



Der neue Weg zum Spritsparen

Ob in der Formel 1, im ganz normalen Auto oder im Bus: Superkondensatoren machen der herkömmlichen Batterie Konkurrenz. Sie sind stärker, sparsamer und umweltfreundlicher.

LEWIS HAMILTON STAND als Formel-1-Weltmeister 2008 noch längst nicht fest, da brachte bereits die Saison 2009 mit ihren Änderungen am Reglement die Techniker ins Schwitzen und die Teamverantwortlichen unter Zugzwang. Das Kunstwort „KERS“ machte die Runde. Es steht für ein System, das beim Bremsen frei werdende Energie speichert, die dann beim Beschleunigen die Antriebsleistung über einen zusätzlichen Elektromotor vergrößert.

Schon im Juli 2008 äußerten die Experten recht genaue Vorstellungen, was dieses „Kinetic Energy Recovery System“ bringen könnte: „Ein Zeitvorteil von 0,1 bis 0,3 Sekunden pro Runde erscheint realistisch“, sagte etwa Luca Marmorini, Motorenchef des Toyota Teams. KERS, das von der Federation Internationale d`Automobile (FIA) ab 2009 erlaubt ist, bietet somit einen winzig anmutenden Nutzen, der in der Welt der Hochleistungsflitzer trotzdem entscheidend sein kann. Dass nicht ein größeres Plus herauspringt, ist von den FIA-Bossen durchaus gewollt: Laut ihren Regularien darf die Leistung, die über das System für bloß 6,5 Sekunden pro Runde abgerufen wird, höchstens 60 Kilowatt (82 PS) betragen. Erklärtes Ziel der FIA ist es, mit KERS den Weg zu energieeffizienteren und umweltfreundlicheren Autos zu ebnen. „Vorrichtungen wie KERS sind im Motorsport wichtig“, sagt Mario Theissen, Motorsportdirektor von BMW. „BMW ist nicht nur aus Marketinggründen in der Formel 1, sondern auch, weil das F1-Programm technologische Synergien und Innovationen hervorbringen kann, die sich auf die Entwicklung von Straßenautos übertragen lassen.“

So redselig sich die Manager über Vorreiterrolle und Umweltfreundlichkeit äußern, so einsilbig werden sie, wenn es darum geht, auf welche Weise die Bremsenergie zwischendurch gespeichert wird. Die nächstliegende Antwort: mit Akkus, also aufladbaren Batterien. „Tatsächlich sind in der Formel 1 bisher nur Batterien-Konzepte öffentlich geworden. Doch die für KERS nötige Energiedichte kann auch durch Superkondensatoren erreicht werden“, sagt Oliver S. Kaiser von der VDI-Technologiezentrum GmbH, Mitautor der Studie „Zukunft des Autos“. In Superkondensatoren ist das aus der Schulzeit bekannte Kondensatorprinzip geschickt

abgewandelt: Danach lassen sich in zwei parallelen Metallplatten, zwischen denen sich ein Nichtleiter befindet, elektrisch entgegengesetzte Ladungen speichern. Gegenüber einem solchen Plattenkondensator zeichnen sich Supercaps, Ultracaps oder Goldcaps - geläufige Markennamen für die Superkondensatoren - dadurch aus, dass sie mehr Energie pro Kilogramm Eigengewicht speichern. Ihre Werte liegen damit zwar immer noch deutlich unter denen von Akkus, doch dafür können sie die Energie sehr schnell wieder abgeben und dabei höhere Ströme erzeugen. Außerdem lassen sie sich weit häufiger laden und entladen als Akkus, ohne dabei an Leistungskraft zu verlieren.

Dass Supercaps zusammen mit KERS in die Rennbolide einziehen werden, lässt sich bislang nur vermuten. Ein BMW-Pressesprecher meinte dazu im November 2008: „Wir können heute keine Aussagen zur KERS-Einsatzbereitschaft und zur möglichen eingesetzten Technik machen.“ Wer so mauert, für den scheinen Supercaps heiße Kandidaten in der Saison 2009 zu sein.

