

Abs	Neue Energie (4 / 2014)	Solar Promotion (7.5.2014)	Abs
	<p align="center">Strom aus Sand und Luft (Sascha Rentzing, Auszug)</p>	<p align="center">Metall-Luft-Batterien: Highttech-Lösung für die Solarwende oder nur eine kühne Vision? (Sascha Rentzing)</p>	
0	<p>Lithium-Ionen-Akkus haben sich als Energiespeicher etabliert, doch Wissenschaftler gehen neue Wege: Batterien mit Kathoden aus Sauerstoff können ein Vielfaches der Energiemenge heutiger Systeme speichern. Bis zur Marktreife ist es aber noch weit.</p>	<p>Mit der Leistung und den Kosten gängiger Akkuspeicher sind Forscher und Ingenieure noch nicht zufrieden. Batterien mit Sauerstoff-Kathoden sollen wesentlich effizienter und wirtschaftlicher arbeiten. Bis sie in E-Mobilen und zur Energiespeicherung eingesetzt werden können, ist aber noch viel Entwicklungsarbeit vonnöten.</p>	0
1	<p>Zu wenige Ladesäulen, zu teure Batteriespeicher – das sind die beiden wesentlichen Gründe dafür, dass die Elektromobilität bisher kaum vom Fleck kommt. Zumindest die Kostensituation dürfte sich bald entspannen: Nach aktuellen Zahlen des Bundesverbands eMobilität (BEM) ist der Preis für Lithium-Ionen-Akkus in den vergangenen drei Jahren von 800 Euro pro Kilowatt auf 200 Euro zurückgegangen. Weitere Preissenkungen sind absehbar. So plant der amerikanische Elektroautobauer Tesla in den USA eine riesige Batteriefabrik für vier bis fünf Milliarden Dollar. In dem Werk sollen ab 2017 Lithium-Ionen-Akkus um ein Drittel günstiger gefertigt werden als heute.</p>	<p>Zu wenige Ladesäulen, zu teure Batteriespeicher – das sind die beiden wesentlichen Gründe dafür, dass die Elektromobilität bisher kaum vom Fleck kommt. Zumindest die Kostensituation dürfte sich bald entspannen: Nach aktuellen Zahlen des Bundesverbands eMobilität (BEM) ist der Preis für Lithium-Ionen-Akkus in den vergangenen drei Jahren von 800 Euro pro Kilowatt um das Vierfache auf 200 Euro zurückgegangen. Und weitere Preissenkungen sind absehbar. So plant der amerikanische Elektroautobauer Tesla in den USA eine riesige Batteriefabrik für vier bis fünf Milliarden Dollar. In dem Werk sollen ab 2017 Lithium-Ionen-Akkus um ein Drittel günstiger gefertigt werden als heutige Systeme.</p>	1
2	<p>Von den Fortschritten in der Elektromobilität profitiert auch die Erneuerbaren-Branche. Woher kommt der Strom, wenn sich Wind und Sonne rar machen? Kostengünstige Lithium-Ionen-Batterien, die überschüssige Ökoenergie zwischenspeichern, bieten eine Lösung. Sie eignen sich vor allem für den Einsatz in Haushalten und Gewerbebetrieben, die sich komplett mit Sonnenstrom vom eigenen Dach versorgen wollen.</p>	<p>Von den Fortschritten in der Elektromobilität profitiert auch die Erneuerbaren-Branche. Woher kommt der Strom, wenn sich Wind und Sonne rar machen? Kostengünstige Lithium-Ionen-Batterien, die überschüssige Ökoenergie bis zum Bedarfsfall zwischenspeichern, bieten eine Lösung. Sie eignen sich vor allem für den Einsatz in Haushalten und Gewerbebetrieben, die sich komplett mit Sonnenstrom vom eigenen Dach versorgen wollen.</p>	2
3	<p>Trotz der schnellen Fortschritte gelten Lithium-Ionen-Akkus jedoch nur als Einstiegslösung. Kaum steht ihre breite Markteinführung bevor, suchen Wissenschaftler bereits nach noch leistungstärkeren Batterien. Eine Technik steht im Fokus – so genannte Lithium-Luft-Batterien. Sie können eine Energiedichte von 1.000 Wattstunden je Kilogramm erreichen, also fünfmal mehr Energie speichern als heutige Lithiumbatterien.</p>	<p>Trotz der schnellen Fortschritte gelten Lithium-Ionen-Akkus jedoch nur als Einstiegslösung. Kaum steht ihre breite Markteinführung bevor, suchen Wissenschaftler bereits nach neuen, noch leistungstärkeren Batterien. Auf eine Technik konzentrieren sie sich dabei besonders: so genannte Lithium-Luft-Batterien. Sie können eine Energiedichte von 1.000 Wattstunden pro Kilogramm erreichen, also fünfmal mehr Energie speichern als heutige Lithiumbatterien.</p>	3
4	<p>Statt aus Graphit oder Lithium-Titanat besteht ihre Anode – der Pluspol – aus Lithiummetall, als Kathode dient einfach Luft. „Sauerstoff wird je nach Bedarf in die Batterie gesogen, anstatt fester Bestandteil zu sein. Das macht sie leicht und kompakt“, erklärt Kai-Christian Möller, Leiter</p>	<p>Statt Graphit oder Lithium-Titanat besteht ihre Anode – der Pluspol – aus Lithiummetall, als Kathode dient einfach Sauerstoff. Er wird bei Bedarf in die Batterie gesogen, ist kein fester Bestandteil. Das macht die Batterie leicht und kompakt.</p>	

Abs	Neue Energie (4 / 2014)	Solar Promotion (7.5.2014)	Abs
	der Projektgruppe Elektrochemische Speicher am Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie (ICT).		
