

## ■ Die Batterie-Versteher

**Akkus auf Basis der Lithium-Ionen-Technologie lassen sich „eigensicher“ machen.**

Lithium-Ionen-Akkus sind bei Anwendungen wie Hörgeräten, Smartphones, E-Bikes, Elektroautos und stationären Speichern die Energiespeicher der Wahl. Ein Problem der gängigen Lithium-Ionen-Technologie mit einer Anode

im Energienetz. Das Problem bei der verwendeten Technologie ist eine sehr flache Spannungskennlinie, wenn die Zellen zwischen zehn und 90 Prozent geladen sind. Daher mussten die Projektpartner ein Verfahren entwickeln, mit dem sich aus den Randbereichen der Spannungskennlinie – also bei sehr hohen bzw. niedrigen Ladungszuständen – zuverlässig auf den Ladezustand dazwischen schließen lässt.

## ■ Detektor mit hoher Dynamik

**Ein Sensor vereint zeit- und orts-aufgelöste Messung in der optischen Emissionsspektrometrie.**

Optische Emissionsspektrometer ermöglichen es in der Stahlindustrie, die Zusammensetzung von Stählen zu kontrollieren. Sie eignen sich zudem für sämtliche Metalle und Legierungen. Hochwertige Emissionsspektrometer erreichen Empfindlichkeiten von ppm oder gar ppb sowie Auflösungen im Subnanometerbereich. Solche Geräte sind allerdings etwa so groß wie eine Waschmaschine. Forscher des Fraunhofer-Instituts für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme IMS in Duisburg haben nun den Demonstrator eines Sensors entwickelt, mit dem sich Emissionsspektrometer auf die Größe eines Mikrowellenofens reduzieren lassen.

Heutige Emissionsspektrometer verwenden meist elektrische Funken, um Teilchen aus dem zu untersuchenden Material herauszuschlagen. Dabei entsteht ein Plasma, dessen emittiertes Licht auf zwei Strahlengänge aufgeteilt, spektral zerlegt und separat analysiert wird. In einen Strahlengang erfasst ein

Zeilensensor das komplette Spektrum, aus dem sich ableitet, welche Teilchen in welcher Konzentration im Plasma vorhanden sind. Allerdings misst das Gerät dabei die gewünschten Atome des Probenmaterials ebenso wie Ionen, die aus dem Material oder der Luft stammen können. Bei manchen Wellenlängen überlagern sich die Linien der Ionen und Atome und lassen sich nicht sauber trennen. Daher erfasst das Spektrometer im zweiten Strahlengang die Emissionen in einem engen Zeitfenster. Die rasch abklingende Strahlung der Atome wird dabei vollständig aufgezeichnet, die langlebigere Strahlung der Ionen aber größtenteils unterdrückt.

Der IMS-Sensor misst gleichzeitig orts- und zeitaufgelöst, sodass nur ein Strahlengang nötig ist. Die Pixel besitzen ein laterales Driftfeld, um sie innerhalb von Mikrosekunden auslesen zu können. Um das Ausleserauschen zu minimieren, wird das Signal jedoch zunächst im Pixel akkumuliert. Der CMOS-Sensor ist dazu so ausgelegt, dass er nur relevante Zeitausschnitte akkumuliert und Pixel, die eine starke Emissionslinie erfassen, frühzeitig abgeschaltet werden. So lässt sich die Dynamik des Sensors im Vergleich zur heutigen Technologie um den Faktor 100 steigern.

## ■ Aus dem Hobbykeller

**Elektrolumineszente Displays lassen sich mit einfachen Mitteln ohne große Vorkenntnisse herstellen.**

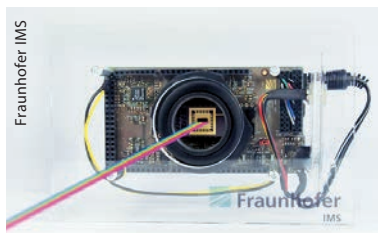
Wearable und mobile Computing sind Trends in der Computertechnologie. Parallel gibt es durch die Möglichkeiten des 3D-Drucks eine Renaissance des Selbermachens komplexer Gegenstände. Dies scheint Wissenschaftler der Universität des Saarlandes und des MPI für Informatik in Saarbrücken beflügelt zu haben. Sie haben Verfahren entwickelt, mit denen sich Materialien mit Displays versehen lassen – mit sehr einfachen, handelsüblichen Mitteln, die jeder Interessierte ohne große Vorkenntnisse und für wenig Geld nutzen kann.<sup>1)</sup>



Aus vielen dieser Zellen bauten die Projektbeteiligten das Speichersystem auf, das nicht Feuer fangen oder explodieren kann.

aus Graphit und einer Kathode aus einem Lithium-Metalloxid ist die chemische Reaktivität der Materialien, die dazu führen kann, dass Akkus beim Laden Feuer fangen oder gar explodieren können. Dies ist bei dem „eigensicheren“ Akku nicht der Fall, den vier Partner im Rahmen eines Forschungsprojekts entwickelt haben. Beteiligt waren Clariant (Zellmaterialien), Leclanché (Zellherstellung), das Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung ZSW (Elektrolyt) und Siemens (Gesamtsystem).

