

Abs	Neue Energie (10 / 2015)	Erneuerbare Energien (12 / 2015)	Abs
	Batterien auf Billigkurs (Sascha Rentzing)	Batterien werden bezahlbar (Sascha Rentzing)	
0	Noch sind Solarspeicher teuer und lohnen sich nur bedingt. Doch das wachsende Interesse der Automobilindustrie an den Lithium-Akkus lässt erwarten, dass die Kosten deutlich sinken.		
1	Nach dem missglückten Versuch, mit einer Photovoltaikproduktion in Deutschland Fuß zu fassen,		
	denkt der Automobilzulieferer Bosch über eine neue Milliardeninvestition in eine potenzielle Zukunftstechnik nach. Im September sagte Konzernchef Volkmar Denner der Wirtschaftswoche, er setze sich für eine Produktion von Hochleistungsbatterien in Europa ein.	Der Automobilzulieferer Bosch will offensichtlich gross ins Geschäft mit Batteriespeichern einsteigen.	1
	Derzeit prüft Bosch laut dem Bericht das Potenzial neuartiger Festkörperzellen. Wenn die Technik die Erwartungen erfüllt, soll eine Entscheidung über den Bau einer neuen Batteriefertigung in den kommenden zwei Jahren fallen, heißt es.		
2	Offensichtlich erwägt Bosch die Produktion von Batteriezellen des kalifornischen Start-ups Seeo , das der Stuttgarter Konzern im September übernommen hat.	Im September übernahm der Stuttgarter Konzern das kalifornische Start-up Seeo , dessen spezielle Lithium-Ionen-Batterien als besonders leistungsstark gelten.	
	Die Anode, der Minuspol, besteht bei der speziellen Lithium-Technik des US-Unternehmens aus reinem Lithium statt aus Graphit , das sonst meistens als Elektrodenmaterial eingesetzt wird.	Ihre Anode, der Minuspol, besteht aus reinem Lithium statt aus herkömmlichem Graphit.	
	Dadurch steige die Energiedichte, und die Reichweite von Elektroautos soll sich bei halbem Gewicht und einem Viertel des Platzbedarfs der Batterien mindestens verdoppeln.	Dadurch soll ihre Energiedichte und somit die Reichweite von Elektroautos bei halbem Gewicht deutlich steigen.	
	„Die Festkörperzelle könnte eine entscheidende Durchbruchstechnologie sein“, sagte Denner.	«Die Festkörperzelle könnte eine entscheidende Durchbruchstechnologie sein», sagt Bosch-Chef Volkmar Denner.	
		Der Konzern erwägt deshalb, die Seeo-Technik in einer neuen Batteriefertigung in grossen Mengen herzustellen. Eine Entscheidung darüber soll voraussichtlich in den kommenden zwei Jahren fallen, heisst es.	
3	Bosch wäre das erste Unternehmen, das nach dem Rückzug der deutschen Industrie aus der Batterieproduktion den Wiedereinstieg in die Akkufertigung wagt. Eine neue Fabrik zu bauen lag in der Luft, hatten sich die Autohersteller Audi, BMW, Daimler und VW zuletzt doch sehr ernsthaft mit der Elektrifizierung ihrer Fahrzeugflotten befasst. Außerdem sind BMW und Daimler inzwischen auch in das Geschäft mit stationären Speichern eingestiegen, um sich auf dem wachstumsträchtigen Feld der	Bosch wäre das erste Unternehmen, das nach dem Rückzug der deutschen Industrie aus der Batterieproduktion den Wiedereinstieg in die Akkufertigung wagt. Eine neue Fabrik lag in der Luft, hatten sich die deutschen Autohersteller Audi, BMW, Daimler und Volkswagen zuletzt doch sehr ernsthaft mit der Elektrifizierung ihrer Fahrzeugflotten befasst. Ausserdem sind BMW und Daimler inzwischen auch in das Geschäft mit stationären Speichern eingestiegen, um auf dem wachstumsträchtigen Feld der erneuerbaren	2

Abs	Neue Energie (10 / 2015)	Erneuerbare Energien (12 / 2015)	Abs
	erneuerbaren Energien zu etablieren.	Energien Fuss zu fassen.	
