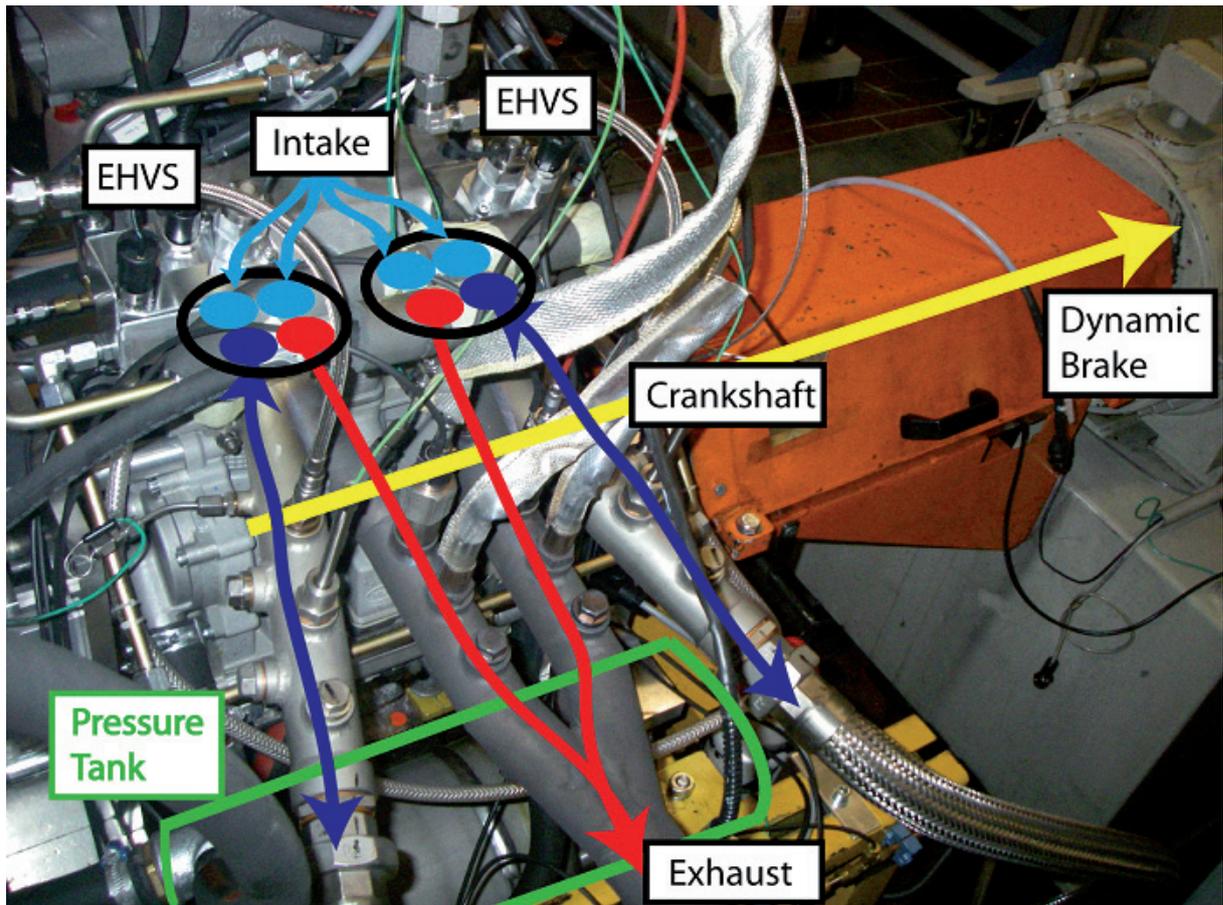


Rapport de synthèse 2008 du chef de programme OFEN Synthesebericht 2008 des BFE-Programmleiters

Forschungsprogramm Verkehr

Martin Pulfer

martin.pulfer@bfe.admin.ch



Eine Weltneuheit: Der pneumatische Hybrid, hier auf dem Prüfstand

Auf dem dynamischen Prüfstand hat das Antriebskonzept bis anhin ein Einsparpotenzial von 32 % nachgewiesen.

Programmschwerpunkte

Der Verkehr ist mit 33 % des Gesamtbedarfs der grösste Energieverbraucher in der Schweiz. Von 1997 bis 2007 ist der Gesamtenergiebedarf der Schweiz um gut 10 %, derjenige des Verkehrs aber um 15 % gestiegen. Die Gründe für die Zunahme des Verbrauchs im Verkehrsbereich sind:

- die steigende Bevölkerungszahl;
- das Anwachsen des Anteils der das Automobil nutzenden Bevölkerung;
- die steigende Motorisierung und der Trend zu schwereren, komfortableren Personenwagen;
- die steigende Verkehrsleistung bei praktisch allen Verkehrsmitteln;
- die vermehrte Staubildungen;
- die verlängerte Freizeit und dadurch ein erhöhter Freizeitverkehr.