Für die Anode verwendeten die Forscher Lithiumtitanat, für die Kathode Lithium-Eisenphosphat – beides chemisch stabile Materialien. Der Preis dafür ist eine um den Faktor zwei bis drei geringere Energiedichte als bei der gängigen Zellchemie. Da die mittlere Spannung nur bei 1,8 V liegt, werden Elektrolyt und Elektroden wenig elektrochemisch beansprucht, sodass die Lebensdauer 10 bis 15 Jahre betragen kann. Die Zahl der Ladezyklen erreicht 20 000. Das sind ideale Bedingungen für einen stationären Energiespeicher in Häusern und Unternehmen oder als Puffer



Durch einen neuen Sensor entfällt einer von zwei Strahlengängen in optischen Emissionsspektrometern.

1) vgl. <http://bit.ly/1xjYstU>

2) <http://bit.ly/1ld80CG>

Die technologische Basis der Displays bildet die Elektrolumineszenz dünner Schichten. Solche Displays lassen sich im Gegensatz zu thermochromen oder elektrochromen Displays rasch schalten. Zudem gibt es keine Probleme mit der Oxidation durch Luftsauerstoff. Elektrolumineszenz-Displays erfordern nur vier Schichten und beruhen auf Tinten, die unter Strom Licht emittieren. Dafür brauchen sie Wechselspannungen von 100 Volt und Stromstärken im Bereich von Milliampere.

Die Displays lassen sich mit einem handelsüblichen Tintenstrahldrucker und kommerziell erhältlicher elektrolumineszenter Tinte herstellen bzw. per Siebdruck von Hand. Unter den Labormustern sind klassische und berührungsempfindliche Displays. Die Forscher haben im Rechner eine Bibliothek aus Grundformen angelegt, die man mit einem Office-Programm zu Figuren oder Display-Flächen zusammensetzen kann. Gedruckt wurden die Displays auf Holz, Papier, PET-Folie, Stein und Leder. Rund 20 Euro kostet es, eine Fläche im A4-Format zu bedrucken.

Die Leuchtdichte der Displays hängt vom Trägermaterial, der Spannung und dem AC/DC-Wandler ab, über den die Ansteuerung erfolgt. Sie liegt bei den Mustern zwischen 120 und 280 cd/m<sup>2</sup>. Biege- und Falltests zeigten, dass die Displays mehrere tausend Verformungen überstehen, ohne dass ihre Leuchtdichte darunter leidet.



Das Display leuchtet auf, wenn eine Nachricht auf dem Smartphone – oder auf einer Smartwatch – eingegangen ist.

## ■ Zoomen ohne Platzbedarf

### Linsen mit rampenförmigen Oberflächen ergeben kompakte optische Systeme.

Miniaturisierte Optiken finden sich in sehr vielen Geräten wie Endoskopen, Systemen für die maschinelle Bildverarbeitung, Überwachungskameras, Smartphones und Miniprojektoren. In sämtlichen Anwendungen dürfen die Optiken nur wenig Raum beanspruchen; in der Zukunft am besten noch weniger als heute – bei steigender Leistungsfähigkeit. Wissenschaftler des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) haben einen neuen Ansatz für eine platzsparende fokussierende Optik entwickelt: eine zweilinsige Optik, bei der die Oberflächen der Linsen nicht rotations-symmetrisch zur optischen Achse sind. Vielmehr weisen die Krümmungen der Linsenoberflächen einen wendel- oder rampenförmigen Verlauf auf. So lässt sich durch Drehen der Linsen die Brechkraft variieren. Das Verfahren ist zum Patent angemeldet.<sup>2)</sup>

Die Entwicklung ist ein Nebenprodukt der Forschung an einem ophthalmologischen Implantat. Eine wendelförmige Linsenkombination – zwei plankonvexe Linsen mit Luftspalt – haben die Forscher simuliert. Das optische System war dazu auf eine Apertur von fünf Millimeter ausgelegt und erreichte bei einer Verdrehung der beiden Linsen um 45° gegeneinander eine Änderung der Brechkraft von drei Dioptrien. Um Streulicht und Abbildungsfehler gering zu halten, mussten die Wissenschaftler einen Kreissektor mit 45° Mittelpunktswinkel ausblenden, was 12,5 Prozent Lichtverlust entspricht. Die Blende verdeckt dabei den Übergang zwischen Anfang und Ende der Rampen. Das berechnete System erreicht bei Dioptrien-Werten zwischen null und drei ein Strehl-Verhältnis – der Quotient aus beobachteter und theoretischer Intensität einer Punktlichtquelle – von 0,99.

Michael Vogel