	Daimler bestückt seit diesem Sommer Energiespeicher für den privaten und gewerblichen Einsatz mit Lithium-Ionen-Akkus seiner Tochter Deutsche Accumotive. Die gleiche Technik setzt der Konzern auch in seinen Elektrofahrzeugen ein. Ähnliche Pläne verfolgt der US-Elektroautohersteller Tesla, der seinen neuen Solarspeicher „Powerwall“ mit Batterien aus einer eigenen Massenfertigung in Nevada ausrüsten will, die derzeit gebaut wird.	Daimler bestückt seit diesem Sommer Energiespeicher für den privaten und gewerblichen Einsatz mit Lithium-Ionen-Akkus seiner Tochter Deutsche Accumotive. Die gleiche Technik setzt der Konzern auch in seinen Elektrofahrzeugen ein. Ähnliche Pläne verfolgt der US-Elektroautohersteller Tesla, der seinen neuen Solarspeicher Powerwall mit Batterien aus einer eigenen Massenfertigung in Nevada ausrüsten will, die derzeit gebaut wird.	
4	Das starke Interesse der Autokonzerne an den Batteriespeichern lässt auf deutliche Kostensenkungen bei der Technik hoffen. Das würde gleich zwei Branchen helfen, denn nicht nur als Antrieb für Elektromobile, sondern auch als Netzstabilisatoren, die die fluktuierende Einspeisung von Solar- und Windenergie glätten, sind Akkus immer gefragter.	Das starke Interesse der Autokonzerne an den Batteriespeichern lässt auf deutliche Kostensenkungen bei der Technik hoffen. Das würde gleich zwei Branchen helfen, denn nicht nur als Antrieb für Elektromobile, sondern auch als Netzstabilisatoren, die die fluktuierende Einspeisung von Solar- und Windenergie glätten, sind Akkus immer gefragter.	3
	Vor allem in den großen Bundesländern Bayern und Nordrhein-Westfalen findet die Kombination von Photovoltaik mit Batteriespeichern nach einem aktuellen Speichermonitoring im Auftrag des Bundeswirtschaftsministeriums bereits breiten Anklang.	So zeigt die für das Schweizer Bundesamt für Energie (BFE) angefertigte Studie «Energiespeicher in der Schweiz; Bedarf, Wirtschaftlichkeit und Rahmenbedingungen im Kontext der Energiestrategie 2050», dass an einer Kombination von Photovoltaik oder Windkraft mit Batteriespeichern langfristig kein Weg mehr vorbeiführt.	
	Bisher sorgen Pumpspeicherkraftwerke für die Balance im Netz, doch bei steigenden Ökostrommengen wird ihre Kapazität künftig nicht mehr ausreichen. Außerdem wollen sich immer mehr private Hausbesitzer und Gewerbetreibende von steigenden Strompreisen abkoppeln. Batteriespeicher können dabei helfen, indem sie einen effektiven Eigenverbrauch von Solarstrom ermöglichen. Die Akkus nehmen die tagsüber auf dem Hausdach gewonnene Sonnenenergie auf und geben sie bei Bedarf abends oder am kommenden Morgen wieder ab — so muss kaum noch Strom aus dem Netz gekauft werden.	Bisher sorgen Pumpspeicherkraftwerke für die Balance im Netz, doch bei steigenden Ökostrommengen wird ihre Kapazität künftig nicht mehr ausreichen. Ausserdem wollen sich immer mehr private Hausbesitzer und Gewerbetreibende von steigenden Strompreisen abkoppeln. Batteriespeicher können dabei helfen, indem sie einen effektiven Eigenverbrauch von Solarstrom ermöglichen. Die Akkus nehmen die tagsüber auf dem Hausdach gewonnene Sonnenenergie auf und geben sie bei Bedarf abends oder am kommenden Morgen wieder ab - so muss kaum noch Strom aus dem Netz gekauft werden.	
