Tesla-Stecker, den japanischen CHAdeMO-Stecker und den CCS-Stecker, der auch mit Wechselstrom eingesetzt werden kann.

## Ladesysteme und Ladezeiten?

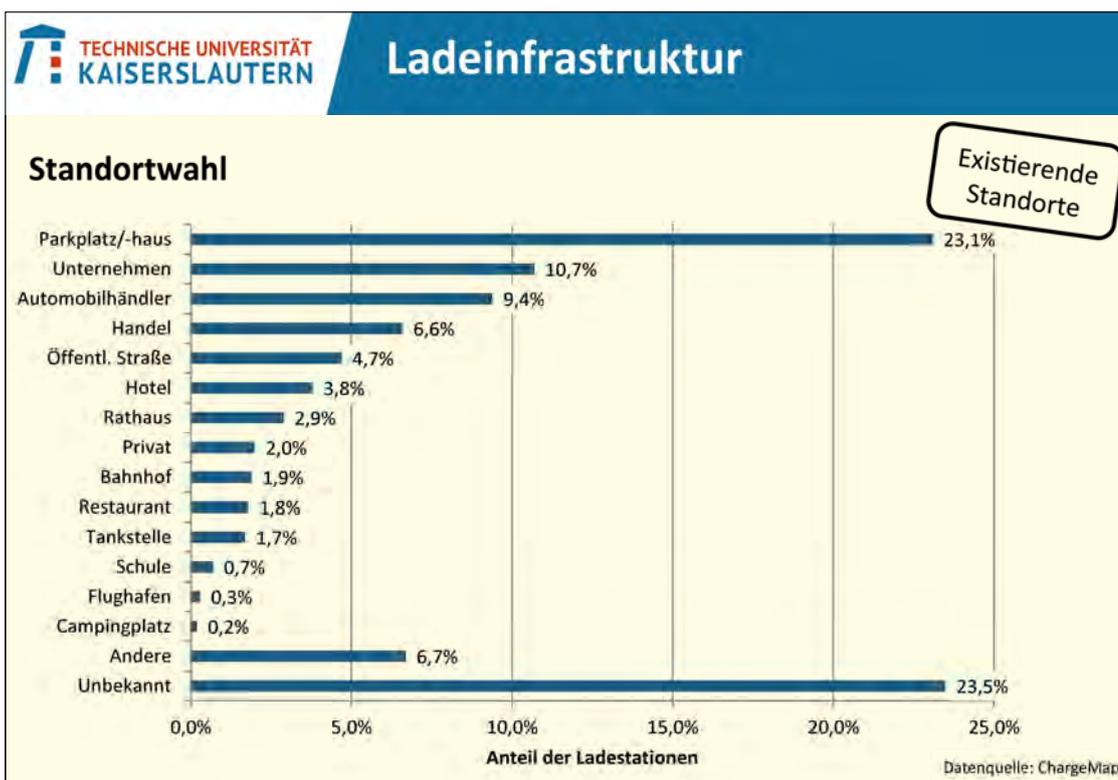
Immer wieder wird als Hindernis für eine größere Nutzung von E-Fahrzeugen die geringe Reich-

weite angeführt. Bei einer Batteriekapazität von 20 kWh, was einer Reichweite von gut 150 Kilometern entspricht, beträgt die Ladezeit beispielweise mit dem Typ-2-Stecker 5,4 Stunden bei 3,7 kW und mit dem CHAdeMO-Stecker eine halbe Stunde bei 50 kW (auf 80 Prozent der Batteriekapazität).

Laut Görges ist beim Thema Reichweite noch Einiges zu tun. An der Juniorprofessur für Elektromobilität wird beispiels-

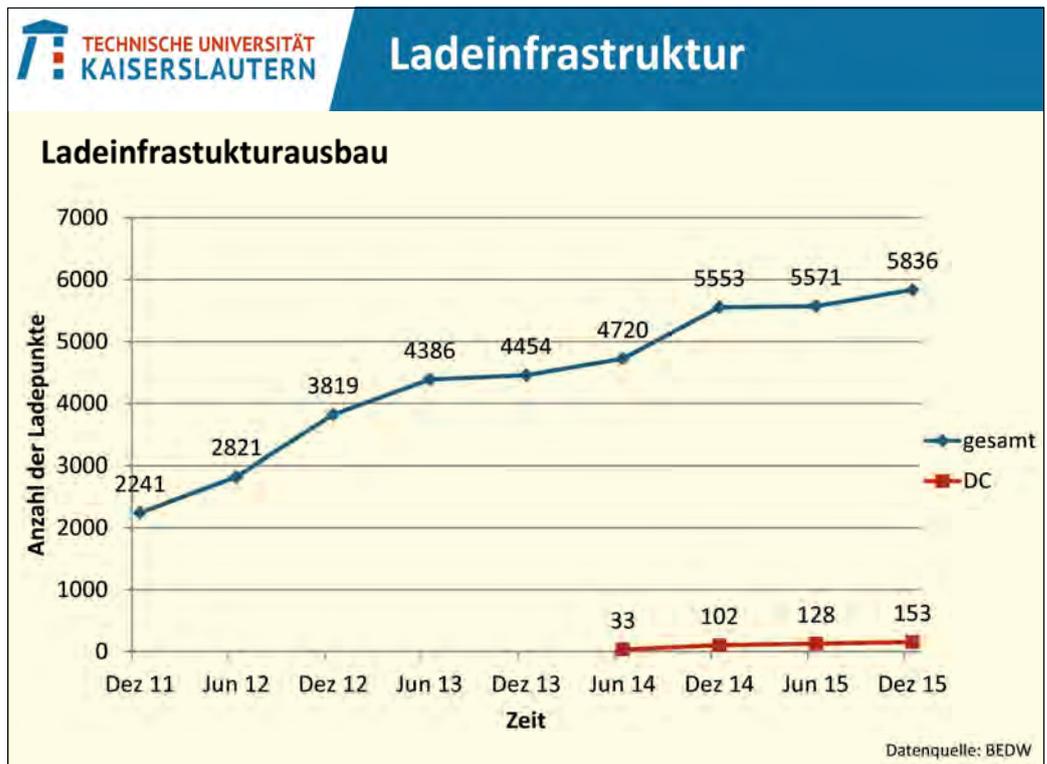
weise an verbrauchsorientierten Fahrerassistenzsystemen geforscht. Solche Systeme unterstützen den Fahrer bei einer verbrauchsgünstigen Fahrweise und können die Reichweite merklich erhöhen. Untersucht werden zudem verlässliche Reichweitenanzeigen gegen die „Reichweitenangst“.

Es gibt verschiedene Systeme, die für die Übergabe der Elektrizität an die Batterie benutzt werden, sagte Görges.



Mit Anschaffungskosten im Bereich von 500 bis 3.000 Euro ist die sogenannte Wallbox, bei der ein bis zwei Ladepunkte möglich sind, am günstigsten. Sie ist insbesondere für private Garagen und Carports sowie öffentliche Parkhäuser geeignet, wird an der Wand montiert und hat eine Ladeleistung von bis zu 22 kW.

Zum anderen gibt es Ladesäulen zur frei stehenden Montage, die meist im halböffentlichen oder öffentlichen Bereich zum Einsatz kommen. Die Ladeleistung für zwei bis vier Ladepunkte kann dabei auch höher als 22 kW sein. Die Anschaffungskosten betragen ca. 4.000 bis 8.000 Euro für AC-Ladung. Um die 20.000 Euro kostet die DC-Version.



### Zur Person



### Prof. Dr.-Ing. Daniel Görges

Daniel Görges studierte Informationstechnik mit Vertiefungsrichtung Automatisierungstechnik an der Technischen Universität Kaiserslautern und promovierte dort am Lehrstuhl für Regelungssysteme im Jahr 2011 auf dem Gebiet der hybriden Systeme. Seit dem Jahr 2013 ist er Juniorprofessor für Elektromobilität im Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik an der Technischen Universität Kaiserslautern. Seine Forschungsschwerpunkte liegen im assistierten und automatisierten Fahren, dem Energiemanagement in Hybridfahrzeugen, der Netzintegration von Elektrofahrzeugen und den zugehörigen regelungstheoretischen Grundlagen.

### Ladestationen?

Ist man mit einem E-Auto unterwegs und muss die Batterie „nachladen“, so finden sich derzeit zahlreiche Abrechnungs- und Zugangssysteme. Anzuteffen sind die SMS-Autorisierung per Handy und die RFID-Autorisierung per Kundenkarte, aber auch Lösungen mit Münzeinwurf und in Kombinationen mit Parkautomaten.

Wie viele Ladestationen gibt es schätzungsweise momentan in Deutschland? Die meisten Ladestationen, 23 Prozent, befänden sich in Deutschland derzeit in Parkhäusern, wusste Görges. Über zehn Prozent seien in Unternehmen zu finden, knapp über neun Prozent beim Handel, ca. fünf Prozent im öffentlichen Bereich. Nur 1,7 Prozent der Ladestationen befinden sich an Tankstellen.

### Elektromobilität im Elektroenergiesystem?

Das **technikforum** fragte Professor Görges, ob für die von der Politik gewünschte, zunehmende E-Mobilität genügend Ressourcen zur Verfügung stehen. Und wichtig auch: Welche Rolle wird Elektromobilität im Elektroenergiesystem spielen?

Elektrofahrzeuge können als mobile Energiespeicher einen wichtigen Beitrag zur Energiewende

liefern. Schwankungen erneuerbarer Energiequellen können durch koordiniertes Laden und gegebenenfalls Entladen der Batterien in den Fahrzeugen wirksam verringert werden. Ebenfalls ist die Bereitstellung weiterer Netzdienstleistungen zur Frequenz- und Spannungshaltung sowie zur Kompensation von Oberschwingungen und Unsymmetrien mit geregelten Ladesystemen denkbar.

Aus mehreren Studien geht hervor, dass die Netzbelastung durch das Laden von Elektrofahrzeugen vergleichsweise gering ist. Netzüberlastungen sind daher aller Voraussicht nach nicht zu erwarten.

### Ladestationen

- [www.plugfinder.de](http://www.plugfinder.de)
- [www.lemnet.org](http://www.lemnet.org)
- [www.goingelectric.de](http://www.goingelectric.de)
- [www.smarttanken.de](http://www.smarttanken.de)
- [www.e-stations.de](http://www.e-stations.de)
- [www.ladenetz.de](http://www.ladenetz.de)
- [www.chargemap.com](http://www.chargemap.com)

### Ladeinfrastruktur

- [www.mennekes.de](http://www.mennekes.de)
- [www.phoenixcontact.com](http://www.phoenixcontact.com)
- [www.chademo.com](http://www.chademo.com)
- [www.hectronic.com](http://www.hectronic.com)
- [www.ladenetz.de](http://www.ladenetz.de)
- [www.intercharge.eu](http://www.intercharge.eu)

Sybille Breunig / Daniel Görges  
Abb.: Görges

## E-Mobility – ohne Strom fährt nichts

*Es ist eine alt bekannte Binsenweisheit: Der Strom kommt aus der Steckdose! „Aber wer erzeugt ihn?“ wird gerne anschließend gefragt und gerade in Zeiten, in denen Elektromobilität gefördert werden soll, stellt sich eine weitere Frage: Reicht der zur Verfügung stehende Strom aus, um die von der Politik gewünschte verstärkte E-Mobilität möglich zu machen?*

Eine konkrete Überlegung des Redaktionsteams war: Nehmen wir an, in unserer Region werden irgendwann 50.000 PKW mit E-Antrieb unterwegs sein, und die Hälfte davon hängt abends an der Ladestation. Steht zur Ladung dieser PKW ausreichend Strom zur Verfügung?

### Genügend Strom für E-Mobilität in der Region

Für die Ladung der Akkus von Elektrofahrzeugen gibt es derzeit unterschiedliche Systeme. Dabei variieren die Arten und die Höhe der elektrischen Spannung sowie die derzeit auf dem Markt befindlichen Steckkontakte. Ein weiterer wesentlicher Punkt für die Höhe der Ladeleistung sind Art und Größe des Akkus selbst. Daher beträgt die herkömmliche Ladeleistung derzeit zwischen 2 kW bis 10 kW und bei einer Schnellladung bis zu 50 kW.

Die Grosskraftwerk Mannheim AG (GKM) sieht sich dem Strombedarf, der mit zunehmender E-Mobility einher gehen wird, gewachsen: Sie betreibt in Mannheim mit rund 2.150 MW Leistung den größten Kraftwerksstandort in Baden-Württemberg. Wenn von 50.000 Elektrofahrzeugen ausgegangen wird, die zeitgleich mit durchschnittlich 10 kW geladen werden, ergäbe sich daraus eine erforderlich Gesamtleistung von 500 MW. Im Vergleich hierzu: Allein der neue Block 9 hat eine Bruttoleistung von 911 MW.

Dies bedeutet für den Verbraucher zu Hause: Kein Problem. Denn zusätzlich zu der „normalen“ Strom- und Wärmebereitstellung des GKM könnten auch die Elektroautos in



Blick ins Maschinenhaus von Block 9

der Region mit Strom aus dem GKM aufgeladen werden, auch abends und nachts, wenn keine Sonne scheint und kein Wind weht. „Und dies mit Strom, der hocheffizient und klimaschonend erzeugt wurde. So setzt insbesondere Block 9 als einer der modernsten Steinkohleblöcke mit hoher Kraft-Wärme-Auskopplung und einem Brennstoffnutzungsgrad von bis zu 70 Prozent neue Maßstäbe“, betont das Mannheimer Unternehmen.

### Strom für die Bahn

Nicht nur E-Mobile wollen mit Strom versorgt werden – auch die Bahn. Das GKM erzeugt Drehstrom (Dreiphasenwechselstrom) für Haushalte, Industrie, Gewerbe und als einer der größten Erzeuger für Einphasenwechselstrom in Deutschland auch rund 15 Prozent des Strombedarfs der Deutschen Bahn. Dazu werden drei spezielle Bahnstromgeneratoren und in Verbindung mit Block 9 ein spezieller Frequenz-

umformer mit einer installierten Leistung von insgesamt 310 MW betrieben.

Während der „Haushaltsstrom“ eine Frequenz von 50 Hz hat, fährt die Bahn mit einer Frequenz von 16,7 Hz, mit dem elektrische Haushaltsgeräte wie Staubsauger oder Waschmaschine nicht funktionieren würden.

Der Unterschied ist historisch bedingt, da die in Deutschland von der Bahn eingesetzten Elektromotoren statt mit 50 Hz mit einer Wechselstromfrequenz von 16,7 Hz betrieben werden mussten. Damit erfordert das Bahnstromsystem bis heute eine eigene „Stromwelt“, die vom Kraftwerk mit eigenen Generatoren über ein separates Hochspannungs-Verteilungsnetz bis zu den Umspannstationen exklusiv für diese Frequenz konzipiert ist.

Grosskraftwerk Mannheim AG  
Thomas Schmidt  
Foto: GKM

## Starthilfe von Freudenberg für E-Mobile

*Elektrofahrzeuge deuten eine neue Ära der Automobilbranche an. Mehr als das: Sie leisten einen Beitrag zu einem zukunftsfähigen Energiekonzept. Für die nächsten Entwicklungsschritte stehen die Hersteller vor der Herausforderung, die Funktionalität und das Leistungsvermögen der Fahrzeuge stetig zu verbessern.*

Die Freudenberg Gruppe verfügt über ein überaus vielfältiges Leistungsspektrum für den Bereich E-Mobilität. Das kann beim Kunden überzeugen, wie das Gemeinschaftsprojekt „TechDay bei BMW“ belegt, den Klüber Lubrication zusammen mit Vibracoustic, Freudenberg Sealing Technologies, Freudenberg Performance Materials, Freu-

### FREUDENBERG GROUP

Das Portfolio der Freudenberg Gruppe für das Marktsegment E-Mobilität umfasst Innovationen in den Produktgruppen Hochvolt-speicher und Peripherie, Elektromotor und Antriebsstrang. Ebenso kommen Produkte in den Bereichen Brennstoffzelle und Wasserstofftechnologie zum Einsatz.

denberg New Technologies und weiteren Freudenberg-Gesellschaften gestaltete.

Das Ziel: Gemeinsam und frühzeitig diesen Zukunftsmarkt bearbeiten und die passgenauen Lösungen präsentieren, wenn E-Mobilität als Geschäftsfeld durchstartet.

### Effiziente Elektrotechnik

Eine Anwendung, die hinsichtlich Effizienz bei E-Mobilität besonders im Fokus steht, ist die Lager-schmierung von Elektromotoren, dem Herzstück von Elektrofahrzeugen. Und im Bereich Elektrotechnik sind die Fahrzeughersteller noch nicht immer sattelfest und haben durchaus Bedarf an Beratung.

„Dabei geht es vor allem um Lösungen, die komplexe kinematische und tribologische Zusammenhänge berücksichtigen wie variable Drehzahlen oder Temperaturen von -40 bis +150 Grad Celsius. Außerdem legen wir bei unseren Ansätzen die steigenden Anforderungen bezüglich der Laufzeiterwartung, Drehzahlkennwerte bis hin zur Lebensdauerschmierung der Bauteile zugrunde“, weiß Dieter Schuster, Manager Application Engineering bei Klüber Lubrication. Er ist regelmäßig als E-Mobility-Experte in



Schmiermittel von Klüber Lubrication, ein Unternehmen der Freudenberg Gruppe, erhöhen die Effizienz von Elektromotoren.

der Branche unterwegs, wenn es darum geht, Herausforderungen zu erkennen und dafür tribologische Lösungen zu finden. Dabei geht es unter anderem darum, die potenziell schädlichen Lagerströme zu reduzieren und damit die Lagerlebensdauer zu verlängern – ein direkter Mehrwert für die Kunden.

### Geschäftspotenzial der Zukunft

Dieses Wissen und passgenaue Lösungen und Services werden künftig nicht nur in der Kfz-Sparte, sondern auch in der Schiff- und Luftfahrt relevant sein.

FREUDENBERG GROUP  
Klüber Lubrication  
Jan Görner  
Foto: Klüber Lubrication/Freudenberg

## Elektroautos für Polizei in Baden-Württemberg – Stromsparen ohne Blaulicht

*Mitte August ging eine interessante Meldung durch die regionale Presse – passend zum Schwerpunkt-Thema dieses technikforum: Die Fahrzeugflotte der Landespolizei in Baden-Württemberg könne nun auf 29 weitere Elektroautos zurückgreifen, womit die Klimaschutzziele der Landesregierung unterstützt würden.*

Die Landespolizei in Baden-Württemberg wolle nicht nur die Bürger schützen, sondern auch das Klima, hieß es in der Meldung. Nachdem die Stuttgarter Polizei über fünf Jahre hinweg zwei Elektroautos getestet hat, kommt es nun zum landesweiten Einsatz.

Es gebe nirgendwo außer in Sachsen so viele Elektrofahrzeuge wie bei der baden-württembergischen Polizei, bemerkte Innenminister Thomas Strobl (CDU) bei der Übergabe. Die rein batteriebetriebenen Fahrzeuge ersetzen 29 Dieselfahrzeuge. Die neuen Leasingverträge laufen drei Jahre.

Auf Grund der noch zu geringen Reichweite von 150 bis 200 Kilometern werden die Elektroautos hauptsächlich im Transport- und Logistikverkehr sowie im Ermittlungsdienst eingesetzt und nicht im Streifendienst. Bei den Fahrzeugen hat man auch auf Blaulicht, Martinhorn und eine Klimaanlage

verzichtet, da diese zu viel Strom benötigen.

Verkehrsminister Winfried Hermann (Grüne) hofft, dass sich auch einige Bürger ein Beispiel am Land nehmen. „Wenn die Polizei sich auf Elektrofahrzeuge verlässt, dann ist das ein Vertrauensbeweis in diese Technologie.“ Das Ziel sei, bis 2020 den Kohlenstoffdioxid-Ausstoß in Baden-Württemberg um 20 Prozent zu verringern. Ein flächendeckender Austausch aller rund 5.200 Fahrzeuge bei der Polizei ist nicht geplant.

Sybille Breunig  
Quelle: SWR, 16.08.2016

## E-Mobility: Auch im landwirtschaftlichen Fuhrpark?

*E-Automobile, E-Bikes, E-Motorroller, E-Busse – das sind zurzeit die gängigen Fortbewegungsmittel mit elektrischem Antrieb. Die Vielfalt und Variationen werden zunehmen, sagen Experten. Wird E-Mobility auch im landwirtschaftlichen Betrieb Einzug halten oder sogar schon genutzt?*

Wen könnte man zu diesem Thema besser befragen, als einen der größten Hersteller von Landmaschinen, der seinen Sitz in Mannheim, gegenüber der VDE-VDI-Geschäftsstelle, hat? Das **technikforum** hat John Deere befragt und interessante Antworten erhalten.

### Sind E-Traktoren auf dem Markt?

Das war die erste Frage, die das **technikforum** John Deere stellte. Derzeit würden keine Traktoren zum Kauf angeboten, die nur mit elektrischer Energie betrieben werden, sagt Dr. Volker Knickel, Global Director Mid Tractor Product Line. Aber, ergänzt er, John Deere forsche auf diesem Gebiet, da Ansätze zur stärkeren Elektrifizierung der Landtechnik immer populärer werden.

Für einen ausschließlich elektrisch betriebenen Traktor fehlen bislang

technische Lösungen vor allem im Bereich der Batterie, die den Kundenanforderungen genügen würden, war zu erfahren.

„Wären E-Traktoren teurer als die mit Kraftstoff betriebenen Modelle?“ wollte das **technikforum** wissen. Knickel bejaht dies und erklärt, dass der zusätzliche Nutzen einer elektrifizierten Landtechnik bislang noch mit höheren Kosten einhergehe. Man erwartet aber, dass sich die Kosten durch größere Stückzahlen im Automobilbau noch deutlich reduzieren werden.

### Elektrifizierte Anbaugeräte

Es gibt jedoch bereits so genannte Anbaugeräte von John Deere, die elektrifiziert sind: „Wir haben

schon sehr früh damit begonnen, die dafür notwendige elektrische Energie integriert im Traktor zu erzeugen. Mit dem 7530 E-Premium und dem 6210RE haben wir Traktoren in den Markt gebracht, die elektrische Antriebe von Anbaugeräten auch während der Fahrt mit bis zu 20 kW elektrischer Energie versorgen können.“

Auf der „Agritechnica“ in Hannover hat John Deere im letzten Jahr einen mit dem Traktor steuerungs-technisch integrierten Generator vorgestellt, der bis zu 100kW elektrische Leistung zur Verfügung stellt.

Sybille Breunig

Quelle: Dr. Volker Knickel, John Deere



Smart Power Generator

Foto: John Deere

## Berufsbegleitender Masterstudiengang Elektromobilität

*Seit dem Wintersemester 2013/2014 gibt es in Baden-Württemberg die Möglichkeit eines berufsbegleitenden Masterstudiums „Elektromobilität“ mit Abschluss M. Eng. Angeboten wird der viersemestrige Masterstudiengang gemeinsam von den staatlichen Hochschulen der Hochschulföderation SüdWest (HfSW).*

Um welche Inhalte geht es? Dazu gibt die Homepage der HfSW Auskunft: „Die gegenwärtigen Bedürfnisse der Menschheit erfordern technische Lösungen, die vor allem zukünftigen Generationen keinen

Schaden bringen dürfen. Dieser Ansatz der nachhaltigen Entwicklung fordert Strategien, die insbesondere die Automobilbranche vor neue Herausforderungen stellt. Innovative Mobilitätskonzepte, die die Umweltverträglichkeit in den Mittelpunkt stellen und dem Problem der Ressourcenknappheit beikommen, werden die Basis zukünftiger Entwicklungsprojekte bilden.“

Das Konzept des Masterstudiengangs Elektromobilität sei speziell auf diese Fragestellungen ausgerichtet, sagt die HfSW. Während des Studienganges werden beispiels-

weise unterschiedliche Simulationswerkzeuge zur Modellbildung eingesetzt. Ein Schwerpunkt liegt zudem auf Leichtbaukonstruktionen und der damit verbundenen Werkstoffauswahl. Übergreifendes Ziel sei es, so HfSW, „die Studierenden zu befähigen, in verschiedenen Disziplinen die Energieeffizienz zu steigern und ökologische Strategien zu entwickeln.“

Weitere Informationen:

<http://www.hfsw.de/master-elektromobilitaet.html>

Sybille Breunig

# E-Busse im Praxiseinsatz – Mannheimer Projekt der Rhein-Neckar-Verkehr GmbH

*Die Rhein-Neckar-Verkehr GmbH (rnv) bezeichnet „rnv Primove“ als „Leuchtturmprojekt“. Im Rahmen der VDE-Mitgliederversammlung im Mai stellte Sebastian Menges, dem die Projektleitung obliegt, vor, was sich hinter der Bezeichnung verbirgt: Der Einsatz von zwei induktionsgeladenen Elektrobussen auf der Mannheimer Buslinie 63.*

Das Gebiet, für das die Rhein-Neckar-Verkehr GmbH verantwortlich ist, umfasst 73.700 Hektar und zählt 772.300 Einwohner. Grob gesehen ist es ein Dreieck mit den Eckpunkten Bad Dürkheim – Weinheim – Leimen. Um dieses Gebiet verkehrsmäßig bedienen zu können, hatte die rnv im Geschäftsjahr 2014 insgesamt 353 Fahrzeuge im Einsatz.