Der Hauptverbraucher im Verkehr ist das Automobil. Dieses wird von der Industrie bezüglich Verbrauch, Emissionen, Sicherheit und auch Komfort

laufend verbessert. Diese Grössen sind jedoch stark konkurrenzierend. Gleichzeitig neigt das Kaufverhalten der Autokäufer zu immer leistungsstärkeren, grösseren und schwereren Fahrzeugen und/oder die Käufer werden mit der Werbung und der Beratung in ihrem Kaufverhalten beeinflusst.

Das Forschungsprogramm Verkehr untersucht deshalb Ansätze und Massnahmen zur Absenkung des Energieverbrauchs, insbesondere beim Hauptverbraucher, dem motorisierten Individualverkehr. Dadurch soll der Energieverbrauch und generell die Umweltbelastung abgesenkt sowie der Industrie- und Bildungsstandort Schweiz gestärkt werden. Eine Verringerung des Energieverbrauchs beim Individualverkehr wird dabei vor allem mit folgenden Ansätzen angestrebt:

- Leichtbau von Fahrzeugen;
- Hocheffiziente Antriebssysteme;
- kleine Verkehrssysteme, wie z.B. E-Bikes.

Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse 2008

Leichtbau von Fahrzeugen

Im Grundlagenprojekt *MC3 – Future Mobility using Communication, Computation and Control* [1] untersucht die ETH die Möglichkeiten und die Voraussetzungen für einen radikalen Leichtbau von Fahrzeugen, der eine Absenkung des spezifischen Verbrauchs um Faktor 3 zum Ziel hat. Das Gesamtprojekt ist in drei Teilprojekte unterteilt:

- neue Materialien für Leichtbaufahrzeuge;
- autonome Fahrzeuge und Zusammenstossvermeidung;

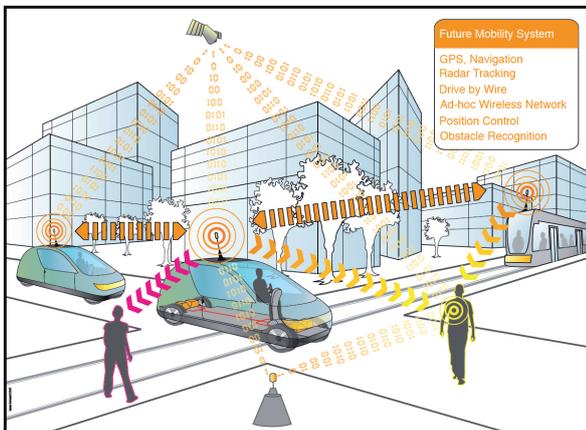


Bild 1: Vision eines vernetzten, energieeffizienten und sicheren Verkehrssystems.

- Optimierung und Steuerung für Drive-by-Wire-Fahrzeuge.

Das Projekt *Leichtbau im Automobil mit Hilfe von Bionik-Simulation* [2] der Georg Fischer AG, Schaffhausen, erfolgt in enger Zusammenarbeit mit der Firma Alcan, Neuhausen. Dazu wurde ein Team von vier Mitarbeitern aufgebaut, das sich mit der Auslegung und der Simulation von Chassis- und Strukturbauteilen in faserverstärkten Kunststoffen (FVK) beschäftigte. Kontakte zu Forschungseinrichtungen wie dem Kunststoffzentrum Erlangen, der RWTH Aachen oder dem DLR Stuttgart, sowie zu Maschinenherstellern wie Husky, Diefenbacher und Engel und zu Materialproduzenten wie EMS Chemie, Bayer, Bond Laminates) wurden aufgebaut.

Im Berichtsjahr wurde das bereits 2007 gestartete Teilprojekt mit dem Fraunhofer-Institut ICT in Pfinztal zur Simulation eines Chassis-Leichtbauelementes erfolgreich abgeschlossen. Diese Simulationen legten die Basis für die weiterführenden Arbeiten an einem Tunnelquerträger und einer Tanktrennwand. Beide Sicherheitsbauteile bieten sich als FVK-Teile an, weil sie entweder ein grosses Gewichtseinsparpotenzial oder flächige Strukturen aufweisen.

