

■ Flockiger geladen

Die Ladekapazität von Lithium-Ionen-Akkus steigt dank modifizierter Anoden.

Lithium-Ionen-Akkus werden noch für eine Weile die bevorzugte mobile Energiequelle bleiben, denn ihr Potenzial ist noch nicht ausgereizt. Das zeigen Wissenschaftler des Paul-Scherrer-Instituts in Villigen und der ETH Zürich. Ihnen ist es gelungen, die spezifische Ladekapazität einer Halbzelle unter Laborbedingungen um das maximal Dreifache zu steigern.¹⁾

Die Forscher haben dazu die Mikrostruktur der Anode verändert. Sie besteht meist aus Graphit, das



Forscher am Paul-Scherrer-Institut konnten die Ladekapazität einer Halbzelle steigern.

ursprünglich in Flocken vorliegt und dann in die gewünschte Anodenform gebracht wird. Die Flocken sind in der Anode zufällig orientiert. Beim Laden des Akkus wandern die Lithium-Ionen von der Kathode durch den Elektrolyt zur Anode und müssen sich dort ihren Weg durch die Graphitflocken suchen. Dadurch dauert dieser Diffusionsprozess relativ lange und begrenzt die Ladekapazität und Leistungsdichte des Akkus.

Die Forscher haben nun ein Verfahren entwickelt, mit dem sich die Graphitflocken bereits bei der Herstellung der Anode parallel zueinander und zur Hauptwanderungsrichtung der Lithium-Ionen innerhalb der Anode ausrichten. Dazu versehen sie die Flocken in einer Ethanol-Suspension mit Nanopartikeln aus Eisenoxid. Die Suspension gießen sie in die gewünschte Form und sorgen mit einem Magnetfeld von 100 Millitesla dafür, dass sich die Flocken wie gewollt ausrichten.

Das Magnetfeld wirkt so lange, bis die Suspension getrocknet ist.

Das Verfahren ist skalierbar. Die hohen Zuwächse der Ladekapazität, die unter Laborbedingungen vorliegen, werden sich wohl nicht auf Produktebene erreichen lassen. Die Wissenschaftler sind jedoch optimistisch, eine Steigerung von 30 bis 50 Prozent erreichen zu können. Ein Unternehmen arbeitet bereits an der Kommerzialisierung.

■ Alternative Windmessung

Ein neues LIDAR-System soll die Planung von Windparks wirtschaftlicher machen.

Wer einen Windpark errichten will, möchte möglichst genau die Windverhältnisse am vorgesehenen Standort kennen. Dazu ist es erforderlich, den Wind bis in Höhen von 100 bis 200 Metern zu erfassen. Derzeit erfolgt solch eine Potenzialanalyse mit Anemometern, die an Masten befestigt sind. Mit zunehmender Höhe der Windkraftanlagen werden die Messmasten kostspieliger, sodass inzwischen flankierend die Nutzung von bodengestütztem LIDAR (Light detection and ranging) zugelassen ist.

Ein solches System schickt einen Laserstrahl senkrecht nach oben in die Atmosphäre und detektiert das gestreute Signal. Der Laserstrahl wird dabei so geschwenkt, dass er einen Kegel beschreibt. Die Messung erfolgt in einer vorgegebenen Höhe an Messorten entlang der Mantelfläche des Kegels. Die Ortsauflösung in Beobachtungsrichtung beträgt prinzipbedingt ± 10 Meter. Deshalb setzt das Verfahren räum-

lich und zeitlich homogene Windverhältnisse voraus. Gibt es aber Berge oder Wälder am Standort, ist das nicht gewährleistet.

Wissenschaftler der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) haben daher ein LIDAR-System entwickelt, das auch bei heterogener Oberflächentopographie genaue Messwerte liefert. Sie trennen Laser und optische Empfänger räumlich und verwenden drei Empfänger, die in einem gleichseitigen Dreieck um den Sender angeordnet sind. Dank Korrelation der detektierten Signale sowie Laufzeitmessungen steigt dabei die Ortsauflösung auf $\pm 0,25$ Meter. Laut Feldtests weichen die Messungen mit diesem System und mit Anemometern nur um 0,5 Prozent voneinander ab – bei klassischen LIDAR-Systemen können die Abweichungen dagegen 10 Prozent betragen.

Die PTB-Forscher wollen mit ihrem System ein Bezugsnormale zur Kalibrierung anderer Windfernmessgeräte entwickeln und somit eine wirtschaftliche Alternative zu Messmasten mit kalibrierten Anemometern bieten.

■ Leiser dank Gegenschall

Aktoren aus elektroaktiven Polymeren ermöglichen aktive Schallschutzfenster.