Es gibt 170 Busse, davon 168 Dieselfahrzeuge und derzeit zwei Elektrobuse. Der Stadtbahnbetrieb ist traditionell elektrisch ausgelegt. Mehr als zwei Drittel der Beförderungsleistung werden elektromobil erbracht.

Die Fahrgastzahlen haben sich in den letzten Jahren deutlich erhöht. Im Jahr 2014 wurden 170,4 Millionen Personenfahrten ermittelt, so die Statistik der rnv.

## Projekt „rnv Primove“

Eine der zahlreichen Strecken diente in den vergangenen Monaten als besondere Teststrecke für den Einsatz von Elektrobussen: Die

Mannheimer Buslinie 63. Sie führt mit einer Linienlänge von 9,4 Kilometern vom Hauptbahnhof zum Pfalzplatz. Wichtig für die Entscheidung sei neben der Länge ein betriebshofnaher Verlauf gewesen, so Menges. Ziel des Projektes war ein Jahr Dauerbetrieb.

Beteiligt am Projekt sind Bombardier Transportation (BT), die als Technologielieferant fungieren. Die wissenschaftliche Begleitung kommt vom Lehrstuhl für Bahnsystemtechnik des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT).

## Elektrobuse im täglichen Einsatz

Bei den Bussen handelt es sich um 12-m-Busse der Firma HESS, die Ladetechnik kommt von Bombardier. Die induktive Nachladung erfolgt an den Haltestellen. Die Busse sind mit einer 60 kWh Batterie ausgestattet, die Ladeleistung wird mit 200 KW angegeben.

Elektrobuse brauchen elektrische Energie, also galt es zunächst, die entsprechende Versorgung bereitzustellen. Sechs Ladestationen auf der Strecke und eine Ladestation auf dem Betriebshof stellen die Primove-Ladeinfrastruktur dar.

## Ladeinfrastruktur an der Haltestelle

Dass man als Betriebskonzept die Gelegenheitsladung habe, sei das Besondere an dem Projekt, erklärte Menges und erläuterte: Die Ladung erfolgt zum einen während der

Wendezeit an Endhaltestellen, zum anderen auf der Strecke während des Ein- und Ausstieges. Deshalb sei eine hohe Ladeleistung bei gleichzeitig geringer Entladetiefe der Batterie erforderlich.

Für das Projekt galt es, zunächst eine geeignete Ladeinfrastruktur aufzubauen. Menges nannte vier Komponenten: Die Ladeeinheit selbst ist in die Fahrbahn eingelassen. Die Versorgungseinheit befindet sich im Gehwegbereich, die Kühleinheit im Haltestellenbereich. Etwas versetzt steht der Übergabeschrank für die Energieversorgung.

## Bewährung im Betriebsalltag

Wie sieht die Bewertung des Projektes aus, war eine der Fragen, die an Menges gestellt wurden. Durchaus positiv, war die Antwort, auch wenn es natürlich nicht ohne „Kinderkrankheiten“ ging. So führte der Start des Projektes mit ausschließlich Elektrobussen zunächst zu Verspätungen, da anfangs noch nicht alle Ladestationen in Betrieb waren und auch an diesen die Ladeleistung noch gedrosselt war.

Inzwischen habe man die anfänglichen Probleme gut im Griff, zeigte sich Menges zufrieden. Die Busse sind nicht nur beim Fahrpersonal beliebt. Die Ladezeiten an den sogenannten „Unterwegsladestationen“ sind sehr gering, auch wenn der Ladevorgang an sich für das Fahrpersonal noch eher aufwändig ist. Auch seitens der Fahrgäste gibt es gute Beurteilungen. So werden beispielsweise die Beschleunigung und das Fahrverhalten der Busse als sehr positiv beschrieben.

Was sind die nächsten Schritte, wurde Menges gefragt. Seine Antwort darauf: Umstellung auf reine Elektrobusslinie, automatisches Laden und insgesamt eine Konzepterstellung zur Ausweitung der elektrischen Fahranteile im Busbereich.



E-Bus des rnv

Sybille Breunig  
Foto: rnv

## Elektro-Hybridbuslinie in Stockholm mit Ladetechnik von Siemens

*In der schwedischen Hauptstadt Stockholm hat eine mit Elektro-Hybridbussen betriebene Buslinie des Betreibers Stockholm Public Transport (SL) den Linienbetrieb aufgenommen. Die Ladetechnik stammt von Siemens und wurde zusammen mit Vattenfall installiert.*

Die Ladung der Busse erfolgt jeweils an den Endstationen. Die Schnellladestationen laden die Lithium-Batterien der Busse in rund sechs Minuten. Die Elektro-Hybridbusse bedienen die Linie 73 zwischen Ropsten und Karolinska Institut und können sieben Kilometer rein elektrisch fahren. Dadurch werden lokale Emissionen und Lärm reduziert.

### Kraftstoff der Zukunft

„Strom ist ein wichtiger Teil des zukünftigen Verkehrs. Die Infrastruktur trägt dazu bei, dass öffentlicher Nahverkehr sauberer und leiser wird. Vattenfall demonstriert mit diesem Projekt den Kraftstoff der Zukunft auf einer kompletten Busroute“, sagt Andreas Regnell, Chief Strategy Officer Vattenfall Nordic Region.

„Elektro-Hybridbusse und voll-elektrische Busse sorgen dafür, dass die Busflotten im öffentlichen Nahverkehr immer umweltfreundlicher werden. Mit unserem Schnellladesystem lassen sich die Busse schnell und unkompliziert mit Energie versorgen“, ergänzt Sandra Gott-Karlbauer, CEO der Siemens Business Unit Urban Transport.

### Schnellladesystem

Die Linie 73 wird mit einem Volvo-Bus vom Typ 7900 betrieben. Der Elektromotor verfügt über eine Leistung von 150 kW. Die Batterien werden an Schnellladestationen, die sich jeweils an den Endhaltestellen befinden, aufgeladen. Um den Ladevorgang zu starten, braucht der Fahrer den Bus lediglich unter der Station zu parken. Der Lade-arm senkt sich herab, und der Ladevorgang startet vollautomatisch.



*Im Bild von links nach rechts: Magnus Åkerhielm, CEO Keolis (Betreiber); Håkan Agnevall, CEO Volvo Buses; Kristoffer Tamsons, Landrat für Verkehr der Region Stockholm und Vorstand der Stockholmer Verkehrsbetriebe; Ulf Troedsson, CEO Siemens Schweden*

Nach rund sechs Minuten ist er abgeschlossen. Ein vollständig geladener Elektro-Hybridbus kann bis zu sieben Kilometer rein elektrisch zurücklegen.

Im Januar 2015 haben Siemens

und Volvo eine Kooperationsvereinbarung über die Lieferung elektrischer Stadtbussysteme unterzeichnet. Bereits im Dezember 2014 hat in Hamburg die erste Buslinie ihren Betrieb aufgenommen.



*Elektro-Hybridbuslinie mit Ladetechnik von Siemens*

# Siemens testet eHighway-System in Kalifornien

**Elektrifizierte Lastwagen sollen die Luftverschmutzung in Kalifornien verringern. Siemens installiert hierfür ein Demonstrationsprojekt zusammen mit der Volvo Group.**

Siemens wird zu Test- und Demonstrationszwecken in der Nähe der größten US-Häfen Los Angeles und Long Beach auf einer Strecke von zwei Meilen ein Oberleitungssystem für Elektrohybrid-LKW installieren. Einen entsprechenden Auftrag erhielt das Unternehmen von der südkalifornischen Umweltbehörde für Luftreinhaltungspolitik, dem South Coast Air Quality Management District (SCAQMD).

## Emissionsfreie Lösung

Ziel ist es, lokale Emissionen wie Stickoxide komplett zu eliminieren und den Verbrauch fossiler Kraftstoffe sowie Betriebskosten der LKW zu reduzieren. Die Testergebnisse sollen im Jahr 2016 vorliegen und die Eignung des Systems für eine künftige kommerzielle Nutzung aufzeigen. Die Häfen von Los Angeles und Long Beach suchen eine emissionsfreie Lösung („Zero Emission I-710 Project“) für ein Teilstück des Highway I-710 mit einem großen Anteil an LKW-Pendelverkehr. Auf 30 Kilometern verbindet es die beiden Seehäfen und das Eisenbahn-Umschlagzentrum im Landesinneren.



Fahrszene auf der erweiterten eHighway Teststrecke in Groß Dölln

## eHighway

Im Rahmen der Demonstration des eHighway-Systems werden zwei Fahrspuren auf der Alameda Street in der Stadt Carson, Kalifornien, über ein Oberleitungssystem elektrifiziert. Mit Hybridantrieb und intelligenten Stromabnehmern ausgerüstete eHighway-LKW werden sich während der Fahrt aus Oberleitungen mit elektrischer Energie versorgen und fahren damit lokal emissionsfrei.

Gemeinsam mit dem Fahrzeughersteller Volvo Group und dessen Marke Mack sowie lokalen LKW-Umrüstern entwickelt Siemens bis zu vier Vorführfahrzeuge. Der intelligente Stromabnehmer ermöglicht Überholvorgänge und ein automatisches An- und Abdocken bis zu einer Geschwindigkeit von 90 km/h.

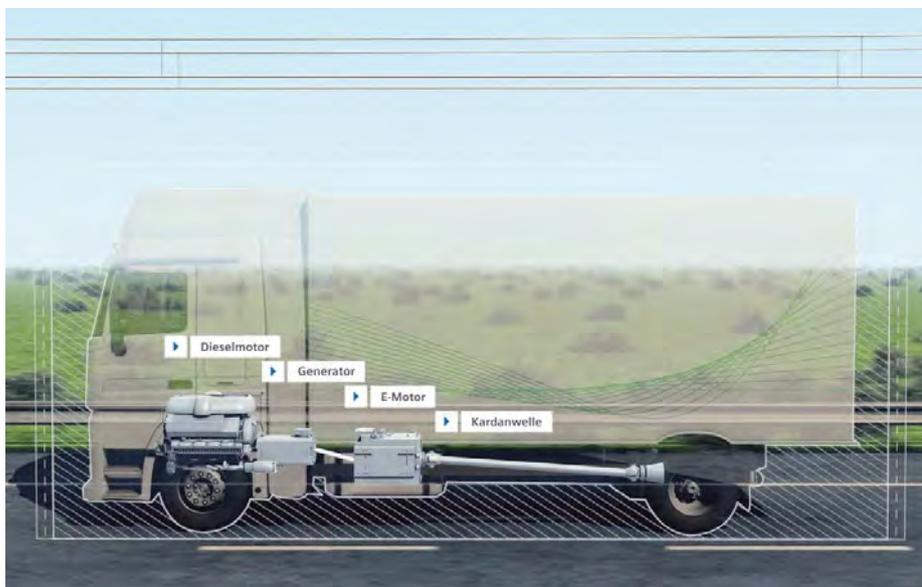
Auf Straßen ohne Oberleitungen setzen die Fahrzeuge ein Hybrid-system ein, das alternativ mit Diesel, komprimiertem Erdgas oder über Batterie betrieben werden kann.

„Unsere -eHighway-Technologie eliminiert lokale Emissionen und ist eine wirtschaftlich attraktive Lösung für den Gütertransport auf LKW-Pendlerstrecken“, sagt Matthias Schlelein, Leiter der Siemens Division Mobility and Logistics in den USA.

## eFrachttransporte

„Mit diesem Projekt können wir die Machbarkeit eines emissionsfreien Frachttransportsystems mit Oberleitung besser einschätzen“, so Barry Wallerstein, Leiter des SCAQMD. „Die Luftverschmutzung in Südkalifornien ist so gravierend, dass unter anderem emissionsfreie und emissionsarme Frachttransportsysteme notwendig sind, um die Umweltbestimmungen zu erfüllen.“

„Es freut mich zu sehen, dass die Region Los Angeles an vorderster Front steht, wenn es darum geht, Spitzentechnologie für ein zunehmend wichtiges wirtschaftliches Zentrum bereitzustellen“, so Joe Buscaino, Stadtrat für Los Angeles. „Das Projekt eHighway zeigt, wie Elektrizität zum Antrieb der Verkehrssysteme dienen kann, während sich die Bürger unserer Stadt gleichzeitig über sauberere Atemluft freuen können.“



LKW mit Hybridantriebstechnik für den Einsatz auf elektrifizierten Strecken

Siemens AG  
Fotos: [www.siemens.com/presse](http://www.siemens.com/presse)  
[www.siemens.de/mobility](http://www.siemens.de/mobility)

# „Back to the Future – Zukunftswege der Aufladung aus Sicht eines Turboladerherstellers“

*Der Verbrennungsmotor und die Turboaufladung können jeweils auf eine über 100-jährige Entwicklungsgeschichte zurückblicken. Schon früh wurde von den Pionieren der Motorenentwicklung erkannt, dass speziell die Abgasturboaufladung große technische Vorteile für den Verbrennungsmotor bietet.*

Allerdings muss man heute rückblickend zur Kenntnis nehmen, dass sich die Abgasturboaufladung über einen langen Zeitraum sehr viel schwerer mit der Marktdurchdringung getan hat, als dies beim Verbrennungsmotor der Fall war. Bis in die 70er Jahre des letzten Jahrhunderts war die Turboaufladung praktisch nur bei großen Schiffs- und Stationärmotoren großflächig im Einsatz. Danach fand sie Schritt für Schritt Einzug bei Nutzfahrzeug-Dieselmotoren, und erst in den 80er Jahren hat sie sich dann auch bei den Pkw-Motoren langsam aber sicher durchgesetzt.

## Fortschritt der Turboaufladung

Interessant hierbei ist festzustellen, dass der Fortschritt der Turboaufladung immer eng mit der Weiterentwicklung der Einspritzung verbunden war. Beide Technologien haben sich gegenseitig ergänzt und damit ihre gemeinsame Verbreitung

vorangetrieben. Als Beispiel hierfür kann man den vermehrten Einsatz von Abgasturboladern anführen seit VW mit dem Golf 1 erstmals einen Dieselmotor vorgestellt hat, der bezüglich Fahrdynamik, Gewicht und Verbrauch neue Maßstäbe setzte. Danach war es die Direkteinspritzung bei Pkw-Dieselmotoren, die gemeinsam mit der variablen Turbinengeometrie (VTG) ihren Siegeszug antrat. Und schließlich führten weitere Verbesserungen in der Gemischaufbereitung durch Common-Rail-Systeme und die Forderung nach immer höheren spezifischen Motorleistungen zum Einsatz von mehrstufigen Aufladesystemen.

Eine ähnliche Entwicklung kann man auch bei den Ottomotoren erkennen (Abb. 1). Erst mit der Einführung der Benzineinspritzung konnten die Vorteile der Abgasturboaufladung nach und nach umgesetzt werden. Trotzdem schritt die Verbreitung der Abgasturboaufladung langsamer voran, als dies beim Dieselmotor der Fall war.

Die Ursachen hierfür sind vielschichtig, wobei zwei Gründe sicherlich hervorzuheben sind:

1. Die höhere Abgastemperatur des Ottomotors erfordert einerseits höherwertigere Werkstoffe

und gleichzeitig einen höheren Aufwand beim Wärmemanagement des Aufladesystems. Praktisch alle im Serieneinsatz befindlichen Abgasturbolader sind mit einer Wasserkühlung ausgestattet, und die turbinenseitig eingesetzten Werkstoffe weisen einen sehr hohen Nickelanteil auf. Beide Maßnahmen treiben die Kosten stark in die Höhe.

2. Eine weitere Herausforderung stellt das verzögerte Ansprechverhalten eines turboaufgeladenen Motors dar. Dieser Nachteil tritt insbesondere beim quantitätsgeregelten Ottomotor zu Tage, da hier der Turbolader im unteren Teillastgebiet mit sehr geringen Abgasmassenströmen und damit auf einem sehr niedrigen Drehzahlniveau arbeitet. Beim Beschleunigen des Motors muss deshalb der Turbolader eine größere Drehzahlspanne durchlaufen als beim Dieselmotor, was zu einer Verlängerung des Hochlaufvorgangs führt.

Auch beim Ottomotor war es die Einführung der Benzindirekteinspritzung, die der Abgasturboaufladung einen deutlichen Wachstumsschub beschert hat. Durch die Kombination von Direkteinspritzung und Abgasturboaufladung können Betriebsstrategien umgesetzt werden, die die oben beschriebenen Nachteile der Abgasturboaufladung deutlich verringern. Als Beispiel hierfür kann die intensive Zylinderspülung im Low-End-Torque-Bereich (Scavenging) genannt werden.

Inzwischen hat die Abgasturboaufladung nach den oben beschriebenen anfänglichen Verzögerungen eine nahezu vollständige Marktdurchdringung bei Dieselmotoren erreicht. Bei den Ottomotoren ist diese zwar noch wesentlich geringer, aber es besteht kaum Zweifel daran, dass sich in den kommenden Jahren die Aufladung auch in diesem Segment komplett durchsetzen wird.

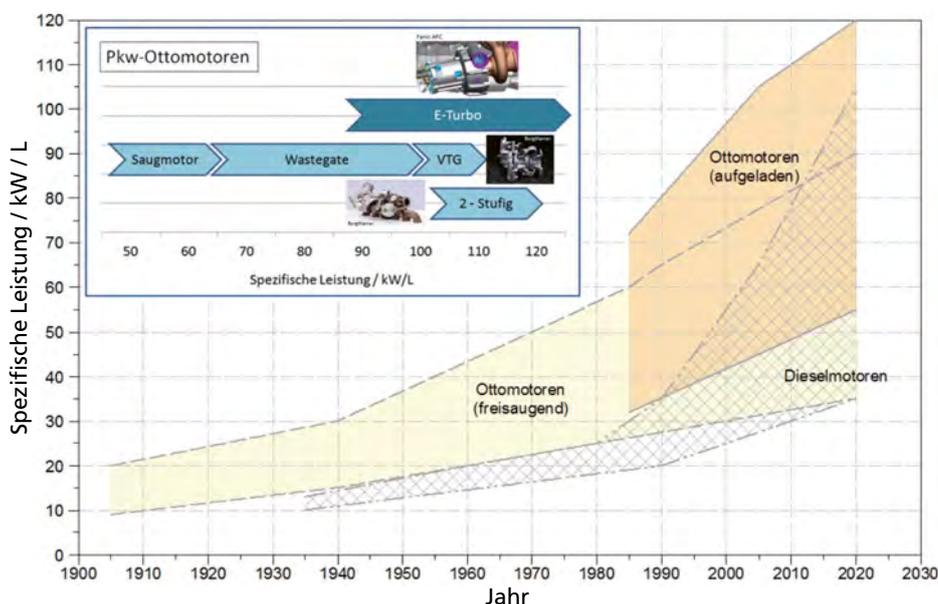


Abb. 1: Entwicklung der Aufladetechnologie bei Pkw-Ottomotoren

**Abgasturboaufladung (ATL) – zentraler Platz bei Fahrzeugmotorisierung**

Die Abgasturboaufladung nimmt heute also einen zentralen Platz bei der Fahrzeugmotorisierung ein, denn ohne sie sind die gesetzlichen Anforderungen hinsichtlich Verbrauch und Emissionen sowie ein dynamisches Fahrverhalten nicht mehr darstellbar. Die Zukunft der Aufladung ist allerdings eng mit der Weiterentwicklung des Antriebsstrangs und vor allem mit dessen zunehmender Diversifizierung verbunden. Somit ist die Wahl des Aufladesystems zunehmend eine ganzheitliche Systemfrage.

Konventionelle Diesel- und Ottomotoren werden in der Antriebstechnik kurz- und mittelfristig Ihre dominierende Rolle beibehalten, wobei diese noch ein erhebliches Potenzial hinsichtlich Verbrauchsreduzierung haben. In der Fachwelt ist man sich aber auch weitgehend einig darüber, dass die Elektrifizierung des Antriebsstrangs einen immer größeren Stellenwert einnehmen wird, wobei das rein elektrisch betriebene Fahrzeug sicherlich noch über längere Zeit auf bestimmte Einsatzgebiete beschränkt bleibt.

Bereits vor mehr als 15 Jahren wurde bei den ATL-Herstellern begonnen, ernsthaft an Technologien zu arbeiten, die unter Zuhilfenahme von elektrischer Energie das Ansprechverhalten des Turboladers verbessern und damit das Turboloch verringern sollten. Die anfangs beschrittenen Wege waren vielfältig, und man war mit erheblichen Herausforderungen konfrontiert, die vor allem beim Betrieb mit hoch drehenden Elektromaschinen auftraten.

**Besondere Turboladesysteme für E-Motoren**

Erschwerend für die Elektromotoren kamen die hohen Temperaturen hinzu, unter denen der Turbolader betrieben wird. Einige Hersteller haben sich deshalb auf zusätzliche Aufladesysteme konzentriert, die dem Abgasturbolader in Reihe geschaltet werden, mit dem Ziel, in Betriebsbereichen, in denen nur wenig Abgasenergie zur Verfügung steht,

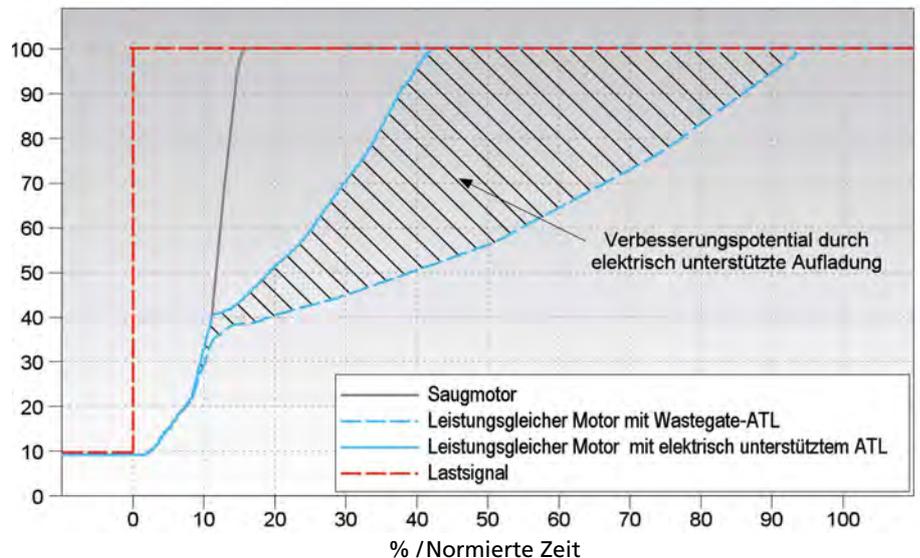


Abb. 2: Potenzial zur Verbesserung des Beschleunigungsverhaltens mit elektrisch unterstützter Aufladung

das Beschleunigungsverhalten zu verbessern. Diese sogenannten e-Booster sind als Beschleunigungshilfe bzw. auch teilweise für den stationären Betrieb bei niedrigen Motordrehzahlen gedacht. Allerdings besitzen solche Systeme keine Abgasturbine und können deshalb auch keine generatorische Funktion wahrnehmen.

Trotz guter Resultate, die mit elektrisch unterstützten Systemen erzielt wurden, hat sich die Markteinführung allerdings sehr lange hingezogen. Der Grund war die fehlende oder zumindest leistungsmäßig nicht ausreichende elektrische Infrastruktur in den Fahrzeugen. Um eine zufriedenstellende Performance dieser Systeme realisieren zu können, sind elektrische Leistungen notwendig, die die Fahrzeugbord-

netze entweder nicht bereit stellen konnten oder hohe Zusatzkosten verursacht hätten.

Mit der schrittweisen Einführung von hybriden Antriebssträngen ändert sich die Situation für die Aufladung nun grundlegend. Die nun realisierbaren Bordnetze (48 V, 120 bis 400 V) können zu einer Elektrifizierung des Aufladesystems und den damit verbundenen Freiheitsgraden genutzt werden. Dies ist insbesondere für die Auslegung der ATL-Konzepte von entscheidender Bedeutung. So können bei hohen Downsizing-Graden und entsprechend kleinen Hubräumen elektrisch angetriebene Verdichter in Hybridfahrzeugen eingesetzt werden, die das Ansprechverhalten und damit die Fahrbarkeit im unteren Drehzahlbereich deutlich verbessern.