	Halbierung der Kosten	Effizientere Batteriezellen	
5	Bisher sind Kellerspeicher aufgrund ihrer hohen Kosten aber nur eine Randerscheinung. Die gespeicherte Kilowattstunde Solarstrom kostet derzeit noch rund 30 Cent und ist damit in etwa so teuer wie Haushaltsstrom aus der Steckdose, der in Deutschland momentan bei durchschnittlich 29 Cent brutto rangiert. Doch Olaf Wollersheim, Leiter des Projekts „Competence E“ am Karlsruher Institut für Technologie (KIT), geht davon aus, dass mit dem Einstieg der Autokonzerne ins Geschäft mit stationären Speichern auch die Kosten der	Bisher sind Kellerspeicher aufgrund ihrer hohen Kosten aber nur eine Randerscheinung. Die gespeicherte Kilowattstunde Solarstrom kostet derzeit rund 0,30 Euro und ist damit noch teurer als Haushaltsstrom aus der Steckdose, der zum Beispiel in Deutschland momentan bei durchschnittlich 29 Cent brutto rangiert. Doch Olaf Wollersheim, Leiter des Projekts Competence E am Karlsruher Institut für Technologie (KIT), geht davon aus, dass mit dem Einstieg der Autokonzerne ins Geschäft mit stationären Speichern auch die Kosten der	4

Abs	Neue Energie (10 / 2015)	Erneuerbare Energien (12 / 2015)	Abs
	Systeme sinken werden. „Derzeit werden noch kleine Stückzahlen in viel manueller Arbeit hergestellt. Das dürfte sich ändern: Mit den Erfahrungen aus der Autoproduktion lassen sich die Speichersysteme stärker automatisiert und mit intelligenten Integrationskonzepten herstellen.“ Auch die Schlüsseltechnik der Systeme, die Batterie, wird günstiger.	Systeme sinken werden. «Derzeit werden noch kleine Stückzahlen in viel manueller Arbeit hergestellt. Das dürfte sich ändern: Mit den Erfahrungen aus der Autoproduktion lassen sich die Speichersysteme stärker automatisiert und mit intelligenten Integrationskonzepten herstellen.» Auch die Schlüsseltechnik der Systeme, die Batterien, werden günstiger.	
	Aktuell liegen die Fertigungskosten von Lithium-Ionen-Batterien laut Wollersheim bei durchschnittlich 300 bis 400 US-Dollar pro Kilowattstunde. Dank Größtenkostenvorteilen durch steigende Produktionsmengen und produktionstechnischer Verbesserungen könnten die Kosten in den kommenden Jahren auf 200 US-Dollar sinken.	Aktuell liegen die Fertigungskosten von Lithium-Ionen-Batterien laut Wollersheim bei durchschnittlich 300 bis 400 US-Dollar pro Kilowattstunde. Dank Grössenkostenvorteilen durch steigende Produktionsmengen und produktionstechnischen Verbesserungen könnten die Kosten in den kommenden Jahren auf 200 US-Dollar sinken.	
6	Eine Batterie besteht aus mehreren elektrisch miteinander verschalteten Zellen. Vorreiter bei den Lithium-Ionen-Zellen sind derzeit die asiatischen Elektrokonzerne. Samsung aus Südkorea ersetzt demnächst seine Batteriezellen mit 60 Amperestunden durch Zellen mit 93 Amperestunden, was als großer Entwicklungsschritt gilt. Die Amperestunde ist die Einheit der elektrischen Ladung —je mehr Amperestunden eine Zelle erreicht, desto mehr Energie kann sie speichern. Wollersheim schätzt, dass Samsungs Zellenherstellungskosten pro Kilowattstunde durch die 50-prozentige Steigerung der Nennkapazität nochmals deutlich sinken werden. Um das zu erreichen, muss die neue Zelle nach seiner Mutmaßung an vielen Stellen optimiert worden sein, etwa durch dünnere Metallfolien und Separatoren oder stärker verdichtete Elektroden.	