5	Vor allem die Autoindustrie hat ein Auge auf die Lithium-Luft-Batterien geworfen, denn mit ihnen könnten Elektrofahrzeuge auf wesentlich höhere Reichweiten kommen. Schon 2020 soll die Technik in Elektromobile einbaut werden. „Wir hoffen, dass es in den nächsten fünf bis zehn Jahren gelingt, Lithium-Luft-Batterien als leistungsfähigste Lösung auf den Markt zu bringen“, sagt BEM-Präsident Kurt Sigl. Aber auch als Puffer für das Stromnetz gilt die Technik als vielversprechende Option. Dank ihrer hohen Energiedichte könnte sie große Mengen Wind- und Solarstrom auf engstem Raum speichern. Damit ließen sich Batteriesysteme bei gleicher Leistung erheblich kleiner dimensionieren.	Vor allem die Autoindustrie hat ein Auge auf die Lithium-Luft-Batterien geworfen, denn mit ihr könnten Elektrofahrzeuge auf wesentlich höhere Reichweiten kommen. Schon 2020 soll die Technik in Elektromobile einbaut werden. „Wir hoffen, dass es in den nächsten fünf bis zehn Jahren gelingt, Lithium-Luft-Batterien als leistungsfähigste Lösung auf den Markt zu bringen“, sagt BEM-Präsident Kurt Sigl. Aber auch als Puffer für das Stromnetz gilt die Technik als vielversprechende Option. Dank ihrer hohen Energiedichte könnte sie große Mengen Wind- und Solarstrom auf engstem Raum speichern – damit ließen sich Batteriesysteme bei gleicher Leistung erheblich kleiner dimensionieren.	4
	Schwächen der Superbatterie		
6	Großes Manko der Metall-Luft-Batterien ist jedoch ihre geringe Lebensdauer. Beim Entladen verursachen elektrochemische Reaktionen an der Kathode und im elektrisch leitfähigen Elektrolyt irreversible Schäden – dadurch lässt sich die Batterie kaum wieder aufladen. Um das Problem zu lösen, untersuchen die Forscher am ICT die Reaktionsvorgänge an der Kathode. Die chemischen Abläufe sind äußerst komplex.	Nachteil der Metall-Luft-Batterien ist jedoch, dass sie nicht lange halten. Beim Entladen nimmt der elektrisch leitfähigen Elektrolyt Schaden, sodass sich die Batterie kaum wiederaufladen lässt. Um das Problem zu lösen, untersuchen die Forscher am Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie (ICT) die Reaktionsvorgänge an der Kathode. Die chemischen Abläufe hier sind äußerst komplex.	5
	„Wenn wir sie verstehen, sind wir der Kommerzialisierung ein großes Stück näher“, erklärt Möller.	„Wenn wir sie verstehen, sind wir der Kommerzialisierung ein großes Stück näher gekommen “, erklärt Kai-Christian Möller, Leiter der Projektgruppe Elektrochemische Speicher.	
