

Nr	Solar Promotion (18.11.13)	VDI-Nachrichten (13.12.2013)	Solar Promotion (29.1.14)	Neue Energie (4 / 2014)	Elektropraktiker (6 / 2014)
	Luft-Batterien: Hightech-Lösung für die Solarwende oder nur eine kühne Vision? (Sascha Rentzing, gelöscht 2 / 2014)	<u>Zukunftsbatterien müssen erst mal atmen lernen</u> (Sascha Rentzing)	Stromspeicher: Natrium-Batterien bald eine kostengünstige Alternative? (Sascha Rentzing)	Strom aus Sand und Luft (Sascha Rentzing)	Forscher entwickeln Superbatterien der Zukunft (Sascha Rentzing)
1	Kaum haben sich Lithium-Ionen-Akkus als Energiespeicher etabliert, schwenkt das Augenmerk auf eine neue Technik. Batterien mit Kathoden aus Sauerstoff können ein Vielfaches der Energiemenge heutiger Systeme speichern und gelten daher als Ideallösung für E-Mobile und zur Speicherung von Ökostrom.	Kaum haben sich Lithium-Ionen-Akkus als Energiespeicher etabliert, schwenkt das Augenmerk auf eine neue Technik. Batterien mit Kathoden aus Sauerstoff können ein Vielfaches der Energiemenge heutiger Systeme speichern und gelten daher als Ideallösung sowohl für die Speicherung von Ökostrom als auch für die Elektromobilität.	Lithium-Ionen-Batterien sind leistungsstark und langlebig, aber für viele Anwendungsbereiche noch zu teuer, um auf breiter Front zur Zwischenspeicherung überschüssiger Solar- und Windenergie eingesetzt zu werden. Neuartige Natrium-Ionen-Batterien könnten Abhilfe schaffen.	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.	Lithium-Ionen-Akkus haben sich als Energiespeicher etabliert, gelten bei Wissenschaftlern aber nicht als das Nonplusultra. Batterien mit Kathoden aus Sauerstoff könnten ein Vielfaches der Energiemenge heutiger Systeme speichern.
2	Doch bis zur Marktreife der Superbatterien ist es noch ein weiter Weg.	Doch bis zur Marktreife der neuen Batterietechnologie ist es noch ein weiter Weg.	Die US-Firma Aquion Energy hat alte Sicherheitsprobleme mit der Technik überwunden und will die Natrium-Akkus nun kostengünstig in Masse herstellen.	Bis zur Marktreife ist es aber noch weit.	Doch bis zu ihrer Marktreife ist es noch ein weiter Weg.
3					Fortschritte der E-Mobilität gut für EE-Branche
4				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	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

Nr	Solar Promotion (18.11.13)	VDI-Nachrichten (13.12.2013)	Solar Promotion (29.1.14)	Neue Energie (4 / 2014)	Elektropraktiker (6 / 2014)
				Milliarden Dollar. In dem Werk sollen ab 2017 Lithium-Ionen-Akkus um ein Drittel günstiger gefertigt werden als heute.	Milliarden Dollar. In dem Werk sollen ab 2017 Lithium-Ionen-Akkus um ein Drittel günstiger gefertigt werden als heutige Systeme.
5				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.	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.
6	Die Suche nach leistungsstärkeren elektrischen Batterien läuft weltweit auf Hochtouren.	Die Suche nach leistungsstärkeren elektrischen Batterien läuft weltweit auf Hochtouren.		Trotz der schnellen Fortschritte gelten Lithium-Ionen-Akkus jedoch nur als Einstiegslösung. Kaum steht ihre breite Markteinführung bevor, suchen Wissenschaftler bereits nach noch leistungsstärkeren Batterien.	Trotz der schnellen Fortschritte gelten Lithium-Ionen-Akkus jedoch nur als Einstiegslösung. Kaum steht ihre breite Markteinführung bevor, suchen Wissenschaftler bereits nach neuen, noch leistungsstärkeren Batterien.
7	Besonderes Interesse gilt so genannten Lithium-Luft-Batterien, die eine Energiedichte von 1.000 Wattstunden pro Kilogramm erreichen können – mehr als das Fünffache heutiger Lithiumbatterien.	Besonderes Interesse gilt dabei Lithium-Luft-Batterien. Diese erreichen eine Energiedichte von über 1000 Wh/kg – mehr als das Fünffache heutiger Lithium-Ionen-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.	Auf eine Technik konzentrieren sie sich dabei besonders: so genannte Lithium-Luft-Batterien. Sie können eine Energiedichte von 1 000 Wh/kg erreichen, also fünfmal mehr Energie speichern als heutige Lithiumbatterien.
