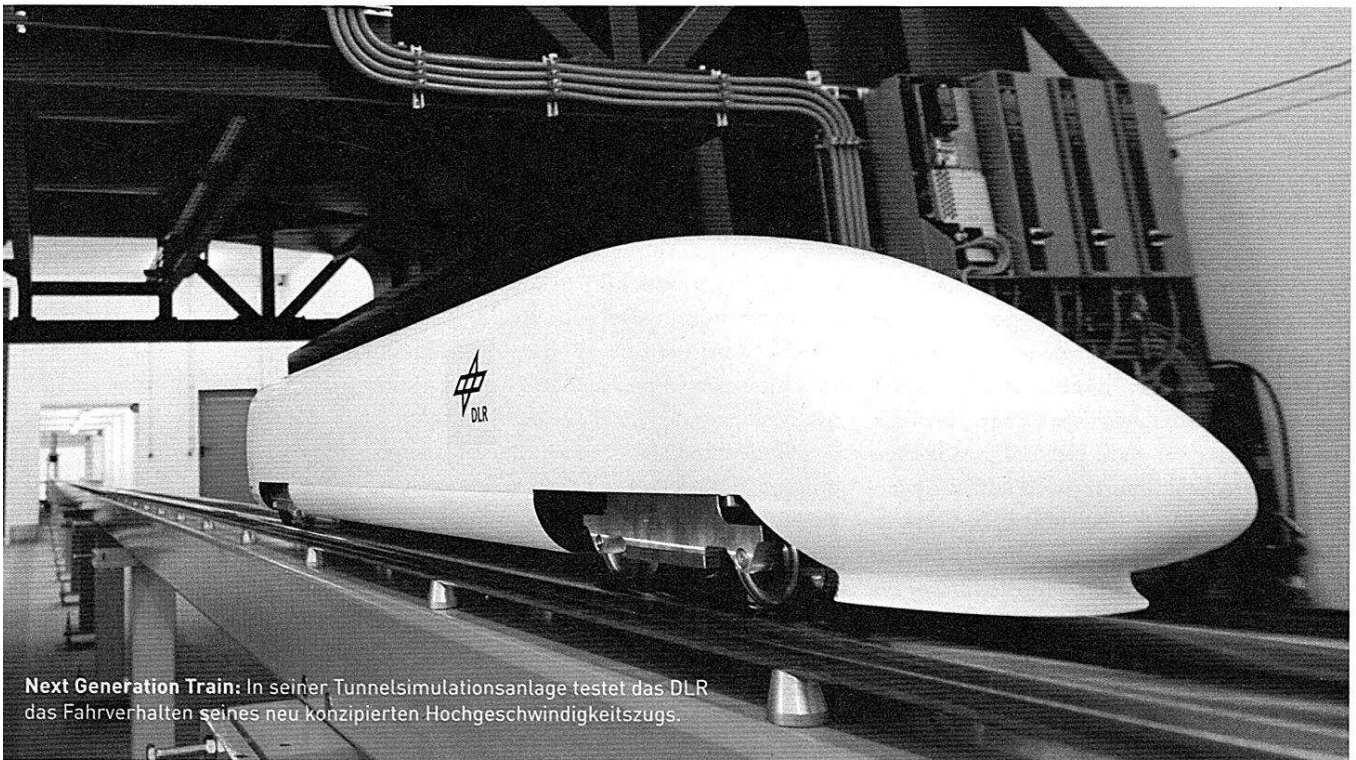


Schwierige Kehrtwende

Wenn der Verkehr grüner werden soll, müssen nicht nur emissionsarme Fahr- und Flugzeuge, sondern auch neue Mobilitätskonzepte sowie Anreize zur Veränderung des Mobilitätsverhaltens entwickelt werden – eine Mammutaufgabe für die Wissenschaft.

Von Sascha Rentzing



Next Generation Train: In seiner Tunnelsimulationsanlage testet das DLR das Fahrverhalten seines neu konzipierten Hochgeschwindigkeitszugs.

