

SUPER- UND ULTRACAPS

SIND KONDENSATOREN DIE SPEICHER DER ZUKUNFT?

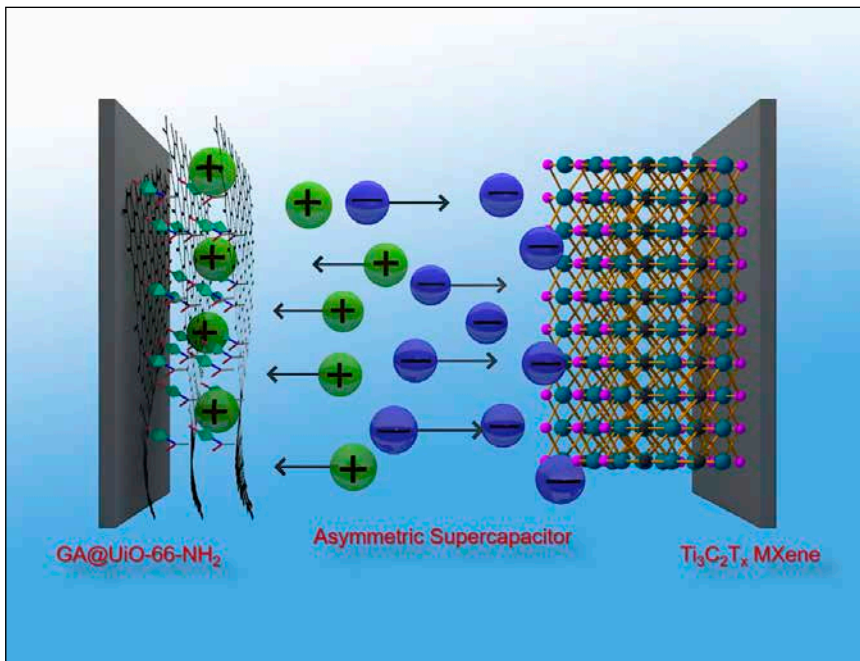


Bild 1: Graphen-Hybride (links) aus metallorganischen Netzwerken (metal organic frameworks, MOF) und Graphensäure ergeben eine hervorragende positive Elektrode für Supercapacitoren, die damit eine ähnliche Energiedichte wie Nickel-Metallhydrid-Akkus

den. Nicht zu vergessen: Die Zyklenzahl ist ebenfalls deutlich größer als die von Akkus. „Supercaps“ sind deshalb heute bereits beispielsweise in ÖPNV-Hybridbussen oder Straßenbahnen im Einsatz: Sie speichern die Bremsenergie und geben sie beim Beschleunigen wieder ab.

Erste Einsatzgebiete und Forschung

„Überall, wo relativ schnell Energie ein- und gespeichert werden muss“, sieht Professor Roland Fischer von der Technischen Universität München (TUM) optimale Einsatzorte für Supercaps. Doch gegen deren echte Massenanzug spricht bislang die im Vergleich zu Akkus sehr dürftige Energiedichte: Es ist viel mehr Gewicht für die Speicherung einer bestimmten Energiemenge notwendig. Genau diese Schwachstelle geht Prof. Fischer mit seinen Forschungen an.

In einem, wenn auch noch recht kleinen Maßstab ist ihm und seinem TUM-Forscherteam bereits eine eindruckliche Verbesserung gelungen: 73 Wattstunden pro Kilogramm (Wh/kg) Supercap entspricht in etwa dem, was heute Nickel-Metallhydrid-Akkus aufweisen. Geschafft habe man das durch die Kombination eines mikroporösen, metallorganischen Gerüsts, Hybrid-MOF genannt, mit leitfähigem Graphen. Damit wurde eine völlig neuartige positive Elektrode hergestellt mit einer inneren Oberfläche von 900 Quadratmetern (m²) pro Gramm Materialgewicht. Als Gegenpol kam in diesem „asymmetrischen Supercap“ eine bereits verfügbare Negativ-Elektrode zum Einsatz.

Der Speicher wurde in sehr kurzer Zeit 10.000 Mal ge- und entladen. Danach wies er immer noch über 90 Prozent seiner Ursprungs-Kapazität auf. Heute übliche wiederaufladbare Batterien seien da viel empfindlicher, erklärt Prof. Fischer: „Dort ist die Stoffumwandlung das Problem, die chemische Reaktion beim Laden und Entladen. Bei Kondensatoren wird nur Ladung ausgetauscht. Lediglich die Nanostrukturen rütteln sich über die Zeit etwas zusammen“, erklärt er den geringeren Kapazitätsverlust.

Im Kleinen, bei der Forschung – Roland Fischer spricht von einem 1 cm²-Supercap – ist die Entwicklung der hochporösen Nanostruktur-Materialien also gelungen.