Eine Batterie besteht aus mehreren elektrisch miteinander verschalteten Zellen. Vorreiter bei den Lithium-Ionen-Zellen sind derzeit die asiatischen Elektrokonzerne. Samsung aus Südkorea ersetzt demnächst seine Batteriezellen mit 60 Amperestunden durch Zellen mit 93 Amperestunden, was als grosser Entwicklungsschritt gilt. Die Amperestunde ist die Einheit der elektrischen Ladung - je mehr Amperestunden eine Zelle erreicht, desto mehr Energie kann sie speichern. Wollersheim schätzt, dass Samsungs Zellenherstellungskosten pro Kilowattstunde durch die 50-prozentige Steigerung der Nennkapazität nochmals deutlich sinken werden. Um das zu erreichen, muss die neue Zelle nach seiner Mutmassung an vielen Stellen optimiert worden sein, etwa durch dünnere Metallfolien und Separatoren oder stärker verdichtete Elektroden.	5
		Innovationen aus der Schweiz	
		Innovationen kommen bei den Batterien aber nicht nur aus Asien, sondern auch aus Europa. Leclanche, Anbieter kompletter Speichersysteme für den Energie- sowie für den Transportbereich mit Hauptsitz in Yverdon-les-Bains bei Lausanne, produziert im süddeutschen Willstätt gleich zwei Batterietechniken: auf Basis von Lithium-Titanat und neuerdings von Lithium-Grafit. Während sich die zuerst genannte vor allem durch ihre hohe Zyklenfestigkeit und Langlebigkeit auszeichne, könne die Grafitvariante dank ihrer hohen Energiedichte doppelt so viel Energie speichern wie Lithium-Titanat-Batterien, heisst es bei Leclanche. Damit könnten Elektrofahrzeuge wie Elektrobusse besonders lange Strecken zurücklegen. Künftig sollen die Stärken beider Techniken in gemischten Systemen miteinander kombiniert werden und	6

Abs	Neue Energie (10 / 2015)	Erneuerbare Energien (12 / 2015)	Abs
		so die Gesamtbetriebskosten der Leclanche-Speicher weiter reduzieren.	
	Neues Verfahren	Innovative Maschinenbauer	
7	<p>Batterieexperten im deutschen Maschinenbauverband VDMA sind überzeugt, dass deutsche Unternehmen den Asiaten in der Batterieproduktion Konkurrenz machen können. Die Serienproduktion von Hochleistungszellen sei auch in Asien und den USA noch längst nicht ausgereift, heißt es in einem aktuellen Positionspapier des VDMA. Vor allem Qualität und Ausbeute müssten stimmen. Hier böte das Know-how deutscher Maschinenbauer gepaart mit den Anforderungen und Erfahrungen von deutschen und ausländischen Investoren die Gelegenheit, Batteriezellfabriken auch in Deutschland aufzubauen. Außerdem wäre es auch logistisch sinnvoll, den wachsenden Markt für Elektroautos und stationäre Speicher aus deutschen Batterieproduktionen zu bedienen. „Die Nachfrage steigt, und der Import sicherheitskritischer Batteriezellen ist teuer. Da lohnt es sich, eigene Fabriken aufzubauen“, sagt der Batterieexperte Peter Haan von der Siemens-Division Digitale Fabrik und Sprecher des VDMA-Lenkungskreises Batterieproduktion.</p>	<p>Auch Batterieexperten im deutschen Maschinenbauverband (VDMA) sind überzeugt, dass deutsche Unternehmen den Asiaten in der Batterieproduktion Konkurrenz machen können. Die Serienproduktion von Hochleistungszellen sei auch in Asien und den USA noch längst nicht ausgereift, heisst es in einem aktuellen Positionspapier des Verbands. Vor allem Qualität und Ausbeute müssten stimmen. Hier böte das Know-how deutscher Maschinenbauer gepaart mit den Anforderungen und Erfahrungen von deutschen und ausländischen Investoren die Gelegenheit, Batteriezellfabriken auch in Deutschland aufzubauen. Ausserdem wäre es auch logistisch sinnvoll, den wachsenden Markt für Elektroautos und stationäre Speicher aus deutschen Batterieproduktionen zu bedienen. «Die Nachfrage steigt, und der Import sicherheitskritischer Batteriezellen ist teuer. Da lohnt es sich, eigene Fabriken aufzubauen», sagt der Batterieexperte Peter Haan von der Siemens-Division Digitale Fabrik und Sprecher des VDMA-Lenkungskreises Batterieproduktion.</p>	7