8	Statt Graphit oder Lithium-Titanat besteht ihre Anode 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 der Projektgruppe Elektrochemische Speicher am Fraunhofer-	Statt Graphit oder Lithiumtitanat kommt bei dieser neuen Technologie für die Anode Lithiummetall zum Einsatz, als Kathode dient Luft. "Sauerstoff aus der Luft diffundiert in die Batterie, anstatt dass ein Kathodenmaterial fester Bestandteil der Batterie ist. Das macht sie leicht und kompakt", erklärt Kai-Christian Möller, Leiter der Projekt-		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 der Projektgruppe Elektrochemische Speicher	Statt 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 Dr. Kai-Christian Möller, Leiter der Projektgruppe Elektrochemische Speicher am

Nr	Solar Promotion (18.11.13)	VDI-Nachrichten (13.12.2013)	Solar Promotion (29.1.14)	Neue Energie (4 / 2014)	Elektropraktiker (6 / 2014)
	Institut für Chemische Technologie (ICT).	gruppe Elektrochemische Speicher am Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie (ICT) in Pfnztal bei Karlsruhe.		am Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie (ICT).	Fraunhofer-Institut für chemische Technologie (ICT).
9	Die Autoindustrie zeigt großes Interesse an Lithium-Luft-Batterien, denn damit könnten Elektroautos auf wesentlich höhere Reichweiten kommen.	Die Autoindustrie zeigt großes Interesse an Lithium-Luft-Batterien, denn damit könnten Elektroautos wesentlich weiter fahren und endlich Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren Paroli bieten.		Vor allem die Autoindustrie hat ein Auge auf die Lithium-Luft-Batterien geworfen, denn mit ihnen könnten Elektrofahrzeuge auf wesentlich höhere Reichweiten kommen.	Vor allem die Autoindustrie hat ein Auge auf die Lithium-Luft-Batterien geworfen, denn mit ihr könnten Elektrofahrzeuge auf wesentlich höhere Reichweiten kommen.
10	Schon 2020 wollen die Hersteller die Technik in ihre Fahrzeuge einbauen.	Reichweiten von bis zu 1000 km werden angepeilt, während Lithium-Ionen-Batterien derzeit maximal einige Hundert Kilometer ermöglichen.		Schon 2020 soll die Technik in Elektromobile einbaut werden.	Schon 2020 soll die Technik in Elektromobile einbaut werden.
11	„Wir hoffen, dass es in den nächsten fünf bis zehn Jahren gelingt, Lithium-Luft-Batterien als leistungsfähigste Lösung auf den Markt zu bringen“, sagt Reinhard Löser vom Bundesverband eMobilität.	„Wir hoffen, dass es in den nächsten fünf bis zehn Jahren gelingt, Lithium-Luft-Batterien als leistungsfähigste Lösung auf den Markt zu bringen“, sagt Reinhard Löser vom Bundesverband eMobilität.		„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.	„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.
12	Auch als Speicher für überschüssigen Ökostrom und Puffer für das Stromnetz gilt die Technik als vielversprechende Option.	Als Speicher für überschüssigen Ökostrom und Puffer für das Stromnetz gilt die Technik als vielversprechende Option.		Aber auch als Puffer für das Stromnetz gilt die Technik als vielversprechende Option.	Aber auch als Puffer für das Stromnetz gilt die Technik als vielversprechende Option.
13		Derzeit haben Lithium-Ionen- oder Redox-Flow-Batterien, die die Kapazitäten von Wind- und Solarparks aufnehmen können, noch die Größe von Containern.			
14	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.	Lithium-Luft-Batterien könnten den Ökostrom dank ihrer hohen Energiedichte auf engstem Raum speichern – somit ließen sich Batteriesysteme bei gleicher Leistung erheblich kleiner dimensionieren.		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.	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.
15	Wissenschaftler treiben die Entwicklung von Metall-Luft-Batterien deshalb mit großem Einsatz voran.			Schwächen der Superbatterie	Noch zu empfindlich

Nr	Solar Promotion (18.11.13)	VDI-Nachrichten (13.12.2013)	Solar Promotion (29.1.14)	Neue Energie (4 / 2014)	Elektropraktiker (6 / 2014)
16	Ihr größtes Manko ist bisher ihre geringe Lebensdauer. Beim Entladen verursachen elektrochemische Reaktionen an der Kathode und im elektrisch leitfähigen Elektrolyt irreversible Schäden – dadurch lässt sich die Batterie kaum wiederaufladen.	Das größte Manko der Technologie ist bisher die geringe Lebensdauer der Batterien. Beim Entladen verursachen elektrochemische Reaktionen an der Kathode und im elektrisch leitfähigen Elektrolyt irreversible Schäden – dadurch lässt sich die Batterie kaum wiederaufladen.		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.	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 wiederaufladen.