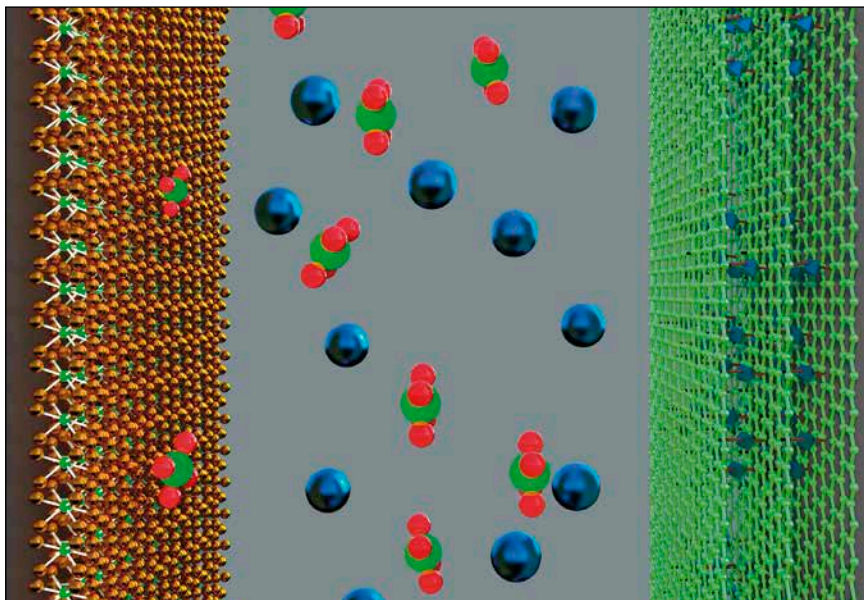
Bei Stromspeichern denkt fast jeder zuerst an Akkus. Aktuell sind die Lithium-Ionen-Batterien das Nonplus-ultra und in aller Munde beziehungsweise Mobiltelefonen. Doch könnten so genannte Supercaps, Kondensatoren mit großer Kapazität, bald eine breit nutzbare Alternative darstellen? Ein Blick nicht nur in die hiesige Forschungslandschaft.

„Das ungelöste Problem der elektrischen Energietechnik ist der Speicher.“ Der Satz aus dem Jahre 1981 stammt vom Nürnberger Hochspannungsprofessor Horst Küch. Seit er mit diesem Satz die Energietechnik-Studierenden der Nürnberger Ohm-Hochschule zum Nachdenken brachte, sind genau 40 Jahre ins Land gegangen. Getan hat sich gerade in Deutschland lange Zeit wenig – bis immer mehr Solar- und Windkraftwerke ans Netz gingen und selbst dem letzten Energielieferanten bewusst wurde: Ohne Speicherung dieser volatilen Stromform werden wir die Energiewende nicht wuppen. Zuletzt gab es zudem die Atom- und Kohleausstiegsentscheidungen, welche das Problem des Erzeugungs-Verbrauchs-Ausgleichs noch einmal mehr ins Bewusstsein drängten.

Blei, Ni-Cd, Li-Ion, ...

Dennoch: Bei den elektrochemischen Akkus hat es seither große Technologiesprünge gegeben, zunächst mehr für den kleinen Energiehunger. Zwischenzeitlich waren hier Nickel-Cadmium-Zellen in. Und dann kam der rasante Aufschwung der Elektromobilität: Dort waren von den Anfangszeiten Ende des 19. Jahrhunderts bis etwa 2010 schwere Bleibatterien das Normal. Heute sind hier Lithium-Ionen-Akkus der wesentlich leichtere und effektivere Standard.

Doch bei der Elektro-Speicherung gibt es – parallel zu den Akkus – eine immense Technologieentwicklung, die oft vergessen wird. Kondensatoren sind in (fast) jedem elektronischen Gerät vorhanden: sie speichern kleine Strommengen und / oder halten die Spannung aufrecht. Aber recht neu sind Kondensatoren mit den Zusätzen „Super“ oder „Ultra“. Auch die können zwar aktuell noch nicht so große Energiemengen aufnehmen und abgeben wie Akkus. Aber wie alle Kondensatoren bieten sie ganz andere, entscheidende Vorteile: Ihre Ladung und Entladung kann sehr schnell vor sich gehen, und das auch noch mit sehr hohen Wirkungsgra-



Bildquelle: Prof. Dr. Jayaramulu Kalleboovina / IIT

Bild 2: Graphen-Hybride (rechts) aus metallorganischen Netzwerken (metal organic frameworks, MOF) und Graphensäure ergeben eine hervorragende positive Elektrode für Superkondensatoren, die damit eine ähnliche Energiedichte erreichen, wie Nickel-Metallhydrid-Akkus.

Doch bis genug von diesem Material verfügbar sei, selbst für einen Prototyp, erwartet er noch Jahre. Ganz zu schweigen von den für eine Serienproduktion nötigen Mengen: Die Zulieferung dafür sei noch lange nicht verfügbar, so der Münchner TU-Professor.