Beim Klimaschutz läuft der Verkehr neben der Spur: Obwohl Lastwagen die Straßen verstopfen und viel schädliches Kohlendioxid ausstoßen, wächst ihre Bedeutung. Das Weltverkehrsforum ITF schätzt, dass ihr Anteil an den CO₂-Emissionen des Straßenverkehrs bis 2030 von derzeit 30 auf 40 Prozent steigen wird. Besonders Deutschland droht eine Lkw-Flut. Der Straßengüterverkehr hat hierzulande seit dem Jahr 2000 bereits um ein Drittel zugenommen, Tendenz weiter stark steigend. Auch die Flugzeugindustrie bekommt ihre Emissionen nicht in den Griff. Zwar wollen die Airlines den Kerosinverbrauch gemäß dem Ziel der Luftfahrtorganisati-

on der Vereinten Nationen Icao bis 2020 um zwei Prozent pro Jahr senken, tatsächlich schaffen sie nach einer aktuellen Untersuchung aber nur 1,1 Prozent. Niedrige Treibstoffpreise wirkten kontraproduktiv, sagt der Luftfahrtexperte Andrew Murphy von der Umweltschutzorganisation Transport & Environment (T&P).

Die Kommission der Europäischen Union (EU) hat dem Verkehrssektor mit ihrem Weißbuch Verkehr 2011 deshalb eine radikale Kehrtwende verordnet (siehe Seite 26). Adäquate Maßnahmen lassen jedoch auf sich warten. Die Wissenschaft steht dabei vor immensen Herausforderungen. Sie muss einerseits für technische



”

Die Frage ist, wie baue ich die Mentalität um?“

Claus Doll, Fraunhofer Isi

Innovationen sorgen und andererseits Politik und Industrie mit Studien und Visionen rasch auf die richtige Spur bringen. Was ist nötig, um die Weißbuch-Ziele zu erreichen? „Die Frage ist, wie baue ich die Mentalität um“, erklärt der Verkehrswissenschaftler Claus Doll vom Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (Isi) in Karlsruhe.

Die beiden EU-Forschungsprojekte Livingrail und GHG-Transpord, an denen das Isi mitgewirkt hat, geben den Rahmen vor. Sie bestätigen die Bahn als zentrales Verkehrsmittel, mit deren Hilfe sich der verkehrsbedingte CO₂-Ausstoß um bis zu 80 Prozent reduzieren lässt. Voraussetzung dafür ist allerdings, dass Züge künftig ausschließlich mit Ökostrom fahren und das Signalsystem der Bahn großflächig auf das einheitliche europäische Zugsicherungssystem ETCS umgestellt wird. Das neue, vollautomatische Leitsystem würde das sogenannte Fahren im relativen Bremswegabstand und damit eine engere Takung der Züge ermöglichen. Bisher läuft ETCS nur auf wenigen Strecken.

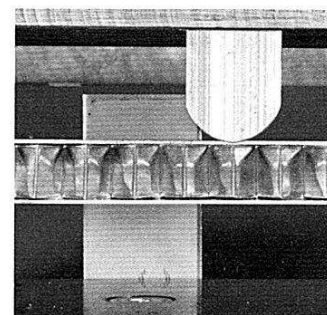
Um die von Livingrail und GHG-Transpord postulierten CO₂-Einsparungen zu erreichen, müssen auch die Städte von konventionell betriebenen Fahrzeugen befreit werden. Doch wie lassen sich Verkehrsteilnehmer zum Radfahren oder Carsharing, also zum gemeinschaftlichen Gebrauch von Autos, bewegen? Das vom Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie geleitete Projekt „Empower“ will hierauf bis 2018 eine Antwort geben. Der Ansatz: Verkehrsteilnehmer werden belohnt, wenn sie auf saubere Verkehrsmittel umsteigen. „Die Idee ist, dass mit Hilfe von Apps Punkte gesammelt werden können. Je nachhaltiger man unterwegs ist, desto mehr Punkte erhält man und desto größer wird die Belohnung“, erklärt Projektleiter Oliver Lah. Ob die Idee ankommt, wird derzeit in den vier

Städten Enschede, Göteborg, Helsinki und Manchester getestet. In Göteborg etwa bietet eine Flotte von Elektrofahrzeugen Transportdienste an. Wer sie nutzt, erhält Punkte, die gegen andere Mobilitätsdienstleistungen, etwa eine Freifahrt mit einem E-Bike, eingetauscht werden können.