17	Um das Problem zu lösen, untersuchen die Forscher am ICT die Reaktionsvorgänge an der Kathode. Die chemischen Abläufe hier sind äußerst komplex. Wer sie versteht, ist der Kommerzialisierung ein großes Stück näher gekommen.	Um das Problem zu lösen, untersuchen die Forscher am ICT die Reaktionsvorgänge an der Kathode. Die chemischen Abläufe hier sind äußerst komplex. Wer sie versteht, ist der Kommerzialisierung ein großes Stück näher gekommen.		Um das Problem zu lösen, untersuchen die Forscher am ICT die Reaktionsvorgänge an der Kathode. Die chemischen Abläufe sind äußerst komplex. „Wenn wir sie verstehen, sind wir der Kommerzialisierung ein großes Stück näher“, erklärt Möller.	Um das Problem zu lösen, untersuchen die Forscher am ICT die Reaktionsvorgänge an der Kathode. Die chemischen Abläufe hier sind äußerst komplex. „Wenn wir sie verstehen, sind wir der Kommerzialisierung ein großes Stück näher gekommen“, erklärt Möller.
18	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.	Beim Entladen geben die Lithiumatome 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.		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.	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.
19	Um sich wieder aufzuladen, müsste die Zelle den während des Entladens aufgenommenen Sauerstoff wieder in die Atmosphäre abgeben, also bildlich gesprochen atmen lernen. Doch damit sich dieser Prozess in Gang setzt, müssten die Wissenschaftler erst einen Weg finden, die beschädigte Kathode zu reaktivieren.	Um die Batterie wieder aufzuladen, müsste die Zelle den während des Entladens aufgenommenen Sauerstoff wieder in die Atmosphäre abgeben – bildlich gesprochen atmen lernen. Doch damit sich dieser Prozess in Gang setzt, müssten die Wissenschaftler erst einen Weg finden, die beschädigte Kathode zu reaktivieren.		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.	Um sich wieder aufzuladen, müsste die Zelle den während des Entladens aufgenommenen Sauerstoff wieder in die Atmosphäre abgeben, also bildlich gesprochen atmen lernen. Doch damit sich dieser Prozess in Gang setzt, müssten die Wissenschaftler erst einen Weg finden, die beschädigte Kathode zu reaktivieren.
20		Das ist bisher nicht gelungen.			
21	Im Verbundprojekt GLANZ (Durch Glas geschützte Anode und Zelle) widmen sich das Batterie-forschungszentrum MEET der Universität Münster, Glasspezialist	Im Verbundprojekt Glanz (Durch Glas geschützte Anode und Zelle) widmen sich das Batterie-forschungszentrum Meet der Universität Münster, der Glas-		Im Verbundprojekt „Glanz“ (Durch Glas geschützte Anode und Zelle) widmen sich das Batterie-forschungszentrum Meet der Universität Münster, Glasspezialist	Im Forschungsprojekt GLANZ (Durch Glas geschützte Anode und Zelle) widmen sich das Batterie-forschungszentrum MEET der Universität Münster, Glasspezialist

Nr	Solar Promotion (18.11.13)	VDI-Nachrichten (13.12.2013)	Solar Promotion (29.1.14)	Neue Energie (4 / 2014)	Elektropraktiker (6 / 2014)
	Schott sowie Rockwood Lithium, Varta Microbattery und Volkswagen einem anderen Problem.	spezialist Schott sowie Rockwood Lithium, Varta Microbattery und Volkswagen einem anderen Problem.		Schott sowie Rockwood Lithium, Varta Microbattery und Volkswagen einem anderen Problem.	Schott sowie Rockwood Lithium, Varta Microbattery und Volkswagen einem anderen Problem.
22	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 Einflüssen geschützt werden. Die in gängigen Batterien verwendeten mikro-porösen Kunststoffmembranen können diesen Schutz nicht bieten.	Eine Lithium-Luft-Batterie ist ein offenes System, das stetig von Luft durchströmt wird. Da ihre Lithiummetallanode aber hochreaktiv ist, muss sie vor äußeren Einflüssen geschützt werden. Die in gängigen Batterien verwendeten mikro-porösen Kunststoffmembranen können diesen Schutz nicht bieten.		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 Einflüssen geschützt werden. Die in gängigen Batterien verwendeten mikro-porösen Kunststoffmembranen können diesen Schutz nicht bieten.	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 Einflüssen geschützt werden. Die in gängigen Batterien verwendeten mikro-porösen Kunststoffmembranen können diesen Schutz nicht bieten.
23	Die Projektteilnehmer entwickeln daher ein neues Separatormaterial aus Glaskeramik, das keine unerwünschten Reaktionen zulässt. 2014 soll das von der Bundesregierung mit 5,6 Millionen Euro geförderte Vorhaben abgeschlossen sein.	Die Glanz-Projektteilnehmer entwickeln daher ein neues Separatormaterial aus Glaskeramik, das keine unerwünschten Reaktionen zulässt. 2014 soll das von der Bundesregierung mit 5,6 Mio. € geförderte Vorhaben abgeschlossen sein.		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.	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.