Auf jeden Fall haben die Spezialisten aus der Forschungsabteilung des Münchner Konzerns die Supercaps für Serienautos schon länger im Blick und inzwischen auch eine Menge Know-how gesammelt. „Bereits vor rund 15 Jahren haben wir die ersten Exemplare vermessen“, berichtet Wolfgang Strobl, bei der BMW Group Forschung und Technik für „Clean Energy und EfficientDynamics“ verantwortlich. Im Lauf der Zeit hat bei den Ingenieuren ein Umdenken eingesetzt, wie Strobl freimütig berichtet: „Anfänglich wollten wir herausfinden, ob sie genügend Energie speichern können, um über mehr als eine halbe Minute Strom ausreichender Stärke herausholen zu können. Doch im Licht neuer Konzepte bei Antriebsmanagement und Motorenentwicklung sind Supercaps für uns auch dann interessant, wenn sie nur für wenige Sekunden Strom zur Verfügung stellen.“ Denn den BMW-Experten geht es vor allem darum, kurze Start- und Beschleunigungsphasen mithilfe eines Elektromotors zu unterstützen. Das Elektroaggregat wird während des Bremsens zum Generator und lädt somit den Energiespeicher auf. Auf diese Weise lassen sich Spritverbrauch und Abgasemissionen von Serienautos um 10 bis 15 Prozent reduzieren, sind die BMW-Ingenieure überzeugt. Ein weiterer Vorteil: Das Anfahren des Autos erfolgt über den Elektromotor - und damit geräuschlos.

Die BMW Group geht einen anderen Weg als einige andere Hersteller, die nur auf einen Hybridantrieb setzen, bei dem der Elektromotor längere Zeit und damit auf größeren Strecken aktiv wird. „Doch bei hoher Leistung ist der Verbrennungsmotor nach wie vor am effizientesten, während ein Elektromotor bei niedrigen Drehzahlen gerade in Verbindung mit einem Automatikgetriebe einen besonders großen S Nutzen hat“, ist Strobl überzeugt.

Welches Hybridkonzept sich durchsetzen wird, ist noch offen. „Falls die Autokäufer mit wenig elektrischer Reichweite zufrieden sind, haben Superkondensatoren eine gute Chance“, prophezeit Strobl. Denn sie sind für die häufigen schnellen Lade- und Entladevorgänge besser geeignet als Akkus. Erste Forschungsfahrzeuge mit Super-caps und Hybridantrieb hat BMW schon 2003 der Öffentlichkeit vorgestellt. Doch der Weg zum Serienauto ist lang - weniger wegen technischer Hürden, sondern vor allem aufgrund der unsicheren Marktaussichten. Zu einem ganz anderen Zweck werden Superkondensatoren wohl bald in Serie gehen: um die vielen elektronischen Geräte und Einrichtungen in Oberklasseautos mit Strom zu versorgen und das Bordnetz zu stabilisieren.

Je länger die Strecke, die mit einem Hybridauto elektrisch gefahren werden soll, umso mehr Energie müssen die Supercaps bereitstellen - und umso größer und schwerer werden sie. „100

Kilogramm zusätzlich, das geht bei unseren Pkws nicht, denn diese Masse muss mit beschleunigt werden und bringt vor allem beim normalen Fahren auf Autobahn oder Landstraße enorme Nachteile mit sich", sagt Strobl. Die fallen bei einer anderen Fahrzeuggattung längst nicht so stark ins Gewicht: den Stadtbussen. Sie wiegen zum einen im beladenen Zustand sowieso schon bis zu 18 Tonnen. Und sie bleiben zum anderen im Schnitt alle 400 Meter stehen, um Fahrgäste ein- und aussteigen zu lassen. Etwa 40 Prozent ihrer Betriebsdauer verbringen sie an Haltestellen. Dazu kommt der Stop-and-Go-Verkehr in überfüllten Innenstädten. „Der Stadtbus ist das Fahrzeug par excellence, um die Bremsenergie rückgewinnung zu realisieren", erklärt Thorsten Wagner, Sprecher der MAN Nutzfahrzeuge Gruppe für den Geschäftsbereich Bus. Mit ihrem Niederflerbus Lion's City Hybrid, vorgestellt auf der Internationalen Automobilausstellung 2008, wollen die MAN-Techniker 2010 in Serie gehen. Sein Energiespeichersystem, das aus 12 Modulen von Supercaps mit je 24 Zellen besteht, befindet sich auf dem Dach und wiegt rund 400 Kilogramm. Der Bus kann mit der gespeicherten Energie rein elektrisch aus dem Halt beschleunigen und verbraucht bis zu 30 Prozent weniger Diesel als vergleichbare Fahrzeuge, die den derzeit besten europäischen Abgasstandards entsprechen. Dafür kostet er allerdings auch 30 Prozent mehr.

Die Käufer erwarten von Bussen und Lastwagen, dass sie sehr lange zuverlässig ihren Dienst verrichten. „Busse und Lastwagen haben mit 12 bis 15 Jahren eine viel höhere Lebensdauer als Pkws. Vor allem deshalb tendieren wir zu Supercaps als Energiespeicher", sagt Rolf Döbereiner, Abteilungsleiter Vorentwicklung und Grundlagen Antriebstechnik bei der MAN Nutzfahrzeuge AG. Ins gleiche Horn stößt Martin Schmitz, Geschäftsfeldleiter „Elektrische Antriebe für Straßenfahrzeuge" beim Düsseldorfer Unternehmen Vossloh-Kiepe: „Nach unseren Prüfstandergebnissen und Computersimulationen gehen wir davon aus, dass Superkondensatoren in Bussen oder Straßenbahnen acht bis neun Jahre lang ausreichend Leistung bringen, während selbst Hochleistungsakkus nach spätestens zwei Jahren ausgetauscht werden müssen."