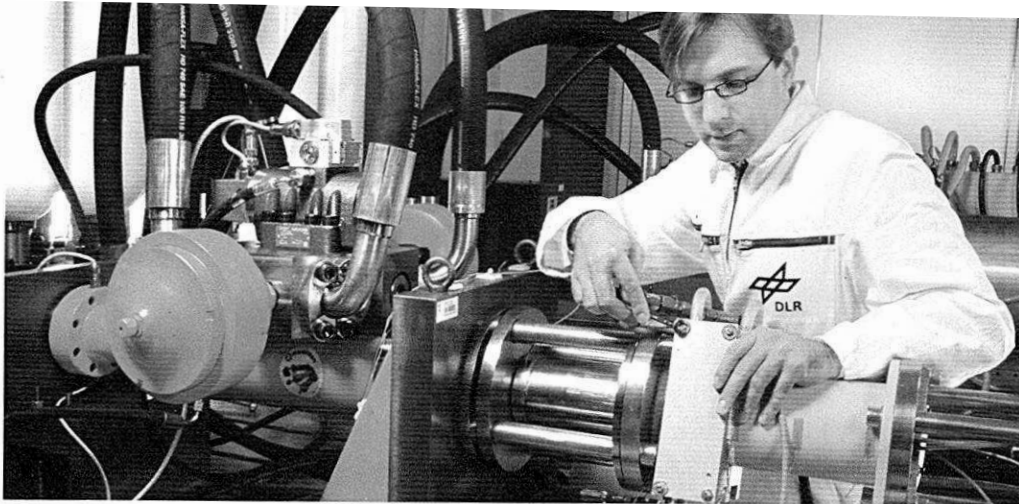
Während der eine Teil der Verkehrsforschung Mobilitätskonzepte der Zukunft entwickelt und erprobt, verfolgt das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) vor allem technische Umsetzungsprojekte. Als Großforschungseinrichtung mit Schwerpunkt Verkehr fokussiert es sich nicht nur auf Luftfahrtthemen, sondern auch auf Autos, Nutzfahrzeuge und Züge kommender Generationen. Zu den größten Vorhaben des DLR zählt das EU-geförderte Projekt „Next Generation Train (NGT)“, im Rahmen dessen das Institut mit Industriepartnern am Zug der Zukunft arbeitet. Er soll 25 Prozent schneller sein als der heutige ICE und Passagieren in seinen Doppelstockwaggons dreimal so viel Platz bieten. Um dennoch leise und energiesparend zu fahren, haben die DLR-Ingenieure den NGT besonders aerodynamisch und in Leichtbauweise konzipiert. Statt Aluminium nutzen sie an vielen Stellen glasfaserverstärkte Kunststoffe, die sich bereits in Flugzeugen oder Windrotoren bewährt haben.

Strom aus der Schiene

Der Clou ist jedoch die Energieversorgung des NGT. Dessen Elektromotor bezieht seinen Strom nicht mehr aus hinderlichen Oberleitungen, sondern aus der Strecke. Die Energie wird per Induktion direkt auf den Zug übertragen – das reduziert den Schall und senkt Reibungsverluste. Zudem kommen Elektromotoren zum Einsatz, die mit der Bremsenergie Strom produzieren. Dieser kann in das Gleis zurückgespeist oder vor Ort in Batterien gespeichert und später als Antriebsenergie wiederverwertet werden. „Dadurch reduzieren ▶



Leicht, aber stabil: Um das Gewicht und damit auch den Stromverbrauch von Elektroautos zu verringern, entwickelt das DLR neue Karosserie-Materialien mit Sandwichstruktur. Hier ein Baustoff aus zwei Aluminiumschichten mit Falzwaben-Kern im Belastungstest.