24	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-A. Eichel. Derzeit werde im Institutsbereich Grundlagen der Elektrochemie nach Werkstoffen gesucht, mit denen die Silizium-Luft-Batterie so zuverlässig wie andere Stromspeicher werden könnte.	An einer den Lithium-Luft-Batterien verwandten Technik arbeitet das Forschungszentrum Jülich (FZJ). Sie nutzt statt Lithium als Anodenmaterial Silizium, das die gleiche Energiedichte von 1000 Wh/kg ermögliche, aber im Gegensatz zum seltenen Lithium in unerschöpflicher Menge zur Verfügung stehe, sagt FZJ-Forscher Rüdiger-A. Eichel. Der Physiker leitet dort das Institut für Energie- und Klimaforschung und den Bereich Grundlagen der Elektrochemie und sucht nach Werkstoffen, mit denen die Silizium-Luft-Batterie so zuverlässig wie andere Stromspeicher werden kann.		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 Wh pro Kilogramm, stehe im Gegensatz zum seltenen Lithium aber in unerschöpflicher Menge zur Verfügung, sagt FZJ-Forscher Prof. Dr. 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.
25	Doch obwohl die Wissenschaftler gut vorankommen, warnen sie vor	Obwohl die Wissenschaftler gut vorankommen, warnen sie vor		Obwohl die Wissenschaftler gut vorankommen, warnen sie vor	Obwohl die Wissenschaftler gut vorankommen, warnen sie vor

Nr	Solar Promotion (18.11.13)	VDI-Nachrichten (13.12.2013)	Solar Promotion (29.1.14)	Neue Energie (4 / 2014)	Elektropraktiker (6 / 2014)
	verfrühter Euphorie.	verfrühter Euphorie.		verfrühter Euphorie.	verfrühter Euphorie.
	„Metall-Luft-Batterien werden vermutlich nicht vor 2030 den Durchbruch schaffen“, erklärt ICT-Experte Möller. „Sie müssen mehrere 1.000 Vollzyklen schaffen. Davon sind wir derzeit aber noch weit entfernt.“	"Metall-Luft-Batterien werden vermutlich nicht vor 2030 den Durchbruch schaffen", erklärt ICT-Experte Möller. "Sie müssen einige 100 Vollzyklen schaffen. Davon sind wir derzeit noch weit entfernt."			
26	Auch Olaf Wollersheim, Leiter des Projekts Competence E am Karlsruher Institut für Technologie (KIT), rechnet nicht mit einer baldigen Kommerzialisierung der Technik.	Olaf Wollersheim, Leiter des Projekts "Competence E" am Karlsruher Institut für Technologie (KIT), rechnet nicht mit einer baldigen Kommerzialisierung der Technik.		Olaf Wollersheim, Leiter des Projekts Competence E am Karlsruher Institut für Technologie (KIT), rechnet nicht mit einer baldigen Kommerzialisierung der Technik.	Dr. Olaf Wollersheim, Leiter des Projekts Competence E am Karlsruher Institut für Technologie (KIT), rechnet nicht mit einer baldigen Kommerzialisierung der Technik.
27	Im Rahmen von Competence E untersuchen die Experten verschiedene Batterietypen für die E-Mobilität und die Energiewirtschaft.			Im Rahmen von Competence E untersuchen die Experten verschiedene Batterietypen für die E-Mobilität und die Energiewirtschaft.	Im Rahmen von Competence E untersuchen die Experten verschiedene Batterietypen für die E-Mobilität und die Energiewirtschaft.
28	„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.	"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.		„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.	„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.
29				Leistungsstarke Alternativen	Leistungsstarke Alternativen
30	Stattdessen könnte sich ein Batterietyp durchsetzen, der in der derzeitigen Euphorie um die Luft-Batterien wenig beachtet wird: Lithium-Schwefel-Batterien. Wollersheim schätzt, dass diese Technik bereits in zehn Jahren marktreif sein könnte.“ Im praktischen Einsatz lässt sich mit Lithium-Schwefel-Akkus eine spezifische Energie von 600 Wattstunden pro Kilogramm erreichen – also mehr als das Doppelte heute gängiger Lithium-Ionen-Akkus.	Stattdessen könnte sich ein Batterietyp durchsetzen, der derzeit wenig beachtet wird: Lithium-Schwefel. Wollersheim schätzt, dass dieser bereits in zehn Jahren marktreif sein könnte. Im praktischen Einsatz lässt sich mit Lithium-Schwefel-Akkus eine spezifische Energie von 600 Wh/kg erreichen – also mehr als das Doppelte gängiger Lithium-Ionen-Akkus.		Vorher könnten sich andere Batterietypen durchsetzen, die in der derzeitigen Euphorie um die Luft-Batterien wenig beachtet werden. Lithium-Schwefel-Batterien etwa könnten nach Wollersheims Schätzung bereits in zehn Jahren marktreif sein. Im praktischen Einsatz lässt sich mit Lithium-Schwefel-Akkus eine spezifische Energie von 600 Wattstunden pro Kilogramm erreichen – also mehr als das Doppelte gängiger Lithium-Ionen-Akkus.	Vorher könnten sich allerdings andere Batterietypen durchsetzen, die in der derzeitigen Euphorie um die Luft-Batterien wenig beachtet werden. Lithium-Schwefel-Batterien etwa könnten nach Wollersheims Schätzung bereits in zehn Jahren marktreif sein. Im praktischen Einsatz lässt sich mit Lithium-Schwefel-Akkus eine spezifische Energie von 600 Wh/kg erreichen – also mehr als das Doppelte heute gängiger Lithium-Ionen-Akkus.
