

## **PRESSEINFORMATION 2. SEPTEMBER 2011**

### **Rollendes Labor**

**Elektro- und Hybridfahrzeuge werden die Städte erobern: Autos, Räder, Busse und Bahnen. Neue Konzepte sind gefragt für den Individual- und den öffentlichen Personennahverkehr. In der »Fraunhofer-Systemforschung Elektromobilität« erarbeiteten Forscher Lösungen für die Mobilität der Zukunft.**

Die AutoTram® ist so lang wie eine Straßenbahn und so wendig wie ein Bus. Schienen und Oberleitungen sind nicht notwendig – die »BusBahn« rollt auf Gummireifen und folgt einfach weißen Linien auf der Straße. Wartenden an Haltestellen sollen künftig keine Abgase mehr in die Nase steigen, wenn ein Bus hält und dann wieder anfährt. Verkehrsmittel der Zukunft nutzen Strom, Wasserstoff oder eine Kombination unterschiedlicher regenerativer Antriebe.

In der »Fraunhofer-Systemforschung Elektromobilität« diente die AutoTram® als Versuchsplattform. Sie war Bestandteil einer Forschungs Kooperation von mehr als 30 Fraunhofer-Instituten. »Wir bieten funktionsfähige Lösungen an, um die Elektromobilität in Deutschland voranzubringen. Mit den beiden Demonstratorfahrzeugen – der AutoTram® und einem Pkw – zeigen wir, dass die neu entwickelten Komponenten im Zusammenspiel funktionieren«, ergänzt Dr. Ulrich Potthoff, Abteilungsleiter am Fraunhofer-Institut für Verkehrs- und Infrastruktursysteme IVI in Dresden. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBF hat dieses Vorhaben mit 34,5 Mio. Euro aus dem Konjunkturprogramm II für einen Zeitraum von zwei Jahren gefördert. Hinzu kamen 14 Mio. Euro für Investitionen aus dem Konjunkturprogramm I. Forschungsthemen des Verbundprojekts waren Fahrzeugkonzepte, Energieerzeugung, -verteilung und -umsetzung, Energiespeichertechnik, technische Systemintegration, Zuverlässigkeit, Prüfung und Realisierung sowie gesellschaftspolitische Fragestellungen.

Erste Konstruktionen der AutoTram® entstanden bereits vor einigen Jahren am IVI. »Das Fahrzeug bot unseren Kollegen und uns eine ideale Plattform, um neue Entwicklungen nicht nur in Simulationen, sondern in Aktion zu testen«, erklärt Dr. Matthias Klingner, der das Institut seit sechs Jahren leitet. Eingebaut in das Fahrzeug, können

---

**Kontakt:** Dr. Matthias Klingner | Telefon +49 351 4640-640 | [matthias.klingner@ivi.fraunhofer.de](mailto:matthias.klingner@ivi.fraunhofer.de)  
Fraunhofer-Institut für Verkehrs- und Infrastruktursysteme IVI, Dresden | [www.ivi.fraunhofer.de](http://www.ivi.fraunhofer.de)

**Redaktion:** Franz Miller, Marion Horn | Fraunhofer-Gesellschaft, München |  
Presse und Öffentlichkeitsarbeit | Telefon +49 89 1205-1333 | [presse@zv.fraunhofer.de](mailto:presse@zv.fraunhofer.de)

neue Module wie Energiespeicher, Doppelschichtkondensatoren und Kupplungen ihre Fähigkeiten in der Praxis beweisen. »Wir haben den Anspruch, alle Bauteile im Zusammenspiel zu prüfen. Mithilfe von Simulationen kann man Entwicklungen beschleunigen. Jedoch erst wenn Komponenten und Systeme den Praxistest bestanden haben, können wir sicher sein, dass es funktioniert«, ergänzt Potthoff. »Wir passen am IVI die Module in das Gesamtsystem der AutoTram® ein und konfigurieren die Schnittstellen«. Als Schlüssel sieht er die institutsübergreifende Zusammenarbeit: »Die Kooperation mit den Kolleginnen und Kollegen war ein großartiges Erlebnis. Gemeinsam erreichen wir mehr als die Summe der einzelnen Institute. Zu dem Lithium-Ionen-Batteriesystem für Elektrofahrzeuge, das wir vergangene Woche eingebaut haben, trugen beispielsweise Experten aus elf Fraunhofer-Instituten mit ihrem spezifischen Fachwissen bei.« Solche Packs lassen sich auch für Pkws nutzen.

Das Batteriesystem besteht aus vielen Zellen, und die entladen sich nicht immer gleichmäßig schnell. Wenn einzelne ausfallen oder nicht mehr die vorgesehene Leistung bringen, kann die gesamte Batterie in Mitleidenschaft gezogen werden. Ein übergeordnetes Energiemanagementsystem steuert die Packs. Projektleiter Dr. Matthias Vetter vom Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE in Freiburg, der das Vorhaben koordiniert hat, beschreibt das Grundprinzip: »Die Elektronik misst in Bruchteilen von Sekunden den Strom, die Einzelzellspannung sowie die Temperatur und ermittelt daraus den Lade- und Alterungszustand. So lässt sich für jede Zelle erkennen, ob Überladungen, Tiefentladungen, zu starke Erwärmung oder vorzeitige Alterung drohen.« Anders als Autos, die im Durchschnitt 23 Stunden am Tag parken – sind Busse und Bahnen den ganzen Tag unterwegs. Es bleibt wenig Zeit, die Batterien zu laden. Ein Lösungsansatz sind Schnellladestationen an Haltestellen in Kombination mit Dualspeichern im Fahrzeug.