Antrieb im Test: Die Ingenieure des DLR-Instituts für Fahrzeugkonzepte in Stuttgart arbeiten an einem Motor, der mit unterschiedlichen Kraftstoffen laufen kann.

wir den Strombezug“, erklärt NGT-Projektleiter Joachim Winter. „Next Generation Train“ läuft offiziell noch bis 2018, soll aber um fünf Jahre verlängert werden. Denkbar ist, dass an den NGT angelehnte Zugvarianten noch vor Auslaufen des Projekts auf die Gleise kommen. Konzerne wie Alstom und Bombardier arbeiteten bereits mit dem Konzept, erklärt Winter. Alstom baut dabei auf einen Antrieb mit Brennstoffzelle.

Effizienz und Leichtbau stehen auch beim DLR-Projekt „Next Generation Car (NGC)“ im Fokus. Ziel ist die Entwicklung zweier Elektroautos für die Stadt und die Langstrecke, die sich

bruch von Elektromobilen beschleunigen, denn je leichter ihre Struktur ist, desto kleiner lassen sich die kostenintensiven Batterien auslegen – der Anschaffungspreis sinkt.

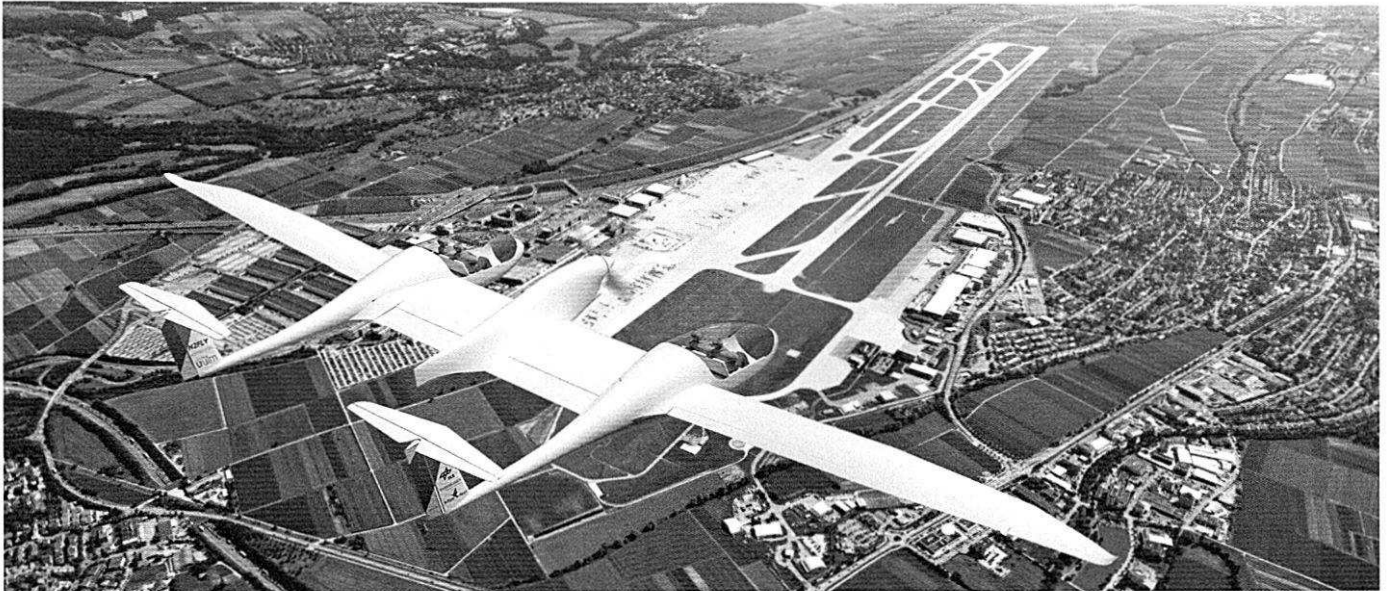
Auch bei den Lkw besteht noch Hoffnung auf einen Flottenwechsel. Auf einem Autobahnabschnitt bei Stockholm wollen Siemens und Lkw-Hersteller Scania Lastwagen mit Hybridantrieb testen und zeigen, dass der tägliche Gütertransport auch ohne Diesel funktioniert. Dafür hat Siemens das Autobahnstück über eine Länge von zwei Kilometern mit Oberleitungen ausgestattet, aus denen die Lkw über intelligente Stromabnehmer ihren Fahrstrom beziehen. Sensoren auf ihrem Dach ermöglichen ein automatisches An- und Abbügeln bis zu einer Geschwindigkeit von 90 Kilometern pro Stunde. Außerdem können die Stromabnehmer alle Bewegungen des Fahrzeugs ausgleichen – so lassen sich die Lkw, etwa für ein Überholmanöver, abkoppeln. Auf Strecken ohne Oberleitung lassen sich die Abnehmer einklappen und die Hybridlast auf andere Antriebe umschalten. In Schweden fahren sie mit gewöhnlichem Diesel, aber auch Batterie- oder Gasbetrieb seien möglich, sagt Siemens-Experte Roland Edel. „Der eHigh-