31	Das Problem der Schwefelspeicher	Das Problem der Schwefelspeicher		Das Problem der Schwefelspeicher	Das Problem der Schwefelspeicher

Nr	Solar Promotion (18.11.13)	VDI-Nachrichten (13.12.2013)	Solar Promotion (29.1.14)	Neue Energie (4 / 2014)	Elektropraktiker (6 / 2014)
	ist ihre Stabilität, die bisher noch keine annehmbaren Werte erreicht hat. Da sich Schwefel beim Laden ausdehnt und sich beim Entladen wieder zusammenzieht, wird die Kathode stark belastet.	ist ihre Stabilität, die bisher noch keine annehmbaren Werte erreicht hat. Da sich Schwefel beim Laden ausdehnt und sich beim Entladen wieder zusammenzieht, wird die Kathode stark belastet.		ist ihre Stabilität, die bisher noch keine annehmbaren Werte erreicht hat. Da sich Schwefel beim Laden ausdehnt und sich beim Entladen wieder zusammenzieht, wird die Kathode stark belastet.	ist ihre Stabilität, die bisher noch keine annehmbaren Werte erreicht hat. Da sich Schwefel beim Laden ausdehnt und sich beim Entladen wieder zusammenzieht, wird die Kathode stark belastet.
32	Dazu kommt, dass sich Schwefel im Elektrolyt löst und das Aktivmaterial somit verloren geht.	Hinzu kommt, dass sich Schwefel im Elektrolyt löst und das Aktivmaterial so verloren geht.		Dazu kommt, dass sich Schwefel im Elektrolyt löst und das Aktivmaterial somit verloren geht.	Dazu kommt, dass sich Schwefel im Elektrolyt löst und das Aktivmaterial somit verloren geht.
33	Forschern des Fraunhofer-Instituts für Werkstoff- und Strahltechnik (IWS) ist es nun allerdings gelungen, den Akku zu stabilisieren. So erreichten sie 1.400 Ladezyklen, und die Zelle hatte dann immerhin noch eine Kapazität von 60 Prozent des ursprünglichen Werts. Damit erreicht die Technik zwar noch nicht die Lebensdauer von Lithium-Ionen-Akkus, die bis zu 10.000 Vollzyklen schaffen. Doch sind sie damit näher an der praktischen Anwendung als Luft-Batterien, die bisher noch in der Grundlagenforschung steckt.	Forschern des Fraunhofer-Instituts für Werkstoff- und Strahltechnik (IWS) in Dresden ist es jetzt gelungen, den Akku zu stabilisieren. So erreichten sie 1400 Ladezyklen, und die Zelle hatte dann noch eine Kapazität von 60 % des ursprünglichen Werts. Damit erreicht die Technik zwar noch nicht die Lebensdauer von Lithium-Ionen-Akkus, die bis zu 10 000 Vollzyklen schaffen, doch sind sie damit näher an der praktischen Anwendung als die Metall-Luft-Batterien, die bisher noch in der Grundlagenforschung stecken.		Forschern des Fraunhofer-Instituts für Werkstoff- und Strahltechnik (IWS) ist es nun aber gelungen, den Akku zu stabilisieren. So erreichten sie 1.400 Ladezyklen, und die Zelle hatte dann immerhin noch eine Kapazität von 60 Prozent des ursprünglichen Werts. Damit kommt die Technik zwar noch nicht an die Lebensdauer von Lithium-Ionen-Akkus heran, die durchschnittlich etwa 7.000 Vollzyklen schaffen. Doch sind sie damit näher an der praktischen Anwendung als Luft-Batterien, die bisher noch in der Grundlagenforschung stecken.	Forschern des Fraunhofer-Instituts für Werkstoff- und Strahltechnik (IWS) ist es nun allerdings gelungen, den Akku zu stabilisieren. So erreichten sie 1 400 Ladezyklen, und die Zelle hatte dann immerhin noch eine Kapazität von 60 Prozent des ursprünglichen Werts. Damit erreicht die Technik zwar noch nicht die Lebensdauer von Lithium-Ionen-Akkus, die durchschnittlich etwa 7 000 Vollzyklen schaffen. Doch sind sie damit näher an der praktischen Anwendung als Luft-Batterien, die bisher noch in der Grundlagenforschung steckt.