Obwohl aus den ersten Simulationen mehrere FVK-Bauteil-Varianten resultierten, die Vorteile im Bereich Steifigkeit, Kosten und/oder Gewicht bie-

derthen Drehmoments zu jedem Zeitpunkt die optimale Momentenaufteilung zwischen Elektro- und Verbrennungsmaschine. Zu berücksichtigende Beschränkungen sind sowohl die Limitierungen der Maschinen in Drehmoment und Drehzahl, als auch die Limitierungen der Batterie in Strom, Spannung und vor allem Ladestand. Des Weiteren soll die Strategie in Echtzeit auf einem Steuergerät in einem Fahrzeug einsetzbar sein. Dies bedingt, dass die Strategie kausal ist, das heisst, dass die Auswertung der Momentenaufteilung nur auf real verfügbaren Informationen basiert.

Um die Güte der Betriebsstrategie quantifizieren zu können, wird der aus der kausalen Betriebsstrategie resultierende Treibstoffverbrauch a posteriori mit dem theoretischen, mittels dynamischer Programmierung (DP) ermittelten Optimum für ein gegebenes Fahrmuster verglichen.

Es konnte gezeigt werden, dass eine in Zusammenarbeit mit der Robert Bosch GmbH entwickelte kausale Strategie bezüglich des Treibstoffverbrauchs sehr nahe beim Optimum liegt. Diese Strategie basiert auf einem Äquivalenzfaktor, welcher elektrische Energie gegen Treibstoffenergie gewichtet. Dieser Faktor ist wesentlich für die Ladungserhaltung der Batterie und hängt vom Fahrmuster und vom Fahrzeug ab. Die Auswertung dieser Strategie gegenüber dem a posteriori ausgewerteten globalen Optimum mittels DP zeigt, dass sie sehr nahe ans Optimum führt. Die Untersuchung hat allerdings auch aufgezeigt, dass die Strategie – sobald der Ladestand der Batterie gegen seine Grenzen läuft – sich vom Optimum entfernt. Dies passiert meist, wenn relativ grosse

Mengen an Energie im Verhältnis zur Speicherkapazität der Batterie rekuperiert werden. Die Rekuperationsenergie setzt sich aus kinetischer und potenzieller Energie zusammen. Aufgrund der guten Vorhersehbarkeit der zukünftigen Änderungen der potenziellen Energie mittels topographischer Karten und GPS wurde die bestehende Strategie so erweitert, dass zukünftige Rekuperationsphasen aufgrund Höhenänderungen berücksichtigt werden. Dazu werden aus dem geplanten zukünftigen topographischen Profil die Rekuperationsphasen identifiziert und im Äquivalenzfaktor berücksichtigt. Die Simulationsergebnisse zeigen, dass die erweiterte, prädiktive Strategie im Gegensatz zur bisherigen Strategie auch in unebenem Gelände Verbrauchswerte nahe dem Optimum erreichen kann. Bild 3 zeigt die resultierenden Ladestandstrajektorien mit zugehörigem Höhenprofil. Es ist gut zu erkennen, dass die prädiktive Strategie den Ladestand absenkt, so dass dieser sein Minimum am Kulminationspunkt des Höhenprofils erreicht.

Im Projekt *Clever* [4] hat sich das Projektteam bestehend aus Empa (Abteilung Verbrennungsmotoren) und ETH Zürich (Institut für Mess- und Regeltechnik sowie Labor für Aerothermochemie und Verbrennungssysteme) zum Ziel gesetzt, ein Antriebssystem für einen Personenwagen zu entwickeln, welcher 40 % weniger CO₂ ausstösst als ein konventionelles, vergleichbares Benzinfahrzeug. Gleichzeitig sollen die strengsten europäischen Emissionsgrenzwerte erfüllt werden. Das Projekt wird von der Volkswagen-Forschung sowie der Robert Bosch GmbH technisch, personell und mit Lieferung von Prototypenbauteilen unterstützt. Finanzielle Unterstützung erfährt das Projekt von den Bundesämtern BAFU und BFE, sowie von Novatlantis, SVGW und DVGW.

Aufbauend auf Arbeiten am Basis-Saugmotor im Benzin- sowie Methanbetrieb aus dem Jahr 2007 wurde ein Ladekonzept unter Zuhilfenahme numerischer Simulationen erarbeitet. Es hat sich gezeigt, dass der ursprünglich verwendete Basismotor (Saugmotor 1,6 Liter Hubraum) im aufgeladenen Betrieb für die Projektziele unnötig viel Leistung bereitstellen würde, und dass das anvisierte Brennverfahren zu Spitzendrücken führen würde, welche für den Motorblock kritisch sein könnten. Das Projektteam hat sich im Frühjahr 2008 darum entschieden, den Basismotor für den weiteren Verlauf des Projektes zu wechseln. Volkswagen hat neu einen 1,4-Liter-Motor mit verstärktem Motorblock zur Verfügung gestellt, welcher im Verlauf des Jahres aufgebaut und für das Projekt modifiziert worden ist. Neben dem Motorwechsel wurde ausserdem entschieden, neuartige Einblasventile für das Projekt zu entwickeln, welche bis jetzt in ähnlicher Form nur