	Beim Entladen geben die Lithium-Atome der Anode Elektronen ab und wandern dann als Lithium-Ionen durch einen Elektrolyten zur Kathode, wo sie mit Sauerstoff aus der Luft reagieren. Das Reaktionsprodukt – Lithiumperoxid – setzt sich dann an der Kathode ab. Um sich wieder aufzuladen, müsste die Zelle den während des Entladens aufgenommenen Sauerstoff wieder in die Atmosphäre abgeben, also bildlich gesprochen ‚atmen lernen‘. Damit sich dieser Prozess in Gang setzt, müssten die Wissenschaftler aber einen Weg finden, die beschädigte Kathode zu reaktivieren.	Beim Entladen geben die Lithium-Atome der Anode Elektronen ab und wandern dann als Lithium-Ionen durch einen Elektrolyten zur Kathode, wo sie mit Sauerstoff aus der Luft reagieren. Das Reaktionsprodukt – Lithiumperoxid – setzt sich dann an der Kathode ab. Um sich wieder aufzuladen, müsste die Zelle den während des Entladens aufgenommenen Sauerstoff wieder in die Atmosphäre abgeben. Doch damit sich dieser Prozess in Gang setzt, müssten die Wissenschaftler erst einen Weg finden, die beschädigte Kathode zu reaktivieren.	6
7	Im Verbundprojekt „Glanz“ (Durch Glas geschützte Anode und Zelle) widmen sich das Batterieforschungszentrum Meet der Universität Münster, Glasspezialist Schott sowie Rockwood Lithium, Varta Microbattery und Volkswagen einem anderen Problem. Eine Lithium-Luft-Batterie ist ein offenes System, das stetig von Luft durchströmt wird. Da seine Lithiummetall-Anode aber hochreaktiv ist, muss es vor äußeren	Im Verbundprojekt GLANZ (Durch Glas geschützte Anode und Zelle) widmen sich das Batterieforschungszentrum MEET der Universität Münster, Glasspezialist Schott sowie Rockwood Lithium, Varta Microbattery und Volkswagen einem anderen Problem. Eine Lithium-Luft-Batterie ist ein offenes System, das stetig von Luft durchströmt wird. Da ihre Lithiummetall-Anode aber hochreaktiv ist, muss sie vor äußeren	7

Abs	Neue Energie (4 / 2014)	Solar Promotion (7.5.2014)	Abs
	Einflüssen geschützt werden. Die in gängigen Batterien verwendeten mikroporösen Kunststoffmembranen können diesen Schutz nicht bieten. Die Projektteilnehmer entwickeln daher einen neuen Separator aus Glaskeramik, der keine unerwünschten Reaktionen zulässt. Bereits dieses Jahr soll das von der Bundesregierung mit 5,6 Millionen Euro geförderte Vorhaben erste Ergebnisse liefern.	Einflüssen geschützt werden. Die in gängigen Batterien verwendeten mikroporösen Kunststoffmembranen können diesen Schutz nicht bieten. Die Projektteilnehmer entwickeln daher einen neuen Separator aus Glaskeramik, der keine unerwünschten Reaktionen zulässt. Bereits dieses Jahr soll das von der Bundesregierung mit 5,6 Millionen Euro geförderte Vorhaben erste Ergebnisse liefern.	
8	An einer den Lithium-Luft-Batterien verwandten Technik arbeiten derweil Wissenschaftler des Forschungszentrums Jülich (FZJ). Sie nutzen als Anodenmaterial Silizium statt Lithiummetall. Es ermögliche die gleiche Energiedichte von 1.000 Wattstunden pro Kilogramm, stehe im Gegensatz zum seltenen Lithium aber in unerschöpflicher Menge zur Verfügung, sagt FZJ-Forscher Rüdiger Eichel. Derzeit werde im Institutsbereich Grundlagen der Elektrochemie nach Werkstoffen gesucht, mit denen die Silizium-Luft-Batterie so zuverlässig wie andere Stromspeicher werden könne.	An einer den Lithium-Luft-Batterien verwandten Technik arbeiten derweil Wissenschaftler des Forschungszentrums Jülich (FZJ). Sie nutzen als Anodenmaterial Silizium statt Lithiummetall. Es ermögliche die gleiche Energiedichte von 1.000 Wattstunden pro Kilogramm, stehe im Gegensatz zum seltenen Lithium aber in unerschöpflicher Menge zur Verfügung, sagt FZJ-Forscher Rüdiger Eichel. Derzeit werde im Institutsbereich Grundlagen der Elektrochemie nach Werkstoffen gesucht, mit denen die Silizium-Luft-Batterie so zuverlässig wie andere Stromspeicher werden könne.	8
9	Obwohl die Wissenschaftler gut vorankommen, warnen sie vor verfrühter Euphorie. Olaf Wollersheim, Leiter des Projekts Competence E am Karlsruher Institut für Technologie (KIT), rechnet nicht mit einer baldigen Kommerzialisierung der Technik. Im Rahmen von Competence E untersuchen die Experten verschiedene Batterietypen für die E-Mobilität und die Energiewirtschaft. „Wir sehen Metall-Luft-Batterien erst als Technik der übernächsten Generation. Es ist uns noch nicht möglich, sie nach dem ersten Entladen in den heilen Zustand zurückzusetzen“, erklärt Wollersheim.	Obwohl die Wissenschaftler gut vorankommen, warnen sie vor verfrühter Euphorie. Olaf Wollersheim, Leiter des Projekts Competence E am Karlsruher Institut für Technologie (KIT), rechnet nicht mit einer baldigen Kommerzialisierung der Technik. Im Rahmen von Competence E untersuchen die Experten verschiedene Batterietypen für die E-Mobilität und die Energiewirtschaft. „Wir sehen Metall-Luft-Batterien erst als Technik der übernächsten Generation. Es ist uns noch nicht möglich, sie nach dem ersten Entladen in den heilen Zustand zurückzusetzen“, erklärt Wollersheim.	9