34	Autoindustrie und Energiewirtschaft müssen wohl noch lange auf die Superzelle warten.		Die Frage muss für die Energiewende dringend geklärt werden: Woher kommt der Ökostrom, wenn sich Wind und Sonne rar machen? Speicher wie Batterien oder Verfahren zur Umwandlung von Strom in speicherbares Gas böten eine Lösung. Nur sind diese Techniken für den kommerziellen Einsatz noch zu teuer.	Bereits kurzfristig könnten Natrium-Ionen-Batterien auf den Markt kommen.	Bereits kurzfristig könnten Natrium-Ionen-Batterien auf den Markt kommen.
35			Das US-Startup Aquion Energy, eine Ausgründung der Carnegie Mellon University aus Pittsburgh, will das ändern . Das Unternehmen plant, Natrium-Ionen-Batterien herzustellen, die günstiger sind als bisher	Die US-Firma Aquion Energy, eine Ausgründung der Carnegie Mellon University (CMU) aus Pittsburgh, will die Natrium Akkus bereits ab 2015 kostengünstig in Masse herstellen.	Die US-Firma Aquion Energy, eine Ausgründung der Carnegie Mellon University (CMU) aus Pittsburgh, will die Natrium-Akkus bereits ab 2015 kostengünstig in Masse herstellen.

Nr	Solar Promotion (18.11.13)	VDI-Nachrichten (13.12.2013)	Solar Promotion (29.1.14)	Neue Energie (4 / 2014)	Elektropraktiker (6 / 2014)
36			<p>verfügbare Speichertechnologien.</p> <p>Jay Whitacre, Professor für Materialwissenschaften an der Carnegy Mellon University, der Aquion gegründet hat und auf dessen Erfindungen die Firma aufbaut, glaubt, dass der Preis pro Kilowattstunde Speicherkapazität auf 200 Dollar fallen muss. Erst dann sei ein Speicher beispielsweise im US-Stromnetz wirtschaftlich konkurrenzfähig zu Erdgas, das in den USA für Spitzenlastanwendungen zum Einsatz kommt. Lithium-Ionen-Batterien, die heute bereits zur Zwischenspeicherung von Solarstrom in Privathaushalten eingesetzt werden, liegen derzeit noch gut und gerne bei den doppelten Kosten.</p>	<p>CMU-Professor und Aquion-Gründer Jay Whitacre verspricht, die „Aqueos Hybrid Ion“-Technik (AHI) für weniger als 200 Dollar (144 Euro) pro Kilowattstunde, also günstiger als heutige Lithiumbatterien anzubieten.</p>	<p>CMU-Professor und Aquion-Gründer Dr. Jay Whitacre verspricht, die „Aqueos Hybrid Ion“-Technik (AHI) für weniger als 200 Dollar pro Kilowattstunde, also günstiger als heutige Lithiumbatterien anzubieten.</p>
37			<p>Aquions so genannte „Aqueous Hybrid Ion (AHI)“-Technik hingegen könnten deutlich günstiger als 200 Dollar pro Kilowattstunde angeboten werden,</p>		
38			<p>versichert Whitacre. Denn bei der Suche nach passenden Elektrodenmaterialien habe sich Aquion auf günstige, massenverfügbare Elemente wie Natrium und Kohlenstoff beschränkt statt vergleichsweise seltenes und teures Lithium zu verwenden.</p>	<p>Das sei möglich, weil sich Aquion bei der Suche nach Elektrodenmaterialien auf günstige, leicht verfügbare Elemente wie Natrium und Kohlenstoff beschränkt habe statt vergleichsweise seltenes und teures Lithium zu verwenden, so Whitacre.</p>	<p>Das sei möglich, weil sich Aquion bei der Suche nach Elektrodenmaterialien auf günstige, leicht verfügbare Elemente wie Natrium und Kohlenstoff beschränkt habe statt vergleichsweise seltenes und teures Lithium zu verwenden, so Whitacre.</p>
39			<p>Investoren hat die AHI-Technik überzeugt. Microsoft-Gründer Bill Gates und andere Geldgeber haben für den Aufbau einer Fertigung im Frühjahr 2013 insgesamt 35 Millionen Dollar zur Verfügung gestellt. Zuvor konnte Aquion bereits 25 Millionen Dollar einwerben, darun-</p>		

Nr	Solar Promotion (18.11.13)	VDI-Nachrichten (13.12.2013)	Solar Promotion (29.1.14)	Neue Energie (4 / 2014)	Elektropraktiker (6 / 2014)
			<p>ter fünf Millionen Dollar vom US-Energieministerium. Mit dem Kapital will Aquion ein Werk bauen, in dem ab 2015 Batterien mit einer Jahreskapazität von 200 Megawattstunden im kommerziellen Maßstab hergestellt werden. Rechnerisch könnten mit diesem Jahresoutput rund 20.000 Haushalte an Tagen ohne Wind und Sonnenschein oder in einer langen Winternacht mit Strom versorgt werden.</p>		