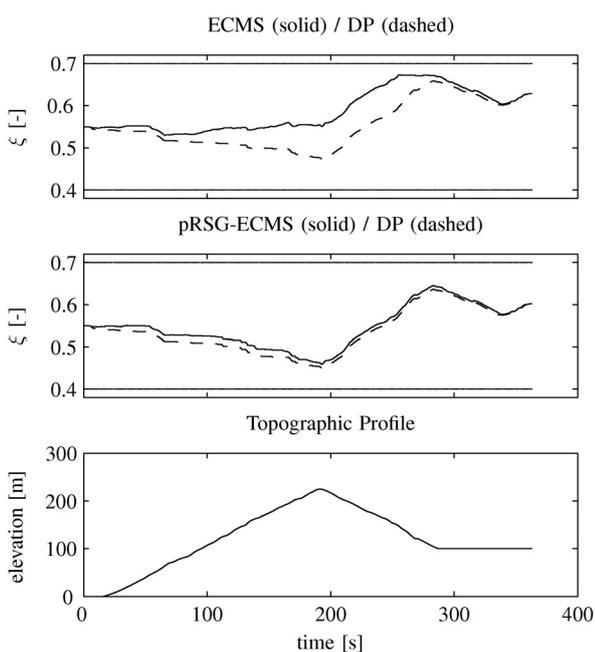


Bild 3: Resultierenden Ladestandstrajektorien mit zugehörigem Höhenprofil.



Bild 4: Der Clever Hybridantrieb: Riemenseite.

für Motoren mit Wasserstoffeinblasung¹ erprobt wurden.

Seitens Bosch wurde für das Hybrid-Demonstrationsfahrzeug eine elektrische Maschine samt Leistungselektronik gefertigt, die im ersten Quartal 2009 in das Fahrzeug eingebaut wird. Parallel dazu wird eine geeignete Batterie evaluiert und beschafft. Ziel ist es, das Forschungsprojekt bis Ende 2009 erfolgreich abzuschliessen und dann das Fahrzeug als funktionierendes Demoobjekt zur Verfügung zu haben.

Der *Hybrid SAM II* [5] der HTI Bern/Biel basiert auf dem dreirädrigen, zweisitzigen Leichtelektromobil von der Firma Cree, welches in einer Kleinserie mit Bleibatterien für den Agglomerationsverkehr gebaut worden ist. Im Rahmen des Projektes wurde ein innovativer hybrider Antriebsstrang mit einem PEM-Brennstoffzellensystem in Kombination mit einem elektrischen Energiespeicher aus Li-Polymerbatterien entwickelt und in das Fahrzeug integriert.

In 2 zylindrischen Metallhydridspeichern können rund 300 g Wasserstoff auf dem Fahrzeug mitgeführt werden, wodurch sich die Reichweite auf bis 100 km erweitert. Der Brennstoffzellenstapel besteht aus 96 in Serie geschalteten Einzelzellen, welche auf eine maximale Leistung von insgesamt 6 kW dimensioniert sind.

Der neu entwickelte Batteriestapel mit 48 20-Ah-Zellen ist demgegenüber in der Lage, den maximalen Leistungsbedarf des Antriebsmotors von 15 kW über einen längeren Zeitraum, wie beispielsweise eine Bergfahrt, bereit zu stellen.

Für die Anpassung der belastungsabhängigen Ausgangsspannung des Brennstoffzellenstapels an das Niveau des Batteriezwischenkreises ist an

¹ Die Einblasung von Wasserstoff zum Treibstoff verbessert aller Voraussicht den Wirkungsgrad der Verbrennung und senkt die Schadstoffemissionen.

der BFH ein modular aufgebauter, hoch effizienter DC/DC-Wandler in Resonanztechnik entwickelt worden. Der stromgeregelte Wandler steuert den Einsatz der Brennstoffzelle. In seinem Algorithmus sind sowohl Sicherheitsaspekte bezüglich der Restkapazität im Batteriestack, als auch die Forderung nach einer möglichst guten Gesamteffizienz eingeflossen.

Durch das on-board-Ladegerät kann die Batterie aber auch im Betrieb als Plug-in-Hybrid an jeder standardmässig abgesicherten Steckdose nachgeladen werden, was einen begrenzten Weiterbetrieb ermöglicht.