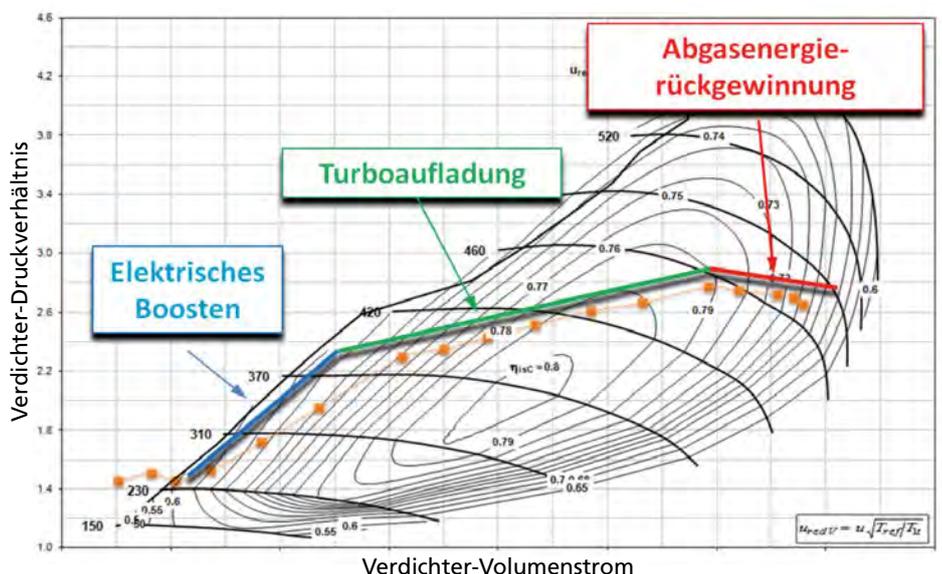


Abb. 3: Mögliche Betriebszustände mit elektrisch unterstützter Aufladung

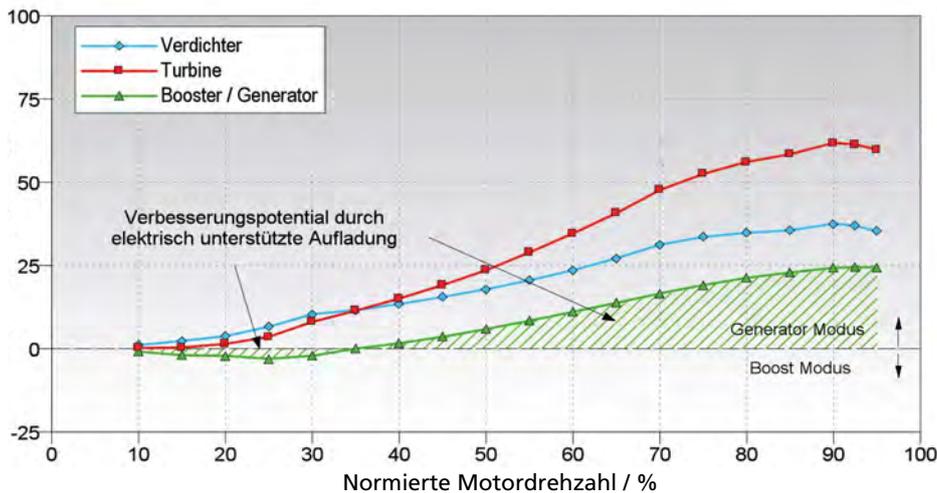


Abb. 4: Potenzial zur Abgasenergieerückgewinnung mit elektrisch unterstützter Aufladung

Neben elektrisch angetriebenen Verdichtern sind aber vor allem elektrisch unterstützte Abgasturbolader bzw. elektrische Turbocompoundsysteme von besonderem Interesse. Hierbei kann der Ladedruck über ein Motor- / Generatorsystem geregelt werden. Solche Systeme ermöglichen sowohl das Boosten (Abb. 2), als auch die Rekuperation von überschüssiger Abgasenergie, die über das Bordnetz in Form von elektrischer Energie in die Batterie gespeist werden kann (Abb. 3 + 4).

### Rennsport als technologischer Wegbereiter

Der Rennsport geht hierbei als technologischer Wegbereiter in konsequenter Art und Weise voran. Sowohl das neue Regelwerk für die Formel 1, als auch das Regelwerk für die FIA Langstrecken Weltmeisterschaft, zu dem das traditionsreiche 24-Stunden-Rennen von Le Mans gehört, begrenzen ab 2014 die mitzuführende Kraftstoffmenge sowie die maximal zulässigen Energieströme innerhalb des kompletten Hybridantriebs. Die Regeländerungen führen dazu, dass die eingesetzte Kraftstoffenergie für die turboaufgeladenen Motoren möglichst effizient genutzt werden muss. Die Regelwerke erlauben hierfür elektrische Turbocompoundsysteme, welche zusätzliche Energie aus dem Abgas gewinnen können (Abb. 5). Mit den neuen Antriebseinheiten der Formel 1 werden beispielsweise Kraftstoffverbrauchseinsparungen von ca. 30 Prozent gegenüber den Saugmotoren der zurückliegenden Saison bei gleicher Leistung erzielt.

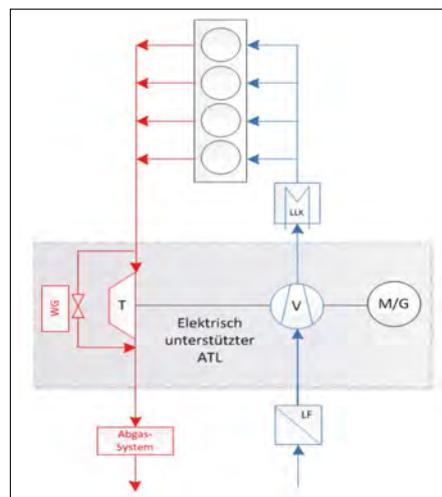


Abb. 5: Systemarchitektur mit elektrisch unterstützter Aufladung

### Elektrifizierung des Turboladers – Einsatz im PKW

Für den Einsatz im Pkw im kommerziellen Bereich ergeben sich daraus weitreichende Änderungen für das Aufladesystem. Durch die Elektrifizierung des Turboladers eröffnen sich technische Möglichkeiten, aktuell aufwändige und teure Technologien zu ersetzen. In der Vergangenheit musste das Ansprechverhalten und das Drehmoment bei niedrigen Motordrehzahlen durch teilweise komplexe mechanische Systeme verbessert werden. Die variable Turbinengeometrie stellt hierfür ein gutes Beispiel dar. Speziell bei Ottomotoren konnte sich diese Technik insbesondere wegen der mit der hohen Komplexität verbundenen Kosten, aber auch wegen der Grenzen durch den steigenden Abgasdruck bei niedrigen Motordrehzahlen bislang nicht durchsetzen. Die elektrisch unterstützte Aufladung kann die Anforderungen für solche

Motoren erfüllen und in Kombination mit Abgasenergieerückgewinnung im generatorischen Betrieb den Kraftstoffverbrauch weiter senken.

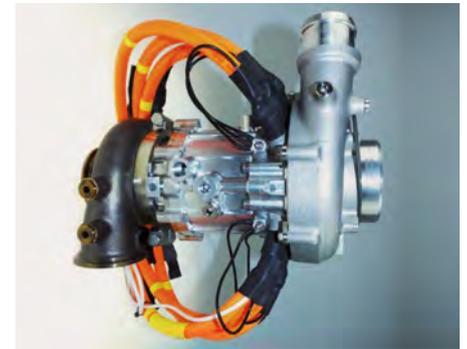


Abb. 6: Beispiele für elektrisch unterstützten Turbolader von Pankl APC TurboSystems

Neben der CO<sub>2</sub>- und Schadstoffreduktion kann mit solchen Antriebs- und Aufladekonzepten auch eine sehr hohe Fahrdynamik realisiert werden, welche für die Kundenakzeptanz eines Fahrzeugs unabdingbar ist. Gesamtenergieeffizienz bei gleichzeitig attraktiven Fahrverhalten stehen im Vordergrund.

Es ist klar abzusehen, dass sich die Aufladetechnik sehr stark in Richtung Elektrifizierung verändern wird, genauso wie sich der Fahrzeugantriebsstrang schon dorthin verändert hat. Einerseits wird die Komplexität auf der elektrischen Seite steigen, aber andererseits auf der mechanischen Seite sinken. Diese Entwicklung wird auf mittlere Sicht kostenneutral ablaufen und langfristig die Gesamtkosten sogar senken.

Rückblickend muss man feststellen, dass sowohl der elektrische Fahrzeugantrieb als auch die Turbocompoundtechnologie bereits entscheidende Rollen in der Anfangszeit der Fahrzeug- und Motorenentwicklung gespielt haben. Porsche entwickelte 1899 mit dem Lohner-Porsche Semper Vivus den ersten Hybrid-Pkw und Büchi's Patent von 1905 beschreibt eine Verbundmaschine bestehend aus Verbrennungsmotor, Turbine und Verdichter auf einer gemeinsamen Welle, was man heute als Turbocompoundsystem bezeichnen würde. Zurück in die Zukunft.

Pankl APC TurboSystems, Mannheim  
Prof. Dr.-Ing. Hans-Peter Schmalzl,  
Geschäftsführer und Gesellschafter  
Dipl.-Ing. (FH) Roman Dabrowski,  
MEng., Entwicklungsleiter

# „Historische Weltpremiere nicht nur für die Luftfahrt“: ABB-Partner Solar Impulse vollendet Flug um den Globus

*ABB-Allianzpartner Solar Impulse vollendete kürzlich seinen Flug um den Globus ganz ohne Treibstoff. Das von 17.248 Solarzellen angetriebene Flugzeug Solar Impulse hat Geschichte geschrieben, in dem es die erste Weltumrundung allein mit der Kraft der Sonne erfolgreich abschloss.*

## Pioniergeist bewegt die Welt

2015 startete die Weltumrundung, sie erfolgte in mehreren Etappen. Nach einer letzten Etappe ab Kairo landete der Flieger am 26. Juli 2016 nach einer Flugzeit von 48 Stunden und 37 Minuten um 4:05 Uhr Ortszeit am Ausgangspunkt in Abu Dhabi.

„Dies ist eine wahrhaft historische Leistung mit enormer Symbolkraft“, sagte Ulrich Spiesshofer, CEO von ABB. „Sie zeigt eindrucksvoll, dass wir mit Pioniergeist und sauberen Technologien die Welt bewegen können, ohne die natürlichen Ressourcen der Erde zu verbrauchen. Wir sind außerordentlich stolz, dass wir an diesem bemerkenswerten Projekt mitwirken durften.“

## Erfolgreiche Partnerschaft

Als ABB die Innovations- und Technologieallianz mit Solar Impulse einging, gaben gemeinsame Ziele den Ausschlag. Denn was Solar Impulse in der Luft erreicht, vollbringt ABB am Boden: Das Unternehmen blickt auf eine 125-jährige Tradition als Pionier für Energie- und Automationstechnologien zurück.



Das ausschließlich mit Solarenergie betriebene Flugzeug legte insgesamt rund 40.000 Kilometer zurück.

„Dies ist eine historische Weltpremiere im Bereich erneuerbarer Energien und sauberer Technologien, nicht nur für die Luftfahrt“, sagte Bertrand Piccard bei der Landung. „Durch die gemeinsame Nutzung der jeweiligen Stärken haben Solar Impulse und ABB gezeigt, wie bahnbrechende Innovationen in zuverlässige Lösungen überführt und Energie im Sinne einer nachhaltigen Welt effizienter erzeugt, gespeichert und genutzt werden können.“

André Borschberg, Mitgründer, CEO und Pilot von Solar Impulse, bestätigte den hohen Wert der Partnerschaft: „Ohne das Know-how und die Unterstützung von ABB und anderen Projektpartnern wäre dieser Erfolg nicht möglich gewesen. Im Rahmen ihrer Innovations- und Technologieallianz mit Solar Impulse hat ABB Experten für die Mission abgestellt, darunter Ingenieure, die das Projekt während der gesamten Weltumrundung als feste Mitglieder der Bodencrew

begleitet haben.“ Sie kümmerten sich zum Beispiel um die Verbesserung der Steuerungssysteme für den Bodenbetrieb und die Optimierung der Ladeelektronik für die Batteriesysteme des Flugzeugs.

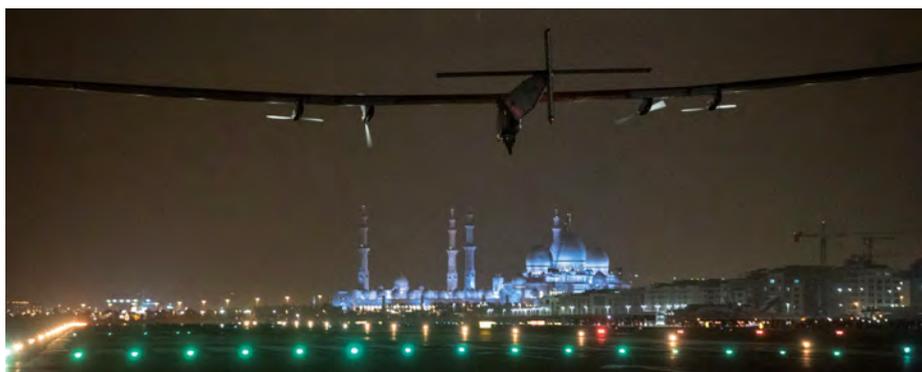
## Weltrekorde aufgestellt

Während ihres Flugs um die Welt legte Solar Impulse Zwischenstopps auf vier Kontinenten ein – Asien, Nordamerika, Europa und Afrika –



Die beiden Piloten Borschberg und Piccard (v.l.), die sich bei dem Flug um die Welt abwechselten, stellten mehrere Weltrekorde auf.

und überquerte zwei Ozeane (Pazifik und Atlantik), das Mittelmeer und die Arabische Halbinsel. Dabei stellte sie mehrere neue Weltrekorde in der Luftfahrt auf. So legte André Borschberg auf der Etappe von Japan nach Hawaii den längsten je absolvierten Soloflug zurück (117 Stunden und 52 Minuten) und Bertrand Piccard bewältigte den ersten Solarflug über den Atlantischen Ozean.



Solar Impulse landete am 26. Juli nach der letzten Etappe von von 48 Stunden und 37 Minuten um 4:05 Uhr Ortszeit in Abu Dhabi.

ABB  
Alexander Vogler  
Fotos: Solar Impulse / Rezo.ch

## Freie Fahrt für autonome Fahrzeuge

*Ein 1.300 Kilometer langer Korridor zwischen Rotterdam und Wien, auf dem Fahrzeuge und Infrastruktur miteinander kommunizieren, fahrerlose U-Bahnen in Paris, Budapest und Riad, autonomer öffentlicher Nahverkehr in Ulm: Die Zukunft der Mobilität ist vernetzt und autonom. Ermöglicht wird die Digitalisierung der Straße durch Technologien von Siemens.*

Zwei Ampeln an einer kleinen Kreuzung auf dem Gelände der Siemens-Forschungszentrale in München-Neuperlach. So normal sie wirken, weisen die Lichtsignalanlagen doch in die Zukunft des Straßenverkehrs. Denn ein kleiner, an einem der Ampelmasten angebrachter Kasten kommuniziert über Digitalfunk mit durchfahrenden Fahrzeugen. Er kann sich mit anderen dieser „Road Side Units“ verbinden, die wiederum mit einer Verkehrszentrale verknüpft sind. So entsteht ein WLAN-Funknetz, das den Fahrer in Sekundenbruchteilen über einen Bildschirm auf Verkehrsstörungen oder die aktuelle Ampelschaltung hinweist.

### Internet des Autos

Die „Car2X-Technologie“ soll in einem 1.300 Kilometer langen Testkorridor von Rotterdam über Frankfurt am Main bis nach Wien getestet werden. Entsprechend ausgestattete Fahrzeuge werden beispielsweise vor Autobahnbaustellen gewarnt. Das soll Unfälle reduzieren und Staus vermeiden. An diesem „Internet des Autos“ sind die deutsche Automobilindustrie, Forschungsinstitute und Siemens beteiligt.

Das Unternehmen liefert Hard- und Software – einschließlich der Road Side Units – für die Kommunikation der Fahrzeuge in den Niederlanden, Deutschland und Österreich. Langfristig sollen zusätzlich zu Verkehrsschildern und Warntafeln auch Parkhäuser in Car2X integriert werden. „Die fortgeschrittene Digitalisierung des Autos erlaubt uns diese Vernetzung“, sagt Daniel Hobohm, Experte im Bereich Intelligente



*Der Autoflüsterer: Im Rahmen des Projekts Car2X sollen Roadside Units entlang der Teststrecke mit den Testfahrzeugen kommunizieren.*

Verkehrssysteme bei Siemens. „Und die Vernetzung legt wiederum die Grundlage für die Zukunft des autonomen Verkehrs.“

### Die Autonomisierung des Verkehrs schreitet voran

Weltweit tüfteln Experten seit Jahren an der Autonomie des Verkehrs. Bereits heute rollen fahrerlose U-Bahnen von Siemens in Nürnberg, Paris oder Barcelona über die Gleise. In Kalifornien sind sich selbst steuernde Testfahrzeuge von Google ein alltäglicher Anblick. Nutzfahrzeughersteller testen erste voll automatisierte LKWs. Gleichzeitig entwickelt die Automobilindustrie Elektrofahrzeuge, in die sich digitale Technologien für autonomes Fahren leicht integrieren lassen.

Hobohm steht in Neuperlach vor einer Metalltafel und wirft mit ein paar Strichen die Zeichnung einer Ampel, unter der ein Pkw steht, an die Wand. Die Ampel stehe für die Infrastruktur, sagt er, das Auto für Fahrzeuge. Beide hätten sich über hundert Jahre weitgehend unabhängig voneinander entwickelt. Einzige Schnittstelle sei das Auge des Fahrers gewesen.

Doch jetzt beginnen die beiden Welten dank Digitalisierung direkt miteinander zu kommunizieren. Ihre Vernetzung nimmt kontinuierlich zu. Car2X ist ein gutes Beispiel dafür.

„In den kommenden 15 Jahren verarbeiten voraussichtlich noch Fahrer diese Informationen. Langfristig übernehmen das aber wohl autonome Fahrerassistenzsysteme direkt“, sagt Hobohm. „Doch selbst wenn nie ein autonomes Auto kommen sollte, hilft das der Verkehrssicherheit – denken Sie etwa nur an Auffahrunfälle.“

### Fahrerlose U-Bahnen: Schnellere Taktung, mehr Passagiere

Auf Schienen ist die Autonomisierung noch weiter gediehen. Mit dem Projekt „Cargomover“ entwickelte Siemens bereits 2002 mit der RWTH Aachen einen vollautomatisch gesteuerten Gütertriebwagen. Darauf baute das Unternehmen auf – und heute ist die fahrerlose Zukunft auf Bahngleisen bei U-Bahnen Wirklichkeit.

So hat Siemens der Stadt Nürnberg 2008 eine der weltweit ersten computergesteuerten U-Bahnen übergeben. Seither rollen weitere autonome Siemens-U-Bahnen in Barcelona, Paris oder Budapest – das Unternehmen ist Marktführer. In wenigen Jahren eröffnet zudem in Riad, der rund fünf Millionen Menschen beherbergenden Hauptstadt Saudi-Arabiens, ein neues, 176 Kilometer langes U-Bahn-Streckennetz. Siemens liefert 74 fahrerlose Inspiro-Metro-Züge für zwei der

sechs Linien, außerdem die dazugehörige Elektrifizierung, Signal- und Kommunikationstechnik sowie die zentrale Steuerung der Strecke.

WLAN-basierte Steuerungssysteme stellen sicher, dass die Züge in Hauptverkehrszeiten im 90-Sekunden-Rhythmus verkehren und so über 21.000 Fahrgäste pro Stunde befördern können. Die enge Taktung ist möglich, weil Bremsweg und Geschwindigkeit der Züge ständig berechnet werden ebenso wie der kleinstmögliche Abstand zum nächsten Zug. Gleichzeitig bestimmt das Steuersystem anhand des Streckenprofils, wie stark ein Zug beschleunigen muss, um die Distanz zum vorausfahrenden Zug bei niedrigstem Energiebedarf einzuhalten.



Mit Car2X beginnen Infrastruktur und Fahrzeug miteinander zu kommunizieren. Mittelfristig verarbeiten noch Fahrer diese Informationen. Langfristig übernehmen das aber wohl autonome Fahrerassistenzsysteme direkt.

### Selbstständige Straßenbahnen und Busse

So autonom sind Straßenbahnen oder Busse noch nicht – doch auch hier vollzieht sich der Wandel zu mit Sensorikpaketen ausgestatteten, intelligenten und vernetzten Fahrzeugen. Als nützlich erweist sich hier die Entwicklung von Sensoren für Pkws. So hat Siemens 2015 in Ulm mit den dortigen Stadtwerken eine Straßenbahnlinie mit Sensoriksystemen aus dem Automobilbereich ausgestattet – bestehend aus Kameras, Lasersensoren und Radar. „Bis 2020“, sagt Holger Last, Programm-Manager für Fahrerassistenzsysteme, „sollen die ersten Straßenbahnen dann voll automatisiert mit Systemen von Siemens durch die Stadt fahren.“



Dr. Daniel Hobohm, Experte im Bereich Intelligente Verkehrssysteme, arbeitet bei Siemens am autonomen Straßenfahrzeug.

So wie die Fahrzeuge des öffentlichen Nahverkehrs eigenständiger werden, schreitet auch ihre Vernetzung voran. Im September 2015 fand in Braunschweig ein Test mit einer mit Car2X kombinierbaren, Rail2X genannten Siemens-Technologie statt, die Zügen, Pkws und Lkws in der Nähe von Bahnübergängen erlaubt, miteinander zu kommunizieren. Siemens hat auch ein System zur Satellitensteuerung des Busverkehrs entwickelt.

In einem Pilotprojekt im süddeutschen Böblingen hat das Unternehmen mit der Stadtverwaltung seit 2013 an einer Buslinie ein Navigationssystem getestet, das Bussen an Ampeln Vorrang einräumt und so einen flüssigeren und flexibleren Nahverkehr ermöglicht.

Die grüne Welle und damit der flüssige Verkehr sind die positive Folge einer Siemens-Technologie namens Stream („Simple Tracking Realtime



2008 hat Siemens der Stadt Nürnberg eine der weltweit ersten computergesteuerten U-Bahnen übergeben. Copyright: ergon3design

Application for Managing Traffic Lights and Passenger Information“), die zwischen Satellit, Bussen, Ampeln und einer digitalen Verkehrsleitzentrale ein Funknetz spannt. Böblingen wird das System für seine gesamte Busflotte und fünf Feuerwehrautos einsetzen. Andere Städte haben die Technologie inzwischen ebenfalls erworben.

Die digitale Vernetzung des Straßenverkehrs ist also in vollem Gange. „Die Frage ist nur“, sagt Hobohm, „ob Autos und Lkws eines Tages so autonom fahren werden, wie es heute bereits bei vielen U-Bahnen der Fall ist.“

Die Chancen dafür stehen in seinen Augen nicht schlecht. Je mehr Aufgaben der digitale Autopilot im Wagen dank Sensoren, der Kommunikation mit anderen Fahrzeugen, der Verkehrsinfrastruktur und der Verkehrsleitzentralen übernimmt, desto unwichtiger wird die Rolle des Menschen. Selbst der Gedanke, ein Wageninsasse könne im Notfall noch rasch eingreifen, scheint dann gewagt, ist der Fahrer durch das Überraschungsmoment doch womöglich überfordert. Sicherheit hängt vielmehr zunehmend von der gelungenen Vernetzung aller Verkehrsteilnehmer mit der Infrastruktur ab.

Siemens AG  
Hubertus Breuer  
Quelle: Pictures of the future

# Tesla – ein Besuch in Palo Alto

Wenn man bei Google „Tesla“ eingibt, kommt zuerst ein Link zu [tesla.com](http://tesla.com), dann zu den Hinweisen auf Premium Elektrofahrzeuge und ganz weit unten folgt „nikola tesla“.

Nikola Tesla entdeckte mit einem Zweiphasensystem ein rotierendes magnetisches Feld (die zeitgleichen Arbeiten von Galileo Ferraris und der von Friedrich August Haselwandler gebaute Dreiphasengenerator seien hier nur am Rande erwähnt). Aber Nikola Tesla war auch ein Kämpfer für die Einführung des Mehrphasenwechselstroms zur Energieübertragung in den USA (gegenüber Thomas A. Edison, der die Gleichstromübertragung bevorzugte).

Die Firmengründer von Tesla Motors Elon Musk und seine Partner (M. Eberhard, M. Tapenning, J.B. Straubel, I. Wright) wählten 2003 wegen Teslas Erfindergeist und Durchsetzungskraft diesen zum Namenspatron des Unternehmens.

Bei einem Besuch in Palo Alto konnte sich der Autor davon überzeugen, dass die Strategie und die Durchsetzung der Idee, ein Elektroauto für gehobene Ansprüche zu entwickeln und zu bauen, ganz im Sinne von Nikola Tesla war.