Kurzzeitspeicher für die Photovoltaik

Etwa 250 Kilometer weiter nördlich, am Zentrum für Angewandte Energieforschung Bayern (ZAE) Würzburg, wird dagegen bereits an einem „Ultraschnellen Kurzzeitspeicher für effizientere Photo-

voltaik“ entwickelt: „PV-Module werden mit angepassten Ultrakondensatoren und einer ausgeklügelten Regelelektronik kombiniert“, heißt es aus dem Projektteam. Das setzt sich zusammen aus ZAE, dem Leistungselektronik-Institut der Technischen Ohm-Hochschule TH Nürnberg sowie einiger Industriepartner.

Dass dieses Projekt vom Bundeswirtschaftsministerium gefördert wird, zeigt dessen Anwendungsnahe: ganz konkret soll in drei Jahren „eine Wandler-Speicher-Einheit aus PV-Modulen Kurzzeitspeichern und Elektronik die Leistungsschwankungen der PV-Anlage im Bereich von Sekunden bis Minuten deutlich glätten und so Erneuerbare Energien in netzdienlicher Qualität bereitstellen“, formuliert ZAE-Physiker Stephan Braxmeier das Ziel. Wie groß genau am Ende die Testanlage sein wird, „hängt vom Kostenfaktor ab. Keine Gigawattanlage, aber schon im Kilowattbereich“ soll sie liegen, sagt Braxmeier. Ohnehin arbeite man an einem modularen Ansatz, also der möglichen Systemerweiterung durch konfigurierte Einheiten. Doch zunächst gelte es, die Integration der Wandler-Speicher-Einheit zu schaffen; „das ist das ungeklärte Thema“, stellt der Physiker die Aufgabenstellung klar.

Denn bei den Superkondensatoren kann das Würzburg-Nürnberger Forscherteam auf ausgereifte, marktgängige Produkte zurückgreifen: der eigentlich aus Estland stammende und nun nahe Dresden angesiedelte Hersteller Skeleton Technologies ist Teil des Konsortiums. Die Firma nennt ihre Speicherprodukte im Übrigen nicht Super- sondern Ultra-

kondensatoren – doch das sei nur ein anderer Name. „Ultra bedeutet gegenüber normalen Kondensatoren, dass sie höhere Kapazitäten aufweisen“, klärt Sebastian Pohlmann auf, der Vizepräsident für Innovation des Unternehmens.

Skeleton baut Standard-Ultracaps, „eine Zelle hat die Größe einer Coladose, Kapazität 3.200 Farad (F), das entspricht 3,6 Wattstunden (Wh) Energieinhalt. Mit der nächsten Graphen-Generation werden wir 5.000 F in der gleichen Zelle erreichen“, nennt Pohlmann Zahlen. Bewährte Kondensator-Zellen mit Photovoltaik zu verbinden, das wurde bislang noch nicht wirklich erforscht, meint er. „Deshalb stellen wir die Ultracaps zur Verfügung, um zu schauen, was ist in Zukunft möglich. Die PV effizienter machen und die Leistung stabilisieren“ sollen die schnellen Speicher im Bereich von mehreren Sekunden bis zu einer Minute. Das ist der Zeitraum, wenn sich zum Beispiel eine schwarze Wolke vor die Sonne schiebt, aber auch gleich wieder verschwindet. „Welche Größenkombination aus PV und Ultracap ist die beste?“ Und vielleicht mache es ja auch Sinn, sogar Kondensator und Batterie zusammen zu betreiben? Damit gäbe es die Chance, sowohl kurzzeitige als auch etwas längere Stromspitzen-Bedarfe auszugleichen.

Von den Hybrid-MOF-Forschungen an der TUM hat Sebastian Pohlmann im Übrigen auch gelesen: „Das ist eine von vielen Veröffentlichungen. Wir kommen bereits auf über 1.500 m²/g an der Elektrode“, und das bei ähnlichem Materialmix.

Fazit

Hört sich so an, als ob es an vielen Orten der Welt solche Ultra- oder Supercap-Entwicklungen geben dürfte, nicht nur in München. Vielleicht helfen diese ja, möglichst bald das Speicherproblem der Energieversorgung erfolgreich zu lösen? Denn durch immer mehr fluktuierenden Wind- und Sonnenstrom im Netz wird das immer dringlicher. Vor 40 Jahren war eine solche Regenerativ-Energieversorgung noch völlig utopisch.

ZUM AUTOR:

▶ **Heinz Wraneschitz**
Energieingenieur und Fachjournalist für Energie- und Umweltthemen
heinz@bildtext.de



Quelle: Skeleton Technologies, www.skeletontech.com

Bild 3: Sieht aus wie viele kleine Coladosen, das SkelStart Engine Start Modul