Ausführliche Feldtests mit dem Fahrzeug im Sommer 2005 hatten die Notwendigkeit gewisser Optimierungen bzw. Neuentwicklungen, wie beispielsweise den Batteriestack aufgezeigt. Im Energielabor der BFH wurden im Sommer 2008 die einzelnen Teilsysteme ausgetestet und anschliessend durch Simulation von verschiedenartigen Lastzyklen das gesamte Fahrzeug in Betrieb genommen. Im Zeitraum September bis November 2008 wurden 3 Testserien, ein System-Grenzttest, ein Reichweitentest und ein Verbrauchstest mit dem Hybrid SAM in der Umgebung von Biel durchgeführt. Der ermittelte Testverbrauch lag sowohl bei dem Reichweitentest wie auch beim genormten Stadtzyklus ECE15 bei umgerechnet weniger als 2 Liter Benzinäquivalent auf 100 km. Der Hybrid SAM II wurde Ende Oktober der Öffentlichkeit vorgestellt und steht zukünftig für Demonstrationsfahrten zur Verfügung.

In *HyCarPRO* [6] der Esoro Ag, Fällanden, wird ein optimiertes Brennstoffzellensystem entwickelt und im Alltag erprobt. Als Basis dient das von *Esoro* eigenfinanzierte Konzeptfahrzeug *HyCar*, ein plug-in-fähiger Technologieträger mit Schweizer Zebra-Batterie. Eckwerte des optimierten Systems sind eine Effizienz im Teillastbereich von über 50 % und daraus resultierende Reichweiten von 250 km auf Autobahnen und 400 km im Pendelbetrieb, sowie ein Verbrauch ab Tank von we-

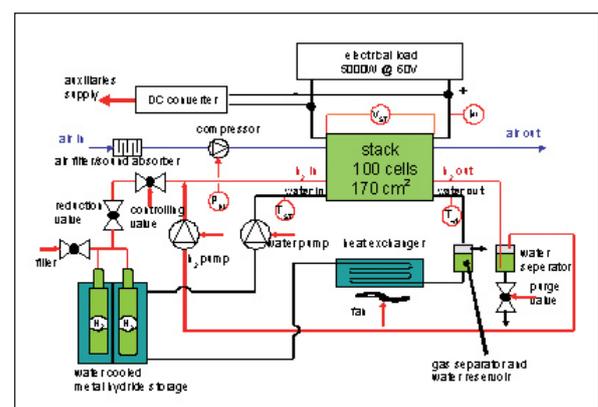


Bild 5: Systemübersicht Brennstoffzellensystem.

niger als 30 kWh/100 km. Hauptziele des Projektes sind eine Optimierung des Systems und eine transparente Erprobung des Fahrzeugs im Alltag. Die Optimierung umfasst dabei neben Leistung und Effizienz auch die Robustheit und die Kosten. Als Nebeneffekt kann und soll das Fahrzeug auch zur Information und Demonstration der Technologie verwendet werden.

Die ersten fünf Monate des Projektes standen im Zeichen des Engineerings und der Realisierung des optimierten Brennstoffzellensystems. Dabei wurde eine zur Erreichung der Projektziele geeignete Brennstoffzelle evaluiert und bei der niederländischen Firma *NedStack* beschafft. Für den Betrieb der Brennstoffzelle wurde ein entsprechendes Peripheriesystem entwickelt. Dieses besteht im Wesentlichen aus dem Wasserstoffsystem, der Luftversorgung und dem Kühlsystem. Schwerpunkte lagen bei der Entwicklung auf der Effizienz, Robustheit und Kosten des Gesamtsystems. Computersimulationen, virtuelles Prototyping und Messungen unterstützten die Evaluation und Integration der Komponenten. Niedrige Betriebsdrücke und geringe Druckverluste machen den Einsatz von einfachen Gebläsen und Pumpen möglich, dadurch konnte der Energieverbrauch des Luft- und Kühlsystems minimiert werden, was zu einer hohen Gesamteffizienz des Systems führt. Das Kühlsystem macht die Rückgewinnung des Befeuchtungswassers möglich und sorgt somit für einen wasserneutralen Betrieb über den gesamten Leistungsbereich des Brennstoffzellensystems. Mit Ausnahme von wenigen Teilen in der Verrohrung des Systems konnten ausschliesslich Standard-Komponenten verwendet werden, was zu geringeren Systemkosten und zu einer erhöhten Robustheit des Systems führt. Hinsichtlich der Robustheit wurde ebenfalls das Steuerungs- und Überwachungssystem überarbeitet und anhand von Simulationen getestet.