Kürzlich haben die Verkehrsbetriebe von Mailand bei Vossloh-Kiepe und dem belgischen Unternehmen Van Hool 30 Trolleybusse bestellt. Van Hool baut die Karosserie und Vossloh-Kiepe den Antrieb dieser Fahrzeuge, die in der Regel wie eine Straßenbahn Strom über eine Oberleitung beziehen. Während des Bremsens wird die Energie, die sonst als Wärme ungenutzt verpufft, in Supercaps gespeichert und später zum Anfahren verwendet. Dadurch zieht die neue Mailänder Trolleybus-Flotte weniger Strom aus dem Netz, obwohl sie im Gegensatz zu der alten Fahrzeuggeneration mit einer energiezehrenden Klimaanlage ausgestattet ist, um den Fahrgästen mehr Komfort zu bieten. Bei einer Blockade der Strecke oder einer veränderten Routenführung durch einen Unfall oder einen Stau können die Fahrer der Trolleybusse die Stromabnehmerstangen per Knopfdruck absenken und dann wie mit einem normalen Hybridbus durch den Stadtverkehr fahren. Denn die Fahrzeuge besitzen ein Diesel-Generator-Aggregat, das dann in Kombination mit den Superkondensatoren den Antrieb übernimmt. Später können die Fahrer die Stromabnehmer wieder automatisch an die Oberleitung anlegen.

Supercaps ermöglichen sogar Straßenbahnen einen autonomen Betrieb ohne Oberleitung. Auf den ersten Blick scheint das nur ein geringer Vorteil zu sein, da die Bahnen trotzdem auf Schienen angewiesen sind und Hindernisse nicht umfahren können. Und doch war diese Möglichkeit für die Kaufentscheidung der Rhein-Neckar-Verkehr (RNV) GmbH wichtig, die im Januar 2008 acht Fahrzeuge mit Superkondensator-Speichern der Firma Bombardier bestellte. Denn eine Neubaustrecke in Heidelberg soll an Instituten der Universität und am Deutschen

Krebsforschungszentrum entlangführen. Vertreter dieser Einrichtungen hatten bei der Trassenplanung Bedenken geäußert, dass von den Stadtbahnen ausgestrahlte Magnetfelder empfindliche Messgeräte beeinflussen könnten. Doch der Versuchsbetrieb zeigte, dass die Supercap-Straßenbahn im autonomen Betrieb ohne Oberleitung nur äußerst kleine Magnetfelder erzeugt.

Inzwischen haben auch die Mannheimer MW-Verkehrsgesellschaften der RNV grünes Licht gegeben, weitere elf Bahnen mit dem „MITRAC Energy Saver“ von Bombardier zu beschaffen. Auf einer Stadtbahn der MW Verkehr AG war schon im September 2003 ein Prototyp dieses Supercap-Energie-speichers installiert und wurde dann im täglichen Betrieb mehr als vier Jahre lang getestet. Ergebnis: Der Energieverbrauch des Fahrzeugs sank um insgesamt 20 Prozent.

Zu den Fortschritten bei der Leistungsfähigkeit von Superkondensatoren sagt Martin Schmitz von Vossloh-Kiepe: „In den letzten fünf Jahren konnten wir die Größe unserer Energiespeichermodule auf ein Viertel schrumpfen.“ Große Sprünge bei der Miniaturisierung erwartet er in Zukunft nicht, auch wenn er an Fortschritte bei der Supercap-Entwicklung glaubt. Meldungen, wonach die US-Firma EESstor schon bald Superkondensator ähnliche Energiespeicher auf den Markt bringen wird, die eine 70 Mal so hohe Energiedichte haben wie heutige Supercaps, kommentiert VDI-Experte Kaiser knapp: „Die Fachwelt bezweifelt das.“ Auch BMW-Ingenieur Strobl sieht „evolutionäre und keine revolutionären Fortschritte“ voraus. Ohne Zweifel würden ihn da die Motorsportkollegen aus dem eigenen Haus gern eines Besseren belehren.



Alle Texte und Bilder sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwendung, Veröffentlichung und Vervielfältigung bedarf der ausdrücklichen Genehmigung des Autors Dr. Frank Frick.

www.frankfrick.de