40			<p>Aquion plant in derart großem Stil, weil die Natrium-Ionen-Batterien neben niedrigen Kosten weitere wichtige Vorteile mit sich bringen: So bleibt ihre Speicherfähigkeit selbst bei extrem schwankenden Temperaturen gleich. Sie können sogar in Wüstengebieten ohne Einschränkungen arbeiten. Das prädestiniert sie für einen Einsatz am Fuße von großen Sonnenkraftwerken, wie sie vor allem in heißen Regionen im Sonnengürtel der Erde entstehen. Natrium-Ionen-Akkus können aber genauso gut als Zwischenspeicher für Windstrom eingesetzt werden. Sie ließen sich, wenn sie zu einem Erfolg werden, auch in Haushalten nutzen, die eigenen Solar- oder Windstrom produzieren und möglichst autark werden wollen.</p>	<p>Natrium-Ionen-Batterien brächten weitere Vorteile mit sich: So bleibe ihre Speicherfähigkeit selbst bei extrem schwankenden Temperaturen gleich. Sie könnten sogar in Wüstengebieten ohne Einschränkungen arbeiten. Das würde sie für einen Einsatz am Fuße von großen Sonnenkraftwerken prädestinieren, wie sie vor allem in heißen Regionen im Sonnengürtel der Erde entstehen.</p>	<p>Natrium-Ionen-Batterien brächten weitere Vorteile mit sich: So bleibe ihre Speicherfähigkeit selbst bei extrem schwankenden Temperaturen gleich. Sie könnten sogar in Wüstengebieten ohne Einschränkungen arbeiten. Das würde sie für einen Einsatz am Fuße von großen Sonnenkraftwerken prädestinieren, wie sie vor allem in heißen Regionen im Sonnengürtel der Erde entstehen.</p>
41			<p>Außerdem haben die Aquion-Entwickler die Leistung und die Lebensdauer der Natrium-Ionen-Technik entscheidend verbessert. Die Kathode, also der Minuspol, besteht aus einer Natriumlegierung, die Anode aus einer Kohlen-</p>	<p>Außerdem hat Aquion die Leistung und die Lebensdauer der Natrium-Ionen-Technik nach eigenen Angaben verbessert. Die Kathode besteht aus einer Natriumlegierung, die Anode aus einer Kohlenstoffverbindung. Dazwischen</p>	<p>Außerdem hat Aquion die Leistung und die Lebensdauer der Natrium-Ionen-Technik nach eigenen Angaben verbessert. Die Kathode besteht aus einer Natriumlegierung, die Anode aus einer Kohlenstoffverbindung. Dazwischen befindet</p>

Nr	Solar Promotion (18.11.13)	VDI-Nachrichten (13.12.2013)	Solar Promotion (29.1.14)	Neue Energie (4 / 2014)	Elektropraktiker (6 / 2014)
			<p>stoffverbindung. Dazwischen befindet sich ein flüssiger Elektrolyt, der nur positiv geladene Natrium-Ionen, also Atome, denen das eine oder andere Elektron fehlt, passieren lässt. Beim Aufladen wandern die Ionen von der Kathode zur Anode, beim Entladen kehrt sich der Vorgang um. Noch vor einigen Jahren sank die Stromspeicherfähigkeit von Natrium-Ionen-Batterien bereits nach 50 Lade- und Entladevorgängen auf die Hälfte ab. Dank eines besseren Verständnisses der chemischen Abläufe hat Aquion das Problem laut Whitacre in den Griff bekommen: Die Akkus der Amerikaner schafften 5.000 Vollzyklen und erreichten bei einem täglichen Ladevorgang eine Lebensdauer von mindestens zehn Jahren. Damit haben sich die Natriumbatterien der Lithium-Ionen-Technik angenähert, die derzeit durchschnittlich 7.000 Vollzyklen erreicht.</p>	<p>befindet sich ein flüssiger Elektrolyt, der nur positiv geladene Natrium-Ionen, also Atome, denen das eine oder andere Elektron fehlt, passieren lässt. Beim Aufladen wandern die Ionen von der Kathode zur Anode, beim Entladen kehrt sich der Vorgang um. Noch vor einigen Jahren sank die Speicherfähigkeit von Natrium-Ionen-Batterien bereits nach 50 Lade- und Entladevorgängen auf die Hälfte. Dank eines besseren Verständnisses der chemischen Abläufe hat Aquion das Problem laut Whitacre in den Griff bekommen: Die Akkus der Amerikaner schafften 5000 Vollzyklen und erreichten bei einem täglichen Ladevorgang eine Lebensdauer von mindestens zehn Jahren. Damit hätten sich die Natriumbatterien der Lithium-Ionen-Technik angenähert.