Messungen der einzelnen Komponenten wie z.B. der Abnahmetest der Brennstoffzelle zeigen, dass



Bild 6: Das eingebaute Brennstoffzellensystem.

die Leistungs- und Effizienzziele erreicht werden können. Die evaluierten Komponenten wurden allesamt beschafft und zusammen mit den verzögert gelieferten Brennstoffzellen in den HyCar eingebaut. Das Fahrzeug konnte anlässlich von «Zürich Multimobil» der Öffentlichkeit mit neuem System präsentiert werden.

Fahrzeuge

Der *TwinTrak* [6] ist ein Hybrid-Antrieb, der von Esoro im Rahmen eines BFE-Projektes vor über 10 Jahren entwickelt wurde und sich seit dann im Einsatz befindet. Der Antrieb ist in den Esoro H301 Family integriert, ein leichtes, vierplätziges Fahrzeug, das von einem Kunden als Erstfahrzeug fast täglich genutzt wird. Mit bereits über 75'000 gefahrenen Kilometern ist es wohl weltweit das Plug-In-Hybridfahrzeug mit der höchsten Kilometerleistung. Zudem ist es mit einem über das Jahr gemessenem Verbrauch von ca. 1,2 l/100 km und 10,7 kWh/km noch immer eines der sparsamsten, alltagstauglichen Fahrzeuge überhaupt. Nach ca. 70'000 km und sechsjährigem Betrieb war auch der zweite Satz NiCd-Batterien am Ende seiner Lebensdauer und musste ersetzt werden. Dies wurde genutzt, um eine neue Batterie-Technologie zu evaluieren und das Fahrzeug damit auszurüsten. Damit sollen die Fortschritte der Technologieentwicklung in Realität «erfahren» werden. Verschiedene Technologien wurden evaluiert, und die Wahl fiel schliesslich auf LiMn-Zellen. Gründe waren die breite industrielle Verwendung der Zellen, ihre hohe Robustheit und schliesslich auch die gute Erhältlichkeit – was bei Li-Zellen nicht immer selbstverständlich ist. Aus diesen Zellen wurde ein Batteriepack konfektioniert, das eine nutzbare Kapazität von 10 kWh aufweist, wobei die sicherheitsrelevanten Betriebslimiten, sowie eine tatsächliche Entladerate bereits eingerechnet sind. Mit einem Gewicht von ca. 110 kg kommt man auf eine System-Energiedichte von doch beachtlichen 90 Wh/kg. Die neue Batterie ist im Vergleich zur NiCd-Batterie rund 40 % leichter bei einer um 30 % höheren Kapazität. Dabei ist schon berücksichtigt, dass für die Li-Zellen ein neues Ladesystem eingebaut werden musste. Das Fahrzeug wurde somit rund 100 kg leichter, was Anpassungen am Fahrwerk notwendig machte – die Hinterachse befand sich im Zuganschlag. Für den H301 Family stellt die Batterie einen grossen Gewinn dar. Die höhere Kapazität erhöht die elektrische Reichweite nun auch im Alltagsbetrieb auf deutlich über 100 km – zumindest im Sommer. Das geringere Gewicht und die höhere, steifere Spannung führen zu einem agileren und sportlicherem Fahrverhalten. Der erwartete noch geringere Verbrauch konnte bisher noch nicht gemessen werden – teilweise wird er wohl durch die sportlichere Fahrweise kompensiert.

Diese Weiterentwicklung wurde ohne Unterstützung der öffentlichen Hand realisiert.

E-Bikes

Eine internationale Arbeitsgruppe untersuchte im Rahmen des Implementing Agreement *Hybrid & Electric Vehicles* (HEV) der Internationalen Energieagentur (IEA) die weltweite Entwicklung auf dem Gebiet der Elektro-Zweiräder [7].

Neben diversen Misserfolgen gibt es auch einige erfolgreiche Markteinführungen. An den Beispielen von China und Sparta (NL) lässt sich aufzeigen, dass neben einem attraktiven und zuverlässigen Produkt eine bekannte Marke sowie günstige äussere Rahmenbedingungen die Markteinführung von Elektro-Zweirädern erleichtern. Der wichtigste Erfolgsfaktor ist jedoch wohl ein gut etabliertes Vertriebskonzept mit motivierten Händlern.

Die beiden beschriebenen Erfolgsgeschichten täuschen nicht darüber hinweg, dass in Ländern mit weniger günstigen Rahmenbedingungen die Behörden gerade auf diesem Gebiet mit geringem Aufwand wertvolle Unterstützung leisten können.