8	<p>In der Tat arbeiten in Deutschland mittlerweile zahlreiche Entwickler und Wissenschaftler an der weiteren Verbesserung der Batterietechnik und neuen Konzepten.</p>	<p>Zahlreiche Entwickler und Wissenschaftler arbeiten in Deutschland bereits an der weiteren Verbesserung der Batterietechnik und an neuen Konzepten.</p>	8
	<p>Die Firmen F & K Delvotec Bondtech und Trumpf Laser- und Systemtechnik etwa haben gemeinsam ein neues Verfahren zur Verbindung von Batteriezellen zu -modulen entwickelt. Meistens erfolgt dieses sogenannte Bonden, indem Drähte mittels Ultraschall auf die Zellverbinder geschweißt werden. Die beiden Firmen setzen stattdessen auf Lasertechnik. „Das Laserbonden kann den Prozess deutlich beschleunigen und die Kosten senken“, sagt Delvotec-Batterieexperte Josef Sedlmair. Marc Kirchhoff von Trumpf ergänzt, dass das neue, berührungsfreie Verfahren auch eine höhere Flexibilität ermögliche. „Es können beliebige Drahtdicken verwendet werden. Dadurch lassen sich größere, leistungsstärkere Zellen verwenden.“ Kirchhoff weist aber darauf hin, dass es nicht den einen Standardprozess gebe. Auch andere Verbindungstechniken hätten ihre Berechtigung und entwickelten sich weiter, so Kirchhoff.</p>	<p>Die Firmen F & K Delvotec Bondtech und Trumpf Laser- und Systemtechnik etwa haben gemeinsam ein neues Verfahren zur Verbindung von Batteriezellen zu -modulen entwickelt. Meistens erfolgt dieses sogenannte Bonden, indem Drähte mittels Ultraschall auf die Zellverbinder geschweisst werden. Die beiden Firmen setzen stattdessen auf Lasertechnik.« Das Laserbonden kann den Prozess deutlich beschleunigen und die Kosten senken», sagt Delvotec-Batterieexperte Josef Sedlmair. Marc Kirchhoff von Trumpf ergänzt, dass das neue, berührungsfreie Verfahren auch eine höhere Flexibilität ermögliche. «Es können beliebige Drahtdicken verwendet werden. Dadurch lassen sich grössere, leistungsstärkere Zellen verwenden.» Kirchhoff weist aber darauf hin, dass es nicht den einen Standardprozess gebe. Auch andere Verbindungs-techniken hätten ihre Berechtigung und entwickelten sich weiter, so Kirchhoff.</p>	
		Steigerung der Leistungsfähigkeit	
9	<p>Während sich die Maschinenbauer auf die Optimierung der Fertigungsprozesse</p>	<p>Während sich die Maschinenbauer auf die Optimierung der Fertigungsprozesse</p>	9

Abs	Neue Energie (10 / 2015)	Erneuerbare Energien (12 / 2015)	Abs
	<p>konzentrieren, arbeiten Wissenschaftler an ganz neuen Batteriekonzepten. Ihr vorrangiges Ziel: die Leistungsfähigkeit der Technik weiter zu steigern. Ein Fokus richtet sich auf sogenannte Lithium-Luft-Batterien, die eine Energiedichte von 1000 Wattstunden pro Kilogramm erreichen sollen — das Fünffache heute gängiger Lithium-Ionen-Akkus. Statt Grafit kommt bei dieser Technik für die Anode Lithium-Metall zum Einsatz, als Kathode dient Luft. Der Vorteil: Die Kathode ist kein fester Bestandteil der Batterie mehr, sondern Sauerstoff aus der Luft strömt in die Batterie und reagiert mit den freigesetzten Lithium-Ionen. Das macht die Batterie leicht und kompakt. Die Autoindustrie hat deshalb bereits ein Auge auf die Lithium-Technik geworfen. Sie könnte Reichweiten von 1000 Kilometern ermöglichen.