in Antrieb und Bauweise elementar von heutigen Autos unterscheiden. Beide Fahrzeuge sollen batterieelektrisch betrieben werden, wobei für das Langstreckenfahrzeug ein zusätzlicher Range Extender entwickelt wird, um Reichweiten von bis zu 1000 Kilometer zu ermöglichen. Außerdem setzen die DLR-Ingenieure beim Karosseriebau auf eine sogenannte Sandwichbauweise. Die Decklagen der Karosserie bestehen aus Aluminium, im Kern befindet sich Kunststoffschäumung. Dadurch sinkt bei gleichbleibender Stabilität das Gewicht des NGC deutlich, heißt es beim DLR. Der Sandwichansatz könnte den Durch-

way ist im Vergleich zu Verbrennungsmotoren doppelt so effizient. Das bedeutet nicht nur eine Halbierung des Energieverbrauchs, sondern auch eine Verringerung der lokalen Luftverschmutzung.“ In den USA verfolgt der Münchener Konzern in den Häfen von Los Angeles und Long Beach bereits vergleichbare Projekte.

Wasserstoff für Flugzeuge

Mindestens ebenso umfassend wie die Entwicklung kraftstoffsparender Fahrzeuge ist die Luftfahrtforschung. Das aus deutscher Sicht federführende DLR konzentriert sich dabei vor allem auf das elektrische Fliegen und alternative Flugtreibstoffe. So wollen Wissenschaftler des Instituts bis Mitte 2016 ein viersitziges Flugzeug namens „Hy4“ mit Brennstoffzellenantrieb entwickeln, das später auch für Passagierflüge eingesetzt werden kann. Da Brennstoffzellen Wasserstoff nahezu emissionsfrei in Strom umwandeln, gilt ihnen auch im Flugverkehr großes Interesse. Bis sie sich im großen Stil einsetzen lassen, könnten emissionsarme Kraftstoffe für Entlastung sorgen. Neben CO₂ entfalten bei Flugzeugen Kondensstreifen und daraus resultierende sogenannte