2006 wurde das Projekt *Reichweite von E-Bikes* [8] gestartet und Anfang 2009 abgeschlossen. Ziel waren keine Daten vom Prüfstandarbeiten, sondern realitätsnahe Daten, die dem Alltagseinsatz entsprechen und wie sich Unterstützungsleistung und Reichweite in Abhängigkeit von der menschlichen Tretleistung verhalten. Zuerst wurde die Leistungsfähigkeit der Testpersonen auf dem Rennrad bestimmt (Conconi-Test). Auf dieser Basis konnte der Nettonutzen der Tretunterstützung



Bild 7: E-Bike Test verbunden mit einem NewRide-Händler-Anlass.

der E-Bikes quantifiziert werden. In den letzten 2 Jahren werden E-Bikes aber zunehmend von Akkus auf Basis von Lithium statt NiMH gespeist. Dadurch hat sich deren Kapazität praktisch verdoppelt. Deshalb spielt die Reichweite bei allen getesteten E-Bikes nur noch für längere Radtouren eine Rolle. Bei Fahrerinnen und Fahrern mit geringerer Tretleistung, welche die Batterie ebenfalls stark beanspruchen, übersteigt die Reichweite den realen Bedarf bei Weitem. Deshalb stand die Leistungscharakteristik der Fahrzeuge im Fokus. Dabei wurde festgestellt, dass Qualität und Preise durchwegs in einem vernünftigen Verhältnis zueinander stehen: Die Modelle in einem tieferen Preissegment leisten weniger, die Fahrzeuge, welche die besten Resultate gezeitigt haben, sind entsprechend teurer. Die Topmodelle weisen über den gesamten Leistungsbereich ausgezeichnete Leistungsdaten auf.

Internationale Zusammenarbeit

Die EU fördert in vielen Fachgebieten mit Finanzbeiträgen die Zusammenarbeit nationaler Forschungsförderstellen und den Erfahrungsaustausch. Die entsprechenden Projekte tragen den Namen Era-Net (**E**uropean **R**esearch **A**rea **N**etwork). Ihr wichtigstes Ziel ist die Koordination und die gegenseitige Öffnung der nationalen Forschungsförderprogramme.

Era-Net **Transport** (ENT) [9] gehört zu diesem Era-Net-System und ist ein zeitlich befristetes Konsortium zur Förderung der Zusammenarbeit zwischen staatlichen Forschungsförderstellen im Bereich **Verkehr**. Mitglieder von ENT sind meistens Verkehrs- oder Forschungsministerien europäischer Länder, z. B. von Frankreich, Deutschland, Grossbritannien, Spanien, Österreich, Polen, Schweden, Norwegen, Dänemark, Finnland. Seit Anfang 2007 arbeitet das eidgenössische Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK in dieser Organisation

mit. Die Bundesämter des UVEK mit eigenen Programmen zur Förderung von Forschung und technologischer Entwicklung sind Partner in Era-Net Transport:

- das ASTRA: Forschung im Strassen-, Brücken- und Tunnelwesen;
- das BFE: Energieforschung, Schwerpunkt «Effiziente Energienutzung» – Bereiche «Verkehr» sowie «Batterien, Supercaps».

Era-Net Transport wird ähnlich wie ein Forschungsprojekt eines internationalen Konsortiums aus Mitteln der Rahmenprogramme der Europäischen Gemeinschaft für Forschung, technologische Entwicklung und Demonstration finanziell unterstützt. Aus diesem Beitrag der EU werden unter anderem die Reisekosten der Mitarbeitenden des UVEK im Zusammenhang mit Era-Net Transport übernommen. Zurzeit läuft Era-Net Transport II (ENT II); es ist bis Ende 2010 befristet.

ENT Action Groups

Eine der Massnahmen zur Förderung der Zusammenarbeit der nationalen Forschungsförderstellen sind die *Action Groups*. Diese bestehen aus den Forschungsförderstellen mehrerer Länder, die eine Ausschreibung für Forschungsprojekte in einem definierten Bereich durchführen. Die Projekte müssen gemeinsam von Forschungsstellen aus mindestens zwei Partnerländern des Era-Net Transport eingereicht werden. Die Auswahl der zu unterstützenden Projekte erfolgt gemeinsam durch die Vertreter dieser Länder. Jedes Land finanziert den Konsortialpartner aus seinem Land.

