

## Aufgaben erledigen und die Chancen nutzen

Fachartikel von Alfred Vollmer

Elektromobilität auf dem 15. Fachkongress "Fortschritte in der Automobilelektronik" in Ludwigsburg: Was ist im Bereich Heizen/Kühlen von Elektrofahrzeugen zu beachten und welche Bremssysteme sind notwendig? Welche Beiträge können Forschung und Lehre bieten, und welche Chancen bietet die Elektromobilität?

Seinen Vortrag „Fortschrittliches Thermomanagement in Fahrzeugen: Vom Verbrennungs- zum Elektroantrieb“ begann Dr. Thomas Heckenberger, Leiter Technologie- und Methodencenter bei Behr GmbH & Co. KG, unter anderem mit folgenden Worten: „Vor zwei Jahren hielt ich einen Vortrag mit dem Titel ‚Heizen, Kühlen oder Fahren‘; Energieverschwendung können wir uns nicht mehr leisten, und das hat alles mit Thermomanagement zu tun.“ Dr. Heckenberger erklärte, dass die elektrischen Komponenten wie E-Motoren, Leistungswandler oder Lithium-Ionen-Batterien jeweils ein thermisches Management auf unterschiedlichen Temperaturebenen benötigen. „Aus diesem Grund wird sich die Kühl-Architektur des Fahrzeugs in dramatischer Art und Weise verändern, um so alle neuen Anforderungen abzudecken.“

Die Heizung ist nicht nur ein Komfort-Thema, sondern sie gehört auch zu den sicherheitsrelevanten Teilen eines Fahrzeugs, weil sie dafür sorgt, dass die Scheiben im Winter frei bleiben. In hoch effizienten Dieselfahrzeugen befänden sich bereits heute PTC-Zuheizungen mit bis zu 1,4 kW Leistung, weil nicht mehr genügend Abwärme vom Motor zur Verfügung steht. „Solange sich Kraftstoff an Bord befindet, ist es zumindest denkbar, mit dem hoch effizienten Kraftstoff eine Hilfsheizung zu betreiben, um für den Notfall gerüstet zu sein. Bei Temperaturen von -15 °C halbiert sich die Reichweite eines Elektrofahrzeugs, weil so viel Energie fürs Heizen benötigt wird.“ Noch extremer ist die Situation im Stau während der Winterzeit. Eine „gewisse Entschärfung“ biete das Vorheizen des Fahrzeugs an der heimischen Steckdose.

„Auch die Klimatisierung erfordert 2 bis 3 kW Leistungseinsatz“, betont Dr. Heckenberger. „Es ist nicht ganz so extrem wie beim Heizen, aber in der gleichen Größenordnung.“ Im folgenden ging er auf die Rückgewinnung von Wärme aus dem Abgas mit Hilfe von thermoelektrischen Generatoren ein, bei deren Einsatz sich etwa 5 % Kraftstoff sparen lassen.

Eine „absolute Notwendigkeit in einem batterieelektrischen Fahrzeug“ wird die partielle Umluftregelung sein, die bisher primär dazu dient, schlechte Gerüche draußen zu halten.

„Die Abwärme, gehen in verschiedenen Aggregaten entsteht, ist sehr gering, so dass man sich wirklich überlegen muss, ob man diese Wärme noch einsammelt, weil all diese Maßnahmen mit den erforderlichen Wärmeübertragern Geld kosten.“

## Bremssysteme

Dr. Dirk Hoheisel, Executive Vice President Engineering bei der Robert Bosch GmbH, begann seinen Vortrag „Bremssysteme für neue Antriebskonzepte“ zunächst mit einem Blick auf die Evolution der Systeme: Nachdem sich die Bremssysteme vom reinen Bremsen über den Einsatz von Bremskraftverstärkern (Boost) und die Modulation (ABS) hin zur Stabilisierung ohne Bremswunsch (ESP) entwickelt haben, stehen jetzt Rekuperation und Blending im Mittelpunkt der Entwicklungen. „Leider ist der Generator beim regenerativen Bremsen kein besonders idealer Steller“, erklärt Dr. Hoheisel, zumal das Bremsmoment des Generators sich mit der Geschwindigkeit verändert.