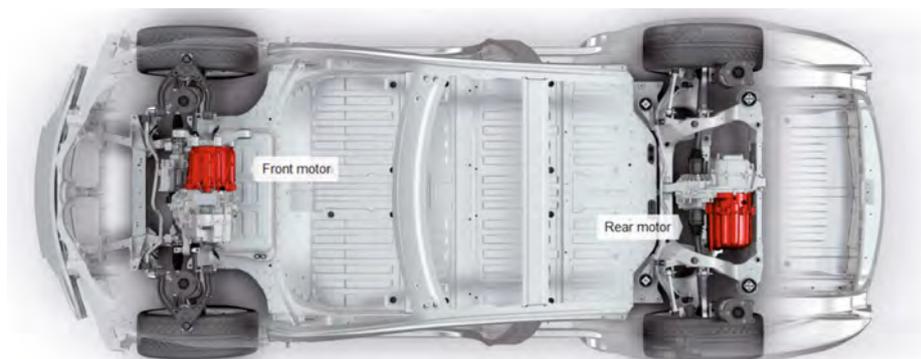
## Elektro-Auto und Infrastruktur

Die vielgescholtene etablierte Autoindustrie hat nicht an finanzkräftige Käufer mit Interesse an



Elektroauto TESLA Model S Foto: H. Kahlen

Neuerungen und Bereitschaft zum Risiko geglaubt. Nach 13 Jahren seit der Firmengründung kann Tesla Motors nicht nur ein schnittiges Elektroauto der gehobenen Klasse vorweisen, sondern auch die dazugehörige Infrastruktur.



Fahrwerk TESLA Model S, hier mit Front- und Heckantrieb ([www.tesla.com/de\\_DE/modelS](http://www.tesla.com/de_DE/modelS))

Das Herz des Autos (mit Verbrennungsmotor) war bisher der Antrieb mit Motor und Getriebe. Ein Blick auf das Fahrwerk des Tesla Model S zeigt, dass der Drehstromasynchronmotor – und hier gibt es noch die technische Verbindung zu Nikola Tesla – angeflanscht an ein Getriebe mit integriertem Achsantrieb fast an Bedeutung verliert. Die im Hause entwickelten Wechselrichter sind mit modernen Leistungshalbleitermodulen ausgestattet. Sie sind wie die Antriebsmotoren flüssigkeitsgekühlt.

Natürlich sind die Einheiten, die sonst mit dem Motor verbunden sind wie Bremshilfe, Lenkhilfe, Lichtmaschine, Klimakompressor, Heizung als getrennte Aggregate einzubauen, alles natürlich elektromotorisch oder elektronisch betrieben (Beispiel: Ladewandler für die Bordnetz-batterie statt Lichtmaschine). Die Komponenten sollen hier nicht

näher beschrieben werden, es finden sich aber auch bei den Fahrzeugbeschreibungen hierzu keine Angaben.

## Technische Daten

Die technischen Angaben zu den Fahrzeugantrieben sind auf den letzten Seiten des Handbuchs zu finden, sie sind aber nicht immer einfach den einzelnen Fahrzeugen zuzuordnen. Mit der maximalen Motordrehzahl von 18.000 U/min und einem angenommenen dynamischen Rollradius von 304 mm (verschieden Reifengrößen werden angeboten) und der Übersetzung des Stirnradgetriebes von 9,73:1 bekommt man die Höchstgeschwindigkeit von 212 km/h beim Model S. Mit höherer Motordrehzahl werden auch 250 km/h erreicht. Die angegebenen Motorleistungen von 225 bis 396 kW sind Spitzenleistungen. Die Begrenzung erfolgt durch die

Tesla Model S technische Daten							
Modell	60	60D	75	75D	90D	P90D	P100D
Batteriekapazität	75 kWh (softwareseitig auf 60 kWh limitiert)		75 kWh		90 kWh		100 kWh
Motorart	Drehstrom-Asynchronmotor (Wechselstrom)						
Antriebsart	Heckantrieb	Allradantrieb	Heckantrieb	Allradantrieb			
Reichweite <sup>[29]</sup>	400 km (NEFZ)	408 km (NEFZ)	249 mi (401 km) (EPA) 480 km (NEFZ)	259 mi (417 km) (EPA) 490 km (NEFZ)	294 mi (473 km) (EPA) 557 km (NEFZ)	430 km (EPA) 509 km (NEFZ)	507 km (EPA) 613 km (NEFZ) <sup>[30]</sup>
Motorleistung <sup>(1)</sup>	235 kW (320 PS)	244 kW (332 PS)	wie 60 bzw. 60D		310 kW (422 PS)	345 kW (469 PS) 396 kW (539 PS) (Beschleunigungs-Upgrade)	TBA
Max. Drehmoment	440 Nm	525 Nm			660 Nm	967 Nm	TBA
0-100 km/h	5,8 s	5,4 s			4,4 s	3,3 s / 3,0 s (Beschleunigungs-Upgrade)	2,7 s <sup>[31][32]</sup>
Max. Geschwindigkeit	210 km/h		225 km/h		250 km/h		
Wendekreis <sup>[3]</sup>	11,3 m						

(1) Batterielimitierte Motorwellen-Höchstleistung

Technische Daten des Model S

Quelle: [https://de.wikipedia.org/wiki/Tesla\\_Model\\_S](https://de.wikipedia.org/wiki/Tesla_Model_S)

Wechselrichterregelung. Im Fahrzeugschein wird in Deutschland die Leistung des Model S mit 69 kW angegeben.\*

Technische Daten des Model S:

- Nennleistung lt. Fahrzeugschein: 69 kW
- Länge: 4970 mm
- Breite: 1964 mm
- Höhe: 1445 mm
- Radstand: 2960 mm
- Leergewicht: 1999–2100 kg

Die Spitzenleistung verleiht dem Fahrzeug eine enorme Beschleunigung. Beim Model P100D von 0 auf 100 km/h (27,77 m/s) in 2,7 s wird die Beschleunigung mit 10,28 m/s<sup>2</sup> größer als die Erdbeschleunigung. Dies geht dann nur bei entsprechender Reifenhaftung.

**Herzstück Batterie**

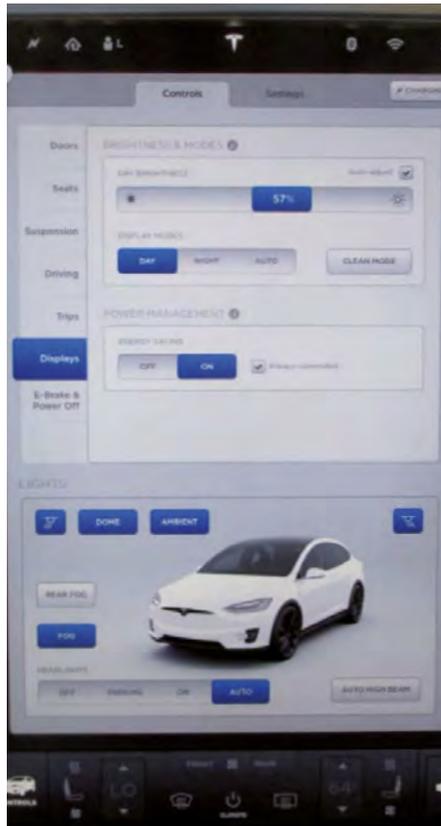
Das Herz des Elektroautos ist die Batterie, die in der Bodenwanne des Fahrzeugs eingebaut ist. Die von Tesla entwickelten und gebauten Batterien basieren auf Lithium-Ionen-Zellen der Größe 18 650



Lithium-Ionen-Zelle 18 650  
(Quelle: [https://de.wikipedia.org/wiki/Tesla\\_Model\\_S](https://de.wikipedia.org/wiki/Tesla_Model_S))

vornehmlich von Panasonic. Die Zellen von 18 mm Durchmesser und 65 mm Länge werden zur besseren Wärmeabfuhr in ein Stahlgehäuse gesteckt.

Mit einer Zellspannung von 3,6 V und der Kapazität von 3,4 Ah hat die Zelle einen Energieinhalt von



Display des TESLA Model S Foto: H. Kahlen

12,24 Wh und bei einem Gewicht von 47 g eine Energiedichte von 260 g Wh/kg. Je nach Batteriegröße werden die Zellen zunächst als Blöcke parallel und diese dann in Reihe geschaltet.



Tesla Ladestation  
(Quelle: [https://www.tesla.com/de\\_DE/supercharger](https://www.tesla.com/de_DE/supercharger))

Für eine der Batterien des Tesla Model S werden 74 Zellen parallel und 96 Gruppen in Reihe geschaltet (7104 Zellen). Damit erhält man eine Batteriespannung von 346 V. Der Anteil der Zellen am Batteriegewicht beträgt etwa 334 kg, hinzu

kommen ca. 25 Prozent für die Modul- und Batteriegehäuse. Somit wird die Energiedichte der Batterie ca. 194 Wh/kg. Die Batterie wird von einem Wasser-Glykol-Gemisch gekühlt. Batterien werden mit nominell mit 60, 75, 90 und 100 kWh (P100D) angeboten.

**Ladeinfrastruktur**

Die Fahrzeuge haben an Bord Ladegeräte für die Ladung zu Hause mit Wechsel- oder Drehstrom. Schnellladung mit Gleichstrom ist an öffentlichen Ladestationen möglich. Hier hat Tesla Motors in vielen Ländern Ladestationen eingerichtet, die es bei Fernfahrten dem Fahrer erlauben, mit Superchargern hoher Leistung bis zu 120 kW die Batterien zu laden. Dies reicht bei 30-minütiger Ladung für eine Reichweite bis zu 270 km.

An den Tesla Ladestationen sind für Fahrer eines Tesla Models die Batterieladungen kostenlos. Da die Elektroautos von Tesla von Grund auf neu entwickelt wurden, konnte auch direkt die neuste Technik eingesetzt werden z. B. LED-Scheinwerfer und ein 17"-Display. Auf dem Display können u.a. sowohl Fahrdaten als auch der Ladezustand

der Batterie angezeigt werden. Dem Fahrer werden die verfügbaren Ladestationen angezeigt, und er kann über Internet sich für den nächsten anzusteuernenden Ladepplatz sichern.

\* ([https://www.tesla.com/sites/default/files/Model\\_S\\_Owners\\_Manual\\_Touchscreen\\_DAS\\_EU\\_R20160317\\_de\\_DE.pdf](https://www.tesla.com/sites/default/files/Model_S_Owners_Manual_Touchscreen_DAS_EU_R20160317_de_DE.pdf))

# Elektromobilität – Gedanken zur historischen Genese

*Bei Betrachtung der Elektromobilität unterscheiden wir zwischen der organisierten, nach einem Fahrplan vollzogenen, und der individuellen Elektromobilität.*

In der Entwicklung geradliniger zeigt sich im Rückblick der schienen- und spurgebundene nach Fahrplänen ausgerichtete Ortswechsel durch innerörtliche Straßenbahnen – im Umgangssprachegebrauch auch „Elektrische“ genannt – und durch Eisenbahnen als Fernverbindungen. Der Oberleitungsbus als Straßenfahrzeug im ÖPNV war zumindest in Deutschland nur eine meist vorübergehende Erscheinung.

## Beginn der Elektrifizierung

Die erste elektrische Straßenbahn fuhr im Jahr 1881 von Berlin nach Lichterfelde, nachdem Werner Siemens zwei Jahre zuvor auf der Berliner Gewerbeausstellung der Öffentlichkeit gezeigt hatte, wie leistungsfähig und alltagstauglich ein Elektroantrieb als Fahrmotor sein konnte. Herausforderungen traten in der dauerhaften Bereitstellung des Bahnstromes auf.

Im Jahr 1891 gelang es erstmals, hochgespannten Drehstrom über große Entfernungen zu transportieren. In der Folge etablierte sich in den Großstädten die „Elektrische“. Gleichzeitig traten Lobbyisten für Gleichstrom, Drehstrom und Einphasen-Wechselstrom in einen Wettbewerb untereinander, um den geeigneten Bahnstrom unter Berücksichtigung der jeweiligen physikalisch-technischen Sachzwänge zu finden. Im Jahr 1913 gelang eine Vereinheitlichung von Spannung und Frequenz – 220 Volt und 50 Hertz.

Nach und nach verband man einzelne örtliche Kraftwerke der Niederspannung. Diese wurden später an eine Mittelspannungsebene angeschlossen, um noch größere Entfernungen überbrücken zu können. Da Last und Erzeugung weiter zunahm, schuf man im Bereich der Regionalnetze eine zusätzliche Hochspannungsebene. Um das Jahr 1930

entstand die erste Verbundleitung mit der Spannungsebene 220 Kilovolt für den Stromtransport zwischen den Regionalnetzen.

## Versorgungsinfrastruktur

Das Energiewirtschaftsgesetz aus dem Jahr 1935 garantierte dezentrale „Versorgungssicherheit“ nach NS-politischen Vorgaben. Bis 1945 wurde ein 220-Kilovolt-Verbundnetz aufgebaut, in das Kohlekraftwerke aus dem Rhein-Ruhr-Gebiet, Kraftwerke des mitteldeutschen Braunkohlereviere und die süddeutschen (Wasser-) Kraftwerke einspeisten. Von den Fliegerschäden des Luftkrieges ab 1942/43 einmal abgesehen, gab es bis dahin grundsätzlich eine flächendeckende Versorgungssicherheit für Industrie-, Bahn- und Haushaltsstrom.

Für die individuelle Elektromobilität benötigte man eine schwergewichtige, voluminöse Batterie bzw. einen Akkumulator (Sammlereltrizität) – dies war über 100 Jahre quasi die Achillesferse des Elektroautos! Ende des 20. Jahrhunderts galt nicht die Stromerzeugung als das Hauptproblem, sondern die Speicherung und Bereithaltung der elektrischen Energie während der Fahrt – also die maximale Reichweite bei einem Ortswechsel.

## Motorisierte individuelle Mobilität

Die individuelle Mobilität durch motorisierte Straßenfahrzeuge basierte um 1900 auf zwei Antriebsarten – nämlich mit Verbrennungsmotor und durch elektromotorisch bewegte Fahrzeuge.

Auf der Pariser Weltausstellung im Jahr 1900 konnte der Besucher den Eindruck gewinnen, dass im Straßenfahrzeugbau der Verbrennungsmotor und der E-Antrieb in ihrer jeweiligen Akzeptanz gleichwertig waren. In den USA gab es sogar drei verschiedene Antriebsprinzipien, denn 40 Prozent der Autos waren noch dampfbetrieben, 38 Prozent fuhren schon elektrisch und nur 22 Prozent auf Verbrennungsbasis. 34.000 Elektroautos rollten in

den USA, ihre Reichweite betrug gut 100 Kilometer.

Im Jahr 1912 wurden die meisten Fahrzeuge verkauft. Danach ging ihr Anteil stark zurück. Der menschlichen Individualität entsprach eher eine Automobilität über Vergaser, Benzin und über ein ständig dichter werdendes Tankstellennetz. Niedrige Rohölkosten machten dies weltweit möglich. Und selbst die Ölpreiskrisen von 1973 und 1979 konnten dem E-Automobil zu keiner nennenswerten Verbreitung verhelfen. Bis heute ist der Elektroantrieb nur in Fahrzeugen verbreitet, die keine Akkus mitführen, sondern ihre Energie aus Oberleitungen beziehen können oder wie beim dieselelektrischen Antrieb selbst erzeugen.

## Mehr emissionsfreie Fahrzeuge

Daneben gab es jedoch seit den Jahren 1980/90 Veränderungen, die zu einem Umdenken zur Verbreitung der E-Automobile führten: Das allgemeine Umweltbewusstsein wuchs, die Diskussionen um die anthropogen zu verantwortende schnelle Klimaerwärmung wurden stärker und den politischen Bestrebungen in Nordamerika und Europa, ihren Bezug von Rohöl aus den Anrainerstaaten des Persischen Golfes zu reduzieren, folgten Taten. So kann das im Jahr 1990 im US-Bundesstaat Kalifornien verabschiedete Gesetz zum stufenweisen Anbieten emissionsfreier Fahrzeuge als echte Pioniertat gelten. Die gesellschaftliche Akzeptanz war anfänglich gering, aber die US-Automobilindustrie und japanische Autokonzerne wurden staatlicherseits gezwungen, neue Produkte zu entwickeln.

Im Jahr 1899 gab es bereits ein Automobil mit Hybridantrieb – sowohl mit E-Motor, als auch mit zusätzlichem 5-PS-Verbrennungsmotor, der einen Generator für die Akkus antrieb. Fast 100 Jahre hat es gedauert, bis E-Hybrid-Fahrzeuge zumindest in Kleinserien am Markt platziert werden konnten. Der Toyota Prius wird seit 1997 hergestellt.

Die japanischen und nordamerikanischen Märkte scheinen den E-Antrieb als Hybrid-Variante eher zu akzeptieren, als die europäischen Automobilmärkte. So gab es in Deutschland nach Angaben des Kfz-Bundesamtes Anfang 2005 nur 2.150 Pkw auf E-Hybrid-Basis, Anfang des Jahres 2010 ca. 29.000 Fahrzeuge und Anfang des Jahres 2015 immerhin schon ca. 108.000 Pkw.

Bezogen auf den Gesamt-Pkw-Bestand von – je nach Definition – zwischen 30 und 40 Millionen bewegt man sich immer noch im Promille-Bereich. Es ist jedoch zu vermuten, dass über die allmähliche Akzeptanz des Hybrid-Antriebes auch das reine E-Automobil salonfähig wird. Dies ist jedoch eine Frage des

tatsächlichen Endpreises für den Verbraucher. Ganz abgesehen davon, dass eine flächendeckende Infrastruktur zum Laden der Akkus auch in den nächsten Jahren nicht ansatzweise vorhanden sein dürfte – und die eingangs beschriebenen Netze diesem Strukturwandel angepasst werden müssen. Immerhin steht seit dem Jahr 2006 in den USA der Name „Tesla“ für einen weiteren hoffnungsvollen Meilenstein in der Entwicklung zum reinen E-Automobil, die vielleicht einmal in die Großserien- und Massenfertigung münden könnte.

Das Elektrofahrrad, das Pedelec, bzw. das E-Bike – in Deutschland als Begriffe synonym verwendet – gab es im Sinne von Prototypen und

bestenfalls Kleinstserien bereits um das Jahr 1900 als Pedelec, als Pedal Electric Cycle. Jedoch erst fast ein Jahrhundert später boten Unternehmen in Mitteleuropa und Japan dieses in Serienfertigung an. Der Fahrradbestand lag nach Angaben des Zweirad-Industrie-Verbandes im Jahre 2011 in Deutschland bei ca. 70 Millionen Stück; davon haben Elektrofahrräder einen Anteil von 10 Prozent. Von diesen ca. sieben Millionen Zweirädern sind ca. 95 Prozent Pedelecs.

Das Zeitalter der Elektromobilität im Zweirad-Sektor ist da – im Gegensatz zum vierrädrigen E-Automobil.

Dr. Hartmut Knittel VDI

## VDI Ingenieurmonitor: Arbeitsmarkt für Ingenieure zieht weiter an, Automobilkrise bleibt aus

*Die Beschäftigungsperspektiven in den Ingenieurberufen werden weiterhin als positiv bewertet, stellt der VDI in seinem Ingenieurmonitor, den er gemeinsam mit dem Institut der deutschen Wirtschaft (IW) vierteljährlich erstellt, fest: „Wie in den vergangenen Quartalen ist die Anzahl der offenen Stellen im zweiten Quartal 2016 erneut gestiegen und erreichte mit 69.200 den höchsten Stand seit Anfang 2013. Gegenüber dem Vorjahresquartal ist dies ein Zuwachs von 10,4 Prozent.“ Die positive Entwicklung der Arbeitsnachfrage sei bundesweit spürbar, heißt es.*

Auch ein Blick auf die Arbeitslosenzahlen in den Ingenieurberufen zeigt, dass diese Berufsfelder nachgefragt sind: Die Arbeitslosenzahlen pendeln auf einem konstant niedrigen Niveau. Im zweiten Quartal 2016 seien durchschnittlich 27.938 Personen in Ingenieurberufen als arbeitslos gemeldet gewesen, stellt der VDI fest – also gut 3,2 Prozent weniger als im Vorjahresquartal.

Die Befürchtung, dass sich im Bereich der Maschinen- und Fahrzeugtechnik in Zeiten des Abgasskandals



VDI-IW-Ingenieurmonitor 2. Quartal 2016: Der Ingenieurarbeitsmarkt zieht weiter an, die Automobilkrise zeigt noch keine negativen Folgen. Bild: Thomas Ernsting/LAIF

die Arbeitsmarktzahlen negativ niederschlagen, hat sich offensichtlich nicht bewahrheitet, zumindest, so der VDI, zeigten die aktuellen Zahlen bisher „noch keine nennenswerten Auswirkungen“.

An der Spitze der Nachfrage liegt laut VDI das Arbeitsfeld Bau, Vermessung und Gebäudetechnik, Architekten. Es sind 24.830 zu besetzende Stellen zu verzeichnen, was einem Plus von gut 23 Prozent gegenüber

dem Vorjahresquartal entspricht. „Heiß begehrt“ seien zudem laut VDI auch Ingenieure in der Maschinen- und Fahrzeugtechnik sowie der Energie- und Elektrotechnik. Hier zählt man insgesamt 15.260, beziehungsweise 14.050 offene Stellen.

Quelle: [www.vdi.de/artikel/ingenieurberufe-arbeitsmarkt-zieht-weiter-an-automobilkrise-bleibt-aus](http://www.vdi.de/artikel/ingenieurberufe-arbeitsmarkt-zieht-weiter-an-automobilkrise-bleibt-aus)

## Digitalisierung für mehr Sicherheit

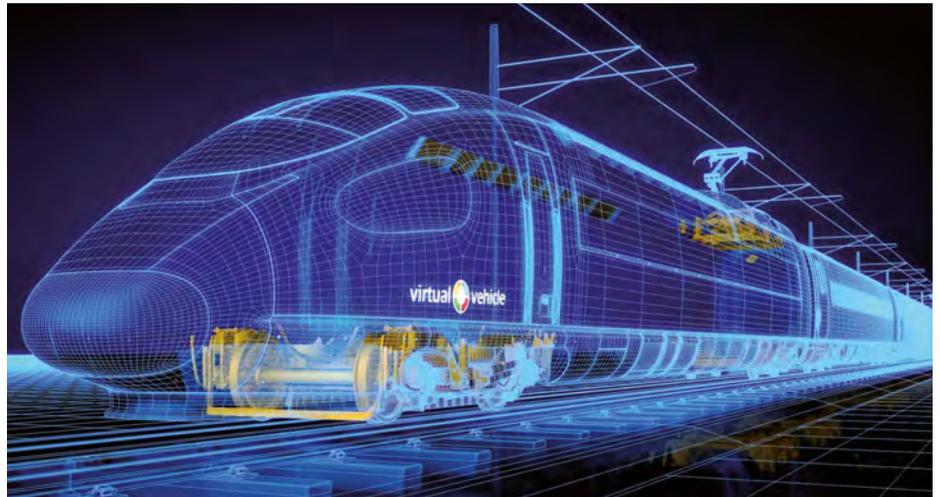
Im österreichischen Graz betreibt Siemens nicht nur eine der weltweit größten Entwicklungs- und Produktionsstätten für Fahrwerke des modernen Schienenverkehrs. Zusammen mit dem Virtual Vehicle Research Center erforscht und simuliert das Unternehmen auch vielfältige Lösungen mit dem Ziel, dass Fahrzeuge uns sicherer, entspannter und effizienter zum Bestimmungsort bringen.

Durchschnittlich 20 Sensoren sind am Fahrwerk eines Zuges angebracht. Kontinuierlich funken sie während des Betriebs Daten über dessen Zustand an ein Diagnosesystem, das diese Informationen analysiert und bewertet. Laufen die Räder gleichmäßig? Überträgt die Radaufhängung die Lenk-, Brems- und Beschleunigungskräfte einwandfrei? Welche Schwingungen wirken auf das Fahrwerk? Kurzum: Wann wird eine Reparatur notwendig sein?

### Vorausschauende Wartung

Diesen Fragen stellen sich die Forscher des Virtual Vehicle Research Center im österreichischen Graz, das Fahrzeugkonzepte für Straße und Schiene entwickelt. Das Ziel ihrer Arbeit ist es, die Instandhaltung der Komponenten am jeweils aktuellen Zustand des Fahrwerks auszurichten. Der Vorteil: Die Wartungstechniker müssen erst dann aktiv werden, wenn es wirklich notwendig ist, aber eben noch kein Fehler vorliegt – und nicht, wenn eine Frist dies vorschreibt oder ein Fehler bereits aufgetreten ist. „Vorausschauende Instandhaltung, die sogenannte Predictive Maintenance, optimiert langfristig die Instandhaltungszeiten und stellt damit die Verfügbarkeit eines Schienenfahrzeugs auf hohem Niveau sicher“, erklärt Dr. Andreas Haigermoser, der das Innovationsmanagement am Grazer Siemens-Standort leitet.