</p>	<p>sich ein flüssiger Elektrolyt, der nur positiv geladene Natrium-Ionen, also Atome, denen das eine oder andere Elektron fehlt, passieren lässt. Beim Aufladen wandern die Ionen von der Kathode zur Anode, beim Entladen kehrt sich der Vorgang um. Noch vor einigen Jahren sank die Speicherfähigkeit von Natrium-Ionen-Batterien bereits nach 50 Lade- und Entladevorgängen auf die Hälfte ab. Dank eines besseren Verständnisses der chemischen Abläufe hat Aquion das Problem laut Whitacre in den Griff bekommen: Die Akkus der Amerikaner schafften 5 000 Vollzyklen und erreichten bei einem täglichen Ladevorgang eine Lebensdauer von mindestens zehn Jahren. Damit hätten sich die Natriumbatterien der Lithium-Ionen-Technik angenähert.</p>
42			<p>Auch sollen die neuen Natriumakkus besonders sicher sein. Anders als etwa die in den Siebzigerjahren vor allem in Deutschland entwickelte Natrium-Schwefel-Batterie, die eine Arbeitstemperatur von 300 bis 400 Grad Celsius hat und zu Explosionen neigt, arbeiten Aquion-Akkus bei Umgebungstemperatur – das mindert die Gefahr von Bränden deutlich. Da Aquion zudem eine Art Sole als Elektrolyten verwendet, können die Natrium-Ionen-Batterien leichter recycelt werden</p>	<p>Auch sollen die neuen Natrium-Akkus besonders sicher sein. Anders als etwa die in den Siebzigerjahren vor allem in Deutschland entwickelte Natrium-Schwefel-Batterie, die eine Arbeitstemperatur von 300 bis 400 Grad Celsius hat und zu Explosionen neigt, arbeiten Aquion-Akkus bei Umgebungstemperatur – das mindert die Gefahr von Bränden deutlich. Da Aquion zudem eine Art Sole als Elektrolyten verwendet, können die Natrium-Ionen-Batterien leichter recycelt werden</p>	<p>Auch sollen die neuen Natriumakkus besonders sicher sein. Anders als etwa die in den Siebzigerjahren vor allem in Deutschland entwickelte Natrium-Schwefel-Batterie, die eine Arbeitstemperatur von 300 bis 400 °C hat und zu Explosionen neigt, arbeiten Aquion-Akkus bei Umgebungstemperatur – das mindert die Gefahr von Bränden deutlich. Da Aquion zudem eine Art Sole als Elektrolyten verwendet, können die Natrium-Ionen-Batterien leichter recycelt werden als Lithium-Ionen-Akkus, in denen ein orga-</p>

Nr	Solar Promotion (18.11.13)	VDI-Nachrichten (13.12.2013)	Solar Promotion (29.1.14)	Neue Energie (4 / 2014)	Elektropraktiker (6 / 2014)
			als Lithium-Ionen-Akkus, in denen ein organischer Elektrolyt steckt. Dank der Sole lässt sich schließlich auch die Produktion vereinfachen, was wiederum Kosten senkt. Die eingesetzten Maschinen werden normalerweise in der Nahrungsmittelherstellung verwendet.	als Lithium-Ionen-Akkus, in denen ein organischer Elektrolyt steckt. Dank der Sole lässt sich schließlich auch die Produktion vereinfachen, was wiederum Kosten senkt. Die eingesetzten Maschinen werden normalerweise in der Nahrungsmittelherstellung verwendet.	nischer Elektrolyt steckt. Dank der Sole lässt sich schließlich auch die Produktion vereinfachen, was wiederum Kosten senkt. Die eingesetzten Maschinen sind etabliert und werden normalerweise in der Nahrungsmittelherstellung verwendet.
43			Dennoch ist ein Markterfolg der Natrium-Ionen-Technik nicht garantiert. Experten gehen davon aus, dass der Preis der heute noch recht teuren Lithium-Ionen-Batterien bis 2020 ebenfalls unter die 200-Dollar-Marke fallen wird. Wenn Aquion seinen ambitionierten Zeitplan nicht einhalten kann, wird es schwierig, die Lithiumtechnik auszustechen.	Batteriespeicher werden erst ab 2030 für das Energiesystem relevant – diese These vieler Energieexperten muss wohl überdacht werden.	Batteriespeicher werden erst ab 2030 für das Energiesystem relevant – diese These muss wohl überdacht werden.