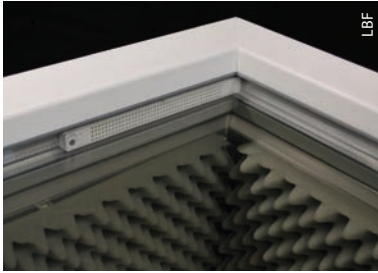
Schon länger existiert die Idee eines weiterentwickelten Lärmschutzfensters, das nicht nur passiv die Schallwellen dämpft, sondern aktiv Gegenschall erzeugt, der mit dem Störschall destruktiv interferiert. Ein typisches doppelverglastes Fenster besitzt nämlich aufgrund seiner Dimensionen störende Resonanzfrequenzen. Gerade diese tiefen Resonanzfrequenzen lassen sich durch Gegenschall unterdrücken. Bislang haben meistens konventionelle Spulenlautsprecher im Fensterzwischenraum oder Piezoaktoren auf den Scheiben den erforderlichen Gegenschall erzeugt. Spulenlautsprecher bringen jedoch bauliche Beschränkungen mit sich. Und die nicht transparenten Piezolausprecher sind mitten auf den



Das LIDAR-System der PTB findet Platz auf einem vier Meter langen Anhänger.

1) J. Billaud et al., Nature Energy, doi:10.1038/nenergy.2016.97 (4. Juli 2016)

2) L. M. Loong et al., Adv. Mat. 28, 4983 (2016)



Aktoren aus elektroaktiven Polymeren lassen sich direkt in den Rahmen eines Fensters integrieren.

Fenstern platziert, weil sie aufgrund ihres geringen Hubs die Schallwellen mit den tiefen Frequenzen nur über die Eigenschwingungen der Scheibe anregen können.

Forscher des Fraunhofer-Instituts für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF in Darmstadt nutzen daher elektroaktive Polymere (EAPs) zur Schallerzeugung. Diese haben den Vorteil, dass ihre Hübe um eine Größenordnung über denen der Piezoaktoren liegen. Sie verformen sich, wenn eine äußere Spannung an ihnen anliegt, und gelten in der Robotik als Kandidaten für künstliche Muskeln. Die Fraunhofer-EAPs bestehen aus einer Struktur, bei der sich viele Metall- und Polymerschichten abwechseln. Sie lassen sich in beliebiger Geometrie herstellen und bieten daher große konstruktive Freiheiten. Beispielsweise könnte man sie direkt in die Distanzhalter der Doppelverglasung eines Fensters integrieren. Die Forscher können bei ihrem Demonstrator den mittleren Summenpegel des Schalldrucks im Innern des Fensters zwischen 100 und 500 Hz um rund 17 dB reduzieren. Nun suchen sie einen Industriepartner für die Weiterentwicklung.

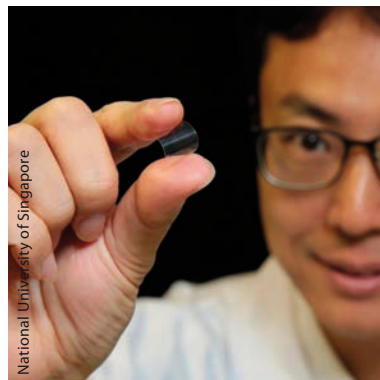
■ Aufrollbarer Magnetspeicher

MgO-basierte magnetische Tunnelwiderstände funktionieren auch auf flexiblen Substraten.

MRAMs gelten als mögliche Nachfolger heutiger DRAM-Speicher. Anders als DRAMs speichern sie die Bits nicht elektrisch, sondern magnetisch. Eine solche magnetische Speicherzelle kann bei-

spielsweise auf dem magnetischen Tunnelwiderstand beruhen, bei dem zwei ferromagnetische Schichten durch einen nanometerdünnen Isolator getrennt sind. Zwischen den beiden Schichten können Elektronen tunneln, die Wahrscheinlichkeit dafür ist bei einer gleich ausgerichteten Magnetisierung größer als bei einer entgegengesetzt gerichteten – so lassen sich binär Nullen und Einsen darstellen. Das Speichern erfolgt hierbei nichtflüchtig. DRAMs dagegen benötigen elektrische Energie, um die gespeicherte Information dauerhaft zu halten.

Forscher haben bereits aluminiumoxidbasierte magnetische Tunnelwiderstände auf starren und flexiblen Substraten vorgestellt, magnetische Tunnelwiderstände auf Basis von Magnesiumoxid (MgO) dagegen nur auf starren. Dabei zeigen MgO-basierte Ansätze den sehr viel größeren magneto-resistiven Effekt. Wissenschaftlern unter der Federführung der National University of Singapore ist es nun gelungen, solche flexiblen MgO-basierten magnetischen Tunnel-



Auf der Folie befinden sich die magnetischen Tunnelwiderstände.

widerstände im Labor herzustellen.²⁾ Sie lassen die Tunnelwiderstände auf einem Siliziumsubstrat wachsen, ätzen das Substrat weg und übertragen die Struktur auf eine PET-Folie. Durch den Transfer auf die Folie nimmt der magneto-resistive Tunneleffekt sogar noch zu. Die Forscher führen das auf die geschickte Kontrolle der Verspannung der Gitterstruktur zurück.

Michael Vogel