Das ist nur eines von sieben Forschungsprojekten, bei denen Siemens und Virtual Vehicle zusammenarbeiten. Das Mobility-Werk Graz der Siemens AG zählt zu den weltweit



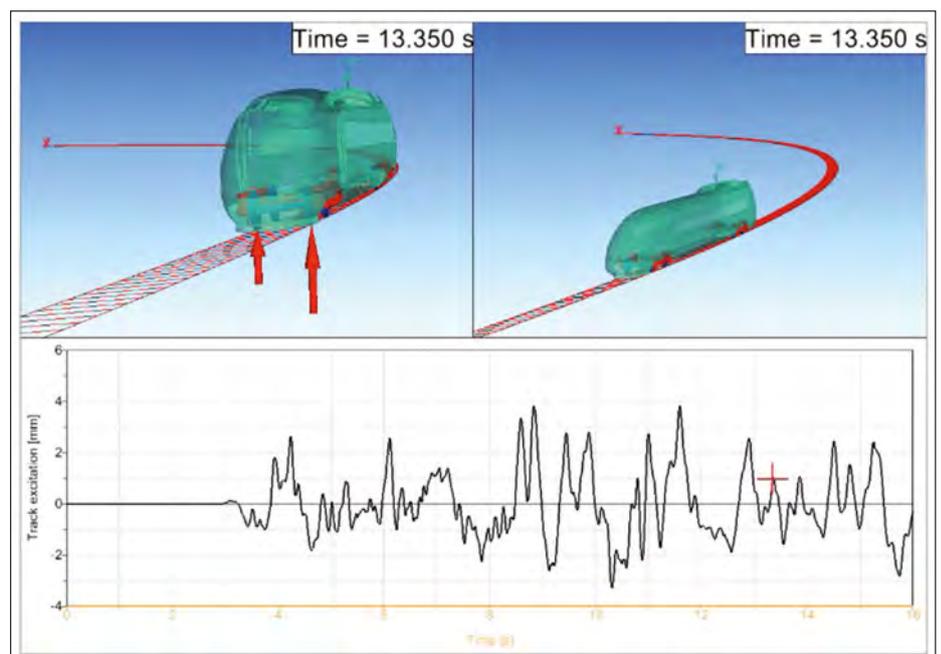
Digitale Power auf die Schiene bringen: Das Ziel des Virtual Vehicle Research Centers ist es, eine tragfähige, dauerhafte Verbindung von universitärer Forschung und industrieller Entwicklung zu schaffen und somit Innovationen für die Industrie zu realisieren.

größten Entwicklungs- und Produktionsstätten für Fahrwerke des modernen Schienenverkehrs. Rund 950 Mitarbeiter entwickeln und produzieren hier Fahrwerke für den Nah- und Fernverkehr, die rund um den Globus im Einsatz sind – circa 3.000 Stück verlassen jährlich das Werk. „Die Fahrwerke spielen eine zentrale Rolle für Sicherheit und Komfort und machen beim Gesamtfahrzeug bis zu ein Viertel der Kosten aus, deswegen ist die ständige Weiterentwicklung und damit die Zusammenarbeit mit Forschungs-

partnern wie Virtual Vehicle so wichtig“, betont Haigermoser. Seit 2007 ist Siemens mit zwölf Prozent Anteilseigner an Virtual Vehicle.

### Virtualisierung

Das 2002 gegründete Forschungszentrum setzt voll auf Virtualisierung. Der Vorteil: Die Schnelligkeit. Theoretisch könnte man zwar eine immer intelligentere Messtechnik anschaffen, das aber ist in der Praxis zu teuer – deswegen gilt es, validierte Vorhersagen zu treffen. Möglich ist das mit der numerischen



Fährt ein Zug durch eine Kurve, entstehen dynamische Kräfte zwischen Fahrzeug und Schiene (rote Pfeile). Mit einer solchen Darstellung lassen sich die Auswirkungen dieser Kräfte am Zug (etwa der Verschleiß) darstellen.

Computersimulation: Auf der Grundlage der bisherigen Eigenschaften von Fahrwerkskomponenten lassen sich Vorhersagen für ihr zukünftiges Verhalten treffen und anschließend zur Überprüfung simulieren. „Gedankenexperimente hat der Mensch schon immer gemacht – mit mathematischen Algorithmen, die in Simulationsmodellen getestet werden, lassen sich solche Hypothesen um ein Vielfaches schneller überprüfen“, erklärt Dr. Martin Rosenberger, der die Forschungen zu Schienenfahrzeugen bei Virtual Vehicle leitet.

Gegründet wurde Virtual Vehicle von der TU Graz gemeinsam mit dem Entwickler von Antriebssystemen AVL List und dem Automobilzulieferer Magna sowie der Forschungsgesellschaft Joanneum Research. Im Laufe der Jahre entwickelte sich das Forschungszentrum zu einer der international führenden Institutionen auf seinem Gebiet mit rund 200 Mitarbeitern.

**Vorteil durch Simulation**

Bei Schienenfahrzeugen ist Siemens der wichtigste Partner für das Forschungszentrum. Rund 15 Forschungsprojekte haben die beiden Partner bereits gemeinsam durchgeführt, darunter eine Projektreihe, bei der Schadensursachen an Eisenbahnschienen und -rädern erforscht wurden. Denn Verschleiß ist nicht nur gefährlich, sondern auch teuer. In Europa kostet er die Bahnbetreiber pro Jahr rund eine Milliarde Euro. Die Frage in Graz lautet daher: Wie lässt sich das Zu-



Räder für die Welt: Blick in die Fertigungshalle des Mobility-Werks Graz.

sammenwirken von Schiene und Rad mit Hilfe der Simulation so optimieren, dass der Verschleiß möglichst minimiert wird? „Wichtig ist es, die komplexen physikalischen Mechanismen zu verstehen, die Schäden entstehen lassen“, so Haigermoser. Im Forschungsprojekt sind Computermodelle entstanden, die die Vorgänge simulieren sowie Produktionsmethoden für Oberflächen, die Materialermüdung zuverlässiger verhindern – für Schienenfahrzeuge aller Art, von der Straßenbahn bis zum Hochgeschwindigkeitszug.

**Digitale Optimierung – für Schiene und Straße**

Dieses Zusammenwirken von Fahrzeug und Schiene beschäftigt nicht nur Schienenfahrzeughersteller und -betreiber, sondern ebenso die Automobilbranche. „Die Materialien sind andere, aber die Physik ist die gleiche“, sagt Rosen-

berger. Ein weiteres Beispiel der Aufgabenstellungen sind Fahrerassistenzsysteme.

Das große Thema in der Automobilbranche hält zunehmend auch beim öffentlichen Nahverkehr Einzug. Gegenstand der Diskussion sind vor allem automatisierte Fahrzeuge, intensiv beschäftigt sich daher auch Virtual Vehicle damit. Eines der umfangreichsten Forschungsprojekte am Grazer Forschungszentrum befasst sich mit der Frage: Wie lassen sich automatisierte Fahrfunktionen sicher bewerten? Auch hier gilt wieder: Rein physische Komponenten- und Fahrzeugtests wären viel zu aufwendig, daher kommen ergänzend virtuelle Testmethoden zum Einsatz.

„Prinzipiell müsste man ein autonom fahrendes Fahrzeug in allen denkbaren Fahrscenarien in der Stadt und auf dem Land testen. Das würde bedeuten, dass es mehrere 100 Millionen Kilometer fahren müsste. Um also validierte Vorhersagen über das Verhalten eines autonomen Fahrzeugs zu treffen, setzen wir die numerische Computersimulation ein“, erklärt Rosenberger. „Der Vorteil der Simulation liegt nicht nur darin, dass sie in vielen Fällen schneller als Echtzeit rechnen, sondern unzählige kritische Szenarien ganz spezifisch und automatisiert testen kann. Damit spart sie massiv Zeit und Kosten.“



Digitale Hilfsmittel: Auf dem Prüfstand werden die Drehgestelle auf fest vorgegebene Werte penibel übergeprüft.

Siemens  
Gitta Rohling  
Fotos: Siemens / VIRTUAL VEHICLE  
research center

## Urbane Mobilität: Trends: Auf der Datenwolke von A nach B

*Weltweit steht die urbane Mobilität vor tiefgreifenden Veränderungen – die alten Rezepte des 20. Jahrhunderts helfen da nicht mehr weiter.\**

„Mehr Straßen für mehr Fahrzeuge“ ist längst keine selig machende Strategie mehr, wenn es darum geht, in Ballungsräumen, Großstädten und Megacities Menschen und Güter von A nach B zu bringen. War es Mitte des letzten Jahrhunderts für den Stadtplaner Robert Moses noch eine gute Idee, Autobahnschneisen kreuz und quer durch den Big Apple zu schlagen, so sind seine Nachfolger im New Yorker Rathaus heute vielmehr dafür bekannt, Fahrradwege anzulegen. Ihre jüngste Leistung: 2013 haben sie den ersten stadtweiten Fahrradverleih „Citi Bike“ mit eröffnet.

### Dauerstaus – Blechströme zähmen

In der Welthauptstadt des Dauerstaus wiederum, in Bangkok, plant die Stadtverwaltung angesichts der für 2030 prognostizierten über 10 Millionen Einwohner einen massiven Ausbau des U-Bahnnetzes und der Nahverkehrszüge. Andere Städte wie Frankfurt am Main oder Wien dagegen überlegen, die Blechströme auf den Straßen direkt zu zähmen, indem sie Autos in ein intelligentes digitales Netzwerk einbinden. „Der Bedarf an urbaner Mobilität steigt“, sagt Federico Parolotto, Mobilitätsexperte und Gründer der Mailänder Beratung „Mobility in Chain“. „Doch die Art und Weise, in der wir uns und wie wir Waren bewegen, ändert sich.“

Die Veränderungen nehmen in den Projekten von Stadtplanern, Verkehrsexperten, Fahrzeugindustrie, Universitäten, einschlägigen Forschungseinrichtungen und auch Siemens Gestalt an. Sie sind getrieben von der Einsicht, dass steigende Bevölkerungszahlen, die wachsenden Ansprüche der Stadtbewohner und der technologische Fortschritt die urbane Mobilität gründlich umkrempeln.



*Megacity New York: Die Strategie „Mehr Straßen für mehr Fahrzeuge“ hat langsam ausgedient – 2013 hat im Big Apple der erste stadtweite Fahrradverleih „Citi Bike“ eröffnet.*

Lebt heute nur die Hälfte der Menschheit in Ballungsräumen, wird sich der Anteil bis 2050 auf 70 Prozent erhöhen. Das bedeutet nicht nur größere Stadtgebiete, in denen Wohnort, Arbeitsstelle und Freizeitangebote meist weiter auseinander liegen. Auch die Nachfrage nach Artikeln des täglichen Bedarfs und vor allem nach Symbolen sozialen Aufstiegs steigt.

### PKW noch dominierend

Für viele Menschen in Schwellenländern und aufstrebenden Volkswirtschaften bedeutet das ein eigenes Automobil. Deshalb soll sich die Zahl der Pkws weltweit bis 2025 um 60 Prozent auf 1,6 Milliarden erhöhen, prognostiziert das Weltwirtschaftsforums WEF der Beraterfirma „Boston Consulting.“

Das Auto bleibt also vorerst das dominierende Verkehrsmittel. Doch es lässt sich neu denken. So rollen längst Elektrofahrzeuge über die Straßen – von BMW, Tesla Motors und anderen Herstellern. Aber das ist nicht die einzige Innovation im Fahrzeugbereich. So entwickelte Siemens mit Partnern in Industrie und Forschung im Rahmen des Projekts RACE (Robust and reliable Automotive Computing Environment for future eCars) neue Wege, das Auto zu entrümpeln: Ähnlich wie in der Luftfahrt, wird die althergebrachte Mechanik für Lenkung, Bremsen oder Reifen durch elektronische Steuerung ersetzt. Bis zum De-

zember 2014 wird diese Technologie erstmals in ein Elektroauto integriert. Schließlich bereiten moderne Fahrerassistenzsysteme wie Einparkhilfen die Ankunft der autonomen Steuerung vor.

### Dauerstaus verursachen einen Verlust von rund 1,4 Billionen US-Dollar pro Jahr

Je mehr Fahrzeuge, desto größer die Gefahr, dass der Stau zum Dauerzustand wird. Das wiederum verursacht erhebliche Kosten für die Wirtschaft, da Arbeitnehmer mehr Zeit auf der Straße verbringen und Güter verzögert ausgeliefert werden. Weltweit gehen nach der Studie des WEF so alljährlich geschätzt 1,4 Billionen US-Dollar verloren – von erhöhten CO<sub>2</sub>-Emissionen ganz zu schweigen. In der Vergangenheit sind Städte solchen Herausforderungen über die Straßenverkehrsordnung hinaus mit sanften Eingriffen wie auf grüne Welle geschalteten Ampeln oder Park&Ride-Lösungen am Stadtrand begegnet. Doch das wird in den weltweit sprießenden Megastädten – Zentren mit über zehn Millionen Einwohnern – gewiss nicht mehr reichen.

### Internet der Fahrzeuge

Deshalb planen Fahrzeughersteller, Straßenbetreiber und Kommunen das „Internet der Fahrzeuge“, um Verkehrsinformationen in Echt-

\* Bitte beachten: Der Artikel bezieht sich auf den Stand 2014.

zeit auszutauschen. Die Sensoren und GPS-Sender der Autos können dem Fahrer über einen Display etwa mitteilen, wie schnell er fahren muss, um auf einer grünen Welle zu reiten, oder ihn vor einer Vollbremsung in einem vorausfahrenden Fahrzeug, einer Baustelle oder Öl auf der Fahrbahn warnen. Zudem kann die Verkehrsleitzentrale dann Alternativrouten empfehlen.

Siemens hat ein solches kooperatives System mit 14 anderen Partnern in einem Telematikexperiment entlang einer 45 Kilometer langen Teststrecke in Wien getestet. Die Forscher lieferten dabei unter anderem Kommunikationssoftware, Recheneinheiten für die Fahrzeuge und Funkstationen am Straßenrand. 2013 war das Experiment abgeschlossen – übrigens ebenso wie ein ähnliches, in und um Frankfurt angesiedeltes Projekt namens simTD (Sichere Intelligente Mobilität, Testfeld Deutschland). In einer Nachfolgestudie werden dessen Erkenntnisse ab 2015 genutzt, in einem Autobahnkorridor von Rotterdam über Frankfurt am Main bis Wien Fahrer über die Verkehrslage vor Baustellen zu informieren.

### Drehkreuze für Warenströme

Doch nicht nur der Autoverkehr muss gesteuert werden. Auch die in die Städte fließenden Güter gilt es zu lenken. Bringen Lastwagen getrennt Kleidung aus Bangladesch, Holzmöbel aus den USA oder

Waschmaschinen eines deutschen Herstellers zu den Einkaufszentren und Einzelgeschäften einer Stadt, belastet das den Verkehr. Eine Lösung für dieses Problem sind Drehkreuze für Warenströme, sogenannte Urban Consolidation Center, wie sie Siemens unter anderem in Ningbo, einer Sechs-Millionen-Küstenstadt im Osten Chinas, getestet hat.

In den zentralen Lagerhäusern am Stadtrand werden die Waren gesammelt und dann nach Stadtvierteln oder Straßen sortiert an die Einzelhändler ausgeliefert. Logistikexperten überlegen aber auch, künftig nicht nur Lkws, sondern in Städten ebenso U- und S-Bahnen für Gütertransport zu nutzen. Hat ein Stadtplaner freilich zudem die Möglichkeit, ein neues Viertel zu entwerfen, bietet es sich in manchen Fällen an, Unternehmen, Wohngebiete und Freizeitangebote miteinander zu integrieren. Das verkürzt nicht nur den Weg zur Arbeit, Einkauf oder Sport, sondern hilft, einige Waren vor Ort zu produzieren – etwa alles, was sich maßschneidern lässt: Zahnimplantate, Möbel oder auch Kleidung.

### Öffentliche Verkehrsmittel notwendig

Allein in Bangkok sind sieben Millionen Fahrzeuge registriert. Doch in einer Megacity wird nie alles fußläufig erreichbar sein – und je mehr Stadtbewohner dort nach einem eigenen Auto streben, lässt sich

die schiere Masse Blech selbst mit intelligenten Verkehrsleitsystemen und drahtlosen Netzwerken allein nicht bewältigen. Deshalb braucht es öffentliche Verkehrsmittel. Das sieht man gut an Bangkok. Sieben Millionen Fahrzeuge sind in der Metropole registriert, acht Millionen Menschen leben hier, elf Millionen in der Region. Gegen den Dauerstau hilft eines der Wahrzeichen der Stadt, eine von Siemens erbaute Hochbahn namens „Skytrain“. Bis 2029, so der Masterplan, versorgen achtzehn neue Nahverkehrsstrecken die Stadt. Die Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel, so Teerachon Manomaiphikul, Deputy Governor von Bangkok, soll damit bis 2021 von 40 auf 60 Prozent erhöht werden.

Aber Privatfahrzeuge und öffentlicher Nahverkehr schließen sich keineswegs aus. Über vernetzte Mobilitätsdienstleister lassen sich künftig Fahrten in Sekundenschnelle planen. So bräuchte man in einer Smartphone-App nur das Ziel eingeben, und die beste Kombination an Verkehrsmitteln erscheint, um sein Ziel zu erreichen – etwa mit Carsharing, einem Leihrad, U-Bahn, Taxi oder natürlich per Pedes. Dann könnte man sich, falls gewünscht, den schnellsten oder günstigsten oder Weg aussuchen – und mit einem Klick bezahlen.

Siemens AG  
Dr. Hubertus Breuer

## VDI-Statusreport „Verkehr und Umfeld im Wandel“

**Der Fachbereich „Verkehr und Umfeld“ der VDI-Gesellschaft Fahrzeug- und Verkehrstechnik beschäftigt sich übergreifend mit dem Thema Mobilität. Ein neuer Statusreport hat aktuelle Entwicklungen im Blick.**

„Die Verknüpfung einzelner Verkehrsträger untereinander, die Wechselbeziehungen zwischen Verkehr und Infrastruktur, die Möglichkeiten der Steuerung und Beeinflussung von Verkehrsflüssen und von individuellen Mobilitätsent-

scheidungen spannen ein unerhört komplexes Themenfeld auf. Die Entwicklungen der Informations- und Kommunikationstechnologie können hierbei einen entscheidenden Beitrag leisten.

Der Statusreport zu „Verkehr und Umfeld im Wandel“ handelt von Veränderungen im Bereich der Mobilität durch die modernen Informations- und Kommunikationstechnologien (IuK). Er gibt einen Überblick über den derzeitigen Stand der Technik, zeigt Tendenzen für zukünftige Entwicklungen auf und

gibt in den Schlussfolgerungen Hinweise auf Potenziale, aber auch mögliche Defizite, die in der Zukunft zu beachten sind. Er ist eine Handreichung ... in den Bereichen Verkehr und Mobilität, er kann aber auch eine Anleitung sein für jene, die sich - außerhalb oder innerhalb des VDI - im weiten Aufgabenfeld der Mobilität engagieren wollen.“

Quelle: [www.vdi.de/technik/fachthemen/fahrzeug-und-verkehrstechnik/artikel/vdi-statusreport-verkehr-und-umfeld-im-wandel](http://www.vdi.de/technik/fachthemen/fahrzeug-und-verkehrstechnik/artikel/vdi-statusreport-verkehr-und-umfeld-im-wandel)

## Blickpunkt Elektromobilität

Auszug aus der Homepage des DKE (Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik)

„Der Durchbruch der Elektromobilität zum Massenmarkt sowie die von der Bundesregierung im nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität vorgegebene Zielstellung Deutschland zum Leitmarkt und Leitanbieter im Bereich Elektromobilität zu entwickeln ist stark mit dem Thema Normung und Standardisierung verbunden. National und international abgestimmte Normen und Standards bilden die Grundlage für mehr Investitionssicherheit der Unternehmen und führen zu mehr Akzeptanz bei Verbrauchern. Nur mit national und international abgestimmten Normen entsteht ein selbsttragender Markt ohne weitere Subventionen.“ (...)

„Die DKE vernetzt aktiv Experten

aus unterschiedlichen Branchen und Fachdisziplinen durch Initiierung von Gremien und Arbeitskreisen im übergreifenden Bereich Elektromobilität und unterstützt diese bei der Erarbeitung und Umsetzung von Normen und Standards auf nationaler und internationaler Ebene. Die internationale Kooperation von IEC/TC 69 mit ISO/TC 22 spiegelt sich national in einer engen Zusammenarbeit mit dem Normenausschuss Automobil (NAA). Weiterhin besteht ein enger Kontakt zur Nationalen Plattform Elektromobilität (NPE).

Durch die aktive Mitgestaltung im Bereich Normung und Standardisierung fördert die DKE somit die Innovationstätigkeit deutscher Unternehmen und sichert deren Investi-

tionen auf dem Weg Deutschland zum Leitmarkt und Leitanbieter im Bereich Elektromobilität zu entwickeln. Neben zentralen Themen wie der Erarbeitung von Normen für den Ladevorgang von Elektrofahrzeugen bietet die DKE durch ihren großen Expertenpool die Möglichkeit, das Thema Elektromobilität interdisziplinär mit Themen wie zum Beispiel Industrie 4.0 und SmartEnergy auf hohem technischen Niveau zu vernetzen. Wesentliche Eckpunkte dazu sind in der Normungsroadmap Elektromobilität zusammengefasst, an deren Erarbeitung die DKE maßgeblich beteiligt war.“

Quelle: <https://www.dke.de/de/themen-projekte/elektromobilitaet>

## Ein paar statistische Daten

**Die Jahresbilanz des Fahrzeugbestandes mit Stand 1. Januar 2016 weist 61,5 Millionen zugelassene Fahrzeuge in Deutschland aus. Gegenüber dem Vorjahr entspricht dies einer Erhöhung des Bestandes um 1,8 Prozent.**

Von allen zugelassenen Fahrzeugen sind 45,1 Millionen Personenkraftwagen (Pkw). Elektro- oder Hybridantrieb hatten von diesen rund 156.000 Fahrzeuge, sprich: nur einer von dreihundert PKW. Ausschließlich mit E-Antrieb fuhren 25.502 Autos. Von diesem waren nur ca. 39 Prozent

Bundesland	Benzin	Diesel	Flüssiggas/ Erdgas	Elektro	Hybrid
Baden-Württemberg	4.055.835	2.154.070	49659	4.769	17.868
Hessen	2.303.896	1.183.315	38403	1.966	11.708
Rheinland-Pfalz	1.583.681	795.962	24136	966	5.980
Bundesweit	29.825.223	14.532.426	556011	25.502	130.365

Zulassungen, Stand 01.01.2016

Quelle: Kraftfahrtbundesamt

in Privatbesitz. Der Großteil befand sich in der Hand von Unternehmen und Gewerbe. Die am häufigsten zugelassen E-Mobile kamen von

Renault („Zoe“) und Smart („Smart Fortwo“).

Sybille Breunig

## Dr.-Ing. Gunther Kegel wird neuer VDE-Präsident

**Der ehemalige Vorsitzende des VDE-Kurpfalz und CEO von Pepperl+Fuchs, Mannheim, tritt die Nachfolge von Dr. Bruno Jacobfeuerborn, CTO der Deutschen Telekom AG, an.**

Dr.-Ing. Gunther Kegel, Vorsitzender der Geschäftsleitung der Pepperl+Fuchs GmbH, ist ab 1.1.2017 für eine Amtszeit von zwei Jahren neuer Präsident des VDE. Damit tritt er turnusmäßig die Nachfolge

von Dr. Bruno Jacobfeuerborn, CTO der Deutschen Telekom AG, an, der stellvertretender VDE-Präsident wird. Dr. Martin Schumacher, Mitglied des Vorstandes der ABB AG Mannheim, wird ebenfalls stellvertretender Präsident des Verbandes. Auch Schumacher war zwei Jahre Vorsitzender des VDE Kurpfalz.

Neu im Präsidium ab Januar 2017 sind Dr. Reinhard Ploss, Vorstandsvorsitzender der Infineon Technologies AG, und Prof. Dr. Hermann Eul,

Privatinvestor im Silicon Valley, vormals Corporate Vice President Intel Corp. und vorsitzender Geschäftsführer Intel Deutschland GmbH.

Die VDE-Präsidiumsmitglieder kommen traditionell aus Wirtschaft und Wissenschaft und decken die gesamte Bandbreite der Elektro- und Informationstechnik ab. Die Delegierten des Verbandes wählen die Mitglieder des Präsidiums.

Quelle: VDE Presse

## VDE-Kongress 2016 „Internet der Dinge“

*Das Internet der Dinge, die Digitalisierung von Wirtschaft und Gesellschaft, stellt alles Bisherige in den Schatten. Roboter werden Hand in Hand mit dem Menschen arbeiten, Haushaltsgeräte wie Waschmaschinen im Smart Home ihr Waschmittel selbst bestellen. Über diese Visionen diskutierten führende Experten aus Wissenschaft, Industrie und Anwendung beim VDE-Kongress 2016 „Internet der Dinge – Technologien/Anwendungen/Perspektiven“ am 7. und 8. November 2016 in Mannheim.*

Mit über 200 Top-Rednern und Poster-Präsentationen, hochkarätigen Keynote-Speakern aus Politik und Wirtschaft, 1.200 Teilnehmern aus dem In- und Ausland, 250 Studierenden und Young Professionals der Elektro- und Informationstechnik war der Kongress die Top-Plattform für den fachlichen Austausch und Networking.