Die Bahn zapft in 20-30 Sekunden die Energiemenge, die sie bis zur nächsten oder übernächsten Haltestation benötigt – währenddessen steigen die Passagiere ein und aus. »Wir arbeiten an den dazu notwendigen Modulen wie Energiespeicher, Hochleistungswandler und Kontaktsystemen zur Übertragung des Stroms. Die Superkondensatoren haben im Gegensatz zu Batterien eine hohe Leistungsdichte. Sie sind es, die dafür sorgen, dass die Ladung schnell gespeichert werden kann«, sagt der IVI-Wissenschaftler Barz. Wenn die Bahn hält, fährt der silberne Stromabnehmer auf dem Dach hoch und dockt an die Stromquelle an. Kleine, aber starke Elektromagnete schalten sich ein. Sie erzeugen genug Kraft, um die Kontakte enorm zusammenzupressen. Dann sind Widerstand und somit Hitzeentwicklung geringer,

wenn hohe Energiemengen von mehr als 1000 Ampere und 700 Volt übertragen werden. Doch wo kommt der notwendige Strom her? Ein Energiespeicherkasten steht an der Haltestelle bereit. Er sammelt langsam kleine Strommengen, um möglichst keine Lastspitzen für den Energieerzeuger zu verursachen. »Wir passen die Anzahl der Ladestationen an die jeweilige Strecke an. Wie viele Stationen nötig sind, hängt von der Streckenführung ab«, meint Barz, »je nachdem, ob es rauf oder runtergeht und wie lang die Fahrt bis zur nächsten Haltestelle dauert.« Für Notfälle, das heißt falls die nächste Stromladestation zu weit weg ist, steht noch ein Dieselmotor zur Verfügung.

Potthoff erklärt das Prinzip der Superkondensatoren anschaulich: »Batterien benötigen ihre Zeit, um aufgeladen zu werden. Man kann das vergleichen mit einer großen Badewanne mit kleinem Zufluss. Kondensatoren dagegen nehmen die Ladung sehr schnell auf, wie eine kleine Badewanne mit großem Zufluss. Allerdings können sie nur eine geringere Menge Energie speichern.« Die Ingenieure arbeiten daran, das Batteriesystem und die Kondensatoren für diese Anwendung im städtischen Verkehr zu verknüpfen. »Wir entwickeln Dualspeicher und testen auch die Kombination mit anderen Speichertypen und Brennstoffzellen«, so Potthoff. Seine Kollegen vom Fraunhofer-Institut für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie IISB steuern neue Entwicklungen der leistungselektronischen Komponenten bei, wie einen Gleichspannungswandler, der das Spannungsniveau anpasst. Diese speziell angefertigten DC/DC-Wandler sind notwendig, um die Doppelschichtkondensatoren mit dem Antriebsstrang zu koppeln. Entscheidend sind zudem auch Materialien, die der Hochstromübertragung Stand halten. Die Oberfläche der Kontakte muss sehr stabil und verschleißfest sein. Geeignete Materialien und ihre Verarbeitung haben Forscher vom Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS gefunden.

Die vier Institute LBF, ISC, IWM und IVI bringen ihre Erfahrungen in die Entwicklung einer neuartigen magnetorheologischen Motor-Generator Kupplung ein. Diese elektrisch schaltbare Kupplung funktioniert folgendermaßen: Unter Einfluss eines Magnetfelds verändert eine integrierte Flüssigkeit ihre Konsistenz von flüssig zu fest. Der Kupplungsvorgang kann damit präzise und schnell gesteuert werden. Klingner betont: »Uns ist auch das Thema Klimatisierung wichtig. Nicht nur die Fahrgäste wünschen sich eine behagliche Umgebung. Auch Elektromotor, Leistungselektronik oder Wandler sind relativ temperaturempfindlich. Wir haben innerhalb des Forschungsprojekts ausgeklügelte Systeme entwickelt und verwenden beispielsweise die Abwärme der elektronischen Bauteile als Nutzwärme für die Passagiere.«

**Presseinformation**  
**2. September 2011**  
**Seite 3**

Die Forschungen laufen bereits weiter: »Diesmal bauen und erproben wir in einem vom BMBF geförderten »Innovativen regionalen Wachstumskern« mit einem mittelständischen Bushersteller, Forschungspartnern der TU Dresden, sächsischen Ingenieurunternehmen sowie den Dresdner Verkehrsbetrieben ein Fahrzeug, das eher an einen normalen Bus erinnert. Wir möchten unser Know-how jetzt auf die Straße bringen, also hochpräzise Mehrachslenkung, Antriebskonzepte und vieles mehr im realen Verkehr ausprobieren. Das Fahrzeug wird 30 m lang sein, mehrere Gelenke haben und für die Straße zugelassen werden«, erläutert Klingner die Entwicklungen an der AutoTram® II.

**Presseinformation**  
**2. September 2011**  
**Seite 4**



Die AutoTram® – ein rollendes Labor zur Demonstration von Elektromobilitätsanwendungen für Nutzfahrzeuge. © Fraunhofer

Bild in Farbe und Druckqualität: [www.fraunhofer.de/presse](http://www.fraunhofer.de/presse)

---

Die **Fraunhofer-Gesellschaft** ist die führende Organisation für angewandte Forschung in Europa. Unter ihrem Dach arbeiten 60 Institute an über 40 Standorten in ganz Deutschland. Rund 18 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter erzielen das jährliche Forschungsvolumen von 1,65 Milliarden Euro. Davon erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft rund zwei Drittel aus Aufträgen der Industrie und öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Die internationale Zusammenarbeit wird durch Niederlassungen in Europa, in den USA und in Asien gefördert.