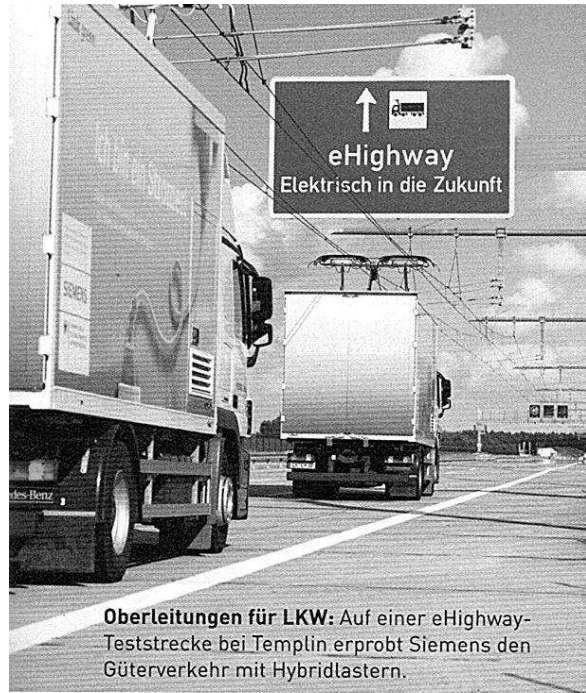


Emissionsfrei durch die Lüfte: Bis Mitte nächsten Jahres will das DLR ein viersitziges Flugzeug entwickeln, das sich allein mit Brennstoffzellenantrieb auf Wasserstoffbasis fortbewegt.

Zirren eine wesentliche Klimawirkung. DLR-Experten untersuchen deshalb, wie sich durch Beimischung von erneuerbarem Sprit die Rußemissionen und damit die klimaschädlichen Eigenschaften der Kondensstreifen verringern lassen.

Um an die erforderlichen Daten zu kommen, betreiben die Forscher immensen Aufwand: Sie schicken zwei Flugzeuge, einen Airbus A320 Atra, den sie zuvor mit einer bis zu 48-prozentigen Mischung aus einem alternativen Treibstoff und herkömmlichem Jet-A1 betanken, und ein

Messflugzeug nacheinander in die Luft. In rund 10 000 Meter Höhe misst der Testjet die Abgaszusammensetzung und Kondensstreifen-Eigenschaften in einer Entfernung von 100 Metern bis 20 Kilometern hinter dem Atra. „Bei den verschiedenen Messflügen setzen wir jeweils einen alternativen Treibstoff mit einer anderen Zusammensetzung ein“, erklärt Projektleiter Patrick Le Clercq. „Wir variieren dabei den Anteil der zyklischen Kohlenwasserstoffe in einem Bereich von zehn bis 19 Prozent und messen die



Oberleitungen für LKW: Auf einer eHighway-Teststrecke bei Templin erprobt Siemens den Güterverkehr mit Hybridlastern.

Änderungen im Abgasstrahl.“ Auch wenn wichtige Untersuchungen noch ausstehen, haben die Wissenschaftler bereits eine klare Tendenz. So zeigten Biotreibstoffe im Vergleich zu herkömmlichem Kerosin eine günstigere Umwelt- und Klimaverträglichkeit.

Nicht nur in der Luft, sondern auch bei der Flugzeugabfertigung am Boden lassen sich Emissionen einsparen. Fraport, die Betreibergesellschaft des Frankfurter Flughafens, die Lufthansa, das Land Hessen und die Modellregion Elektromobilität Rhein-Main haben Mitte Oktober das erste „Green Gate“ am Flughafen Frankfurt eröffnet. Am Gate 15 fahren jetzt alle Fahrzeuge, die bisher mit fossilem Sprit angetrieben wurden, mit Strom: etwa der Container-Transporter, der Förderbandwagen oder der Flugzeugschlepper. Die Passagiere wiederum gelangen über eine mit Solarstrom betriebene Rolltreppe in die Flugzeuge. Die energieliefernden Solarzellen sind auf dem Dach der Treppe montiert. Derzeit stammten erst ein Drittel des am Flughafen verbrauchten Stroms aus erneuerbaren Quellen, heißt es bei Fraport. Dieser Anteil soll weiter ausgebaut werden. Künftig sollen dann auch alle Fahrzeuge auf dem Vorfeld des Frankfurter Flughafens elektrisch betrieben werden. Derzeit seien es nur etwa 300 der insgesamt 3000 Fahrzeuge. Das Beispiel Green Gate zeigt: Schon mit relativ einfachen Maßnahmen lässt sich im Flugverkehr wirkungsvoll Klimaschutz betreiben. Die hierfür erforderlichen Techniken – erneuerbare Energien und Elektroantriebe – sind bereits verfügbar, doch wird ihr Potenzial noch viel zu selten abgerufen. ◀