### Der VDE zu Gast in Mannheim

Der VDE Kongress 2016 stand unter der Schirmherrschaft des Bundesministeriums für Bildung und Wirtschaft und bot einen intensiven Wissensaustausch rund um das Internet der Dinge,.

### VDE-Präsident Dr. Bruno Jacobfeuerborn

„Keine Frage: Die Zukunft der Wirtschaft ist digital. Ohne IoT (Internet of Things) gibt es keine Energiewende, keine Industrie 4.0, keine New Mobility, keine Medaillen bei künftigen Exportweltmeisterschaften. Wird Deutschland den Sprung ins digital vernetzte Zeitalter meistern oder die Latte reißen? (...) Als VDE-Präsident wünsche ich mir, dass von Mannheim nicht nur ein Impuls für eine Digitaloffensive in Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft ausgeht. Ich setze auf den „Macher Spirit“ dieser Stadt.“

### Winfried Kretschmann, Ministerpräsident Baden-Württemberg

„Der Aufbau des Internets der Dinge ist für Deutschland und Baden-Württemberg eine Riesenchance. Unser gewaltiger Erfahrungsschatz

aus 150 Jahren Industriegeschichte und unsere Weltmarktführerschaft in vielen Bereichen sind dabei ein Wettbewerbsvorteil“, erklärte Ministerpräsident Winfried Kretschmann. Um erfolgreich zu sein, müsse jedoch viel Neues gegen Altes durchgekämpft und eine Kultur der zweiten Chance gefördert werden. Denn niemand könne heute sicher vorhersagen, welche Strategien, Geschäftsmodelle oder Produkte bei dieser gewaltigen Umwälzungsbeziehung erfolgreich sein werden. „Disruption und Tradition, das könnte die neue Erfolgsformel für Deutschland und Baden-Württemberg werden. Wir haben das Thema, Digitalisierung‘ daher zu einem Schwerpunktbereich gemacht und ich bin überzeugt, dass kein Land in Europa für den anstehenden Strukturwandel so gut gerüstet ist, wie wir.“

### Technologiepolitischer Abend

Am Ende des ersten Tages des VDE-Kongresses 2016 ging es im Mannheimer Rosengarten feierlich zu: Im Mozartsaal des Rosengartens kamen hochkarätige Keynote-Speaker aus Politik und Wirtschaft zu Wort.

Den Rahmen gab Dr. Bruno Jacobfeuerborn, VDE-Präsident und CTO der Deutschen Telekom AG mit dem Leitsatz vor: „Nicht nur Geräte und Dinge vernetzen sich, auch Roboter und Menschen werden künftig Hand in Hand zusammenarbeiten – alles ist im Internet of everything vernetzt“. In diesem Zusammenhang betont er die zentrale Rolle der Mikroelektronik: „Hier hoffen wir auf Antworten der Bundesregierung.“

„Die Politik hat immer Antworten – ob diese auch zu den Fragen passen, ist ein anderes Thema“, konterte Prof. Dr. Wolf-Dieter Lukas vom Bundesministerium für Bildung und Forschung. In Deutschland sei es gelungen, den Begriff Industrie 4.0 zu prägen: „Andere trauen uns zu, dass Deutschland als Industrienation das schaffen kann.“ Die Herausforderung liege jedoch nicht darin, aus Sensoren Geld zu machen, sondern im Zuge der Datenauswertung neue Geschäftsmodelle zu

entwickeln. Lukas‘ zentrale Forderung lautet deshalb: „Wir müssen uns eine Datenökonomie zutrauen!“

„Ich spreche nicht gerne von der Revolution, aber unsere bekannte Welt bekommt neue digitale Komponenten und damit neue Herausforderungen“, betonte Prof. Dr. Sigfried Russwurm, Mitglied des Vorstands der Siemens AG. Drei zentrale Aspekte seien im Zusammenhang mit dem Internet der Dinge von zentraler Bedeutung. Zunächst müssten Kompetenzen weiterentwickelt werden. Weiter gehe es darum, „Die Zusammenarbeit muss über die Schachtelökonomie hinausgehen“. Als dritten Erfolgsfaktor müssten disruptive Ideen zugelassen werden.

**Als VDE-Ehrenmitglieder für ihr großes Engagement wurden u. a. ernannt: Der ehemalige VDE-Präsident Michael Stadler, Prof. Dr.-Ing. Rainer Laur und Karl-Friedrich Schilling, ehemaliger Vorsitzender des VDE Kurpfalz, der sich unermüdlich nach wie vor für das Elektrohandwerk und die Ausbildung in den Elektroberufen engagiert.**

### Invent a Chip Preisträger ausgezeichnet

Seit 15 Jahren tüfteln Schülerinnen und Schüler beim VDE/BMBF-Schülerwettbewerb INVENT a CHIP an kreativen Ideen für Mikrochips, insgesamt 25.000 Mädchen und Jungen mit 6.500 Chip-Ideen. Beim Technologiepolitischen Abend zeichneten VDE und BMBF die Sieger aus.

### Und was es sonst noch gab

Interessante Vorträge zu den Themen Industrie 4.0, Mobility, Smart home, Energy und Medizin gemeinsam mit einem Ausstellungsprogramm rundeten den wegweisenden Kongress ab.

Dieter Keller VDE

## VDE-VDI-Video-Projekt 2016 – MINT life!

*MINT-Aktivitäten gibt es erfreulicherweise inzwischen immer mehr. Die Initiativen von VDE Kurpfalz und VDI Nordbaden-Pfalz zeigen, dass sich die Schulen in der Region mit dem Thema befassen. „Wie können wir noch weitere Impulse geben?“, fragten sich die beiden MINT-Beauftragten, Dr. Karlheinz Fischer, VDE, und Dr. Ditmar Flothmann, VDI.*

In einem Gespräch mit der Hans-Freudenberg-Schule in Weinheim (HSF) entstand die Idee zu „MINT life!“, einem Videoprojekt, bei dem Schülerinnen und Schüler die VDE-VDI-MINT-Tage 2016 in einem Film dokumentieren. Der Umgang mit audiovisuellen Medien ist für Kinder und Jugendliche inzwischen selbstverständlicher Bestandteil ihres Alltags. TV, Radio, Kinofilme, YouTube und andere Medien werden wie selbstverständlich konsumiert. Weitgehend unbekannt sind ihnen dagegen die inhaltliche Konzeption, logistische Vorbereitung und eigentliche Produktion.

### Medienbildung aus eigener Erfahrung

Eine wichtige Frage stellt sich deshalb: „Wissen die Schüler und Schülerinnen eigentlich, wie eine TV-Sendung, Nachrichten oder Reportagen entstehen?“ Eng damit verbunden ist eine gesellschaftlich relevante Frage: „Wissen sie, wie öffentliche Meinungen entstehen, geprägt und im Zweifelsfall auch manipuliert werden? Ist das, was man im Fernseher sieht, wirklich so objektiv, wie es auf den unkritischen Blick erscheint? Was können Bilder aussagen?“ Auch die Technik spielt natürlich eine große Rolle. Beleuchtung, Ton, Aufnahmen, Schnitt – kurzum: Das ist MINT anhand eigener Erfahrung.

Angesichts der wichtigen Fragen, die nach Antworten verlangen, war die HSF gerne bereit, an diesem besonderen Bildungsprojekt mitzuwirken. Die Direktorin, Senta

Ammann, gab ihre Zustimmung „zu dieser Herausforderung.“ Für das Projekt wurden Schülerinnen und Schüler der 12. Klasse gewonnen. Die Federführung übernahm Dipl.-Ing. Thomas Bergbold, in der HSF zuständig für Presse & Öffentlichkeitsarbeit. Er kümmerte sich sowohl um die Anschaffung des technischen Equipments, als auch um die Gesamtorganisation. Für den sprachlichen Part, beispielsweise die Formulierung von Interviewfragen, stand Studienrätin Jasmin Bund den Schülerinnen und Schülern zur Seite. Die notwendige technische Ausstattung kam als Spende vom VDE und VDI.

Die Projektbeteiligten waren sich einig, dass sie auf professionelle Hilfe nicht verzichten konnten. Hans-Christoph Noack, Inhaber von Noack Kommunikation in Weinheim, war gerne bereit, das Projekt ehrenamtlich zu begleiten. Er erklärte den Akteuren, wie ein Drehbuch – das „Storyboard“ – zu erstellen ist, ein Drehplan aufgestellt wird, Interviewfragen formuliert sein sollen, Interviews geführt werden, die Schnitte erfolgen, Untertitel getextet und platziert werden und vieles mehr. Er führte mit den Schülerinnen und Schülern ein Medientraining durch, übte, und gab viele wertvolle Anregungen.



Wie aus einer Idee ein Video werden kann: Brainstorming der Projektbeteiligten.

**Gesprächsrunde:  
Zwei Stunden Arbeit, fünf  
Minuten gesendet**

Wie ein Videoclip entsteht – für die Schülerinnen und Schüler war das Projekt ein selbsterlebter Blick auf und hinter die Kulissen einer TV-Produktion. Eine der vielen interessanten Erfahrungen war beispielsweise die Aufzeichnung einer kleinen nicht moderierten Gesprächsrunde zwischen Senta Ammann, Ditmar Flothmann und Sybille Breunig, VDE-VDI-Geschäftsstelle. „Wir sind die ersten Versuchskandidaten“, schmunzelte Flothmann.

Da die Fragen formuliert und abgestimmt waren, rechneten die Beteiligten nicht damit, dass für eine fertige Sequenz von sechs Minuten fast zwei Stunden Aufnahmezeit nötig sein würden. Mal schaute jemand direkt in die Kamera. „Das geht gar nicht!“ meinte Noack. Mal verlor jemand den Faden: „Äh, was wollte ich jetzt sagen? Noch mal von vorne, bitte.“ Mal juckte eine Nase: „Wir können doch nicht zeigen, wie Sie sich kratzen!“ Mal trat eine Person zu sehr von einem Bein auf das andere: „Das sieht nervös aus und ist ein No Go!“ Mal sprach jemand zu leise: „Was haben Sie gesagt? Ich hab’s nicht verstanden.“



Sie waren zufrieden mit dem MINT-Projekt. „Die Arbeit und das Engagement haben sich gelohnt“, sagten Dr. Ditmar Flothmann VDI und Sybille Breunig, VDE-VDI-Geschäftsstelle.



Die Akteure vereint: VDE und VDI bedankten sich bei den Schülerinnen und Schülern sowie den beiden Lehrkräften und der Direktorin für die Mitwirkung im MINT-Video-Projekt.

**Interviews und Aktionen vor Ort**

Wer wird am MINT-Tag interviewt? Welche Fragen müssen gestellt werden? Nicht nur diese Überlegungen galt es in die Vorbereitungen und Planungen einzubeziehen. Vielmehr mussten auch so handfeste Fragen geklärt werden wie „Wo sollen die Interviews stattfinden?“. Unter Mithilfe von Cornelia Borger vom TECHNOSEUM Mannheim durchstreifte das Video-Team das Haus auf der Suche nach einem geeigneten Platz. Die Erfahrung zeigte: Aufwändige Suche für die passende „location“, um Interviews von je drei bis vier Minuten Länge zu führen. Beschafft werden mussten dann noch spezielle Lampen, um die Szenerie ausleuchten zu können.

Die Schülerinnen und Schüler waren sowohl am MINT-Fachtag, als auch am MINT-Familientag vor Ort und hielten beispielsweise die Workshops, die Auszeichnungen der MINT-freundlichen Schulen sowie die zahlreichen Aktivitäten des VDE-VDI-Familientages filmisch fest.

Die Interviews mit Gästen, Referenten und MINT-Vertretern waren zwar inhaltlich gut vorbereitet und

geübt, die Interviewpartner informiert. Es zeigte sich aber, dass auch bei bester Planung Improvisationstalent und gute Nerven notwendig sind.

**Video als Kommunikationsmittel**

Nach intensiver Vorbereitung, spannenden Vor-Ort-Videoaufnahmen und der Nachbereitung mit Schnitt, Animationen und musikalischer Unterlegung lautet die Antwort auf die Frage, ob sich die Mühen gelohnt haben: „Ja, es war für alle am Projekt Beteiligten eine besondere Erfahrung. Lehrreich und sicherlich nachhaltig.“ Und, dass es auch sehr viel Spaß gemacht habe, fügen die Beteiligten gerne an.

Die HFS, der VDE und VDI werden das fertige Video je auf ihrer Homepage einstellen. So können Eltern, Schüler/innen, Mitglieder und MINT-Interessierte sich einen im wörtlichen Sinne belebten Eindruck von den Aktivitäten der beiden Bezirksvereine machen. MINT life! – mehr als eine Dokumentation, vielmehr auch Motivation, sich bei MINT zu beteiligen.

Sybille Breunig  
Fotos: B. Kunkel  
Fotos: privat / B. Kunkel

# VDE-VDI-MINT-TAGE 2016

Dieses Jahr widmeten VDE Kurpfalz und VDI Nordbaden-Pfalz dem Zukunftsthema MINT (Mathematik Informatik Naturwissenschaft Technik) zwei Aktionstage in Mannheim. Am ersten Tag standen ein Kongress für pädagogische Fachkräfte sowie die Auszeichnung „MINT freundliche Schule 2016“ auf dem Programm. Am folgenden Tag lag der Fokus auf Familien. VDE und VDI hielten gemeinsam mit dem TECHNOSEUM Mannheim zahlreiche Aktivitäten und Vorführungen für Kinder und Jugendliche bereit.

VDE und VDI waren gemeinsam mit der bundesweiten Initiative „MINT Zukunft schaffen“ sowie der Südwestmetall Baden-Württemberg Veranstalter der zweitägigen MINT-Tage 2016 am 23. und 24. September. Das TECHNOSEUM Mannheim erwies sich ein weiteres Mal als bewährter Partner für die Veranstaltungen. So betonte Thomas Herzig, im TECHNOSEUM Leiter der Abteilung Ausstellung, in seinem Grußwort an die Teilnehmer/innen des Fachtages die fast 30 Jahre dauernde Partnerschaft von VDE und VDI mit dem TECHNOSEUM, das er als „Ort des Lernens jenseits des Klassenzimmers“ charakterisierte. Stefan Küpper, Südwestmetall, pflichtete dem bei. Es sei ein starkes Zeichen, wenn kompetente Partner gemeinsam agieren. Denn gerade bei dem Zukunftsthema MINT sei es wichtig, keine Strohfeuer zu entzünden, sondern die gesamte Bildungskette im Auge zu haben.

## MINT Kongress: MINT und Sprache

Neben zahlreichen Workshops, die MINT-Themen zum Inhalt hatten, gab es auch solche, die den Fokus auf die Sprachentwicklung von Kindern legten. „Sprachsensibler Sachunterricht am Beispiel von Schwimmen und Singen“ und „Laternenmond und heiße Ohren – Sprachförderung im Grundschulunterricht durch Forschendes Lernen“ lauteten beispielsweise die Titel von zwei Workshops.



Blick in einen Workshop

Nicht von ungefähr stand „MINT und Sprache“ im Mittelpunkt des Fachtages. Fest steht: Die sprachlichen Anforderungen im Beruf nehmen zu. Kommunikative Kompetenzen stellen die Basis für berufliche Handlungsfähigkeit dar. Die Förderung dieser Kompetenzen könne deshalb nicht nur im Sprachunterricht verankert sein, sondern müsse verstärkt auch in den Fachunterricht Eingang finden, so die Erkenntnis. Es gilt, Sprachkompetenz und forschendes Lernen zu verzahnen.



Die drei Organisatoren waren mit den MINT-Tagen 2016 zufrieden: Thomas Wiessler, Servicestelle SCHULE-WIRTSCHAFT; Cornelia Berger, TECHNOSEUM; Sybille Breunig, VDE/VDI.

## Sprachbildung und Fachwissen

In einem vielbeachteten Vortrag machte Professor Christian Efing, Bergische Universität Wuppertal, entsprechend deutlich: Defizite im Sprachbereich wirken sich negativ auf den Einstieg in den Beruf und die Berufslaufbahn aus. Kommunikative Kompetenzen sind unverzichtbar.

Leider, so Efing, habe diese Erkenntnis noch nicht ausreichend Eingang in die Didaktik gefunden. Gibt es doch kaum Unterrichtsein-

heiten, die Sprache mit MINT-Fächern kombiniert. Hier ist Sprache nicht



Prof. Christian Efing referierte zum interessanten Thema „MINT und Sprache“.

Selbstzweck, sondern Mittel zum Zweck. Bis dato entspricht die Sprache der Schulbücher in den MINT-Fächern nicht der Standardsprache, die tagtäglich benutzt wird.

Für viele junge Menschen ist dies eine Hürde, die ihnen den Weg in einen Beruf verbauen kann. Deshalb ist eine Verbindung von Spracherlernen und Fachlernen wichtig.

Die schriftliche Sprache hat andere Anforderungen als die mündliche Kommunikation. So beinhaltet sprachliche Kompetenz im MINT-Bereich mehr als nur den Fachwortschatz zu beherrschen und die „Fachsprache“ zu kennen. Untersuchungen haben gezeigt, dass es eine Korrelation zwischen guter Lesekompetenz und MINT gibt. Deshalb gehört das Verstehen von abstrakten Texten auf den Lehrplan. Neben literarischen Texten müssen gezielt auch „realistische Textsorten“, so der Begriff von Efing, erlernt und geübt werden. Dabei geht es um MINT-berufsbezogene sprachliche

Kompetenz und somit um mehr, als nur Fachbegriffe zu erlernen: Die Schüler/innen sollen Texte für „das tägliche Brot im Beruf“ verstehen und verfassen können wie Versuchsaufbauten, Protokolle oder Bedienungsanleitungen.

Sprachförderung gehöre deshalb zum MINT-Unterricht und müsse in der gesamten Bildungskette – vom Kleinkindalter bis zur Sekundarstufe II – berücksichtigt werden, so lautet die Erkenntnis des Referates.

### MINT-freundliche Schule 2016

Zur Ehrung der Schulen, die 2016 neu als „MINT-freundlich“ ausgezeichnet oder erfolgreich re-zertifiziert wurden, schickte das baden-württembergische „Ministerium für Kultus, Jugend und Sport“ Staatssekretär Volker Schebesta. Nahrung,



René Chassein begrüßte die Schulen im Namen von VDE und VDI.

Medizin, Verkehr, Energie – ohne gut ausgebildete Fachkräfte in den MINT-Fächern können die Fragen von Naturwissenschaft und Technik in der modernen Gesellschaft nicht zukunftsfähig beantwortet werden.

Für den VDE und VDI unterstrich René Chassein, stellvertretender Vorsitzender VDE Kurpfalz, die Bedeutung der Förderung von MINT-Fächern. Die wirtschaftliche Zukunft des Technologiestandortes Deutschland baue auf Innovationen auf. Der Einzug der Technik in den Alltag werde sich weiter dynamisieren. Fachkräfte seien hierfür von Nöten, aber derzeit nicht in befriedigendem Umfang vorhanden, gab er zu bedenken. Die Förderung von MINT stelle somit eine gesamtgesellschaftliche Herausforderung dar.

Es gilt die Bildungsweichen rechtzeitig und richtig zu stellen, um mehr MINT-Fachkräfte, sowohl im akademischen als auch im handwerklichen Bereich, zu gewinnen. „Sie haben als MINT-freundliche Schule diese Herausforderung aktiv in Angriff genommen“, bedankte Chassein sich im Namen von VDE und VDI bei den Lehrkräften.



Insgesamt wurden 97 Schulen in Baden-Württemberg mit dem Signet „MINT freundlich“ ausgezeichnet. Zahlreiche Vertreterinnen der Schulen waren nach Mannheim zum MINT-Tag gekommen.

### Re-Zertifizierungen 2016 „MINT-freundliche Schule in der Region“

- Diesterwegschule, Mannheim
- Gymnasium Bammental
- Heidelberg College, Heidelberg
- Hölderlin-Gymnasium, Heidelberg
- Bergstraßen-Gymnasium, Hemsbach
- Max-Born-Gymnasium, Neckargemünd
- Hebel-Gymnasium, Schwetzingen
- Johann-Philipp-Reis Schule, Weinheim
- Dietrich-Bonhoeffer-Schule, Weinheim
- Astrid-Lindgren-Grundschule, Ladenburg
- Liebfrauenschule, Bensheim
- Leibniz-Gymnasium, Pirmasens
- Burggymnasium, Kaiserslautern
- Integrierte Gesamtschule, Enkenbach-Alsenborn
- Staatliches Heinrich-Heine-Gymnasium, Kaiserslautern
- St.-Franziskus-Gymnasium und –Realschule, Kaiserslautern
- Immanuel-Kant-Gymnasium, Pirmasens

### Erst-Auszeichnung 2016 „MINT-freundliche Schule in der Region“

- Carl-Theodor-Schule, Schwetzingen
- Hubert-Sternberg-Schule, Wiesloch
- Mahlbergschule, Malsch
- Stephen-Hawking-Schule, Neckargemünd
- Lise-Meitner-Gymnasium, Maxdorf
- Waldhofschule Grundschule mit Außenstelle Luzenberg, Mannheim
- Nicolaus-Kistner-Gymnasium, Mosbach
- Eduard Spranger Gymnasium, Landau
- Freie Montessori Schule, Worms
- Clemens-Beck-Grundschule, Dudenhofen
- Friedrich-Ebert-Grundschule, Frankenthal

**MINT-Familientag**

Wie kann man es schaffen, kopfüber zu laufen? Wieso ist die Stimme so merkwürdig verändert, wenn man Helium inhaliert? Das Glas wird mit Wasser gefüllt, mit einem Bierdeckel abgedeckt und umgedreht. Warum läuft das Wasser nicht aus? Die „Physikanten“ wussten die Antworten und erklärten sie dem Publikum auf ebenso verständliche wie unterhaltsame Weise. Kinder konnten in der „Physikalischen Zauberschule“ lernen, wie Strom durch eine Menschenkette fließt oder Schwerkraft funktioniert.

Im Rahmen des VDIni-Clubs wurden Raketen gebastelt und zum Starten gebracht. Unter fachkundiger Anleitung von Auszubildenden des Mannheimer Unternehmens Pepperl+Fuchs lernten ältere Kinder und Jugendliche zu löten und einfache Schaltungen herzustellen. Kurzum: Die gut 700 Besucher/innen, die am Samstag zum VDE-VDI-Familientag ins TECHNOSEUM gekommen waren, erwartete eine interessante Palette an Aktivitäten.

Sybille Breunig  
Fotos: B. Kunkel



Mit der Förderung von MINT könne man nicht früh genug anfangen, meinte die junge Mutter und behielt Recht: Ihr 19 Monate alter Sohn hatte sichtlich Spaß an den Aktivitäten.



Lötkurs



In der „Physikalischen Zauberschulen“, deren Aufführungen drei Mal „ausgebucht“ waren, erfuhren die kleinen Besucher/innen, wie Phänomene aus der Naturwissenschaft funktionieren – beispielsweise wie eine Menschenkette Strom leitet.



„Full house“ im Auditorium, als Karlheinz Fischer sich im Namen von VDE und VDI für das Interesse an MINT bedankte.



Dass Physik nicht nur trockene Theorie bedeutet, sondern Spaß macht und durch Staunen Interesse wecken kann – die „Physikanten“ wissen, wie es geht.

# VDE Auszeichnung für herausragende Studienabschlüsse

Zum Abschluss der beiden VDE-VDI-MINT-Tage 2016 ehrte der VDE Bezirksverein Kurpfalz (BV) Absolventen der Hochschulen der Region für herausragende Studienabschlüsse.

Zur Auszeichnung hatte der BV zum VDE Forum in die Arbeiterkneipe des TECHNOSEUM eingeladen.

Die beiden VDE-VDI-Aktionstage hatten MINT im Fokus. Ein Augenmerk lag auf der MINT-Bildungskette. Schon im Kleinkindalter kann begonnen werden, Interesse an Technik

und Naturwissenschaften zu wecken. In der Schule gilt es, das Interesse aufrecht zu erhalten und zu fördern. Ein anschließendes MINT-Studium oder eine Ausbildung in einem MINT-Beruf folgen. Die Auszeichnungen für herausragende Leistungen im Studium kennzeichneten einen erfolgreichen Abschluss in der MINT-Bildungskette, merkte der Vorsitzende des BV, Professor Wolfram Wellßow, an.

Sybille Breunig  
Fotos: B. Kunkel



VDE Forum 2016 in der Arbeiterkneipe des TECHNOSEUM Mannheim



Der VDE Kurpfalz zeichnete Absolventen der Hochschulen der Region für deren herausragenden Studienabschluss aus.