„Wenn die Eigenstabilität des Fahrzeugs gefährdet ist, weil Räder zu blockieren drohen, muss natürlich auch das regenerative Bremsen abgeschaltet werden.“ Die Herausforderung liegt dabei in der (Momenten-)Blending genannten Abstimmung zwischen den beiden parallel zueinander arbeitenden elektrisch-rekuperativen und hydraulischen Bremsen – „und zwar in der Form, dass der Fahrer im Pedalweg und -Gefühl nichts merkt“. Bosch deckt die Anforderungen unterschiedlicher Anwendungen (ICE, Micro/Mild/Strong HEV, EV) mit einem modularen Ansatz ab, der dann jeweils kundenspezifisch angepasst wird. So verfügt beispielsweise das „HAS hev“ genannte System zusätzlich über eine elektrisch betriebene Vakuumpumpe sowie zusätzliche Soft- und Hardware (im wesentlichen Ventile zur Entkopplung). HAS hev ist mit zwei Rückfallebenen ausgestattet, basiert auf Standard-Komponenten, die in hohen Volumina gefertigt werden, und ging diesen Sommer in Serie. „Bei einem B-Segment-Fahrzeug kann man in einem NEDEC-Zyklus theoretisch 20% Energie rekuperieren“, erläuterte Dr. Hoheisel. Somit biete die Rekuperation ein signifikantes Potenzial zur Verkleinerung der Batterie.

## Forschung und Lehre

Über das Thema „Herausforderung Elektrofahrzeug: Beitrag von Forschung und Lehre“ referierte Prof. Dr. Lutz Eckstein, Institutsleiter am Institut für Kraftfahrzeuge (IKA) an der RWTH Aachen. Dabei erwähnte er unter anderem, dass das IKA bereits 1973 ein erstes Hybridfahrzeug vorstellte und dass nach Vorstellungen der EU 2050 in Innenstädten keine mit fossilen Brennstoffen betriebenen Fahrzeuge mehr fahren sollen: „Wir müssen uns darauf einstellen, dass Ressourcenschonung und Umweltschutz Prio-1-Themen in Politik und Gesellschaft bleiben.“

Ziel sei es, einen maximalen Gesamtwirkungsgrad zu erreichen, der die Grundfeste Effizienz, Sicherheit und Fahrerlebnis in Einklang bringt. „Ich bin persönlich davon überzeugt, dass wir heute zu einem Paradigmenwechsel kommen müssen“. Unternehmen seien derzeit wie sein Institut auch nach Domänen organisiert, aber jetzt müsse neu unterteilt werden:

in die physikalische Gestaltung: Integration von Fahrwerk, Antrieb und Batterie sowie Leichtbau, Geräusch, Vibration etc.

in die energetische Gestaltung: Energieversorgung und Laden sowie das thermodynamische Gesamtsystem

und in die informatorische Gestaltung: Prädiktives Energie- und Thermomanagement, Funktionssicherheit und intelligente Fahrerassistenz.

Prof. Eckstein stellte dann nicht nur das neue Testzentrum seines Instituts vor, sondern er ging auch der Frage nach, ob ein Studiengang „Elektromobilität“ sinnvoll oder zu spezifisch ist. Außerdem warb er darum, dass die Unternehmen die Hochschulen auf individuelle Konzepte ansprechen sollen, und forderte alle Anwesenden auf: „Zeigen auch Sie Einsatz durch Vorträge etc., um junge Menschen für diese Studiengänge zu begeistern, denn wir laufen hier in eine große Problematik hinein.“

Dr. Schleuter betonte in der Abmoderation des Vortrags, dass es sich jetzt lohne, „über Stiftungslehrstühle und Ähnliches“ zu diskutieren: „Denken Sie an den Forschungsstandort Deutschland; es liegt an Ihnen, sich hier stärker zu engagieren. Dieser Vortrag sollte für Sie eine Vorlage sein, um das entsprechend stärker umzusetzen

#### Elektromobilität als Chance

Dr. Rudolf Krebs, Konzern-Generalbevollmächtigter Elektro-Traktion bei der Volkswagen AG, informierte in seinem Vortrag über „Elektromobilität als Chance“. Um bis 2050 unsere Klimaziele zu erreichen, die Erderwärmung auf 2 °C zu beschränken, müssten „wir insgesamt unsere CO<sub>2</sub>-Produktion um rund 90 % reduzieren“. Dadurch ergeben sich echte Herausforderungen: „Bei gleichem Anteil des Straßenverkehrs an den Emissionen bedeutet dies, dass wir von einem Durchschnittsverbrauch der Flotte, die heute so auf den Straßen unterwegs ist, von knappen 10 l/100 km auf einen Wert von unter 1 l/100 km. Wir brauchen hier somit eine weitere Technologie-Innovation.“

Ein riesiges Problem ist „die Reichweite eines Batteriefahrzeuges, die noch nicht für Massenmobilität geeignet ist – und wir haben nur bestimmte Kunden, die mit diesen Eigenschaften dann auch zurecht kommen“. Einer Volkswagen-Studie zufolge akzeptieren 76 % der Frauen, aber nur 52 % der Männer eine Reichweite von 200 km bei einem Elektrofahrzeug. Dieser Aspekt müsse beim Zuschneiden zukünftiger Fahrzeuge auf die Zielgruppen berücksichtigt werden.