Die Schweiz ist an der Action Group 16 *Intermodal Freight Transport* beteiligt. Aufgrund einer Ausschreibung wurden mehrere Projekte mit Schweizer Partnern eingereicht. Das Evaluationsgremium der Action Group 16 hat am 11. März 2008 alle eingereichten Gesuche geprüft und die Projekte bestimmt, die realisiert werden sollen. Folgende Projekte mit Partnern aus der Schweiz gehören dazu:

- *Intermodal Solutions for Trans-European Temperature Sensitive Shipments* (TESS), Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme der ETH-Zürich;
- *Model and decision support system for evaluation of Intermodal Terminal networks* (MINT), Rapp Trans AG, Verkehrs- und Transportberatung.

Das BFE hat mit den beiden schweizerischen Partnern Verträge für eine Mitfinanzierung abgeschlossen. An die Finanzierung des Projektes MINT leisten auch das ASTRA, das BAFU und das ARE Beiträge. Weitere Informationen unter www.transport-era.net.

Zudem wurde das von der Förderagentur für Technologie und Innovation (KTI) und dem ASTRA unterstützte Projekt Spin-Alp (Scanning the Potential of Intermodal Transport on Alpine Corridors) nachträglich in die Action Group ENT 2b *Intelligent Logistics* einbezogen.

Pilot- und Demonstrationsprojekte

Durch die Fokussierung der knappen Mittel auf Vorhaben im Gebäudebereich konnte 2008 kein P+D-Vorhaben im Verkehr bearbeitet werden.

Bewertung 2008 und Ausblick 2009

Die Erfindung und Entwicklung des pneumatischen Hybridantriebs durch die ETH Zürich ist mit Sicherheit das herausragendste Resultat der Energieforschung im Bereich Verkehr im vergangenen Jahr, dies sowohl bezüglich Einsparpotenzial als auch bezüglich der Kosten. Das Antriebskonzept

verspricht, künftig wesentlich kostengünstiger als die bis anhin bekannten Hybridkonzepte produziert werden zu können.

2009 sollen das System weiter erprobt und die bisherigen ermutigenden Resultate validiert werden.

Liste der F+E-Projekte

(JB) Jahresbericht 2008 vorhanden

(SB) Schlussbericht vorhanden

(siehe www.recherche-energetique.ch unter der angegebenen Projektnummer). Unter der angegebenen Internet-Adresse sind die Berichte sowie weitere Informationen verfügbar.

- [1] L. Guzzella (guzzella@imrt.mavt.ethz.ch), R. Siegwart, ETH-Zürich, Y. Leterrier EPF-Lausanne: Mobility through Communication, Computation and Control (MC3), <http://www.ethz.ch>.
- [2] O. Carnal (Oliver.Carnals@georgfischer.com), Georg Fischer, Schaffhausen: Leichtbau im Automobil mit Hilfe von Bionik-Simulation und Verbundwerkstoffen (JB), <http://www.automotive.georgfischer.com>. (JB).
- [3] [L. Guzzella, C. Onder, (guzzella@imrt.mavt.ethz.ch), ETH-Zürich.; Hybrides Antriebskonzept, Kraftstoffsparende Antriebssysteme (JB) <http://www.ethz.ch>.
- [4] Ch. Bach, (christian.bach@empa.ch), P. Soltic, (patrick.soltic@empa.ch), EMPA Dübendorf: Clever (JB), <http://www.empa.ch/abt137>.
- [5] M. Höckel, (hkm1@bfh.ch), Berner Fachhochschule: Hybrid SAM II, (SB), <http://www.hti.bfh.ch>.
- [6] S. Camenzind (stefan.camenzind@esoro.ch), Esoro, Fällanden: HyCarPRO (JB), TwinTrak; <http://www.esoro.ch>.
- [7] U. Schwegler, (ursschwegler@bluewin.ch), e'mobile, Fisingen: Electric Two Wheeler (SB), <http://www.emobile.ch>; www.newride.ch.
- [8] B. Schneider (info@schneidercom.ch), Schneider Communications, Ottenbach: E-Bike-Reichweitentest (SB), <http://www.schneidercom.ch/>.
- [9] K. Hausmann (karl.hausmann@tcnet.ch), ERA-NET Trans (JB).
- [10] R. Horbaty (robert.horbaty@enco-ag.ch), ENCO, Bubendorf: Plug in Hybrid (JB), www.enco-ag.ch.

Referenzen

- [11] M. Pulfer (martin.pulfer@bfe.admin.ch); BFE, Bern: *Forschungskonzept Verkehr 2008–2011*.

Impressum

Juni 2009

Bundesamt für Energie BFE

CH-3003 Bern

Druck: Ackermann Druck AG, Bern-Liebefeld

Bezug der Publikation: www.energieforschung.ch

Programm- und Bereichsleiter

Martin Pulfer

Bundesamt für Energie BFE

CH-3003 Bern

martin.pulfer@bfe.admin.ch