Ausgezeichneter Absolvent	Studien-Abschluss	Studiengang	Thema der Abschlussarbeit	Hochschule	Laudator
Nils Wege	Bachelor of Engineering (B. Eng.)	Elektrotechnik	Ansteuerungsverfahren für Hochleistungsleuchtdioden	SRH Hochschule Heidelberg	Prof. Dr. Achim Gottscheber
Juri Dolgirev	Master of Engineering (M. Eng)	Allgemeine Elektrotechnik	Projektierung und Optimierung eines BLDC-Motors auf Basis von ANSYS Maxwell	Hochschule Kaiserslautern	Prof. Dr. Karsten Glöser
Omar Naji	Master of Science (M. Sc.)	Elektro- und Informationstechnik	Exploring Power and Design of DRAM in Full-System Simulation	Technische Universität Kaiserslautern	Dr.-Ing. Christian Weis, in Vertretung von Prof. Wehn
Julian Berberich	Bachelor of Engineering (B. Eng.)	Elektrotechnik	Entwicklung und Implementierung eines geberlosen Anlaufverfahrens für permanentmagneterregte Synchronmaschinen durch Messung von raumzeigermodulierten Spannungssignalen im Spannungsbereich bis 60 V	Duale Hochschule Baden-Württemberg Mannheim	Prof. Kay Wilding
Philipp Schimmel	Bachelor of Science (B. Sc.)	Nachrichtentechnik/ Elektrotechnik	Implementierung und Evaluierung eines hochauflösenden Leistungsdichtespektrum – Schätzalgorithmus für interferometrische Signalanalyse auf einem FPGA	Hochschule Mannheim	Prof. Dr. Kurt Ackermann

# technikforum – seit 20 Jahren Informationen für die VDE- und VDI-Mitglieder in der Region

*Der Initiator, der Mitte der neunziger Jahre eine eigene Zeitschrift für die VDI-Mitglieder in der Region anbieten wollte, kann sich freuen: Im Jahr 2016 ist das damals neue Medium 20 Jahre alt geworden! Es hat sich im Laufe der Jahre verändert, wurde erweitert, erhielt einen neuen Namen, erlebte einige Relaunchs und ist nach wie vor aktuell.*

Es war Dipl.-Ing. Hans-Jürgen Börke, von 1994 bis 1997 Vorsitzender des VDI Nordbaden-Pfalz, der die Idee eines regionalen Mediums für den Bezirksverein (BV) hatte. Das neue Medium erhielt den Namen **vdI forum**.



Erstausgabe der VDI Mitgliederzeitschrift

## vdI forum startet 1996

Die erste Ausgabe der neuen Mitgliederzeitschrift startete im Jahr 1996 mit der Frage im Editorial: „Braucht die Region ein neues Medium?“ Börke beantwortete sie mit verschiedenen Aspekten: Zum einen sehe er die neue Zeitschrift als Forum der Technik und Wissenschaft in der Region. Zum anderen stelle das neue Medium einen weiteren Weg zur Kommunikation mit und zwischen den Mitgliedern dar. Zwei Fliegen mit einer Klappe also, und eine dritte und vierte fügte er hinzu: Das Medium sei auch geeig-

net, die externe Öffentlichkeit auf den VDI aufmerksam zu machen und durch sachliche Berichte die Technikakzeptanz zu erhöhen.

Dass im Jahr 1996 das neue Medium noch als reine Printversion konzipiert war, versteht sich von selbst. Die elektronische Kommunikation war zwar präsent und auf dem Vormarsch, aber bei weitem noch nicht so verbreitet, wie es 20 Jahre später der Fall sein wird.

Das **vdI forum** erschien vier Mal im Jahr. Aufmacher war jedes Mal ein Interview: Der damalige Oberbürgermeister Gerhard Widder kam dabei beispielsweise ebenso zu Wort wie Dr. Claus E. Heinrich, SAP Vorstandsmitglied, und Professor Dietmar von Hoyningen-Huene, seinerzeit Rektor der Hochschule Mannheim, damals noch Fachhochschule benannt.

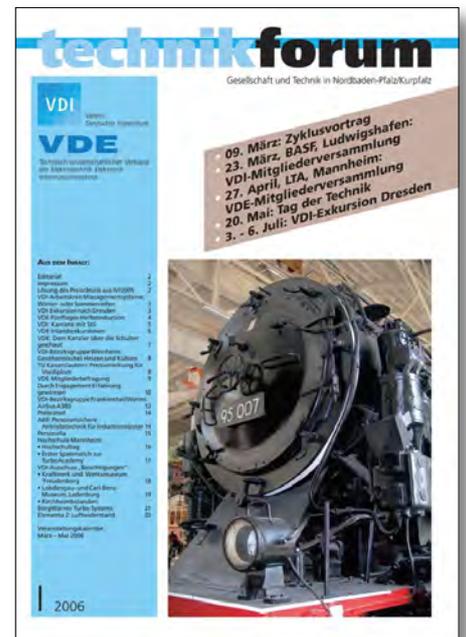
## Ab 1999 technikforum

Unter der Ägide von Professor Dr. Hans Kahlen, der zu dieser Zeit beim VDE-Kurpfalz Vorsitzender des Vorstandes war, kam es zum Schluß der beiden größten technisch-wissenschaftlichen Vereine in der Metropolregion Rhein-Neckar. So wurde aus dem **vdI forum** im Jahr 1999 das **technikforum**.

„Wir beginnen damit eine weitere Partnerschaft“, freute sich Kahlen, der sich bis zum Jahr 2015 auch aktiv in die Redaktionsarbeit einbrachte. Die redaktionelle Koordination lag in den Händen von Dipl.-Ing. Gerd Trommer, der sowohl Ingenieur als auch Inhaber einer Agentur für Kommunikation war.

## Ab 2002: Neuer Redaktionsbeirat

Neue Ideen, ein neues Layout und neue Themenfelder: Dem Relaunch des Magazins im Jahr 2002 ging ein Wechsel in der redaktionellen Aufstellung voraus. Professor Karlheinz Hoseus folgte auf Gerd Trommer. Der Redaktionsbeirat wurde erweitert, und die Redaktionsarbeit neu aufgestellt. Hoseus legte viel Wert auf detaillierte Fotografien, was sich stets im Titelbild des Magazins widerspiegelte.



Titelblatt: Technik in Detailaufnahme

## Ab 2007: Neue Konzeption

Der redaktionelle Staffelpstab wurde Anfang des Jahres 2007 weitergereicht an Sybille Breunig, VDE-VDI-Geschäftsstelle. Aus dem Redaktionsbeirat wurde das Redaktionsteam, und gemeinsam nahm entsprechend den Ergebnissen einer Leserbefragung verschiedene inhaltliche Änderungen im Magazin vor. Diese stellen heute noch den Grundstock des **technikforum** dar.



Rückblick auf 15 Jahre Mitgliedermagazin

Neu in den Jahren kam hinzu, dass das Mitglierdermagazin in jeder Ausgabe ein Schwerpunktthema unter die regionale Lupe nimmt und das universitäre Umfeld mehr einbezogen wird.

### 20 Jahre und mehr

Bis zum Jahr 2009 erschien die Mitgliederzeitschrift vier Mal pro Jahr. Aus Kostengründen beschloss die Vorstände, die Erscheinungsweise auf drei Ausgaben per anno festzulegen. Dafür umfasste das **technikforum** mehr Seiten.

Das Redaktionsteam besteht zurzeit aus (in alphabetischer Reihenfolge): Sybille Breunig, VDE-VDI-

Geschäftsstelle; Winfried Eberbach, VDE; Dieter Keller, VDE; Alexander Kling, VDI; Dr. Hartmut Knittel, VDI; Dr. Rainer Kuntz, VDI; Prof. Dr. Ralph Urbansky, Technische Universität Kaiserslautern.

„Und, machen wir weiter?“, fragten sie sich bei der Sitzung im Juli 2016. Dabei war allen klar, dass es sich um eine rhetorische Frage handelte, die sie eindeutig mit „Ja!“ beantworteten. Nicht nur, weil nach wie vor der Teamgeist lebendig und die Motivation hoch ist sowie die Zusammenarbeit Freude macht. Sondern vor allem auch: Nicht allzu viele Zeitschriften können auf 20 Jahre ununterbrochenes Er-

scheinen zurückblicken. Zwei Dekaden regionales Mitglierdermagazin – das ist ein Zeichen für die Akzeptanz und Bedeutung des regionalen VDI-VDE-Mediums.

Der Weg geht weiter: Gemeinsam wollen die Akteure in der nächsten Zeit den Entwicklungen der neuen Kommunikationswege Rechnung tragen. So werden in einem ersten Schritt das Layout und die Funktionalität der im Internet bereit gestellten Datei überarbeitet, damit es dem Lesen am PC oder Smartphone besser angepasst ist.

Sybille Breunig

## Zehn Jahre Graduate School Rhein-Neckar

*Die Graduate School Rhein-Neckar ist seit zehn Jahren der Weiterbildungspartner für Hochschulen und Unternehmen in der Metropolregion Rhein-Neckar. Dass dieses Bündnis von drei Hochschulen aus zwei Bundesländern ein Besonderes ist, darüber war man sich bei der Jubiläumsfeier am 29. September 2016 einig.*

Begonnen hat alles mit zwei Studiengängen und 22 Studierenden im Jahr 2006. Mittlerweile besteht das Angebot aus sechs Studiengängen. Aktuell studieren mehr als 145 Studierende und es gibt bereits über 230 MBA-Absolventen.

### Portfolio MBA

Die Spezialisierung liegt auf zielgruppenspezifischen MBA-Studiengängen, sogenannten Professional MBA-Programmen, die mit dem Titel Master of Business Administration (MBA) abschließen. Hier gibt es ein breites Portfolio für unterschiedliche Zielgruppen auf Grund der Zusammenarbeit mit drei Hochschulen. Ab 2017 wird das Portfolio um einen Master of Engineering in Maschinenbau ergänzt.

### Plus für individuelle Bildung

In der Wissensgesellschaft sind Angebote wie die der Graduate School Rhein-Neckar enorm wichtig, um individuelle Bildungsbiographien

möglich zu machen. Für viele Arbeitnehmer reicht ein Studium nicht mehr aus, um das ganze Arbeitsleben hindurch ausreichend qualifiziert zu sein.

### Alternative Bildungswege

Dieser Anspruch stellt die Hochschulen vor neue Herausforderungen. Sie sind gezwungen, Alternativen zu den klassischen Vollzeitangeboten anzubieten. In den vergangenen Jahrzehnten hat sich ein Markt für berufsbegleitende Studienangebote gebildet. Gleichzeitig „sind die staatlichen Hochschulen nicht darauf eingestellt, auf dem Markt zu agieren“, sagte Professor Dieter Leonhard, Rektor der Hochschule Mannheim.

Deshalb bietet die Graduate School Rhein-Neckar den Studierenden die Möglichkeit, sowohl vom Qualitätsanspruch der staatlichen Hochschulen, als auch von der Serviceorientierung eines privaten Dienstleisters zu profitieren. Denn Studierende, die Beruf und Studium gleichzeitig koordinieren müssen, haben eine andere Erwartung an die Servicequalität der Hochschule als Vollzeit-Studierende.

Aber nicht nur der Service, auch die Qualität der Lehre muss stimmen. Hier sind vor allem die Dozenten gefragt. Teilnehmer mit Berufserfahrung bringen ein hohes Niveau in die Lehrveranstaltungen

und erwarten ein besonderes Maß an anwendungsorientierten Lehrinhalten. „Es geht darum, die Teilnehmer mit ihrer beruflichen Biografie und Lebenserfahrung ernst zu nehmen“, erklärte Professor Peter Mudra, Präsident der Hochschule Ludwigshafen am Rhein.

### Kooperation mit Unternehmen

Damit dieser Anwendungsbezug gewährleistet wird, werden die Studiengänge an der Graduate School Rhein-Neckar in enger Zusammenarbeit mit Vertretern der Wirtschaft entwickelt, evaluiert und kontinuierlich aktualisiert. Zur modernen Lehre gehört auch die Einbindung von Online-Vorlesungen und anderen digitalen Lernformen. Die richtige Mischung aus Eigenverantwortung und moderierten Präsenzveranstaltungen garantieren den Lernerfolg. Michael Haubrich, Leiter Weiterbildung für Produktion, Technik, Labor bei BASF SE, betonte: „Der moderne Lerner ist dadurch geprägt, dass er jederzeit und überall eigenverantwortlich lernen kann. Trotzdem muss der Transfer des Erlernten in den beruflichen Alltag in Präsenzveranstaltungen geschehen, da nur dort ein echter Austausch möglich ist.“

Graduate School Rhein-Neckar gGmbH  
Ulrike Augart-Durczok  
www.gsrn.de



## konkret!

# Fortbildung für Ingenieure/innen in der Metropolregion

*Der Vorstand des VDI Nordbaden-Pfalz (BV) ist gerne verschiedenen Anfragen von Mitgliedern nach Fortbildungsmöglichkeiten in der Region gefolgt. Unter der Federführung von Dr. Rainer Kuntz, im BV-Vorstand zuständig für die Koordination der Arbeitskreise und Bezirksgruppen, wurde „VDI konkret“ entwickelt: Fortbildungen für Ingenieure/innen aller Fachrichtungen. Start des Programms wird im kommenden Frühjahr sein.*

Der VDI Nordbaden-Pfalz hat mit der Graduate School Rhein-Neckar einen erfahrenen, kompetenten Partner gefunden und wird die Seminare in Kooperation durchführen. Die Veranstaltungen sind für jeweils einen Tag konzipiert und werden in Mannheim stattfinden. „So müssen keine langen Anfahrtswege bewältigt werden. Das spart Zeit und Kosten“, sagt Kuntz.

### Fach übergreifende Themen

Die Inhalte der Seminare sind abgestimmt auf das berufliche Umfeld von Ingenieuren/innen. Jedoch stehen weniger fachlich-spezifische Themen im Blickpunkt. Vielmehr werden in den Seminaren Inhalte angesprochen, die Fach übergreifend sind und im beruflichen, betrieblichen Umfeld zu Tage treten. „Teilnehmen können sowohl VDI-Mitglieder als auch Nicht-Mitglieder“, betont der BV-Vorstand. Die Teilnahme wird vom VDI bestätigt und kann als Nachweis für Fortbildung genutzt werden.

### Effektive Fortbildung im kleinen Kreis

Die Fortbildungen werden im kleinen Kreis stattfinden. Die Anzahl der Teilnehmer pro Seminar ist bewusst begrenzt: „Es soll ausreichend Zeit und Raum für Fragen, ausführliche Antworten und Erfahrungsaustausch geben“, so die Vorstellung des BV-Vorstandes.

Im Jahr 2017 stehen drei Seminare auf dem Programm. Die **Anmeldung** erfolgt über die Homepage des VDI Nordbaden-Pfalz: [www.vdi-nordbaden-pfalz.de](http://www.vdi-nordbaden-pfalz.de) oder direkt per E-Mail an die Geschäftsstelle: [mail@vdi-nordbaden-pfalz.de](mailto:mail@vdi-nordbaden-pfalz.de)

### Breite Themen-Palette

Ende März startet die Fortbildungsreihe 2017 mit einem Seminar zum Thema „Verstehen Sie den Controller?“ Wie die Frage impliziert, wird es um Controlling für Ingenieure/innen gehen. Das Seminar Anfang Mai wird die Haftung im Betriebsalltag beleuchten. Die Teilnehmer/innen werden Antworten erhalten auf die für den Betriebsalltag brisante Frage: „Mit einem Schritt vorm Staatsanwalt?“ Im Oktober geht es um „Moderne Projektleitung“ – ein Thema, das ohne Antworten auf die Frage „Wie funktioniert ein Team?“ nicht auskommt.

#### • Seminar: Verstehen Sie den Controller? Controlling für Ingenieure: 22. März 2017

**Worum geht es?** Ingenieure/innen und Techniker/innen sind häufig neben technischen Fragestellungen auch mit betriebswirtschaftlichen Aspekten konfrontiert. Das Seminar vermittelt die wesentlichen Grundlagen des Controlling: Die Teilnehmer/innen verstehen die Begrifflichkeiten und Grundzüge des Rechnungswesens, können Budgets planen, Wirtschaftlichkeitsrechnungen durchführen und Szenarien entwickeln.

**Inhalte:** Betriebswirtschaftliche Grundlagen / Grundlagen für Entscheidung über beispielweise Projekte und Investitionen / Aufbau und Nutzen von Kennzahlensystemen / Planung, Kontrolle / Reporting / Budgetplanung

**Zielgruppe:** Ingenieure/innen aller Fachrichtungen; Fach- und Führungskräfte ohne oder mit geringen betriebswirtschaftlichen Kenntnissen.

#### • Seminar: Mit einem Schritt vorm Staatsanwalt? Haftung im Betriebsalltag: 09. Mai 2017

**Worum geht es?** Im Betriebsalltag sind Ingenieure/innen oft auch mit rechtlichen Fragen konfrontiert wie „Welche Haftungsrisiken bestehen?“ oder „Welche Möglichkeiten bestehen, um rechtliche Risiken zu minimieren?“

**Inhalte:** Grundlagen Vertragsrecht, Arbeitsrecht und Produkthaftung / Gesetze, Verordnungen / Reduzierung des Haftungsrisikos durch Organisation, Dokumentation, Verträge / Verantwortlichkeiten bei Verstößen, Schäden und Unfällen / Was tun im Schadensfall? / Was kann der Arbeitgeber verlangen?

**Zielgruppe:** Ingenieure/innen aller Fachrichtungen, Projekttechniker/innen und Projektleiter/innen.

#### • Seminar: Wie funktioniert ein Team? Moderne Projektleitung: 18.10.2017

**Worum geht es?** Mit der Übernahme einer Projekt- oder Teamleitung sind neben fachlichem Know-how auch Führungskompetenzen gefragt. Ist man darauf ausreichend vorbereitet? Das Seminar gibt Tools und Methoden an die Hand, um die Stolperfallen zu vermeiden.

**Inhalte:** Führen ohne Vorgesetztenfunktion / Leitung virtueller Teams / Die Führungskraft als Coach / Mitarbeitergespräche / konstruktiv mit Widerständen umgehen

**Zielgruppe:** Ingenieure/innen aller Fachrichtungen, die noch keine oder nur wenig Führungserfahrung haben.

Sybille Breunig  
[www.vdi-nordbaden-pfalz.de](http://www.vdi-nordbaden-pfalz.de)

# VDIni Nordbaden-Pfalz – Neuer Club-Leiter in Pirmasens

*Es ging auf seine Initiative zurück, dass Anfang 2012 im Bereich des VDI Nordbaden-Pfalz neben Mannheim ein zweites VDIni-Standbein ins Leben gerufen wurde: Das langjährige VDI Mitglied Dipl.-Ing. Olav Schmidt hatte die Idee, auch in seiner Heimatstadt Pirmasens einen VDIni-Club zu etablieren. Im Sommer diesen Jahres wurde der Staffelstab weitergegeben.*

Schmidt's Engagement für seine Heimatstadt und seiner Kontakte wurde das DYNAMIKUM in Pirmasens als Kooperationspartner gewonnen. Seit dem Start konnten zahlreiche VDIni-Mitglieder in der Pfalz dort an monatlichen Club-Treffen teilnehmen und spielerisch Spaß an Technik und Naturwissenschaft entwickeln. Zusätzlich bot Schmidt den älteren VDIni-Mitgliedern verschiedene Exkursionen mit technischem Hintergrund in der Region an.

### Willkommen Thomas Wieland

Der Staffelstab ist weitergereicht: Neuer Leiter des VDIni-Club in der Pfalz ist Dr. Thomas Wieland, der von sich sagt, dass er in Pirmasens und der Region verwurzelt sei. Der promovierte Chemiker ist im Jahr 1960 dort geboren, ging hier auch



Dr. Thomas Wieland: Neuer VDIni-Club-Leiter für die Pfalz Foto: Wieland

zur Schule und schloss seine Schullaufbahn am Helmholtz-Gymnasium Zweibrücken mit dem Abitur ab. Es folgte das Chemie-Studium in Kaiserslautern mit anschließender Promotion. Seine berufliche Laufbahn verbrachte er in einem Pirmasenser Chemie-Unternehmen, wo er zuletzt für die „Administration EDV und Produktsicherheit“ verantwortlich zeichnete.

Nach dem Eintritt in den Ruhestand habe er nun genügend Zeit, sich um die Förderung des technischnaturwissenschaftlichen Nachwuchses zu kümmern. Die VDIni-Mitglieder dürfen sich darauf freuen, an seinen Hobbys teilzuhaben: Er ist aktiver Amateurfunk, besitzt die „Lizenz Klasse E Amateurfunk“ und interessiert sich neben Chemie



für Raumfahrt, Astronomie, Programmieren von Webanwendungen, „um nur einiges zu nennen“, wie er augenzwinkernd aufzählt.



Ein Hobby von Wieland ist der Amateurfunk. Die Ausstattung hierfür kann sich sehen lassen. Fotos: Wieland

Die Termine für die Club-Treffen in 2017 werden den VDIni-Mitgliedern per E-Mail zeitnah mitgeteilt. Sie stehen auch tagesaktuell auf der VDI-Homepage: [www.vdi-nordbaden-pfalz.de](http://www.vdi-nordbaden-pfalz.de)



Olav Schmidt im Kreise seiner neuen Kollegen in Malawi

Foto: Schmidt

### Danke Olav Schmidt

Sein beruflicher Weg führt Olav Schmidt aus der Pfalz nun in die Ferne, genauer gesagt: Nach Malawi. Er wird dort im sogenannten „capacity building“ tätig sein, der Aus- und Weiterbildung von Pastoren und Laien. Seine Familie begleitet ihn, und gemeinsam freue man sich auf die neue Herausforderung, sagte Schmidt bei seinem Abschied aus Nordbaden-Pfalz. Ein herzliches Dankeschön sowie viele gute Wünsche, dass das Projekt erfolgreich wird, gab ihm der VDI mit auf den Weg.

Sybille Breunig

## Benzinalternative: Kraftstoff durch neues bioelektrochemisches Verfahren

*Wenn in einigen Jahrzehnten die Ölquellen versiegen, braucht es neue Technologien, um Fahrzeuge und andere Maschinen am Laufen zu halten. Eine Alternative zum herkömmlichen Benzin stellen Kraftstoffe dar, die aus nachwachsenden Rohstoffen gewonnen werden.*

An der TU Kaiserslautern forscht Doktorandin Mareike Engel daran, einen Benzinersatz mithilfe von Bakterien zu produzieren. Die Mikroorganismen setzen während einer Gärung pflanzliche Reststoffe wie etwa aus Holz zu einem Kraftstoff um. Engel geht bei dieser bereits bekannten Methode nun neue Wege: Sie verbindet die Gärung mit einem elektrochemischen Verfahren, damit die Bakterien den Benzinersatz in größeren Mengen erzeugen.

### Helfer Mikroorganismen

Seit hunderten von Jahren setzen Menschen bei der Herstellung vieler Lebensmittel auf Mikroorganismen: Zum Beispiel beim Brauen von Bier oder bei der Herstellung von Käse und Joghurt. Pilze und Bakterien vergären hierbei bestimmte Zuckerstoffe, wodurch unter anderem Alkohol oder Milchsäure entstehen.

Die Kleinstlebewesen kommen aber nicht nur bei der Lebensmittelproduktion zum Einsatz, sondern beispielsweise auch bei der Herstellung von Medikamenten, Kunststoffen oder Kraftstoffen. Immer öfter setzen Industrieunternehmen hierbei nachwachsende Rohstoffe ein. „Pflanzenstoffe können als Ausgangsstoff für verschiedene Substanzen dienen“, erläutert Doktorandin Mareike Engel. „Dabei zersetzen Mikroorganismen die Fasern im Holz in verschiedene Zuckerstoffe.“

An der TU forscht sie daran, die Substanz Butanol mit einem solchen Verfahren herzustellen. „Butanol ist mit seinen chemischen und physi-



Mareike Engel forscht an der TU Kaiserslautern an einer Benzinalternative.

kalischen Eigenschaften dem Benzin sehr ähnlich. Dies macht ihn als Kraftstoff interessant, denn: „Er kann direkt anstatt Benzin genutzt werden.“

### Gärung und elektrochemisches Verfahren

Für die Gärung setzt Engel auf Bakterien namens *Clostridium acetobutylicum*, die in der Lage sind, aus Zellulosefasern in Holzresten oder anderen pflanzlichen Abfällen Butanol herzustellen. Dabei geht sie aber noch einen Schritt weiter: Sie nutzt nicht nur eine altbekannte, bereits gut erprobte Methode, sondern verbindet die Gärung mit einem elektrochemischen Verfahren. „Wir haben festgestellt, dass die Bakterien das Butanol schneller und in größeren Mengen herstellen, wenn wir ein elektrisches Potenzial anlegen“, erklärt die 26-Jährige. Die Mikroorganismen nutzen hierbei die freiwerdenden Elektronen, um den Kraftstoff herzustellen.

„Wir wissen allerdings nur in Grundzügen, was bei diesen Prozessen auf molekularer Ebene abläuft, und wie die Elektronen in die Bakterienzellen kommen“, erklärt Engel. Dies möchte die junge Forscherin im Rahmen ihrer Promotion herausfinden. Sie forscht dazu in der Nachwuchsgruppe „BioSats“ von Dr. Nils Tippkötter. Der Wissenschaftler und sein Team haben sich den nachwachsenden Rohstoffen und ihrer Weiterverarbeitung verschrieben. „Wir vermuten, dass die Bakterien Nanodrähte bilden und die Elektronen so aufnehmen“, verrät Engel, die vor der Promotion den deutsch-französischen Studiengang Energie- und Antriebstechnik in Rouen und Kaiserslautern absolviert hat. Gemeinsam mit Biophysikern des Nano Structuring Centers der TU möchte sie die Bakterien am Rasterelektronenmikroskop genauer untersuchen, um herauszufinden, welche Prozesse bei den Mikroben auf molekularer Ebene ablaufen.