</p>	<p>konzentrieren, arbeiten Wissenschaftler an ganz neuen Batteriekonzepten. Ihr vorrangiges Ziel: die Leistungsfähigkeit der Technik weiter zu steigern. Ein Fokus richtet sich auf sogenannte Lithium-Luft-Batterien, die eine Energiedichte von 1000 Wattstunden pro Kilogramm erreichen sollen — das Fünffache heute gängiger Lithium-Ionen-Akkus. Statt Grafit kommt bei dieser Technik für die Anode Lithiummetall zum Einsatz, als Kathode dient Luft. Der Vorteil: Die Kathode ist kein fester Bestandteil der Batterie mehr, sondern Sauerstoff aus der Luft strömt in die Batterie und reagiert mit den freigesetzten Lithium-Ionen. Das macht die Batterie leicht und kompakt. Die Autoindustrie hat deshalb bereits ein Auge auf die Lithiumtechnik geworfen. Sie könnte Reichweiten von 1000 Kilometern ermöglichen.</p>	
10	<p>Eine den Lithium-Luft-Batterien ähnliche Technik sind Aluminium-Luft-Batterien. Sie nutzen statt Lithium Aluminium als Anodenmaterial. Es ermöglicht nach Angaben von Rüdiger-A. Eichel vom Forschungszentrum Jülich ebenfalls eine Energiedichte von 1000 Wattstunden pro Kilogramm, allerdings sei Aluminium im Gegensatz zu Lithium besser und günstiger verfügbar.</p>	<p>Eine den Lithium-Luft-Batterien ähnliche Technik sind Aluminium-Luft-Batterien. Sie nutzen statt Lithium Aluminium als Anodenmaterial. Es ermöglicht nach Angaben von Rüdiger-A. Eichel vom Forschungszentrum Jülich ebenfalls eine Energiedichte von 1000 Wattstunden pro Kilogramm, allerdings sei Aluminium im Gegensatz zu Lithium besser und günstiger verfügbar.</p>	
	<p>Wissenschaftler des Kit entwickeln unterdessen Lithium-Schwefel-Akkus, mit denen sich eine spezifische Energie von 600 Watt pro Kilogramm erreichen lässt, also mehr als das Doppelte gängiger Lithium-Ionen-Akkus.</p>	<p>Wissenschaftler des KIT entwickeln unterdessen Lithium-Schwefel-Akkus, mit denen sich eine spezifische Energie von 600 Watt pro Kilogramm erreichen lässt, also mehr als das Doppelte gängiger Lithium-Ionen-Akkus.</p>	10
11	<p>Der Nachteil der neuen Techniken ist jedoch, dass sie noch nicht stabil genug sind. Die Herausforderung bestehe darin, die Batterien so zu bauen, dass sie nicht schon nach kurzer Zeit an Kapazität verlieren, sagt Wollersheim. „Bis Lithium-Schwefel-Akkus marktreif sind, wird es schätzungsweise weitere zehn Jahre dauern. Die Kommerzialisierung von Lithium-Luft-Batterien ist noch später zu erwarten.“ Am Erfolg der Akkus wird das aber wohl nichts mehr ändern. Bis die Zukunftsbatterien zur Verfügung stehen, dürften die Elektromobilität und der Markt für stationäre Speicher dank verbesserter und günstigerer Lithium-Ionen-Batterien längst laufen.</p>	<p>Der Nachteil der neuen Techniken ist jedoch, dass sie noch nicht stabil genug sind. Die Herausforderung bestehe darin, die Batterien so zu bauen, dass sie nicht schon nach kurzer Zeit an Kapazität verlieren, sagt Wollersheim. »Bis Lithium-Schwefel-Akkus marktreif sind, wird es schätzungsweise weitere zehn Jahre dauern. Die Kommerzialisierung von Lithium-Luft-Batterien ist noch später zu erwarten.« Am Erfolg der Akkus wird das aber wohl nichts mehr ändern. Bis die Zukunftsbatterien zur Verfügung stehen, dürften die Elektromobilität und der Markt für stationäre Speicher dank verbesserter und günstigerer Lithium-Ionen-Batterien längst laufen.</p>	