Er berichtete, dass ein Golf-Dieselfahrzeug für eine Strecke von 500 km für die Fahrenergie ein Systemgewicht von 43 kg/46 l (davon 33 kg/37 l für den Kraftstoff) an Bord haben müsste, während ein EV für die gleiche Strecke mit einer heute verfügbaren Li-Ionen-Batterie von 100 kWh ein Systemgewicht von 830 kg und ein Systemvolumen von 670 m benötigt, wobei die reinen Zellen 540 kg/360 l erfordern. Bis etwa 2020 könne die Energiedichte der Zelle von derzeit 120 bis 140 Wh/kg auf etwa 200 Wh/kg gesteigert

werden. „Um wirklich Sprünge um Größenordnungen zu realisieren, die dann auch große Reichweiten erlauben, müssen wir einen Technologiewechsel vollziehen“, erklärt Dr. Krebs. Energiedichten von 400 bis 600 Wh/kg ließen sich wohl mit Lithium-Schwefel-Batterien erreichen, und die technologische Vision habe bereits bei Lithium-Luft-Batterien 1500 Wh/kg im Auge, aber „Experten gehen davon aus, dass dies noch 15 bis 20 Jahre dauert“.

Bis es allerdings soweit ist, müssten die OEMs eine Detailoptimierung vornehmen und den Verbrauch aller parasitären Verbraucher weiter senken: der Rollwiderstand, die Aerodynamik, der Energieverbrauch zur Klimatisierung des Fahrgastraums, weitere Gewichtsreduzierungen, am mechanischen Wirkungsgrad aller Reibungspartner arbeiten, den elektrischen Wirkungsgrad erhöhen, die Batteriekapazität effektiv nutzen und die Batteriechemie weiter entwickeln.

Derzeit kostet ein Fahrzeugantrieb inklusive Energiespeicher bei einem Batteriefahrzeug etwa um den Faktor fünf mehr als bei einem konventionellen modernen Micro-Hybrid-Antrieb. „Diese Situation gibt keinem OEM die Chance, bei vernünftigen Marktpreisen hier einen auskömmlichen Ergebnisbeitrag zu erwirtschaften; in der Regel sind diese Projekte nicht wirtschaftlich... Wir rechnen damit, dass die Materialkosten eines EVs in 2018 bei etwa 58 % der heutigen Kosten liegen. Wir brauchten etwa eine Größenordnung von 45 %, dass ein solches Elektrofahrzeug-Projekt sich ganz normal rechnen würde wie ein konventionelles Fahrzeug.“

Daher entwickle der Volkswagen-Konzern „in dieser frühen Phase der Elektromobilisierung“ kein völlig eigenständiges Fahrzeug. Vielmehr setze VW auf ein modulares Konzept sowohl bei den Längs- als auch bei den Querkonzepten. Bei nur „wenigen Blechänderungen“ lassen sich diese Fahrzeuge mit unterschiedlichen Antriebsformen ausstatten: Benzin, Diesel, Flüssig- oder Erdgas, Hybridantrieb oder E-Traktion.

Elektromobilität ist für ihn „viel mehr als nur die Entwicklung von E-Fahrzeugen“. Sie reichte vom Elektrofahrzeug über Batteriemangement, möglichst CO<sub>2</sub>-frei erzeugten Strom und die entsprechende Infrastruktur bis hin zur Mobilitätssteuerung, Mobilitätskonzepten und anderen innovativen Aspekten. „Für längere Strecken müssen wir als OEM uns sicherlich auch Konzepte ausdenken, die dem Kunden für größere Reisen, Urlaubs- und Transportfahrten auch andere Fahrzeuge zur Verfügung stellen ... vielleicht auch mit der Anzeige von Car-Sharing-Punkten, wo ich vielleicht ein Elektrofahrzeug gegen ein Langstreckenfahrzeug tauschen kann und Ähnliches mehr“, konstatierte Dr. Krebs.

24.08.2011

[www.all-electronics.de](http://www.all-electronics.de)