Die Forscherin hat einen eigenen Reaktor gebaut, in dem die Bakterien Butanol produzieren.

**Neuland Bioelektrochemie**

Die Forschung zur Bioelektrochemie steckt noch in den Kinderschuhen. „Erst seit rund zehn Jahren arbeiten Wissenschaftler daran, die beiden Technologien zu verknüpfen“, weiß Engel. So müsse sie in vielerlei Hinsicht Pionierarbeit leisten: „Es gibt beispielsweise noch keine passenden Bioreaktoren, bei denen elektrochemische Komponenten vorhanden sind. Diese Reaktoren brauche ich aber für die Gärung. Deshalb musste ich selbst ein eigenes System bauen.“

Engel ist eine der Ersten in Deutschland, die auf diesem Gebiet forscht. Unterstützt wird sie in ihrer Arbeit von Kollegen des Dechema-Forschungsinstituts in Frankfurt. Auch hier wird an der Bioelektrochemie geforscht.

Technische Universität Kaiserslautern  
 Katrin Müller  
 Fotos: TU Kaiserslautern /  
 Informationsdienst Wissenschaft e.V.

**Labor für intelligente Stromnetze eröffnet – Smart Grids**

*Die Energiewende ist bereits seit einigen Jahren spürbar in den Energieversorgungsnetzen angekommen. Insbesondere in den Niederspannungsnetzen, die die Energie bis zum Kunden transportieren, ist der starke Zubau von hauptsächlich Photovoltaikanlagen, aber auch anderen Erzeugern, zu spüren. War einst der Energiefluss vom Kraftwerk zum Verbraucher in eine Richtung klar definiert, ist dies heute nicht mehr der Fall.*

Die Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energie speisen nun, in der Regel wetterabhängig und somit schwer kalkulierbar, Energie zurück in übergeordnete Netzebenen. Eine Situation, die mittlerweile spürbar zu Problemen in der untersten Netzebene, den Niederspannungsnetzen führt. Spannungen

können unzulässige Werte erreichen oder Kabel und Leitungen aufgrund hoher Ströme stark be- und sogar überlastet werden.

**Spannung und Leistungsfluss regeln**

Zur Bewältigung dieser Herausforderungen wird am Lehrstuhl für Energiesysteme und Energiemanagement (ESEM) an der TU Kaiserslautern intensiv an neuen Konzepten geforscht, die aufwendige Maßnahmen zum Ausbau verringern sollen. Dabei wurde im Forschungsprojekt „Flexibler Ortsnetz Spannungs- und Wirkleistungsregler“ (FLOW-R) ein völlig neues Betriebsmittel entwickelt, das sowohl Spannung als auch Leistungsfluss in einem vermaschten Niederspannungsnetz regeln kann.

Mit Hilfe dieses Netzreglers können somit weitere Erzeuger oder auch große Lasten wie Ladestationen für Elektrofahrzeuge integriert werden. Der kürzlich in Betrieb genommene Prototyp wurde dazu in Kooperation mit der Firma Walcher GmbH & Co. KG als Hersteller und den Projektpartnern Pflanzwerke AG, Pflanzwerke Netze AG und der Firma Power Plus Communications AG im Rahmen des vom BMWi geförderten Projektes entwickelt.

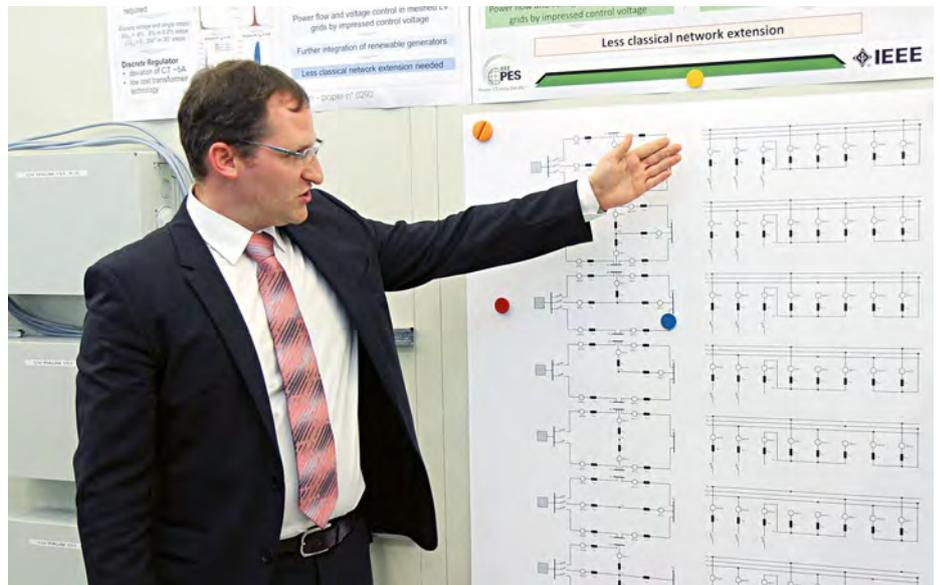
**Simulation vermaschtes Niederspannungsnetz**

Bevor der Regler jedoch im Rahmen eines Feldtests zum Kunden kommt, muss dieser erst intensiven Untersuchungen standhalten. Hierzu wurde über mehrere Monate am Lehrstuhl ESEM ein spezieller Prüfstand entwickelt und aufgebaut,

der ein vermaschtes Niederspannungsnetz, inklusive Lasten und PV-Anlagen, nachbildet. „Die Besonderheit liegt in der Nachbildung des Netzes, bei der die Entwicklung und Fertigung am Lehrstuhl erfolgte, da auf keine am Markt erhältlichen Komponenten zurückgegriffen werden konnte“, erläuterte der für das Projekt zuständige Mitarbeiter Dipl.-Ing. Stefan Lang.

Somit können die Forscher in diesem nun kürzlich eröffneten Smart-Grids-Labor unter realen Bedingungen Komponenten für zukunftsfähige, intelligente Netze entwickeln und testen. „Mit Hilfe des Prüfstands kann nicht nur das neu entwickelte Betriebsmittel unter Extrembedingungen getestet werden, sondern es wurde auch der Grundstein für weitere Forschungsvorhaben gelegt“, merkte Professor Wolfram Wellßow, Inhaber des Lehrstuhls, an. Zusätzlich ist auch eine Nutzung für die studentische Ausbildung geplant.

Bis zum Ende des Jahres wird nun der Regler in verschiedensten Szenarien untersucht und geprüft, bis dieser dann Anfang 2017 in einem



Stefan Lang erläutert den Schaltplan des neuen Labors.

echten Ortsnetz installiert und getestet wird. Die ersten äußerst positiv verlaufenen Untersuchungen zeigen bereits, dass bis zum Ende des Forschungsprojektes im September 2017 ein derzeit einzigartiges Betriebsmittel entwickelt wird, das einen nennenswerten Beitrag zur Integration zukünftiger Verbraucher und Erzeuger in die Niederspannungsnetze leistet. Das

neue Labor wird danach auch für weitere Projekte zur Verfügung stehen und dabei einen Beitrag innerhalb der Forschung und Lehre für die Umsetzung der Ziele einer erfolgreichen Energiewende liefern.

Technische Universität Kaiserslautern  
Thomas Jung  
Foto: TU Kaiserslautern

## Dank an Akteure der DigitalSummerschool 2016

In diesen Sommerferien wurde die „DigitalSummerSchool“ (DSS) zum neunten Mal angeboten – wie auch in den Vorjahren als gemein-

sames Angebot von VDE Kurpfalz und verschiedenen Partnerinstitutionen sowie dem IT-Forum Rhein-Neckar.



Dr. Jochen Friedrich, Mitglied des VDE-Vorstandes, überreichte den Akteuren eine Urkunde für die Unterstützung der DSS 2016.

Das „IT-Erlebnis“ für Kinder und Jugendliche in der Metropolregion Rhein-Neckar führt ein in die Welt von beispielsweise Robotern, Lego Mindstorms, APPs oder Filmproduktionen. Als Ausdruck der Wertschätzung für einen außer gesellschaftlichen Beitrag, um junge Menschen für Informationstechnik zu begeistern und an den innovativen Umgang mit Technik heranzuführen, bedankte sich der VDE Kurpfalz bei den Akteurinnen und Akteuren der DSS 2016: ExploHeidelberg: Peter Wittlinger; Hochschule Mannheim: Ute Ihme; SRH Hochschule Heidelberg: Prof. Dr. Achim Gottscheber; TECHNOSEUM Mannheim: Dr. Anke Neuhaus; Haus der Medienbildung, Ludwigshafen: Steffen Griesinger

Sybille Breunig; Fotos: privat

# Hochschule Mannheim mit Forschungsexzellenz – 6 Millionen Euro für die Bio-Medizintechnologie

*Die Forschungs- und Innovationspartnerschaft „M<sup>2</sup>Aind – Multimodale Analytik und intelligente Sensorik für die Gesundheitsindustrie“ der Hochschule Mannheim wurde im Sommer in einem bundesweiten Wettbewerb von einer hochrangigen Gutachtergruppe ausgewählt. Von den rund 230 Fachhochschulen in Deutschland haben sich mehr als 80 für die insgesamt 100 Millionen Euro für maximal acht Jahre zur Verfügung stehenden Mittel im Programm FH-Impuls beworben.*

In der ersten Förderphase für zu nächst vier Jahre erhält die Hochschule Mannheim über sechs Millionen Euro. „Fachhochschulen sind wichtige Impulsgeber für die wirtschaftliche Entwicklung in ihrer Region: Sie bilden Fachkräfte praxisnah am unternehmerischen Bedarf aus und sind gleichzeitig leistungsstarke Forschungspartner für die Wirtschaft. So tragen sie wesentlich dazu bei, Ideen schneller in innovative Produkte und Dienstleistungen zu überführen“, so die Bundesforschungsministerin Johanna Wanka.

### Forschungspartnerschaften

Die Hochschule bringt mit M<sup>2</sup>Aind 37 Partner der Großindustrie und innovativen kleinen und mittelständischen Unternehmen der Region Rhein-Neckar-Main an der Schnittstelle zwischen Biomedizin, intelligenter Sensorik und Informationstechnologie zusammen. Basis der Partnerschaft bilden die langjährig aufgebauten starken Forschungsschwerpunkte „Medizinische Biotechnologie/Medizintechnik“ und „Intelligente Sensorik“, das gemeinsame Institut für Medizintechnologie mit der Universität Heidelberg sowie der BMBF Forschungscampus M<sup>2</sup>OLIE.

„Es ist ein herausragender Erfolg für die Hochschule Mannheim und die zahlreichen Unternehmen, die uns bei diesem Projekt unterstützen“



freut sich Rektor Prof. Dr. Dieter Leonhard. „Dies ist ein weiteres Beispiel für die hohe Qualität der Forschungsleistungen und des Transferpotenzials der Hochschule. Wir setzen damit unverzichtbare Impulse in wichtigen Innovationsthemen, die der Stadt Mannheim und der gesamten Metropolregion Rhein-Neckar zugutekommen.“

### Innovative Technologien im Gesundheitswesen

Neue Produkte, Dienstleistungen und innovative Technologien für die Gesundheitsindustrie stehen im Zentrum der Partnerschaft M<sup>2</sup>Aind. Die Wissenschaftler forschen dafür in drei miteinander verknüpften Projekten mit dem Ziel, hochkomplexe Technologien aus dem Bereich IT-gestützter multimodaler Analytik (z.B. bildgebende Massenspektrometrie) und intelligenter Sensorik für neue Anwendungen zu verknüpfen. Inhaltlich stehen u. a. die Biokompatibilität implantierbarer Medizintechnikprodukte, die Wirkstoffoptimierung im Bereich Krebs, dreidimensionale Zellkulturmodelle

für neurodegenerative Erkrankungen oder die Suche nach Zucker-Ersatzstoffen im Fokus der Forschung und Entwicklung. Damit adressiert M<sup>2</sup>Aind wesentliche Herausforderungen der Gesundheitsindustrie aus den Bereichen individualisierte Medizin, innovativer Medizintechnik, Volkskrankheiten sowie Prävention und Ernährung.

„Die umfassende Digitalisierung biomolekularer Information und ein Verständnis molekularer Zusammenhänge schaffen ungeahnte Möglichkeiten für eine zielgerichtete und individualisierte Diagnose, Therapie und Heilung von Volkskrankheiten“, erläutern die Projektleiter. „Verbunden ist damit eine nie gesehene Komplexität der Analytik von humanen Organen und Geweben und der damit verbundenen Datenverarbeitung. Eine große Herausforderung ist auch eine IT-gestützte Prozess- und Produktanalytik für sichere Therapeutika.“

## 2 Räder – 200 Jahre: Freiherr von Drais und die Geschichte des Fahrrades

*Im dichten Stadtverkehr sind Konflikte zwischen den Verkehrsteilnehmern heute Gang und Gäbe. Auch bei Karl von Drais war das 1817 nicht anders: Der Erfinder startete im Juni in Mannheim zur ersten Fahrt mit der von ihm entwickelten Laufmaschine, die als der Vorläufer des Fahrrads gilt. Doch bereits sieben Monate später war es in der Stadt nicht mehr erlaubt, mit diesem Gefährt auf Bürgersteigen zu fahren.*

Der Grund war so einfach wie einleuchtend: Die Laufmaschinenfahrer nutzten statt der holprigen Fahrbahnen gerne die ebenen Fußwege, doch dort kam es dann zu Zusammenstößen mit Passanten. Die Auswirkungen dieses Verbots waren weitreichend, denn es regelte nicht nur den Verkehr, sondern stoppte auch den mobilen Fortschritt. Die Weiterentwicklung des Fahrrades nahm erst viele Jahre später wieder Fahrt auf und veränderte dann die Mobilität der Menschen aber nachhaltig.

Zum 200-jährigen Jubiläum der ersten Fahrt mit der Laufmaschine zeigt das TECHNOSEUM vom 11. November 2016 bis zum 25. Juni 2017 in Mannheim die Große Landesausstellung Baden-Württemberg mit dem Titel „2 Räder – 200 Jahre. Freiherr von Drais und die Geschichte des Fahrrades.“ Auf 800 m<sup>2</sup> Ausstellungsfläche sind 100 Fahrräder zu sehen, angefangen bei frühen Laufmaschinenmodellen aus den 1820er Jahren über das Tretkurbel-Velociped und das Hochrad bis hin zum Sicherheitsniederrad und dem Singlespeed, das heute im Trend liegt.

Die Schau zeichnet nicht nur die technische Entwicklungsgeschichte des Fahrrades nach, im Mittelpunkt steht ebenso die Wandlung der gesellschaftlichen Rolle und Relevanz des Fahrzeugs. War es zu Beginn ein Spielzeug des Adels und des gehobenen Bürgertums, machte das Fahrrad als Massenprodukt um 1900 die Arbeiterschaft mobil, beflügelte die Frauenbewegung und prägte neue Sportarten.



*Diverse Fahrradmodelle stehen im TECHNOSEUM bereit, die die Besucher ausprobieren können – so kann man beispielsweise auf einem Hochrad Probe sitzen, mit dem Nachbau einer Drais'schen Laufmaschine eine Runde drehen oder Fahrräder mit Hartgummi- bzw. Luftbereifung testen.*

An interaktiven Stationen können die Besucherinnen und Besucher herausfinden, wie Übersetzung und Lenkung funktionieren und warum man beim Radfahren nicht umfällt. In einer Werkstatt inmitten der Ausstellung gibt es konkrete Tipps, wie man beispielsweise einen Reifen flickt, die Bremse einstellt oder die Kette ölt. Nicht zuletzt stehen diverse Fahrradmodelle bereit, die

die Besucher ausprobieren können – so darf man beispielsweise auf einem Hochrad probesitzen, mit dem Nachbau einer Drais'schen Laufmaschine eine Runde drehen oder Fahrräder mit Hartgummi- bzw. Luftbereifung testen.

TECHNOSEUM Mannheim  
Marit Teerling  
Fotos: TECHNOSEUM, Klaus Luginsland

# „Endeavour“ holt die Bronze-Medaille bei der Weltmeisterschaft von „Formel 1 in der Schule“ in die Metropolregion

Das Team Endeavour aus Mannheim, Schüler im Alter von 16 bis 18, Jahren haben die Herausforderung Formel 1 in der Schule angenommen und erfolgreich zum Abschluss gebracht. Bei der Weltmeisterschaft in Austin, Texas, haben sie im Oktober mit ihrem Boliden den 3. Platz belegt. Einer der Unterstützer des Teams ist der VDI Nordbaden-Pfalz.

## Miniatur Formel 1 Rennwagen

Nach der erfolgreichen Teilnahme bei der Baden-Württembergischen und der Deutschen Meisterschaft baute das Team Endeavour zum dritten Mal in diesem Jahr ein neues Auto. Jedes Mal wurde es verbessert und die Fahrzeiten reduziert, bis das von einer CO<sub>2</sub> Patrone angetriebene Auto für die 20 Meter lange Piste nur noch 1,007 Sekunden benötigte.

Philipp Haug, der Konstrukteur von Endeavour, entwickelte den Miniatur Formel 1 Rennwagen mit der CAD-Software „Solid Edge“. Jakob Friedrich, der Entwicklungsingenieur des Schülerteams, optimierte die Konstruktion durch umfangreiche aerodynamische Analysen. Testfahrten wurden mit einer Hochgeschwindigkeitskamera aufgenommen und so das Fahrverhalten analysiert. Lisa Renz, die Fertigungsingenieurin, koordinierte die Fertigung und Lackierung des Boliden. Ein Highlight des Autos waren die Räder mit der dünnsten Lauffläche, die es je in diesem Wettbewerb gab: Mit einer Wandstärke von 0,1 mm.

## Boxenstand nach eigenem Design

Auch das zwanzigseitige Portfolio wurde von Christian Barth, dem Grafikdesigner überarbeitet und mit Jakob ins Englische übersetzt. Für den Boxenstand (Messestand) entwickelte er ein ganz neues Kon-



Das Team aus der Metropolregion war erfolgreich bei den „Formel 1 in School“ und stand in beim „World-Cup“ in Austin, Texas, erfolgreich mit auf dem Siegerpodest.

zept: Mit zwei Tablets und einem Monitor konnten die Besucher über selbst erstellte Menüs Informationen über den Boliden und das Team Endeavour erfahren. Über zwei Kurzstanzbeamer wurden weitere detaillierte Informationen über das Projekt an die Front des Boxenstandes projiziert. Beim Bau des Boxenstandes wurde das Team von der Firma Design Messebau unterstützt.

## VDI unterstützt das Projekt

Um an dem Wettbewerb teilnehmen zu können, war es nötig, Partner für die Fertigung und die Finanzierung zu gewinnen. Der VDI Nordbaden-Pfalz gehörte dazu.

## Team aus drei Schulen

Für die Einhaltung des straffen Zeitplans bei der Umsetzung der Projektabschnitte und der Abgabe diverser Unterlagen war Sebastian Ciesla, der Teammanager, zuständig.

Da das Team aus Schülern von drei Schulen bestand, erfolgte die Absprache überwiegend über Skype-Calls. Christian vom KFG Mannheim und Jakob vom KFG Heidelberg starteten in den vergangenen Jahren, unterstützt durch weitere Mannheimer Schüler als Team Hurricane<sup>2</sup> aus Mannheim. Für die

Deutsche Meisterschaft und die Weltmeisterschaft kooperierten sie mit Lisa, Sebastian und Philipp vom Gymnasium Unterrieden in Sindelfingen.

Mit speziell auf die Corporate Identity des Teams abgestimmter Teamkleidung startete das Team in den Wettkampf. Die erste Herausforderung war der Aufbau des Boxenstands, der so schnell und koordiniert wie möglich zu erfolgen hatte.

## Wettbewerb: Mehr als nur Fahren

Bei den Rennen konnte das Team sich gegen sehr starke Gegner behaupten und belegte in allen Rennen Platz 5. In einer zehnmütigen Präsentation legten die Jugendlichen den Juroren detailliert dar, wie sie ihr Projekt aufgebaut, ihre Partner gefunden und mit Informationen auf dem Laufenden gehalten haben. In einem halbstündigen Dialog mit einer anderen Jurorengruppe mussten sie genau darlegen, wie sie ihr Auto konstruiert, getestet, weiterentwickelt, gefertigt und lackiert hatten. Obwohl sie alles auf Englisch präsentieren mussten, setzten sie sich bis auf ein Australisches Team gegenüber allen anderen englischsprachigen Teams durch und belegten Platz 3.

Trotz Wettstreit um die Punkte entwickelten sich während des Wettbewerbs zahlreiche Freundschaften über die Kontinente hinweg. Der Wettbewerb war ein aktiver Beitrag zur Völkerverständigung und zur Stärkung des Selbstbewusstseins der Teilnehmer.

Zum Abschluss besuchten die Teilnehmer den Circuit of the Americas, fuhren eine Runde über die Rennstrecke und besuchten danach die Formel 1 Teams in deren Boxengasse.

Rainer Barth  
Foto: privat



VDI Nordbadisch-Pfälzischer Bezirksverein e.V.

## VDI-Mitgliederversammlung 2017

Datum: Mittwoch, den 26. April 2017  
 Uhrzeit: 17:30 Uhr  
 Ort: KSB AG, Frankenthal  
 Johann-Klein-Straße 9, 67227 Frankenthal  
 Raum: Berufsbildungszentrum

### Vorgesehen sind folgende Tagesordnungspunkte

- Begrüßung
- Beschluss der Tagesordnung
- Vorstellung KSB AG
- Geschäftsbericht 2016 (Kenntnisnahme und Aussprache)
- Kassenbericht 2016 und Haushaltsplan 2017 (Genehmigung)
- Bericht der Rechnungsprüfer (Kenntnisnahme und Aussprache)
- Entlastung des Vorstandes (Beschluss)
- Wahlen (turnusgemäß): Vorsitzender/stellvertretender Vorsitzender/Schatzmeister
- Anträge (Anträge persönlicher Mitglieder müssen lt. Satzung mindestens zwei Wochen vor der Mitgliederversammlung dem Vorstand vorliegen.)
- Vorstellung geförderter Projekte des VDI
- Ehrung langjähriger Mitglieder
- Verschiedenes

Im Anschluss an die Veranstaltung lädt KSB zu einem Get-Together ein.

Vor der Mitgliederversammlung bietet KSB eine Werksführung an.  
 Die Einladung zur Mitgliederversammlung liegt für VDI-Mitglieder bei.

## Vorankündigung



Datum: Freitag, 07. April 2017  
 Uhrzeit: 17:00 Uhr  
 Ort: TECHNOSEUM Mannheim

Vor der Mitgliederversammlung besteht die Möglichkeit einer Führung durch die Ausstellung „2 Räder – 200 Jahre: Freiherr von Drais“. Die Einladung nebst Tagesordnung erhalten die VDE-Mitglieder zeitnah.

Die nächsten Ausgaben des

## technikforum

01/2017:  
März / April

02/2017:  
Juli / August

03/2017:  
November / Dezember

Sie finden das aktuelle

## technikforum

sowie vorangegangene Ausgaben auf den Homepages:

[www.vdi-nordbaden-pfalz.de](http://www.vdi-nordbaden-pfalz.de)  
[www.vde-kurpfalz.de](http://www.vde-kurpfalz.de)

## Impressum

### Herausgeber

VDI Verein Deutscher Ingenieure,  
 Nordbadisch-Pfälzischer Bezirksverein e.V.  
 Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. Dieter Leonhard

VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik  
 Informationstechnik, Bezirk Kurpfalz  
 Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. Wolfram Wellßow

### VDE / VDI-Geschäftsstelle

Leitung: Sybille Breunig AdL  
 Mafinex-Technologiezentrum  
 Julius-Hatry-Str. 1  
 68163 Mannheim  
 Tel. 0621-22657  
 Fax 0621-20285

### E-Mail

VDI: [mail@vdi-nordbaden-pfalz.de](mailto:mail@vdi-nordbaden-pfalz.de)  
 VDE: [vde-kurpfalz@vde-online.de](mailto:vde-kurpfalz@vde-online.de)

### Redaktion

Sybille **Breunig** AdL, VDE/VDI  
 Dipl.-Ing. Winfried **Eberbach**, GKM AG  
 Dipl.-Ing. Ernst-Dieter **Keller**, Siemens AG  
 Dipl.-Ing. Alexander **Kling**, VDI  
 Dr. Hartmut **Knittel**, VDI  
 Dr. Rainer **Kuntz**, Freudenberg Group  
 Prof. Dr. Ralph **Urbansky**, TU Kaiserslautern

**Endredaktion:** Sybille Breunig AdL

### Druck:

Chroma Druck & Verlag GmbH  
 Werkstraße 25, 67354 Römerberg-Berghausen  
[info@chroma-druck.de](mailto:info@chroma-druck.de)